

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

publishes this series in order to make available to a broad public recent findings in informatics (i.e. computer science and information systems), to document conferences that are organized in co-operation with GI and to publish the annual GI Award dissertation.

Broken down into

- seminars
- proceedings
- dissertations
- thematics

current topics are dealt with from the vantage point of research and development, teaching and further training in theory and practice. The Editorial Committee uses an intensive review process in order to ensure high quality contributions.

The volumes are published in German or English.

Information: <http://www.gi.de/service/publikationen/lni/>

ISSN 1617-5468

ISBN 978-3-88579-605-3

This volume contains papers of the 33rd GIL conference on modern information technology in the agriculture, forestry and food sectors with a strong focus on mass data management. The 89 papers cover a wide range of subjects ranging from sensor networks and process control, business intelligence and GIS, forecast models and optimization to questions of new database and archiving concepts.

The conference was held at the University of Applied Sciences in Potsdam, Germany, from February 20 – 21, 2013.



M. Clasen, K. C. Kersebaum, A. Meyer-Aurich, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft

# GI-Edition

## Lecture Notes in Informatics

**M. Clasen, K. C. Kersebaum,  
A. Meyer-Aurich, B. Theuvsen (Hrsg.)**

## Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft

**Erhebung – Verarbeitung – Nutzung**

**Referate der 33. GIL-Jahrestagung  
20. – 21. Februar 2013, Potsdam**

## Proceedings





Michael Clasen, K. Christian Kersebaum,  
Andreas Meyer-Aurich, Brigitte Theuvsen (Hrsg.)

**Massendatenmanagement in der  
Agrar- und Ernährungswirtschaft  
Erhebung - Verarbeitung - Nutzung**

**Referate der 33. GIL-Jahrestagung**

**20. – 21. Februar 2013  
in Potsdam, Germany**

**Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)**

## **Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings**

Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-211

ISBN 978-3-88579-605-3

ISSN 1617-5468

### **Volume Editors**

Prof. Dr. Michael Clasen

Hochschule Hannover, Wirtschaftsinformatik, Electronic Business

30459 Hannover, Germany

Email: michael.clasen@fh-hannover.de

PD Dr. Dr. habil. K. Christian Kersebaum

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V., Institut für

Landschaftssystemanalyse

15374 Müncheberg, Germany

Email: ckersebaum@zalf.de

Dr. Andreas Meyer-Aurich

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

14469 Potsdam, Germany

Email: ameyeraurich@atb-potsdam.de

### **Series Editorial Board**

Heinrich C. Mayr, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Austria

(Chairman, mayr@ifit.uni-klu.ac.at)

Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany

Ulrich Flegel, Hochschule für Technik, Stuttgart, Germany

Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany

Johann-Christoph Freytag, Humboldt-Universität zu Berlin, Germany

Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany

Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany

Michael Koch, Universität der Bundeswehr München, Germany

Axel Lehmann, Universität der Bundeswehr München, Germany

Peter Sanders, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany

Sigrid Schubert, Universität Siegen, Germany

Ingo Timm, Universität Trier, Germany

Karin Vosseberg, Hochschule Bremerhaven, Germany

Maria Wimmer, Universität Koblenz-Landau, Germany

### **Dissertations**

Steffen Hölldobler, Technische Universität Dresden, Germany

### **Seminars**

Reinhard Wilhelm, Universität des Saarlandes, Germany

### **Thematics**

Andreas Oberweis, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2013

**printed by** Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn



Die disy Informationssysteme GmbH mit Sitz in Karlsruhe, gegründet 1997, aktuell 50 Mitarbeiter, betreut im deutschsprachigen Raum große behördliche Einrichtungen und Unternehmen beim Management, der Analyse und dem Reporting von (Geo-)Massendaten sowie beim Aufbau von Data Warehouses, Fachanwendungen, Informationsportalen, Geodateninfrastrukturen und Metadateninformationssystemen. Mit einer idealen Kombination aus fachlichem Know-how und eigenen, im höchsten Maße anpassbaren, skalierbaren und offenen Softwareprodukten sorgt disy bei den Kunden für nachhaltige und wirtschaftliche Lösungen.

Kernprodukt von disy ist das Datenmanagement-, Analyse- und Berichtswerkzeug Cadenza, in das disys Geoinformationssystem GISterm integriert ist. Cadenza bietet umfassende Funktionalität zur übergreifenden Analyse von Daten und deren Darstellung in Form von Berichten. disy Cadenza ist Datenbank- und Format-unabhängig, bietet ein Höchstmaß an Durchgängigkeit von der Desktop- hin zur Webanwendung und erlaubt mit Cadenza Mobile den Zugriff auf Ihre Daten auch im Feld. Mit Cadenza bringen Sie Ihre Daten in Fluss. disy Cadenza: eine Lösung für alle Fälle!

**disy Informationssysteme GmbH** – Erbprinzenstraße 4–12, 76133 Karlsruhe –  
Tel.: 0721 16006-000 – Fax: 072116006-05 – [sales@disy.net](mailto:sales@disy.net) – [www.disy.net](http://www.disy.net)



Gern können Sie uns während des Vortrags kennen lernen :

*„Datenqualität im Handel – die richtige/wichtige Information für den Kunden“*

oder lassen Sie uns direkt wissen, wie wir Sie unterstützen können unter

- 0231 / 39 99 5 – 100

- [bk@orgatech.org](mailto:bk@orgatech.org)

- Analytisches, ganzheitliches Consulting
- Prozessmanagement
- Projektmanagement
- Datenmanagement
- Qualitätsmanagement
- HSEQ



Forschungsinformationssystem  
Agrar & Ernährung

[www.fisaonline.de](http://www.fisaonline.de)







## Vorwort

Die verfügbare Datenmenge nimmt derzeit in nahezu allen Bereichen der Wissenschaft und Wirtschaft rasant zu. Auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft ist dieser Trend zu beobachten. Besonders ergiebige Datenquellen stellen die Genomanalysen der Tier- und Pflanzenzucht, die Sensornetze von Bodenkundlern, Pflanzenbauern und Tierhaltern, Prozess- und Zustandsdaten von Landmaschinen, Wetteraufzeichnungen und Klimaprojektionen sowie Buchhaltungs-, Controlling- und Rückverfolgungsdaten dar. Eine größere Datenmenge kann grundsätzlich als positiv bewertet werden, da eine solide Datenbasis die Grundvoraussetzung für empirisch bestätigte wissenschaftliche Erkenntnisse ist. Aber auch für die Unternehmenspraxis haben sich Daten als entscheidender Wettbewerbsfaktor herausgestellt. Da Unternehmen heutzutage fast ausschließlich über Kennzahlen aus IT-Systemen gesteuert werden, ist eine ausreichend aktuelle und feingranulare Datenbasis eine notwendige Voraussetzung für gute Managemententscheidungen geworden.

Die enormen Datenmengen erfordern jedoch neue Konzepte bei der Erhebung, Überprüfung, Verteilung, Konsolidierung, Auswertung, Darstellung, Speicherung und Archivierung der Daten, was viele Akteure vor große Herausforderungen stellt. Vor diesem Hintergrund ist es nahezu unverständlich, dass an diversen Agrarfakultäten Lehrstühle für Agrarinformatik gestrichen und somit Themen der Datenverarbeitung kaum noch unterrichtet werden. Im Ergebnis besteht heutzutage ein erheblicher Bedarf an Agrarwissenschaftlern mit fundiertem IT-Know-how bzw. an Informatikern mit Agrarkenntnissen. Die GIL versucht u.a. mit dieser Jahrestagung ihren Teil dazu beizutragen, die Lücke ein wenig zu schließen.

Nach zwei sehr erfolgreichen Jahrestagungen, die mit Wein und Forst ein Agrarprodukt in den Fokus der Tagung gestellt haben, setzte diese Jahrestagung einen thematischen Schwerpunkt auf der Erhebung, Verarbeitung und Nutzung von Massendaten in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Mit einem Produktschwerpunkt „Obst & Gemüse“ haben wir uns jedoch auch in diesem Jahr nicht vollständig vom Erfolgsmodell der letzten Jahre verabschiedet. Weitere Sessions behandelten die Themenfelder Business Intelligence, GIS und Geodaten, Modellierung und Simulation, Precision Agriculture, Precision Horticulture, Sensorik, Logistik und Rückverfolgbarkeit, Qualitäts- und Informationsmanagement, E-Commerce, Agrarökonomie und Archivierung. Neben rein wissenschaftlichen Beiträgen wurden auch praktische Anwendungen in einer Produktpräsentationssession und in gemischten Sessions vorgestellt. Insgesamt enthält dieser Tagungsband 93 Beiträge, die als Vortrag oder Poster auf der GIL-Jahrestagung präsentiert wurden.

Im Vorfeld der Tagung fand ein pre-conference Workshop der Arbeitsgruppe „Agricultural Information Management Standards“ (AIMS) des agINFRA-Projekts der FAO statt.

Räumlich fand die Tagung auf dem neuen Campus der Fachhochschule Potsdam unweit vom ATB statt. Zwischen ehemaligem Bundesgartenschau Gelände und historischem Weltkulturerbe bot er sich als Tagungsort geradezu an.

Unser Dank geht an die Autoren, die Vortragenden und die Gutachter für ihr Engagement, an die Sponsoren für ihre materielle Unterstützung und an all diejenigen, die an der Organisation der Tagung mitgewirkt haben.

Prof. Dr. M. Clasen

Dr. A. Meyer-Aurich

Prof. Dr. H.-C. Hobohm

Hochschule Hannover

ATB, Potsdam

Fachhochschule Potsdam

1. Vorsitzender der GIL



## Programmkomitee

Dr. T. Andreßen (K+S Aktiengesellschaft, Kassel),  
Prof. Dr. H. Bernhardt (TU München),  
Prof. Dr. M. Clasen (Hochschule Hannover),  
Prof. Dr. R. Doluschitz (Universität Hohenheim),  
Dr. A. Füßler (GS1 Germany, Köln),  
Dr. M. Geyer (ATB, Potsdam),  
Prof. Dr. K. Hildebrand (HS Weihenstephan Triesdorf),  
Prof. Dr. C. Jung (Universität Kiel),  
PD Dr. W. Koch (Fraunhofer FKIE Wachtberg),  
Prof. Dr. W. Karl (KIT, Universität Karlsruhe),  
F.-J. Löpmeier (ZAMF-DWD, Braunschweig),  
Prof. Dr. R.A.E. Müller (Universität Kiel),  
Prof. Dr. B. Petersen (Universität Bonn),  
Dr. R. Reents (VIT Verden),  
Prof. Dr. H.-H. Sundermeier (LBV, Kiel),  
Prof. Dr. J. Spilke (Universität Halle),  
Prof. Dr. G. Thaller (Universität Kiel),  
Prof. Dr. L. Theuvsen (Universität Göttingen),  
Dr. J. Utermann (UBA, Dessau),  
Prof. Dr. P. Wagner (Universität Halle),  
Prof. Dr. K.-O. Wenkel (ZALF, Müncheberg),  
O. Zandner (ORACLE Deutschland, Hannover)

## Organisationskomitee

Prof. Dr. Michael Clasen, 1. Vorsitzender der GIL,  
PD Dr. Dr. K. Christian Kersebaum, ZALF,  
Dr. Andreas Meyer-Aurich, ATB,  
Susanne Schulz, ATB,  
Brigitte Theuvsen, Geschäftsführerin der GIL

<b>Hermann Auernhammer, Arne Seifert, Astrid Teichert, Heinz Bernhardt</b> <i>Digitalisierte Bilder und Schriften Agrartechnik in der „AgTecCollection in mediaTUM®“</i> .....	23
<b>Ansgar Bernardi, Gunnar Grimnes, Malte Kiesel</b> <i>iGreen: Anwendung intelligenter Wissenstechnologien im öffentlich-privaten Wissensmanagement im Agrarbereich</i> .....	27
<b>Wolfgang Büscher, Kathrin Hendriksen, Ute Müller, Peter Müller, Andreas Behrend, Eckhard Stamer</b> <i>Milchvieh-Informationsmanagement auf Versuchsbetrieben – Beispielanwendungen und Nutzen für Praxisbetriebe</i> .....	31
<b>Sašo Celarc, Mojca Gros</b> <i>Calculation of the water balance and analysis of agriculture drought data using a Business Intelligence (BI) system</i> .....	35
<b>Björn Christensen</b> <i>Data-Mining basierte Absatzprognosen unter Einbeziehung des Wetters – Lassen sich Lebensmittelabfälle mittels intelligenter Systeme reduzieren?</i> .....	39
<b>Thomas Chudy</b> <i>Die kartographische Visualisierung als Analysewerkzeug und Dokumentationsmittel verschiedener Massendaten aus einem GIS</i> .....	43
<b>Michael Clasen, Susanne Horz, Daniel Karpenstein</b> <i>Erfolgsfaktoren elektronischer Marktplätze in der Agrar- und Ernährungswirtschaft - Die ersten 10 Jahre</i> .....	47
<b>Anja Czekala, Achim Münster</b> <i>Tiergesundheitsmanagement in der Schweineproduktion am Beispiel der Tiergesundheitsagentur eG (TiGA)</i> .....	51
<b>Anja Czekala, Verena Schütz, Jacques H. Trienekens</b> <i>Lösungen für das Datenmanagement im überbetrieblichen Tiergesundheitsmanagement in der Schweineproduktion</i> .....	55
<b>Karl-Heinz Dammer, Joachim Intreß, Horst Beuche, Jörn Selbeck, Volker Dworak</b> <i>Hyperspektrale Bildanalyse zur Detektion von Beifußblättriger Ambrosie (Ambrosia artemisiifolia)</i> .....	59
<b>Axel Dannenmaier, Karlheinz Wendt, Joachim Spilke</b> <i>Untersuchung zum Aufbau eines Informationssystems in der Binnenfischerei, dargestellt am Beispiel für den Verwaltungsbereich der SGD-Süd (RLP)</i> .....	63

<b>Simon Düsseldorf, Juliane O'Hagan, Christian Kagerer, Herman Niemeyer, Jens Böttcher, Louresn Heres, Brigitte Petersen</b> <i>Boston Consulting Group Matrix zur Informationsaufbereitung im Wertschöpfungsnetzwerk Schwein</i> .....	67
<b>Volker Dworak, Matthias Hoffmann, Jörn Selbeck</b> <i>Kostengünstige Pflanzenkamera und Algorithmus zur Spurführung in engen Pflanzenreihen</i> .....	71
<b>Alexander Entzian, Kerstin Neumann, Benjamin Kilian, Christian Klukas</b> <i>IAP – Ein Informationssystem zur Verarbeitung von Aufnahmen automatisierter Phänotypisierungsanlagen am Beispiel von Gerste (<i>Hordeum vulgare</i> L.)</i> .....	75
<b>Stefan Friedemann, Hendrik Hilpert, Matthias Schumann</b> <i>Auswirkungen der Nutzung von Daten der Lieferkette von Pflanzenfasern auf die Produktionsplanung</i> .....	79
<b>Nina Friedrich, Marie Wellner, Ludwig Theuvsen</b> <i>Nutzung des Internets für die Nachhaltigkeitsberichterstattung in der Ernährungsbranche</i> .....	83
<b>Jan Froese</b> <i>Datenqualität der Emissionswertberechnung in der Straßenlogistik</i> .....	87
<b>Carl-Friedrich Gaese, Heinz Bernhardt, Ludwig Popp, Sascha Wörz, Valentin Heizinger, Thomas Damme, Jan Eberhardt, Andre Kluge</b> <i>Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen</i> .....	91
<b>Robin Gebbers, Michael Pflanz, Adolf Betz, Benjamin Hille, Jens Mattner, Thomas Rachow-Autrum, Mustafa Özyurtlu, Adrian Schischmanow, Martin Scheele, Johannes Schrenk and Ludwig Schrenk</b> <i>OptiThin – Implementation of Precision Horticulture by Tree-Specific Mechanical Thinning</i> .....	95
<b>Ursula Genge, Hilde Klauss, Jörn Selbeck, Volker Dworak, Martin Geyer</b> <i>Entwicklung einer intelligenten funkbasierten Bewässerungssteuerung (IFuB)</i> .....	99
<b>Vienna Gerstenkorn</b> <i>Vergleichende Analyse der Servicequalität unterschiedlicher Anbietertypen bei der Online-Vermarktung von Fleisch</i> .....	103
<b>Guntram Geser, Johannes Keizer, Andrea Mulrenin</b> <i>agINFRA – Building e-infrastructure and services for the agricultural research community</i> .....	107

<b>Dominic Grethler, Christa Hoffmann, Reiner Doluschitz</b> <i>Potenzial des Mobile Business in landwirtschaftlichen Betrieben - Eine empirische Bestandsaufnahme .....</i>	111
<b>Simon Harnisch, Nicole Reinhold, Erhard Gernand, Werner Feucker, Joachim Spilke</b> <i>Nutzung von Bewegungsdaten zur Brunsterkennung bei Jungrindern.....</i>	115
<b>Robert Hauptmann, Wolfgang Lentz</b> <i>Produktionscontrolling für die Frischgemüseproduktion im Freiland .....</i>	119
<b>Ines Heer, Reinhard Riedl</b> <i>E-Government in Agriculture and in Segments of the Food Chain - A Practitioner Report.....</i>	123
<b>Josef Heinskill, Wolfgang Koch</b> <i>Transferpotential der Informationsfusion für die Agrar- und Ernährungswirtschaft – ausgewählte Beispiele .....</i>	127
<b>Sören Henke, Ludwig Theuvsen</b> <i>IT-gestützte Durchführung eines Social Life Cycle Assessments am Beispiel der Wertschöpfungskette Biogas .....</i>	131
<b>Olaf Herden</b> <i>Spaltenbasierte Datenbanken - Ein Konzept zur Handhabung großer Datenmengen .....</i>	135
<b>Markus Jackenkroll, Martin Weis, Roland Gerhards</b> <i>A spatial data infrastructure concept for precision farming tasks.....</i>	139
<b>Bianka Johnne</b> <i>Beurteilung der Wirksamkeit von Wetterindexinstrumenten: Gefahr von Fehleinschätzungen bei schlechter Zielgrößenwahl .....</i>	143
<b>Theresa Kabakeris, Martin Geyer</b> <i>Produktion und Produktqualität im Brokkolianbau-Innovation durch Datenbankanwendungen.....</i>	147
<b>Viktor Kelbler, Christa Hoffmann, Reiner Doluschitz</b> <i>Bedeutung und Struktur der Nebenerwerbslandwirtschaft – eine Analyse mittels GIS.....</i>	151
<b>Kurt Christian Kersebaum, Dietmar Barkusky, Peter Zander, Michaela Reutter, Detlef Deumlich, Jörg Steidl</b> <i>Modellbasierte Kosten-Wirkungsanalyse von Agrarumweltmaßnahmen zur Minderung der Stickstoffeinträge in Gewässer zur Einhaltung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie .....</i>	155



**Susann Klatt, Jan-Peter Mund**

*Methoden zur objektorientierten halbautomatischen Erkennung von Rückegassen in hochauflösenden multispektralen Satellitenbildern: Beispiele aus Kiefernbeständen in der Region Eberswalde, Deutschland* ..... 159

**Stephan Klingner, Michael Becker, Martin Schneider**

*Service Engineering im Precision Farming* ..... 163

**Johanna Koch, Hans-Hennig Sundermeier**

*IT-Management für Branchenlösungen: Kosten- und Erlösrechnung für Lohnunternehmen* ..... 167

**Peter Korduan**

*Standardisierung im Agrarsektor durch die Datenspezifikation zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)* ..... 171

**Christoph-Frederik Kronsbein, Frank Volke, Daniel Schmitt, Martin Benecke, Bernd Schniederbruns, Andre Berghaus, Jaron Martinez, Henrik Hufendiek, Arno Ruckelshausen**

*Magnetische Resonanz- und Nah-Infrarot- Sensorsysteme zur Online-Messung der Feuchte bei Erntegütern* ..... 175

**Stephan Künster**

*Räumliche Informationen bei Entscheidungen einbeziehen – mit ArcGIS* ..... 179

**Anett Kuntosch, Bettina König, Wolfgang Bokelmann**

*Ergebnisse aus der Sektorstudie Innovationssystem der deutschen Landwirtschaft* ..... 183

**Birgit Laggner, Natascha Orthen**

*Verwendung räumlicher Massendaten bei der Analyse von Landnutzungsänderungen* ..... 187

**Tobias Leithold, Peter Wagner, Martin Schneider**

*Zur Rentabilität zunehmender Informationsdichte – ökonomischer Vergleich zwischen herkömmlichen und hochaufgelösten Bodenbeprobungen am Beispiel des pH-Wertes* ..... 191

**Daniel Martini, Jochen Traunecker, Mario Schmitz, Eva Gallmann**

*Daten- und Systemintegration im Precision Livestock Farming mit Service-orientierten Architekturen und Semantischen Technologien* ..... 195

**Jens Mehmman, Frank Teuteberg, Diethardt Freye**

*Eine 4PL-Plattform zur Unterstützung der Nacherntelogistik – Eine Anforderungsanalyse* ..... 199

<b>Wilfried Mirschel, Ralf Wieland, Karl-Otto Wenkel, Christian Guddat, Herbert Michel</b> <i>Räumliche Abschätzung der Folgen von Klimaänderungen auf Ertrag und Zusatzwasserbedarf landwirtschaftlicher Fruchtarten, dargestellt am Beispiel des Freistaates Thüringen .....</i>	203
<b>Kim Möller, Christian Scholz, Erik Wunder, Arno Ruckelshausen</b> <i>Sensorteststand zur Entwicklung von Sensorsystemen unter dynamisch-reproduzierbaren Testbedingungen .....</i>	207
<b>Tobias Moser, Martin Kapfer, Stefan Kirchweger, Jochen Kantelhardt</b> <i>Standort- und Kapazitätsplanung von BtL-Anlagen in Österreich mittels gemischt-ganzzahliger Optimierung.....</i>	211
<b>Christoph Mühlmann, Harald Hackl, Michael Beck, Sebastian Peisl</b> <i>Funknetz zur Bewässerung im Knoblauchsland.....</i>	215
<b>Agus A. Munawar, Dieter v. Hörsten, Daniel Mörlein, Elke Pawelzik, Jens Karl Wegener</b> <i>Rapid and non-destructive prediction of mango sweetness and acidity using near infrared spectroscopy.....</i>	219
<b>Jan-Peter Mund, Anko Börner, Adrian Schischmanow</b> <i>Forschungen zur automatischen Multisensor-gestützten Forstinventur .....</i>	223
<b>Maria Näther, Melanie Gockel, Ludwig Theuvsen</b> <i>Bedeutung und Schwachstellen der Informationsqualität in der deutsch-niederländischen Fleischwirtschaft .....</i>	227
<b>Maria Näther, Jacob Lubig, Ludwig Theuvsen</b> <i>Ökonomische Bewertung alternativer Strategien im Falle der Klassischen Schweinepest (KSP) und Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems .....</i>	231
<b>Claas Nendel, Ralf Wieland, Wilfried Mirschel, Xenia Specka, Kurt Christian Kersebaum</b> <i>Die Simulation von Winterweizenerträgen in Thüringen unter Verwendung von meteorologischen Daten unterschiedlicher räumlicher Auflösung .....</i>	235
<b>Antonia Nette, Andreas Meyer-Aurich</b> <i>Ökonomik von Körnererbsen in Wertschöpfungsketten am Beispiel von Pasta.....</i>	239
<b>Sebastian Neuenfeldt, Alexander Gocht</b> <i>Integrated Software Tool for Processing Accountancy Data Information at EU Level – An Application of GGIG.....</i>	243

**Dirk Nordwig**

*Sprachgestützte mobile Felddatenerfassung in der Landwirtschaft und Agrarforschung – Softwareplattformen und Anwendungsbeispiele.....* 247

**Georg Ohmayer, Michael Sieger**

*Visualisierung von Clustern in multivariaten Daten unter Einsatz von R .....* 251

**Folkert Onken, Ralf Köstler, Christian Paulsen, Andreas Werner**

*Mit dem DLQ-Datenportal und dem Datenprotokoll ISOagriNET in die Zukunft der Datenkommunikation .....* 255

**Andreas Otte, Johannes Steffens, Hans-Hennig Sundermeier**

*LP-gestützte operative Optimal-Planung von Biogasbetrieben .....* 259

**Sebastian A. Pauli, Georg Tüller, Wolfgang Angermair, Heinz Bernhardt**

*Entwicklung eines benutzerfreundlichen und einheitlichen Workflows zur Verarbeitung heterogener und komplexer Prozessdaten .....* 263

**Matthes Pfeiffenberger, Theodor Fock , Jörg Brüggemann**

*Datenmanagement am Beispiel eines Modellprojektes für Landwirte in Mecklenburg-Vorpommern .....* 267

**Hagen F. Piotraschke**

*RTK für Arme - Hochpräzise GNSS-Anwendungen mit den kostengünstigsten Trägerphasen-Rohdatenempfängern.....* 271

**Guido Recke**

*Zur Eignung von Qualitätskriterien und Instrumenten der Prozessanalyse der amtlichen Statistik für Datenbanken der Agrar- und Ernährungswirtschaft .....* 275

**Nicole Reinhold, Simon Harnsich, Erhard Gernand, Werner Feucker, Joachim Spilke**

*Altersabhängige Modellierung von Körpermasse, Rückenfettdicke und Body Condition Score bei weiblichen Jungrindern der Rasse Holstein Friesian .....* 279

**Jan Arne Reiter, Hans-Hennig Sundermeier**

*Integration des Vertragsmanagements in das landwirtschaftliche Rechnungswesen .....* 283

**Doreen Riske, Sabine Heeren, Ulrike Praeger, Jelena Surdilovic, Martin Geyer, Gerhard Flick**

*Sensorgestütztes Risikomanagement in der Kartoffelprimärproduktion.....* 287

**Christian Rüh, Jens Wiebensohn**

*Überführung landwirtschaftlicher Schlagwortlisten in das Simple Knowledge Organization System (SKOS) .....* 291

**Henning Schaak, Till Dörschner**

*Das Planspiel „Produktion und Artenschutz?“ – Ein Experiment zur Analyse des Entscheidungsverhaltens landwirtschaftlicher Betriebsleiter auf Verhaltensheuristiken*..... 295

**Stephan Scheuren, Joachim Hertzberg, Stefan Stiene, Ronny Hartanto**

*Infield Path Planning for Autonomous Unloading Vehicles* ..... 299

**Florian Schmidt, Benjamin Bruns, Thomas Bode, Hanno Scharr, Armin B. Cremers**

*A Distributed Information System for Managing Phenotyping Mass Data*..... 303

**Steve Schneider**

*Fuzzy-Systeme zur Unterstützung von Entscheidungen in land- und forstwirtschaftlichen Logistik-Prozessen* ..... 307

**Lukas Scholz, Andreas Meyer-Aurich, Dieter Kirschke**

*Analyse der Bestimmungsfaktoren der Silomaisproduktion in Bayern auf Basis räumlicher Daten* ..... 311

**Carsten Schwarz, Christof Ansorge, Andreas Maul, Jan Pohlmann**

*Aufbau eines Agrardatenzentrums in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)* ..... 315

**Jörn Selbeck, Florian Pforte, Volker Dworak**

*Vergleich zweier optischer Techniken zur automatischen Abschätzung der Blattfläche auf Baumebene* ..... 319

**Stefanie Slütter, Sophia Schulze-Geisthövel, Alexander Ellebrecht, Brigitte Petersen**

*IT-Support zur vereinfachten Abfrage privatwirtschaftlicher Daten in der Tierseuchenbekämpfung*..... 323

**Matej Štefančíč, Dejan Jerič, Mateja Štefančíč, Peter Čebokli**

*Dealing with large amount of data from automated pest monitoring system* ..... 327

**Martin P. Steinhorst, Enno Bahrs**

*Audience Response Systeme als praxisgerechte Alternative zu etablierten elektronischen Datenerhebungsmethoden*..... 331

**Jelena Surdilovic, Ulrike Praeger, Bernd Herold, Ingo Truppel, Martin Geyer**

*Modellbasierte Simulation des Stoßverhaltens künstlicher Früchte für die Erfassung mechanischer Belastungen*..... 335

**Ludwig Theuvsen, Rebekka Schütte**

*Lebensmittel im Electronic Commerce: Historische Entwicklung und aktuelle Trends*..... 339

<b>Jochen Traunecker, Tobias Unger</b> <i>WSO2 Stratos: Ein Open-Source Baukasten zum Bau domänenspezifischer Platform-as-a-Service (PaaS) Lösungen.....</i>	343
<b>Markus von Brevern</b> <i>Eine Datendrehscheibe für Raster-Massendaten .....</i>	347
<b>Martin Wegehenkel</b> <i>Anmerkungen zur Modellkalibrierung durch inverse Modellierung .....</i>	351
<b>Andrea Werner, Andreas Werner</b> <i>Ex-ante Bewertung landwirtschaftlicher Nutzungsänderungen unter Anwendung einer Entscheidungsunterstützungsmethode .....</i>	355
<b>Sascha Wörz, Valentin Heizinger, Heinz Bernhardt, Carl-Friedrich Gaese, Ludwig Popp, Thomas Damme, Jan Eberhardt, Andre Kluge</b> <i>Routenplanung für landwirtschaftliche Fahrzeuge .....</i>	359
<b>Oliver Zandner</b> <i>ORACLEs IT-Architektur für die Verarbeitung von „Big Data“ .....</i>	363
<b>Rainer Zierer, Georg Ohmayer</b> <i>Einsatz von CFD-Software zur numerischen Simulation der Strömungsvorgänge im Gewächshaus .....</i>	367
<b>Veit Zoche-Golob, Christian Köber</b> <i>Möglichkeiten des Monitorings von Milchkuhherden durch die automatische Erstellung gemischter linearer Modelle am Beispiel der Kontrolle von Gruppenwechseln.....</i>	371
<b>Alexander Zorn, Christian Lippert, Stephan Dabbert</b> <i>Risikobasierte Zertifizierung im ökologischen Landbau – verbesserte Kontroll- strategien auf der Grundlage der Daten großer deutscher Kontrollstellen .....</i>	375





# **Digitalisierte Bilder und Schriften Agrartechnik in der „AgTecCollection in mediaTUM®“**

Hermann Auernhammer, Arne Seifert, Astrid Teichert, Heinz Bernhardt

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik  
Technische Universität München  
Am Staudengarten 2  
85354 Freising-Weihenstephan  
{Hermann.Auernhammer;Heinz.Bernhardt}@wzw.tum.de

Universitätsbibliothek  
Technische Universität München, München  
{Arne.Seifert;Astrid.Teichert}@ub.tum.de

**Abstract:** Analoges Wissen wird morgen nur dann genutzt werden, wenn es in gut dokumentierter Form digital verfügbar gemacht wird. Mit mediaTUM® wurde dafür ein leistungsfähiges Archivierungssystem geschaffen. Verfügbares agrartechnisches Material in Form von Bildern und Schriften wurde digitalisiert und aufbereitet. In der Kollektion „AgTecCollection“ in mediaTUM erfreut es sich weltweiter Beliebtheit im Hinblick auf Zugriffe und Downloads.

## **1 Einleitung**

Heute wird im wissenschaftlichen Tagesgeschehen ebenso wie in der breiten Gesellschaft nahezu ausschließlich mit digitalen Medien gearbeitet. Nicht in digitaler Form verfügbares Material wird vermehrt als „nicht existent“ betrachtet. Die Nutzung analogen Materials in Form von Bildern und Schriften mit einem unvermeidbar höheren Zeitaufwand und zusätzlichen Maßnahmen bei der Erfassung und Verarbeitung wird so zur Ausnahme oder zu einer „verordneten Verpflichtung“, wenn wissenschaftlich fundierte Recherchen gefordert und dokumentiert werden müssen. Im Interesse aller bisher erbrachten wissenschaftlichen Leistungen mit Dokumentation in analoger Form muss deshalb über Maßnahmen zu einer Überführung dieses „Schatzes“ in die digitale Welt von heute und morgen nachgedacht werden.

## **2 Archivierungssystem mediaTUM®**

Im DFG-geförderten Projekt IntegraTUM entwickelte die Bibliothek der Technischen



Universität München die Medienserver-Software mediaTUM®1 [LPS10]. Im Vordergrund stand neben der Publikation und des Nachweises von Informationen vor allem die Archivierung wertvoller Bestände. Daher wurden die Funktionalitäten und Anforderungen der Langzeitarchivierung bereits bei der Planung der Infrastruktur/Software mit berücksichtigt und das System frühzeitig an den Langzeitspeicher des Leibniz-Rechenzentrums angeschlossen [SE10]. Die Philosophie der Entwicklung war geprägt von der engen Zusammenarbeit mit den späteren Nutzern des Systems. Ausgehend von einer priorisierten Anforderungsliste der Anwender konnte so eine Software gebaut werden, die exakt auf die Bedürfnisse der Benutzer zugeschnitten war und zugleich deren Akzeptanz gegenüber dem System erhöhte.

Großer Wert wurde auf Flexibilität und Erweiterbarkeit gelegt. Es sollte jederzeit möglich sein, ausgehend von einem generischen Ansatz flexibel auf Kundenanforderungen und -wünsche zu reagieren und neue Funktionalitäten einzubauen. So können z.B. nicht nur Bilder in hierarchischen Strukturen verwaltet und archiviert werden, sondern nahezu auch jeder beliebige Inhalt jedes beliebigen digitalen Objektes. Eine Vielzahl an Datentypen ist integrierbar. Dies reicht von Bildern über Dokumente, Videos und Audiomaterial bis hin zu Forschungsprimärdaten. Aktuell in Entwicklung sind weitreichende Funktionalitäten aus dem Bereich eScience, womit wissenschaftliches Primärmaterial einfach und sicher aufbewahrt, dokumentiert und für spätere Forschungen verfügbar gemacht werden kann.

Datensicherheit und Zugriffsschutz: Neben Flexibilität und Langzeitarchivierung nimmt die Sicherheit der Inhalte gegenüber von Zugriffen Dritter einen sehr hohen Stellenwert ein. Wichtiges Material soll nur einem zugeordneten Personenkreis zur Verfügung stehen, wozu ein mächtiges Rechte- und Benutzerkonzept gefragt ist. Durch die Realisierung als Cloud-Service [ST12] und dem damit verbundenen Zugriff über das Internet ist zudem der Schutz der Daten enorm wichtig. Insgesamt zeigt sich aber, dass vor allem der Zugriff über das Internet, ohne die Notwendigkeit der Installation weiterer Software, für die einfache Verbreitung und Bereitstellung von Inhalten sehr sinnvoll ist, um Wissen für einen breiten Interessentenkreis zur Verfügung zu stellen.

Technische Details: Die komplette Software für mediaTUM® besteht aus Open-Source-Komponenten und ist selbst unter einer GNU General Public License2 veröffentlicht. Das bedeutet für den Systembetreiber, dass keine Kosten für Software entstehen und jeder an der Weiterentwicklung teilnehmen kann. Als Programmiersprache kommt dabei Python3 zum Einsatz, eine einfache, aber sehr mächtige Sprache mit weiter Verbreitung. Für die annotierten Metainformationen wird standardmäßig die relationale Datenbank MySQL4 verwendet. Es wurde auch darauf geachtet, dass das Betriebssystem nicht festgelegt ist, auf welchem der Server betrieben wird.

---

<sup>1</sup> <http://mediatum.sourceforge.net>

<sup>2</sup> <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>

<sup>3</sup> <http://www.python.org>

<sup>4</sup> <http://www.mysql.org>

### **3 Erfassung analoger agrartechnischer Bilder und Schriften**

Mit dem Übergang von der Folie zur PowerPoint-Präsentation in der Lehre wurde 2001 am Lehrstuhl für Landtechnik der TUM in Weihenstephan mit der Digitalisierung des verfügbaren Diabestandes aus der Lehre begonnen. In ersten eigenen Ansätzen wurde für einen Testsatz von 1000 digitalisierten Dias ein vereinfachtes EXCEL-basiertes Archivierungssystem entwickelt und getestet. Die Weiterentwicklung dieses Systems wurde Mitte 2003 abgebrochen, als sich die Zusammenarbeit mit der Universitätsbibliothek der TU-München eröffnete [AH05].

Über mediaTUM® konnte nun ein leistungsfähiges Dia-Digitalisiersystem beschafft werden. Damit wurde es möglich, neben den Dias aus der Lehre auch alle verfügbaren Dias aus der bisherigen Forschung in das Vorhaben einzubeziehen. Zudem wurde der Gesamtbestand von 3914 Dias vom Lehrstuhl für Landmaschinen der TU-München in Garching übernommen. Systematisch wurde dazu der Arbeitsablauf geplant und über wissenschaftliche Hilfskräfte umgesetzt. In weitgehender Selbstständigkeit wurde von diesen jedes einzelne Dia gereinigt, mit einer fortlaufenden Nummer versehen, verfügbare Daten zum Dia in eine EXCEL-Tabelle übertragen und danach über Stab- oder Rundmagazine der Digitalisierung zugeführt. Bis Mitte 2006 konnten so insgesamt 51632 Dias digital erfasst werden. Die Originale wurden danach dem Archiv der TU-München übergeben.

Parallel dazu wurden alle 6407 Schwarz/weiß-Dias aus dem Institut für Landtechnik der Humboldt-Universität Berlin übernommen, über einen Durchlicht-Flachbettscanner digitalisiert und die verfügbaren Karteikarteninformationen in ein angepasstes EXCEL-Schema übertragen. Das Diamaterial mit zugehörigen Karteikarten befindet sich nun im Deutschen Landwirtschaftsmuseum in Hohenheim.

Schließlich wurden auch alle am Lehrstuhl für Landtechnik angefertigten Dissertationen und Habilitationen gescannt. Hinzu kam die geschlossene Sammlung aller Schriften der ehemaligen „SCHLÜTER-Seminare“ und der Vorträge aus den „SCHLÜTER-Großvorführungen“. Auch die vom Institut für Landtechnik herausgegebenen Lehrbücher für Landtechnik und Bauwesen (Blaue Bücher Landtechnik) wurden digitalisiert. Alle Digitalisate wurden anschließend mit einem OCR-Schriftenerkennungsprogramm bearbeitet. Abschließend wurden von allen Autoren der Bilder und Schriften Rechteübertragungen eingeholt.

### **4 AgTecCollection in mediaTUM**

Begleitend zur Entwicklung von mediaTUM wurde in enger Abstimmung zwischen dem Team mediaTUM und den lehrstuhlverantwortlichen Betreuern der Digitalisierung die Integration der Bilder und Schriften Landtechnik vorangetrieben. Wesentliche Arbeitspakete bestanden in:

- Der Entwicklung eines geschlossenen Schlagwortkatalogs, welcher weitgehend unverändert alle derzeitigen und künftig zu erwartenden Digitalisate (Bilder, Schriften, Prospekte, Bewegt-

bilder) repräsentativ beschreiben kann;

- Einem daraus abgeleiteten Klassifikationssystem für den verzeichnisorientierten Zugriff auf die veröffentlichten Objekte;
- Den Metadaten schemata für Bilder und Schriften mit den bibliothekarisch und agrartechnisch erforderlichen Informationen in Form von Wahl- und Pflichtfeldern mit Einfacheingaben oder mit offenen und geschlossenen Indexlisten;
- Einer aussagefähigen Gestaltung der Einstiegsmasken für die agrartechnische Kollektion;
- Wichtigen Zugangsinformationen für den Nutzer im Hinblick auf die Herkunft der Digitalisate, das Copyright und auf die erforderliche Zitation.

Zudem wurden die während der Digitalisierung erfassten Informationen in den EXCEL-Tabellen gründlich überarbeitet. Dann wurden alle in den Digitalisaten enthaltenen Dubletten mit Hilfe eines EDV-Programms isoliert und gekennzeichnet. Anschließend erfolgte die manuelle Ergänzung fehlender Informationen. Schließlich wurde eine Ersetzungsliste erarbeitet, um digitalisierte Zeichnungen durch digital verfügbare CAD-Zeichnungen (AutoCad) ab 1986 zu ersetzen. Erst dann erfolgte die Übergabe aller Digitalisate einschließlich der EXCEL-Tabelle an das Team mediaTUM. Dort konnten die Digitalisate weitgehend problemlos in das System mediaTUM eingespielt und die Informationen aus den EXCEL-Tabellen den jeweiligen Metadaten zugeordnet werden.

Bis Oktober 2012 konnten nahezu 35000 Bilder erschlossen und veröffentlicht werden. Die monatlich erstellten Zugriffs- und Downloadstatistiken zeigen eine ständig zunehmende Nutzung der Kollektion nach absoluten Zahlen und Ländern (Abb. 1).

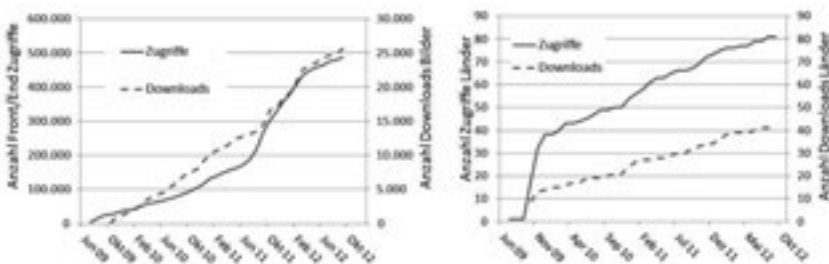


Abbildung 1: FrontEnd-Zugriffe und Downloads (links) und Anzahl der Länder mit Zugriffen und Downloads (rechts) auf Bilder der AgTecCollection in mediaTUM

## Literaturverzeichnis

- [AH05] Auernhammer, H.: Projektbeschreibung AgTecCollection (Bilder und Schriften Landtechnik) in mediaTUM. AgTecCollection: FG Technik im Pflanzenbau TUM / Auernhammer, TU München 2011, <http://mediatum.ub.tum.de/?id=1078039>.
- [LPS10] Leiss, J.; Pretz, E.; Seifert, A. 2010, mediaTUM: Der zentrale Medienserver der Technischen Universität München, In: Informationsmanagement in Hochschulen; Bode, A.; Borgeest, R. (Hrsg.), Springer, S. 365–377.
- [SE10] Seifert, A.: Langzeitarchivierung bei Medienservern, Dissertation, Universität der Bundeswehr München, <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:706-2185>.
- [ST12] Seifert, A.; Teichert, A.: mediaTUM – Medien in der Cloud, Vortrag auf dem Bayerischen Bibliothekstag 2012, <http://mediatum.ub.tum.de/?id=1109402>.

# **iGreen: Anwendung intelligenter Wissenstechnologien im öffentlich-privaten Wissensmanagement im Agrarbereich**

Ansgar Bernardi, Gunnar Grimnes, Malte Kiesel

DFKI GmbH, Knowledge Management Department  
Trippstadter Str. 122  
67663 Kaiserslautern

{ansgar.bernardi, gunnar.grimnes, malte.kiesel} @dfki.de

**Abstract:** Im Forschungsprojekt iGreen werden Techniken und Strukturen entwickelt, um einen offenen Wissensaustausch in der Landwirtschaft zu ermöglichen, bei denen öffentliche und private Daten nutzbringend verknüpft werden können. Dabei greifen zahlreiche Komponenten in komplexen Szenarien ineinander. Semantische Technologien erleichtern den Datenaustausch und erlauben eine enge Verzahnung der einzelnen Komponenten. In diesem Beitrag wird ein Überblick über die Technologien und die Vorteile für die einzelnen Parteien gegeben sowie ein Beispielszenario beschrieben.

## **1 Offene Strukturen für den Wissensaustausch**

Das Forschungsprojekt iGreen hat offene Strukturen für den Wissensaustausch in der Landwirtschaft entwickelt [TS10]. Schnittstellen, Datenformate, Vokabulare und Kommunikationsstrukturen bilden die Basis für ein umfassendes Netzwerk der Daten, des Wissens und der Dienste, in dem die Beteiligten der landwirtschaftlichen Produktion vom Austausch miteinander und von neuen Möglichkeiten der öffentlich-privaten Kooperation profitieren [GK12].

Am Beispiel der Kommunikation zwischen Landwirt und Officialberatung wird der Nutzen solcher Kooperationen deutlich. Wenn die staatlichen Stellen – dank der iGreen-Ergebnisse – ihre Geo- und Beratungsinformationen in offengelegten Formaten bereitstellen und andererseits individuelle Betriebsdaten in ebenso offengelegten Formaten empfangen können, beginnt ein effektiver Austausch zwischen beiden Seiten: Der Landwirt kann bei Bedarf die konkrete Situation auf einem Schlag elektronisch an den Berater übertragen und dann von diesem eine optimale betriebs- und standortangepasste Empfehlung erhalten; gleichzeitig gewinnt die Beratung zusätzliches ortsbezogenes Wissen. Dabei können beide die vorhandenen öffentlichen Geodaten nutzen [BT11].

## 2 Vorteile für die beteiligten Parteien

Konkret profitieren Entscheider im Pflanzenbau etwa vom einfachen Austausch standortbezogener Informationen, wenn in Kommunikation mit Beratern optimale Empfehlungen entstehen sollen. Die iGreen-Spezifikationen definieren dabei die minimalen Anforderungen für das Senden und Empfangen der Daten und die Verwendung offengelegter Datenformate und Vokabularien. Raumbezogene Daten werden durch die beschriebenen Dokumentformate leicht integriert.

Für den Landwirt zeigt iGreen, wie relevante Daten aus der betrieblichen Dokumentation als Teil der Beratungsanfrage online übermittelt und wie präzise Empfehlungen etwa in Form von Applikationskarten empfangen werden können. Wenn auch Daten zur Ergebniskontrolle (z.B. eine aufgezeichnete Ernte-Ertrags-Karte) ausgetauscht werden, trägt dies zur laufenden Verbesserung der Beratungsergebnisse bei – so profitieren beide Seiten. Die volle Kontrolle über die eigenen Daten bleibt dabei erhalten.

Im landwirtschaftlichen Betrieb werden häufig Maschinen unterschiedlicher Hersteller eingesetzt. iGreen hat herstellerübergreifende Lösungen für den Datentransfer im Feld mit den eingesetzten Maschinenflotten entwickelt und erprobt.

Grundlage des übergreifenden Verständnisses und der langfristigen Datennutzung sind Semantische Technologien, wie offengelegte Dokumentformate, offene Vokabularien und Ontologien, und ein universelles Datenformat, aber auch die Einbindung etablierter Standards (wie ISOBUS oder OpenGIS).

In einem interdisziplinären und herstellerübergreifenden Konsortium aus Lohnunternehmen, Beratungsinstitutionen, Landtechnik-Herstellern und IT-Forschern und -Entwicklern hat iGreen Komponenten, Konzepte und Referenzimplementierungen entwickelt.

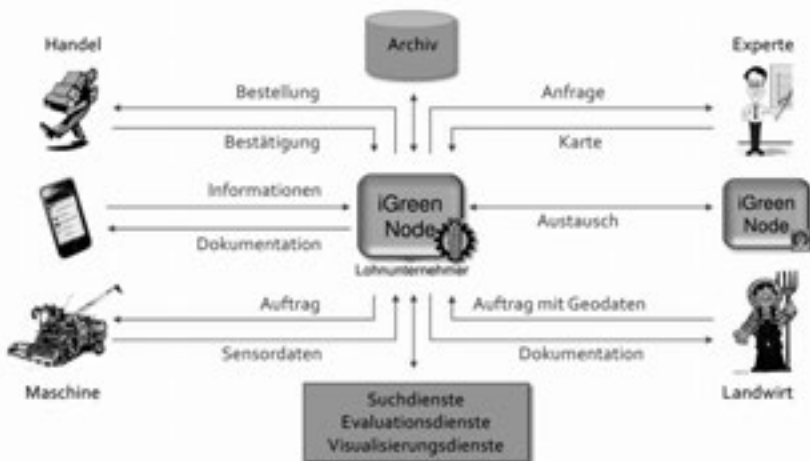


Abbildung 1: Aufträge, Datentypen und Parteien in iGreen

### 3 Anwendungsbeispiele

Beispiele, wie auf der Grundlage der in iGreen spezifizierten Schnittstellen und Infrastrukturkomponenten innovative und leistungsfähige Lösungen und Dienste realisiert werden können, demonstriert iGreen durch Prototypen und Referenzimplementierungen, wie etwa

- Einen Prototyp eines betrieblichen Informationsknotens (der *iGreen Node* – siehe Abbildung 1)
- Referenzimplementierungen verschiedener GeoTools zur Bearbeitung und Übermittlung von standortspezifischen Aufträgen auf dem Feld
- Exemplarische Werkzeuge zum Durchsuchen, Auswerten und Darstellen der durch Landtechnik erhobenen Daten
- Dienste und Prozessabläufe zur effektiven Erstellung von kundenspezifischen Beratungsinformationen und Applikationskarten

### 4 Datenfluss am Beispiel

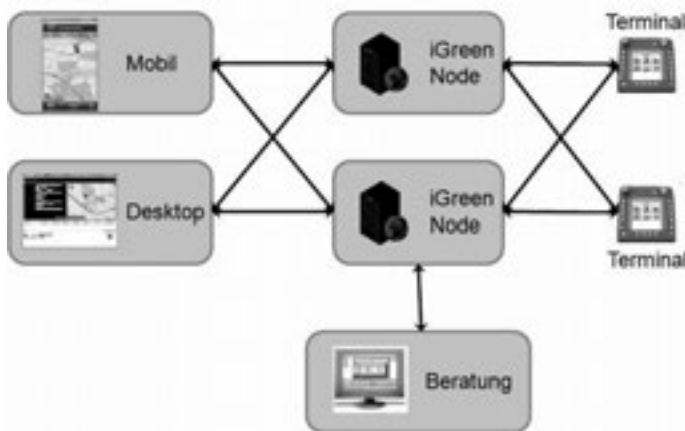


Abbildung 2: Datenfluss zwischen Komponenten in iGreen

In Abbildung 2 sind zentrale Komponenten für ein Dünge- bzw. Ballenpresseszenario dargestellt. Die beiden Kästen links stehen dabei für Applikationen, von denen Aufträge abgesetzt werden können, typischerweise mit starken Geobezug. In iGreen werden diese Komponenten durch die GeoFormular-Applikation implementiert. Diese Applikation kann sowohl von einem normalen PC als auch von einem Smartphone oder Tablet genutzt werden; die Desktop-Version wird dabei für komplexere Aufgaben bevorzugt.

Der iGreen Node ist die prototypische Implementierung eines betrieblichen Informationsknotens. Hier werden Auftragsdaten, Bestandsdaten und Geodaten z.B. von Feldern

gespeichert. Semantische Technologien helfen dabei bei der Konvertierung zwischen Datenformaten sowie bei der Interpretation und Auffindung bzw. Suche von Daten [BT11]. Externe Dienste wie z.B. Beratungsdienste können dabei angeschlossen bzw. angesprochen werden. In diesem Beispiel werden die Nodes von Lohnunternehmern verwaltet; jeder Node hat Zugriff auf die ihm anvertrauten Daten; Kommunikation und Datenaustausch zwischen Nodes ist bei Bedarf nötig, wobei nur benötigte Daten nach Bestätigung ausgetauscht werden. Schließlich ist es möglich, Aufträge vom Node an Maschinenterminals zu senden (z.B. im ISOXML-Format), die die eingespeisten Aufträge ausführen. Dazu wird der sogenannte *Maschinenkonnektor* benutzt. Ergebnisdaten wie z.B. Sensordaten können in den Node und weitere angeschlossene Komponenten zurückgespeist werden.

Im Beispielszenario wird ein Düngeauftrag in das Desktop-GeoFormular eingegeben. Dabei werden Düngetypauswahl und Feldauswahl unter Berücksichtigung der im Node vorhandenen Daten getroffen und dabei auf Linked Data-Prinzipien zurückgegriffen, sodass keine Daten dupliziert werden oder Ambiguitäten entstehen können. Der Düngeauftrag wird an den Node übermittelt, der Kontakt mit einem Beratungsdienst aufnimmt. Der Beratungsdienst kann u.a. mit Hilfe der historischen Daten, die der Node zur Verfügung stellt, sowie Geodaten aus öffentlichen Quellen eine Applikationskarte erstellen. Der Node fügt diese Karte dem Auftrag hinzu und übermittelt den Auftrag an die Maschine. Nach der Ausführung des Auftrags werden die angefallenen Sensordaten im Node ausgewertet und für die Zukunft gespeichert sowie ein Bericht an den Landwirt geschickt.

In iGreen wurden die vorgestellten Komponenten prototypisch implementiert. In Zukunft werden Teile der Technologien in Angebote von Software- und Lösungsherstellern einfließen; außerdem steht iGreen in Kontakt mit etablierten Standardisierungsgremien.

## Literaturverzeichnis

- [BT11] Bernardi, A.; Tuot, C. J.: Raum-Zeit-bezogene Agrardaten für die Anforderungen von morgen: Semantische Datenspeicherung in dezentralen, offenen Architekturen, GIL Jahrestagung. Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 2011.
- [GK12] Grimnes, G. A.; Kiesel, M.; Abufouda, M.; Schröder, A.: Semantic Integration through Linked Data in the iGreen project, GIL Jahrestagung. Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 2012.
- [TS10] Tuot, C. J.; Schneider, W.: Semantische Technologien für ein öffentlich-privates Wissensmanagement im Agrarbereich, GIL Jahrestagung. Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 2010.

# Milchvieh-Informationsmanagement auf Versuchsbetrieben – Beispielanwendungen und Nutzen für Praxisbetriebe

<sup>1</sup>Wolfgang Büscher, <sup>1</sup>Kathrin Hendriksen, <sup>2</sup>Ute Müller, <sup>2</sup>Peter Müller,  
<sup>3</sup>Andreas Behrend, <sup>4</sup>Eckhard Stamer

<sup>1</sup>Universität Bonn  
Institut für Landtechnik  
buescher@uni-bonn.de

<sup>2</sup>Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften

<sup>3</sup>Universität Bonn, Institut für Informatik III

<sup>4</sup>TiDa Tier und Daten GmbH

**Abstract:** An den milchwirtschaftlichen Versuchsbetrieben der Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen werden unterschiedlichste wissenschaftliche Fragestellungen bearbeitet. Bei den Forschungsthemen fallen viele zusätzliche Daten an, die oft weit über die üblichen Daten des klassischen Herdenmanagements hinausgehen. Das Kuhdatenmanagementsystem „KuhDaM“ (ein relationales Datenbanksystem) ermöglicht eine Zusammenführung und Vernetzung der anfallenden Daten. Mit Hilfe dieser relationalen Datenbanken auf Betriebsservern können die Informationen zusammen geführt werden, wodurch komplexe Analyse- und Auswertungsmethoden möglich sind. Dazu werden unter anderem bewährte Datenstromanalysetechniken direkt in den relationalen Datenbankkontext übertragen, um dort neben der etablierten Analyse historischer Daten auch die Analyse von dynamischen Stromdaten zu ermöglichen. Da langfristig eine hohe Übereinstimmung zwischen Forschungs- und Praxiszielen besteht, ist die „Datenstromanalyse“ ein wichtiges Zukunftsthema für die Wissenschaft und Industrie.

## 1 Milchwirtschaftliche Versuchsbetriebe: Situationsbeschreibung

Milchwirtschaftliche Versuchsbetriebe haben gemeinsam, dass es immer eine Trennung zwischen einem Wirtschafts- und einem Forschungsbetrieb gibt. Der Wirtschaftsbetrieb befasst sich mit den täglichen Aufgaben und stellt die Basis für zeitlich befristete Forschungsfragen dar. Ein Teil des Tierbestandes bewegt sich themenbezogen im Forschungsbetrieb und wird ggs. besonders behandelt oder intensiv untersucht. Bei den Forschungsthemen fallen viele zusätzliche Daten an, die oft weit über die üblichen Daten des klassischen Herdenmanagements hinausgehen. Am Beispiel der Milchviehherde des Forschungsbetriebes Frankenforst und der Zusammenarbeit mit einem an der Universität Kiel entwickelten Datenbank-System („KuhDaM“) soll im Vortrag erläutert werden, wie



die Datensituation auf Versuchsbetrieben typischerweise aussieht und welche Anwendungsziele verfolgt und bisher umgesetzt werden.

## **2 Beispiele für hohe Individualität in den Merkmalsausprägungen**

Durch die auf dem Versuchsbetrieb Frankenforst vorhandenen Futterwiegetröge für die Grundfütteration, die Wasserwiegetröge und die Kraftfutterstationen fällt eine Vielzahl von Daten im Bereich der Futter- und Wasserversorgung der Tiere an. Es zeigt sich in diesen Daten eine hohe Individualität der Tiere. Versucht man zum Beispiel Grenzwerte zu definieren, welche die Kontrolle der täglichen Verzehrmenngen und Besuchshäufigkeiten der Tiere unterstützen sollen, ist dies auf Herdenebene nur schwer möglich. Beispielsweise fressen zwei Kühe am Tag annähernd die gleiche Frischmasse der Grundfütteration, zeigen jedoch ein sehr unterschiedliches Besuchsverhalten an den Trögen.

## **3 KuhDaM**

Seit November 2009 ist das Kuhdatenmanagementsystem „KuhDaM“ in die Betriebsroutine des Versuchsbetriebes Frankenforst eingebunden. Dieses relationale Datenbanksystem ermöglicht die effiziente und widerspruchsfreie Speicherung großer Datenmengen und die bedarfsgerechte Bereitstellung unterschiedlichster Teilmengen der Daten für Benutzer und Anwendungsprogramme, um ein verlässliches Monitoring des Versuchsablaufes und eine zeitnahe Versuchsauswertung realisieren zu können. [BMMS10]. Die „KuhDaM“-Datenbank umfasst die Bereiche Stammdaten, Fütterung, Fruchtbarkeit, Milch und Gesundheit. Das Datenbankschema ist so konzipiert, dass zukünftige Entwicklungen in der Rinderhaltung (z.B. Erhöhung der Messwertdichte durch neue Sensortechniken) nachträglich abgebildet und einbezogen werden können. Vom Versuchsbetrieb Frankenforst werden folgende Daten (täglich, monatlich oder sporadisch anfallend) übernommen: Stammdaten, Standorte, Gesundheit, Milchleistung, Milchflusscharakteristika, Selektionen, Körperkondition, Aktivität, Futter- und Wasseraufnahme sowie –verhalten, Lebendgewicht, Daten der Milchleistungsprüfung, Futterzusammensetzung sowie projektabhängige Zwischenkontrollen. Die täglich anfallenden Daten werden jede Nacht aus der Prozesstechnik heraus automatisch in definierte Listen (ASCII-Format) geschrieben und in ein Exportverzeichnis kopiert. Der anschließende Datentransfer erfolgt verschlüsselt auf der Basis des SSH-Protokolls mit asymmetrischer Verschlüsselung auf einen Fileserver im Rechenzentrum der Universität Kiel; zurzeit beträgt der Umfang der automatisch erstellten und transferierten Daten ca. 10 MB je Tag. Das System „KuhDaM“, aktuell auf vier weiteren Milchviehversuchsbetrieben eingesetzt, gewährleistet die Verknüpfung und strukturierte Speicherung dieser Vielzahl von Datenquellen; die unterschiedlichsten Dateien werden jeden Morgen mit Hilfe entsprechender, automatisch angestoßener Schnittstellenprogramme unter Prüfung umfangreicher Plausibilitätsbedingungen in das System eingespielt. In den Fehlerprotokollen ausgewiesene Dateninkonsistenzen können dann unverzüglich im Dialog mit Mitarbeitern des Versuchsbetriebes analysiert und korrigiert werden. Nicht elektronisch vorliegende Daten (z.B. Futteranalysen und –rationen) werden mit Hilfe internetbasierter Oberflächen ma-

nuell und standortunabhängig eingegeben. Die Erfahrungen zeigen, dass grundsätzlich ein hoher Automatisierungsgrad in der Datenbereitstellung des Versuchsbetriebes anzustreben ist; alle (manuell oder elektronisch) erfassten Daten sollten in gleich bleibender Auflösung und Qualität und zeitnah zu klar definierten Zeitpunkten in elektronischer Form bereitgestellt werden. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt über internetbasierte Hilfsprogramme zur permanenten Überwachung von Versuchsdaten (tabellarisch oder grafisch) und über die Softwarepakete SAS und Excel unter Nutzung der ODBC-Schnittstelle. Innerhalb des Versuchsmonitorings werden z.B. aufgenommene Futtermengen oder tägliche Milchleistungen je Einzeltier oder Versuchsgruppe grafisch abgerufen und kontrolliert. Ebenso stehen herunterladbare, definierte Exportdateien für die Weiterverarbeitung durch den Nutzer zur Verfügung. Alternativ können direkt aus dem Statistikpaket SAS heraus zu analysierende Messwerte zusammen mit den relevanten Einflussfaktoren zusammengestellt und analysiert werden, um innerhalb weniger Stunden oder Tage nach Abschluss der Versuchsdatenerhebung fundierte Ergebnisse auf der Basis konsistenter und vollständiger Daten präsentieren zu können.

## 4 Datenstromanalyse

Die verschiedenen Messdaten, die vom Versuchsstall Frankenforst generiert und mit Hilfe von KuhDaM verwaltet werden, repräsentieren einen Strom von zeitgestempelten Tupeln, die mit herkömmlichen Methoden nur schwierig zu analysieren sind. Seit mehr als 10 Jahren wird in der Informatik an sogenannten Datenstromsystemen (DSMS) gearbeitet, die eine effiziente Bearbeitung solcher dynamischen Tupelströme erlauben. Es gibt mittlerweile eine Vielzahl von prototypischen Systemen (z.B. Aurora, STREAM oder TelegraphCQ [GÖ03]), mit deren Hilfe man Muster in Datenströmen – wie etwa große Kursschwankungen in einem Strom von Börsendaten oder bestimmte kritische Wertekombinationen in einem Strom von medizinischen Messdaten – effizient finden kann. Diese Muster werden mit Hilfe von gespeicherten Anfragen im DSMS bestimmt, die kontinuierlich neue Anfrageergebnisse liefern, sobald neue Stromdaten eintreffen. Allerdings eignen sich DSMS nicht zur dauerhaften Speicherung von Daten; historische Daten werden höchstens in den Zuständen von Operatoren im DSMS gehalten, und Anfragen über frühere Daten sind mit einem DSMS oft nicht möglich. Somit sind sie nur bedingt für die Analyse von Milchkuhdaten geeignet, in denen neben dem aktuellen Messdatenstrom insbesondere die historischen Messungen tierindividuell für die Analyse berücksichtigt werden müssen. Deshalb verfolgen wir das Ziel, bewährte Stromanalysetechniken direkt in den relationalen Datenbankkontext zu übertragen, um dort neben der etablierten Analyse historischer Daten eben auch die Analyse von dynamischen Stromdaten zu ermöglichen. Zu diesem Zweck werden insbesondere inkrementelle Methoden zur Änderungs-propagierung gezielt eingesetzt, um so den Einsatz von spezialisierten DSMS und die damit verbundenen Abstriche bzgl. der persistente Speicherung und der Historisierung von Daten zu vermeiden. Die wichtigste Methode stellt dabei der Magic Updates-Ansatz [BM04] dar, in dem die theoretischen Grundlagen für eine inkrementelle Verarbeitung von Stromdaten gelegt werden. Die prinzipielle Idee ist es, die aufwändige Komplettneuberechnung von SQL-Anfragen über Datenströmen zu vermeiden und nur die neuen Anfrageresultate zu bestimmen, die sich aus den neu eingegangenen Stromwerten ergeben. Dabei erlaubt diese Methode insbesondere eine effiziente Ver-

knüpfung dynamischer Stromdaten mit quasi statischen Anwendungsdaten, was mittels eines DSMS nur schwer möglich ist. Als Beispiel hierfür betrachten wir die Verschlechterung des Gangverhaltens einer an Mortellaro erkrankten Kuh. Am 248. Laktationstag wurde die Huferkrankung Mortellaro registriert. Die damit verbundene Verschlechterung des Gangverhaltens der Kuh in den nachfolgenden 77 Tagen führte gleichzeitig zu einer zeitweise deutlichen Erhöhung der Liegezeiten. Daneben erhöhte sich die durchschnittliche Menge der Wasseraufnahme. Um diese Abweichung von den normalen Durchschnittswerten dieser Kuh in der Laktationsperiode zeigen zu können, war es zunächst erforderlich, für die historischen Sensordaten repräsentative Mittelwerte zu bestimmen. Diese können nun mit den aktuellen Stromwerten verglichen werden, um so signifikante Abweichung möglichst zeitnah signalisieren zu können. Um repräsentative Mittelwerte zu erhalten, müssen Zeitintervalle in den historischen Daten gefunden werden, in denen vergleichbare Bedingungen für das Tier bestanden. So sind z.B. für eine repräsentative Bestimmung der durchschnittlichen Wasseraufnahme des Tieres die Außentemperaturwerte zu berücksichtigen. Nach der Analyse werden die Stromdaten selbst zu historischen Werten, die zur Anpassung der repräsentativen Mittelwerte herangezogen werden müssen. In dieser Weise werden Alterungsprozesse und die damit verbundenen physiologischen Änderungen der Kuh berücksichtigt.

## 5 Fazit

Die kontinuierliche Verarbeitung und Analyse der verschiedensten Datenmengen und -strukturen von immer neu entwickelten Sensortechniken ist eine große Herausforderung für milchviehhaltende Versuchsbetriebe. Neben der zunehmenden Vielfalt der Sensor- und Prozessordaten spielt auch die hohe Individualität der Datenausprägungen je Tier eine herausfordernde Rolle bei der Entwicklung von automatisierten Auswertungsverfahren. Die unterschiedlichen Anforderungen an die Informationssysteme auf Versuchsbetrieben definieren die Architekturen der Datenbanken, wobei sich das KuhDaM-Datenbanksystem sich als hilfreiches Instrumentarium herausgestellt hat. Mit Hilfe dieses relationaler Datenbanken auf Betriebsservern können die Informationen zusammengeführt werden, wodurch komplexe Analyse- und Auswertungsmethoden möglich sind. Aufgrund der datentechnischen Gegebenheiten auf Versuchsbetrieben wird dabei neben der bisherigen Analyse historischer Daten auch die Analyse von dynamischen Stromdaten eine wesentliche Rolle spielen.

## Literaturverzeichnis

- [BM04] Behrend, A.; Manthey, R.: Update Propagation in Deductive Databases Using Soft Stratification. ADBIS: 22-36, LNCS 3255, Springer, 2004.
- [BMM10] Büscher, W.; Müller, U.; Müller, P.; Stamer, E.: Informations-management in der Milchviehhaltung - am Beispiel der Milchviehherde "Frankenforst" der Universität Bonn, 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 27.09.-01.10.2010, Leipzig, Germany, 2010; S.179-183.
- [GÖ03] Golab, L.; Özsu, M. T.: Issues in Data Stream Management. ACM SIGMOD Record 32 (2), 2003: S.5-14.

# Calculation of the water balance and analysis of agriculture drought data using a Business Intelligence (BI) system

Sašo Celarc, Mojca Gros

Bron d.o.o.  
Družba za informacijsko tehnologijo  
Litostrojska 44c  
1000 Ljubljana, Slovenia  
saso.celarc@bron.si  
mojca.gros@bron.si

**Abstract:** One of the goals of the ongoing project BOBER (acronym for Better Observations for Better Environmental Solutions), founded by SEA (Slovenian Environment Agency) and co-funded by European Union through Cohesion Fund is the consolidation of data, knowledge, experience and tools for monitoring and analysis of data of agriculture drought. One of the challenges is computing of soil-crop water balance and irrigation needs based on meteorological, soil and crop data for different crops and locations. The process of water balance calculation is part of the ETL mechanism (E-Extract, T-Transformation, L-Load), results are stored in the data warehouse and can be visualised and further analysed on the dashboards in the form of numbers, graphs and geographical maps. From a technical point of view this BI solution is based on an Oracle set of tools. This set of tools is specific to a certain degree, because they have an Oracle Spatial database extension used for storing geolocated data in the database and MapViewer for visualising data on the geographical maps.

## 1 Introduction

Effective drought monitoring includes data analysis of measurements and soil/crop water modelling. Due to increased variability of water supply in agriculture in the last decade, it is necessary to analyze both extremes: water deficit and water surplus. Agricultural drought is mainly connected to soil water deficit. When soil water content approaches values when roots are not able to take water from soil (usually referred as wilting point), crops become drought-stressed. It is therefore important to monitor soil water values. In Slovene agrometeorological IT system we have access to soil water content in depths 10, 20 and 30 cm in six locations. Data is available on daily, hourly or 10-minutes basis. In addition to basic variables, evaluated variables like reference evapotranspiration and water balance are used. Water balance is defined as difference between measured precipitation amount and calculated reference evapotranspiration. It is correlated to soil water content and is therefore suitable for agricultural drought monitoring. The evapotranspiration rate is normally expressed in millimetres (mm) per unit time. The rate

expresses the amount of water lost from a cropped surface in units of water depth. The time unit can be an hour, day, decade, month, or even an entire growing period or year.

In the past, the Department of Agricultural Meteorology had several IT solutions developed to cover the work process of monitoring weather conditions (drought) which stemmed from their current requirements. The scope of software solutions do not allow for the desired development within the capabilities of the available human resources and know-how. The need for a single platform, new content and transparency of the process generated the demand for a IS which will unify and extend the functionality of the existing system, with emphasis on the integration of new data (especially new internal data sources and extracting data from external partners databases), calculating individual quantities (load, interpolation) and a newly designed part with a GIS application. The new version of the system is expected to offer compatibility with existing processes and systems in ARSO and the possibility of its development in the future, especially in terms of adaptation and modularity of individual contents which will allow for future implementations of not yet determined needs (eg, communication with external data sources) by internal resources.

## **2 Application for water balance calculations**

The basic concept of the project is agrometeorological irrigation scheduling model IRRFIB[SU05]. Model is used for the crops-soil water balance calculations. The model was developed by Slovene meteorological service in the frame of SEA. It is a model that simulates water use of plants during the growing season, taking into account the water content in the soil, plant phenological stages, rooting depth, and weather conditions. Input data are divided on three groups: meteorological data, soil data and crop data. The model also allows the calculation of the amount of irrigation for the normal development of plants. The application was developed as part of a system which makes it possible to carry out large-scale calculations of the water balance for a combination of different plants, different soil types, and different locations (monitoring stations) simultaneously. The results of the water balance based on these calculations are available for review and analysis in the application itself and they are transferred to the Business Intelligence system for analysis purposes. A subset of results are also published in different publications. The application enables the calculation of the water balance based on actual data gathered in the field. It also allows simulation of various scenarios of the water balance for selected crops, soil types and location. It offers possibility to simulate water balance for hypothetical scenarios for planning agricultural production. The user can in one step calculate all the combinations for a number of plants\*location\*soil\*scenario. The water balance data is calculated for every day for each combination, which is visualized in graphs that show the soil moisture (%) and moisture deficit (mm) and the number of days the plant is under stress.

### 3 Dynamic data reviews

For the purpose of the application it is necessary to collect data from various sources and properly prepare them for the water balance. Since the data comes from sources that vary, both in structure and content, it first needs to be merged to a common denominator. The data can be located at different time intervals - eg. air temperature located on a daily level, data on the quantity of irrigation by different types of water (surface, underground) is sourced on an annual level. In addition, the data may contain inaccuracies or we need to adjust and refine the data for comparisons. The data transfer process from various sources offers regular daily calculations, such as the calculation of the number of days with precipitation in a given interval, the calculation of the spring and autumn temperature thresholds and other similar calculations. The data is collected in the so-called stage area, where it is processed and prepared for further processing. Thus, data produced from the stage area are transferred to the application for the water balance and the data warehouse. A data warehouse is a subject-oriented, integrated, time-variant and non-volatile collection of data and the support of management's decision making process [WI92]. Data warehouse and Business Intelligence tools are traditionally used for analysis and decision support on basic business data. On the other hand these tools are so general and rich in functionality that they can be used for the analysis of other data types-including spatial and environmental. In our case, the data warehouse is a uniform place where the data is collected and compiled in such a way that users can use Business Intelligence tools perform various analyzes and reviews. The calculated water balances are transferred back into the data warehouse at the end of the process.

The application for the water balance contains some preset data reviews and analysis. For users who want more detailed analysis and access to the data the analysis tool Oracle Business Intelligence can be used. As part of the project many dashboards have been prepared with predefined reports, which users can transform as they wish. In a very simple way, users can sort any data on the reports - eg. sorting by monitoring stations in relation to rainfall then in the next instance change the view and sort by air temperature. The user can practically with a single click completely change the content of the report. E.g. from a daily review we can get a cumulative overview of data by vegetation seasons, agro decades, months or years. In some reports, we want the system to alert us of specific information, so it is labeled differently than other information. E.g. a red dot indicates the day, when the plant is under stress. The user is thus at first glance aware of the deviation, which can then be further analyzed by examination of additional values.

In the pre-prepared reports various forms of digging through data are used. We have prepared a list of water balance calculations with basic data (plants, measuring station, period, number of stress intervals ...). Users and then click on the calculation that they are interested in which opens a new report with more detailed information. There are many levels of drilling. You can, for example, in the second step see data by plant stages and in the third step by day. The advantage of the system is the ability to build reports tailored to users and to their needs and content. Each user can also save a report in a folder where they can then transform it to their specifications (view changes, add new attributes, etc.). The tool is not limited only to tabular presentations of data, but the data can be displayed in various graphical presentations (eg temperature movements, precipi-

tation within a certain period of time). Moreover, relatively simply, the data can appear on various maps (eg, the sum of precipitation in different geographical units).

The data warehouse stores data for a longer period of time (currently around 50 years). Users have the option to easily review and analyze their own data from a longer period of time and compare them with current data. For example, the long-term average air temperature can be compared to the data on the selected day in the same report. If the input parameters are changed the report can show the data for other locations or periods. As the data warehouse draws data from various sources, the reports can contain a variety of information - eg, air temperature, soil temperature and rainfall can be displayed together with the data from the water balance (eg, evapotranspiration). The data from the water balance simulations is also recorded in the data warehouse, so that users can analyze and examine different scenarios. Using these tools the time spent preparing reports and various analyses is drastically reduced, in addition, they allow the user to view information from a different angle at any time. It is relatively simple to produce reports such as displaying the number of days in a given period for selected locations, where the temperature was greater than or equal to the selected. All reports created by users can also be publicized. For example, the content and format of reports can be exported to other formats (eg Excel, PDF, CSV, ...). It is also possible to prepare various publications containing any text (explanations of the content of the reports), facilities (eg logotype, images, etc.) and prepare them for printing.

## 4 System development

The information system for agricultural drought monitoring presented in this article is currently in the final phase of project. The project is complex from both a technological aspect as a link between different technologies; data formats and displays, as well as in content (a broad range of data). That is why a clearly defined project objective is important; we followed the objective in all stages and good project management, which reminds us of deviations on the way to your objective. It is also very important, when constructing such a system, to always involve the people who will use the system. At the beginning of the construction of such a system it is also important to clearly define for whom and why the system is being designed. If the answers to these questions are not known, we should not expect that the system will itself give users answers. Although we used some of the tools that are at first glance more intended for business information, it became evident, that they are entirely equivalent and effective when using other data, despite having different characteristics.

## References

- [AS05] Sušnik, A. 2005 IRRFIB model and its practical usage for drought estimation in Slovenia. In: Maracchi, G., L. Kajfez-Bogataj, S. Orlandini, F. Rossi & M. Barazutti (eds.): Irrigation and pest and disease models: Evaluation in different environments and web-based applications. European Commission, Brussels, 36-42.
- [W192] William H. Inmon: Building the Data Warehouse, 1992.

# **Data-Mining basierte Absatzprognosen unter Einbeziehung des Wetters – Lassen sich Lebensmittelabfälle mittels intelligenter Systeme reduzieren?**

Björn Christensen

meteolytix GmbH  
Schauenburger Straße 116  
24118 Kiel  
christensen@meteolytix.de

**Abstract:** Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussionen um die Reduktion von Abfällen verderblicher Lebensmittel wird im vorliegenden Beitrag ein Praxisbeispiel vorgestellt, wie sich mittels intelligenter Prognosesysteme (unter anderem unter Einbeziehung des Wetters) in größeren Filialbäckereien Retourenmengen reduzieren lassen, ohne dass dieses zu Lasten des Umsatzes geht.

## **1 Einleitung**

Big Data Analysis wird als eines der wichtigsten IT-Themen der nächsten Jahre gehandelt. Während Big Data Analysis allgemein für die Gewinnung von Management relevanten Informationen aus Massendatensätzen steht, wird im vorliegenden Beitrag anhand eines Nischenbereichs – wetterbasierte Absatzprognosen – der Frage nachgegangen, ob es bereits heute durch intelligente Prognosesysteme möglich ist, Big Data Analysis in der Praxis einzusetzen, um z.B. die Mengen von Abfällen verderblicher Lebensmittel zu reduzieren.

## **2 Fragestellung**

In jeder Bäckerei mit traditioneller Herstellung – also Produktion der Backwaren in der Nacht vor dem Verkaufstag – gestaltet sich die Produktionsplanung als immense Herausforderung, da bei Fehlplanungen entweder Ausverkäufe oder Retouren zu Ertragsverlusten führen. Dabei ist der Bestellprozess komplex, da zum einen je Filiale für jeden einzelnen Artikel eine Menge geplant werden muss, welches bei einer höheren Filialanzahl zu vielen tausend Plangrößen je Tag führt. Zum anderen beeinflussen viele Faktoren die Abverkaufszahlen: Neben Wochentageffekten, Einflüssen der Saison, Trendentwicklungen, Effekten durch einmalige Ereignisse und Marketingaktionen wird die Anzahl der verkauften Produkte auch durch das Wetter beeinflusst. Es stellt sich somit die Frage, wie eine Data-Mining-Lösung ausgestaltet sein muss, um die Planungen derart verbes-



sen zu können, dass ohne Umsatzreduktion die Retourenmengen gesenkt werden können, wodurch sich zum einen die Menge an Lebensmittelabfällen reduzieren lässt, und zum anderen die Kosten durch die eingesparten Retouren relevant gesenkt werden können.

### 3 Stand der Forschung

Einflüsse des Wetters auf das Kundenverhalten sind für viele Bereiche des täglichen Lebens belegt. So weisen Rott und Schmitt einen relevanten Einfluss des Wetters auf die Zuschauernachfrage auf dem deutschen Fernsehmarkt nach [RS00]. Regele zeigt u.a. den starken Einfluss des Schlecht-Wetter-Risikos auf die Destinationswahl einzelner Kundengruppen im Tourismus auf [Re11]. Starr-McCluer zeigt für Handelsdaten aus den USA, dass auch Umsätze im Handel vom Wetter beeinflusst sind [St00]. Beatty et al. finden für Großbritannien einen Trade-off der Ausgaben für Lebensmittel in Abhängigkeit des regionalen Wetters, sofern Kälteperioden vorliegen [BBC11]. Begründet wird dieses mit den erwarteten höheren Heizkosten und entsprechenden Substitutionseffekten, speziell für Konsumenten mit geringerem Einkommen. Die Möglichkeiten kurzfristiger Absatzprognosen zur Warendisposition im Handel wird von Crone mittels multivariater Modelle aufgezeigt, allerdings ohne dabei Einflüsse des Wetters zu berücksichtigen [Cr10].

### 4 Der Ansatz von *meteolytix forecast*®

Bei *meteolytix forecast*® handelt es sich um eine Data-Mining-Dienstleistung, die für Kunden die vollständige Auslagerung des Bestellvorschlags<sup>1</sup> ermöglicht. Hierzu werden Verkaufszahlen jedes einzelnen Artikels je Filiale für mindestens 12 Monate<sup>2</sup> retrospektiv benötigt.<sup>3</sup> Diesen historischen Verkaufszahlen werden Wochentageeffekte, Einflüssen der Saison, Trendentwicklungen, Effekte durch einmalige Ereignisse und Marketingaktionen sowie regionale Wetterdaten, differenziert nach drei Tageszeiten, gegenübergestellt, so dass über multivariate Data-Mining-Algorithmen tägliche Absatzprognosen je Artikel und Filiale erstellt werden. Zusätzlich erlaubt das System, Substitutionsbeziehungen zwischen einzelnen Artikeln zu berücksichtigen, um gezielt Artikel mit hohem Kostenanteil in der Retoure zu vermeiden, ohne dass eine Warenuntergruppe zu früh ausverkauft ist. Die erwarteten Absätze je Artikel und Filiale werden abschließend in einen Bestellvorschlag umgerechnet, der die Sollretoure<sup>4</sup> berücksichtigt. Die Sollretoure

---

<sup>1</sup> Unter Bestellvorschlag wird in Filialbäckereien die zentrale Bereitstellung (entweder manuell oder automatisch ermittelt) von zu bestellenden Artikelmengen verstanden, die dann seitens der Filialleitungen oder zentraler Planer nachbearbeitet werden können.

<sup>2</sup> Ideal sind retrospektive Zeitreihen von mehreren Jahren, um z.B. Feiertageffekte besser abbilden zu können. Gleichzeitig können mit einer Erweiterung des Standardmodells auch bei Neueröffnungen von Filialen bereits nach einem Monat durch Filial-Zwillingssuche Prognosen bereitgestellt werden.

<sup>3</sup> Die drei Dimensionen Artikelanzahl, Filialanzahl und Tage Historie machen deutlich, dass bei mittelgroßen Filialbäckereien leicht viele Millionen Datensätze zusammenkommen, so dass es sich um einen klassischen Big Data Analysis-Ansatz handelt.

<sup>4</sup> Unter Sollretoure wird die bäckereiseitig gewünschte Höhe der Sollretoure verstanden, die den Puffer der Liefermenge gegenüber der prognostizierten Verkaufsmenge darstellt. Dabei kann die Höhe der Sollretoure je

wird dabei automatisch und filialspezifisch berechnet, so dass Filialen mit höherer Volatilität eine höhere Sollretoure erhalten, um Ausverkäufe zu vermeiden. Gleichzeitig werden über alle Filialen auch Produktions- und Auslieferungs-Losgrößen berücksichtigt.

Integriert wird die Lösung durch einfache Schnittstellenanbindung bei der Bäckerei, so dass ein täglicher Datenaustausch sichergestellt ist. Durch das Angebot der Prognosen als Dienstleistung ist gewährleistet, dass kurzfristige Änderungen der Rahmenbedingungen (einzelne Artikel in Marketingaktionen, Änderungen im Artikelsortiment, unerklärliche Strukturbrüche in den Zeitreihen) sofort mittels Anpassungen im Modell berücksichtigt werden können. Zusätzlich werden die Prognosen täglich Plausibilitätschecks unterzogen und die Ergebnisse regelmäßig evaluiert.

## 5 Die Ergebnisse

Abbildung 1 stellt die Entwicklung des Umsatzes<sup>1</sup> bzw. der Retourenquote einer größeren Filialbäckerei dar, wobei die Bestellvorschläge im Jahre 2011 auf herkömmliche Art und Weise<sup>2</sup> und 2012 mittels meteolytix forecast<sup>©</sup> erstellt wurden.

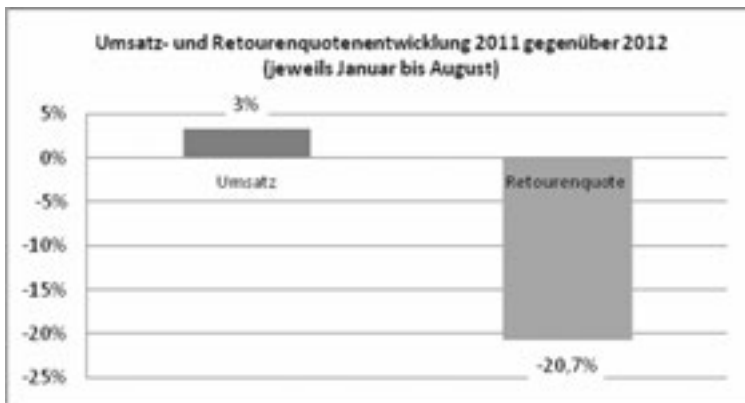


Abbildung 1: Exemplarische Umsatz- und Retourenquotenentwicklung

Es zeigt sich deutlich, dass die Voraussetzung der Retourenreduktion – nämlich den Umsatz nicht sinken zu lassen – im dargestellten Fall eingehalten werden konnte. Der Umsatz ist trotz allgemein widriger Marktlage sogar um 3% gestiegen. Gleichzeitig konnten die Retourenquote um knapp 21% gesenkt werden.

Zur Einordnung der Ergebnisse kann folgende Musterrechnung angestellt werden:

---

Artikel z.B. nach strategischen Gesichtspunkten (z.B. Deckungsbeitrag je Artikel) sowie nach filialspezifischen Gesichtspunkten variieren.

<sup>1</sup> Der Umsatz wurde für den Gesamtzeitraum auf Basis der Artikelpreise von August 2012 berechnet, um Preiseffekte auf den Umsatz zu eliminieren.

<sup>2</sup> Traditionell werden Bestellvorschläge mittels der Verkaufszahlen am gleichen Wochentag der Vorwoche oder vergleichbarer Ansätze ermittelt.

- Es wurden ausschließlich Artikel betrachtet, die abends in die Retoure gehen, d.h. z.B. Tiefkühl-Artikel und Handelswaren wurden nicht mittels *meteolytix forecast*® bestellt.
- Die durchschnittliche Retoure auf die beschriebenen Artikel betrug vor Einführung von *meteolytix forecast*® 19,1%, nach der Einführung 15,2%.
- Wird von einem durchschnittlichen Umsatz von 400 T€ je Jahr und Filiale für die betrachteten Artikel ausgegangen, beläuft sich der Umsatzwert der eingesparten Retourwaren 15.600 € je Filiale und Jahr. Bei angenommenen Produktionskosten von 35% belaufen sich die realisierbaren Einsparungen somit auf 5.460 € pro Filiale und Jahr.
- Für eine mittlere Großbäckerei mit 70 Filialen<sup>1</sup> belaufen sich die Einsparungen im dargestellten Fall auf knapp 400 T€ pro Jahr.

## 6 Fazit und Ausblick

Die dargestellten exemplarischen Ergebnisse zeigen, dass sich mittels intelligenter Prognosesysteme auch heute schon eine Reduktion von Lebensmittelabfällen im Bereich von Filialbäckereien erzielen lassen. Gleichzeitig können auf diesem Wege Kosten in relevanter Höhe eingespart werden, so dass eine klassische Win-Win-Situation möglich ist.

## Literaturverzeichnis

- [Ba11] BackBusiness. Mercado Verlag, Hamburg, 2011: S. 61ff.
- [BBC11] Beatty, T.K.M.; Blow, L.; Crossley, T.F.: Is There a “Heat or Eat” Trade-off in the UK? IFS Working Papers 09/11, 2011.
- [Cr10] Crone, S.F.: Neuronale Netze zur Prognose und Disposition im Handel. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2010.
- [Re11] Regele, U.: Sonne und Reiseverhalten: die Bedeutung von Sonne für Reiseentscheidung, -erleben und Bewertung und die Auswirkungen auf das Marketing von Reiseveranstaltern und Destinationen. Leuphana Universität Lüneburg, 2011.
- [RS00] Rott, A.; Schmitt, S.: Wochenende und Sonnenschein... Determinanten der Zuschauer-nachfrage auf dem deutschen Fernsehmarkt. Medien & Kommunikationswissenschaft, 48(4), 2000, S. 537-553.
- [St00] Starr-McCluer, M.: The Effects of Wheather on Retail Sales. FEDS papers 2000-8, 2000.

---

<sup>1</sup> Dieses entspricht etwa Platz 60 auf der Liste der Backwarenfilialisten nach Anzahl eigener Verkaufsstellen, vgl. [Ba11].

# Die kartographische Visualisierung als Analysewerkzeug und Dokumentationsmittel verschiedener Massendaten aus einem GIS

Thomas Chudy

Landwirtschaftliche Betriebslehre  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Karl-Freiherr-von-Fritsch-Straße 4  
06120 Halle  
thomas.chudy@landw.uni-halle.de

**Abstract:** Bei der Durchführung von Stickstoff-Düngungsversuchen im Precision Farming gilt es, umfangreiche und sehr heterogene Daten mittels geostatistischer und Data Mining Methoden in Geographische Informationssysteme (GIS) zu importieren, dort aufzubereiten und zu verarbeiten. Ziel ist die Ausgabe raumbezogener Datensätze, beispielsweise einer N-Applikationskarte. Diese muss einerseits in digitaler Form realisiert werden, so dass die Applikationstechnik damit angesteuert werden kann. Andererseits gilt es, Datensätze einer visuellen Interpretation, Kontrolle und Bewertung durch die Bearbeiter zu unterziehen. Das trifft sowohl auf die unterschiedlichen Eingangsdaten (z.B. naturräumliche Verhältnisse oder historische Erträge), oder die Realisierung (hier Rückschreibungen o.g. Planungen) als auch auf das Ergebnis der Versuche (also die Erntekartierung) zu. Der Beitrag zeigt Herausforderungen bei der Transformation von Daten mit unterschiedlicher räumlicher Auflösung, aber auch unterschiedlicher Projektionen und Koordinatensystemen in einen konsistenten Datensatz. Ausgewählte kartographische Gestaltungsprinzipien, die uns die Kommunikation zwischen den verschiedenen Bearbeitern seit Jahren erleichtern und somit einen Mehrwert der Präsentationen garantieren, werden vorgestellt.

## 1 Einleitung

Im Rahmen von Precision Farming Versuchen der Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre ist es ein Anliegen, die Stickstoffdüngergaben im Winterweizen so zu optimieren [vgl. Wa12], dass Aufwand und Erträge zu einem höheren ökonomischen Gewinn führen. Dabei gilt es, umfangreiche und unterschiedliche Daten im Geographischen Informationssystem (GIS) für die Anwendung in den trainierten Künstlichen Neuronalen Netzen aufzubereiten. Neben historischen Daten, wie der Ertragssituation der letzten Jahre oder den Bodenverhältnissen, werden die Rückschreibungen der in dem jeweiligen Jahr vorausgegangenen Düngungen als auch der aktuelle Vegetationszustand erfasst und einbezogen. Nach Erfassung des Vegetationszustandes müssen aus dem gesamten Datenfundus zeitnah zur Messung (innerhalb von 2 Tagen) die Streukarten für

die Düngergaben berechnet werden. Wichtig ist dabei die Gewährleistung einer robusten Kommunikation mit der im Betrieb verwendeten Applikationstechnik. Probleme entstehen, wenn die Daten in ihrer räumlichen Abdeckung nicht kontinuierlich sind. Das kann dann der Fall sein, wenn zwischen zwei Rastermaschen des manuell erstellten Versuchsdesigns eine räumliche Lücke vorhanden ist.

## 2 Datenaufbereitung

Um die Wirkung der eingesetzten Düngermengen zum erzielten Ertrag auf den Teilflächen sowie die ökonomischen Ergebnisse (stickstofffreie Leistung) im Vergleich zur betriebseinheitlichen Düngung und zu anderen Precision Farming Strategien einschätzen zu können, müssen die Daten sowohl geo-statistisch ausgewertet als auch kartographisch visualisiert werden. Auf den zweiten Aspekt soll sich hier beschränkt werden.

Neben unterschiedlichen Datenformaten (z.B. \*.log, \*.aft, Shapes oder \*.dat), verschiedener räumlich-geometrischer Ausprägung (*siehe nächsten Absatz*) weisen die zu integrierenden Inputs voneinander abweichende mathematisch-geodätische Grundlagen auf. Luft- und Satellitenbilder werden aktuell als UTM Koordinaten geliefert. Auch die Landesvermessungen liefern die ATKIS Daten zunehmend in UTM aus. Sind noch ältere Digitale Landschaftsmodelle, Digitale Geländemodelle, Orthophotos oder Digitale Topographische Karten vorhanden, sind diese ggf. als Gauß-Krüger-Koordinaten mit 3°Meridianstreifen gespeichert. Mit Landtechnik und GPS-Technik erhobene Originaldaten liegen oft in WGS 84 vor. Für eine Wiedergabe, vor allem aber auch die für GIS technische Bearbeitung, muss sich für einen einheitlichen Bezug entschieden werden. Dafür sind die Daten umzuprojizieren und nicht lediglich „on the fly“ optisch übereinander zu legen. Mehrere Gründe sprechen für die ausschließliche Verwendung eines ebenen kartesischen Koordinatensystems, aktuell UTM. Einerseits wird die Geometrie beim unmodifizierten Import von WGS 84 Daten gegenüber dem visuellen Eindruck verzerrt dargestellt. Zum anderen ist es notwendig, dass bei der Versuchsauswertung (Wirkung der unterschiedlichen Düngermengen, Bodenverhältnisse und Witterung auf den Ertrag) die Ergebnisse auch mit weiteren festen und zufälligen Einflussfaktoren im Sinne von Störgrößen evaluiert werden [vgl. Sp12]. Hierbei sollte, genau wie bei den Interpolationsverfahren im gesamten Ablauf, mit metrischen Abständen und nicht mit Grad, Minute und Sekunde auf einem Ellipsoid gerechnet werden.



Abbildung 1: Derselbe Schlag in verschiedenen Verebnungen.

Eine weitere zu berücksichtigende Heterogenität ist die unterschiedliche geometrische Ausprägung der Daten. Die Versuchsparzellen sind als quadratisches Raster (abhängig von der Bearbeitungsbreite der Technik) parallel zu den Bewirtschaftungsspuren angelegt. Die Applikationen werden für diese Raster berechnet und müssen dann in ein interpretierbares Kontinuum für die Technik umgesetzt werden. Luft- bzw. Satellitenbilder stehen z.B. als GRID zur Verfügung. Die Rückschreibungen der Düngergaben und eventuell benutzte YARA-N Daten zur Erfassung des aktuellen Vegetationszustandes liegen als Punktreihe in den Fahrgassen vor. Die Mähdrescher erfassen die Erntemengen ebenfalls als Punkte. Diese werden geschwindigkeitsabhängig, da im einheitlichen Zeitintervall aufgezeichnet, in ihren Fahrtrichtungen im Querabstand ihrer Schnittbreiten gespeichert.

Zur visuellen Analyse sollten die unveränderten Originaldaten bevorzugt werden. Dafür muss das Verhältnis des Maßstabes zu darstellbaren Mindestdimensionen berücksichtigt werden. Applikationsraster von 6m \* 6m ergeben in einer analogen Karte im Maßstab 1 : 10000 nicht mehr lesbare 0,6mm \* 0,6mm kleine Maschen.

### **3 Kartengestaltung**

Um die Vergleichbarkeit von Daten aus verschiedenen Jahren oder wie bei den Erntekartierungen von verschiedenen Maschinen gewährleisten zu können, müssen die Daten in ihren Ausprägungen einheitlich in den Karten ausgewiesen werden. In den häufig verwendeten GIS Softwareprodukten wird als erste Methode angeboten, die Daten mit „Natural Breaks“ in gestuften Farben darzustellen und das wird oft auch so angewendet. Die Struktur jedes einzelnen Datensatzes wird dadurch zwar optimal wiedergegeben. Die Vergleichbarkeit mehrerer Datensätze ist aufgrund unterschiedlicher, auch unrunder Darstellungsgrenzen allerdings nicht gegeben. Nach der statistischen Analyse und Aufbereitung der Daten besteht die „Kunst“ darin, diese so zu klassifizieren und runde Darstellungsgrenzen zu finden, dass sowohl die statistischen Anforderungen als auch die an die räumliche Differenzierung des dargestellten Sachverhaltes erfüllt werden.

Farbe ist neben der Variation der Größe die am stärksten wirkende grafische Variable. Daher wird sie in Karten auch oft genutzt, um die Aufmerksamkeit der Nutzer zu kanalisieren. Farbe wirkt als sog. Eye-Catcher. Bei der Kartengestaltung sind entsprechend einige Regeln zu beachten. So sind mittlere quantitative Werte mit einem mittleren Tonwert, hohe Werte entsprechend mit einem dunklen Farbton wieder zu geben. Sinnvoll wären Standards, vergleichbar den Bodenkarten oder geologischen Karten, so dass der Kartenleser sofort erkennen kann, welche Thematik dargestellt ist. Allmählich setzen sich bei uns hausinterne Farbkonventionen für die Darstellung von Karten der Ernteverhältnisse, des Vegetationszustandes, der Rückschreibungen und der Bodenleitfähigkeit durch. Weiterhin muss beachtet werden, dass eine Umsetzung der Farben in oft angefertigten S/W-Kopien gewährleistet ist. Deshalb ist auf gleichwertige Farbtöne/-intensitäten zu verzichten.



Abb. 2: Farbflächen umkopiert in Schwarz/Weiß. Original: Linkes Kästchen grün, rechtes rot.

Oft gilt es, die Ertragskartierungen mehrerer Jahre miteinander zu vergleichen. Oder es muss die Frage beantwortet werden, ob auf den Versuchsparzellen mit hohen Düngergaben die höchsten Erträge erzielt wurden. Und wenn nicht, ob ggf. die Bodenverhältnisse eine Erklärung liefern. Neben der Berechnung der Korrelationen erfolgt die Plausibilitätskontrolle durch Vergleiche verschiedener Karten im Sinne einer Kartenserie. Der Erfolg hierbei ist von den Erfahrungen des Nutzers im Umgang mit kartographischen Produkten abhängig. Bei mehr als drei parallel betrachteten Karten wird die Auswertung jedoch unübersichtlich. Die zweite Möglichkeit ist die grafische Kombination mehrerer Ebenen. So wird über einer Farbflächendarstellung die zweite Ebene als unterschiedlich ausgeprägtes Strukturraster, wie es in Karten der Raumplanung üblich ist, visualisiert. Es gibt viele Möglichkeiten eine dritte oder gar vierte Ebene eventuell als Farbgrenzsäume oder flächenbezogene Diagramme wiederzugeben. Auch eine solche vielschichtige Darstellung erfordert einen hohen Zeitaufwand und ein hohes Maß an Erfahrung bei der Informationsentnahme aus der Karte. Das hierbei eine verifizierbare Mental Map entsteht, ist unwahrscheinlich. Eine dritte Möglichkeit, mehrere Aussagen in einem Kartenbild zu kombinieren, ist die Bildung von Typen, wie „geringe N-Gabe – hoher Ertrag“/ „mittlere N-Gabe – hoher Ertrag“ usw. Die Dokumentation der entsprechenden Metadaten, also beispielsweise Angaben welche Klassengrenzen der Typisierung zugrunde liegen, sollte selbstverständlich sein, damit jeder Nutzer diese in der synthetisierten Darstellung nachvollziehen kann.

## 4 Resümee

Richtige kartographische Modellierung und Visualisierung sind Voraussetzung dafür, dass die Karte beim Nutzer ihre kognitiven Funktionen erfüllen kann. Die Berücksichtigung exemplarisch angesprochener kartographischer Mindeststandards erleichtert die Kommunikation zwischen Wissenschaftlern und den Wissenstransfer z.B. zu Behörden oder zum Landwirt, der sich mit Precision Farming beschäftigt. Kartographische Darstellungen gewinnen außerdem als nicht veränderbare Dokumentations- und Archivierungsmedien zunehmend an Bedeutung. Der Beitrag kann lediglich auf einige Gesichtspunkte bei der Erstellung von Karten hinweisen.

## Literaturverzeichnis

- [Sp12] Spilke, J. (2012): Entwicklung des Auswertungsmodells. In: (Deutsche Region der Internationalen Biometrischen Gesellschaft Hrsg.): On-Farm-Experimente - Leitfaden, Thesen und Vorträge, 23.-24. November 2011 in Kassel, 2012, S. 69-83.
- [Wa12] Wagner, P. (2012): The Use of Artificial Neuronal Networks to Generate Decision Rules for Site-Specific Nitrogen Fertilization. In: ISPA (International Society of Precision Agriculture), Proceedings of the 11th International Conference on Precision Agriculture [CD-ROM], July 18-21, 2010, Indianapolis, Indiana, USA, s.p. (14 Seiten).

# Erfolgsfaktoren elektronischer Marktplätze in der Agrar- und Ernährungswirtschaft - Die ersten 10 Jahre

Michael Clasen<sup>1</sup>, Susanne Horz, Daniel Karpenstein<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Hochschule Hannover  
Fakultät IV  
Ricklinger Stadtweg 120  
30459 Hannover  
michael.clasen@hs-hannover.de

**Abstract:** Der Beitrag vergleicht die Ergebnisse zweier identisch durchgeführter Untersuchungen zu den Erfolgsfaktoren digitaler Marktplätze aus den Jahren 2003 und 2012. Viele Ergebnisse konnten bestätigt werden. So ist die Marktliquidität weiterhin eine notwendige Bedingung für den Erfolg eines Marktplatzes. Dagegen scheint sich die Qualität des Handels, vom reinen Suchen eines Handelspartners zur vollständigen Abwicklung digitaler Handelsvorgänge, verändert zu haben.

## 1 Einleitung

Leistungsfähige Märkte sind die Grundlage für Wohlstand durch Arbeitsteilung [Sm76, S. 19] und Kommunikation ist die Grundlage für die Nutzung dieser Märkte. Neue Formen der Kommunikation haben daher auch häufig neue Marktformen hervorgebracht [Wi01, S. 1250]. So auch zur Jahrtausendwende, als das World Wide Web immer stärker auch für unternehmerische Zwecke eingesetzt wurde. Diese als elektronisch oder besser digital bezeichneten Marktplätze versprachen, Transaktionskosten von Handelsvorgängen deutlich zu reduzieren. Da in der Frühphase dieser neuen Art von Marktveranstaltungen noch wenig über deren Erfolgsfaktoren bekannt war, mussten Unternehmer diese in einem selektiven Prozess herausfinden. Zur Jahrtausendwende sprossen die unterschiedlichsten Formen digitaler Marktplätze wie die sprichwörtlichen Pilze aus dem Boden. Da ein Marktplatz aber nur dann erfolgreich sein kann, wenn er eine ausreichende Marktliquidität, also genügend Angebote und Gesuche aufweist, wurde schnell klar, dass nur wenige den einsetzenden Selektionsprozess überleben werden.

Clasen [Cl05] und Clasen und Müller [CM06] beschreiben die Frühphase dieses evolutionären Prozesses. In ihren Untersuchungen identifizieren sie 233 digitale Marktplätze, auf denen Produkte oder Einsatzstoffe der Agrar- oder Ernährungswirtschaft gehandelt werden können. Sie beschreiben zunächst deskriptiv, welche Marktplätze existierten, was dort gehandelt und welche Dienstleistung dort angeboten wurden. In einer anschließenden Erfolgsfaktorenanalyse identifizieren sie eine hohe Marktliquidität, aber auch eine internationale Ausrichtung als Erfolgsfaktoren, während sich Zusatzdienste wie



Agrarnachrichten oder Wetterberichte negativ auf den Erfolg auswirken. Knapp 10 Jahre nach der ersten Datenerhebung wurde dieselbe Analyse erneut durchgeführt. Viele der Ergebnisse aus dem Jahre 2003 konnten in der neuen Analyse bestätigt werden, einige Erkenntnisse aber sind neu und bemerkenswert.

## 2 Der Konsolidierungsprozess

Wie Abbildung 1 zeigt, ist der Konsolidierungsprozess, also das Ausmerzen nicht überlebensfähiger Märkte, langsam abgeschlossen. Es ist jedoch erstaunlich, wie lange dieser Prozess gedauert hat. Ein Grund könnte in den geringen variablen Betriebskosten wenig frequentierter und somit erfolgloser Marktplätze liegen. Viele Märkte waren vermutlich schon lange tot, ihre Website wurde jedoch nicht abgeschaltet. So ist z.B. auch 2012 immer noch die Site von Farmking.de aufrufbar; die einzigen 13 Produkte sind im Handelsraum „Restebörse“ zu finden und stammen aus den Jahren 2001 und 2004. Ein lebendiger Markt sieht sicherlich anders aus.



Abbildung 1: Entwicklung der globalen Anzahl digitaler Marktplätze in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und des Technologieindex Nasdaq 100 von 1996 bis 2011

## 3 Die ungleiche Verteilung des Erfolges

In der Untersuchung aus dem Jahre 2003 wurde festgestellt, dass die einzelnen Marktplatzsites sehr unterschiedlich häufig besucht worden sind, sich der Erfolg also sehr ungleichmäßig auf die Marktplätze verteilt. Die Verteilung des Erfolges folgt, wie häufig im Web anzutreffenden, einer sog. Zipf-Verteilung [CM03], bei der die Datenpunkte in einem doppelt logarithmierten Graphen einen annähernd linearen Verlauf zeigen. Wie Abbildung 2 zeigt, liegen die Datenpunkte aus dem Jahre 2012 (schwarze Kreise) noch näher am linear dargestellten Trendschätzer ( $R^2 = 0,945$ ) als im Jahre 2003 ( $R^2 =$

0,9258). Die Verteilung des Erfolges im Web kann also erstaunlich genau durch diese Zipf-Verteilung beschrieben werden. Ebenfalls ist erkennbar, dass sich die Ungleichheit noch einmal verschärft hat. Die Top-Sites haben gegenüber 2003 deutlich zugelegt, während die Sites im Long-Tail nochmals weniger Hits für sich verbuchen können, was auch am Exponenten des Trendschätzers abzulesen ist, der ein Maß der Ungleichverteilung darstellt und von 2,229 auf 2,973 angestiegen ist. Lediglich eBay als Nummer 1 erreicht 2012 nahezu denselben Wert wie schon 2003.

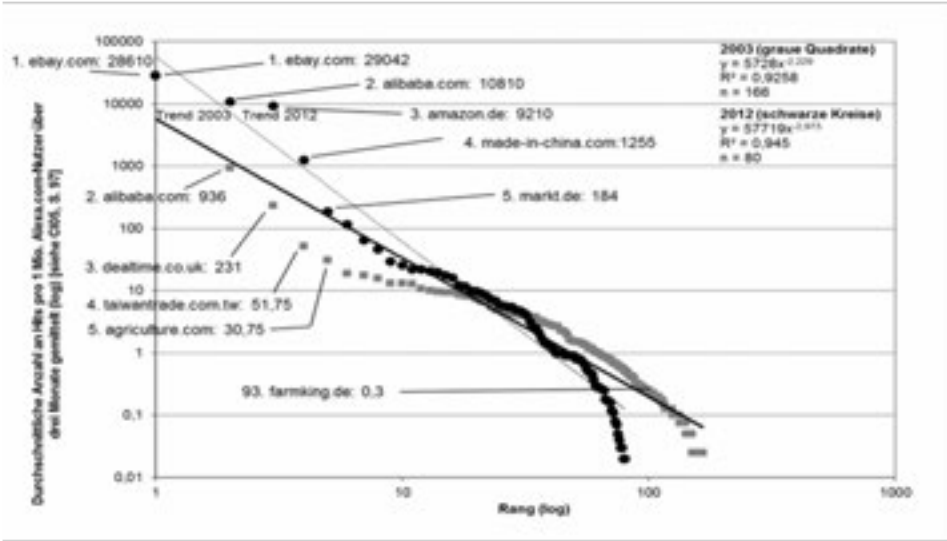


Abbildung 2: Verteilung der Besuche auf die Marktplätze 2003 und 2012 mit Trendschätzern

#### 4 Die Erfolgsfaktoren

Tabelle 1 zeigt, welche Hypothesen 2003 und 2012 empirisch bestätigt werden konnten. So konnte auch 2012 gezeigt werden, dass eine ausreichende Liquidität für den Erfolg eines digitalen Marktplatzes weiterhin elementar ist. Neu ist, dass 2012 nun auch Hypothese 7 zur Reduzierung von Motivationskosten bestätigt werden konnte, dagegen Hypothese 1 nicht mehr signifikant war. Es liegt die Vermutung nahe, dass das E-Business erwachsen geworden ist. Während in der Frühphase digitale Marktplätze hauptsächlich zur Suche potentieller Handelspartner (Koordinationsphase einer Handelstransaktion) genutzt worden sind (besonders bei heterogenen Gütern wie gebrauchten Landmaschinen), werden nun Transaktionen vollständig digital abgewickelt, was u.a. reputationsbildende Maßnahmen erfordert. Diese These wird dadurch gestützt, dass 2003 Handelsräume für heterogene gebrauchte Landmaschinen wichtig waren, jetzt aber Handelsräume für Betriebsmittel und Handelswaren. Auch der steigende Einfluss Chinas konnte gezeigt werden, da nun Chinesisch eine erfolgskritische Sprache darstellt. Interessant ist, dass eine hohe E-Readiness eines Landes 2012 einen signifikanten negativen Einfluss auf den Erfolg hat. Gerade in wenig entwickelten Regionen der Erde scheinen digitale Marktplätze ihren Platz gefunden zu haben; evtl. weil die konventionellen Alternativen

wenig entwickelt sind. Insgesamt haben sich die Modellgüten verbessert. Während 2003 mehr Aussagen aus dem Erfolgsmaß „Besuchshäufigkeit“ gewonnen werden konnte, ist 2012 das reine Überleben eines Marktplatzes als Erfolgsmaß aussagekräftiger. Die Anzahl an Besuchen ist eben nur ein indirektes Maß zur Erfolgsmessung. Der Vergleich der Untersuchungen zeigt, dass Erfolgsfaktoren schon sehr früh in einem einsetzenden Selektionsprozess bestimmbar sind.

<b>Bestätigte Hypothesen nach [Cl05]</b>	<b>2003</b>	<b>2012</b>
<b><i>zu den Koordinationskosten:</i></b>		
H1: Digitale Marktplätze sind (gegenüber ihrer konventionellen Konkurrenz) umso erfolgreicher je heterogener die gehandelten Güter sind.	✓	-
H5: Das Angebot von Informationsdiensten, die über die eigentliche Transaktionsabwicklung hinausgehen, wirkt sich negativ auf den Erfolg eines digitalen Marktplatzes aus.	✓	✓
<b><i>zu den Motivationskosten:</i></b>		
H7: Das Angebot von Garantien, Diensten zur Zahlungsabwicklung und reputationsbildenden Maßnahmen für Handelspartner wirkt sich positiv auf den Erfolg eines digitalen Marktplatzes aus.	-	✓
<b><i>zu den Liquiditätskosten:</i></b>		
H9: Ein Kundenstamm und ein früher Markteintritt wirken sich positiv auf den Erfolg eines digitalen Marktplatzes aus.	✓	-
H10: Eine internationale Ausrichtung wirkt sich positiv auf den Erfolg eines digitalen Marktplatzes aus.	✓	✓
H11: Eine große Vielfalt an Handelsräumen wirkt sich positiv auf den Erfolg eines digitalen Marktplatzes aus.	✓	✓
H12: Die Erhebung von Gebühren wirkt sich negativ auf die Frequentierung eines digitalen Marktplatzes aus.	✓	✓

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Erfolgsfaktoren digitaler Marktplätze 2003 und 2012

## Literaturverzeichnis

- [Cl05] Clasen, M. (2005): Erfolgsfaktoren digitaler Marktplätze in der Agrar- und Ernährungsindustrie, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [CM03] Clasen, M., Müller, R.A.E. (2003): Potenz-Gesetze im Web - auch im @grabereich. in: Budde, H-J., Müller, R.A.E.; Birkner, U. (Hrsg): Referate der 24. GIL-Jahrestagung in Göttingen, Göttingen, S. 23-26.
- [CM06] Clasen, M., Müller R.A.E. (2006): Success factors of agribusiness digital marketplaces. in: Electronic Markets - The International Journal, Vol. 16 (4), S. 349-360.
- [Sm76] Smith, A. (1776) An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations, ed. E. Cannan, M.A., LL.D., vol. 1, 1925 Edition. London, Methuen & Co LTD.
- [Wi01] Williams, J. (2001) "E-Commerce and the Lessons from Nineteenth Century Exchanges." American Journal of Agricultural Economics Vol. 83: 5, S. 1250-1257.

# Tiergesundheitsmanagement in der Schweineproduktion am Beispiel der Tiergesundheitsagentur eG (TiGA)

Anja Czekala<sup>1)</sup>, Achim Münster<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Deutscher Raiffeisenverband e.V.  
Pariser Platz 3  
10117 Berlin  
czekala@drv.raiffeisen.de

<sup>2)</sup>Tiergesundheitsagentur eG  
Adenauerallee 174  
53113 Bonn  
info@tiergesundheitsagentur.de

**Abstract:** Ziel von überbetrieblichen Tiergesundheitsmanagementsystemen ist es in der Regel, in Tierbeständen auf Betriebs-, Ketten- oder regionaler Ebene einen nachhaltig hohen Gesundheitsstatus zu erreichen. Die Tiergesundheitsagentur eG (TiGA) wurde im Jahr 2010 gegründet, um ein solches überbetriebliches Tiergesundheitsmanagementsystem zunächst für Ferkel aufzubauen. Sie schuf dazu einen deutschlandweit einheitlichen Standard für das Monitoring der Ferkelgesundheit und für die Bereitstellung dieser Informationen über die Tiergesundheitsdatenbank. Die Informationen dienen als Grundlage für präventive und kurative Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergesundheit. Der Gesundheitsstatus zwischen Betrieben und Regionen wird somit erst vergleichbar. Die Dokumentation des Gesundheitsstatus der Ferkel kann insbesondere von den Mästern genutzt werden, um die Mastbedingungen darauf abzustimmen. Weiterhin kann die TiGA-Tiergesundheitsdatenbank durch Schnittstellen die Infrastruktur für eine schnelle Kommunikation zwischen den Kettenmitgliedern, aber auch mit anderen Systemen liefern, um einen Datenaustausch zwischen den Systemen bzw. auch mit Veterinärbehörden im Sinne von Public-Private-Partnerships zu erleichtern. Letztlich wird dadurch die Lebensmittelsicherheit verbessert.

## 1 Einleitung

Die steigende Bedeutung der Tiergesundheit und der Produktion sicherer Lebensmittel unterstützte die Entwicklung von Tiergesundheitsmanagementsystemen in der Lebensmittelkette. Der Beitrag beschäftigt sich mit den folgenden drei Fragestellungen: Was sind Tiergesundheitsmanagementsysteme? Wie arbeitet die Tiergesundheitsagentur eG (TiGA) als Beispiel für ein überbetriebliches Tiergesundheitsmanagementsystem? Welchen Beitrag leistet die TiGA zur Verbesserung der Tiergesundheit und der Lebensmittelsicherheit?

## 2 Tiergesundheitsmanagementsysteme

Tiergesundheitsmanagementsysteme (TGMs) sind ein Baustein zur Gesunderhaltung der Nutztiere, zur Erzielung von hohen biologischen und wirtschaftlichen Tierleistungen und zur Verbesserung der Lebensmittelsicherheit. Unterschieden wird zwischen betrieblichen und überbetrieblichen TGMs. Die betrieblichen TGMs sind an die betriebspezifische Situation angepasst, während die überbetrieblichen einen nachhaltig hohen Gesundheitsstatus auf Ketten- und/oder regionaler Ebene erzielen sollen. Derzeit existiert in der Schweinefleisch erzeugenden Kette eine Vielzahl unterschiedlicher TGMs, die verschiedene Organisationsstrukturen und Inhalte aufweisen. Sie liefern in der Regel keinen vergleichbaren Output.

## 3 Arbeitsweise der Tiergesundheitsagentur eG (TiGA)

Die TiGA wurde als Beispiel für ein Tiergesundheitsmanagementsystem (TGM) ausgewählt, da dessen Standard derzeit als einziger national verfügbar ist und die Teilnahme nicht auf eine Region oder einen bestimmten Teilnehmerkreis begrenzt ist. Die TiGA wird derzeit von neun Mitgliedsorganisationen getragen, wovon acht Viehhandels- bzw. Erzeugerorganisationen sind. Diese nutzen den TiGA-Standard in Zusammenarbeit mit ihren Kunden, den Landwirten. Ein wissenschaftlicher Beirat trägt zur kontinuierlichen Überwachung und Weiterentwicklung des Standards bei. Die TiGA stellt ein überbetriebliches TGM dar, das einen deutschlandweit einheitlichen Tiergesundheitsstandard (TiGA-Standard) für das Monitoring der Ferkelgesundheit und für die Bereitstellung dieser Informationen über die TiGA-Tiergesundheitsdatenbank etabliert hat. Für die Mitglieder der TiGA entstehen Kosten durch den pro Jahr anfallenden Mitgliedsbeitrag sowie die jährliche Gebühr für die Nutzung der Datenbank. Hinzu kommen die einmaligen Zulassungsgebühren pro Bündler und pro Landwirt sowie die variablen Kosten für Kontrolle, Probenahme, Analyse, Ergebnisaufbereitung, die abhängig von Herdengröße und gewählten Untersuchungsparametern sind.

Das Monitoring beruht auf regelmäßig stattfindenden Betriebsaudits (quartalsweise/halbjährlich), Blut- und Kotuntersuchungen sowie der Bereitstellung dieser Informationen über die TiGA-Tiergesundheitsdatenbank. Der Standard legt den Umfang der Beprobung, die Untersuchungsmethoden und die Untersuchungsparameter fest. Obligatorisch ist die Umsetzung eines Pflichtmoduls, das durch Wahlmodule erweitert werden kann. Im Pflichtmodul wird auf PRRSV (Porcines Reproductives und Respiratorisches Syndrom Virus), Brachyspira hyodysenteriae und Salmonella untersucht, im Wahlmodul auf toxinbildende Pasteurella multocida, PCV 2 (Porcines Circovirus Typ 2) und Mycoplasma hyopneumoniae (vgl. Tab. 1). Zusätzlich kann zwischen der Basis- und Basis<sup>+</sup>-Variante gewählt werden, wobei bei der Basis<sup>+</sup>-Variante die Frequenz der Probenziehung von halbjährlich auf quartalsweise verdoppelt wird. Die Untersuchung der Proben darf nur in akkreditierten und von der TiGA zugelassenen Laboren durchgeführt werden. Sobald gegen einen Erreger in der Aufzuchtphase geimpft wurde, entfallen die vorgesehenen Untersuchungen.

Module	Prüfparameter	Mindestprobenzahl	Prüfverfahren
Pflicht-modul (28 kg-Ferkel)	PRRSV*	15 Einzelblutproben	Serologisch per Antikörper
	Brachyspira hyodysenteriae	3 Sammelkotproben (Poolbildung)	Direkter Erregernachweis
	Salmonella	15 Einzelblutproben	Serologisch per Antikörper
Pflicht-modul (8 kg-Ferkel)	PRRSV* (falls kein Impfbetrieb)	15 Einzelblutproben	Serologisch per Antikörper
	PRRSV* (falls Herdenimpfung)	15 Einzelblutproben (Poolbildung)	Direkter Erregernachweis
	Salmonella	15 Einzelblutproben	Serologisch per Antikörper
Wahl-modul	Toxinbildende Pasteurella multocida	15 Nasentupfer (Einzelproben)	Toxin- Nachweis
	PCV 2**	15 Einzelblutproben	Nachweis IgM- Antikörper
	M. hyo*** (falls kein Impfbetrieb)	15 Einzelblutproben	Serologisch per Antikörper
*Porcines Reproductives und Respiratorisches Syndrom (PRRS) Virus; **Porcines Circovirus Typ 2; ***Mycoplasma hyopneumoniae			

Tabelle 1: Untersuchungen im TiGA-Standard

Standardgeber ist die TiGA, die vom Vorstand vertreten wird. Standardnehmer sind Bündlerorganisationen, die im Auftrag von Tier haltenden Betrieben die regelmäßige Feststellung des Gesundheitsstandards nach den im Leitfaden beschriebenen Verfahren durchführen und hierzu eine Akkreditierung zur Vergabe von Zertifikaten nach dem TiGA-Standard erhalten. Die Bündlerorganisationen hinterlegen dazu die Stammdaten in der Datenbank und beauftragen die Tierärzte mit der Durchführung der Untersuchungen auf dem landwirtschaftlichen Betrieb (vgl. Abb. 1). In die TiGA-Datenbank fließen somit die Stammdaten und die Ergebnisse der Laboruntersuchungen. Daraus generiert die Datenbank die notwendigen Rückmeldungen an Bündlerorganisationen und Tierärzte zur Einleitung von Maßnahmen im Rahmen des internen Tiergesundheitsmanagement. Seit Gründungsdatum wurden von den Mitgliedern und Datenbanknutzern insgesamt Daten von über 500 landwirtschaftlichen Betrieben eingepflegt und über 20.000 Einzeluntersuchungen auf Erreger nach dem Wahl- und Pflichtmodul erledigt.

Unter [www.tiergesundheitsagentur.de](http://www.tiergesundheitsagentur.de) können die Ergebnisse des Monitorings abgerufen werden. Im öffentlichen Bereich der Homepage ist der TiGA-Standard abgebildet. Zuvor unterzeichnete Datenschutzerklärungen ermöglichen über die VVVO-Nummern der beteiligten Betriebe den Zugang zum internen Bereich. Hier finden Vermarktungspartner und Tierärzte die für sie freigeschalteten Daten zu den spezifischen Analysen und Audits sowie die dazugehörigen Auswertungen. Mitgliedsbetriebe der beteiligten Viehhandels- und Erzeugerorganisationen erhalten über die Tiergesundheitsdatenbank ein automatisch generiertes Gesundheitszertifikat, das die aktuellen Ergebnisse der regelmäßigen Untersuchungen aufweist, soweit die Anforderungen erfüllt sind.

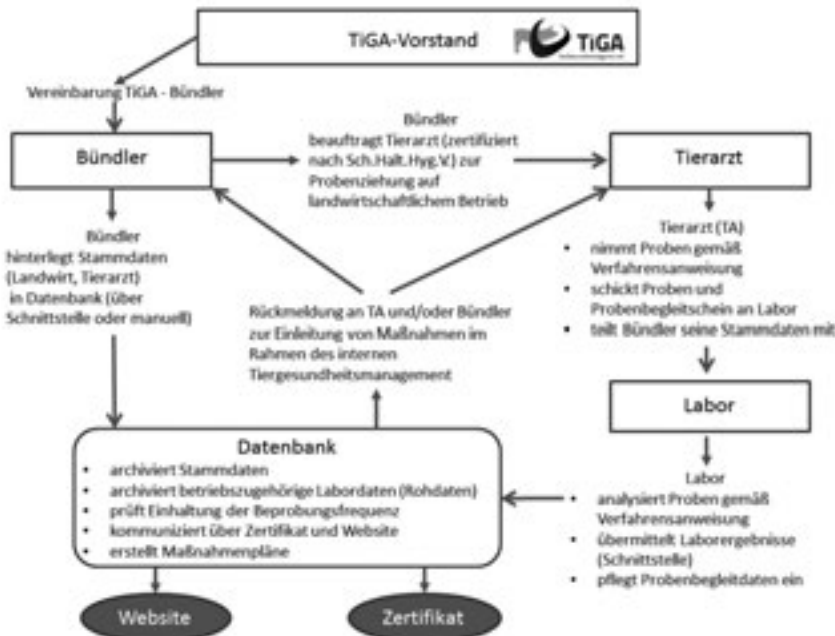


Abbildung 1: Beschreibung der Ablauforganisation hinsichtlich der Teilnahme am TiGA-Standard

## 4 Beitrag der TiGA zur Tiergesundheit und Lebensmittelsicherheit

Die Feststellung des Gesundheitsstatus und das regelmäßige Monitoring dienen als Grundlage für präventive und kurative Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergesundheit. Der Gesundheitsstatus zwischen Betrieben und Regionen wird vergleichbar. Die Dokumentation des Gesundheitsstatus der Ferkel kann insbesondere von den Mätern genutzt werden, um die Mastbedingungen darauf abzustimmen. Weiterhin liefert die TiGA-Tiergesundheitsdatenbank durch Schnittstellen die Infrastruktur für eine schnelle Kommunikation zwischen den Kettenmitgliedern. Das System bietet somit eine Dokumentationsplattform – es wäre denkbar, dieses mit weiteren Systemen durch Schnittstellen zu verknüpfen, um einen Datenaustausch zwischen den Systemen bzw. auch mit Veterinärbehörden im Sinne von Public-Private-Partnerships zu erleichtern. Dadurch könnte auch im Krisenfall schnell reagiert werden. Letztlich wird dadurch die Lebensmittelsicherheit verbessert.

# Lösungen für das Datenmanagement im überbetrieblichen Tiergesundheitsmanagement in der Schweineproduktion

Anja Czekala, Verena Schütz, Jacques H. Trienekens

Management Studies Group  
Wageningen University  
P.O. Box 8130  
6700 EW Wageningen  
Niederlande  
Anja.Czekala@wur.nl  
Verena.Schutz@wur.nl  
Jacques.Trienekens@wur.nl

**Abstract:** Die bestehenden Tiergesundheitsmanagementsysteme in der Schweineproduktion unterscheiden sich deutlich in der Organisation, den Inhalten und insbesondere der Datengrundlage. Daher gestaltet es sich schwierig, Daten zwischen den Systemen zu vergleichen und auszutauschen. Dies gilt nicht nur für die Systemlösungen in Deutschland, sondern auch für die Lösungen in den Nachbarländern Dänemark und den Niederlanden. Dieser Beitrag gibt Aufschluss über den Bedarf einer Harmonisierung der Systeme, insbesondere eines (grenzüberschreitenden) Austausches der Daten. Der Beitrag diskutiert die Lösung eines gemeinsamen europäischen Basisstandards, der die Elemente betriebliche Datenerhebung, regelmäßige Audits und Laboranalysen, einheitliche Analyse- und Auswertungsstandards sowie Datenbank und Zertifikat vorsieht.

## 1 Hintergrund und Zielsetzung

Für das Tiergesundheitsmanagement (TGM) in der Schweinefleisch produzierenden Wertschöpfungskette wurden in den letzten Jahren EDV-technische Lösungen für eine betriebliche und überbetriebliche Anwendung entwickelt. Vor allem die überbetrieblichen Ansätze erfordern eine Berücksichtigung der Interaktionen mit den unterschiedlichen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette Fleisch. Des Weiteren stützen die Systeme ganz unterschiedliche Aufgaben und Funktionen, die im Rahmen des Gesundheitsmanagements erfüllt werden müssen. Mit dem Beitrag soll dargestellt werden, welche gemeinsamen Strukturen und Systemaufbauten die am Markt befindlichen Tiergesundheitsmanagementsysteme (TGMs) für Schweinefleisch erzeugende Ketten haben, anhand welcher Parameter diese charakterisiert und inwieweit Systeme aus unterschiedlichen Ländern harmonisiert werden können.



## 2 Material und Methode

Die Analyse der TGMs konzentriert sich auf den bedeutendsten Veredlungsraum für Schweinefleisch in der Europäischen Union- die Niederlande, Deutschland und Dänemark, da im sogenannten Schweinegürtel europaweit die meisten Schweine gehalten werden und intensiver Handel zwischen diesen Regionen stattfindet [EBP09], [AM12], [Da12], [De12a], [De12b], [PV12]. Die Systeme werden anhand der festgelegten Merkmale hinsichtlich der Organisationsstruktur (Systemteilnehmer, Systemkoordinator, Serviceleistungen und Kompatibilität mit anderen Systemen) und der Inhalte (Parameter und Merkmale zur Beschreibung des Gesundheitsstatus, Kooperation zwischen den Kettenteilnehmern und Kommunikation des Gesundheitsstatus) charakterisiert und eingestuft. Grundlage der Einstufungen sind Herstellerbeschreibungen sowie Beiträge in der Fachliteratur über die Systeme. Weiterhin wird aus den Charakteristika der beschriebenen TGMs der Harmonisierungsbedarf abgeleitet. Der ermittelte Bedarf bildet wiederum die Basis für die Analyse, wie eine Harmonisierung umgesetzt werden kann.

## 3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In der Studie konnten Daten von elf unterschiedlichen überbetrieblichen TGMs berücksichtigt werden, wobei für die Niederlande zwei (Biggen Pas und PigMatch [GD12]) und für Dänemark ein System (SPF) Berücksichtigung finden. Acht Systeme sind für die Bedürfnisse des deutschen Marktes entwickelt. Vor allem die deutschen Systeme sind teilweise regional und/oder auf eine Vermarktungsorganisation beschränkt. Ein System – der TiGA-Standard der Tiergesundheitsagentur eG [Ti12] – ist deutschlandweit verfügbar. Deutliche Unterscheidungen gibt es zwischen den Einsatzbereichen innerhalb der Produktionskette (Zucht, Aufzucht, Mast, Transport und Schlachtung), der Berücksichtigung von Dienstleistern wie Tierärzten, Fachberatern, Laboren und Vermarktungsorganisationen, dem Umfang der Laboruntersuchungen und der Wiederholung dieser.

Nur das dänische SPF-System (mit der längsten Historie [Da08]) ist großflächig am Markt etabliert und bietet derzeit landesweit eine Vergleichbarkeit der Daten. Es hat wesentlich zum Erfolg der dänischen Schweinefleischexporte beigetragen. Das Pig-Match-System in den Niederlanden wurde im Jahr 2012 unter der Regie des De Gezondheidsdienst voor Dieren (GD) entwickelt und richtet sich besonders an Schweinezüchter und -vermehrter. Es basiert auf intensivem Monitoring. Der Biggen Pas, 2009 gegründet, stellt lediglich ein Dokument dar, das vom Ferkelerzeuger zum Mäster gegeben wird und bestimmte Maßnahmen dokumentiert. Datenbank, Monitoring und Kontrolle sind nicht vorhanden.

In Deutschland existieren mindestens sieben verschiedene Systeme mit ähnlichen Zielsetzungen auf dem Markt. Nur ein System bringt die Grundlagen mit, in unterschiedlichen Ketten als „neutrales“ Managementsystem vergleichbar dem dänischen System eingesetzt zu werden – der TiGA-Standard der Tiergesundheitsagentur eG. Tab. 1 gibt einen Überblick über die Ziele für die Etablierung einiger TGMs.

Tiergesundheitsmanagementsysteme	Kernziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPF-System (DK)</li> </ul>	Sicherung des (internationalen) Fleischexports durch strikte Kontrollen der Einhaltung der Richtlinien und Überprüfung des Gesundheitsstatus
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TiGA-Standard (D)</li> <li>• Biggen Pas (NL)</li> <li>• PigMatch (NL)</li> </ul>	Feststellung des Gesundheitsstatus zur Erleichterung des Handels zwischen Ferkelerzeugern und Mästern
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EGR Tiergesundheitsmonitoring (D)</li> <li>• EGO/EGF-Tiergesundheitsmanagement (D)</li> <li>• EHV-Select Screening (D)</li> <li>• ZNVG-Tiergesundheitsmanagement (D)</li> <li>• Westfalenpass (D)</li> <li>• Projekt „Gesunde Tiere – gesunde Lebensmittel“ (Nordrhein-Westfalen) (D)</li> <li>• Projekt „Veredlungsland Sachsen 2020“ (D)</li> </ul>	Verbesserung des Tiergesundheitsstatus auf landwirtschaftlicher Ebene

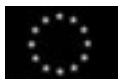
Tabelle 1: Ziele von Tiergesundheitsmanagementsystemen

Der Vergleich der Systeme, insbesondere auch im Hinblick auf Umfang des durchgeführten Monitorings zeigt, dass die derzeit existierenden TGMs keine gemeinsame Basis haben. Auch ist es in den meisten TGMs nicht vorgesehen, Daten (grenzüberschreitend) zwischen den bestehenden Systemen auszutauschen. Dadurch sind die Ergebnisse nicht vergleichbar und es kommt zu Marktzugangsbeschränkungen.

Eine vollständige Harmonisierung der Systeme wird nicht angestrebt, da die Initiatoren der Systeme z.T. an Projektfinanzierungen gebunden sind [Tr12], [We12], z.T. ihr System als Marketinginstrument, z.B. zur Kundenbindung nutzen. Eine Harmonisierung bis zu einem bestimmten Grad, z.B. ein Basis-Standard, hat Vorteile im Hinblick auf die Überwindung von Marktzugangsrestriktionen. Weiterhin können Kostenvorteile generiert werden. Eine gemeinsame Datenbank bzw. der Austausch von Daten über Schnittstellen würde die Kommunikation der Teilnehmer zwischen den Systemen und eventuell auch mit Veterinärbehörden erleichtern.

## Danksagung

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme FP7/2007-2013 under grant agreement n° 228821.



## Literaturverzeichnis

- [AM12] AMI: Dänemark: Ferkelexport wächst weiter. <http://www.ami-informiert.de/ami-maerkte/ami-fleischwirtschaft/ami-meldungen-fleischwirtschaft/meldungen-single-ansicht/article/daenemark-ferkelexport-waechst-weiter-1.htm> (05.10.2012), 2012.
- [Da08] Danish Agricultural & Food Council: The SPF System. <http://www.spf-sus.dk/sus/en-GB/> (01.11.2012), 2008.
- [Da12] Danish Agriculture & Food Council: Statistics 2011- Pigrateat. [http://www.agricultureandfood.dk/Prices\\_Statistics/~media/lf/Tal%20og%20analyser/Aarsstatistikker/Statistik%20svin/2011/072-2012\\_A5%20Statistik%20UK2011.ashx](http://www.agricultureandfood.dk/Prices_Statistics/~media/lf/Tal%20og%20analyser/Aarsstatistikker/Statistik%20svin/2011/072-2012_A5%20Statistik%20UK2011.ashx) (05.10.2012), 2012.
- [De12a] Destatis: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Viehbestand 3. Mai 2012. Fachserie 3 Reihe 4.1. Wiesbaden, 2012.
- [De12b] Destatis: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Schlachtungen und Fleischerzeugung 4. Vierteljahr und Jahr 2011. Fachserie 3 Reihe 4.2.1. Wiesbaden, 2012.
- [EBP09] Ellebrecht, S.; Brinkmann, D.; Petersen, B.: Quality management systems in European pork chains. In (Trienekens, J.; Petersen, B.; Wognum, N.; Brinkmann, D. Hrsg.) European pork chains. Diversity and quality challenges in consumer oriented production and distribution. Wageningen, Wageningen Academic Publishers, 2009; S. 75-92.
- [GD12] GD: PigMatch. [www.pigmatch.eu](http://www.pigmatch.eu) (05.11.2012), 2012.
- [PV12] PVE: Livestock, Meat and Eggs in The Netherlands – keyfacts 2011. [http://www.pve.nl/wdocs/dbedrijfsnet/up1/ZwulnqpIaqD\\_428908PVEpromoENGdef-bw.pdf](http://www.pve.nl/wdocs/dbedrijfsnet/up1/ZwulnqpIaqD_428908PVEpromoENGdef-bw.pdf) (05.10.2012), 2012.
- [Ti12] Tiergesundheitsagentur eG: TiGA Tiergesundheitsagentur eG. [www.tiergesundheitsagentur.de](http://www.tiergesundheitsagentur.de) (05.11.2012), 2012.
- [Tr12] Truyen, U.; Rösler, U.; Bauer, H.; Sommerfeld, A.; Ullrich, E.: Praktische Erprobung eines stufenübergreifenden Systems zur Verbesserung der Tiergesundheit beim Schwein in Sachsen. Schriftenreihe des LfULG, 12, 2012. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12161/documents/16773> (05.11.2012), 2012.
- [We12] Westfälisch-Lippischer Landwirtschaftsverband: Gesunde Tiere – gesunde Lebensmittel. [http://www4.fh-swf.de/media/downloads/fbaw\\_1/forschung\\_1/laufende\\_fp/agaroekonomie\\_1/ZB\\_Gesunde\\_Tiere\\_-\\_gesunde\\_Lebensmittel\\_20120531.pdf](http://www4.fh-swf.de/media/downloads/fbaw_1/forschung_1/laufende_fp/agaroekonomie_1/ZB_Gesunde_Tiere_-_gesunde_Lebensmittel_20120531.pdf) (05.10.2012), 2012.

# Hyperspektrale Bildanalyse zur Detektion von Beifußblättriger Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*)

Karl-Heinz Dammer, Joachim Intreß, Horst Beuche, Jörn Selbeck, Volker Dworak

Abteilung Technik im Pflanzenbau  
Leibniz-Institut für Agrartechnik  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
kdammer@atb-potsdam.de

**Abstract:** Die Ambrosie ist eine aus Amerika stammende invasive Pflanze, die sich in Europa immer mehr ausbreitet. Ein kameragestütztes automatisiertes Monitoring setzt spektrale Unterschiede zu anderen Pflanzenarten voraus. Unter Laborbedingungen erfolgten hochauflösende hyperspektrale Bildaufnahmen von Ambrosie und Gemeinem Beifuß mit der die Pflanze auf Ruderalflächen vergesellschaftet ist. Beide Pflanzenarten sind schwer zu unterscheiden. Eine hyperspektrale Bildanalyse wurde getrennt nach Blättern, Stielen und drei Wachstumsstadien der beiden Pflanzenarten durchgeführt. Im Nahen Infrarotbereich konnte mit dem Wellenlängenverhältnis 1100 nm / 1400 nm im Wachstumsstadium „Fruchtentwicklung“ beide Pflanzen anhand der Stiele unterschieden werden. Die hohe Datenmenge wurde drastisch reduziert, was für eine Echtzeiterkennung der Pflanze notwendig ist.

## 1 Einleitung

Die Beifußblättrige Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ist eine sommerannuelle Pflanzenart, die sich in den vergangenen Jahren aus Südosteuropa immer mehr nach Norden ausbreitet. Die Pflanze bildet zur Blüte enorme Mengen Pollen, was zu Allergien beim Menschen führen kann. Um einer weiteren Ausbreitung der Pflanze entgegenzuwirken, sind Befallsnester bzw. Einzelpflanzen aufzufinden und zu vernichten. Eine effektive Monitoring-Strategie erfordert eine automatisierte Erkennung der Pflanze. Dafür sind besonders optische Methoden basierend auf Kamerasensoren geeignet. Kameras arbeiten zerstörungsfrei und berührungsfrei und sind leicht an Trägerfahrzeugen anzubringen. Neben landwirtschaftlichen Kulturen wie insbesondere in Sonnenblumenfeldern kann die Ambrosie auf Ruderalflächen wie Feld- und Straßenränder, entlang von Bahngleisen sowie auf Rekultivierungsflächen des Bergbaues vorkommen. Auf Ruderalflächen ist die Ambrosie oft mit Gemeinem Beifuß (*Artemisia vulgaris* L.) vergesellschaftet. Beide Pflanzen gehören zur Familie der *Asteraceae* und sind mit dem menschlichen Auge schwer zu unterscheiden. Erste hyperspektrale Untersuchungen wurden daher mit diesen beiden Pflanzenarten durchgeführt.

## 2 Material und Methoden

Mit Hilfe eines Hyperspektralscanners (LOT-Oriel, Darmstadt, Deutschland) wurden im Nahen Infrarotbereich (900 nm–1700 nm, Auflösung: 2,5 nm) jeweils eine Pflanze von beiden Arten zu folgenden Wachstumsstadien und Terminen gescannt: (1) 16.06.2009, BBCH 32 Rosettenstadium, (2) 23.07.2009, BBCH51, Erscheinen der Blüten, (3) 14.09.2009, BBCH 71, Fruchtentwicklung. Die Ansteuerung des Scanners, der schwarz/weiß Abgleich und die Erzeugung der Hyperspektralbilder erfolgte mit der Software „HyBiS 1.0“ die in der Programmiersprache LabView 8.2 (National Instruments Corporation, Austin, TX, USA) geschrieben wurde. Diese Hyperspektralbilder wurden mit der Software ENVI (ITT Visual Information Solutions, Boulder, CO, USA) ausgewertet.

In den Graustufenbildern wurden als „regions of interest“ (ROI) für Blätter und Stiele charakteristische Flächen markiert. Die Reflexionswerte dieser Pixel wurden normiert und getrennt nach Blatt, Stiel und Pflanzenart ein mittleres Spektrum über alle Wellenlängen dargestellt. Ergab die visuelle Beurteilung keine extreme Minima und Maxima, die zu einer Trennung der Pflanzen herangezogen werden konnten, erfolgte eine Glättung des normalisierten Spektrums mit dem Savitzky-Golay-Filter.

Für eine zukünftige automatisierte Erkennung von Ambrosienpflanzen wäre die Nutzung von nur 2 Wellenlängen einfach und kostengünstig. Zur Identifizierung potentieller Wellenlängen wurden daher der Spektralwinkel zwischen jeweils zwei Wellenlängen  $i$  und  $j$  für zwei Gewebearten  $w$  und  $z$  (Ambrosie-Stiel, Ambrosie-Blatt, Beifuß-Stiel, Beifuß-Blatt) berechnet. Maß für die Klassifizierung ist die Spektralwinkeldifferenz:

$$\alpha = \arccot \frac{refl_{wi}}{refl_{wj}} - \arccot \frac{refl_{zi}}{refl_{zj}}$$

Je größer die Spektralwinkeldifferenz, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit die zwei Gewebearten anhand dieser zwei Wellenlängen zu unterscheiden. Es wurde das Wellenlängenverhältnis für die jeweils 12 möglichen Vergleiche (Ambrosia-Stiel bzw. Blatt mit Beifuß-Stiel bzw. Blatt an den drei Messterminen) ausgewählt, an dem der Spektralwinkel am größten war. Aus den 12 Verhältnissen wurde der Mittelwert gebildet, der anschließend zur Klassifizierung benutzt wurde.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die deutlichsten Unterschiede im spektralen Verlauf traten am letzten Meßtermin auf. Außer im Wellenlängenbereich 1050 nm bis 1100 nm nahm in der Reihenfolge Beifuß-Blatt, Ambrosie-Blatt, Beifuß-Stiel, Ambrosie-Stiel die Reflexion in allen Wellenlängen ab (Abb.1).

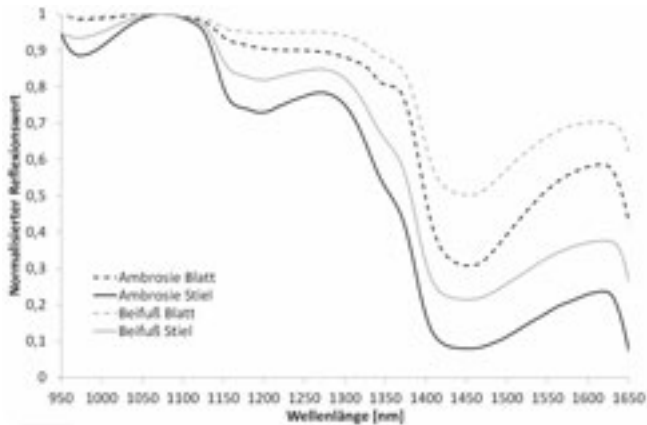


Abbildung 1: Normalisiertes mittleres NIR Reflexionsspektrum

Im Ergebnis der Spektralwinkelberechnungen und anschließender Mittelwertberechnung wurde für die Klassifizierung ein mittleres Wellenlängenverhältnis von 1100nm/1400nm ausgewählt. In den RGB Bildern erfolgte die Auswahl von Transekten die mindestens ein Blatt und einen Stiel berührten. Pixelweise wurde dieses Verhältnis in einem Graph entlang dieser Transekte dargestellt (Abb. 2). Für die Blätter beider Pflanzenarten lag dieses Verhältnis etwa zwischen 1,4 und 1,8. Für Beifuß Blatt lag das Verhältnis etwa zwischen 1,8 und 3,2. Das größte Verhältnis wiesen die Stiele der Ambrosie mit bis zu 6,5 auf. Der Verlauf des Verhältnisses bei der Ambrosie ist zweigipflig. Hier berührte der Transekt zwei Stiele, die dicht nebeneinander liegen. Das Wellenlängenverhältnis nimmt an den Ränder der Stiele ab und ist am höchsten in der Mitte der Stiele, was mit der Unschärfe von Randbereichen von Objekten zusammen hängt. Wie in der Abbildung 2 ersichtlich, sind es die Stiele der Ambrosie, die sich durch eine geschickte Schwellenwertwahl von den drei anderen Gewebearten unterscheiden lassen.

In ENVI wurden Graustufen-Verhältnissbilder je Pflanzenart und Termin generiert. Die Binarisierung erfolgte mit dem Schwellenwert „4“, der sich aus dem Grauwertbereich des Verhältnissbildes ergibt. Alle Pixel mit Werten gleich oder größer 4 wurden weiß eingefärbt; alle anderen Pixel schwarz. Im letzten Termin zur Fruchtbildung waren die Stiele der Ambrosie deutlich zu erkennen (Abb. 3). Es kam zwar auch zu Missklassifikationen die hauptsächlich am Rand der Bilder auftraten. Diese fälschlicherweise als Stiele erkannten Pixel könnten in einem nachfolgenden Bildbearbeitungsschritt durch die Anwendung von z.B. morphologischen Methoden beseitigt werden.

Die mit beschriebener Methodik bestimmten Wellenlängen könnten zukünftig in Hand-sensoren (Gärten) oder fahrzeuggetragenen Sensoren (Ruderal- und Feldflächen) zur Erkennung der Ambrosie genutzt werden. Die vorliegenden einjährigen Versuchsergebnisse müssen in weiterführenden Versuchsreihen auch mit anderen Pflanzenarten ergänzt werden. Unter anderen ist der Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die Gewebepigmentierung der Pflanzen während der Vegetationsperiode zu untersuchen. Für das Informationsmanagement der umfangreichen Datenmengen würde sich der Aufbau einer Spektraldatenbank anbieten.

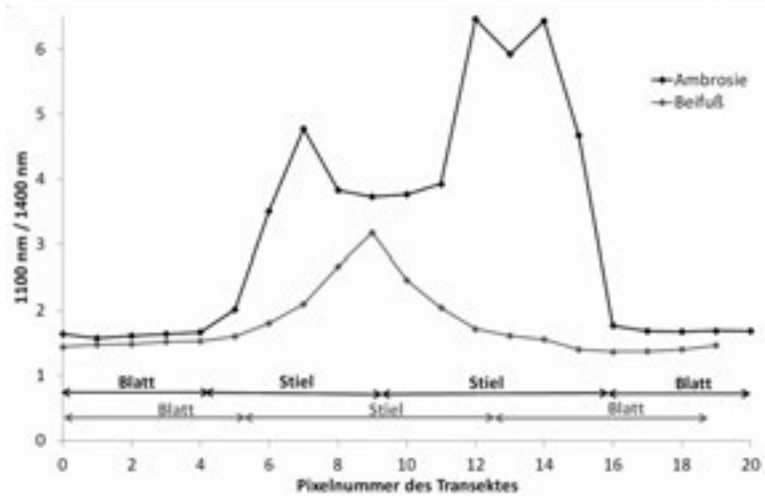


Abbildung 2: 1100 nm/1400 nm Verhältnis entlang eines Transektes von Ambrosie und Beifuß  
Blatt und Stiel

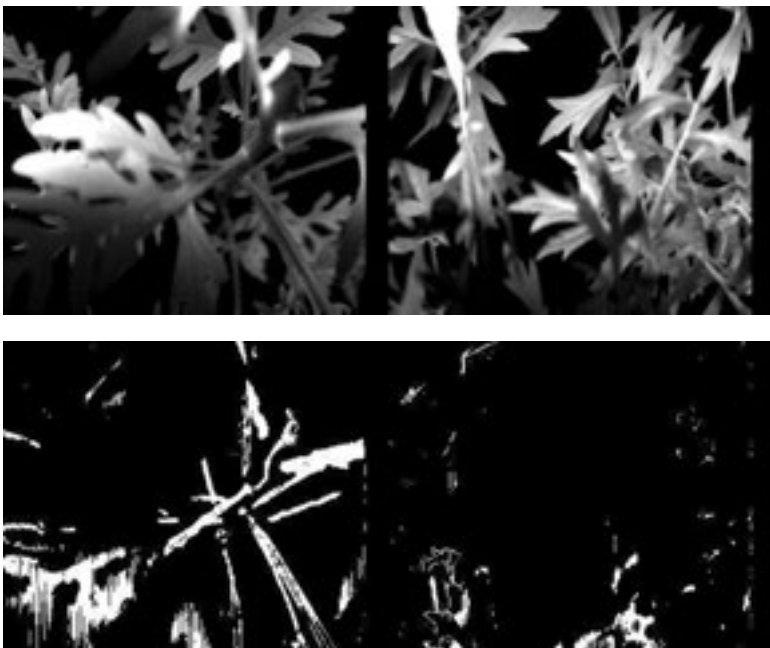


Abbildung 3: oben: Graustufenbild, unten: Binärbild, links: Ambrosie, rechts: Beifuß

# Untersuchung zum Aufbau eines Informationssystems in der Binnenfischerei, dargestellt am Beispiel für den Verwaltungsbereich der SGD-Süd (RLP) <sup>1</sup>

Axel Dannenmaier, Karlheinz Wendt<sup>1)</sup>, Joachim Spilke<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Ludwig-Wucherer-Str. 82-85  
06108 Halle  
{joachim.spilke;karlheinz.wendt}@landw.uni-halle.de  
info@dannenmaier.de

**Abstract:** Der Schwerpunkt des vorliegenden Beitrages besteht darin, basierend auf einer Informationsbedarfsanalyse die Datenstruktur eines solchen Systems und die zu erfüllenden Anwendungsfunktionen herzuleiten. Ziel ist es, ein Konzept für ein Informationssystem zu erarbeiten, das die zukünftige Arbeit der Verantwortlichen bei der ordnungsgemäßen Fischerei (o.F.) unterstützt und in der Lage ist, die damit verbundenen zeitlich-räumlichen Prozesse digital abzubilden.

## 1 Problemstellung

Die nachhaltige Bewirtschaftung eines Gewässersystems erweist sich als eine komplexe Aufgabe. Das folgt insbesondere aus der Anzahl verschiedener Interessengruppen (beispielsweise Behörden und Vereine, Berufs- und Freizeitfischer), verschiedener zu erfassender Merkmalskomplexe (beispielsweise zum Fischbesatz oder zur Gewässerqualität), einer ausgeprägten räumlichen Struktur der Akteure und Messpunkte zur Merkmalserfassung sowie einer starken jahreszeitlichen Dynamik der interessierenden Merkmale, die gegebenenfalls noch durch eine längerfristige Dynamik überlagert wird. Die Beherrschung eines solchen Systems erfordert den schrittweisen Aufbau eines Informationssystems. Den Kern eines solchen Systems bildet eine Datenbank, in die die relevanten Daten einzugeben und dann für Analysen über die Entwicklung des Gewässersystems im Allgemeinen und seines Fischbestandes im Besonderen zu nutzen sind. Aus der durchgeführten Informationsbedarfsanalyse geht hervor, dass im untersuchten Bereich lediglich Insellösungen zur Verwaltung der Daten zu Gewässermerkmalen existieren, die entweder völlig autark arbeiten oder nur beschränkt Daten und Informationen an Dritte liefern können. Das Ziel des aufzubauenden Systems besteht daher darin, basierend auf einer logisch einheitlich strukturierten Datenbank die jeweils unterschiedlichen Informationsbedürfnisse der Nutzer zur Ausübung der Ordnungsgemäßen Fischerei (O.F.) optimal zu

---

<sup>1</sup> Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Rheinland Pfalz



befriedigen. Die Daten werden in dem zu schaffenden Informationssystem zentral einheitlich strukturiert geführt und auswertbar gehalten, um die Datengrundlage für langfristige Verlaufsuntersuchungen über die Entwicklung der Gewässergüte und den Fischbestand zu schaffen.

## **2 Vorgehensweise bei der Systementwicklung**

Die Entwicklung des Informationssystems beinhaltet in der Konzeptphase

- die Entwicklung eines Klassendiagramms mit den im Problemkontext relevanten Klassen von Informationsobjekten,
- die Implementierung des Klassendiagramms als relationale Datenbank und
- den Entwurf der Nutzeroberflächen für die einzelnen Aufgaben und deren Datenbezug einschließlich der Zugriffsrechte für die einzelnen Benutzerklassen

Dem schließt sich die Phase der Implementierung an, d.h. die technische Umsetzung als internetbasiertes Anwendungssystem mit zentraler Datenhaltung.

### **2.1 Identifikation der zu unterstützenden Prozesse**

Vor der Entwicklung eines Klassendiagramms steht die Frage nach den abzubildenden Kernprozesse/Anwendungsfunktionen und der zugehörigen Daten. Bei der zugrundeliegenden Befragung und einer Literaturanalyse basierenden Informationsbedarfsanalyse wurden folgende Prozesse identifiziert:

- Verpachtung von Gewässerabschnitten an natürliche oder juristische Personen einschließlich Festlegung der Pachtlose,
- Fischfang mit dessen Dokumentation als zentrale Aufgabe,
- Messung bezüglich relevanter biologischer sowie physikalisch-chemischer Merkmale in und an Gewässern und
- Besatz- und sonstige Maßnahmen zur Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung der fischereilichen Bedingungen.

Über die letztgenannten drei Prozesse ist durch die Pächter und sonstige Verantwortliche die Ausübung der O.F. zu gewährleisten. Die Besatz- und sonstigen Maßnahmen sind aus historischen Fang- und Messergebnissen über Zeitreihenanalysen abzuleiten. Hierzu muss das System dem Nutzer entsprechende Datenaufbereitungsmöglichkeiten zur Verfügung stellen.

### **2.2 Entwicklung des Klassendiagramms**

Die einzelnen Prozesse basieren auf miteinander in Beziehung stehenden Klassen von Informationsobjekten, was als Klassendiagramm modelliert wird. Dies wird im Folgenden beispielhaft am Verpachtungsprozess demonstriert.

In Abbildung 1 ist die Festlegung von Pachtlosen als Gewässerbereiche und deren Verpachtung an Anglervereine und/oder Berufsfischerbetriebe basierend auf folgenden Klassen dargestellt:

- die Verpächter
- die Gewässer, auf deren Areal Pachtlose abzugrenzen sind
- die Pachtlose als Gewässerareale in der Verfügung von Verpächtern
- die Verpachtung der Pachtlose
- die Pächter, spezialisiert in Anglervereine und Berufsfischerbetriebe

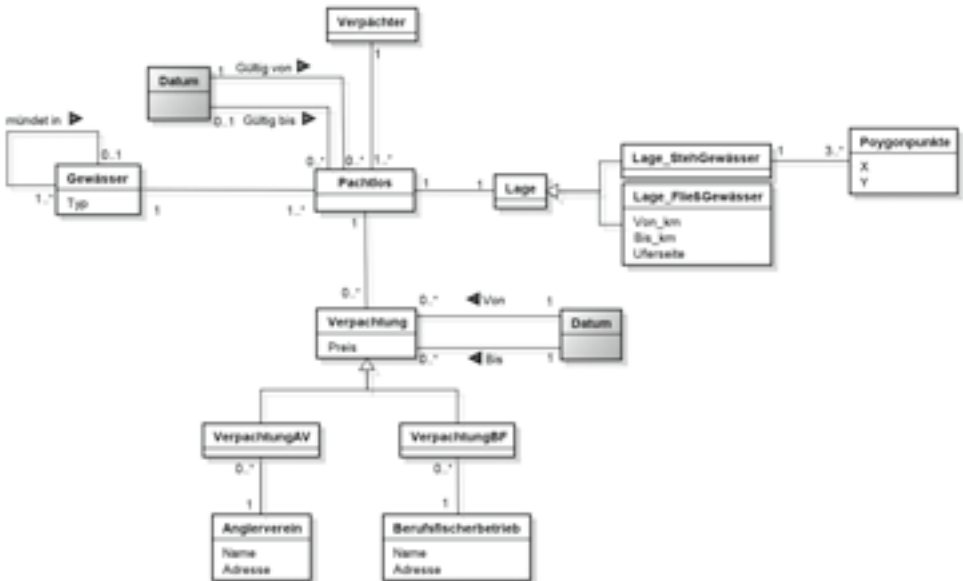


Abbildung 1: Klassendiagramm - Pachtlosfestlegung und Verpachtung

Durch die Klasse „Datum“ und deren Beziehungen ist modelliert, dass die Pachtlose selbst und die einzelnen Pachtverträge einen begrenzten Gültigkeitszeitraum besitzen. Ein Pachtlos bezieht sich

- entweder auf ein abgegrenztes Areal eines stehenden Gewässers einschl. Uferbereich und kann folglich durch ein Polygon von durchnummerierten Ortspunkten dargestellt werden (z.B. mittels Google Earth)
- oder auf einen Abschnitt eines fließenden Gewässers, der durch zwei Fließkilometerangaben und erforderlichenfalls durch die Uferseite in Fließrichtung abgegrenzt wird.

Dies ist im Klassendiagramm durch die Klasse „Lage“ und deren Spezialisierung in die Lage jedes Pachtloses entweder im Bereich eines stehenden oder eines fließenden Gewässers modelliert. Die Spezialisierung der Klasse „Verpachtung“ in zwei Teilklassen dient der Bezugnahme auf die in zwei Klassen (Anglervereine und Berufsfischerbetriebe) untergliederten Pächter.

### 2.3 Implementierung des Klassendiagramms als relationale Datenbank

Bei der Implementierung der Datenbankstruktur wird schrittweise vorgegangen. Im ersten Schritt werden aus den Klassen und ihren Attributen Tabellen mit zusätzlichen Primärschlüsselfeldern zur Objektidentifikation hergeleitet. Danach werden die Beziehungen des Klassendiagramms als Referenzen zwischen Schlüsselfeldern bzw. Schlüs-

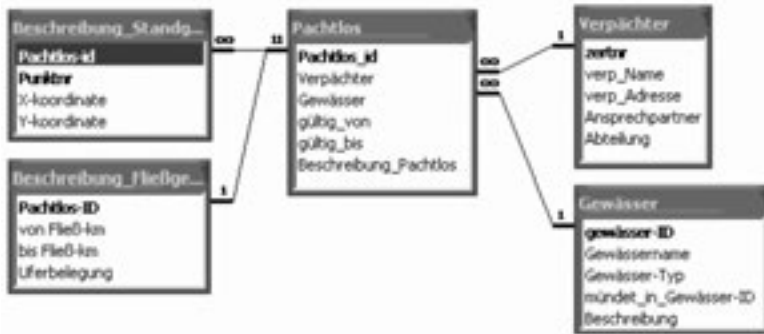


Abbildung 2: Datenbankstruktur - Pachtlosfestlegung

sel- und Nichtschlüsselfeldern konkretisiert. Abbildung 2 zeigt die Datenbasis der Aufgabe „Pachtlosfestlegung“: jedes Pachtlos ist als Abschnitt eines Gewässer mit seiner nach stehendem oder fließendem Gewässer differenzierten Lage, mit dem zugehörigen Verpächter und seiner Gültigkeitsdauer datenmäßig festzulegen.

### 2.4 Entwurf der Nutzeroberflächen

Mit dem Entwurf der Nutzeroberflächen werden die nutzer- und aufgabenspezifischen Sichten einschließlich der zulässigen Operationen auf Datensätze und –felder festgelegt. Als Darstellungsmittel wurden Hierarchiediagramme (Jackson-Diagramme) gewählt. Durch deren Implementierung soll dem Nutzer größtmögliche Unterstützung gegeben wie auch die Vermeidung von Eingabefehlern reduziert werden. Zur Realisierung von ad-hoc Datenaufbereitungen sind weiterhin Nutzeroberflächen erforderlich, die eine interaktive Formulierung von Abfragen durch den Nutzer gestatten (Abfragegenerator). Das ist z.B. notwendig für die Bereitstellung von Daten für statistische Analysen der Gewässergüte und des Fischbestands.

# Boston Consulting Group Matrix zur Informationsaufbereitung im Wertschöpfungsnetzwerk Schwein

<sup>1,2</sup>Simon Düsseldorf, <sup>1</sup>Juliane O'Hagan, <sup>3</sup>Christian Kagerer, <sup>4</sup>Herman Niemeyer,  
<sup>4</sup>Jens Böttcher, <sup>5</sup>Louresn Heres, <sup>1</sup>Brigitte Petersen

<sup>1</sup>Institut für Tierwissenschaften - Präventives Gesundheitsmanagement  
Universität Bonn  
Katzenburgweg 7-9  
53115 Bonn  
simon.duesseldorf@uni-bonn.de

<sup>2</sup> Erzeugergemeinschaft Südostbayern e.G.  
<sup>3</sup> Fleischprüfring Bayern e.V.  
<sup>4</sup> TGD Bayern e.V.; <sup>5</sup> VION Food Group

**Abstract:** Ziel war es zu bewerten, wie die BCG Matrix zur Informationsverarbeitung im Wertschöpfungsnetzwerk „Schwein“ und für einen zweidimensionalen Benchmark genutzt werden kann. Den Akteuren im Wertschöpfungsnetzwerk Schwein stehen immer mehr Informationen zur Verfügung. Um die richtigen Entscheidungen zu treffen, ist eine visuelle Aufbereitung dieser Vielzahl an Informationen wichtig. Die Struktur der Boston-Consulting Matrix erlaubt die sinnvolle Informationsaufbereitung und zusätzlich den Benchmark zwischen einer Vielzahl von Betrieben. Erstmals wurden Informationen aus zwei Wertschöpfungsstufen, Mast und Schlachthof, für einen Benchmark aufbereitet und zusammengeführt. Die Betriebe wurden bezüglich Mastleistung und Tiergesundheit rangiert. Die Einstufung in die Gruppe „Stars“ verdeutlicht, dass der KPI für eine sehr gute Tiergesundheit und gleichzeitig für eine sehr gute Mastleistung durchaus von einigen Betrieben kontinuierlich erreichbar ist. Durch die Informationsaufbereitung ist für den Schweinemäster einfach ersichtlich, welche Auslöser für eine schlechtere Mastleistung verantwortlich sind und an welchen Stellschrauben gearbeitet werden sollte. Dieses Konzept der Informationsaufbereitung aus Massendaten wurde an 20 südostbayerischen Schweinemastbetrieben im Projekt QUARISMA validiert.

## 1 Einleitung

Den Akteuren im Wertschöpfungsnetzwerk Schwein stehen immer mehr Informationen zur Verfügung. Jedoch liegen diese meist fragmentiert und personenbezogen vor [Pu08]. Meistens werden Daten und Informationen durch Prüfungen an verschiedenen Kontrollpunkten entlang der Kette, wie Wareneingang und –ausgang, sowie Zwischenprüfungen, generiert [Ma06]. Neu sind mutuale Prüfstrategien, bei denen mehrere Akteure des Wertschöpfungsnetzwerks gemeinsam risikoorientierte Prüfungen zum gegenseitigen Nutzen durchführen [La12]. Die dabei gewonnenen Informationen stehen durch die

gemeinsame Gestaltung den beteiligten Partnern zur Verfügung und können daher zwischen den Beteiligten genutzt werden.

Retrospektive Daten zur Tiergesundheit werden durch die gesetzlich vorgeschriebene Fleischuntersuchung generiert<sup>1</sup>. Eine neuere Informationsquelle zum gleichen Prüfzeitpunkt ist die Analyse von Schlachthofblut. Auch diese Prüfung dient der Gewinnung von Informationen über die Tiergesundheit [Dü12]. Informationen über die Mastleistung, konkret Tageszunahmen und Futterverwertung, werden von Beraterorganisationen oder dem Landwirt selbst produktionsbegleitend erhoben [La11]. Bislang findet nur sehr selten eine visuelle Informationsverarbeitung von Informationen aus zwei oder mehreren Wertschöpfungsstufen für einen Benchmark statt. In der Landwirtschaft sind Benchmarks häufig eindimensional. Ein kombinierter Benchmark von technischen und tierbezogenen Parametern fehlte bisher. Die unabhängigen Variablen, wie zum Beispiel die Lungengesundheit, werden so direkt in Verbindung zur abhängigen Variable gesetzt, hier die Mastleistung.

Ein derartiges kombiniertes Benchmark setzt allerdings die Kooperation bzw. eine Allianz auf Kunden-Lieferanten-Ebene voraus, um die gemeinsame Prüfstrategie zu gestalten und die gewonnenen Messdaten sinnvoll zu nutzen. Wichtig ist dabei ein Netzwerkkoordinator, der die Probenahmen, Laboruntersuchungen und Benchmark-Auswertungen sowie die Informations- und Kommunikationsstrukturen der Messdaten koordiniert [La12]. Mittlerweile haben eine Reihe von Netzwerkkoordinatoren, vor allem Viehvermarktungsorganisationen, ihr Dienstleistungsprofil in diesem Sinne ausgeweitet [Pe10, El12].

Ziel der Forschungsarbeit war es zu analysieren, wie technische und tierbezogene Informationen aus zwei Wertschöpfungsstufen in einem Benchmark zusammengeführt werden können. Im Konkreten wurde untersucht, wie Tageszunahmen und Futterverwertung (Stufe Mast) mit Ergebnissen aus der Fleischuntersuchung und der Schlachtblutuntersuchung (Stufe Schlachthof) in einer Boston Consulting Group (BCG)-Matrix zusammengeführt werden können.

## 2 Material und Methode

Die BCG-Matrix eignet sich generell zur Darstellung und Interpretation von empirisch erhobenen Daten aus Befragungen und Experteninterviews [El12] sowie von Messdaten, die aus einer komplexen Prüfstrategie stammen [La12]. Die komplexe Prüfstrategie wird in diesem Fall von einer Erzeugergemeinschaft als Netzwerkkoordinator koordiniert und die Matrix basiert in diesem Fall auf Messdaten. Dabei wurden Informationen aus den Stufen Mast und Schlachthof über vier Mastdurchgänge von 20 Betrieben gewonnen und in der BCG-Matrix zusammengeführt. In die BCG-Matrix flossen Informationen zur Mastleistung, konkret die technischen Parameter Tageszunahmen und Futterverwertung,

---

<sup>1</sup> Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 und Verordnung (EG) Nr. 854/2004 vom 29. April 2004.

und zur Lungengesundheit, konkret die tierbezogene Parameter Lungenbefunde und Schlachtblutergebnisse, ein. In der BCG-Matrix (Abbildung 1) wurde die Mastleistung (y-Achse) ins Verhältnis zur Lungengesundheit (x-Achse) gesetzt. Durch die Berechnung der Quartile für Tageszunahmen und Futterverwertung konnte ein Mastleistungsscore von null = „sehr schlecht“ bis eins = „sehr gut“ berechnet werden. Dasselbe wurde für die Lungengesundheit, die auf den Lungenbefunden und den Schlachtblutergebnissen basiert, durchgeführt. Der Mastleistungsscore eins, wird erreicht, wenn die Tageszunahmen über 803 g und die Futterverwertung unter 2,71 kg je Kilo Schweinefleisch liegt. Der Einser Score bei Lungengesundheit wird erreicht, wenn die Lungenbefunde unter 4,23% und der Serologieindikator (berechnet aus den Schlachtblutergebnissen) unter 0,32 liegt. Dies charakterisiert einen Spitzenbetrieb, auch „Star“ genannt.

### 3 Ergebnisse

Die angepasste BCG-Matrix ist für einen Benchmark mit mehreren Parametern und Datenquellen aus über zwei Wertschöpfungsstufen geeignet (Abbildung 1). Diese Vorgehensweise erlaubt den Vergleich zwischen den Betrieben hinsichtlich Mastleistung und Tiergesundheit, respektive Lungengesundheit. Festgestellt wurde, dass die BCG-Matrix dazu genutzt werden kann, um zu zeigen wie die Betriebe ihre Lage in der Matrix verändern.

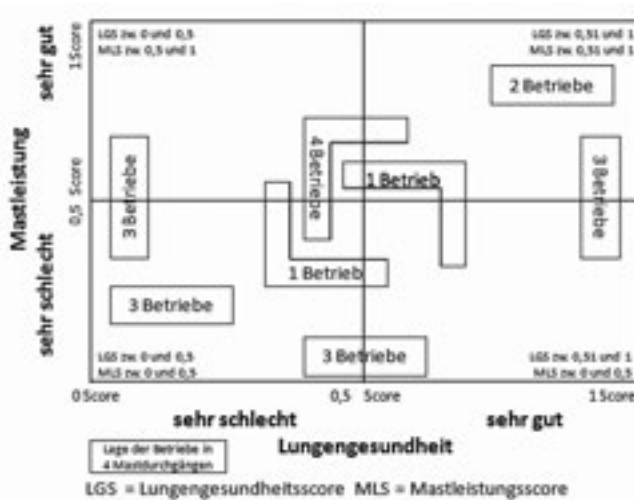


Abbildung 1: Darstellung der Veränderung, unabhängig der Mastdurchgangsreihenfolge, der Lage der Betriebe in der Matrix über vier Mastdurchgänge.

Durch den Benchmark zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Mastbetrieben. Basierend auf diesem Benchmark, kann leicht festgestellt werden warum keine oder warum eine sehr gute Mastleistung erreicht werden konnte. Hier haben die Auswertungen gezeigt, dass eine sehr gute Lungengesundheit die Voraussetzung für eine hohe Mastleistung ist. Zwei Betriebe konnten sich über die vier untersuchten Mastdurchgänge

in diesem Quadrat (sehr gute Lungengesundheit und Mastleistung) halten, dies sind die Stars. Manche Betriebe bewegen sich lediglich horizontal oder nur vertikal, andere Betriebe hingegen bewegen sich sowohl horizontal als auch vertikal. Gründe für die Veränderung können schnell durch die Betrachtung der Detailergebnisse erörtert werden, was aber nicht Gegenstand dieser Publikation ist. Die Detailergebnisse zur Fleischuntersuchung und Schlachtblutuntersuchung werden über die Datenbank Qualifood ([www.qualifood.de](http://www.qualifood.de)) verwaltet.

## 4 Fazit

Die entwickelte Matrix, basierend auf Information aus Prüfungen innerhalb einer Allianz zwischen Kunden und Lieferanten, eignet sich zum Benchmark der verschiedenen Betriebe. Der Benchmark kann sowohl zur Lieferantenbewertung, als Entscheidungsgrundlage für das betriebliche Tiergesundheitsmanagement und zur Optimierung der Mastleistung genutzt werden. Die Zusammenführung technischer und tierbezogener Informationen aus mehreren Wertschöpfungsstufen unterstützt die kontinuierliche Verbesserung. Da Massendaten über die Matrix visuell aufbereitet werden können. Aber nur, wenn die Partner in einer Allianz zusammenarbeiten. Zur Implementierung eines stufenübergreifenden Benchmarks ist ein leistungsfähiges Informations- und Kommunikationssystem wichtig. Die Kommunikation der Informationen sollte durch einen Netzwerkkoordinator koordiniert werden.

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme FP7/2007-2013 under grant agreement n° 228821.

## Literaturverzeichnis

- [Dü12] Düsseldorf, S.; Janowetz, B.; Niemeyer, H.; Petersen, B.; Böttcher, J.; Heres, L.: Correlation between antibodies in pig slaughterhouse blood and KPIs; Book of Abstracts, 13th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Maastricht 212, S. 109.
- [El12] Ellebrecht, S.: Application concept for combined preventive quality management methods in inter-enterprise health management in pork chains. Dissertation, Universität Bonn, 2012.
- [La12] Lang, J. und Petersen, B.: AMOR – improving inspection strategies in agri-food supply chains. 22nd Annual IFAMA World Forum and Symposium, "The Road to 2050: The China Factor", Shanghai, China, June 11-14, 2012.
- [Ma06] Mack, A.; Schmitz, T.; Schulze Althoff, G.; Devlieghere, F.; Petersen, B.: Steps in the risk management process. In: Pieterlin A. Luning, Frank Devlieghere und Roland Verhé (Hg.): Safety in the agri-food chain. Wageningen: Wageningen Academic Publishers 2006, S. 355–396.
- [Pe10] Petersen, B.; Spiller, A.; Theuvsen, L.: Vom Viehvermarkter zum Dienstleistungsprofi. Medienhaus Plump, Rheinbreitbach, 2010.
- [Pu08] Plumeyer, C.H.; Deimel, M.; Theuvsen, L.: Qualitätskommunikation und Prozessoptimierung in der Fleischwirtschaft: Recht, Zertifizierung und Informationssysteme als Einflussgröße. Bericht zur GQW-Tagung 2008, hrsg. v. Prof. Dr.-Ing. Gert Goch, Bremen, S. 1 – 28.

# Kostengünstige Pflanzenkamera und Algorithmus zur Spurführung in engen Pflanzenreihen

Volker Dworak, Matthias Hoffmann, Jörn Selbeck

Abteilung Technik im Pflanzenbau  
Leibniz-Institut für Agrartechnik  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
vdworak@atb-potsdam.de  
mhoffmann@atb-potsdam.de  
jselbeck@atb-potsdam.de

**Abstract:** Zur Spurführung kleiner Forschungsroboter entlang eng gedrillter Pflanzenreihen wird ein Sensor benötigt, der die Spurführung präziser ermöglicht als es GPS-Systeme können. Dieser Sensor lässt sich aus einer Pflanzenkamera und einem Korrelationsalgorithmus entwickeln, indem das Kamerabild mit einer Referenzmaske korreliert wird.

## 1 Einleitung

Zunehmend werden Oktokopter oder kleine Forschungsroboter eingesetzt, um lokale Pflanzen- oder Bodenparameter zu erfassen. Hierfür ist es wichtig den Pflanzenreihen zu folgen und nicht unnötig junge und empfindliche Pflanzen durch Überfahren zu beschädigen. Bei einem Drillabstand von z.B. 12 cm ergibt sich eine sehr hohe Anforderung an die Spurführung des Roboters. Da sich in der Praxis gezeigt hat, dass eine einfache Spurführung anhand von GPS-Daten nicht möglich ist [Wu06; Mi08], weil ständig Sprünge im Meterbereich durch Satellitenwechsel, Abschattungen und anderen Signalfehlern erfolgen, müssen weitere Spurführungstechniken ergänzt werden.

Da im ATB eine kostengünstige Pflanzenkamera entwickelt wird, die den NDVI (Normierter Differenz Vegetations-Index) nutzt um ein kontrastreiches Grauwertbild zu erzeugen, bieten sich digitale Bildverarbeitungsalgorithmen an, um eine geeignete Spurführung zu erzeugen. Da Drohnen und kleine Forschungsroboter über kleine Kapazitäten für Platz, Gewicht und Energiebedarf verfügen, wird eine integrierte Lösung auf Basis von Mikrokontrollern oder FPGAs (Feld-Programmierbare Gate-Arrays) benötigt, die diese Bedingungen erfüllen. Hierdurch sind allerdings die Ressourcen hinsichtlich des digitalen Speichers und der Rechengeschwindigkeiten eingeschränkt. Es wird also ein einfacher Algorithmus benötigt der die Datenreduktion, Filterung und Entscheidungsfindung ermöglicht. Zudem werden diese Ergebnisse zukünftig an den Regel- und Steuerungsrechner des Roboters übertragen. Für einen Regelkreis ist die Vermeidung von



Todzeiten und Trägheiten von großem Vorteil, da das Überspringen des Reglers reduziert wird. Nun hat aber jedes Fahrzeug aufgrund der Massenträgheit und Verzögerungen in der Ansteuerung genau diese Nachteile, die nur kompensiert werden können, wenn eine Erwartungshaltung bzw. Vorausschau in die Zukunft möglich ist. Diesen Vorteil bietet die Erfassung der Scene vor dem Roboter durch eine Kamera mit leicht nach unten geneigtem Blickwinkel. In dem Szenenbild sind sowohl die Pflanzen(reihen) unmittelbar vor dem Roboter enthalten, als auch die entfernten. Dies ermöglicht es, nicht nur den aktuellen Regelfehler zu ermitteln, sondern auch noch eine Prognose bzw. Tendenz für den Richtungswechsel vorzugeben. Der Algorithmus nutzt die Kreuzkorrelation zwischen den Bildzeilen und einer Maske, um den Schwerpunkt als Messgröße zu ermitteln. Die Maske kann entweder aus dem Start/Standbild vor der Reihendurchfahrt ermittelt werden, oder es werden vorprogrammierte Masken wie „Winterweizen“ genutzt.

## 2 Methoden

Für den Spurführungssensor wird eine Pflanzenkamera und ein Algorithmus benötigt. Die Pflanzenkamera soll hierbei ein möglichst kontrastreiches Bild liefern, indem sich die Pflanzen deutlich vom Boden abheben. Der Algorithmus soll die Reihen der Pflanzen erkennen und selbst bei begrenzt gestörten Pflanzenreihen sicher die Fahrrichtung festlegen.

### 2.1 Pflanzenkamera

Die Spurführung kleiner Forschungsroboter oder Flugdrohnen erfordert einen sowohl preiswerten aus auch kleinen Sensor für die Realisierung. Kleine Industriekameras für 200 € verfügen oft über einen CMOS-Kamerachip bei dem der IR-Sperrfilter entfernt werden kann. Chips wie der MT9V032STC von Aptina (Aptina Imaging Corporation, 3080 North 1st Street, San Jose, CA 95134, USA) verfügen über eine Lichtempfindlichkeit auch im nahen Infrarotbereich um die 850 nm Wellenlänge (Abb. 1.a)). Da die Farbpixel in einem Bayer-Pattern (Abb. 1.b)) angeordnet sind, ist es technisch sehr aufwendig jedem Pixel einen eigenen neuen Farbfilter zu geben. Wird aber statt dem Infrarotsperrfilter ein Doppelbandpassfilter eingebaut, der die Wellenlängen um 650 nm und 850 nm durchlässt, kann ein Bild mit der Summeninformation aus dem roten Kanal und zwei Bilder mit der reinen 850 nm (nahes Infrarot: NIR) Intensität aus dem blauen und grünen Kanal erzeugt werden. Nach einer Modifikation der Formel für den NDVI, kann dieser aus den RGB-Bildern erzeugt werden.

$$\text{NDVI} = (\text{NIR}-\text{R})/(\text{NIR}+\text{R}) \rightarrow (\text{B}+\text{G}-\text{R})/\text{R} = \text{NDVI}$$

Somit ist es möglich eine Pflanzenkamera mit einem CMOS-Chip zu bauen, die ein helles Bild der Pflanzen liefert und ein dunkles für die Bereiche des Bodens.

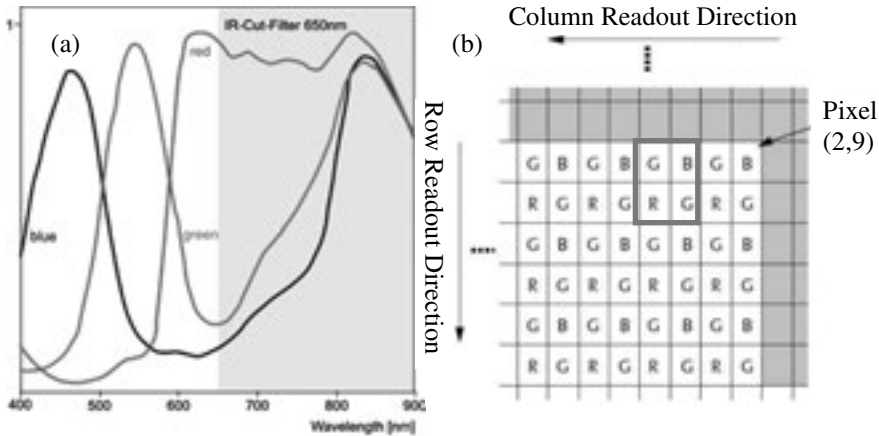


Abbildung 1: Beschreibung der spektralen Empfindlichkeit der RGB-Pixel des MT9V032STC Chips und sein zugehöriges Bayer-Pattern aus dem Datenblatt

## 2.2 Anbau der Pflanzenkamera

Die Pflanzenkamera wird in Fahrtrichtung höchstmöglich mit einem Blickwinkel zwischen Horizont und Fahrzeugkante montiert. Aus der damit verbundenen perspektivischen Verzerrung ergibt sich, dass im unteren Bildabschnitt einige wenige Pflanzenreihen zu sehen sind und im oberen Bildabschnitt viele weitentfernte Pflanzenreihen zu sehen sind. Dies kann optional zur Entfernungsbestimmung genutzt werden. Weiterhin bietet dies den Vorteil, dass die nahe und die entfernte Pflanzenspur zu erkennen ist und somit Spurinformatoren ermittelt werden können, die aus Sicht der Fahrzeit in der Zukunft liegen. Der Regelalgorithmus kann also mit Zukunftsdaten gespeist werden und vermeidet Schwingungen durch die fehlenden Totzeiten.

## 2.3 Reihenerkennung durch die Kreuzkorrelation

Das durch die Pflanzenkamera gewonnene perspektivisch verzerrte Bild wird nun zeilenweise mit einer Maske kreuzkorreliert. Hierfür werden je nach Blickwinkel der Kamera zwischen zehn bis fünfzig Zeilen gemittelt. Es ergibt sich eine lokale Pflanzenreihenfunktion  $p(x)$  über die Zeilenkoordinate  $x$ . Diese kann mit einer Maske  $m(x)$  kreuzkorreliert werden. Die Maske kann aus einer vorgegebenen Referenzmaske bestehen, oder sie kann aus dem ersten Startbild bei der Feldeinfahrt bzw. Orientierung vor der ersten Spur/Fahrt erzeugt werden. Diese Maske wird bei der Kreuzkorrelation über die Pflanzenfunktion durchgeschoben und für jede Position werden alle Einzelwerte multipliziert und dann aufsummiert. An der Position mit dem höchsten Summenwert ist die Maske der Funktion am ähnlichsten. Es ergibt sich also im mittleren Bereich ein Maximum, dessen Halbwertsbreitenmitte als Schwerpunkt bzw. Referenzpunkt für die Regelabweichung von der Mitte genutzt werden kann. Die Maske wird in Abhängigkeit der Bildzeilenhöhe skaliert, da durch die perspektivische Verzerrung die Maske immer schmaler werden muss. Optional kann der Skalierungsfaktor auch im Betrieb dynamisch

angepasst werden. Die Abweichung von der Norm gibt eine Aussage darüber, ob das Fahrzeug sich auf einen Anstieg oder Tal zubewegt. Für Messfahrten, die eine konstante Geschwindigkeit benötigen, kann somit bereits die Bereitstellung von zusätzlicher Energie erfolgen. Je nach geometrischer Anordnung der Kamera liegt der obere Bildabschnitt derart weit weg, dass die Auflösung der Kamera nicht mehr reicht um einzelne Reihen zu trennen.

### 3 Ergebnisse

Wird die Kreuzkorrelation auf die NDVI Bilder der Pflanzenreihen angewendet so ergeben sich bereits genaue Scherpunktsangaben ohne das eine weitere Filterung vorgenommen wurde (Abb. 2). Da die Pflanzenreihen üblicherweise keine Sprünge haben, kann natürlich noch eine Glättungsprozedur auf die einzelnen Ergebnisse des aktuellen Bildes und der Vorhergehenden angewendet werden und eine rauscharme Bahnkurve ermittelt werden.

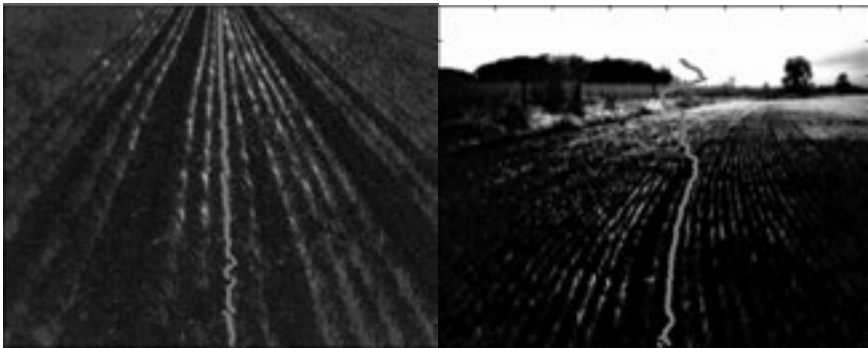


Abbildung 2: Berechnung der Spurposition im Winterweizenreihen aus realen NDVI Bildern

Durch die Filterung mit den Vorhergehenden Ergebnissen und der Ermittlung einer Bahnkurve sollten auch größere Fehlstellen in den Pflanzenreihen überwunden werden können ohne das die richtige Reihe verloren geht. Dies gilt es in nachfolgenden Arbeiten zu ermitteln. Beim Übergang zum Vorgewende geht die Spur verloren und die Korrelationswerte sind niedrig. Trifft dieser Fall mit dem Ende des Feldes aufgrund der berechneten Wegstrecke zusammen, so kann ein Wendemanöver eingeleitet werden.

### Literaturverzeichnis

- [Mi08] Min, M.; Ehsani, R; Salyani, M.: Dynamic Accuracy of GPS Receivers in Citrus Orchards. In Applied Engineering in Agriculture, November 2008. Volume 8, S. 861-868.
- [Wu06] Wu, C.; Ayers, P. D.; and Anderson, A. B.: Influence of travel directions on the GPS dynamic accuracy for vehicle tracking. Transactions of the ASABE, 2006, Vol. 49(3), S. 623-634.

# **IAP – Ein Informationssystem zur Verarbeitung von Aufnahmen automatisierter Phänotypisierungsanlagen am Beispiel von Gerste (*Hordeum vulgare* L.)**

Alexander Entzian<sup>1</sup>, Kerstin Neumann<sup>2</sup>, Benjamin Kilian<sup>2</sup>, Christian Klukas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AG Bildanalyse, Abt. Molekulare Genetik

<sup>2</sup>AG Genomdiversität, Abt. Genbank

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK)

Corrensstraße 3

06466 Stadt Seeland OT Gatersleben

{entzian, neumann, kilian, klukas}@ipk-gatersleben.de

**Abstract:** Hochdurchsatzphänotypisierung ist eine wichtige Grundlage für die biologische Forschung insbesondere im Bereich der Agrarforschung. Zur Bewältigung der dabei entstehenden großen Datenmengen wurde die Integrierte Analyse Plattform „IAP“ entwickelt. Mit diesem Informationssystem sind Bioinformatiker und Biologen in der Lage, effizient Experimente auszuwerten, zu verwalten, zu archivieren, zu visualisieren und statistisch zu interpretieren.

## **1 Motivation und Zielsetzung**

Die Hochdurchsatzanalyse wird in der biologischen Forschung vor allem im Bereich der Microarray-Datenanalyse (DNA, Proteine, ...) und im Bereich der Analyse von Metabolitdaten angewandt. Dieser Trend hat sich nun in den letzten Jahren auch im Bereich der Pflanzenphänotypisierung durchgesetzt [Ha11, Gr06, Wa07]. Auf Grund neuer Entwicklungen [Le12] ist es möglich hunderte von Pflanzen mit vergleichbaren standardisierten Wachstumsbedingungen über ihre gesamte Lebensphase aufzuziehen und nicht-invasiv zu analysieren. Das in dieser Arbeit vorgestellte Informationssystem, die Integrierte Analyse Plattform „IAP“ [KPE12], ist in der Lage sehr große Bilddatenmengen unterschiedlicher Kamerasysteme effizient zu analysieren und zu verarbeiten.

## **2 Aufbau des automatisierten Aufnahmesystems für Gerste**

### **2.1 Kamerasysteme für die Bilderfassung**

Die zu analysierenden Gerstenbilder werden mit dem Hochdurchsatzphänotypisierungssystem von LemnaTec [Le12] mittels drei Bildaufnahmekammern im Bereich des sichtbaren Lichts (1234 x 1624 Pixel), im nahen Infrarot (IR-B, 1450-1550 nm;

254 x 320 Pixel) und der Fluoreszenz (420-750 nm; 1234 x 1624 Pixel) in 30° Schritten von der Seite und jeweils ein Bild von oben aufgenommen. Bilder des nahen Infrarots geben Rückschlüsse auf den Wasserhaushalt der Pflanze. Die Fluoreszenzbilder basieren auf dem patentierten Dark Reader Setup der Firma Clare Chemical Research [C112] und ermöglichen die Erfassung von roten und grünen fluoreszierenden Pflanzenbestandteilen (eGFP, eYFP, RFP, ...) [Eb07].

## 2.2 Überblick über das Gesamtsystem

Das System (Abb. 1 links) besteht aus einer Aufnahmeschleife in der sich die oben beschriebenen Kammern und eine Beladestation befinden (Abb. 1 Mitte). In einem zweiten großen Bereich können bis zu 520 Einzelpflanzen (Abb. 1 rechts) aufwachsen. Beide Bereiche sind mit Förderbändern verbunden, auf welchen die Pflanzen vollautomatisch transportiert werden. Neben der Bildaufnahme erfolgen ebenfalls die Bewässerung und das Wiegen der Pflanzen vollautomatisch nach zuvor festgelegten Zeiten und Werten.



Abbildung 1: Automatisiertes Aufnahmesystem für Gerste; Anlagenüberblick (links); Beladestation und Bildaufnahmekammern (Mitte); Gewächshausbereich (rechts)

## 3 Integrierte Analyse Plattform – IAP

Die integrierte Analyse Plattform (IAP) [KPE12] ist ein System zur Integration verschiedener Datendomänen (Analyseergebnisse, Bilddaten, Klimadaten, ...). Es wurden drei Benutzeroberflächen entwickelt. Eine Web-Oberfläche für das Daten-Browsing, eine Java-Swing-Oberfläche für Interaktionen mit den Daten und ein Kommandozeilen-Client für die Bildanalyse auf einem Server.

### 3.1 Datenzugriff, -import und Backup

Die erzeugten Bilder werden vom Aufnahmesystem in einer PostgreSQL Datenbank mit Metadaten und weiteren Informationen (ID, Rotationswinkel, ...) verknüpft und sind mittels FTP abrufbar. Um mit IAP verarbeitet werden zu können, werden automatisiert einmal täglich alle notwendigen Informationen in das IAP Datenbanksystem (MongoDB) geladen. Zusätzlich, zu den vorhanden Metadaten, können weitere Informationen wie zum Beispiel Metabolitdaten, Genexpressionsdaten, Klimadaten des Gewächshauses und manuell gemessene Referenzdaten importiert werden. Zur Langzeitarchivierung der

primären Bilddaten und der Analyseergebnisse werden diese in ein hierarchisches Speichermanagement System (Hierarchical Storage Management System, HSM) mit automatischer Bandsicherung kopiert.

### 3.2 Bildanalyse

Die in IAP integrierte Bildanalysepipeline ist in Java implementiert und besteht aus individuell anpassbaren Einzelkomponenten. Als grundlegende Bildverarbeitungsbibliothek wurde ImageJ [SRE12] gewählt. Die Pipeline wird automatisch sequentiell für jede Pflanze vom ersten bis zum letzten Tag für jeden Drehwinkel der Seiten- und Topaufnahmen aufgerufen. In jedem Schritt werden parallel 3 Bilder (ein Bild je Kamertyp) verarbeitet (Abb. 2).



Abbildung 2: Von links nach rechts: Eingangsbild, ausgewählter Zwischenschritt, Ergebnisbild, Verlauf der digitalen Biomasseentwicklung (Mittelwert mit Standardabweichung) von je 156 Gerstenpflanzen unter Trockenstress (braun) und Kontrollbedingungen (grün)

Nachdem die Pflanze vom Hintergrund getrennt wurde, werden anschließend numerische Ergebnisdaten (digitale Biomasse, Höhe, ...) bestimmt. Es ergibt sich folgender Ablauf:

**1. Weiß- und Schwarzabgleich:** Die verwendeten Lichtquellen in den Aufnahmekammern erwärmen sich über den gesamten Tag, auch in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur, was zu veränderten Lichtbedingungen führt. Dadurch kommt es über die Zeit auf den Bildern zu einem veränderten Weiß- (RGB-Kamera) bzw. Schwarzwert (Fluoreszenz-Kamera). Um für jedes Bild eine einheitliche Farbklassifikation zu erhalten, wird deshalb ein Weiß- bzw. Schwarzabgleich durchgeführt. Da die IR-B Kamera systembedingt eine starke Randabschattung aufweist, erfolgt hier ein konzentrischer dynamischer Weißabgleich.

**2. Reduzierung durch Referenzbild und Detektion blauer Markierungen:** Der maximale Wachstumsbereich von Gerste ist mit blauen Markierungen auf der Hintergrundwand der RGB-Kammer markiert. Alles außerhalb dieses Rechtecks wird vom Bild entfernt. Zusätzlich wird vor jedem Durchlauf ein Referenzbild erzeugt („null image“) auf dem jeweils die leere Kammer zu sehen sind. Durch den Vergleich mit diesem Referenzbild kann ebenfalls ein Großteil des Hintergrundes entfernt werden.

**3. Entfernen von kleinen Störobjekten und Anwendung der Fluoreszenzmaske:** Das verbleibende Hintergrundrauschen, sowie die zum Abstützen der Pflanzen notwendigen blauen Metallkörbe werden mittels eines Farbfilters im HSB Farbraum entfernt. An-

schließend detektiert ein Algorithmus die zusammenhängenden Bildkomponenten und kleineren Störobjekte, die nicht vom Farbfilter erfasst wurden und entfernt diese. Um im IR-B-Bild eine aussagekräftige Trennung zu erreichen, wird zuerst das Verfahren des adaptiven Thresholdings [SP00] angewandt und anschließend das verarbeitete Fluoreszenzbild als Maske verwendet.

**4. Berechnung von Deskriptoren:** Schlussendlich können für alle drei Bildtypen Deskriptoren berechnet werden, beispielsweise digitale Biomasse, Höhe, Breite, die Kompaktheit, die konvexe Hülle und weitere davon abgeleitete Parameter.

### 3.3 Daten-Browsing, statistische Analysen und Report-Generierung

Die Ergebnisse der Bildanalyse können im Web-Client oder der Desktop-Anwendung vom Nutzer betrachtet und durchsucht werden. Zusätzlich werden die Korrelationswerte zwischen experimentellen Daten und manuell erhobenen Deskriptoren (z.B. Frischgewicht und Höhe) ermittelt und angezeigt. Abschließend wird ein Report über alle Ergebnisse erstellt. Dies geschieht in drei Schritten. Als erstes werden die grafisch darzustellenden Daten als CSV-Datei exportiert. Im zweiten Schritt werden die Diagramme mit dem R-Paket ggplot2 [Wi09] ausgegeben, anschließend werden alle Ergebnisse mittels LaTeX zu einer PDF-Report-Datei zusammengefasst.

## Literaturverzeichnis

- [Cl12] Clare Chemical Research, Dark Reader® Technology, Verfügbar: <http://www.clarechemical.com/>, Zugriff: 18.10.2012.
- [Eb07] Eberius M.; LemnaTec Fluorescence Imaging and Analysis, LemnaTec Manual, 2007.
- [Gr06] Granier, C.; et. al.: PHENOPSIS, an automated platform for reproducible phenotyping of plant responses to soil water deficit in *Arabidopsis thaliana* permitted the identification of an accession with low sensitivity to soil water deficit, *The New phytologist*, 169, 3, 2006, S.623–35.
- [Ha11] Hartmann, A.; et. al.: HTPPheno: An Image Analysis Pipeline for High-Throughput Plant Phenotyping. *BMC Bioinformatics*, 12, 2011, S.148–157.
- [KPE12] Klukas, C.; Pape, J.-M.; Entzian, A.: Analysis of high-throughput plant image data with the information system IAP, *Journal of integrative bioinformatics*, 9, 2, 2012, S.191-193.
- [Le12] Lemnatec GmbH, LemnaTec, Verfügbar: <http://www.lemnatec.com>, Zugriff: 18.10.2012
- [SP00] Sauvola, J.; Pietikäinen, M.: Adaptive document image binarization, *Pattern Recognition*, 33, 2000, S.225–236.
- [SRE12] Schneider, C. A.; Rasband, W. S.; Eliceiri, K. W.: NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis, *Nature methods*, 9, 2012, S.671–675.
- [Wa07] Walter, A., et. al.: Dynamics of seedling growth acclimation towards altered light conditions can be quantified via GROWSCREEN: a setup and procedure designed for rapid optical phenotyping of different plant species, *The New phytologist*, 174, 2, 2007, S.447–455.
- [Wi09] Wickham, H.; ggplot2. Springer, New York, NY, 2009.

# **Auswirkungen der Nutzung von Daten der Lieferkette von Pflanzenfasern auf die Produktionsplanung**

Stefan Friedemann, Hendrik Hilpert, Matthias Schumann

Professur für Anwendungssysteme und E-Business  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen

stefan.friedemann@wiwi.uni-goettingen.de  
hendrik.hilpert@wiwi.uni-goettingen.de  
mschuma1@uni-goettingen.de

**Abstract:** Der Einsatz von RFID oder Sensoren in Lieferketten führt zu mehr verfügbaren Daten. In diesem Artikel werden die Potentiale der präziseren und frühzeitigeren Datenerhebung entlang der Lieferkette von Pflanzenfasern analysiert. Anschließend wird dargestellt, welche potentiellen Auswirkungen die so verbesserte Datengrundlage auf die Produktionsplanung mit diesen Rohstoffen hat. Es zeigt sich, dass die spezifischen Unsicherheiten in diesen Lieferketten durch verbesserte und frühzeitigere Planung reduziert werden können.

## **1 Entwicklungen in der Lieferkette von Pflanzenfasern**

Die Verwendung von Pflanzenfasern nimmt durch die verstärkte Nutzung von Verbundwerkstoffen wie naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) oder Wood-Plastic-Composites (WPC) immer weiter zu [FNR08][Vo06]. Neben Substitutionsmöglichkeiten der Fasern untereinander müssen in der Produktionsplanung auch verstärkte Unsicherheiten aufgrund natürlicher Umwelteinflüsse berücksichtigt werden. Unsichere Faktoren sind bspw. Liefertermine, Zustand der Fasern und auch die Quantität der Fasern. Durch die Technisierung der Lieferketten im Agrarbereich entstehen immer mehr Daten. Insbesondere können diese bereits zum Zeitpunkt der Ernte erfasst oder bei der Nutzung von modernen Landmaschinen mit Messsensoren sogar noch davor erhoben werden. Es liegt nahe, diese Daten für die Produktionsplanung zu nutzen und so die Planbarkeit der Rohstoffe zu unterstützen. In diesem Artikel werden potentielle Nutzungsmöglichkeiten der Daten hergeleitet und weitere Forschungsfragen aufgezeigt.

## **2 Verbundwerkstoffe und Unsicherheiten in der Lieferkette**

Verbundwerkstoffe sind eine Unterart der Biowerkstoffe, welche vollständig oder zumindest in „relevantem Maße“ aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz, Naturfasern



oder Stroh hergestellt werden [No10]. Aktuell gelten die Wood-Plastic-Composites (WPC) und die naturfaserverstärkten Kunststoffe (NFK) als bekannteste und am stärksten nachgefragte Verbundwerkstoffe. Bei WPCs werden Holzfasern mit Polymeren gemischt, wodurch verbesserte Materialeigenschaften erreicht werden. NFKs werden häufig als Substitut für glasfaserverstärkte Kunststoffe gesehen, bieten aber auch neue Anwendungsmöglichkeiten [No10]. Ähnlich wie bei den WPCs werden Kunststoffe mit Naturfasern vermischt. Bei beiden Verbundwerkstoffen sind die Anteile an nachwachsenden Rohstoffen und Kunststoffen variabel, was in der Planung entsprechend flexibel abgebildet werden muss [FNR10]. Diese Variationsmöglichkeit bietet den Vorteil, dass verschiedene Faserarten untereinander substituiert werden können. So kann im Falle der Nichtlieferbarkeit einer Faser eine andere verwendet werden. Auch bei WPCs können Holzfasern durch Pflanzenfasern ersetzt werden [Vo06]. In diesem Artikel werden wir uns daher auf die Lieferkette von Pflanzenfasern im Hinblick auf deren Einsatz in Verbundwerkstoffen fokussieren.

An der Lieferkette sind verschiedene Akteure beteiligt, welche sich in Land- oder Forstwirte, Logistikdienstleister, Verarbeiter (z. B. ein Faserwerk zur Aufbereitung und Veredelung) und Produzenten unterteilen lassen. Die Lieferkette der Pflanzenfasern, welche als Bestandteil in die WPCs und NFKs eingehen, unterliegt neuen und in der Industrie bislang eher wenig beachteten Herausforderungen [Na03][MB95][De85]. Das natürliche Wachstum ist von exogenen Einflüssen wie dem Wetter abhängig, so dass Ernte- und Lieferzeitpunkte nicht exakt fixiert werden können [FS11]. Ebenso können die Materialqualitäten aufgrund von Beschädigungen, Wettereinflüssen oder Schädlingsbefall schwanken und nicht immer den geforderten Qualitäten entsprechen. Die Produktionsplanung mit diesen Rohstoffen unterliegt daher Unsicherheiten, wodurch sich ein erhöhter Planungsaufwand bspw. in Form von Aktualisierungen, Substitutionsplanung oder Datenaustausch mit Lieferanten ergibt.

### **3 Einsatz von IT entlang der Lieferkette von Pflanzenfasern**

Die Lieferkette von Pflanzenfasern ist aufgrund der beteiligten Partner und der kleinen Unternehmensgrößen bislang nicht stark von moderner Informationstechnologie durchdrungen. Pilotversuche zeigen allerdings, was sowohl aus wissenschaftlicher als mittlerweile auch aus praktischer Sicht möglich ist. Einige Einsatzszenarien aus der Holzwirtschaft belegen vielversprechende Ergebnisse und eine Übertragbarkeit auf die Agrarwirtschaft scheint möglich [SWC09][Si08]. In Versuchen wurden Baumstämme vom Erntegerät vollautomatisch mit RFID-Tags (Radio Frequency Identification) versehen, um so eine kontaktlose und automatisierte Identifizierung der einzelnen Stämme entlang der weiteren Lieferkette zu ermöglichen. Die weiteren Transportfahrzeuge und Verarbeiter wurden ebenfalls mit Lesegeräten ausgestattet. Auf diese Weise entstehen entlang der Lieferkette Echtzeitdaten, welche bislang nicht vorhanden waren. Mittels der eindeutigen Identifikationsnummer der RFID-Tags können weitere Informationen wie bspw. Qualität, Länge oder Ernteort mit den Logistikdaten verknüpft werden. Die RFID-Tags zeigten sich robust genug, um auch im Umfeld von natürlichen Einflüssen und Bewegungsarbeiten zu funktionieren. Die RFID-Technologie erscheint auf den ersten Blick auch im Umfeld von Pflanzenfasern anwendbar. Allerdings ergeben sich besondere

Herausforderungen: Im Gegensatz zu Holz ist es ökonomisch nicht sinnvoll, einzelne Pflanzenfasern mit einem RFID-Chip zu versehen, sondern nur Bündelungen oder Transporteinheiten [FS11]. Für diese Transporteinheiten können Zusatzdaten erhoben und mit den Identifikationsnummern verknüpft werden. Daneben muss beachtet werden, dass bei jedem Aufbruch der Bündelungen die Informationen beibehalten und diese ebenfalls „aufgeteilt“ werden müssen. Dieses kann durch Verknüpfung der neuen Teillieferungen (und somit der neuen Datensätze) mit dem Datensatz der ersten Lieferung gewährleistet werden.

Zusatzdaten können mittlerweile auch von immer mehr Landmaschinen gemessen und erhoben werden. So ist es bspw. möglich, mittels Lichtsensoren an Dünge- und Erntemaschinen den Chlorophyllgehalt von Pflanzen zu messen, durch Infrarotlicht die Biomasse oder auch Werte über Feuchtigkeit und Stickstoffgehalt [Zi11]. Diese Daten ermöglichen während der Wachstumszeit Prognosen über Quantität und Qualität der Rohstoffe, im Erntezeitpunkt werden diese Daten nochmals konkretisiert. So kann der Abnehmer der Rohstoffe die bislang unsicheren Faktoren Quantität und Qualität besser einschätzen, was sich in einer verbesserten Planungsgrundlage widerspiegelt. Wie diese Daten in der Produktionsplanung genutzt werden können, wird im folgenden Kapitel geschildert.

## **4 Nutzung der Daten in der Produktionsplanung**

Die Daten aus der Lieferkette können in verschiedenen Planungsebenen der Produktionsplanung genutzt werden. In diesem Kapitel werden potentielle Nutzungsmöglichkeiten der Daten aufgezeigt. Zunächst kann durch Prognosen über Qualität und Quantität während der Wachstumszeit eine Grobplanung vorgenommen werden, um einen Ausgleich zwischen Aufträgen und Rohstoffangebot zu schaffen. So können bspw. Fehlmengen frühzeitig erkannt werden. In der Produktionsprogrammplanung können für verschiedene Szenarien vorab Pläne erstellt werden: So lässt sich z. B. ein Produktionsplan für das Szenario „schlechte Rohstoffqualität“ und einer für das Szenario „gute Qualität“ erstellen [FS12]. Durch die bessere Datengrundlage, welche im vorherigen Kapitel erläutert wurde, können sowohl die zu planenden Szenarien als auch die dafür zu prognostizierenden Werte besser eingeschätzt werden. Anhand der Szenarien kann später, bei Bekanntwerden der tatsächlichen Liefermenge und -qualität, der durchzuführende Produktionsplan ausgewählt werden. Wenn Daten mehrmals zu verschiedenen Zeitpunkten erhoben werden, können die Szenarien im Rahmen einer rollierenden Planung regelmäßig aktualisiert werden. Die tatsächlichen Mengen- und Qualitätswerte werden durch die Landmaschinen während der Ernte erhoben, wodurch diese frühzeitiger als bislang zur Verfügung stehen. Die eindeutige Identifikation der Rohstoffe ermöglicht beim Eintreffen die Zuordnung von Rohstoffen zu Produktionsaufträgen. Wie bereits dargestellt, können verschiedene Faserarten oder Holz in den Verbundwerkstoffen gegen andere Fasern ausgetauscht werden. Diese Substitutionsmöglichkeiten können durch die verbesserte Datengrundlage ebenfalls präziser und vor allem frühzeitiger geplant werden, so dass bspw. eine Ersatzlieferung beauftragt werden kann.

## 5 Zusammenfassung

Es wurde dargestellt, dass die vermehrte Nutzung von Sensoren und IT wie bspw. die RFID-Technologie entlang der Lieferkette von nachwachsenden Rohstoffen zu einer verbesserten Datengrundlage für die Produktionsplanung von Verbundwerkstoffen führen kann. Zunächst entsteht der theoretische Vorteil, dass die Produktionspläne nicht erst beim Eintreffen der Rohstoffe, sondern schon frühzeitiger erstellt und entsprechend der realen Liefersituation angepasst und eingeplant werden können. Ein weiterer potentieller Vorteil ist, dass eine Rückverfolgbarkeit von Rohstoffen über die Lieferkette möglich wird. Die steigenden Anforderungen durch rechtliche Rahmenbedingungen und Zertifizierungssysteme erfordern eben diese Rückverfolgbarkeit auch für die eingesetzten Rohstoffe. In weiteren Forschungsvorhaben sollte geprüft werden, ob eine rollierende Planung tatsächlich zu besseren Planungsergebnissen führt. Die Ergebnisse sollten in Relation zu den Planungsergebnissen mit einmaliger oder gar nicht stattfindender Vorabplanung auf ihre Vorteilhaftigkeit geprüft werden. Eine weitere interessante Fragestellung wäre, ob die einmalig erhobenen Daten über Faktoren wie Standorte, Licht- und Wetterverhältnisse auch in Prognosemodelle überführt werden können, welche eine ausreichende Planungsqualität ohne tatsächliche Messungen erreichen könnten.

## Literaturverzeichnis

- [De85] Dennis, B., Brown, B.E., Stage, A.R., Burkhardt, H.E., Clark, S.: Problems of Modeling Growth and Yield of Renewable Resources. *The American Statistician*, 15, 1985; S. 374-383.
- [FNR08] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Naturfaserverstärkte Kunststoffe, Gülzow 2008.
- [FNR10] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie, Gülzow 2010.
- [FS11] Friedemann, S., Schumann, M.: Potentials and Limitations of RFID to Reduce Uncertainty in Production Planning with Renewable Resources. *Journal of System and Management Sciences*, 1, 2011; S. 47-66.
- [FS12] Friedemann, S., Schumann, M.: Berücksichtigungsmöglichkeiten von Beschaffungsunsicherheiten in den Grunddatenstrukturen von PPS-Systemen. *Arbeitsbericht der Professur für Anwendungssysteme und E-Business*, 2, 2012.
- [MB95] McCarthy, M.A., Burgman, M.A.: Coping with uncertainty in forest wildlife planning. *Forest Ecology and Management*, 74, 1995; S. 23-36.
- [Na03] Narodoslawsky, M.: Renewable Resources – New Challenges for Process Integration and Synthesis. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 17, 2003; S. 55-64.
- [No10] nova-Institut für Ökologie und Innovation GmbH: Branchenführer Innovative Biowerkstoffe 2010. Hürth, 2010.
- [Si08] Sirkka, A.: Modelling Traceability in the Forestry Wood Supply Chain. In *ICDE Workshops 2008*; S. 104-105.
- [SWC09] Stiebitz, N., Wittau, F., Chmara, S.: Intelligentes Holz – RFID in der Rundholzlogistik. *AFZ-DerWald*, 10, 2009; S. 516-517.
- [Vo06] Vogt, D., Karus, M., Ortmann, S., Gahle, C.: Wood Plastic Composites. [http://www.nova-institut.de/pdf/06-01\\_WPC-Studie.pdf](http://www.nova-institut.de/pdf/06-01_WPC-Studie.pdf), 2006.
- [Zi11] Ziegler, P.-M.: Precision Farming. *c't*, 13, 2011; S. 78-83.

# Nutzung des Internets für die Nachhaltigkeitsberichterstattung in der Ernährungsbranche

Nina Friedrich, Marie Wellner, Ludwig Theuvsen

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen  
nfriedr@gwdg.de

**Abstract:** Die Unternehmen der Ernährungsbranche sehen sich einem steigenden öffentlichen Druck ausgesetzt. Kritische Anspruchsgruppen fordern, dass Unternehmen ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltig agieren. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, haben die Unternehmen des Agribusiness begonnen, Nachhaltigkeitskonzepte zu formulieren und zu implementieren. Die nachhaltigkeitsrelevanten Leistungen werden dann in Nachhaltigkeitsberichten kommuniziert und über das Internet einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Die Qualität der Nachhaltigkeitsberichte ist dabei entscheidend für deren Glaubwürdigkeit. Ziel dieses Beitrags ist es, den Stand der entsprechenden Online-Berichterstattung in der Ernährungsbranche zu analysieren.

## 1 Einleitung

Die Krisen und Skandale der vergangenen Jahre, die in Verbindung zur Lebensmittelbranche stehen, haben das Vertrauen der Verbraucher in die Nahrungsmittelerzeugung geschwächt und die Produktqualität und -sicherheit in den öffentlichen Fokus gerückt [Ab10]. Aufgrund ihrer existentiellen Bedeutung lösen Lebensmittelkrisen ein hohes persönliches Interesse in der Bevölkerung aus. Die Forderungen der Gesellschaft an Unternehmen sind gestiegen, da die Auswirkungen der Unternehmensaktivitäten auf das soziale und ökologische Umfeld bewusster wahrgenommen werden [Ba12]. Von Unternehmen wird daher erwartet, dass sie Verantwortung für eine ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Entwicklung übernehmen. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit beeinflussen sich gegenseitig, weshalb sie integriert als Teil eines Gesamtkonzepts betrachtet werden müssen. Entsprechende Nachhaltigkeitsmanagementsysteme gewährleisten diese integrierte Sichtweise und unterstützen die Umsetzung der vielfältigen Ansprüche an die Produktionsprozesse. In Nachhaltigkeitsberichterstattungen legen Unternehmen ihr Engagement für eine nachhaltige Entwicklung offen. Die jährlich steigende Zahl der veröffentlichten Nachhaltigkeitsberichte zeigt deren hohe Relevanz. Eine Analyse des Status Quo soll im Folgenden aufzeigen, wie weit der Stand der Online-Berichterstattung zum Nachhaltigkeitsmanagement in der Ernährungswirtschaft fortgeschritten ist.

## **2 Bedeutung des Nachhaltigkeitskommunikation**

Die zunehmende Aufmerksamkeit der Verbraucher setzt Unternehmen unter Druck und erfordert eine transparente Kommunikation der unternehmerischen Aktivitäten sowie die Berücksichtigung von gesellschaftlichen Interessen [SP10]. Skandale, die durch das Fehlverhalten einzelner Unternehmen ausgelöst werden, können die Akzeptanz und Reputation einer gesamten Branche in Mitleidenschaft ziehen. Für das langfristige Bestehen eines Unternehmens ist dessen gute Reputation jedoch essentiell [HT10]. In diesem Zusammenhang stellen Nachhaltigkeitsberichte ein wichtiges Instrument zur Kommunikation mit der Öffentlichkeit dar. Ziel der Nachhaltigkeitskommunikation ist es, die öffentliche Wahrnehmung des Unternehmens mit dessen sozialen, ökologischen und ökonomischen Leistungen zu verknüpfen [Wi07]. Die auf der öffentlichen Akzeptanz beruhende Legitimität eines Unternehmens, die seine Existenzberechtigung darstellt, hängt im hohen Maße vom Einhalten der gesellschaftlichen Normen in den drei Kernbereichen der Nachhaltigkeit ab [HT10]. Ein engagiertes und transparent vermitteltes Nachhaltigkeitsmanagement ermöglicht es Unternehmen, sich vom Wettbewerb abzuheben und Kunden an sich zu binden [Ba12]. Durch die Kommunikation mit Interessengruppen können Unternehmen eine Basis für zukunftsorientierte Dialoge entwickeln und das Vertrauen in die Unternehmensaktivitäten stärken.

Da die Produktionsbedingungen für Verbraucher oft nicht nachvollziehbar sind, vertrauen sie auf die Reputation des Unternehmens. Unternehmen mit einem hohen Ansehen unterstellen Verbraucher funktionsgerechtes und moralisch korrektes Handeln [Ab10]. Ein guter Ruf ist daher für Unternehmen von entscheidender Bedeutung, da er dessen Marktwert [HT10] und gesellschaftliche Akzeptanz beeinflusst [AS09]. Die transparente Darstellung der unternehmerischen Nachhaltigkeit verbessert die Reputation eines Unternehmens und stärkt, insbesondere in Krisen, die Loyalität der Kunden [Ab10]. So belegen empirische Studien die positiven Wirkungen von Nachhaltigkeitsstrategien auf den Ruf von Unternehmen und indirekt auch auf ihren Erfolg [HT10]. Die Kommunikation der Nachhaltigkeitsstrategie als integrierte Berichterstattung, die die Zusammenhänge zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten einbezieht, hat sich in den vergangenen Jahren durchgesetzt [Da08]. Der inhaltliche und formelle Aufbau der Berichterstattungen ist jedoch sehr heterogen, da einheitliche Berichtsstandards weitgehend fehlen.

## **3 Analyse von Nachhaltigkeitsberichterstattungen**

Die Kommunikation des Nachhaltigkeitsmanagements erfolgt in vielen Unternehmen mittlerweile durch online abrufbare Nachhaltigkeitsberichte oder allgemeine Angaben zum Nachhaltigkeitsmanagement auf der Homepage. In dieser Studie erfolgte eine qualitative Analyse der Online-Berichterstattungen von 40 Unternehmen der Ernährungsbranche. Darunter sind sowohl kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) als auch Großunternehmen aus den unterschiedlichsten Branchen zu finden. Als Grundlage für die Bewertung dient ein modifizierter Kriterienkatalog des IÖW/future-Rankings. Mittels 49 Kriterien werden unterschiedliche Aspekte von Ziele und Produktverantwortung

bis hin zu Glaubwürdigkeit und kommunikativer Qualität abgefragt und anschließend ausgewertet [Iö11].

Die Online-Berichterstattung in der Ernährungsindustrie ist unterschiedlich weit fortgeschritten. Die Qualität der Berichte variiert sehr stark und unterscheidet sich hauptsächlich hinsichtlich der Angabe der geforderten Unternehmensdaten. Berichterstattungen, in denen die Unternehmen Kennzahlen zur nachhaltigen Entwicklung veröffentlichen, ermöglichen dem Leser die Fortschritte im Nachhaltigkeitsmanagement zu verfolgen. Die drei Dimensionen werden in der Nachhaltigkeitsberichterstattung in unterschiedlichem Ausmaß berücksichtigt. Während Angaben zur ökologischen Themen umfassend dargestellt werden, finden Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit wenig Erwähnung. Zusammenhänge und Konflikte zwischen der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit werden kaum diskutiert. Der Vergleich von KMU und Großunternehmen ergibt, dass die Qualität der Nachhaltigkeitsberichterstattung nicht grundsätzlich von der Größe des Unternehmens abhängt, obgleich die Zahl der KMU, die Nachhaltigkeitsberichte veröffentlichen, gering ist. Hieraus ergibt sich ein erhebliches Potenzial für den Ausbau der Nachhaltigkeitsberichterstattung.

Unternehmen, die einen Nachhaltigkeitsbericht im PDF-Format zum Download bereitstellten, verfügen meist über eine qualitativ bessere Berichterstattung. Der niedrigere Informationsgehalt der Berichterstattungen auf den Unternehmenswebseiten lässt auf eine weniger intensive Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der interaktiven Berichterstattung schließen. Die Potenziale der Berichterstattung auf der Webseite, wie die wechselseitige Kommunikation oder die Erhöhung des Informationsgehaltes durch Verweise, werden demnach kaum genutzt. Während der Durchschnitt der Unternehmen die Berichte in gut strukturierter Form präsentiert, besteht bezüglich der inhaltlichen Ausgestaltung oftmals großer Verbesserungsbedarf.

Die Unternehmen sind sich der Bedeutung der Nachhaltigkeitsberichterstattung für die Imageverbesserung bewusst und nutzen sie, um sich in der Öffentlichkeit darzustellen. Die Auswertung ergab, dass 92 % der betrachteten Themen in den Berichterstattungen betrachtet werden. Der überwiegende Teil erfüllt die gestellten Anforderungen jedoch nur im geringen Umfang. Dies deutet auf eine oberflächliche Auseinandersetzung mit den relevanten Themen hin. Die Mehrheit der Berichterstattungen beschäftigt sich lediglich mit positiven Entwicklungen des unternehmerischen Nachhaltigkeitsmanagements. Eine realistische Einschätzung des Stands des Nachhaltigkeitsmanagements wird hierdurch erschwert und die Glaubwürdigkeit der Berichterstattung in Frage stellt. Die Bilanzierungsgrenzen der angegebenen Daten bleiben oft unklar oder die Bezugsgrößen variieren. Die tatsächlichen Nachhaltigkeitsleistungen werden dadurch verschleiert und Vergleiche erschwert.

Während Angaben zum Unternehmensprofil sowie zur Vision und Strategie der Unternehmen vergleichsweise weit in den Berichterstattungen verbreitet sind, werden kaum Ziele und Programme zur Verbesserung der Nachhaltigkeitsleistung genannt. Häufig wird ein hoher Kommunikationsaufwand betrieben, um einige wenige nachhaltigkeitsrelevante Aktivitäten in den Berichterstattungen öffentlichkeitswirksam zu präsentieren [Br08]. Berichterstattungen, in denen die Geschäftsführung Stellung zu Themen der

Nachhaltigkeit bezieht, zeichnen sich insgesamt durch eine höhere Berichtsqualität aus. Unternehmen, in denen sich die Führungsebene der Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung bewusst ist, setzen diese demnach erfolgreicher um. Das Engagement der Geschäftsführung für Nachhaltigkeitsfragen und eine z.B. in Leitlinien schriftlich niedergelegte Unternehmensethik fördern eine nachhaltige Entwicklung [HS09].

## 4 Fazit

Die Nachhaltigkeitskommunikation stellt Unternehmen vor neue Herausforderungen, bietet ihnen aber gleichzeitig die Möglichkeit, ihre Reputation und Wahrnehmung in der Öffentlichkeit zu verbessern. Ein Teil der Unternehmen stellt das Bestreben, eine nachhaltige Entwicklung umzusetzen, sehr transparent und umfassend dar. Die Mehrzahl der Berichterstattungen weist jedoch ein hohes Verbesserungspotenzial auf. Die Verantwortung der Führungsebene für eine nachhaltige Entwicklung trägt entscheidend zu deren Umsetzung bei. Insbesondere durch die Ausrichtung der Berichterstattung an der Nachhaltigkeitsstrategie und die Angabe von Kennzahlen und Daten, die die Fortschritte in der nachhaltigen Entwicklung belegen, kann die Berichtsqualität verbessert werden.

## Literaturverzeichnis

- [Ab10] Albersmeier, F. (2010). Reputationsmanagement im Agribusiness. Göttingen.
- [AS09] Albersmeier, F.; Spiller, A. (2009). Das Ansehen der Fleischwirtschaft: Zur Bedeutung einer stufenübergreifenden Perspektive. In J. Böhm, F. Albersmeier & A. Spiller (Hrsg.), Die Ernährungswirtschaft im Schweinwerferlicht der Öffentlichkeit (S. 213-250). Lohmar und Köln.
- [Ba12] Bachmann, G. (2012). Zehn Jahre Nachhaltigkeitsstrategie. Berlin.
- [Br08] Brugger, F. (2008). Unternehmerische Nachhaltigkeitskommunikation. Ansätze zur Stärkung unternehmerischer Nachhaltigkeit. Lüneburg.
- [Da08] Daub, C.-H. (2008). Stand und Entwicklungstendenzen in der Nachhaltigkeitsberichterstattung. In R. Isenmann & J. M. Gómez (Hrsg.), Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung - Maßgeschneiderte Stakeholder-Kommunikation mit IT (S. 83-97). Berlin.
- [HS09] Herzig, C.; Schaltegger, S. (2009). Wie managen deutsche Unternehmen Nachhaltigkeit? Bekanntheit und Anwendung von Methoden des Nachhaltigkeitsmanagements in den 120 größten Unternehmen Deutschlands. Lüneburg.
- [HT10] Heyder, M.; Theuvsen, L. (2010). Corporate Social Responsibility im Agribusiness. In M. Heyder, Strategien und Unternehmensperformance im Agribusiness. Göttingen.
- [Iö11] Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) (2011): Anforderungen an die Nachhaltigkeitsberichterstattung von KMU: Kriterien und Bewertungsmethode im IÖW/future-Ranking. Berlin.
- [SP10] Schattke, H.; Pfriem, R. (2010). Social Media für die Fleischwirtschaft - Wie kommunizieren Unternehmen zukünftig mit der Gesellschaft oder kann man ein Kotelett auch twittern? In M. Kayser, J. Böhm & A. Spiller (Hrsg.), Die Ernährungswirtschaft in der Öffentlichkeit. Social Media als neue Herausforderung der PR (S. 157-183). Göttingen.
- [Wi07] Wilkens, S. (2007). Effizientes Nachhaltigkeitsmanagement. Wiesbaden.

# Datenqualität der Emissionswertberechnung in der Straßenlogistik

Jan Froese

Komorowskiweg 1  
21077 Hamburg  
jan.froese@gmx.de

**Abstract:** In diesem Beitrag wird die Relevanz der CO<sub>2</sub> Emissionswertberechnung in der Logistik erörtert, der Begriff der Datenqualität kurz definiert und ein Ansatz vorgestellt, um die Datenqualität von Emissionswertberechnungen im Transportbereich validieren zu können. Abschließend wird diskutiert, welche finanziellen und wettbewerbsverzerrenden Auswirkungen die Qualität der Daten bei Emissionswertberechnungen für die Straßenlogistik hat.

## 1 Einleitung

Die Entstehung von Treibhausgasen wie dem Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) gilt als Hauptursache für den Treibhauseffekt und den daraus folgenden Umweltschäden wie zunehmende Wetterextreme und ansteigenden Meeresspiegel. Die Logistikbranche hat einen geschätzten Anteil von 14% an den weltweiten Kohlendioxidemissionen [Fr11]. Um den CO<sub>2</sub> Ausstoß aber, wie 1997 von den Vereinten Nationen im Kyoto-Protokoll beschlossen, zukünftig nachweislich senken zu können, muss der heutige CO<sub>2</sub> Ausstoß mit verlässlichen Methoden messbar sein und so die Maßnahmen zur Emissionsreduktion auf ihre Wirksamkeit überprüfbar gemacht werden.

Zur CO<sub>2</sub> Wertberechnung sind in den letzten Jahren eine Reihe von Standards erarbeitet worden. Die drei bekanntesten Standards zur Berechnung von Treibhausgasemissionen sind die europäische DIN EN 16258, das amerikanische Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) vom World Resources Institute und World Business Council for Sustainable Development und die PAS 2060 von der British Standards Institution. Die Vorgehensweisen zur Berechnung sind gleich: Im ersten Schritt wird der Treibstoffverbrauch für einzelne Transporte berechnet, um dann im zweiten Schritt den dadurch entstandenen CO<sub>2</sub> Ausstoß zu schätzen.

## 2 Emissionswertberechnung in der Straßenlogistik

In Experteninterviews mit drei mittelständischen Straßenlogistikern in Deutschland gingen alle Fallstudienpartner davon aus, dass der politische Druck zunehmen wird, CO<sub>2</sub>



Emissionen für Transportdienstleistungen in Zukunft berechnen zu müssen [Fr12]. In Frankreich wird die Emissionswertberechnung für Personen- und Gütertransporte zum 01. Oktober 2013 verpflichtend sein [UF11].

Es erscheint also lohnend, die Datenqualität der heute verfügbaren CO<sub>2</sub> Berechnungsstandards in der Logistik näher zu betrachten und zu beurteilen. Zu beantwortende Fragen sind:

- a. Wie können CO<sub>2</sub> Berechnungsmethoden auf ihre Korrektheit validiert werden?
- b. Sind die durch standardisierte Berechnungsmethoden ermittelten LKW Kraftstoffverbräuche und die daraus abgeleiteten CO<sub>2</sub> Emissionswerte für Transporte ausreichend korrekt?

Als Berechnungsstandard wurde die Norm DIN EN 16258 ausgewählt [DI11]. Diese Norm ist eigens für die CO<sub>2</sub> Emissionswertberechnung im Bereich der Logistik entwickelt worden und wird von den Normierungsgremien des DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.) und CEN (Europäische Komitee für Normung) unterstützt. Um Transparenz und Vergleichbarkeit zwischen den berechneten THG Emissionswerten verschiedener Logistikdienstleister herzustellen, muß ein Berechnungsstandard festgelegt und dem Auftraggeber (Kunden) von Transportdienstleistungen offengelegt werden. CO<sub>2</sub> Emissionswerte sind nur dann aussagekräftig, wenn bekannt ist, nach welcher Berechnungsmethode ermittelt wurde.

Die Datenerhebung zur Emissionswertberechnung muß einerseits möglichst umfangreich sein, um die im Dienstleistungsprozess entstandenen Treibhausgase möglichst genau zu berechnen und darf andererseits nicht zuviel Aufwand und Kosten für den Logistikdienstleister verursachen. Der Zielkonflikt wird von der DIN EN 16258 dahingehend gelöst, dass der Kraftstoffverbrauch, die Kraftstoffart, der Fahrzeugtyp, das Straßenprofil, das Transportgewicht und die gefahrene Distanz bei der Treibhausgasemissionswertberechnung berücksichtigt werden. Andere Einflussfaktoren wie Fahrverhalten, Witterung oder Euro-Norm des LKWs werden bei der Berechnung nicht beachtet.

Die DIN EN 16258 läßt zwei verschiedene Wege zu, Treibhausgasemissionen zu berechnen: Bei der Verbrauchsmethode liegt der Kraftstoffverbrauch bereits vor; die Umweltwirkungen werden aus ihm abgeleitet. Bei der Distanzmethode ist die Transportleistung bekannt; mit ihr wird der Kraftstoffverbrauch abgeschätzt und die daraus resultierende Umweltwirkung.

### **3 Datenqualität**

Datenqualität veranschaulicht die Eignung von Daten, die Realität zu beschreiben, ihre Verlässlichkeit und inwiefern sie Grundlage für Entscheidungen sein könnten. Somit besteht eine direkte Abhängigkeit zwischen Datenqualität und Entscheidungsqualität [EW12].

Die Deutsche Gesellschaft für Informations- und Datenqualität (DGIQ) hat ein umfassendes Qualitätsmodell mit insgesamt 15 Datenqualitätskriterien aufgestellt [GD12]. Da dieser Beitrag die Genauigkeit durch DIN EN 16258 berechnete Emissionswerte zum Gegenstand hat, ist das relevante Datenqualitätsmerkmal die Korrektheit. Differenzen zwischen nach Norm berechneten Emissionswerten und solchen aus dem tatsächlichen Kraftstoffverbrauch hergeleiteten sind unvermeidlich, da alle Berechnungsnormen mit einem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch pro Fahrzeugtyp arbeiten, ohne Einflussfaktoren auf den Kraftstoffverbrauch wie Fahrverhalten oder Witterung zu berücksichtigen (vgl. oben). Trotzdem dürfen durch Normen berechnete Werte nicht zu stark von der Realität abweichen, d.h. sie müssen ausreichend korrekt sein und die Abweichungen müssen sich innerhalb einer akzeptablen Bandbreite bewegen. In diesem Beitrag wird die Datenqualität monetär beurteilt und wird dann als ausreichend korrekt betrachtet, wenn sich die Abweichung der CO<sub>2</sub>-Kompensationskosten pro logistischer Leistungseinheit (Tonnenkilometer) auf weniger als einen Eurocent belaufen.

## **4 Messung in der Straßenlogistik**

Im folgenden wird nun ein einfaches Vorgehen vorgeschlagen, um die Datenqualität standardisiert berechneter Emissionwerte für Straßenlogistiktransporte validieren und messbar machen zu können. In den bisherigen Ausführungen ist deutlich geworden, dass Standards wie DIN EN 16258, GHG oder PAS 2060 lediglich Schätzungen durch Logistik verursachte Emissionswerte unterstützen können, sofern der tatsächliche Ressourcenverbrauch nicht vorliegt. Um die (Daten-)Qualität dieser Abschätzungen nun bestimmen zu können, muss der geschätzte Verbrauch für LKW-Fahrten dem tatsächlichen Verbrauch gegenübergestellt werden.

Für einen praktischen Fall wurde die Datenqualität der Norm DIN EN 16258 geprüft, indem zunächst der Kraftstoffverbrauch für 48 Transporte mit der Distanzmethode der Norm geschätzt wurde, um dann die Ergebnisse mit dem tatsächlich verbrauchten Kraftstoff (abgelesen an der Tankstelle) abzugleichen. Eine geringe Abweichung spricht für eine hohe Datenqualität. Der durch die Norm berechnete CO<sub>2</sub> Ausstoß war in diesem Experiment um 17 % geringer als die tatsächliche Emission, abgeleitet aus dem verbrauchten Kraftstoff.

## **5 Ergebnisbewertung und Diskussion**

Der Verwendungszweck der Daten bestimmt auch die notwendige Qualität. Wenn lediglich eine interne CO<sub>2</sub> Bilanzierung erstellt werden soll, ist die Qualität weniger relevant als wenn das Unternehmen Umweltbilanzen extern veröffentlicht oder sogar ökologisch nachhaltige Dienstleistungen mit Aufpreis am Markt anbietet [MCB10].

Um nun zu beurteilen, ob die gemessene Datenqualität ausreichend oder ungenügend ist, kann nun aus verschiedenen Blickwinkeln argumentiert werden. Die Berechnung wurde mit einer sehr eingeschränkten Anzahl an Transporten (N=48) und relativ kurzen Touren

(maximal 105 Kilometer) durchgeführt. Um belastbarere Ergebnisse zu bekommen, müsste eine automatisierte Massenkalkulation durchgeführt werden mit mehreren tausend Transporten, die auch längere Distanzen beinhalten.

Experteninterviews in der Praxis haben gezeigt, dass Normen zukünftig nur dann Akzeptanz finden werden, wenn auch die gleichen Berechnungsmethoden in der Branche verwendet werden, d.h. dass die berechneten Emissionen unter konkurrierenden Anbietern auch vergleichbar sind [Fr12]. Um Wettbewerbsverzerrungen zu verhindern, ist also eine Transparenz der Berechnungsmethoden in der Praxis wichtiger, als die Korrektheit der Methoden.

Wirtschaftlich fallen die Kosten der CO<sub>2</sub> Emission für einen Logistikdienstleister pro Auftrag kaum ins Gewicht. Wenn ein LKW-Transport von Hamburg nach München (800 Kilometer) mit 20 Tonnen Gewicht 500 Euro kostet, kämen bei einem klimaneutralen Service lediglich 8 Euro Kompensationskosten für die entstandene Tonne CO<sub>2</sub> hinzu [EX12]. Die gesamte Transportleistung beträgt 16.000 Tonnenkilometer, d.h. pro Tonnenkilometer fallen 0,05 Eurocent Kompensationskosten an. Eine Abweichung von 17% führt zu einer Erhöhung (oder einer Senkung) der Kosten von rund 0,01 Eurocent pro Tonnenkilometer, was innerhalb der oben beschriebenen akzeptablen Bandbreite liegt. Nach Meinung des Autors ist damit die Datenqualität der durch DIN EN 16258 berechneten Emissionswerte für Straßentransporte ausreichend korrekt.

## Literaturverzeichnis

- [DI11] Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN EN 16258 Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen (Güter- und Personenverkehr), 2011.
- [EW12] Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik, Stichwort ‚Datenqualität‘, [www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de](http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de), Abruf 20.10.2012.
- [EX12] European Energy Exchange (EEX) Zertifikatshandel, [www.eex.com/de/Marktdaten/Handelsdaten/Emissionsrechte](http://www.eex.com/de/Marktdaten/Handelsdaten/Emissionsrechte), Abruf 02.11.2012.
- [Fr11] Fraunhofer IML: Green Logistics, <http://www.iml.fraunhofer.de>, Abruf 10.07.2011.
- [Fr12] Froese, J.: Standardisierte Treibhausgasemissionsberechnung in der mittelständischen Straßenlogistik. In: Konzepte, Anwendungen und Entwicklungstendenzen von betrieblichen Umweltinformationssystemen (BUIS), Shaker Verlag, Aachen, 2012, S. 169-177.
- [GD12] Gesellschaft für Informations- und Datenqualität: Informationsqualität: 15 Dimensionen, 4 Kategorien, [www.dgiq.de](http://www.dgiq.de), Abruf am 12.10.2012.
- [MCB10] McKinnon, A.; Cullinane, S.; Browne, M.; Whiteing, A.: Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics. Kogan Page Verlag, London, 2010; S. 59.
- [UF11] Umweltministerium Frankreich: Information über die CO<sub>2</sub>-Emission von Beförderungsleistungen – Präsentation der französischen Regelung“, französisches Umweltministerium, Oktober 2011.

# Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen

Carl-Friedrich Gaese<sup>1)</sup>, Heinz Bernhardt<sup>2)</sup>, Ludwig Popp<sup>1)</sup>, Sascha Wörz<sup>2)</sup>, Valentin Heizinger<sup>2)</sup>, Thomas Damme<sup>3)</sup>, Jan Eberhardt<sup>3)</sup>, Andre Kluge<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Hochschule Neubrandenburg  
Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Fachgebiet Landtechnik  
Brodaer Straße 2  
17033 Neubrandenburg  
gaese@hs-nb.de

<sup>2)</sup>Technische Universität München  
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik  
Am Staudengarten 2  
D-85354 Freising-Weihenstephan  
heinz.bernhardt@wzw.tum.de, woerz@wzw.tum.de, valentin.heizinger@wzw.tum.de

<sup>3)</sup>Lacos Computerservice GmbH  
Giengener Straße 21  
07937 Zeulenroda/Triebes  
td@lacos.de, je@lacos.de

<sup>4)</sup>CLAAS Agrosystems GmbH & Co KG  
Bäckerkamp 19  
33330 Gütersloh  
andre.kluge@claas.com

**Abstract:** Aufgrund des Strukturwandels hin zu größeren Betriebseinheiten in der deutschen Landwirtschaft und der gleichzeitigen Ausweitung von Biomassenproduktion als Energie-Rohstoff nimmt das Transportaufkommen in der Landwirtschaft - ohnehin ein transportintensives Gewerbe - weiter zu und ist ein wichtiger Kostenfaktor. Im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit müssen die Verfahrensabläufe in der Agrarlogistik deshalb weiter optimiert werden, um diesen Kostenfaktor aufzufangen. Besondere Brisanz erhält das Thema durch die weltweit steigenden Energiepreise, die Bioenergie immer attraktiver werden lassen. Zur Analyse der Einsparungsmöglichkeiten von Transportkosten wird ein Planungs- und Navigationssystem für landwirtschaftliche Logistikprozesse entwickelt.

# 1 Einleitung

Routing- und Navigationssysteme über Satellitenortung haben sich in den letzten Jahren in vielen Bereichen des täglichen Lebens etabliert. Im PKW gehören Autonavigationssysteme inzwischen fast zur Grundausstattung. Sie zeigen dem Benutzer (auf Wunsch) die kürzeste, schnellste oder brennstoffärmste Route zu dem ausgewählten Ziel auf und informieren ihn über eventuelle Staus und geeignete Umfahrungen. Auch in der Transport- und Logistikbranche sind Flottenmanagementsysteme, verknüpft mit Routingssystemen, bereits etabliert. Sie optimieren die zu fahrenden Strecken im Hinblick auf Lenkzeiten oder Straßenmaut und über eine Organisationszentrale können die eingesetzten Kapazitäten effizient gesteuert werden.

Für die Landwirtschaft als transportintensives Gewerbe gibt es diese Routing- und Managementsysteme bisher nicht in geeignetem Umfang. Diese Tatsache ist auf die unterschiedlichen statischen und dynamischen Einflüsse zurückzuführen. Beispielsweise spielt sich ein bedeutender Teil des landwirtschaftlichen Transportes auf landwirtschaftlichen Wegen (Feldwegen) oder sogar auch innerbetrieblich ab. Diese Wegenetze sind derzeit nicht vollständig kartiert und mit entsprechenden Attributen wie Breite, Fahrbahnbelag, Durchfahrtshöhe, Belastungsindex und ähnlichem versehen [Bh 07]. Im Zuge der Nutzung von Biomasse als Rohstoff für die Energieproduktion sowie die Agrarstrukturveränderung hin zu größeren Betriebseinheiten wird das Transportaufkommen weiter zunehmen. Da die deutsche Landwirtschaft bereits eine hohe Intensitätsstufe erreicht hat und der Produktionsspielraum immer geringer wird, muss höhere Effizienz gegenwärtig eher über Kostensenkung als durch Ausweitung der Produktionsverfahren erfolgen. Deshalb fokussieren sich Forschung und Entwicklung sowie Landtechnikunternehmen und mit der Landwirtschaft verknüpfte Unternehmen (Agribusiness) auf die Entwicklung von Programmen zur optimalen Einstellung von Arbeitsmaschinen und deren optimalen logistischen Einsatz, um darüber die Prozesskosten zu senken.

Bisher fehlt noch ein System, welches von einer „Zentrale“ aus gesteuert werden und an auch kurzfristig sich ändernde Situationen und Bedürfnisse angepasst werden kann. Desweiteren existiert kein Routingsystem, ähnlich wie für PKWs, das die Fahrer zielsicher zu den Feldern und Schlägen navigiert und zusätzlich den gesamten Einsatzprozess der Maschinen (Ernte etc.) räumlich und zeitlich koordiniert.

## 2 Umsetzung des Forschungsvorhabens

In dem o.g. Kontext hat das auf drei Jahre Laufzeit angesetzte, vom BMELV/ BLE finanzierte, Projekt „Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistikprozessen“ die Konstruktion eines Management- und Routingsystems mit Fokus auf große landwirtschaftliche Betriebe und Lohnunternehmer zum Ziel.

### 2.1 Aufbau des Systems

Es ist ein dreistufiger Systemaufbau vorgesehen. In der ersten Ebene wird auf Basis von

Flächen, Strecken und Knotenpunkten eine Grobplanung für die Kapazitätsplanung der Logistik ermöglicht. In der zweiten Ebene wird diese Planung auf die konkreten Flächen und Wegestrecken hin optimiert. Mehrmaliges Anpassen der Feinplanung während der Prozesse wird möglich sein. Parameter, wie zu erwartende Erträge, Erntezeitfenster und Witterungsbedingungen, werden berücksichtigt. Die dritte Ebene kontrolliert das laufende System und korrigiert bei Störungen entsprechend nach. Beispielsweise können Löschen von Feldern und Schlägen aus der Planung, Änderung des anzufahrenden Lagerortes sowie Integration weiterer Fahrzeuge in den Prozessablauf eingegeben werden. Die ersten beiden Ebenen sind „offline“ Systeme und werden durch die dritte Ebene („online“) ergänzt, um sowohl die größtmögliche Stabilität als auch Flexibilität zu gewährleisten. Es wird die Nutzung des herstellerübergreifenden agroXML bzw. ISOXML zum Datenaustausch angestrebt; agroXML ist „ein Format für den überbetrieblichen landwirtschaftlichen Datenaustausch“ [KTBL07]; ISOXML ist ein Format, das auf der ISO 11783 beruht und Daten zwischen landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen und Betrieben austauscht [KN05].

## **2.2 Material und Methoden**

Zur Entwicklung der für dieses System notwendigen Algorithmen wurden während der diesjährigen (2012) Silomaisernte Logistikdaten mittels GPS-Tracker erhoben. Anhand dieser Daten werden verschiedene Probleme in der Agrarlogistik aufgezeigt, die Funktionalität der erstellten Algorithmen kontrolliert und mögliche Lösungsansätze skizziert. Die Datenerfassung findet vornehmlich im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern statt, das die hierfür notwendigen Agrarstrukturen (größere Betriebseinheiten) aufweist [Ag11]. Die mittels der GPS-Tracker erhobenen Daten werden mit Geoinformationssystem-Programmen weiterverarbeitet, so dass zeitliche und räumliche Eigenschaften miteinander verknüpft und analysiert werden können.

Zu einem späteren Zeitpunkt soll die ökonomische Analyse zu den optimierten Prozess- und Verfahrensketten erfolgen. Dabei sind die direkten sowie die indirekten monetären Parameter als auch externe Effekte zu betrachten.

## **3 Zielsetzung**

Ziel des Projektes „Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen“ ist die Entwicklung eines Planungs- und Navigationssystems für landwirtschaftliche Logistikprozesse. Dieses Planungssystem soll Betriebsleiter und Lohnunternehmer beim Management von Abläufen in der Transport- und Erntelogistik unterstützen. Bereits im Vorfeld von Ernte- und Transportprozessen sollen deren Abläufe geplant und organisiert und diese dann während der Prozesse dynamisch an Veränderungen angepasst werden. Das System soll herstellerunabhängig sein.

Beispielsweise können Ernteabläufe im Vorhinein organisiert und so die vorhandenen Kapazitäten optimal eingeteilt und bei Veränderungen, wie z.B. Witterungsbedingungen, den Gegebenheiten angepasst werden. Während des Ernteprozesses unterstützt das Sys-

tem das Auffinden der anzufahrenden Schläge, steuert die Flottenavigation in Hinblick auf bestmögliche Strecken zur Verminderung oder sogar Vermeidung von unnötigen Wartezeiten und Staus. Ähnlich wie bei den PKW-Navigationssystemen wird die Auswahl zwischen schnellstmöglicher oder brennstoffärmster Route zur Verfügung gestellt.

## **4 Bemerkungen zur Durchführung der Untersuchungen**

Die Betriebsleiter und Geschäftsführer der an den Datenerhebungen teilnehmenden Großbetriebe und Lohnunternehmer erachten die Entwicklung eines solchen Planungssystems als äußerst sinnvoll, da sie auf Kostenreduzierung bedacht sind. Das zeigt sich u.a. in der Aussage, dass der Neukauf von Traktoren durch deren Anmietung ersetzt wird, da die anfallenden monatlichen Kosten pro Maschine in Form eines Festbetrages einen eindeutigen Posten in der Bilanz darstellen. Bestätigt wird diese Aussage durch Landmaschinenhändler.

Wie erste Erfahrungen aus den Datenerhebungen zeigen, fühlen sich die Fahrer hingegen durch den Einsatz der GPS-Tracker überwacht und kontrolliert. Trotz Erklärungen zum Datenschutz und der übergeordneten Datenauswertung (lediglich Positionen, Zeiten und Entfernungen der Fahrzeuge werden aufgezeichnet) stehen sie der Erhebung sehr kritisch und abweisend gegenüber. Nicht zu unterschätzen ist außerdem der kurzfristige Einsatz bzw. Wegfall externer Fahrer, die die Datenaufzeichnungen beeinflussen. Diese Faktoren können Fehlerquellen in den Ergebnisse darstellen und sind dementsprechend zu beobachten.

## **5 Förderung**

“Die Förderung des Vorgangs erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms Innovationsförderung.“

## **Literaturverzeichnis**

- [Ag11] Agrarpolitischer Bericht 2011 der Bundesregierung, Berlin 2011.
- [Bh07] Bernhardt, H.: Schüttguttransport in landwirtschaftlichen Betrieben Deutschlands, Dissertation, Gießen 2002.
- [KN05] Korduan, P.; Nash, E.: Integration von ISO- und agroXML in GML. Beiträge der 35. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 2005; S. 375-376.
- [KTBL07] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL-Heft 66, Geodateninfrastrukturen und Geodienste für die Landwirtschaft, Darmstadt 2007.

# OptiThin – Implementation of Precision Horticulture by Tree-Specific Mechanical Thinning

Robin Gebbers<sup>1</sup>, Michael Pflanz<sup>1</sup>, Adolf Betz<sup>2</sup>, Benjamin Hille<sup>3</sup>, Jens Mattner<sup>3</sup>, Thomas Rachow-Autrum<sup>3</sup>, Mustafa Özyurtlu<sup>4</sup>, Adrian Schischmanow<sup>4</sup>, Martin Scheele<sup>4</sup>, Johannes Schrenk<sup>5</sup>, Ludwig Schrenk<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam  
Max-Eyth-Alle 100  
14469 Bornim  
{rgebbers, mpflanz, mzude}@atb-potsdam.de

<sup>2</sup>Fruit-Tec

<sup>3</sup>Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH

<sup>4</sup>German Aerospace Center (DLR)

<sup>5</sup>CiS Inc.

**Abstract:** Apples show biennial fluctuations in yields (alternate bearing). The alternate bearing cycle can be broken by reducing excessive flowers using either chemical or mechanical means. Currently, automatic thinning systems are treating the trees uniformly despite the fact that neighbouring trees can have a very different numbers of flowers resulting in different thinning requirements. In order to solve this problem the joint project OptiThin has been started. The aim of OptiThin was to develop a system that adapts thinning intensity individually to each tree by reducing the flowers efficiently and eco-friendly. In the result, OptiThin comprises a set of new technologies including: a) a stereo camera with software for real-time determination of flower density per tree; b) a shock absorbing camera platform; c) a mobile geographic information system; d) a decision support tool to calculated optimum thinning intensity based on current flower density and ancillary data (e.g. yield, soil); e) a mechanical thinning unit which is controlled in real-time. It was shown that adaptive management of excessive flowers could improve yield of marketable fruits and that environmental friendly mechanical thinning – without chemicals – is feasible.

## 1 Introduction

Apple cultivars like ‘Elstar’ show strong temporal fluctuations in yields (alternate bearing). This is due to natural tendency of individual trees to produce many flowers which eventually leads to a high number of small fruits of poor quality. In the successive low-yield year, the number of flowers and fruits will be less. The phenomenon is induced by reduced yields in one year due to freeze damage, low pollination rate or other reasons. Consequently, trees develop many flower buds that blossom in the following year. The



many flowers lead to a high number of small fruits that won't be accepted on the market. Endogenous factors (phytohormones and carbohydrate allocation) subsequently suppress the development flower buds, which finally establish a biennial cycle. The alternate bearing cycle can be managed by reducing excessive flowers. In early times, this was done manually. In today's commercial apple production farmers are using either chemicals or mechanical actuators.

The first commercial mechanical thinning system DARWIN<sup>®</sup> (by Fruit-Tec) is available since 2007. Its main part is a vertical rotating spindle with 60 cm strings attached to it. Mounted on a tractor the unit is driven along the tree rows and a proportion of flowers is chopped off by the strings. By driving the tractor up to a speed of 15 km/h commercial growers can manage several hectares per day. The system has been sold worldwide. However, handling of the system requires an experienced driver. In addition, it is not possible to consider the individual flower density of a tree and its last year's yield.

It was the intention of the OptiThin project, which has started in 2009, to tackle these issues in order to promote mechanical thinning. The idea was, to achieve optimum thinning intensity by controlling the rotation speed of the actuator using sensors and an on-board decision support system. At the same time, the spacing between the trees and the mechanical thinning device should be automatically adjusted in order to relieve the operator.

## 2 Systems design

Within the framework of the OptiThin project a stereo camera and software was developed for counting flowers several times a second while driving along the tree rows. The stereo information from the 3D-camera is required to separate flowers on the trees in the foreground from flowers on trees in the background. With GPS coordinates collected at the same time the estimated flower density can be attributed to every tree

While the 3D-camera is placed at the front of a tractor, it is exposed to severe vibrations and shocks. A dedicated active camera mount was designed to absorb most of these disturbances. This could substantially improve the quality of the 3D images and the performance of the flower counting algorithm.

Flower densities, as estimated by the 3D camera, need to be transformed into control commands. This task is accomplished by a mobile geographic information system (GIS) in the drivers cab called DarwinControl. The GIS also provides ancillary data such as previous yields and soil fertility indices.

Decision rules on thinning intensity were developed by means of three years on-farm experimentation in the growing region of Werder near Berlin, Germany. Apple cultivars under consideration were 'Elstar' and 'Pinova'. Both cultivars are important for the European market. 'Elstar' is well known for strong alternate bearing. For determining the optimum thinning intensity current flower density, soil fertility, and last year's yields have to be regarded as inputs.

The original mechanical thinning unit DARWIN® was further developed by Fruit-Tec. The enhanced unit provides permanent control of thinning intensity and dynamic adaptation to the shape of the trees. The latter is achieved by changing the unit's tilt and lateral shift.

### 3 Results

The OptiThin system reduces flowers efficiently while the trees are left unharmed. In spring 2011, a first prototype system, which includes all components, was assembled. Due to limitations in data processing speed at that time, the camera system was not able to provide estimates of blossoms in real-time. Nevertheless, results from post-processing the data were promising (Fig. 1). Later, in fall 2011, we were able to accomplish stereo image analysis in real time in laboratory experiments.

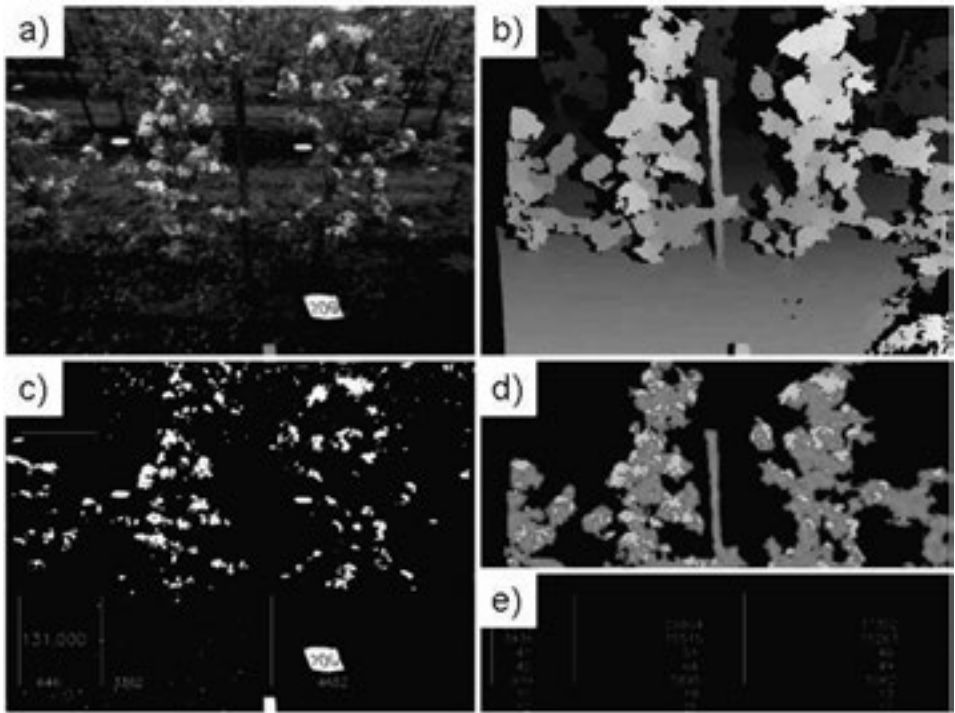


Figure 1: Image data generated by the 3D-camera (DLR) for assessing tree-specific flower density: a) original image, b) calculated distances, c) extraction of white objects, d) assignment of objects and position e) numerical output

During the experimentation in spring 2011, the actuator was controlled by a prescriptive map which was stored and processed by the on-board software DarwinControl. This was working very well. The average apple weight and the average apple diameter were influenced by the thinning intensity (Fig. 2). The overall optimum was about 280 rpm for

‘Elstar’ and a little bit higher for ‘Pinova’. Looking specifically at each tree, it was demonstrated that adaptive thinning – according to the number of flowers – improved the yield.

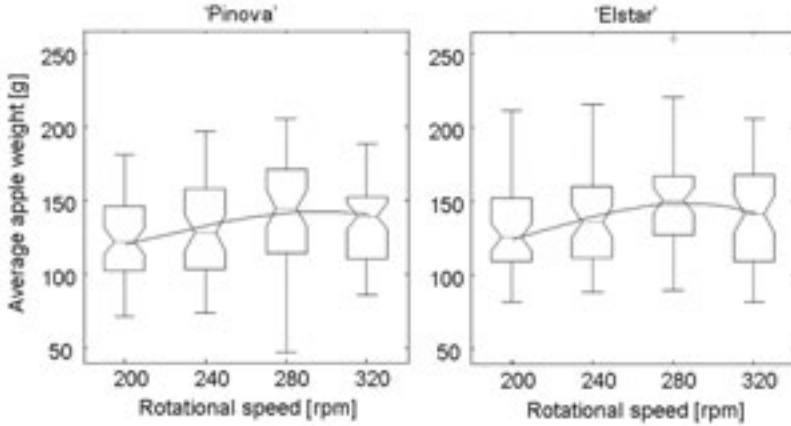


Figure 2: Influence of thinning intensity (rotational speed) on the average apple weight

## 4 Conclusions

OptiThin takes a promising approach to improve apple yield and quality in an eco-friendly way. This camera based system allows – for the first time – automated tree-specific thinning of flowers in commercial fruiticulture. It achieves a thinning quality that is comparable to manual thinning. Consequently, yield variability is minimised while the proportion of marketable fruits is increased.

The next steps will be to test and further develop the sensor based estimation of flower densities. In particular, this will include FPGA programming in order to increase the speed. Tests have to be carried out with other apple cultivars and under different environmental conditions.

## 5 Acknowledgements

iThin was funded by the AiF grant KF2050803DB8 (AiF / BMWi – Funding for Innovation). We thank Mr. Giese for giving access to his orchard. We gratefully acknowledge the great help of our colleagues: G. Wegner (first of all), R. Adamek, A. Anlauf, M. Baier, I. Brion, J. Durek, U. Frank, A. Giebel, H.-J. Horn, K. Ilte, H. Kohn, C. Regen, C. Rolleczech, M. Schirrmann, and K. Witzke.

# Entwicklung einer intelligenten funkbasierten Bewässerungssteuerung (IFuB)

Ursula Genge, Hilde Klauss, Jörn Selbeck, Volker Dworak, Martin Geyer

Abteilung Technik im Gartenbau  
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB)  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
ugenge@atb-potsdam.de

**Abstract:** Für eine bedarfsgerechte, ressourcensparende Bewässerung wird eine automatisierte, intelligente, funkbasierte Bewässerungssteuerung entwickelt. In 2012 wurden zwei Versuchsflächen mit verschiedenen Kulturen (Pflaume und Kartoffel) als Standorte für Bodensensoren und Funkmodule ausgewählt. Auf jeder Versuchsfläche wurde je ein Sensor-Funkknoten-Netz mit bis zu 31 Sensoren und fünf Funkknoten installiert. Die automatische Datenerfassung und die Übertragung via Ethernet auf einen Webserver wurden etabliert. Die mit FDR-Sensoren gemessenen Bodenwassergehalte zeigen einen deutlichen Offset, dessen Betrag vom Sensortyp abhängig ist. Die Erstellung von sensortypbezogenen Korrekturfunktionen, die in der Datenbank vorgehalten werden, ist ein erster Schritt bei der Plausibilitätskontrolle der Sensorwerte. In einem zweiten Schritt wird die Gewichtung dieser Parameter in einem Klimamodell mit implementierter Fuzzy Logic im Rahmen des von der BLE geförderten Verbundprojekts IFuB weitergeführt.

## 1 Einleitung

Häufig wird in der Praxis zu reichlich und zum falschen Zeitpunkt bewässert. Dieses zu viel oder zum falschen Zeitpunkt ausgebrachte Wasser wird dem allgemeinen Wasservorrat ohne Notwendigkeit entzogen, seine Ausbringung kann zu Umweltschäden führen, und es verursacht vermeidbare Kosten für den Landwirt [DS09]. Vorhandene Bewässerungssysteme steuern die Wassergabe auf Basis fest voreingestellter Zeiten, über Bodenfeuchtwerte oder/und mit Hilfe von Klimamodellen. Eine bedarfsgerechte Bewässerung, die sich nach dem tatsächlichen Verbrauch der Pflanze richtet, ist mit den vorhandenen Systemen kaum gewährleistet.

Ziel des Projekts IFuB ist die Entwicklung eines autonomen und funkbasierten Bewässerungssystems, das in der Lage ist, die von der Pflanze benötigte Wassermenge genau zu dosieren, und das sich in einer großen Bandbreite landwirtschaftlicher und gartenbautechnischer Nutzungen flexibel einsetzen lässt.

Im Rahmen des Verbundprojekts IFuB (gefördert durch das BLE (BMELV)) unter der Leitung der TU Berlin und in Zusammenarbeit mit dem ATB und drei Berliner Unter-

nehmen, Logic Way GmbH, Virtenio GmbH und MMM Mosler Tech Support, wird ein dezentrales Netzwerk aus Sensoren, Steuerungs- und Kommunikationsmodulen entwickelt, das im Feld installiert wird und sich autonom mit Daten aus der Beregnungsfläche und mit Vergleichsdaten von außerhalb versorgt.

Das intelligente, modellbasierte System wird die Daten (u.a. Bodenfeuchte, Pflanzenwasserzustand und aktuelle Niederschlagsmengen) selbstständig analysieren und interpretieren, standortspezifische Handlungsempfehlungen errechnen und diese direkt für die Bewässerungssteuerung nutzen.

## **2 Daten**

### **2.1 Material und Methoden**

In der Saison 2012 wurden zwei Versuchsflächen mit verschiedenen Kulturen (Pflaume und Kartoffel) als Standorte für Bodensensoren und Funkmodule ausgewählt. Für die automatische Datenauslesung und ihre Übertragung wurden Funkmodule vom Typ Pre-on32 der Fa. Virtenio verwendet.

Für die kontinuierliche Bestimmung der Bodenfeuchte wurden folgende Sensoren verwendet: FDR-Sensoren EC-5 und HS-10 (Messbereich 0-100% und 0-57% Wassergehalt), EC-5-TMEC, ein Kombisensor, der zusätzlich die Bodentemperatur und elektrische Bodenleitfähigkeit misst (Messbereich 0-100% Wassergehalt, -40 – 50°C Bodentemperatur, 0-50dS/m EC), Tensiometer IR-E (Messbereich 0-100kPa Saugspannung), Watermark mit Voltsignal (Messbereich 0-239kPa Saugspannung). Die Vielzahl unterschiedlicher Sensortypen dient einer Evaluierung der Sensoren hinsichtlich ihrer Messgenauigkeit, Zuverlässigkeit und ihres Wartungsaufwands im Hinblick auf ihre spätere Verwendung zur Bewässerungssteuerung im Praxiseinsatz.

Zusätzlich wurden wöchentlich Bodenproben in verschiedenen Tiefen genommen und die Bodenwassergehalte gravimetrisch bestimmt.

## **3 Ergebnisse und Diskussion**

Es wurden in der Saison 2012 auf den zwei ausgewählten Versuchsflächen je ein Sensor-Funkknoten-Netz mit bis zu 31 Sensoren und fünf Funkknoten installiert, mit Reichweiten zwischen dem entferntesten Funkknoten und Gateway von über 100 m. Die Datenerhebung und die Übertragung via Ethernet auf einen Webserver wurden etabliert.

In der Pflaumenanlage ergab sich aus der geoelektrischen Bodenkartierung eine starke räumliche Variabilität der Bodenleitfähigkeiten [Gr09], [GL06], [K04], aus der sich drei Bodenzonen mit unterschiedlich hohem Lehmanteil ableiten ließen [Be12]. In jede dieser Bodenzonen wurden ein, bzw. zwei Sensorgruppen installiert, um einen möglichen Einfluss der Bodenzone auf die Bodenfeuchte sowohl in ihrer Höhe als auch in ihrem

zeitlichen Verlauf zu untersuchen (Daten nicht gezeigt).

In den Ernteplots der Kartoffeln wurden zwei Funkknoten mit je einer Sensorgruppe in wenigen Metern Abstand installiert, um hier durch möglichst homogene Bodenverhältnisse die Vergleichbarkeit der gemessenen Bodenfeuchtwerte bezogen auf den jeweiligen Sensortyp zu bewerten. Dabei zeigt sich ein deutlicher Offset der verschiedenen Sensortypen zu den gravimetrisch bestimmten Bodenwassergehalten (Abbildung 1).

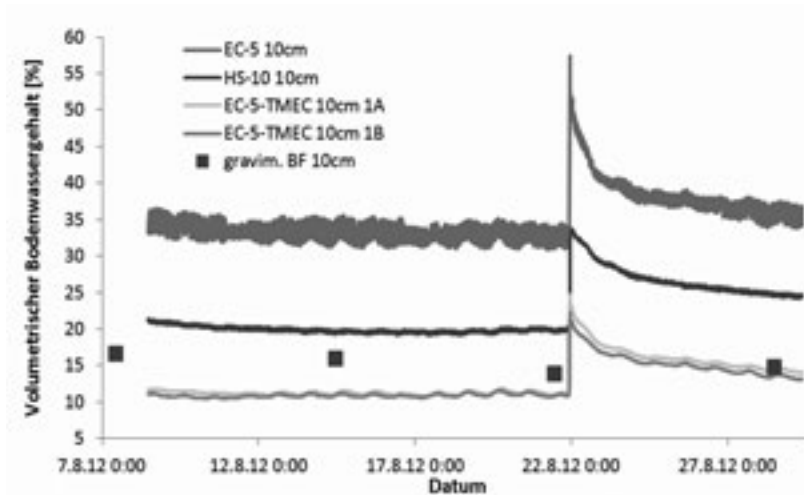


Abbildung 1: Bodenwassergehaltsmessungen in einem lehmigen Sand während eines Niederschlagsereignisses mit verschiedenen FDR-Sensoren im Vergleich mit gravimetrisch bestimmten Bodenwassergehalten. Die täglichen Schwankungen im Sensor-Output sind auf Temperaturänderungen und damit Änderungen der elektrischen Bodenleitfähigkeit zurückzuführen, auf die einige Sensoren empfindlich reagieren.

Dieser Offset ist auch in anderen Bodentiefen ausgeprägt und systematisch (Daten nicht gezeigt). Robinson et. al. [Ro08] vermuten als Ursachen für den Offset Beschränkungen im Probenvolumen und Bodenverdichtungen um die Elektroden bei der Sensorinstallation. Zu kleine Probenvolumina scheiden hier als mögliche Ursache aus, da alle verwendeten Sensoren im Feld eingebaut wurden. Da die Sensor-Outputs in der Pflaumenanlage den gleichen Offset zeigen, kann als mögliche Ursache, neben sensorimmanenten Gründen, ein Effekt durch Kompaktion angenommen werden. Die vom gleichen Sensortyp (EC-5-TMEC) gemessenen Bodenwassergehalte korrelieren sehr gut ( $r = 0,99$ ). Aus diesen Ergebnissen leitet sich die Notwendigkeit von sensortyp-abhängigen Korrekturfunktionen ab, die in der zukünftigen Datenbank hinterlegt werden.

Für die Verschneidung der unterschiedlichen Datensätze miteinander, einschließlich ihrer Plausibilitätskontrolle, Interpretation und Gewichtung, wurde ein erstes Entscheidungsnetz entwickelt, in das als integrale Bestandteile ein Klimamodell [Al98], [Pa97], [PKM10] und Fuzzy Logic implementiert sind.

## 4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Ergebnisse der Bodenwassergehaltmessungen mit den verwendeten FDR-Sensoren zeigen die Notwendigkeit, sensortypabhängige Korrekturfunktionen in der zu entwickelnden Datenbank vorzuhalten, und solche auch für andere Sensortypen zu erstellen, da das Bewässerungssystem für ein breites Spektrum von Sensoren offen sein soll. Ein weiteres Ziel, das im Rahmen des Projekts IFuB erreicht werden soll, ist die zusätzliche Bewertung und Gewichtung der Plausibilität der Sensorwerte mittels Fuzzy Logic.

## Literatur

- [Al98] Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998): Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy.
- [Be12] Beerbaum, J., et.al.: A sensor based approach to understand spatial variability in orchards. In (Clasen, M., Fröhlich, G., Berhardt, H., Hildebrand, K., Theuvsen, B. Hrsg.): Referate der 32. GIL-Jahrestagung, Freising, 2012. GI-Edition, Bonn; S. 43-46.
- [DS09] Dirksmeyer W, Sourell H (Hrsg.): Wasser im Gartenbau. Tagungsband zum Statusseminar am 9. und 10. Februar 2009 im Forum des vTI in Braunschweig. Landbauforschung Völkenrode, 2009 – Sonderheft 328.
- [GL06] Gebbers R.: Lück E.: Geoelektrische Methoden zur Bodenkartierung in der Landwirtschaft. In: Hufnagel J., Herbst R., Jarfe A., Werner A. (Hrsg.) Precision Farming. Analyse, Planung, Umsetzung in die Praxis. KTBL-Schrift 419. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Darmstadt, 2006.
- [Gr09] Groß, W.: Kennzeichnung der Bodenvariabilität durch geoelektrische Methoden. Bachelor-Arbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, 2009.
- [Pa97] Paschold, P.-J. (1997): Bewässerungseinsatz nach der Geisenheimer Methode. Deutsche Gärtnerpost 5/97.
- [PKM10] Paschold, P.-J., Kleber, J., Mayer, N. (2010): Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Stand 25.5.2011, [http://botanik.forschungsanstalt-geisenheim.de/uploads/media/Geisenheimer\\_Steuerung.pdf](http://botanik.forschungsanstalt-geisenheim.de/uploads/media/Geisenheimer_Steuerung.pdf).
- [Ro08] Robinson, D.A. et.al.: Soil Moisture Measurement for Ecological and Hydrological Watershed-Scale Observatories: A Review. In (Soil Science Society of America Hrsg.): Vadose Zone Journal, Vol.7, No.1, 2008; S. 358-389.

# Vergleichende Analyse der Servicequalität unterschiedlicher Anbietertypen bei der Online-Vermarktung von Fleisch

Vienna Gerstenkorn

Abteilung Marketing für Lebensmittel und Agrarprodukte  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen  
vienna.gerstenkorn@agr.uni-goettingen.de

**Abstract:** Die Onlinevermarktung von Lebensmitteln bietet für Anbieter große Potenziale, stellt sie aber gleichzeitig vor enorme produkt- und verbraucherspezifische Herausforderungen. Da Barrieren, wie fehlende sensorische Eindrücke und mangelndes Vertrauen in den Anbieter, beim Kauf über das Internet überwunden werden müssen, ist eine hervorragende Servicequalität Voraussetzung für die Gewinnung, Bindung und Weiterempfehlungsbereitschaft von Kunden. Anhand von Fallstudien wurden am Beispiel Rindfleisch Anbieter unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen auf ihre Servicequalität hin untersucht.

## 1 Einleitung

Die Onlinevermarktung von Lebensmitteln hat in den vergangenen Jahren unterschiedliche Phasen durchlaufen; „Goldgräberstimmung“ und große Euphorie Anfang des Jahrtausends wurden durch die Dotcom-Blase abgelöst [Mo05]. Zahlreiche Geschäftsmodelle scheiterten. Während sich mittlerweile im europäischen Ausland einige Vollsortimenter auf dem Online-Markt für Lebensmittel etabliert haben (z.B. Leshop.ch, Tesco.com oder Auchan.fr), konnte sich in Deutschland - trotz erneuter Vorstöße - bisher kein Vollsortimenter längerfristig mit einem überregionalen Angebot positionieren. edeka24.de z.B. bietet lediglich ein Trockensortiment an; rewe-online.de liefert frische Produkte nur in ausgewählte Gebiete. Dem Startup-Unternehmen froodies wurde noch zu Beginn des Jahres großes Potenzial zugesprochen. Im Mai hat das Unternehmen überraschend Insolvenz angemeldet.

Was den Vollsortimentern in Deutschland bis heute nicht gelungen ist, haben einige Nischenanbieter geschafft: Anbieter von Spezialitäten [Mo05], oder ökologischen Lebensmitteln [SJS09] nutzen das Internet zum Teil erfolgreich als (zusätzlichen) Vertriebskanal, da hier höhere Handelsspannen möglich sind.

Neben einer durchdachten Differenzierung des Angebots [Th02] stellt die Qualität der



Leistungserbringung einen wichtigen Erfolgsfaktor dar [Mo05]. Der fehlende persönliche Kontakt beim Einkauf, das Fehlen sensorischer Eindrücke, die geringere Kundenloyalität („Webhopping“) [Th02] und die schnelle Verbreitung negativer Kritik im Netz verstärken die Bedeutung der Servicequalität für diesen Vertriebsweg. Dass beispielsweise die Disintermediation, also die Ausschaltung von Handelsstufen, durch das Internet nicht im erwarteten Umfang stattgefunden hat [Mo05], begründet Monse [ebd.] unter anderem mit den damit einhergehenden Serviceverlusten.

Zwar gibt es zahlreiche redaktionelle Beiträge und Blog-Einträge, in denen Probebestellungen bei Lebensmittel-Anbietern im Netz bewertet werden, umfassende wissenschaftliche Untersuchungen zu Aspekten der Servicequalität bei der Online-Vermarktung von Lebensmitteln fehlen jedoch. Um diese Forschungslücke zu schließen, nähert sich die folgende Arbeit dem Thema qualitativ anhand einer Fallstudienanalyse, und betrachtet Anbieter unterschiedlicher Wertschöpfungsstufen, die sich auf die Vermarktung von Fleisch spezialisiert haben und einen Online-Shop betreiben. Während das Produkt Fleisch zahlreiche Möglichkeiten zur Differenzierung bietet, stellt es die Anbieter gleichzeitig vor größte Herausforderungen im Hinblick auf Verbrauchervertrauen [AS08] und Frischelogistik [Th02].

## **2 Theoretische Basis und methodisches Vorgehen**

Zahlreiche wissenschaftliche Ansätze zur Bewertung der Servicequalität basieren auf dem 1988 von Parasuraman, Zeithaml & Berry entwickelten SERVQUAL-Modell [vgl. BFH08], so auch die „E-Servicequalitätsskala Onlinebanking“ von Bauer, Falk & Hammerschmidt [BFH04], deren branchenübergreifende Anwendbarkeit die Autoren 2008 durch eine Validierung am Beispiel „E-Retailing“ nachweisen konnten [BFH08]. Die Skala liefert wichtige Anhaltspunkte für die Ansprüche von Online-Kunden, und wurden für die eigene Studie auf die Besonderheiten der Frischedistribution angepasst. Die Items wurden den vier Kaufphasen nach Lincke [Li98] (vgl. Abb. 1) zugeordnet.

Unter Berücksichtigung des erstellten Kriterienkataloges wurden Bestellungen bei elf, anhand relevanter Suchmaschinenergebnisse ausgewählter, Online-Shops durchgeführt: drei Händler internationaler Produkte (H1, H2, H3), drei handwerkliche Metzgereibetriebe (M1, M2, M3), eine Erzeugergemeinschaft (EZG), zwei erzeugernahe Vermarktungsgesellschaften (VG1, VG2) sowie zwei Direktvermarkter (DV1, DV2).

Obwohl die qualitative Herangehensweise lediglich Aussagen über die einzelnen Anbieter, nicht aber generelle Aussagen über die Wertschöpfungsstufe zulassen, soll überprüft werden, ob sich Tendenzen abzeichnen, die nachstehende Hypothesen stützen.

**Hypothese 1:** Je konsumnäher die Wertschöpfungsstufe, desto professioneller ist die Bestellabwicklung.

**Hypothese 2:** Je produktionsnäher die Wertschöpfungsstufe, desto umfangreicher sind die Informationen zur Herkunft der Produkte.

### 3 Exemplarische Ergebnisse der Fallstudienanalyse

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über exemplarisch ausgewählte Ergebnisse der Studie, zugeordnet zu den vier Markttransaktionsphasen im E-Commerce [Li98].

	H1	H2	H3	M1	M2	M3	VG1	VG2	EZG	DV1	DV2
<b>Informationsphase (den Kunden informieren)</b>											
Online-Shop / Webseite bietet Informationen zu											
Rasse	✓	✓	–	–	ggA <sup>1</sup>	–	✓	z.T. <sup>2</sup>	ggA <sup>1</sup>	–	✓
Herkunftsland	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Herkunftsbetrieb	z.T. <sup>2</sup>	–	–	–	EZG <sup>3</sup>	–	✓	✓	EZG <sup>3</sup>	✓	✓
<b>Vereinbarungsphase (Kaufbedingungen „verhandeln“)</b>											
Lieferinformationen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Shop-Bewertung	–	✓	✓	✓	✓	–	Δ	–	–	–	–
Produktbewertungen	–	✓	✓	✓	–	–	–	–	✓ <sup>4</sup>	✓ <sup>4</sup>	–
Mind.bestellwert/-menge	–	38 €	35 €	–	–	–	5kg	3kg	–	–	25 €
Expressversand mögl.	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓
Express obligatorisch	✓ <sup>5</sup>	✓	✓	–	✓	–	✓	✓	✓ <sup>6</sup>	✓	–
Versandkosten min. €	9,90	9,00	9,00	4,90	5,95	6,90	15,00	12,00	12,50	6,80	7,50
<b>Abwicklungsphase (Auftrag ausführen)</b>											
Zustand	TK <sup>7</sup>	frisch	frisch	frisch	frisch	frisch	frisch	frisch	frisch	frisch	frisch
Sendungsverfolgung	✓	✓	–	✓	✓	✓	–	–	✓	–	✓
Lieferdauer Werktag	1	2	2	3	2	2	fix <sup>8</sup>	fix <sup>10</sup>	1	4	5
Lfg. termingerecht	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Isolierbox	✓	✓	✓	– <sup>9</sup>	Δ <sup>10</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kühlelemente	✓	✓	✓	– <sup>9</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fleischtemperatur °C <sup>11</sup>	-3,5	2,7	5,9	20,8	13,6	3,8	3,7	0,7	3	6,8	5,3
<b>After-Sales-Phase (Kunden nach dem Kauf betreuen)</b>											
Werbebeilagen Paket	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E-Mail Newsletter	✓	✓	–	✓	✓	–	✓	–	–	–	–

Abbildung 1: Übersichtstabelle ausgewählte Ergebnisse. (✓) = vorhanden (–) = nicht vorhanden (Δ) = mit Einschränkungen. Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>1</sup> Im Angebot ausschließlich Rindfleisch einer Erzeugergemeinschaft mit geschützter geographischer Angabe  
<sup>2</sup> Zum Teil - bei einigen Produkten angegeben, bei anderen nicht  
<sup>3</sup> Fleisch wird ausschließlich von einer Erzeugergemeinschaft bezogen  
<sup>4</sup> Die Möglichkeit besteht, Bewertungen sind jedoch nicht, oder nur in sehr geringem Umfang vorhanden  
<sup>5</sup> TK = tiefgekühlt  
<sup>6</sup> Innerhalb Deutschlands; bei Auslandssendungen auch Standardversand möglich  
<sup>7</sup> Für frische Produkte; für Konserven / haltbare Produkte auch Standardversand möglich  
<sup>8</sup> Vorgegebene Liefertermine, orientiert an Schlachterminen der beteiligten Höfe  
<sup>9</sup> Im Winter nicht isoliert, keine Kühlelemente, im Sommer werden Kühlboxen und Kühlelemente verwendet  
<sup>10</sup> Versandkarton mit beschichteter Luftpolsterfolie (sog. Isohood-Inlay) ausgelegt  
<sup>11</sup> Max. ermittelte Fleischkerntemperatur nach Öffnen des Paketes. Zur Einhaltung der Tiefkühlkette sind max. -18°C (kurzfristige Schwankungen max. 3°C) [TLMV11] zulässig. Für frisches Fleisch dürfen +7°C bis zur Abgabe an den Verbraucher [TLH11] nicht überschritten werden.

In der Informationsphase nähert sich H1, anders als H2, H3, M1 und M3, durch Informationen zu Rasse und Herkunftsbetrieb vieler Produkte den erzeugernahen Anbietern an. In der Abwicklungsphase bestätigt sich tendenziell, dass die etablierten Händler mit einer flexiblen und professionellen Bestellabwicklung überzeugen können. Kunden müssen dafür zum Teil höhere Preise, einen Mindestbestellwert sowie Kosten für den Express-Versand akzeptieren. Die Metzgereibetriebe hingegen ermöglichen eher die Bestellung kleinerer Mengen, kombiniert mit günstigerem Standardversand, worunter die Qualität bei M1 und M2 leidet. Sehr professionell agiert in allen Kaufphasen die EZG. Das Angebot von VG1 und VG2 beschränkt sich auf ausgewählte Liefertermine und größere (3-5kg) gemischte Fleischpakete. Wird dies vom Kunden angenommen, lässt es dem Anbieter mehr Spielraum für eine zuverlässige Lieferung.

## 4 Fazit

Die Fallstudienanalyse zeigt, dass sich bestimmte Abläufe, z.B. der Express-Versand im Isolierbehälter, als Standard unter den Herstellern einstellen. Einschränkungen im Vorfeld, z. B. Mindestbestellwerte, sind dabei im Hinblick auf die Einhaltung der Kühlkette und Einhaltung von Lieferversprechen zielführender, als Einsparungen bei Versand und Verpackung. Das bedeutet für Anbieter, dass die Online-Vermarktung eines derart sensiblen Produktes eine professionelle Herangehensweise neue Ideen zur Abhebung vom Wettbewerb erfordert.

## Literaturverzeichnis

- [AS08] Albersmeier, F.; Spiller, A.: Supply Chain Reputation in der Fleischwirtschaft. Diskussionspapiere, Nr. 0811, Göttingen, 2008.
- [BFH04] Bauer, H. H.; Falk, T.; Hammerschmidt, M.: Messung und Konsequenzen von Servicequalität im E-Commerce. Marketing ZFP, 26. Jg. Spezialausgabe Dienstleistungsmarketing 2004, S. 45-57.
- [BFH08] Bauer, H. H.; Falk, T.; Hammerschmidt, M.: Messung von E-Servicequalität: eine branchenübergreifende Validierung. In (Bauer, H. H.; Hrsg.) Interactive Marketing im Web 2.0, 2. Auflage, München, 2008, S. 37-59.
- [Li98] Lincke, D. M.: Evaluating Integrated Electronic Commerce Systems. Electronic Markets, 8.1, 1998, S. 7-11.
- [Mo05] Monse, K.: E-Commerce – Ein Missverständnis?, 2005.
- [SJS09] Stockebrand, N.; Joswig, A.; Spiller, A.: E-Commerce in der Lebensmittelbranche: Eine Analyse der Kundenzufriedenheit bei ökologischen Lieferdiensten. In (Bill, R.; Korduan, P.; Theuvsen, L.; Morgenstern, M.; Hrsg.) Referate der 29. GIL-Jahrestagung in Rostock 2009, S. 157-160.
- [Th02] Theuvsen, L.: Lebensmittelvertrieb über das Internet. Chancen und Strategien kleiner und mittelständischer Hersteller. Zeitschrift für Agrarinformatik 03/02, 2002.
- [TLH11] Tierische Lebensmittel-Hygieneverordnung vom 8.Aug. 2007 (BGBl. I S. 1816, 1828), zuletzt geändert durch Art. 1 der VO vom 10. Nov. 2011 (BGBl. I S. 2233).
- [TLMV11] Verordnung über tiefgefrorene Lebensmittel, vom 22. Feb. 2007 (BGBl. I S. 258), zuletzt geändert durch Art. 3 der VO vom 13. Dez. 2011 (BGBl. I S. 2720).

# agINFRA – Building e-infrastructure and services for the agricultural research community

Guntram Geser<sup>1)</sup>, Johannes Keizer<sup>2)</sup>, Andrea Mulrenin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Innovation Lab  
Salzburg Research  
Jakob-Haringer-Str. 5/3  
5020 Salzburg, Austria  
guntram.geser@salzburgresearch.at

<sup>2)</sup>Office of Knowledge Exchange  
Food and Agriculture Organization of the United Nations  
Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Rome, Italy  
Johannes.Keizer@fao.org

**Abstract:** The agINFRA project aims to provide the agricultural research community with e-infrastructure and services for open data access, sharing and re-use. This paper introduces the project's objectives and context, technical elements as well as the envisaged range of data resources. Furthermore opportunities for participation are highlighted.

## 1 Towards global sharing of agricultural research results

agINFRA<sup>1</sup> is an e-infrastructure project funded under the European Union's 7th Framework Programme. It started in October 2011 and will run for three years. agINFRA develops infrastructure and services for sharing agricultural research results that are managed by international, national, institutional as well as subject-based repositories.

The project involves technology and content partners from Europe, China, Ecuador and India. One of the lead partners is the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, and the project goals are aligned with the Coherence in Information for Agricultural Research for Development (CIARD) initiative.<sup>2</sup> The initiative mobilizes and supports institutions in making agricultural research results more accessible globally.

Many agricultural research organizations already have content repositories and portals aimed to serve researchers, educators and extension workers. These institutional as well

---

<sup>1</sup> agINFRA, <http://www.aginfra.eu>

<sup>2</sup> CIARD, <http://www.ciard.net>

as subject-based repositories are increasingly integrated in information networks, mainly through deploying the Open Archives Initiative harvesting approach (OAI-PMH).<sup>1</sup>

The bulk of available content are publications while research data are often not archived and shared through Open Access repositories. Large surveys have shown that across all disciplines only about 6-8% of the researchers deposit datasets in an open archive. (Pa09; Sc11) Thus while the current emphasis of Open Access is on research publications the next frontier will be Open Data policies at least for publicly funded research. Yet it must be noted that also repositories of publications are often difficult to establish, promote and maintain. Integration in a larger pool of resources can allow for wider recognition, access and enhancement through added value services.

## **2 Goals of e-research infrastructures**

Research is becoming increasingly distributed, collaborative, ICT and information-intensive. New terms such as „e-research“, „e-science“ or „cyberinfrastructure“ emphasise the importance of digital tools and services for more efficient workflows and new ways of conducting research. As Hey and Hey (HH06) note, “e-Science is shorthand for the set of tools and technologies required to support collaborative, networked science. The entire e-Science infrastructure is intended to empower scientists to do their research in faster, better and different ways.”

These goals have been taken up by major research policy initiatives such as the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) and the US National Science Foundation Cyberinfrastructure Panel. The European High-level Expert Group on Scientific Data understands that scientific data infrastructure “must be flexible but reliable, secure yet open, local and global, affordable yet high-performance” (Eu10).

Particularly important from the perspective of the providers and users are principles of collaboration and conditions for sharing of different resources in the networked research environment.

## **3 Elements of the agINFRA infrastructure and services**

agINFRA aims to support the management, sharing and integration of content, services, software and computing resources in various ways. The following are some supportive elements agINFRA is developing.

An enhanced version of the CIARD - Routemap to Information Nodes and Gateways (RING) will act as central broker for data and service providers, datasets and vocabularies. The CIARD-RING portal has been developed by the Global Forum on Agricultural Research (GFAR) and already comprises 614 services / sources registered by 384 pro-

---

<sup>1</sup> Open Archives Initiative, <http://www.openarchives.org>

viders.<sup>1</sup>

Linked Data methods will allow for leveraging the semantic interoperability of heterogeneous data. (BHB09) For example, FAO's Linked Data based OpenAgris (currently in beta stage) integrates many Web information resources in addition to the bibliographic data provided by the over 150 AGRIS information centres.

The e-infrastructure will comprise several software components that allow for enhancing repositories and information portals. This ranges from metadata extraction and indexing (e.g. through AgroTagger<sup>2</sup>) to semantic search and on to the visualization of research networks (e.g. based on VIVO<sup>3</sup>). For massive data aggregation and heavy infrastructure service tasks also dedicated Grid or Cloud services are in development.

## 4 Covering a broad range of content

At this stage, agINFRA is targeting the integration of five domains of information:

- *Bibliographic information on scientific and grey literature*, for example, FAO's AGRIS database (containing over 4 million bibliographic records) and other sources of research literature that are harvested by the Virtual Open Access Agriculture & Aquaculture Repository (VOA3R) project<sup>4</sup>;
- *Geospatial information services* offering maps of land cover and soils, GIS datasets and other data with an agricultural or environmental theme, for example, the FAO GeoNetwork<sup>5</sup> and national resources such as the Italian Soil Information System (ISIS)<sup>6</sup>;
- *Plant germplasm collections and genomic information*, for example, the Chinese Crop Germplasm Research Information System (CGRIS)<sup>7</sup> and other national and international collections (e.g. European National Inventories of germplasm as shared through the EURISCO data catalogue<sup>8</sup>) as well as DNA barcodes;
- *Agricultural statistics*, for example, FAOSTAT (over 3 million statistical entries, time-series data, etc.)<sup>9</sup>, other United Nations databases, and the World Bank open data catalogue<sup>10</sup>;
- *Learning and training resources*, for example, the Latin American Federation of Learning Object Repositories (LA FLOR)<sup>11</sup> and the Organic.Edunet<sup>1</sup> learning

---

<sup>1</sup> CIARD-RING portal, <http://ring.ciard.net>

<sup>2</sup> AgroTagger, <http://aims.fao.org/agrotagger>

<sup>3</sup> VIVO, <http://vivoweb.org>

<sup>4</sup> VOA3R, <http://voa3r.cc.uah.es>

<sup>5</sup> GeoNetwork, <http://www.fao.org/geonetwork/>

<sup>6</sup> ISIS, <http://aginfra-sg.ct.infn.it/isis>

<sup>7</sup> CGRIS, [http://icgr.caas.net.cn/cgris\\_english.html](http://icgr.caas.net.cn/cgris_english.html)

<sup>8</sup> EURISCO, <http://eurisco.ecpgr.org>

<sup>9</sup> FAOSTAT, <http://faostat.fao.org>

<sup>10</sup> World Bank open data, <http://data.worldbank.org/data-catalog>

<sup>11</sup> LA FLOR, <http://laflor.laclo.org>

ing resources for organic agriculture and agro-ecology.

Besides these (selected) resources of agINFRA partners and closely related organizations many others have been identified as potential candidates for integration in the data pool.

## 5 Opportunities for participation

agINFRA is designed as an open and collaborative initiative. Therefore it offers a number of ways for stakeholders to participate in the emerging infrastructure and service ecosystem. For example, agricultural research organizations can register information resources in the CIARD-RING to become part of a global pool of content and services; software developers can use agINFRA components, APIs or add-on plug-ins for enhancing existing tools and services.

Overall agINFRA aims at allowing agricultural research organizations open up their repositories and share the available content and data more effectively, in particular through applying Linked Data principles and methods. Moreover the project devotes particular attention to the semantics of shared data as well as criteria of reliability such as data provenance.

**Acknowledgement:** The research leading to these results has received funding from the European Union Seventh Framework Programme (*FP7/2007-2013*) under *grant agreement n° 283770*.

## References

- [BHB09] Bizer, C.; Heath, T.; Berners-Lee, T.: Linked data - the story so far. In: International Journal on Semantic Web and Information Systems 5.3, 2009, S. 1-22
- [Eu10] European High-level Expert Group on Scientific Data Riding the wave. How Europe can gain from the rising tide of scientific data. A submission to the European Commission, October 2010
- [HH06] Hey, T., Hey, J.: e-science and its implications for the library community. In: Library Hi Tech, vol. 24, no. 4, 2006, S. 515–528
- [PA09] PARSE.Insight: Insight into digital preservation of research output in Europe. Project deliverable D3.4: Survey Report, December 2009
- [Sc11] Science magazine: Special Issue “Dealing with Data”. In: Science, vol. 331, no. 6018, 11 February 2011, S. 692-693

---

<sup>1</sup> Organic.Edunet, <http://www.organic-edunet.eu>

# Potenzial des Mobile Business in landwirtschaftlichen Betrieben - Eine empirische Bestandsaufnahme

Dominic Grethler, Christa Hoffmann, Reiner Doluschitz

Institut für Landwirtschaftliche Betriebsführung  
Fachgebiet Agrarinformatik und Unternehmensführung  
Universität Hohenheim  
70593 Stuttgart  
c.hoffmann@uni-hohenheim.de

**Abstract:** Die Nutzung internetfähiger Mobilgeräte für private wie berufliche Zwecke hat stark an Bedeutung hinzugewonnen. Bedingt wurde dies unter anderem durch technische Fortschritte auf Seiten der Geräte sowie durch die Entwicklung zeitgemäßer und leistungsstarker Mobilfunkstandards. Diese Trends nimmt diese Studie zum Anlass, den aktuellen Status quo bezüglich Mobile Business auf landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland zu erfassen. Besonderes Interesse galt dabei der derzeitigen Ausstattungssituation mit internetfähigen Mobilgeräten sowie der Art und Weise der Nutzung dieser Geräte. Die erzielten Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass auch landwirtschaftliche Betriebe erstaunlich gut ausgestattet sind, wenn es um den Besitz und die private wie berufliche Nutzung internetfähiger Mobilgeräte geht. Trotzdem werden diese Potenziale von App-Anbietern bisher wenig genutzt.

## 1 Hintergrund

Die Informations- und Kommunikationstechnologien sind in der Vergangenheit zu einer der bedeutendsten Komponenten für den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens herangereift [St11]. Nicht nur technische Fortschritte bei den Mobilfunkgeräten, sondern auch schnelle und wettbewerbsfähige Breitbanddienste sowie die jüngsten Entwicklungen in Sachen Mobilfunkstandards eröffnen den Unternehmen neue Möglichkeiten zur Ansprache und Bindung ihrer Kundensegmente [Sa11]. Wenn es darum geht, den Erfolg derartiger Geschäftsprozesse zu erklären, ist der kundenseitige Wunsch nach Individualität, Unabhängigkeit und Flexibilität von entscheidender Bedeutung [Wi10]. Die Möglichkeit des mobilen Zugriffs auf das Internet via Smartphone, Tablet Computer und Co. bietet hierbei das größte Potenzial zur ganzheitlichen Befriedigung dieser Wünsche. Unternehmen in den verschiedensten Branchen haben dies erkannt und nutzen die gegebenen Möglichkeiten intensiv. Stellvertretend seien hier die Mobile Banking Angebote der Geldinstitute [Me08], Mobile Music Plattformen der Unterhaltungsindustrie oder Mobile Ticketing im öffentlichen Nahverkehr [BT08] genannt. Beobachtungen zur Folge reagieren Unternehmen, die ihre Produkte (Apps) an landwirtschaftliche Betriebe absetzen, bislang eher zurückhaltend auf diese allgemeinen Entwicklungen. Beispielfhaft sei



hierzu angeführt, dass von den bei Studienbeginn (Winter 2011) ca. 520.000-550.000 am Markt verfügbaren Dienstprogrammen (Apps) für Smartphone und Tablet Computer nur einige wenige (ca. 50) speziell für die Bedürfnisse landwirtschaftlicher Nutzer entwickelt wurden [Ov11]. Dabei sind es gerade Landwirte, die „[...] in vielfacher Hinsicht unter sehr spezifischen Verhältnissen [operieren]“ [DS02] und im Rahmen ihrer Produktionsprozesse vom Potenzial des mobilen Zugriffs auf das Internet profitieren könnten. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung sollten daher die Ursachen für diese scheinbaren Widersprüche ergründet werden. Im Fokus standen dabei zum einen die allgemeinen Kenntnisse über Mobile Business, zum andern die Überprüfung einer mangelhaften Ausstattung der Betriebe mit internetfähigen Mobilgeräten bzw. deren Nicht-einsatz für berufliche Zwecke.

## **2 Methodik**

Unter Berücksichtigung der gegebenen Restriktionen wurde die quantitative Befragung als Erhebungsform der Untersuchung ausgewählt. Als Stichprobe wurden 1.026 landwirtschaftliche Betriebe anhand der Angabe einer E-Mailadresse aus verschiedenen öffentlichen Registern gezogen. Die Betriebe verteilten sich auf sechs Bundesländer, wobei mit Baden-Württemberg (471 Betriebe) und Rheinland-Pfalz (66 Betriebe) zwei Bundesländer aus dem Süden Deutschlands, mit Niedersachsen (26 Betriebe) und Nordrhein-Westfalen (134 Betriebe) zwei Bundesländer aus dem Westen Deutschlands und mit Brandenburg (245 Betriebe) und Thüringen (84 Betriebe) zwei Bundesländer aus dem Osten Deutschlands vertreten waren. Auch unterschiedliche Betriebsstrukturen (z.B. ökologisch/ konventionell, Ackerbau/Vieh) wurden berücksichtigt.

Der erarbeitete Fragebogen wurde überwiegend aus geschlossenen Fragen zusammengestellt und den befragten Betrieben via Web-Survey-Plattform zur Verfügung gestellt. Die Befragung fand vom 14. März 2012 bis zum 28. März 2012 statt. 13,16 Prozent (135 Betriebe) der angeschriebenen Betriebe beteiligten sich an der Befragung. Die Auswertung der demografischen Kenngrößen lässt den Schluss zu, dass es sich bei der befragten Gruppe um eine hinreichend gute Abbildung der vorherrschenden Struktur in der deutschen Landwirtschaft handelt.

## **3 Ergebnisse**

Zunächst wurden die Untersuchungsteilnehmer nach der Bekanntheit der Begrifflichkeit Mobile Business gefragt. Zweidrittel der Befragten (n=135) ist demnach der Begriff bereits bekannt. Darüber hinaus wurde nach dem Besitz internetfähiger Mobilgeräte gefragt. Von den 126 Teilnehmern, die eine Antwort auf diese Frage abgegeben hatten, bejahten 60,32% (76 Befragte) diese Frage. Fünfzig Teilnehmer (39,68%) beantworteten die Frage mit „Nein“ (siehe Abbildung ). Des Weiteren konnte ermittelt werden, dass in der Gruppe der 76 Betriebe, die angegeben hatten im Besitz eines internetfähigen Mobilgerätes zu sein, 128 derartige Geräte existieren.

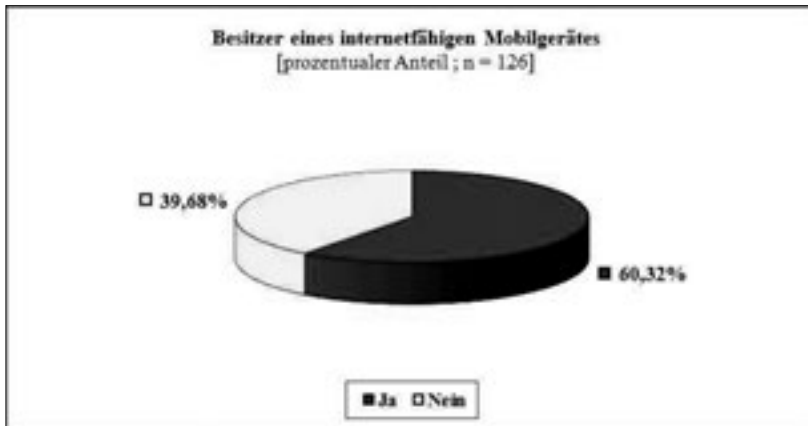


Abbildung 1: Prozentualer Anteil der Befragungsteilnehmer, die angegeben hatten Besitzer eines internetfähigen Mobilgerätes zu sein.

Dies entspricht einer Quote von 1,68 Geräten je Betrieb. In der überwiegenden Mehrzahl waren dies Smartphones (46,88%). Die Gruppe der Tablet Computer war mit 16 Geräten (12,50%) vertreten. Die restlichen Nennungen entfielen auf „internetfähige Pocket PCs“ (10,94%), „internetfähige Handys“ (28,13%) und sonstige.

Alle Befragungsteilnehmer, die angegeben hatten im Besitz internetfähiger Mobilgeräte zu sein, wurden im weiteren Verlauf der Untersuchung nach ihren diesbezüglichen Nutzungsgewohnheiten befragt. Den Befragten wurden die Antwortkategorien „ausschließlich betrieblich“, „betrieblich und privat“ sowie „ausschließlich privat“ angeboten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt.

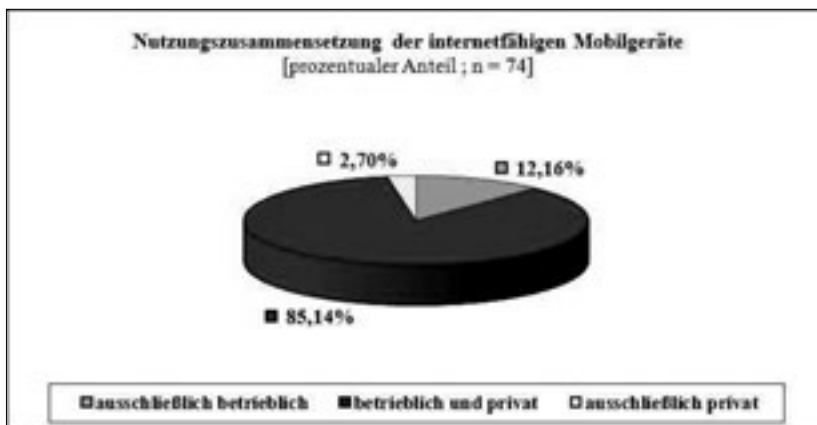


Abbildung 2: Darstellung der prozentualen Verteilung der Nennungen auf die angebotenen Nutzungsarten für internetfähige Mobilgeräte in der Befragungsgruppe.

Den Daten zu dieser Frage lassen sich zwei auffallende Dinge entnehmen. Zum Einen, dass 97,30% der Besitzer eines internetfähigen Mobilgerätes dieses zumindest teilweise

auch für betriebliche Zwecke nutzen. Zum Anderen, dass 12,16% der betreffenden Personengruppe ihre Geräte ausschließlich für betriebliche Zwecke gebrauchen.

Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurden alle Befragten, die angegeben hatten ihre internetfähigen Mobilgeräte zumindest teilweise auch betrieblich zu nutzen gefragt, ob sie aufgrund der hierbei gemachten Erfahrungen die Absicht hegen weitere internetfähige Geräte für den betrieblichen Einsatz zu erwerben. 48,61% (35 Befragte) beantworteten diese Frage mit „Ja“.

## 4 Fazit

Aufgrund der Ergebnisse kann schlussgefolgert werden, dass weder mangelnde Kenntnis über Mobile Business eine Ursache für die verhältnismäßig geringe Anzahl an Apps für landwirtschaftliche Zwecke ist. Noch kann eine mangelhafte Ausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe mit internetfähigen Mobilgeräten oder die fehlende Absicht diese auch für betriebliche Zwecke zu nutzen als Begründung angeführt werden, wenn es darum geht eigene Versäumnisse auf dem Gebiet des Mobile Business zu rechtfertigen. Vielmehr zeigen die Ergebnisse die derzeit noch unzureichend genutzten und in Zukunft noch zunehmenden Potenziale von Mobile Business in landwirtschaftlichen Betrieben. Den potenziellen Anbietern von Mobile Business Anwendungen für landwirtschaftliche Zwecke wird daher angeraten ihre Bemühungen im Mobile Business zu forcieren.

## Literaturverzeichnis

- [BT08] Buse, S.; Tiwari, R.: Grundlagen des Mobile Commerce. In: Perspektiven des Mobile Commerce in Deutschland, (Hrsg.): Buse, S.; Tiwari, R., Stuttgart, 2008; S. 19-113
- [DS02] Doluschitz, R.; Spilke, J.: Agrarinformatik. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2002; S. 23
- [Me08] Meyer, T.: Bessere Technik erlaubt neuen Anlauf. In: Die Bank, Heft 3/2008; S. 66-69
- [Ov11] o.V.: Schnell ins Netz. In: dlz agrar magazin, Heft 6/2011; S. 20-25
- [Sa11] Sauter, M.: Grundkurs mobile Kommunikationssysteme. UMTS, HSDPA und LTE, GSM, GPRS und Wireless LAN. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2011.
- [St11] Steinbicker, J.: Pfade in die Informationsgesellschaft. Eine historisch-komparative Analyse der Entwicklung zur Informationsgesellschaft in Europa. Velbrück Wissenschaft, Weilerswist, 2011.
- [Wi10] Wirtz, B. W.: Electronic Business. Gabler-Verlag, Wiesbaden, 2010.

# Nutzung von Bewegungsdaten zur Brunsterkennung bei Jungrindern

Simon Harnisch<sup>1</sup>, Nicole Reinhold<sup>1</sup>, Erhard Gernand<sup>2</sup>, Werner Feucker<sup>3</sup>, Joachim Spilke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik  
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Karl-Freiherr-von-Fritsch- Straße 4  
06120 Halle (Saale)  
simon.harnisch@landw.uni-halle.de

<sup>2</sup> Referat Tierhaltung  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
August Bebel Straße 2  
36433 Bad Salzungen

<sup>3</sup> DSP Agrosoft GmbH  
Parkring 3  
14669 Ketzin

**Abstract:** Zielstellung der vorliegenden Untersuchung ist die Entwicklung eines Entscheidungsalgorithmus zur Nutzung von Aktivitätsdaten zur Brunsterkennung bei Jungrindern. Dabei ist die tierspezifische tägliche Aktivitätsdynamik zu beachten. Eine systematische Variierung der untersuchten Einflussgrößen ergibt bei Nutzung eines Bezugszeitraumes von 6 Stunden, eines Vergleichszeitraumes von 7 Tagen, eines Grenzwertes von 2.45 für die Bewertung der Tagesstunden 6 und 16 eine Erkennungsrate von 86.9 %, eine Fehlerrate von 21.4 % und eine Spezifität von 99.5 %. Die hierbei genutzte Referenz für die Berechnung der Effizienzkriterien basiert auf Hormonuntersuchungen des Blutes.

## 1 Einleitung

Die Entwicklungen auf dem Gebiet der Hard- und Software sowie fortschreitende fachspezifische Kenntnisse der letzten Jahrzehnte ermöglichen eine zunehmend bessere Unterstützung des Managements in der landwirtschaftlichen Produktion. Das ist bei Beachtung zunehmender Betriebsgrößen, eines abnehmenden Besatzes an Arbeitskräften und insgesamt steigenden Wettbewerbsdruckes auch dringend erforderlich. Hierbei haben aufgrund der herausragenden Bedeutung des Milchrindes in Verbindung mit dem Entwicklungsstand in der Prozesstechnik Managementprogramme einen hohen Reifegrad erreicht. Das betrifft sowohl die Unterstützung der Milchgewinnung, aber auch die Steu-

erung und Kontrolle von Fütterung, Gesundheit und Reproduktion. Hierbei spielen für die Unterstützung der Gesundheits- und Reproduktionskontrolle Sensoren zur Messung der Bewegungsaktivität eine besondere Rolle. Bei Nutzung der Aktivität zur Brunsterkennung wird der Sachverhalt ausgenutzt, wonach zur Brunst ein erhöhtes Aktivitätsniveau vorliegt (Ki77). Umfangreiche Untersuchungen, ausgereifte Sensoren zur Aktivitätsmessung und die Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz führten beim Milchrind zu anwendbaren Systemen (De99; DW01; Fi03). Demgegenüber ist der Ausbaustand von Managementsystemen beim Jungrind deutlich geringer. Untersuchungsergebnisse für die Nutzung der Bewegungsaktivität zur Brunsterkennung sind in diesem Bereich weniger umfangreich (Sa07; LC09). Insbesondere fehlen Ergebnisse über die Einordnung von Bewegungsdaten zur Unterstützung der Entscheidungsfindung in betriebliche Managementprogramme. Mit den vorliegenden Untersuchungen soll ein Beitrag geleistet werden, diese Lücke zu schließen.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen besteht in der Entwicklung eines auf stündlichen Aktivitätsdaten basierenden Entscheidungsalgorithmus zur Brunsterkennung.

## 2 Material und Methoden

Für die Untersuchungen stehen stündlich erfasste Aktivitätsdaten bei Nutzung des ALPRO-Systems (DeLaval) eines Jungrinderaufzuchtbetriebes aus Thüringen zur Verfügung. Aus vorangegangenen Analysen zur Aktivitätsdynamik (Ha11) ergeben sich für die Erarbeitung eines Entscheidungsalgorithmus zur Brunsterkennung folgende Grundsätze:

- Vergleich und Bewertung innerhalb Tier zur Beachtung der Tierspezifität.
- Bildung eines Bezugs- und Vergleichszeitraumes für zeitgleiche Tagesstunden zur Beachtung der täglichen Aktivitätsdynamik.

Der Bezugszeitraum (BZ) beinhaltet die Anzahl zurückliegender Stunden ab der betrachteten Tagesstunde zur Bildung des Bezugswertes (BW), welcher den mittleren Aktivitätswert dieser Stunden beschreibt. Der Vergleichszeitraum (VZ) ist definiert als die Anzahl zurückliegender Tage zur Bildung des Vergleichswertes (VW), der als mittlerer Aktivitätswert der betrachteten Tage und Stunden zu verstehen ist.

Zur Ermittlung des optimalen Entscheidungsalgorithmus werden die zu bewertenden Tagesstunden, der BZ und VZ sowie der Grenzwert (GW: Wert, bei dessen Überschreitung durch den Quotienten  $BW / VW$  eine Brunst angenommen wird) systematisch variiert und bei Nutzung der Effizienzkriterien Erkennungsrate (ER: Anteil der richtig erkannten Positiven an allen Positiven), Fehlerrate (FR: Anteil der falsch erkannten Positiven an allen Erkannten) und der Spezifität (SP: Anteil der richtig erkannten Negativen an allen Negativen) für das Ereignis „Brunst“ bewertet. Als Referenz dienen die mit Hilfe der Hormonverläufe von Progesteron und Estradiol-17 $\beta$  nachgewiesenen Brünste von 38 Tieren.

Der bei Nutzung dieser Daten als optimal identifizierte Entscheidungsalgorithmus wird im Rahmen einer Kreuzvalidierung auf Daten mit der Referenz einer positiven Trächtigkeitsuntersuchung von 240 Tieren getestet. Diese Ergebnisse werden weiterhin mit den vom ALPRO-System angezeigten Brunstmeldungen verglichen.

### 3 Ergebnisse

Die Optimierung der Länge des BZ und VZ sowie der zu betrachtenden Tagesstunden ergibt in Abhängigkeit des GW das in Abbildung 1 dargestellte Ergebnis.

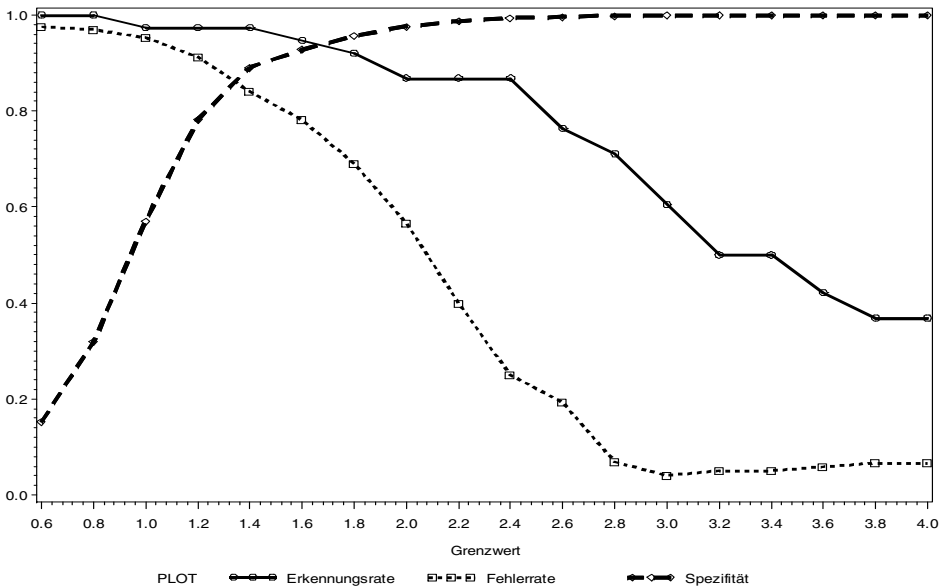


Abbildung 1: Erkennungs- und Fehlerrate und Spezifität für einen BZ von 6 Stunden, einen VZ von 7 Tagen für die Kombination der Stunden 6 und 16 in Abhängigkeit des Grenzwertes

Die Variante mit einem GW von 2,45 stellt mit dem Ergebnis einer ER von 86,9 %, einer FR von 21,4 % sowie einer SP von 99,5 % einen guten Kompromiss zwischen einer hohen ER und einer geringen FR dar. Folglich wird der GW für den Entscheidungsalgorithmus mit 2,45 festgelegt. Die Anwendung des gewählten Entscheidungsalgorithmus auf Daten mit der Referenz einer positiven Trächtigkeitsuntersuchung führt zu einer ER von 68,8 %, einer FR von 36,0 % sowie einer SP von 99,2 %.

Ein Vergleich der vorliegenden Ergebnisse des gewählten Entscheidungsalgorithmus mit den Ergebnissen der Alarmmeldungen des ALPRO-Systems ist in Tabelle 1 zusammenfassen dargestellt.

Referenz	ER	FR	SP
<b>Hormonverläufe</b>			
eigener Entscheidungsalgorithmus	86.9	21.4	99.5
ALPRO-System	65.8	47.9	98.7
<b>positive Trächtigkeitsuntersuchung</b>			
eigener Entscheidungsalgorithmus	68.8	36.0	99.2
ALPRO-System	66.3	50.6	98.6

Tabelle 1: ER, FR und SP der Brunsterkennung in % auf Grundlage des eigenen Entscheidungsalgorithmus und der Alarmmeldungen des ALPRO-Systems für die genutzten Referenzen

## 4 Schlussfolgerungen

Der anzuwendende Entscheidungsalgorithmus ist durch einen systematischen Vergleich der Tagesstunden, des BZ, VZ und des Grenzwertes zu ermitteln. Hierbei zeigen sich zwischen den Berechnungsvarianten bedeutsame Unterschiede. Der optimierte Entscheidungsalgorithmus (Beachtung der Tagesstunden 6 und 16; BZ: von 6 Stunden; VZ: 7 Tage; GW: 2.45) führt jeweils für beide Referenzen zu besseren Ergebnissen als der vom ALPRO-System genutzte Algorithmus. Die Ergebnisse zeigen, dass bei sorgfältiger Wahl des Entscheidungsalgorithmus eine Nutzung von Aktivitätsdaten zur Brunsterkennung möglich ist. Für die Anwendung innerhalb eines Managementsystems sollte der gewählte Entscheidungsalgorithmus jedoch an weiteren Datensätzen aus unterschiedlichen Betrieben überprüft werden.

## Literaturverzeichnis

- [De99] De Mol, R. M. et al.: Description of a detection model for oestrus and diseases in dairy cattle based on time series analysis combined with a Kalman filter. Computers and Electronics in Agriculture, 22, 1999; S. 171-185.
- [DW01] De Mol, R. M.; Woldt, W. E.: Application of Fuzzy Logic in automated cow status monitoring. Journal of Dairy Science, 84, 2001; S. 400-410.
- [Fi03] Firk, R. et al.: Oestrus detection in dairy cows based on serial measurement using univariate and multivariate analysis. Archiv für Tierzucht, 46, 2003; S. 127-142.
- [Ha11] Harnisch, S. et al.: Estimation of Daily Activity Dynamics of Heifers with Linear Mixed Models. In (Lokhorst, C.; Berckmans, D. Hrsg.): Precision Livestock Farming 2011, Prag; S. 46-53.
- [Ki77] Kiddy, C. A.: Variation in activity as an indicator of oestrus in dairy cows. Journal of Dairy Science, 60, 1977; S. 235-243.
- [LC09] Løvendahl, P.; Chagunda, M. G. G.: Short communication: Genetic variation in estrus activity traits. Journal of Dairy Science, 92, 2009; S. 4683-4688.
- [Sa07] Sakaguchi, M. et al.: Reliability of estrous detection in Holstein heifers using a radio-telemetric pedometer located on the neck or legs under different rearing conditions. Journal of Reproduction and Development, 53, 2007; S. 819-828.

# Produktionscontrolling für die Frischgemüseproduktion im Freiland

Robert Hauptmann, Wolfgang Lentz

Fakultät Landbau/Landespflege  
Hochschule für Technik und Wirtschaft (FH), Dresden  
Pillnitzer Patz 2  
01257 Dresden  
{Hauptm;Lentz}@HTW-Dresden.de

**Abstract:** Der vorliegende Text befasst sich mit dem Produktionscontrolling der Frischgemüseproduktion im Freiland. Hierzu werden zuerst die Besonderheiten der gemüsebaulichen Produktion erläutert, um im Anschluss Ansatz, Vorgehensweise und Systemgrenzen des Projekts zu erläutern. Nach kurzen Erläuterungen zum Produktionscontrollingsystem und der Auswahl von Controllinginstrumenten wird das Controlling anhand der Bewässerungssteuerung kurz, beispielhaft erläutert.

## 1 Hintergrund und Ausgangssituation

Der intensive Freilandgemüsebau grenzt sich vor allem durch die Eigenschaften der Ernteprodukte, insbesondere die relativ kurze Lagerfähigkeit, von der landwirtschaftlichen Produktion ab. Um dennoch eine kontinuierliche Versorgung des Marktes zu gewährleisten, muss in mehreren Sätzen angebaut werden. Diese Art der zeitpunktgerechten Ernte und Vermarktung wird als Terminproduktion bezeichnet. Hieraus ergibt sich notwendigerweise ein erhöhter Planungs- und Steuerungsbedarf [KLS02].

Den begrenzenden Faktoren, den Umweltbedingungen, begegnet der Produzent mit den Kulturmaßnahmen, beziehungsweise nutzt der Produzent die Kulturmaßnahmen, um fehlenden Faktorinput zu ergänzen. Die Kulturmaßnahmen dienen der Zielerreichung des Unternehmens [KLS02]. Neben der Informationssammlung für Planung, Steuerung und Kontrolle der Produktion müssen auch Daten zur Erfüllung gesetzlicher Vorgaben und zur Bedienung der Abnehmeranforderungen gesammelt werden.

Im Zusammenhang mit dem Strukturwandel im Gartenbausektor kommt es zu einer Abnahme der Betriebsanzahl bei gleichzeitiger Zunahme der Produktionsflächen. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass die Größe der Betriebe zunimmt [Di09]. Durch das Betriebswachstum wird die Betriebsstruktur komplexer und die Überschaubarkeit der Aufgaben sinkt. In der Folge ist es notwendig, Steuerungsinstrumente zu Hilfe zu nehmen und, wenn notwendig, die Unternehmensorganisation anzupassen [Le97].



## 2 Ansatz, Vorgehensweise und Systemgrenzen

### 2.1 Ansatz und Vorgehensweise

Ziel der Arbeit ist die Erstellung eines Produktionscontrollingmodells, unter Einbeziehung weiterer Wertschöpfungskettenteilnehmer. Dabei stehen die Fragen der Produzenten im Zentrum der Betrachtung. Weiterhin gilt es, die Anforderungen der Wertschöpfungskettenteilnehmer einzubinden. Um das Controlling im gartenbaulichen Unternehmen umzusetzen, müssen die Controllinginstrumente auf ihre betriebspezifische Eignung geprüft werden.

Zu Beginn wurden die Grundlagen des Controllings erarbeitet. Diese dienen der Ermittlung von Inhalt, Nutzen und Anforderungen des Controllings, als Grundlage zur Erstellung des Leitfadens für die Befragungen und zur Erarbeitung des theoretischen Bezugsrahmens. Mithilfe der Interviews wird die Verbindung zwischen theoretischer Literatur und praktischem Gartenbau hergestellt.

### 2.2 Systemgrenzen

Die Arbeit beschäftigt sich mit der Frischgemüseproduktion im Freiland. Der Absatz erfolgt über den organisierten Lebensmitteleinzelhandel. Als zu berücksichtigende Wertschöpfungskettenteilnehmer ergeben sich daraus Lieferanten, Produzent, Abnehmer und Konsument, sowie Dienstleister und Gesetzgeber. Alle haben Ansprüche an das Produkt und den Produktionsprozess und fordern entsprechende Informationen.

## 3 Das Controllingmodell

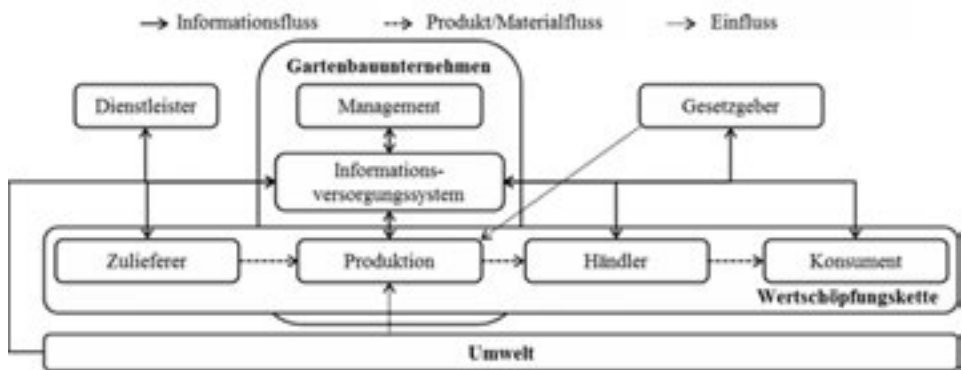


Abbildung 1: Stark vereinfachte Darstellung eines Controllingmodells für die Wertschöpfungskette

Zur Veranschaulichung ist in Abbildung 1 ein vereinfachtes Controllingmodell abgebildet. Ein solches Controllingsystem kann als Hilfsmittel zur Erreichung der Unternehmensziele und zur Erfüllung aller Anforderungen genutzt werden. Es kann als unternehm-

mensübergreifendes Gesamtsystem oder durch Verwendung einzelner Controllinginstrumente genutzt werden.

Bei der Ausgestaltung des Controllingmodells müssen drei Bereiche berücksichtigt werden. Dies sind das produzierende Unternehmen, die weiteren Wertschöpfungskettenteilnehmer und das Controllingsystem. Den zentralen Bestandteil des Controllingsystems bildet das Informationsversorgungssystem. Es erfasst, verarbeitet und koordiniert die Informationen. Während Verarbeitung und Koordinierung im produzierenden Unternehmen erfolgen, kann die Datenerfassung auch an anderen Stellen der Wertschöpfungskette erfolgen. So zum Beispiel bei zugekauften Produktionsfaktoren oder Nachernteuntersuchungen, deren Ergebnisse im Produktionsbetrieb Verwendung finden.

## **4 Der Weg zum betriebsspezifischen Controllinginstrument**

Grundsätzlich kommt der im Freiland anbauende Gemüseproduzent nicht umhin, Teilaspekte des Controllings aufzugreifen. Grund hierfür sind Erfassung, Aufbereitung und Weitergabe von Informationen, zur Erfüllung gesetzlicher Vorgaben und zur Befriedigung der Abnehmeranforderungen. Überträgt man die Begrifflichkeiten der Controllingtheorie auf diese Aufgaben, so nutzt der Produzent Informationserfassungs-, Informationsverarbeitungs- und Informationskoordinierungssysteme. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass es sich bei den genannten Systemen keineswegs um voll- oder teiltechnisierte Vorgänge handeln muss. Die Durchführung der Aufgaben mittels menschlicher Arbeitskraft fällt ebenfalls unter die genannten Begrifflichkeiten. Über die genannten Informationen hinaus, kann dem Anbauer auch daran gelegen sein, weitere Daten über seine Produktion und den Produktionsprozess zu sammeln. Insbesondere Informationen zur Kultursteuerung und zur Wirtschaftlichkeitsüberprüfung sind hierbei von Bedeutung.

In genannten Fällen ist für den Anbauer die Auswahl des betriebsspezifischen Controllinginstruments von Bedeutung. Hierunter ist das Controllinginstrument zu verstehen, welches sich am besten in die Organisationsstruktur eingliedert, beziehungsweise die geringsten Anpassungsmaßnahmen erfordert. Einhergehend damit sind auch die wirtschaftlichen Aspekte des Controllinginstruments zu berücksichtigen.

## **5 Controllinginstrument Bewässerungssteuerung – Ein Beispiel**

Um die Bewässerung im Freiland zu steuern, müssen Vergleichsparameter herangezogen werden. Nutzbar sind hierbei die Niederschlagsmenge, die Bodenfeuchtigkeit und die Wasserversorgung der Pflanzen. Während die Niederschlagsmenge bereits mittels einfacher Trichter gemessen werden kann, benötigt man zur Messung der Wasserversorgung der Pflanzen komplexe Sensoren. Zur Ermittlung der Niederschlagsmenge kann außerdem auf Daten von externen Einrichtungen zurückgegriffen werden.

Zur Auswahl der betriebsspezifischen Controllingmethode – aus den genannten Methoden, ergänzt um Durchführung und Kontrolle – müssen die betriebsspezifischen Einflussparameter berücksichtigt werden. Hierbei spielen Kulturen, Bodenart, Flächenzu-

schnitt, klimatische Verhältnisse, Arbeitskraftkapazität und EDV-Ausstattung eine Rolle. Grund hierfür sind unter anderem notwendige Genauigkeit und Messfrequenz der Vergleichsparameter, in Abhängigkeit von den Einflussfaktoren. Weitere Entscheidungsparameter sind die Anschaffungs- und Betriebskosten der verschiedenen Methoden.

Wurde die für den Betrieb passende Methode gefunden, muss das Controllinginstrument für die Bewässerungssteuerung implementiert werden. Hierzu sind alle notwendigen Anschaffungen zu tätigen und die Aufgaben an die entsprechenden Stellen zu verteilen. Letztlich müssen noch die Richtwerte für die Bewässerung definiert werden. Hierzu zählen die kulturspezifischen Soll-Werte und die Durchführungsbestimmungen. Bei der Steuerung der Bewässerung werden nun laufend Ist-Werte mit definierten Soll-Werten verglichen. Wird ein Soll-Wert unterschritten, muss zusätzlich bewässert werden. Bei der Verwendung entsprechender Instrumente, kann das Controllinginstrument, abhängig von den Ist-Werten, Empfehlungen zur Dauer der Beregnung ausgeben. Die Erfolgskontrolle der Kulturmaßnahme erfolgt ebenfalls durch die Überwachungssensoren und durch Kontrollen am Kulturende, beziehungsweise am Ende des Wirtschaftsjahres.

## 6 Projekteinordnung

Die Durchführung der Arbeit erfolgt im Rahmen des Kompetenznetzwerkes WeGa ([www.WeGa-online.org](http://www.WeGa-online.org)). Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und aus Mitteln der Landesministerien: Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft vom Land Brandenburg und Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, sowie mit Unterstützung durch Unternehmen des Gartenbaus sowie der vor- und nachgelagerten Industrie.

## Literaturverzeichnis

- [Di09] Dirksmeyer, W. (2009): Betriebsstrukturen im Produktionsgartenbau. In: Dirksmeyer, W. (Hg.): Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus. Braunschweig: vTI (Sonderheft, 330), S. 3–42.
- [KLS02] Krug, H.; Liebig, H.-P.; Stützel, H. (2002): Gemüseproduktion. Ein Lehr- und Nachschlagewerk für Studium und Praxis ; mit 113 Tabellen. Stuttgart: Ulmer.
- [Le97] Lentz, W. (1997): Organisation und "Controlling" in wachsenden Unternehmen. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH). Neustadt. Online verfügbar unter <http://www2.htwdresden.de/~lentz/pdf/Neustadt.pdf>, zuletzt aktualisiert am 28.11.1997, zuletzt geprüft am 12.01.2011.

# E-Government in Agriculture and in Segments of the Food Chain - A Practitioner Report

Ines Heer, Reinhard Riedl

E-Government Institute  
Bern University of Applied Science  
Morgartenstrasse 2a, Postfach 305  
CH - 3000 Bern 22  
ines.heer@bfh.ch  
reinhard.riedl@bfh.ch

**Abstract:** Aiming to share our experience this paper targets managers running complex projects, persons interested in open source technology and players of e-government. The project commenced in 2006 as one of the largest interdisciplinary, multi-stakeholder e-government-projects of Switzerland. The intention was to create a simple, cheap, stable and safe system for agriculture administration and control as well as for segments of the food chain. For this purpose multiple disciplines had to be considered and multiple stakeholders from different fields had to be brought together. Subjects of this paper include: transparent government, models of collaboration among government, NGOs and citizens, customer-centric e-government and infrastructure for data sharing.

## 1 Initial situation and motivation

For many years, the burden of farmers due to administration increased [SB06] [RD10]. Food scandals in the past led to a confidence loss in many consumers [TH04]. Consumers worldwide increasingly demand proof of production and food distribution. Because of this there are more and more controls on farms. In Switzerland, federal agencies, cantonal authorities, farms, private-legal bodies and label-organizations employ information systems for the processing of their tasks. These hardly interact with each other and cause farmers to have high administrative costs for the notification of data. For example, a farmer who lives on the border of two cantons has to send data to both cantonal governments, to different federal agencies, to the slaughterers and to label organizations. The government uses the submitted data to calculate direct payments, generate statistics, prepare controls of the farms and evaluate the political measures for regions etc. Thus there is a strong demand for an e-government portal that serves all stakeholders: farmers, farm controllers and various users with veterinarian or food scope.

A new administration and information system for agriculture was composed in Switzerland, aiming to simplify administration while also coordinating controls. A common and constant agricultural information system for all participants of the sector of agriculture

was targeted, both on the canton as well as federal level. A project was created and a system (web portal) built. Farmers are the main users of the system, in certain ranges also controllers of the federal and of the cantonal government (agricultural and food controllers), employees of the administrations and of label organizations. Thereby it is assumed that all users have a SuisseID, the standardized electronic certificate of identity in Switzerland.

## **2 Requirements and specific challenges**

The project had the practical goals of

- reducing the total administration costs,
- ameliorating the usability and the accessibility of the data base for stakeholders,
- covering new aspects like control coordination or primary production and
- staying abreast of computing changes.

In conclusion the principal purposes are:

- a simplified administration, realized through a central web-portal;
- a standardized identification of firms and single users;
- standardized processes and data with a fully automated and fast synchronization;
- the adaptation of data quality and actuality on user needs under compliance with data protection, and
- the allocation of an information system to support new or changing needs.

The large number and width of stakeholders as well as the great differences between the involved systems were specifically challenging with this project. The project was a prime example for multi-project management. IT-systems of the federal administration, which covered different ranges of agriculture and veterinary, had already been implemented in Switzerland for some time. Most of these federal systems are part of the internal network of the federal administration. From there they communicate with other systems in the same network, in cantonal and in external networks. The positioning in and the security policy of the federal network make the access from outside even more complicated. With the introduction of a new allocation to the network zones, it is intended to transfer individual specialized application systems to a newly created network zone. The process allows entitled persons to access systems more simply while meeting safety-relevant standards that enable improved protection from external attacks.

## **3 System design**

A very flexible solution was selected, allowing to adapt the system to future needs and with little expenditure. Ensuring the realization of this solution it was necessary to take into account the structure of the central components by the federation, adjustments of existing systems for the connection at the intermediate, and the harmonization of data.

The architecture provided is future-oriented, highly durable and investment-friendly; thinking in individual systems (silo) was omitted; processes and data were standardized.

However the system remained flexible and safe; the business processes are transparent; the conversion of a technically and semantically standardized integration infrastructure is provided and standardized, centrally documented and managed interfaces are developed. During the development of the theme, two communication scenarios were differentiated: system-to-system and user-to-system.

## **4 Results achieved and analysis of results**

The selected solution makes application modules centrally available for new ranges of the agricultural, veterinarian and health administration. It integrates existing applications used by the federal and cantonal government through a central data hub. The most important components of this new information system are:

- Switzerland-wide identification for primary production enterprises, central assignment service of a standardized identifier;
- central administration of controlling entities in the primary sector with selective access of all participants as a basis for the national control plans;
- central information hub for data synchronization between different systems;
- central calculation of direct payment contributions of the federation and
- central internet portal for all participants to the electronic completion of the administrative business between enterprises and federation and/or canton.

A service bus was used for the realization, surrounded by a service landscape with SOA (service Oriented Architecture) - standards. The format for the transmission is Extensible Markup Language (XML). This language allows exchange of data among different information systems of collaborating organizations without interruptions [NK04] [Po05]. The implementation of XML-standards works especially well for large organizations and governments [Nu09]. The transmission runs over a Sedex platform (secure data exchange) of the Federal Office for Statistics in Switzerland.

The employment of a service bus had different effects on the respective participants: For the federation in Switzerland the communication platform improved the quality and actuality of exchanged data, which now can be exchanged between canton and federal systems, by standardization and automation. The existing systems of the federal administration were extended to the service bus with interfaces. Thus, cantons were enabled to access national exchange and alignment of agricultural data. In principle, proven functionalities, which were already present in the decentralized systems, had not been centralized. This procedure protects previously transacted investments for the existing systems and required only few adjustments. The farmer does not feel any direct impacts of the bus. However, the farmer indirectly benefits from the current alignment of the data, since thereby double collections of data can be reduced. The structure of the national internet portal substantially simplified the farmer communication with the government. The user is in the center stage of this internet portal (of course).

The key idea was to build a simple operating, cheap and safe system for agriculture and most segments of the food chain in Switzerland. This has been widely achieved. Farmers don't have to log on several times, but use one account for all systems they require. They

only need to submit data once, which can then be collected from each authorized system via Enterprise Service Bus. Even if there is a controlling entity of the farm, the controller still is provided with the data and the farmer has no additional work effort. Slaughterers can track the origin of an animal through the system. They can check the farm and animal controls. The employees of the cantonal and the federal agricultural government now use the same system as the employees of the veterinarian government. They therefore don't send data several times, but use the system to access all required data at any-time. If they have to control a farm, they can collect data with one mouse click and get a detailed view of the farms and its last controls.

A closer analysis of the project shows that it was indeed a highly interdisciplinary undertaking. Its main disciplinary perspectives:

- Technology: the key decision taken was to use a Service Bus and to work with SOA. As a result, the flexibility of the solutions reduces future re-engineering resistance.
- Public Administration: The main objective in the area of public administration was to compose a new administration and information system for agriculture and for the food chain with the goal of simplifying administration and the coordination of controls. These objectives have mostly been fulfilled. As of now, only the adaption of all participants of the food chain has yet to be completed.
- Law: To get the commitment of all participants it was important not to change the law. Through the technology of a Service Bus data sovereignty didn't change. Since the usage of the web portal is optional, it didn't have to comply with the law.

## Literaturverzeichnis

- [NK04] Nurmilaakso, J.-M.; Kotinurmi, P.: A review of XML-based supply chain integration. *Production Planning & Control*, 15, 2004, pages 608 – 621.
- [Nu09] Nurmilaakso, J.-M.: EDI-based and XML-based business-to-business integration: A statistical analysis. *International Journal of Business Information Systems*, 4, 2009, pages 639 – 654.
- [Po05] Power, D.: Supply chain management integration and implementation: A literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10, 2005, pages 252 – 263.
- [RD10] Rothfuß, K.; Doluschitz, R.: Methoden zur Erhebung der Bürokratiebelastung in landwirtschaftlichen Betrieben. In (Claupein, W.; Theuvsen, L.; Kämpf, A.; Morgenstern, M. Hrsg.): *Precision Agriculture Reloaded - Informationsgestützte Landwirtschaft*. Bonner Köllen Verlag, 2010.
- [SB06] Statistisches Bundesamt: *Handbuch der Bundesregierung zur Ermittlung und Reduzierung der durch bundesstaatliche Informationspflichten verursachten Bürokratielasten - Einführung des Standardkosten-Modells auf der Bundesebene*. Wiesbaden, 2006.
- [TH04] Theuvsen, L.; Hollmann-Hespos, T.: Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln: Aktuelle Entwicklungen und Anforderungen an Informationstechnologien. In (Schiefer, G.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Rickert, U. Hrsg.): *Integration und Datensicherheit- Anforderungen, Konflikte und Perspektiven*. GI, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2004.

# Transferpotential der Informationsfusion für die Agrar- und Ernährungswirtschaft – ausgewählte Beispiele

Josef Heinskill, Wolfgang Koch

Sensordaten- und Informationsfusion (SDF)

Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie  
(FKIE)

Fraunhoferstr. 20

53343 Wachtberg

Josef.Heinskill@fkie.fraunhofer.de

Wolfgang.Koch@fkie.fraunhofer.de

**Abstract:** In bestimmten Anwendungen, etwa bei der großräumigen Überwachung des Flugverkehrs, werden umfangreiche Daten und Informationen aus unterschiedlichen Quellen, z.B. Sensoren und Kontextwissen, erfasst und miteinander vernetzt. Auf dieser Basis stehen leistungsfähige Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung zur Verfügung. Auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft werden große Datenmengen erfasst. So sind Ertrag und Qualität der Produkte durch zahlreiche Parameter beeinflusst, die durch geeignete Sensoren erfasst werden können. Durch Know-how-Transfer aus ausgereiften Überwachungstechnischen Problemlösungen ergibt sich nach problemspezifischer Anpassung möglicherweise die Chance, vergleichsweise schnell und zu überschaubaren Kosten robuste Unterstützungssysteme für die Agrar- und Ernährungswirtschaft zu realisieren.

## 1 Einleitung

Der generelle Trend zur Entwicklung leistungsfähiger Sensoren, weitgehend lückenlosen Datenerfassung und Vernetzung unterschiedlicher Informationsquellen führt auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft zur Notwendigkeit, leistungsfähige Informationssysteme zur Entscheidungsunterstützung zu erforschen und für die Praxis zu entwickeln. In Verteidigungsanwendungen, in denen ein besonderer Bedarf an derartiger Unterstützung im Kontext der sogenannten „Vernetzten Operationsführung“ besteht, etwa in zeitkritischen Situationen mit hohem Entscheidungsrisiko oder zur Auswertung massenhaft einströmender Daten, stellen sich die damit verbundenen Fragen schon lange.

In diesem Umfeld hat sich die Informationsfusion als Zweig der Angewandten Informatik etabliert. Die dort entwickelten Verfahren leisten die automatische „Fusion“ von Daten unterschiedlicher, vernetzter Sensoren mit in Datenbanken abgelegtem Kontextwissen und beziehen die Interaktion mit Menschen und ihrem Erfahrungswissen ein. Die zu fusionierenden Daten sind in der Regel ungenau, unvollständig, verfälscht, teilweise



veraltet, schwer zu formalisieren oder manchmal sogar widersprüchlich. Die Herausforderung besteht darin, mit intelligenten Algorithmen auch aus solchen Daten hochwertige Information zu extrahieren. Fusionssysteme sind daher gewissermaßen „kognitive Tools“. Aufgrund der Verfügbarkeit immer preiswerterer Sensor-, Kommunikations-, Navigations- und Informationstechnologie emanzipiert sich die Informationsfusion von ihren wehrtechnischen Ursprüngen und wird zunehmend zur Schlüsseltechnologie in zahlreichen Anwendungen.

## 2 Erkennung von Pflanzenkrankheiten durch Bildauswertung

Zur Ernährung der Menschheit sind sehr große Mengen an Nutzpflanzen wie Reis, Gemüse, Obst erforderlich. Durch den Befall der Pflanzen durch Bakterien, Viren und Pilze u.a. sowie der negativ Einfluss von Umweltparameter wie Feuchtigkeit, Temperatur und Nahrung (Düngung) werden jährlich große Mengen an Nahrungsmitteln zerstört. Lebende Organismen können nicht nur die Pflanzen zerstören, sondern stellen ebenfalls eine ernsthafte Gefahr für die Gesundheit der Menschen dar. Eine frühzeitige Erkennung eines Befalls durch Organismen bzw. Veränderung von Umweltparameter ist unerlässlich für die Sicherstellung der Welternährung.

Der Befall von Pflanzen durch schädliche Organismen ist häufig durch Farbveränderungen der Blätter gekennzeichnet.



Bild 1: Farbliche Veränderung der Blätter durch Befall von Bakterien



Bild 2: Automatische Erkennung der befallenen Flächen (hellblau)

Durch die farblichen Veränderungen der Blätter (siehe Bild 1) erhält man Informationen über den Krankheitszustand der Pflanzen und somit die Möglichkeit frühzeitig Maßnahmen einzuleiten. Bisher erfolgte die Bewertung des Befalls visuell durch entsprechend geschultes Personal. Farbliche Veränderungen können jedoch relativ leicht durch Sensoren, beispielsweise digitale Kameras, erfasst werden. Entscheidend für die Auswertung ist die Festlegung der Kriterien, ab wann ein Befall vorliegt. Hierauf aufbauend wurden auf der Basis vorhandener militärischer Bildauswertungstechnologie verschiedene Algorithmen entwickelt, welche die farblich veränderten Bereiche auf der Blattoberfläche automatisch detektieren und farblich darstellen (siehe Bild 2, siehe [SK12]). Mit den entwickelten Methoden lassen sich grundsätzlich innerhalb kurzer Zeit vergleichsweise große Flächen auf einen möglichen Befall von Organismen sowie durch Umwelteinflüsse verursachten Veränderungen bzw. Schäden untersuchen und bewerten.

### 3 Unbemannte fliegende Plattformen

Der Einsatz unbemannter fliegenden Sensorplattformen (Unmanned Aerial Systems, UAS) für Überwachungsaufgaben wird militärische Praxis und wird auch für zivile Anwendungen genutzt. So werden mit Sensoren (z.B. Radio-Frequency- (RF-) und Bildsensoren) ausgerüstete UAS zur Informationsbeschaffung in kritischen Bereichen eingesetzt. Die RF-Sensoren können z.B. von Handys oder Funkgeräten ausgesandte Signale erfassen, lokalisieren und verfolgen. Die so erfassten Daten sind häufig ungenau und liefern nicht das erforderliche Ergebnis. Durch die ungenaue Kenntnis des Sendeortes können zusätzlich Kameras genau in diese Richtung ausgerichtet werden und optische Bilder / Videos aufgenommen werden. Durch die Fusion der RF- und Bilddaten können innerhalb kürzester Zeit Informationen über möglicherweise kritische Bereiche und davon ausgehenden Gefahren gesammelt und ausgewertet werden (Bild 3, siehe [SK10]).

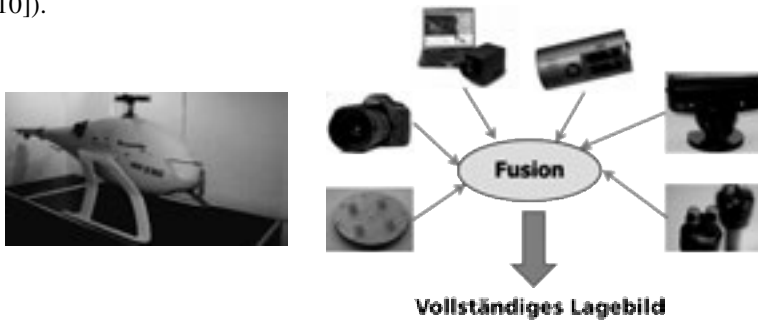


Bild 3: Einsatz unterschiedlicher Sensoren im UAS z.B. Hubschrauber

Bereits vorhandene Forschungsergebnisse könnten ebenfalls beim Einsatz von Sensoren, wie z.B. Kameras und hyperspektraler Sensoren in UAS zur Erkennung von Krankheiten bzw. Veränderungen des Pflanzenbewuchses angewendet werden. Erfolgt die Auswertung aller Sensordaten einschließlich von Kontextinformationen bereits während des Fluges, könnten möglicherweise durch Organismen bzw. Umweltparameter negativ veränderte Bereiche während des Fluges sofort erkannt und der betroffene Bereich ggf. erneut genauer untersucht werden.

### 4 Einsatz von Chemosensoren

In militärischen und sicherheitstechnischen Anwendungen werden Sensoren / Sensornetze auf stationären oder mobilen Plattformen zur Detektion von Gefahrstoffen eingesetzt (Sprengfallen, Kontaminationen, siehe [WK09]). Die generierten Daten verschiedener Sensoren können unterschiedlicher Art, definiert durch Art des Stoffes oder Ort der Detektion. Durch die Fusion der Daten können wertvolle Informationen für die Klassifizierung von Gefahren - Wo befindet sich welcher Gefahrstoff? - zur Verfügung gestellt werden.

Im Bereich der Agrar- und Ernährungswirtschaft liefert der Einsatz derartiger Sensorik Daten über in Luft, Boden oder Wasser vorhandener Stoffe. So treten bei der Aufzucht von Nutztieren unterschiedliche Emissionen wie z.B. Ammoniak-, Feuchtigkeit-, Geruchs-, Staub- bzw. Lärmemissionen auf. Die Emissionen können sowohl die Gesundheit der Tiere beeinträchtigen als auch zur Geruchsbelästigung des Menschen führen. Die Erfassung, Auswertung und Fusion aller relevanten Daten liefern dem Züchter Informationen über möglicherweise vorhandene Gefahren für Tiere und Menschen.

## 5 Anomalieerkennung in großen Datenbanken

Unter Anomalieerkennung werden Verfahren bezeichnet, die Informationen aus verschiedenen Quellen wie Kameras, chemische Sensoren oder Radarsignale beziehen sowie miteinander in Verbindung setzen und den Benutzer vor Unregelmäßigkeiten bzw. Gefahren warnt. Neben den Sensordaten sind Kontextinformationen zur Anomalieerkennung häufig von großer Bedeutung. Einzelne Sensordaten können ungenau, unvollständig, mehrdeutig oder unauf lösbar sein. Kontextinformationen wie z.B. Kartenmaterial stellt häufig wertvolles Informationsmaterial dar und wird ebenfalls bei der Auswertung und Datenfusion berücksichtigt. Bei verschiedenen Anwendungszwecken, wie beispielsweise im militärischen Bereich, reicht es nicht aus, dass die Informationen zur Verfügung stehen, es muss ferner sichergestellt sein, dass die Ergebnisse innerhalb sehr kurzer Zeit vorliegen, ausgewertet und fusioniert, und in einer bedienerfreundlichen Form dem Anwender zur Verfügung gestellt werden. Siehe [SK12a] für eine ausführlichere Diskussion.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Erkennung von Anomalien ist, geeignete Kriterien bzw. Abweichungen von Mustern festzulegen. Hierbei muss ggf. berücksichtigt werden, dass sich die Kriterien bzw. Abweichungen von Mustern im Verlauf der Messung ändern können. Liegen alle relevanten Parameter vor, können entsprechende Anomaliedetektionssysteme entwickelt bzw. angepasst werden. Der Aufbau eines solchen Systems soll nach Möglichkeit flexibel gestaltet werden, so dass eine spätere Anpassung an andere Problemstellungen leicht erfolgen kann.

## Literaturverzeichnis

- [SK10] M. Schikora, W. Koch et al., Multi-target multi-sensor localization and tracking using passive antenna and optical sensors on UAVs, SPIE Security+Defence, Toulouse, France, September 2010.
- [SK12] M. Schikora, W. Koch et al., Image classification approach to analyze the suppression of plant immunity by the human pathogen *Salmonella Typhimurium*. BMC Journal of Bioinformatics 13 (2012), 1, 171 ff.
- [SK12a] G. Schüller, W. Koch et al., Detecting Anomalies in Sensor Signals Using Database Technology, Chapter 5 in L. Mihaylova et al. (Editors): "Advances in Intelligent Signal Processing and Data Mining: Theory and Applications", Springer-Verlag, 2012.
- [WK09] M. Wieneke, W. Koch, Combined Person Tracking and classification in a network of chemical sensors, International Journal of Critical Infrastructure Protection 2, (2009), S. 51-67.

# IT-gestützte Durchführung eines Social Life Cycle Assessments am Beispiel der Wertschöpfungskette Biogas

Sören Henke, Ludwig Theuvsen

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen  
shenke@gwdg.de

**Abstract:** Die Biogasproduktion ist in den vergangenen Jahren zügig ausgebaut worden. Bisher steht eine ganzheitliche sozioökonomische Betrachtung dieser Wertschöpfungskette jedoch noch aus. Ursächlich dafür sind nicht zuletzt methodische Schwierigkeiten der sozialen Nachhaltigkeitsbewertung. Ein weiterentwickelter Ansatz zur Durchführung eines Social Life Cycle Assessment (SLCA), welcher auf empirischen Untersuchungen basiert, kann die bisherigen methodischen Probleme lösen. Dieser Beitrag stellt vor diesem Hintergrund eine IT-gestützte SLCA-Methode sowie ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zur Einstellung verschiedener Stakeholder gegenüber der Biogasproduktion, welche in das SLCA eingehen, vor.

## 1 Einleitung

Das Nachhaltigkeitsmanagement, welches eine ökonomische, ökologische und soziale Komponente umfasst, hat in der Land- und Ernährungswirtschaft erheblich an Bedeutung gewonnen [He10]. Insbesondere an der Wertschöpfungskette Biogas, die – wie auch andere Bioenergieformen – Gegenstand kontroverser öffentlicher Debatten ist [ZCT10], wurden die etablierten Instrumente zur Messung der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit in zahlreichen Studien angewendet. Hierbei haben sich lebenszyklusbasierte Ansätze bewährt: So stehen das Life Cycle Assessment (LCA) für ökologische sowie das Life Cycle Costing für ökonomische Fragestellungen als standardisierte Bewertungsmethoden zur Verfügung. Die ganzheitliche sozioökonomische Bewertung der Wertschöpfungskette Biogas, d.h. ihre umfassende Betrachtung unter sozialen Gesichtspunkten, scheiterte dagegen bisher am Fehlen eines einsatzfähigen Bewertungsinstrumentariums [GSR12]. Das Social Life Cycle Assessment (SLCA), welches sich an den bewährten und standardisierten Rahmen des LCA anlehnt, bietet einen Ansatzpunkt, um die Lücke im Bereich der sozialen Nachhaltigkeitsbewertung zu schließen, bedarf dazu aber noch einer Weiterentwicklung. Henke und Theuvsen [HT12a] schlagen hierzu die empirisch gestützte Auswahl sozioökonomischer Indikatoren sowie die IT-gestützte Bilanzierung der Auswirkungen mittels eines Online-Fragebogens anhand eines Expertensamples vor. Das Ziel dieses Beitrages ist es, die verwendete Bewertungsmethode zu skizzieren sowie ausgewählte empirische Ergebnisse vorzustellen.

## 2 Sozioökonomische Bewertung

### 2.1 SLCA-Methode

Das SLCA ist ein Instrument zur vergleichenden sozioökonomischen Bewertung von Produkten, Prozessen und ganzen Wertschöpfungsketten, welches an die bewährte Vorgehensweise im Rahmen des Life Cycle Assessment (LCA; ISO 14040) angelehnt ist. Analog zum LCA wird daher auch für das SLCA ein dreiphasiger Aufbau bestehend aus Definition des Zieles und des Untersuchungsrahmens, Sachbilanzierung (im Rahmen derer die Ermittlung relevanter sozioökonomischer Indikatoren erfolgt [HT12a]) sowie Bewertung und Darstellung gewählt:

- Zieldefinition und Festlegung des Untersuchungsrahmens:
  - o Festlegung des Erhebungszweckes, Bestimmung des Untersuchungsobjektes, Definition der Systemgrenzen, Festlegung von Referenzsystemen.
- Sachbilanzierung:
  - o Durchführung einer großzahligen empirischen Untersuchung zur Ableitung relevanter sozioökonomischer Indikatoren sowie zur Beschreibung der sozioökonomischen Umwelt (bspw. Einstellungen von Stakeholdern).
  - o Messung der Ausprägungen der sozioökonomischen Indikatoren unter Verwendung einer IT-gestützten onlinebasierten und Smartphone kompatiblen Expertenbefragung.
- Bewertungs- und Darstellungsphase: In einem interpretativen Schritt werden die festgestellten Auswirkungen auf die sozioökonomische Umwelt unter Einbeziehung von Referenzwertschöpfungsketten, Ergebnissen eines Desktop-Screening sowie spezifischer Untersuchungen (z.B. zu Einstellungen) bewertet und unter Berücksichtigung des Studienzwecks für die Studienadressaten aufbereitet und dargestellt.

### 2.2 Methodik zur Erfassung der Einstellungen gegenüber Biogasanlagen

Ende 2011 wurde im Rahmen eines derzeit laufenden SLCA der Wertschöpfungskette Biogas eine empirische Untersuchung zur Ableitung sozioökonomischer Indikatoren durchgeführt. Zur Unterstützung der interpretativen Bewertungsphase wurden unter Verwendung bereits in anderen Erhebungen bewährter Statements [Ge06] zusätzlich die Einstellungen verschiedener Stakeholder zur Biogaswertschöpfungskette erfasst. Die Erhebung erfolgte mittels eines standardisierten Fragebogens, welcher 528 Probanden vorgelegt wurde. Mittels Quotasampling konnte die Berücksichtigung aller relevanten Stakeholder sichergestellt werden: Konsumenten, Landwirte ohne Biogasbezug, Lieferanten (inkl. Anlagenersteller), Gesellschaft, regionale Bevölkerung, Arbeitnehmer sowie Investoren und Anlagenbetreiber selbst. Die Repräsentativität der Stichprobe wird lediglich durch einen gegenüber der Gesamtbevölkerung erhöhten Anteil an Landwirten (22,73%) leicht eingeschränkt. 216 der 528 Probanden (41,46%) sind weiblich; das mittlere Alter beträgt 43 Jahre.

### 3 Exemplarische Ergebnisse und Ausblick

Die Einstellungen zur Biogaswertschöpfungskette unterscheiden sich zwischen den einzelnen Stakeholdergruppen teilweise signifikant (Tabelle 1). Insbesondere Landwirte ohne Biogasbezug, also Konkurrenten um den Produktionsfaktor Boden, bewerten die Biogasproduktion deutlich schlechter als andere Stakeholder. U.a. werden ein negativer Einfluss auf die Landwirtschaft in der Region sowie steigende Landpachtpreise erwartet. Zudem zeigen diese Landwirte den geringsten Zustimmungsgrad zu der Aussage, dass die gesellschaftlichen Vorteile der Biogasproduktion überwiegen.

	Akteur Biogas branche	Land- wirt o. Biogas bezug	Bevöl- kerung (< 3 km)	Bevölke- rung (3-7,5km)	Bevölke- rung (>7,5 km)	Gesamt
Kenntnisse Biogas *** b c d e f g	0,74	0,43	-0,20	-0,17	-0,52	-0,11
<b>Einstellung zur Biogaswertschöpfungskette</b>						
Ich finde Biogasanlagen gut. *** d ** a	0,98	0,49	0,65	0,78	0,52	0,63
Ich glaube, dass eine Biogasanlage den Wert der benachbarten Grundstücke verringert. ** g	0,46	0,12	0,44	0,53	0,57	0,45
Eine Biogasanlage in der Nähe mindert den Freizeit- und Erholungswert. ** g	-0,09	-0,37	-0,06	0,00	0,02	-0,08
Ich habe nichts gegen eine Biogasanlage, solange Sie nicht vor meiner Haustür gebaut wird. *** f g	-0,28	-0,29	0,13	0,33	0,33	0,12
Die Gründung von Bürgerinitiativen gegen Biogasanlagen finde ich übertrieben. ** g	0,83	0,84	0,61	0,62	0,42	0,61
Die gesellschaftlichen Vorteile einer Biogasanlage überwiegen deutlich.	0,80	0,38	0,57	0,71	0,44	0,54
I.d.R. werden Unternehmen ihrer sozialen Verantwortung auch ohne Kontrollen gerecht. ***c d f g ** b e	0,33	0,24	-0,19	-0,31	-0,31	-0,13
Ohne BGA hätten wir noch mehr Arbeitslose in. *** f	-0,26	-0,70	-0,34	-0,11	-0,40	-0,37
Biogasanlagen führen zu höheren regionalen Pacht- preisen für ldw. Flächen führen. *** b c d e f g	1,06	1,21	0,42	0,46	0,32	0,59
Eine BGA schadet der reg. Landwirtschaft ** a e	-0,58	0,01	-0,45	-0,40	-0,29	-0,32
Besser Landwirte statt außerlandwirtschaftliche Inverstoren bauen Biogasanlagen. *** d g ** b j	1,26	1,17	0,83	0,97	0,61	0,88
a= Akteur d. Biogasbranche – Landwirt ohne Biogasbezug, b= Akteur d. Biogasbranche – Bevölkerung (unter 3 km), c= Akteur d. Biogasbranche – Bevölkerung (3 bis 7,5 km), d= Akteur d. Biogasbranche – Bevölkerung (über 7,5 km), e= Landwirt ohne Biogasbezug – Bevölkerung (unter 3 km), f= Landwirt ohne Biogasbezug – Bevölkerung (3 bis 7,5 km), g= Landwirt ohne Biogasbezug – Bevölkerung (über 7,5 km), h= Bevölkerung (unter 3 km) – Bevölkerung (3 bis 7,5 km), i= Bevölkerung (unter 3 km) – Bevölkerung (über 7,5 km), j= Bevölkerung (3 bis 7,5 km) – Bevölkerung (über 7,5 km), Tahmhane-T2: *p ≤ 0,1; ** p ≤ 0,05; *** p ≤ 0,01. 2= Stimme voll und ganz zu/ sehr gut informiert bis -2= Lehne voll und ganz ab/ schlecht informiert.						

Tabelle 1: Kenntnisse und Einstellungen von Stakeholdern zur Biogasproduktion

Die Bevölkerung ist der Biogasproduktion gegenüber deutlich positiver eingestellt, doch sind teilweise NIMBY- (Not in my Backyard-)Probleme zu erkennen. NIMBY-Probleme liegen vor, wenn der gesellschaftliche Nutzen eines Vorhabens anerkannt wird, aber die Bevölkerung entsprechende Projekte in ihrer Nähe ablehnt [Ge06]. Im vorliegenden Fall können NIMBY-Probleme aus dem niedrigen Kenntnisstand (-0,17 bis -0,52) der Bevölkerung über den gesellschaftlichen Nutzen sowie die Risiken von Biogasanlagen resultieren. Auf der Grundlage der beschriebenen großzahligen empirischen Untersuchung konnten 60 für alle Stakeholdergruppen relevante sozioökonomische Indikatoren abgeleitet werden [HT12b]. Diese Indikatoren bildeten die Grundlage einer

gegenwärtig laufenden onlinebasierten Expertenbefragung zur sozialen Nachhaltigkeit, die sich außer auf die Biogaserzeugung auf vier weitere Wertschöpfungsketten erstreckt. Mit den exemplarisch vorgestellten Ergebnissen wurde ein wesentliches Zwischenziel auf dem Weg zu einem umfassenden SLCA der Biogasproduktion, nämlich die Identifikation relevanter Indikatoren durch die Befragung von Stakeholdern, erreicht. Auf dieser Grundlage kann sodann durch eine IT-gestützte Expertenbefragung, welche in kurzer Zeit ein ausreichend großes Sample erfassen kann, das vorhandene Know-how für die Bewertung der sozialen Nachhaltigkeit der Biogasproduktion nutzbar gemacht werden. Dadurch ist eine flexible, der jeweiligen Situation angepasste und praktikable Bewertung der betrachteten Wertschöpfungskette gewährleistet. Ein weiterer Fortschritt ist die Einbeziehung von – in diesem Fall vier – Referenzbranchen in die zurzeit laufende Bewertung durch Experten. Dadurch wird die Einordnung der Bewertung der Biogasproduktion erheblich erleichtert. Für die Zukunft wird die Entwicklung eines IT-basierten Bewertungs-Tools mit angeschlossener Datenbank angestrebt. Die Datenbank soll die empirisch ermittelten Bewertungsergebnisse aufnehmen und ihre Subsumierung unter verschiedene Wirkungskategorien ermöglichen. Dadurch würde der Aufwand für jede weitere Einzelanalyse deutlich reduziert werden, da auf bereits vorliegende Ergebnisse, bspw. zu relevanten Bewertungskriterien, zurückgegriffen werden könnte. Ebenso würden Quer- sowie Längsschnittanalysen, also vergleichende Betrachtungen verschiedener Wertschöpfungsketten sowie von Veränderungen im Zeitablauf, möglich werden. Sobald eine ausreichende Anzahl an Einzelprozessen mit den zugehörigen sozioökonomischen Indikatoren in der Datenbank erfasst ist, kann auf die empirische Ermittlung relevanter Indikatoren weitgehend verzichtet und der Aufwand für die IT-gestützte Erstellung eines SLCA auf das aktuelle Niveau der weitgehend standardisierten IT-gestützten Erstellung eines LCA reduziert werden.

## Literaturverzeichnis

- [Ge06] Gerlach, S. (2006): Relationship Management im Agribusiness. Dissertation Universität Göttingen.
- [GSR10] Geldermann, J., Schmehl, M. und Rottmann-Meyer, M.-L. (2012): Ökobilanzielle Bewertung von Biogasanlagen unter Berücksichtigung der niedersächsischen Verhältnisse. Göttingen.
- [He10] Heyder, M. (2010): Strategien und Unternehmensperformance im Agribusiness. Göttingen.
- [HT12a] Henke, S. und Theuvsen L. (2012a): Social Life Cycle Assessment: Erweiterter Qualitätsbegriff und sozioökonomische Analysemethode, In: Woll, R. und Uhlemann, M. (Hrsg.): Vielfalt Qualität – Tendenzen im Qualitätsmanagement, Aachen, S 271-292.
- [HT12b] Henke, S. und Theuvsen L. (2012b): Sozioökonomische Bewertung der Wertschöpfungskette Biogas. In: 33. ÖGA-Jahrbuch (eingereicht zur Veröffentlichung).
- [ZCT10] Zschache, U., von Cramon-Taubadel, S. und Theuvsen, L. (2010): Öffentliche Deutungen im Bioenergie Diskurs. Berichte über Landwirtschaft, 88, S. 502-512.

# Spaltenbasierte Datenbanken - Ein Konzept zur Handhabung großer Datenmengen

Olaf Herden

Fakultät Technik Studiengang Informatik  
Duale Hochschule Baden-Württemberg  
Florianstr. 15  
72160 Horb  
o.herden@hb.dhbw-stuttgart.de

**Abstract:** Bei Anwendungen in der Land-, Forst und Ernährungswirtschaft, z.B. Rückverfolgungsdaten von Lebensmitteln und Produkten oder bei Prozess- und Zustandsdaten von Landmaschinen, ist in den letzten Jahren ein rasanter Anstieg des Datenwachstums zu beobachten. Die Speicherung und Verarbeitung dieser Daten findet typischerweise in Data Warehouses statt. Um auch bei wachsendem Datenvolumen eine effiziente Verarbeitung gewährleisten zu können, bietet die spaltenorientierte Speicherung in Kombination mit Kompression eine interessante Option, die in diesem Beitrag skizziert wird.

## 1 Einleitung

In den letzten 15 bis 20 Jahren haben sich Data Warehouse Systeme als Architektur für entscheidungsunterstützende Informationssysteme etabliert [BG09]. Anfangs standen klassisches Berichtswesen und OLAP (Online Analytical Processing) als Anwendungen im Vordergrund, im Laufe der Jahre wurden die Systeme um Planungs- und Vorhersagekomponenten erweitert, die Analyseintervalle haben sich immer weiter verkürzt und das zu verarbeitende Datenvolumen ist rasant angewachsen. Diese Anwendungsszenarien werden häufig mit dem Schlagwort Big Data bezeichnet, wobei als Charakteristika die sog. V-Eigenschaften vorliegen. Neben der großen Datenmenge (Volume) zählen hierzu auch die Notwendigkeit einer schnellen Verarbeitung der Daten (Velocity) und das Vorhandensein strukturierter und unstrukturierter Daten (Variety).

Eine Vielzahl von Konzepten und Technologien versucht diesen neuen Anforderungen zu begegnen, z.B. der Einsatz von massiv parallelen Systemen, physisches DB-Design in Form von Indexstrukturen, Partitionierungen oder Materialisierungen oder die In-Memory-Technologie, die den gesamten Datenbankinhalt im Hauptspeicher verwaltet. Ein weiterer, in diesem Beitrag betrachteter Ansatz, ist die spaltenorientierte Speicherung in Kombination mit Kompression.

Der Rest des Papers ist folgendermaßen gegliedert: Zunächst wird in Abschnitt 2 die Kompression in Datenbanken beschrieben, Abschnitt 3 stellt das Konzept der spaltenori-



entierten Speicherung vor. Abschnitt 4 zeigt anhand praktischer Untersuchungen, welche Kompressionsraten zu erwarten sind und von welchen Faktoren diese abhängen. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2 Kompression in Datenbanken

Kompression ist in der Informatik ein schon seit Jahrzehnten behandeltes Thema. Einen guten Überblick über den State-Of-The-Art gibt z.B. [Sa06]. Im Rahmen von Datenbanken kommen zum Einen nur verlustfreie Kompressionstechniken zum Einsatz, zum Anderen dürfen Einfüge-, Änderungs- und Leseoperationen sowie andere Datenbank-spezifische Aktionen wie z.B. Logging nicht zu stark beeinträchtigt werden.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch drei im Umfeld von Datenbanken populäre Kompressionstechniken. Bei der ganz links dargestellten Wörterbuchkompression werden statt des Volltextes als Zeichenkette kurze binäre Codes abgespeichert. In der Mitte ist die Lauflängencodierung dargestellt, die sich bei Werten mit wenigen Zeichen und langen Sequenzen des gleichen Zeichens anbietet, anstelle der gesamten Sequenz wird jeweils die aufeinander folgende Anzahl an Werten gespeichert. Ganz rechts in Abbildung 1 ist schließlich die Differenzmethode zu sehen, die bei Sequenzen steigender (oder fallender) ganzzahliger Werte Anwendung findet. Anstelle der einzelnen Werte zu speichern, wird jeweils die Differenz zum Vorgänger angegeben. Zu jedem der drei Verfahren ist jeweils der Kompressionsfaktor (KF) als Quotient aus unkomprimierter und komprimierter Speicherung angegeben. Der eingesparte Speicherplatz ergibt sich, indem der Kehrwert des KF von 1 subtrahiert wird.


	Wörterbuchkompression	Lauflängencodierung	Differenzspeicherung
Unkomprimierte Speicherung	Kleidung Kleidung Frucht  Foto Foto Kleidung Frucht  Tiefkühlwaren Tiefkühlwaren  Frucht Frucht Frucht  Kleidung Foto Tiefkühlwaren  Tiefkühlwaren Tiefkühlwaren		121355 121356 121358 121361 121362 121364 121366
Komprimierte Speicherung	Wörterbuch: Kleidung 00 Frucht 01 Tiefkühlwaren 10 Foto 11 Daten: 00 00 01 11 11 00 01 10 10 01  01 01 00 11 10 10 10	5a3b7c3a	... 1 2 3 1 2 2
Kompressionsfaktor	Unkomprimierte Speicherung: 17 Einträge, 139 Zeichen á 1 Byte Komprimiert: Pro Eintrag 2 Bit KF = 32,7	Unkomprimiert: 18 Zeichen Komprimiert: 8 Zeichen KF = 2,25	Unkomprimiert: 7 Integer-Werte á 4 Byte Komprimiert: 7 Byte-Werte KF = 4
Speicherplatz-ersparnis	97%	56%	75%

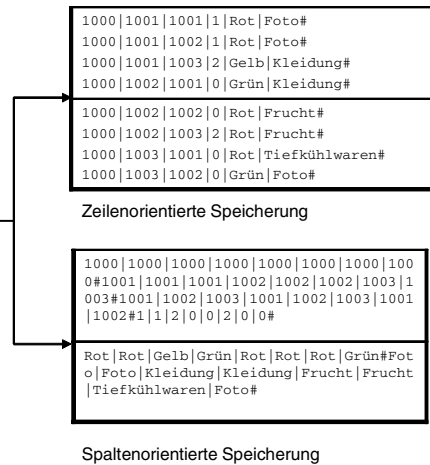
Abbildung 1: Kompressionsverfahren in Datenbanken<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bei dieser Berechnung wird der Platzbedarf für das Wörterbuch vernachlässigt. Dies führt im Beispiel zu einer erheblichen Steigerung des KF (sonst 3,2). Bei einer entsprechend großen Anzahl an Einträgen ist diese Annahme aber durchaus realistisch.

### 3 Spaltenorientierte Speicherung

Konventionell werden die Datensätze in einer relationalen Datenbank zeilenorientiert abgespeichert. Bei der spaltenorientierten Speicherung hingegen werden die Werte einer Spalte fortlaufend abgespeichert [ABH09]. Abbildung 2 stellt diese beiden Ansätze gegenüber.

ID1	ID2	ID3	IntA_1	EnumA_1	EnumA_3
1000	1001	1001	1	Rot	Foto
1000	1001	1002	1	Rot	Foto
1000	1001	1003	2	Gelb	Kleidung
1000	1002	1001	0	Grün	Kleidung
1000	1002	1002	0	Rot	Frucht
1000	1002	1003	2	Rot	Frucht
1000	1003	1001	0	Rot	Tiefkühlwaren
1000	1003	1002	0	Grün	Foto



### Abbildung 2: Zeilen- und spaltenorientierte Speicherung

Die beiden Ansätze lassen sich folgendermaßen gegeneinander abgrenzen: Zeilenorientierte Speicherung ist für die klassische OLTP (Online Transaction Processing)-Verarbeitung vorteilhaft, bei der typischerweise einzelne Datensätze angefragt und verarbeitet werden. Spaltenorientierte Speicherung hingegen ist in analysierenden Applikationen vorteilhaft, weil in diesen Anwendungen häufig eine größere Datenmenge angefragt wird und auf dieser eine statistische Berechnung stattfindet. Weiterhin hat spaltenorientierte Speicherung bei sehr breiten Tabellen einen deutlichen Vorteil, wenn in der Anfrage nur wenige Attribute benötigt werden. Schließlich lässt sich Kompression in zeilenorientierten Systemen nur schwer durchführen, weil in einem Datensatz typischerweise Werte vieler verschiedener Datentypen gespeichert sind. Durch die Spaltenorientierung hingegen stehen die sehr ähnlichen Werte einer Spalte auch physisch beieinander und bieten eine gute Basis für Kompression.

Im Laufe der letzten Jahre haben sich verschiedene Systeme am Markt etabliert, die aus verschiedenen Strömungen ihren Ursprung haben. Aus dem Forschungsbereich stammen z.B. C-Store [St05] und MonetDB [Mo12], aus dem kommerziellen Umfeld sind Sybase IQ [Sy12] und Exasol [Ex12] zu nennen. Mit der MySQL-Engine Infobright [In12] hat sich in der jüngeren Vergangenheit auch ein Open Source System etabliert.

# 4 Untersuchungen zu Kompressionsraten

Um Aussagen über erreichbare Kompressionsraten treffen zu können, wurden mit Infobright einige Untersuchungen durchgeführt [He11, HH11]. Dabei haben wir festgestellt, dass die Kompressionsrate wesentlich vom Datentyp, der Anzahl unterschiedlicher Werte einer Spalte und der Anzahl von NULL-Werten abhängt. Abbildung 3 zeigt exemplarisch die gemessenen Werte bei unterschiedlicher Anzahl von Werten in einer Spalte. Insgesamt kann festgehalten werden, dass Kompressionsfaktoren von 8 bis 10 durchaus realistisch sind, in Einzelfällen wurden auch deutlich höhere Raten gemessen.

Anzahl unterschiedlicher Wert pro Spalte	2	3	5	10	20	50	100	500
Volumen	14.585.963	23.781.491	31.226.782	43.644.058	56.146.307	72.675.515	87.024.080	116.046.409
Faktor	36,8	22,5	17,2	12,3	9,6	7,4	6,2	4,6

Jeweils 10.000.000 Datensätze, Rohvolumen 511MB.

Abbildung 3: Kompressionsfaktor in Abhängigkeit verschiedener Werte

# 5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden spaltenorientierte Datenbanken als ein möglicher Ansatz zum Beherrschen großer Datenmengen in der Datenanalyse vorgestellt. Nach einer Einführung und Motivation wurden im Datenbankumfeld relevante Kompressionsverfahren vorgestellt sowie zeilen- und spaltenorientierte Speicherung beschrieben und gegeneinander abgegrenzt. Die Resultate erzielbarer Kompressionsraten einiger Untersuchungen mit dem Open Source System Infobright wurden vorgestellt. Diese Untersuchungen sollen in Zukunft vertieft und in einem Benchmark zusammengefasst werden.

# Literaturverzeichnis

[ABH09] Abadi, D.J., Boncz, P.A., Harizopoulos, S.: Column oriented Database Systems. PVLDB 2(2), 2009; S. 1664-1665.

[BG09] Bauer, A.; Günzel, H.: Data-Warehouse-Systeme: Architektur, Entwicklung, Anwendung. dpunkt-Verlag, Heidelberg, 2009.

[Ex12] <http://www.exasol.com/>, Letzter Abruf am 6.11.2012.

[He11] Herden, O.: MySQL Engine Infobright: Speicherplatz sparen und schnellere Anfragen. Proceedings DOAG-Konferenz, Nürnberg, 2011.

[HH11] Herden, O., Haller, T.: Das spaltenorientierte MySQL-Plugin Infobright als Kern einer Open Source basierten Data-Warehouse-Infrastruktur. Proceedings ISOS-Workshop, GI-Jahrestagung, Berlin, 2011.

[In12] <http://www.infobright.org/>, Letzter Abruf am 6.11.2012.

[Mo12] <http://www.monetdb.org/>, Letzter Abruf am 6.11.2012.

[Sa06] Salomon, D.: Data Compression: The Complete Reference. Springer, Berlin, 2006.

[St05] Stonebraker, M. u.a.: C-Store: A Column-oriented DBMS. Proceedings of the 31st VLDB Conference, Trondheim (Norwegen), 2005; S. 553-564.

[Sy12] <http://www.sybase.de/>, Letzter Abruf am 6.11.2012.

# A spatial data infrastructure concept for precision farming tasks

Markus Jackenkroll, Martin Weis, Roland Gerhards

Department of Weed Science  
University of Hohenheim  
Otto-Sander-Str. 5  
70599 Stuttgart  
m.jackenkroll@uni-hohenheim.de  
martin.weis@uni-hohenheim.de  
roland.gerhards@uni-hohenheim.de

**Abstract:** The GeoWebAgri-project evaluates the use of spatial data in precision farming tasks. A service-oriented spatial data infrastructure working with standards could identified as optimal environment for the users' needs. Using standards of OGC, ISO and W3C help to increase the functionality, usability and accessibility of spatial based applications in agriculture.

## 1 Introduction

The relevance of spatial information in agriculture is increasing, especially for precision farming tasks. Such tasks require high resolution data, acquired in the field or from external data sources. Additionally, spatial rules and knowledge can support the farmer's work [NWN+ 11]. Beside the farmers, other groups act with identical datasets in modern agriculture. A collaboration of heterogeneous user groups from different backgrounds needs access to spatial data being created and maintained throughout different systems, located either on farm machinery and local offices or being accessible through the web. The GeoWebAgri project has faced these challenges and developed a spatial data infrastructure concept for precision farming. Results are presented in this contribution.

## 2 Spatial data management options

**State-of-the-art systems** Present Farm Management Information Systems (FMIS) and precision farming tools are used for documentation needs and to increase the efficacy of field work by a lower input and decreasing negative influence to the environment. The basic data for sub-field-level management decisions is based on spatial information. A lot of data sources already exist or there are ideas about new possibilities of integration to gain a better knowledge about the within-field variability. In the web there are new agricultural portals that serve as clients for spatial data, e.g. <https://fiona.landbw.de> for

farmers subsidy applications. Unfortunately their service is restricted to the exchange of data between institutions and farmers, while a machine-oriented transfer is still missing. On the other hand software for machinery operations is often part of closed FMIS of special manufacturers, mainly supporting predefined tasks. The complexity of precision farming tasks and new developments integrating different data sets induces a conflict with the usability and accessibility of the software, which is known as an important obstruction for the acceptance of the user. Experts of different background need to work together on the same data to develop optimised management strategies.

**User requirements** In the context of precision farming typically access at geo-data is required by: farmers, farming machinery, scientists, agricultural consultants, public authorities, companies & manufacturers and external service providers. Every group is a potential data provider (e.g. machinery with sensor equipment, companies providing satellite data, authorities with thematic maps) and can be consumer of such data sets. These groups use individual hardware and software components [NKB09]. The specific need for data sets differs according to the specific view on precision farming and used tools, but sharing data sets is a key issue for a collaboration. Therefore, additionally to local data, a centralised data storage and data management is recommended, providing access for many users. If such systems interoperate based on standards, the advantage is an increased interoperability between user's different components [NSK10]. Tools for farm management and precision farming today support these needs only partially.

**Spatial Data Infrastructure (SDI)** The ongoing GeoWebAgri project evaluates the handling of spatial data within an extensible SDI infrastructure. An SDI consists of components, users and data, as well the network and in-between interfaces ([IPW03]). To serve spatial data to the users, localised at different places, with several special interests and data access needs, a web service based client-server-architecture is recommended [Kra07].

Since data sets may have restrictions on availability for certain users, levels of data security between the users (providers and consumers) are necessary. A user management is needed, including a process of authentication and authorisation. This construction is called the SDI's policy and should be realised with only one identification step per user. Further requests in the same session should share the authentication of the user. The main configuration of rights has to be done for groups, to which users are associated. Basic groups in the implementation consist of the user groups mentioned previously, with a finer granulation into subgroups with specific rights. Due to a tree-like structure of group memberships, even complex authorisation schemas are possible. Such schemas have to be developed and implemented for the services outlined in the following.

**Standards** The machine standard ISO 11783 (ISOBUS) demonstrated the positive effect of a standardisation approach in the agricultural domain. To prevent problems of incompatibility, GeoWebAgri proposes to work with existing standards defined by international organizations and consortia where possible. Standardisation is needed to realise highly complex service chains [KGH06]. The most important standards for this context are developed by the World Wide Web Consortium (W3C), the international standardisation organisation (ISO) and the Open Geospatial Consortium (OGC).

**W3C-Standards** W3C offers well known standards, which are widely used in the world wide web, like the HyperText Transfer Protocol (Secure) HTTP(S) and the eXtensible Markup Language (XML). Further meaningful for precision agriculture are rules and their integration in web based system environments. Rule Interchange Format (RIF), Web Ontology Language (OWL), Simple Knowledge Organisation System (SKOS) and Resource Description Framework (RDF) are suitable for the interchange of rules and a unified semantic between systems.

**ISO-Standards** Relevant standards published by the ISO are the standards of the ISO 19100-series and the already mentioned ISO 11783. The ISO 19100-series deals with spatial information. Some of them originate from OGC standards and were transferred to ISO standards. For example the ISO 19115 describes the composition of a meta data set, which is necessary to search for data effective by standardized requests. Details about these and further spatial ISO-standards are summarised in [KF04].

**OGC-Standards** OGC published several standards interesting for precision farming data. The main important ones are:

**GML** (Geography markup language): GML is a markup language describing features with geographic properties. A feature is an abstraction of an object in the real world. The description only defines the basic types, while a more specific formulation is called a GML application schema. The agreement on same application schema allows to exchange domain specific spatial data with clear semantics [Ree11]. Additionally to its function for object definition, GML is used as a format for requests to and responses from OGC web services.

**WMS** (Web map service): WMSs provide presentations of geodata (maps as images). The service renders the raw geodata and publishes them as a raster graphics (e.g. png, jpg), and can provide feature information for a location. In addition the service offers a description of the layers, optionally a legend, and the render styles can be customised.

**WFS(-T)** (Web feature service [transactional]): The WFS offers access to vector data, in transactional mode possibilities to manipulate geographic features exist (change requests). Data is received in GML or other formats like GeoRSS, KML etc. [Ree11]. Its vector based characteristics and the possibility to get structured object features are important for an automated interpretation on machinery and in on-farm-processes.

**WCS** (Web coverage service): A WCS offers interfaces and operations to request data excerpts from a specific area. The data may be multivalued, e.g. containing several temporal or thematic layers.

**WPS** (Web processing service): WPSs can execute GIS functionalities or apply algorithms to geodata. Interfaces to geospatial processes, as well as information about their discovery and binding, can be published and used by networks to work on local or connected data [Ree11].

### 3 Results

The project already identified the need for a higher interoperability between components in precision farming dealing with spatial information. Client-server architectures offer the option of flexible data storage and transfer. Precision farming with its many applications and users can benefit from implementation of components a de-central service structure. Each SDI component can then interoperate with others, based on clearly defined standards. The mentioned components are essential for an efficient spatial data infrastructure for precision farming applications.

In the GeoWebAgri project such an infrastructure were built up and evaluated on a spraying use-case. To simulate the complexity of real farming conditions, the infrastructure components were built up de-centrally at different locations. In the use-case a task controller on farm machinery requested data from a geo-database via WFS and WMS.

**Acknowledgements** The European Union funded the GeoWebAgri project within the ICT-AGRI program (grant no. 2810ERA102).

### References

- [KF04] Kresse, W.; Fadaie, K.: ISO Standards for Geographic Information. Springer, Heidelberg, 2004.
- [KGH06] Kiehle, C.; Greve, K.; Heier, C.: Standardized geoprocessing – taking spatial data infrastructures one step further. In (Suárez J.; Márkus, B. Eds.), Proc. 9th AGILE Conf. on Geographic Information Science, Visegrád, 2006; pp. 273–282.
- [Kr07] Kralidis, A.: Geospatial Web Services: The Evolution of Geospatial Data Infrastructure. In (Scharl, A.; Tochtermann, K. Eds.): The Geospatial Web, Springer, London, 2007; pp. 223–234
- [Na11] Nash, E.; Wiebensohn, J.; Nikkilä, R.; Vatsanidou, A.; Fountas, S.; Bill, R.: Towards automated compliance checking based on a formal representation of agricultural production standards. *Computers and Electronics in Agriculture* 78, 2011; pp. 28–37.
- [NKB09] Nash, E.; Korduan, P.; Bill, R.: Applications of open geospatial web services in precision agriculture: a review. *Precision Agriculture* 10, 2009; pp. 546–560.
- [NSK10] Nikkilä, R.; Seilonen, I.; Koskinen, K.: Software architecture for farm management information systems in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 70, 2010; pp. 328–336.
- [Re11] Reed, C.: OGC standards: Enabling the geospatial web. In (Li, S.; Dragicevic, S.; Veenendaal, B. Eds.): *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. Taylor & Francis, London, 2011; pp. 327–348
- [WRF03] Williamson, I.; Rajabifard, A.; Feeney, M. Eds.: *Developing Spatial Data Infrastructures: From Concept to Reality*. Taylor & Francis, New York, 2003.

# **Beurteilung der Wirksamkeit von Wetterindex-instrumenten: Gefahr von Fehleinschätzungen bei schlechter Zielgrößenwahl**

Bianka Johné

Unternehmensführung im Agribusiness  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften  
06099 Halle  
bianka.johne@landw.uni-halle.de

**Abstract:** Im vorliegenden Beitrag wird die streuungsreduzierende Wirkung eines Wetterderivates für die Zielgrößen Gesamterlös (GER) und Gesamtdeckungsbeitrag (GDB) untersucht. Der Vergleich zeigt, dass die risikoreduzierende Wirkung falsch eingeschätzt wird, wenn nur die Erlöse betrachtet werden. Ob es zu einer Über- oder Unterschätzung des betrieblichen Risikos und des Risikoreduzierungs-potenzials kommt, hängt vom Produktionsprogramm und den Korrelationen der Portfoliokomponenten ab. Eine allgemeingültige Aussage zur Höhe und Richtung der Fehleinschätzung ist deswegen nicht möglich, sondern ist für jeden einzelnen Fall zu prüfen.

## **1 Problemstellung**

Seit einiger Zeit wird eine Zunahme wetterbedingter Risiken für die landwirtschaftliche Produktion wahrgenommen. Während es für Risiken wie Hagel, Sturm, Starkregen, Frost und Auswinterung auf dem deutschen Markt Versicherungslösungen gibt, ist das für Trockenheit noch nicht der Fall (vgl. [V12]). Im Zuge der anstehenden Neuausrichtung der Agrarpolitik ab 2013 wird von Versicherungsunternehmen eine subventionierte Ernteausfallversicherung für Trockenheitsschäden gefordert. Allerdings sind für Trockenheitsschäden bereits sogenannte Wetterderivate erhältlich, die auf der Basis von Niederschlagsindizes arbeiten [C12]. Bei der Beurteilung, ob sich solche Instrumente zur betriebs eigenen Risikoreduzierung eignen, ist die Wahl der unternehmerischen Ziel- bzw. Erfolgsgröße wichtig, deren Streuung untersucht wird. Unabhängig von der Art und den Kosten der Instrumente kann es bei der Verwendung der falschen Bezugsgröße zu einer Fehleinschätzung ihrer Wirksamkeit kommen. Die risikoreduzierende Wirkung eines Instrumentes kann nicht an der Streuung der Erlöse gemessen werden. Vielmehr muss sie an Hand einer unternehmerischen Erfolgsgröße (z.B. Gesamtdeckungsbeitrag oder Cashflow) untersucht werden, die Auskunft darüber gibt, welche Geldmenge am Ende für Investitionen, Tilgung und Entnahmen zur Verfügung steht. Das heißt, es geht nicht um die Reduzierung der Streuung einzelner erfolgsbeeinflussender Zufallsgrößen,



sondern um die Reduzierung des gesamten unternehmerischen Erfolgsrisikos, wie es sich bspw. in der Schwankung des Gesamtdeckungsbeitrages widerspiegelt. Neben den unsicheren Erlösen, wird dieser noch durch eine Vielzahl anderer Zufallsgrößen, u.a. den Kosten, beeinflusst.

## 2 Vorgehensweise und Datengrundlage

### 2.1 Modellbeschreibung

Für einen Betrieb wird die Verwendung eines Wetterderivates simuliert und dessen Wirkung für die Zielgrößen Gesamterlös (GER) und Gesamtdeckungsbeitrag (GDB) berechnet. Für das gesamtbetriebliche Portfolio berechnen sich die Zielgrößen wie folgt:

$$(1) \quad E(GER) = \sum_{i=1}^n E(p_i) \cdot u_i \quad \begin{array}{l} p_i = \text{Verkaufserlös je ha} \\ u_i = \text{Anbauumfang in ha} \\ i = \text{Laufparameter Anbauverfahren} \end{array}$$

$$(2) \quad E(GDB) = \sum_{i=1}^n [E(DB)_i] \cdot u_i \quad DB_i = \text{Deckungsbeitrag je ha}$$

Bei dem betrachteten Wetterderivat handelt es sich um ein Niederschlagsderivat, das online für verschiedenen Wetterstationen Deutschlands erhältlich ist. Die Wirkung des Wetterderivates wird als Veränderung der Standardabweichung ausgewiesen und ist die prozentuale Differenz zwischen den Standardabweichungen der Gesamtbetriebsportfolios „mit-Instrument“ und „ohne-Instrument“. Die Berechnung der Standardabweichung (Stabw) des Portfolios erfolgt nach der „Varianz-Kovarianzformel“ von MARKOWITZ [M59].

$$(3) \quad \text{Stabw}_{(GER)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_i u_j \sigma_{ij}} \quad \begin{array}{l} \sigma_{ij} = \text{Kovarianzen der Erlöse} \\ \gamma_{ij} = \text{Kovarianzen der Deckungsbeiträge} \\ i, j = \text{Laufparameter Anbauverfahren} \end{array}$$

$$(4) \quad \text{Stabw}_{(GDB)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_i u_j \gamma_{ij}}$$

Die Kovarianzen der Erlöse ( $\sigma_{ij}$ ) und der Deckungsbeiträge ( $\gamma_{ij}$ ) der verschiedenen Fruchtarten werden im Rahmen einer Zeitreihenanalyse ermittelt (vgl. [HM08]). Dafür werden für die Erlös- und Deckungsbeitragsreihen der Produktionsverfahren nach der Box-Jenkins-Methode [BJ76] passende ARIMA-Modelle geschätzt. Die ARIMA-Modelle gehören zur Klasse der linearen Zeitreihenmodelle und wurden von Box und Jenkins [BJ76] entwickelt. Alle Zeitreihen sind nicht stationär von der Ordnung I(1) und lassen sich als arithmetischer Brownscher Prozess ohne Drift, als ein spezieller Random Walk Prozess, modellieren. Der arithmetische Brownsche Prozess wurde zugrunde ge-

legt, weil er, im Gegensatz zum geometrischen Brownschen Prozess, auch negative Werte zulässt, was bei Deckungsbeiträgen vorkommen kann (vgl. [MH03]).

2.2 Betriebsdaten und Wetterindexdaten

Der Betrieb wirtschaftet in Brandenburg nordwestlich von Berlin und baut u.a Weizen, Roggen, Gerste und Raps an. Für diesen Betrieb liegen die Erlös- und DB-Reihen der Verfahren von 1999 bis 2009 vollständig vor. Die Verfahren, die nicht durchgängig angebaut oder zwischenzeitlich eingestellt worden sind, werden nicht betrachtet. Als meteorologische Datenbasis wird die Wetterstation Neuruppin verwendet.

Für den Niederschlagsindex werden die täglichen Niederschlagsmengen vom 01. April bis 30. Juni eines jeden Jahres summiert. Für die Station Neuruppin liegen die Niederschlagswerte seit 1961 vor. Die Niederschlagsreihe ist stationär, weshalb der langjährige Mittelwert als Prognosewert für die Höhe des zu erwartenden Niederschlages geeignet ist. Dieser wird in der Untersuchung als Strike-Level für das Wetterderivat verwendet und liegt für die Monate April, Mai und Juni bei 144 mm.

3 Ergebnisse

In Tabelle 1 sind für den Betrieb und beide Zielgrößen die Standardabweichungen der Gesamtportfolios und die Veränderung der Standardabweichungen durch das Wetterderivat dargestellt.

Zielgröße	Gesamterlös	Gesamtdeckungsbeitrag	
Standardabweichung in €; ohne Derivat	151 854	172 025	
Kontraktanzahl	294*	294	311*
Standardabweichung in €; mit Derivat	136 199	156 810	156 770
Änderung der Standardabweichung	-10,31%	-8,84%	-8,87%

- optimale Kontraktanzahl

Tabelle 1: Veränderung der Streuung bei unterschiedlichen Zielgrößen

Ein Vergleich der Zahlen von Zeile 1 verdeutlicht, dass das betriebliche Risiko unterschätzt wird, wenn nur die Erlöse betrachtet werden. Dieses kann bspw. durch die variablen und ebenfalls streuenden Kosten hervorgerufen werden, die bei den Erlösen unberücksichtigt bleiben. Diese Fehleinschätzung des Risikos setzt sich auch bei der Beurteilung der Wirksamkeit des Wetterderivates durch. Hier überschätzt man das Risikoreduzierungspotenzial um 1,47 Prozentpunkte (10,31% - 8,84%), das entspricht einer Fehleinschätzung von 16,6%.

## 4 Schlussfolgerungen

Der Wirksamkeitsvergleich des Instrumentes im selben Betrieb in Abhängigkeit von verschiedenen Zielgrößen verdeutlicht die Fehlerquelle, die bei der Wahl der falschen Erfolgsgröße entsteht. Man schätzt sowohl das betriebliche Risiko als auch das Risikoreduzierungspotenzial falsch ein. Ob es zu einer Über- oder Unterschätzung bei der einzelnen Größe kommt, hängt von den Korrelationen der Portfoliokomponenten ab. Diese stehen untereinander teilweise in einem natürlichen Hedge, der bei einer Stabilisierung von einzelnen Größen gestört wird. In Abhängigkeit von der Gewichtung im Portfolio wirkt sich dieses dann auf die Streuung des Gesamtportfolios aus. Im obigen Beispiel wirken die Kosten risikoe erhöhend auf das gesamte Portfolio (ohne Instrument), es wäre aber auch das Gegenteil möglich. Eine eindeutige Aussage, ob man die Hedgingeffektivität unter- oder überschätzt, kann nur im Einzelfall getroffen werden. Jeder Unternehmer sollte deswegen die Wirkung eines solchen Instrumentes für die richtige Zielgröße und für seinen Betrieb berechnen.

## Literaturverzeichnis

- [BJ76] Box, G. E. P.; Jenkins, G. M.: Time series analysis: forecasting and control. rev. ed. Holden Day, USA, 1976.
- [C12] CelsiusPro: <http://www.celsiuspro.com/Products/tabid/482/language/de-DE/Default.aspx>, 10.08.2012.
- [HM08] Hirschauer, N.; Mußhoff, O.: Zu welchem Preis können Versicherer „ineffektive“ Risikomanagementinstrumente anbieten? - Zur Analyse der Effizienz von Wetterderivaten. German Risk and Insurance Review, 2008; 4(1); S. 1-27.
- [M59] Markowitz, H. M.: Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. New York, 1959, (reprinted by Yale University Press, 1970).
- [MH03] Mußhoff, O.; Hirschauer, N.: Bewertung komplexer Optionen - Umsetzung numerischer Verfahren mittels MS-EXCEL und Anwendungsmöglichkeiten der Optionspreistheorie auf Sachinvestitionen. pd-Verlag. Heidenau. 2003.
- [V12] Vereinigte Hagel: <http://www.vereinigte-hagel.net/secufarm.0.html>, 10.08.2012.

# Produktion und Produktqualität im Brokkolianbau – Innovation durch Datenbankanwendungen

Theresa Kabakeris, Martin Geyer

Abteilung Technik im Gartenbau  
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
tkabakeris@atb-potsdam.de  
mgeyer@atb-potsdam.de

**Abstract:** Relevante Daten aus der gesamten Produktionskette von Brokkoli wurden mithilfe einer relationalen Datenbank verknüpft. Innerhalb der Wachstumsphase wurden Klimadaten und Informationen über vielfältige Kulturmaßnahmen eingebunden. Für die Qualitätsbewertung von Brokkoliköpfen kamen Chlorophyllfluoreszenzanalyse, Farbmessungen und Reflexions-spektroskopie zum Einsatz. Erste Ergebnisse zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen Produktgröße und Haltbarkeit erkennbar ist. Die erstellte Datenbank bietet darüber hinaus weitere Möglichkeiten, Verknüpfungen zwischen den Produktionsbedingungen und der Qualität von Brokkoli im Lager schnell zu evaluieren.

## 1 Qualitätseinflüsse mithilfe einer Datenbank erkennen

Brokkoli verfügt im Erntezeitraum über ein schnelles Kopfwachstum und ist zudem nach der Ernte nur sehr kurz haltbar. Für die Produzenten ist es daher schwierig, eine exakte Produktionsplanung durchzuführen.

Ein Ansatz, die Produktion von Brokkoli umfassend zu optimieren, besteht darin, entscheidende Einflüsse aus der Wachstumsphase auf die Produktqualität und Lagerfähigkeit zu erkennen und zu gewichten. Die vielfältigen Einflüsse aus den unterschiedlichen Klimabedingungen, Bewässerungsregime, Pflanzennährstoffen und Kulturmaßnahmen führen zu unterschiedlicher Qualität und Haltbarkeit. Das Verständnis dieser Zusammenhänge ist bisher jedoch lückenhaft [Wu02, De06].

Es ist das Ziel, den Anteil der einzelnen Einflüsse auf die Qualität herauszuarbeiten. Hierzu wurde eine Datenbank angelegt, in der alle erfassten Informationen gebündelt werden. Dies ermöglicht eine schnellere Evaluierung von denkbaren Verknüpfungen zwischen Vor- und Nachernte, indem der Zugriff auf die Daten wesentlich vereinfacht wird. Sobald entscheidende qualitätsbeeinflussende Parameter identifiziert sind, kann das erstellte Datenbanksystem auf diese Verknüpfungen reduziert und in einem nächsten Schritt dem Anwender zur Verfügung gestellt werden. Vergleichbare Ansätze werden

bereits im Hinblick auf die Ernteterminvorhersage bei Blumenkohl eingesetzt [Je00, JG05]. Die Vorteile von Datenbankanwendungen liegen neben dem inhaltlichen Erkenntnisgewinn langfristig darin, dass Ergebnisse besser veranschaulicht werden können und somit ein Transfer in die Praxis eher denkbar ist. Die Qualitätsvorhersage ist ein wichtiger Schritt für die Terminierung und Planbarkeit der Brokkoli-Kultur.

## 2 Material und Methode

Es wurden insgesamt 8 Anbausätze aus drei Regionen in Deutschland untersucht. Als Einflussparameter wurden die Abhängigkeit des Anbauzeitraums (Früh- und Späternte), unterschiedliche Düngungsstufen, sowie induzierte klimatische Bedingungen durch den Einsatz von Kulturschutznetzen und farbigen Folien während des Wachstums geprüft. Über alle Anbauzeiträume wurden hoch aufgelöst Klimadaten mithilfe von Sensoren im Feld und Wetterstationen aufgenommen, sodass Information über Mikro- und Makroklima vorlagen. Nach der Ernte wurden unmittelbar die Wachstumsparameter Masse, Umfang und Durchmesser der Brokkoliköpfe dokumentiert. Die Lagerbedingungen wurden so gewählt, dass eine sukzessive Minderung der Produktqualität hervorgerufen wurde.

Während der Lagerung wurde der Produktzustand mithilfe nichtdestruktiver optischer Methoden beurteilt. Die Chlorophyllfluoreszenz der Brokkoliköpfe wurde während der Lagerung mit den Geräten Pam 2000 und MiniPam (Fa. Walz) sowie dem offenen Chlorophyllfluoreszenzbildanalyzesystem FluorCam (Photon Systems Instruments) gemessen. Zur objektiven Beurteilung von Farbunterschieden wurde das Colorimeter Minolta<sup>TM</sup> CM-2600d verwendet. Ein neuer Ansatz, der hier zur Beurteilung von Seneszenz bei Brokkoli verwendet wurde, ist außerdem die Reflexionsspektroskopie. Zur Erstellung der Datenbank wurde Microsoft SQL-Server 2008 verwendet.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Einzelne Brokkoli wurden mit ihren morphologischen Charakteristika innerhalb der Datenbank in der Tabelle *broccoli* hinterlegt (Abbildung ). Jede der während der Lagerung durchgeführten Messungen in den Tabellen *chlorophyllfluorescence*, *colour*, *weight* und *reflexion spectroscopy* kann einzelnen Brokkoliköpfen zugeordnet werden und nimmt daher Bezug auf diese Tabelle, indem jeweils ein Foreign Key angelegt wurde. Die Bedingungen in den Lagerräumen und Behältern, die in den Tabellen *storage unit* und *box* erfasst sind, können – ebenfalls über einen Foreign Key – direkt der Versuchseinheit *unit* zugeordnet werden (Abbildung ). Die Tabelle *unit* enthält alle wesentlichen Informationen über die Versuchseinheit: die verwendete Sorte, das Pflanz- und Erntedatum, den Einlagerungszeitpunkt sowie den Zeitpunkt des Versuchsabschlusses.

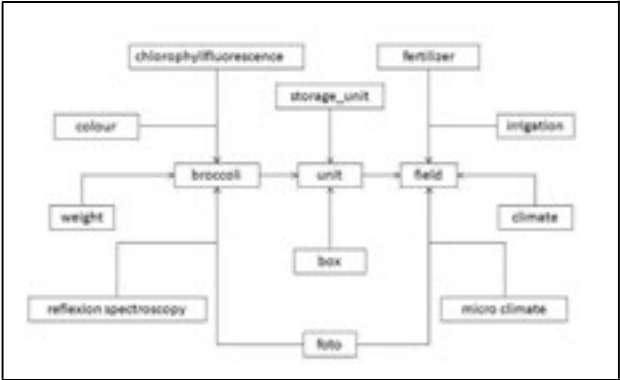


Abbildung 1: Entity-Relationship-Diagramm der relationalen Brokkoli- Datenbank. Felder bezeichnen Tabellen in der Datenbank, Pfeile geben die Relation der Beziehungen wieder.

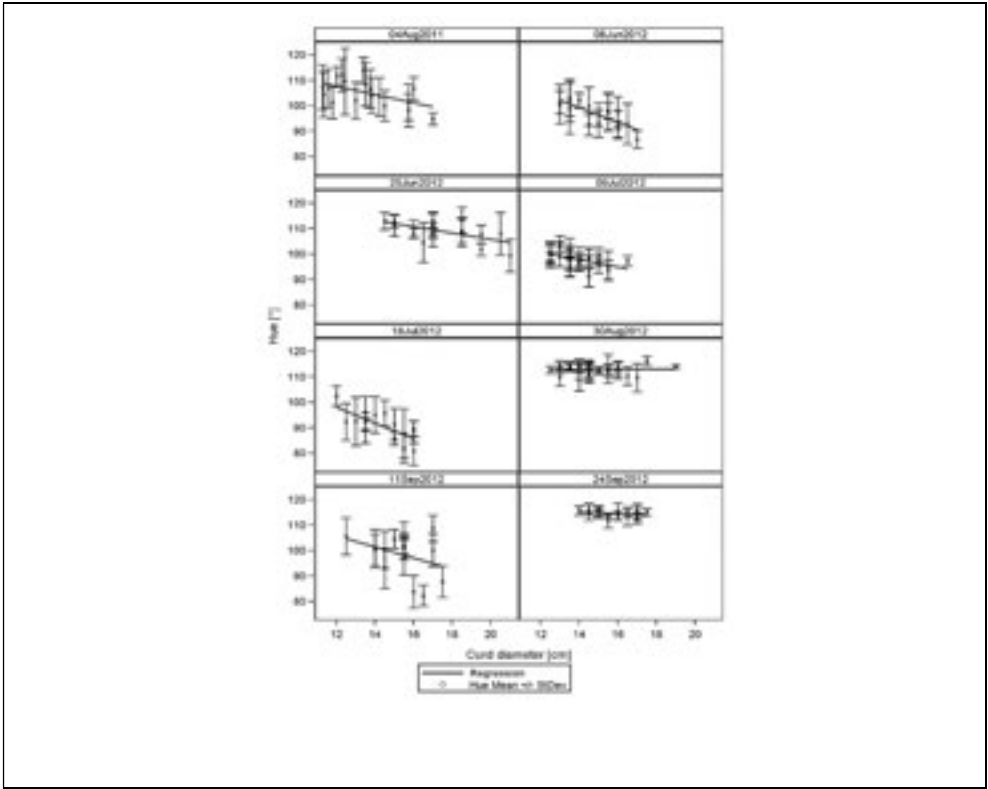


Abbildung 2: Abhängigkeit des Farbtons vom Kopfdurchmesser bei Brokkoliköpfen nach einer 5tägigen Lagerung bei 20°C (2011) bzw. 16°C (2012) ab dem Erntetermin. Punkte sind Mittelwerte aus 6 Messungen je Brokkolikopf.

Die dem Schlag zugehörige Tabelle *field* enthält geografische Informationen zur Größe und Lage des Schlages. Die Kulturmaßnahmen und klimatischen Bedingungen (*fertilizer, irrigation, climate, micro climate*) mit ihren zeitlich aufgelösten Daten beziehen sich auf den dazugehörigen Schlag (Abbildung 1).

Die Lagerfähigkeit von Brokkoli nimmt mit zunehmendem Kopfdurchmesser mehrheitlich ab, die Korrelationskoeffizienten liegen hier zwischen -0,36 und -0,79 (Abbildung 2). Da diese Abhängigkeit jedoch nicht auf alle Anbausätze zutrifft (30. Aug. 2012, 24. Sept. 2012), existieren offenbar noch weitere Faktoren, welche die Haltbarkeit beeinflussen.

## 4 Fazit und Ausblick

Der Aufbau und Inhalt der Datenbank entspricht bisher einem grundlagenorientierten Ansatz. Es wird angestrebt, die verwendeten Daten und Methoden hinsichtlich ihrer Aussagefähigkeit zu evaluieren und ggf. zu reduzieren, was vor allem für eine Nutzbarkeit in der gartenbaulichen Praxis wichtig ist. Bisher haben hauptsächlich Applikation aus abgegrenzten Bereichen, z.B. Modelle für die Bewässerungssteuerung, einen Eingang in die Praxis gefunden. Die qualitätsorientierte Produktion ist jedoch naturgemäß von vielen Faktoren abhängig.

Es gibt Bestrebungen, mehr softwareorientierte Lösungen in Forschungsprojekten zu etablieren [Ra09]. In diesem Sinne wird hier das innovative Potential von software-basierten Lösungen innerhalb der Gartenbauforschung noch besser genutzt.

Danksagung: Die Förderung erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), aus Mitteln der Landesministerien Niedersachsen, Brandenburg und Bayern, außerdem mit Unterstützung durch Unternehmen des Gartenbaus sowie der vor- und nachgelagerten Industrie.

## Literaturverzeichnis

- [De06] Dewoowoogen, P. B.; Toshiyuki, M.; Haruo, S.; Yusuke, K.; Matsuzaki T. (2006): Fluctuations in the Activities of Some Ammonia-assimilating Enzymes and Ammonia Content in Broccoli Harvested at Different Seasons. *Asian Journal of Plant Sciences* 5(1): S. 54-60.
- [Je00] Jensen, A. L.; Boll, P. S.; Thysen, I.; Pathak, B.K. (2000): Pl@nteInfo® - a web-based system for personalised decision support in crop management. *Computers and Electronics in Agriculture* 25(3): S. 271-293.
- [JG05] Jensen, A., Grevsen, K. (2005): Web-based harvest forecast of cauliflower for the agri-food-chain. In: Hertog, M.L.A.T.M., Nicolai, B.M. (Eds.): *Proc. 3rd IS on Model IT. Acta Horticulturae* 674: S. 329-335.
- [Ra09] Razum, M.; Schwichtenberg, F.; Wagner, S.; Hoppe, M. (2009): eSciDoc Infrastructure: A Fedora-Based e-Research Framework. In: Agosti M.; Borbinha, J.; Kapidakis, S.; Papatheodorou, C.; Tsakonas, G. (Eds.): *Proc. 13<sup>th</sup> ECDL 2009, LNCS 5714*, S. 227-238.
- [Wu02] Wurr, D.C.E.; Hambidge, A.J.; Fellows, J.R.; Lynn, J.R.; Pink, D.A.C. (2002): The influence of water stress during crop growth on the postharvest quality of broccoli. *Postharvest Biology and Technology* 25(2): S. 193-198.

# **Bedeutung und Struktur der Nebenerwerbslandwirtschaft – eine Analyse mittels GIS**

Viktor Kelbler, Christa Hoffmann, Reiner Doluschitz

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre  
Fachgebiet für Agrarinformatik und Unternehmensführung  
Universität Hohenheim  
70593 Stuttgart  
c.hoffmann@uni-hohenheim.de

**Abstract:** Knapp die Hälfte aller landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland wird derzeit im Nebenerwerb bewirtschaftet. Trotzdem sind Daten und Materialien zur Nebenerwerbslandwirtschaft im Vergleich zur Haupterwerbslandwirtschaft insgesamt deutlich weniger zahlreich vorhanden. Aus dieser Problemstellung heraus war das Ziel dieser Studie im Wesentlichen die kartografische Aufarbeitung der Nebenerwerbsstrukturen in Deutschland. Im Fokus standen dabei die regionalen Unterschiede im Kontext unterschiedlicher charakteristischer Aspekte der Nebenerwerbslandwirtschaft (z.B. Rechtsform). Die Ergebnisse zeigen, dass Nebenerwerbslandwirtschaft häufiger in Süddeutschland auftritt, während in Norddeutschland der Haupterwerb die vorherrschende Erwerbsform ist. Auch zwischen Ost und West sind vor allem historisch bedingt deutliche Unterschiede sichtbar.

## **1 Einleitung**

Mit einem Anteil von 46% wurde im Jahr 2010 knapp die Hälfte aller landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland im Nebenerwerb bewirtschaftet. Der Gesamtanteil der von diesen Betrieben genutzten landwirtschaftlichen Fläche lag dabei bei gerade einmal 17% [S112]. Insgesamt wird die Nebenerwerbslandwirtschaft in der Literatur sehr kontrovers diskutiert. So schlussfolgern beispielsweise Schwenniger und Doluschitz 2003, dass Nebenerwerbslandwirtschaft abgesehen von Vorbehalten als dauerhafte Erwerbsform gesehen werden kann. Auch widersprechen ihre Ergebnisse der Hypothese, dass Nebenerwerbslandwirtschaft irrational und unwirtschaftlich betrieben werde [SD03]. Auffallend ist, dass kartografische Analysen der Nebenerwerbsstrukturen in Zusammenhang mit derartigen, typischen Charakteristika kaum zu finden sind.

Als Ziel dieser Arbeit ergibt sich daraus die kartografische Aufarbeitung der Nebenerwerbsstrukturen in Deutschland. Fokussiert wurden dabei die regionalen Unterschiede im Kontext unterschiedlicher charakteristischer Aspekte (z.B. Rechtsform) der Nebenerwerbslandwirtschaft.



## 2 Methodik

Die landwirtschaftlichen Daten für die Analysen stammen aus einer länderübergreifenden Anfrage, die beim statistischen Landesamt Baden-Württemberg gestellt wurde, und beinhalten Informationen über die Anzahl der Betriebe und Fläche der jeweiligen Erwerbsform auf Landkreisebene. Die so erhaltenen über 4000 Einzelwerte wurden in einer Kalkulationstabelle aufbereitet und mittels eines GIS-Programmes mit einem shape-file, welches beim Bundesamt für Kartographie und Geodäsie erworben wurde, zu thematischen Karten verbunden.

## 3 Ergebnisse

Ein Unterschied in Deutschland ist das Nord-Süd-Gefälle der Haupterwerbslandwirtschaft. Verglichen werden daher die landwirtschaftlichen Daten aus Nord- und Süddeutschland.

In Norddeutschland haben Haupterwerbsbetriebe eine durchschnittlich höhere Flächenausstattung auch wird ein Großteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche mehrteilig von Haupterwerbsbetrieben bewirtschaftet. Der Nebenerwerb hat hier einen deutlich geringeren Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche. In Süddeutschland, vor allem in Baden-Württemberg, ist die Bedeutung des Nebenerwerbs größer, da hier der prozentuale Anteil der nebenerwerblich bewirtschafteten Fläche vergleichsweise höher ist. Ursächlich für diese Begebenheiten sind unter anderem die historisch verschiedenen Erbsitten in Deutschland. Dabei war die Realteilung, also Aufteilung jeglicher Besitztümer unter den Erben, eine typische Erbsitte in Süddeutschland. In Norddeutschland war es üblich, einen Erben zu bestimmen, der alle Besitztümer übernimmt. Die restlichen Erben wurden finanziell entschädigt [DFK01].

Beim Vergleich der landwirtschaftlichen Struktur der neuen und alten Bundesländer wird vor allem der Unterschied der Betriebsgrößen sehr deutlich. So übersteigt die durchschnittliche LF der Betriebe in den neuen Bundesländern die durchschnittliche LF der Betriebe der alten Bundesländer um ein Vielfaches. Grund ist vor allem die Kollektivierung in der ehemaligen DDR und die Beibehaltung dieser Strukturen nach der Wende [Ma10].

Für den Nebenerwerb bestätigten die Ergebnisse des Ost-West-Vergleichs die Aussage, dass es zwar in den neuen Bundesländern weniger Nebenerwerbslandwirte gibt, diesen jedoch eine höhere Flächenausstattung zur Verfügung steht. Der flächenmäßige Unterschied zu den vorherrschenden Rechtsformen wie „Juristische Person“ und „Personengesellschaft/-gemeinschaft“, ist allerdings sehr groß [Fo08].

Die dargestellten Zusammenhänge werden in Abbildung 1 verdeutlicht.

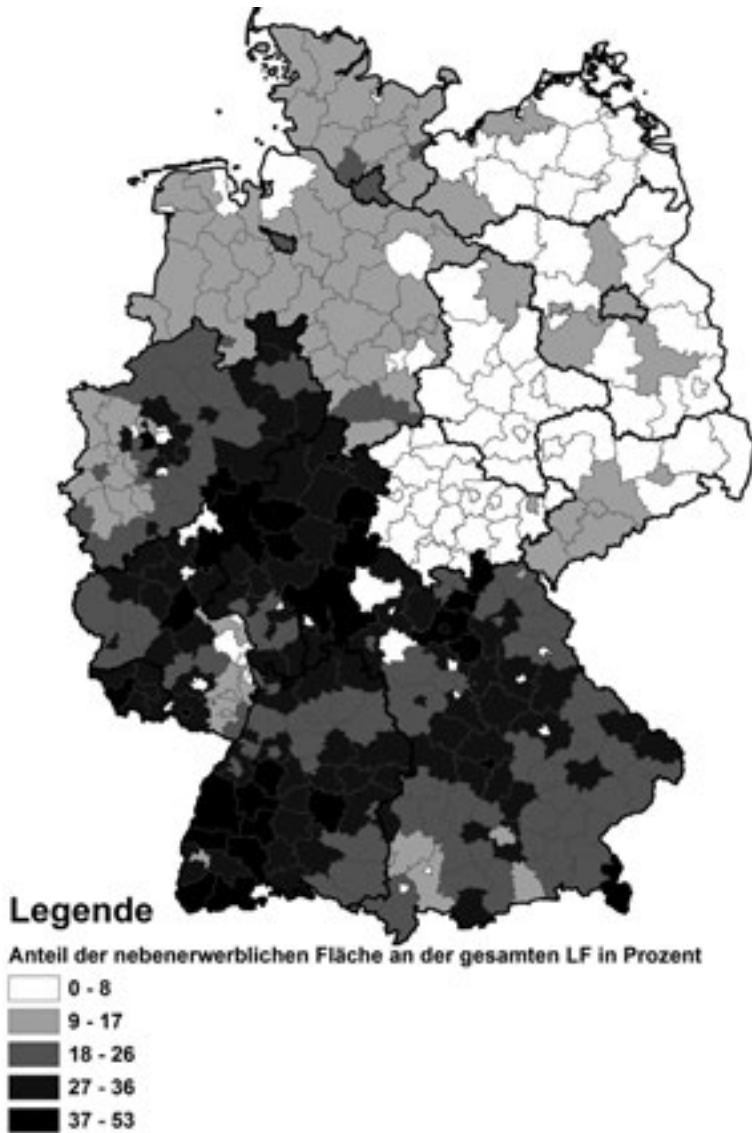


Abbildung 1: Anteil der nebenerwerblichen Fläche an der gesamten LF in Prozent  
 Eigene Erstellung nach Grundkarte: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2010  
 Landwirtschaftliche Daten: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 2010

In den neuen Bundesländern ist der Flächenanteil, der durch Nebenerwerbsbetriebe bewirtschaftet wird, am geringsten, gefolgt von den Bundesländern Niedersachsen und Schleswig-Holstein. In Baden Württemberg ist der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, die durch Nebenerwerbsbetriebe bewirtschaftet wird, besonders hoch. Somit wird die Nord-Süd- und Ost-West-Verteilung der landwirtschaftlichen Struktur in Deutschland am Beispiel der Nebenerwerbslandwirtschaft hier sehr deutlich.

Die Nebenerwerbslandwirtschaft spielt besonders in Baden-Württemberg eine große Rolle, daher wurde dieses Bundesland gesondert untersucht. Dabei wurde die geographische Verteilung der Nebenerwerbslandwirtschaft mit der Verteilung der Bodenqualität und der betrieblichen Ausrichtungen verglichen. Ein Zusammenhang zwischen der Verteilungen der Nebenerwerbslandwirtschaft und der Bodenqualität konnte nachgewiesen werden, jedoch können die Ergebnisse aufgrund der hohen Auflösung der Bodengüte nur als Tendenz gewertet werden. Eine besondere Bedeutung hat der Anbau von Dauerkulturen, da auf wenig Produktionsfläche mit durchaus hohen Erträgen gerechnet werden kann.

## 4 Schlussfolgerung

Es hat sich gezeigt, dass Nebenerwerb in Gegenden vorherrscht, in denen es aufgrund natürlicher Gegebenheiten und geringer Nutzfläche für andere Erwerbsformen unwirtschaftlich ist, landwirtschaftlich tätig zu sein. Jedoch profitieren gerade diese Gebiete von der Nebenerwerbslandwirtschaft.

Weitere Untersuchungen, bei denen die Verteilung der Erwerbsformen, die betriebliche Ausrichtung und die Bodenqualität verglichen werden, sind von allgemeinem Interesse. Es wäre sinnvoll, die Auflösung in diesem Fall zu erhöhen, da es vor allem bei der Bodenqualität schon eine erhebliche Streuung der Werte in einem Landkreis geben kann. Jedoch hat sich im Verlauf dieser Arbeit gezeigt dass, die massive Datenmenge eine solche Analyse erheblich erschwert. Daher empfiehlt sich eine Einschränkung der Betrachtungsebene.

Wünschenswert für die Zukunft sind zudem Zeitreihenanalysen, welche jedoch durch die Veränderung der Bemessungsgrundlagen und Änderungen der Definitionen von Nebenerwerbslandwirtschaft in den vergangenen Jahren rückwirkend erschwert werden.

## Literaturverzeichnis

- [DFK01] Doll, H.; Fasterding, F.; Klare K.: Auswirkungen des landwirtschaftlichen Erbrechts auf den agrarstrukturellen Wandel in Deutschland In: Agrarwirtschaft 50/2001 Heft 3, S. 163-167.
- [Fo08] Fock, T.: Nebenerwerb in Ostdeutschland - etwas Besonderes? Vortrag im Rahmen der Tagung des Agrar Bündnis, Kassel, 23.09.2008.
- [Ma10] Martens, B.: Landwirtschaft in Ostdeutschland: der späte Erfolg der DDR am 30.3.2010. URL:<http://www.bpb.de/geschichte/deutsche-einheit/lange-wege-der-deutschen-einheit/47157/landwirtschaft?p=all>, Abruf: 19.05.2012.
- [SD03] Schwenninger, R.; Doluschitz, R.: Bedeutung und Entwicklung der Nebenerwerbslandwirtschaft - dargestellt am Beispiel Baden-Württembergs In: Berichte über Landwirtschaft, 81 (3), S. 416-436
- [SI12] Statistisches Landesamt BW: Agrarstrukturen in Deutschland - Einheit in Vielfalt. Stuttgart. Online verfügbar: [http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Statistik-Portal/landwirtschaftszaehlung\\_2010.pdf](http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Statistik-Portal/landwirtschaftszaehlung_2010.pdf) Abruf: 29.09.2012.

# **Modellbasierte Kosten-Wirkungsanalyse von Agrarumweltmaßnahmen zur Minderung der Stickstoffeinträge in Gewässer zur Einhaltung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie**

Kurt Christian Kersebaum, Dietmar Barkusky, Peter Zander, Michaela Reutter,  
Detlef Deumlich, Jörg Steidl

Institut für Landschaftssystemanalyse  
Leibniz Zentrum für Agrarlandschaftsforschung  
Eberswalder Str. 84  
D-15374 Müncheberg

{ckersebaum; dbarkusky ; pzander; reutter; ddeumlich; jsteidl}@zalf.de

**Abstract:** Für das Land Brandenburg wurden für ausgewählte Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie standortspezifische Kosten-Nutzen-Relationen quantifiziert. Hierzu wurden Fruchtfolgen über eine Matrix verschiedener Standortfaktoren mit dem Modell HERMES über 20 Jahre simuliert und der Stickstoffaustrag aus der Wurzelzone berechnet. Die Wirkung wurde den Kosten der Maßnahmen gegenübergestellt.

## **1 Einleitung**

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie verlangt von den EU Mitgliedstaaten Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität in Grund- und Oberflächenwasser. Beeinträchtigungen der Gewässerqualität werden durch Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft verursacht, die im Falle von Stickstoff überwiegend über den Grundwasserpfad oder Drainanlagen in die Oberflächengewässer gelangen. In einer Studie für das Land Brandenburg sollten für ausgewählte Agrarumweltmaßnahmen (AUM) standortspezifische Kosten-Nutzen-Relationen quantifiziert werden. Betrachtete Agrarumweltmaßnahmen waren die Förderung des Zwischenfruchtanbaus (abfrierend und winterhart), eine Reduzierung des N-Saldos, der ökologische Landbau sowie die Umwandlung von Acker in Grünland. Zur Abschätzung des Stickstoffeintrags wurden Modellrechnungen mit und ohne Agrarumweltmaßnahmen für verschiedene Kombinationen von Standorteigenschaften durchgeführt. Ziel ist eine Ergebnismatrix, die sowohl Wirkungen im Sinne eines Stoffeintrags in die Gewässer als auch ihre Kosten standortspezifisch quantifiziert.

## 2 Material und Methoden

Grundlage für die Bewertung waren differenzierte Definitionen üblicher (Referenz) und durch die AUM angestrebter Bewirtschaftungsverfahren. Die Bewirtschaftungsverfahren wurden unter Berücksichtigung der für das Land Brandenburg geltenden Düngeempfehlung (differenziert nach Bodengruppen), vorliegender statistischer Ertragsdaten (differenziert nach Landbaugebieten) sowie Expertenschätzungen definiert. Dies erfolgte auf Basis der aus InVeKos ermittelten standortspezifisch häufigsten Feldfrüchte bzw. Feldfruchtkombinationen (2er Fruchtfolgen) in Brandenburg. Lediglich für den Vergleich Ackerland Grünland und konventioneller und ökologischer Landbau wurden 5-jährige Fruchtfolgesysteme betrachtet. Für die Fruchtfolgekombinationen aus Vor- und Nachfrucht wurden verschiedene Produktionsverfahren mit und ohne AUM nach Vorgabe der Düngeverordnung definiert und standortspezifisch mittlere Erträge geschätzt, wobei Varianten mit rein mineralischer sowie mit organischer Düngung berücksichtigt wurden.

Zur Quantifizierung der Wirkung wurden die Fruchtfolgeglieder über eine Matrix verschiedener Standortfaktoren mit dem Modell HERMES [Ke07] über einen Zeitraum von 20 Jahren (1990-2010) mit täglichen Wetterdaten simuliert und der Stickstoffaustrag aus der Wurzelzone berechnet. Hierzu wurden 5 Klimazonen, 5 Bodengruppen mit je 3 Humusgehalten und 4 Grundwasserflurabständen unterschieden. Dabei stehen die Bodengruppennummern für folgende Bodentexturen: 1= Sand, 2=leicht lehmiger Sand, 3= lehmiger Sand, 4= sandiger Lehm und 5= toniger Lehm. Das Modell beschreibt auf der Basis täglicher Witterungsdaten den Wasserhaushalt des Bodens, die Netto-N-Mineralisation von organischer Bodensubstanz und eingebrachten Pflanzenresiduen, die Denitrifikation sowie den Transport von Nitrat in der Bodenlösung und Wachstum und N-Aufnahme durch Pflanzen. Ergebnisgrößen waren Sickerwasser und N-Auswaschung aus der Wurzelzone sowie die Nitratkonzentration im Sickerwasser,  $N_{\min}$  im Herbst und Frühjahr sowie der N-Saldo. Für alle Größen wurde das 20jährige Mittel, Standardabweichung sowie Minimum/Maximumwerte pro Jahr ermittelt. Durch Eliminieren von unwahrscheinlichen Kombinationen konnte die Ergebnismatrix auf ca. 64000 Werte pro Ausgabegröße reduziert werden. Die Kosten wurden auf Grundlage der definierten Anbauverfahren je Bodengruppe mithilfe des Modells MODAM [ZK99] kalkuliert. Grundlage der Kostenberechnung waren die Direkt- und Arbeits-erledigungskostenfreien Leistungen (DAL), sie entsprechen dem Deckungsbeitrag abzgl. der festen Maschinenkosten und einem Lohnansatz. Zur Ermittlung der Kosteneffizienz wurden die DAL der AUM mit denen der Referenzverfahren verglichen. In Fällen, bei denen eine Futterverwertung relevant wurde, wurde die innerbetriebliche Futterverwertung monetär bewertet, sodass vergleichbare DAL-Werte bestimmt werden konnten. Weitere betriebsspezifisch bedingte zusätzliche Kostenkomponenten fanden nur in ausgewählten Fällen Berücksichtigung. Unberücksichtigt blieben die sich für den Landwirt ergebenden Transaktionskosten. Darüber hinaus blieben die Kosten, die für die Implementierung der Maßnahmen (administrative Kosten) entstehen, außer Acht.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Einfluss der Standortfaktoren auf die N-Auswaschung

Abb. 1 zeigt den Einfluss von Bodengruppe und Klimaregion auf den N-Austrag. Es wird deutlich, dass innerhalb der Klimaregionen die Bodengruppe 1 (sandige Böden) auf Grund ihrer geringen Wasserspeicherfähigkeit mit Abstand die höchsten N-Austräge aufweist. Diese nehmen mit zunehmendem Tongehalt der Böden ab. Im Vergleich der Klimaregionen erkennt man, dass die N-Austräge grundsätzlich mit der Höhe der Jahresniederschläge ansteigen. Da die reduzierende Wirkung der AUM auf den N-Austrag aus der Wurzelzone zunächst vor allem durch die Gesamthöhe der Emissionen bestimmt wird, steigt diese somit in der Regel mit dem Anstieg der Nitratauswaschungsgefährdung der Standorte an, ist also am höchsten in der Zone mit den höchsten Jahresniederschlägen (R2 (Potsdam) = 588 mm/Jahr) sowie auf Standorten der Bodengruppe 1.

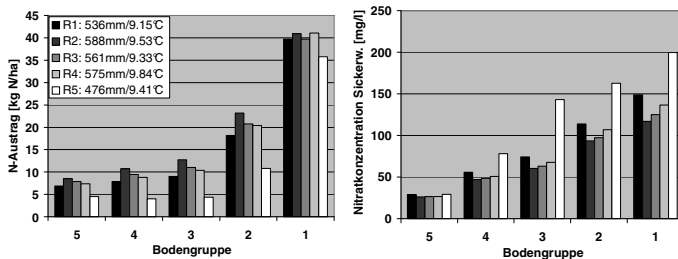


Abbildung 1: Durchschnittlicher jährlicher N-Austrag (links) und Nitratkonzentration im Sickerwasser (rechts) in den einzelnen Klimaregionen und Bodengruppen

Da mit den Niederschlägen bzw. mit abnehmender Wasserspeicherfähigkeit der Böden auch die jährliche Sickerwassermenge ansteigt, kommt es im Hinblick auf die Konzentration des Nitrats im Sickerwasser dann zu einem Verdünnungseffekt, wenn die Sickerwassermenge die Speicherfähigkeit der Böden deutlich übersteigt. Je höher die Speicherfähigkeit des Bodens ist, umso geringer macht sich die durch einen höheren Humusgehalt bedingte erhöhte Mineralisation bei den N-Austrägen bemerkbar. Bei den wenig speicherfähigen Böden der Bodengruppen 1 und 2 steigt der N-Austrag mit dem Humusgehalt deutlich an. Beim Grundwasserflurabstand spielt der kapillare Aufstieg aus dem Grundwasser in den Wurzelbereich eine große Rolle. Der Einfluss wechselt zwischen den Bodengruppen je nach dem Verhältnis zwischen Sickerwassermenge und kapillarem Aufstieg während der Sommermonate.

### 3.2 Wirkung der Agrarumweltmaßnahmen

Entsprechend der standortspezifischen Austragsgefährdung wurden deutliche Reduktionen des N-Austrags vor allem auf den austragsgefährdeten leichten Standorten in der Klimazone mit den höchsten Niederschlägen erzielt. Zwischenfruchtanbau verminderte die N-Austräge deutlich, wobei die winterharte Variante gegenüber den abfrierenden Zwischenfrüchten eine bessere Wirkung zeigte, da eine frühzeitige Mineralisierung vermieden wird. Eine Reduzierung des N-Saldos ausgehend von einer ordnungs-

gemäßen Düngung zeigte nur noch eine geringe Wirkung. Im Vergleich mit leicht überdüngten Varianten konnte jedoch eine nennenswerte Reduktion erzielt werden. Der Ökologisch Landbau erzielte vor allem durch seine Nährstofflimitierung sowie eine weitgehende Pflanzenbedeckung innerhalb der optimierten Fruchtfolge eine deutlich geringere N-Auswaschung gegenüber den konventionellen Referenz-fruchtfolgen, die nicht in jedem Jahr eine Winterbegrünung zuließen. Eine derart optimierte Rotation wird jedoch oft nicht in der Praxis umgesetzt. Eine begleitende Beratung wäre daher sinnvoll. Die Umwandlung in extensives Grünland zeigte die höchste Reduktionsleistung.

### 3.3 Kosten-Nutzen der Agrarumweltmaßnahmen

Die Kosten der Maßnahmen weisen eine hohe Spannweite auf. Das Ertragspotenzial spielt bei der reduzierten Düngung (soweit Ertragsverluste einkalkuliert werden müssen) und der Umwandlung von Ackerland in Grünland eine wesentliche Rolle. Diese Maßnahmen können vor allem auf den Bodengruppen 1, 2 bei Landschafts-pflegegrünland sogar bis zur Bodengruppe 3 zu einer Kostenersparnis für den Landwirt führen. Auf den Bodengruppen 4 und 5 steigen die Kosten, vor allem für die Umwandlung von Ackerland in Grünland, bei gleichzeitig oft sinkender Wirkung. Jedoch wurde auch noch bei grundwassernahen Standorten der Bodengruppe 4 für die Umwandlung von Ackerland in Grünland eine Kostenwirksamkeit von 7 €/kg N berechnet. Bei Zwischenfrüchten und der Reduktion der organischen Düngung sind die entstehenden Mehrkosten entscheidend. Bei Zwischenfrüchten entsteht trotz der relativ hohen Kosten aufgrund der gleichzeitig hohen Wirkung eine Kostenwirksamkeit von oft < 5 €/kg N mit einem Vorteil für winterharte Zwischenfrüchte. Die definierten Fruchtfolgen des ökologischen Landbaus zeigen einerseits eine hohe Wirkung und zeichnen sich andererseits auf allen Bodengruppen als ökonomisch vorteilhafter als die konventionellen Fruchtfolgen ab. Jedoch sind vor allem auf der Kostenseite einige Unsicherheiten zu berücksichtigen. Unterstellt man die aktuell gültige AUM-Prämie der Maßnahme, so verändert sich die Kostenwirksamkeit für den Grundwasserschutz stark in Abhängigkeit von der Bodengüte.

Die in einer Datenbank abgelegte Matrix von standortspezifischen Werten zu Wirkungen und Kosten erlauben eine fallspezifische Abschätzung von Kosten-Nutzen Relationen zu einzelnen Agrarumweltmaßnahmen sowie eine spätere Verortung über GIS.

**Danksagung:** Wir danken dem LUGV Brandenburg für die Förderung des Projektes.

### Literaturverzeichnis

- [Ke07] Kersebaum, K.C.: Modelling nitrogen dynamics in soil-crop systems with HERMES. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 77, 2007; S. 39-52.
- [ZK99] Zander, P.; Kächele, H.: Analysis of interdependencies between economic and ecological indicators of agricultural land use. MODAM - a Multi-Objective Decision Support Tool for Agroecosystem Management. In (Schiefer, G. et al., Hrsg.) Perspectives of modern information and communication systems in agriculture, food production and environmental control. Proc. 2<sup>nd</sup> Eur. Conf. EFITA, Bonn, ILB Verlag, Bonn, 1999; S. 129-140.

# **Methoden zur objektorientierten halbautomatischen Erkennung von Rückegassen in hochauflösenden multispektralen Satellitenbildern: Beispiele aus Kiefernbeständen in der Region Eberswalde, Deutschland**

Susann Klatt, Jan-Peter Mund

Fachbereich Wald und Umwelt  
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)  
Alfred-Möller-Straße 1  
16225 Eberswalde  
sklatt@hnee.de  
jmund@hnee.de

**Abstract:** Dieses im Rahmen einer Masterarbeit entstandene Paper beschäftigt sich mit der automatisierten Erkennung von forstlichen Rückegassen in hochauflösenden Satellitenbildern, in reinen Kiefernbeständen, in Brandenburg. Nach der Segmentierung des Satellitenbilds in Objekte werden statistisch ausschlaggebende Kriterien für die Klassifizierung genutzt, um einen angepassten wiederverwendbaren Algorithmus zu entwickeln. Die Ergebnisse werden durch Feldvermessung realer Rückegassen abgesichert.

## **1 Einleitung**

In der modernen Forstwirtschaft werden heute zunehmend größere digitale Datenmengen, u.a. höchstauflösende Fernerkundungsdaten ( $<100$  cm/Pixel), zur objektorientierten Informationsgewinnung genutzt. Die hohe Auflösung ermöglicht eine Analyse von kleinräumigen Strukturen und lässt somit eine Nutzung für Monitoring und Planung zu. Im Besonderen sind Management-Strukturen, vor allem aber Rückegassen und Straßen für logistische Fragestellungen, wie bei der Holzernte und Transport, von großer Bedeutung. Die digitale Aufbereitung und Auswertung solcher Massendaten erfordert einen hohen Grad der Automatisierung zahlreicher Arbeitsschritte, bei gleichzeitig hoher Interpretationsqualität.

Die vorgestellte Arbeit beschäftigt sich mit der Detektion von forstlichen Rückegassen mit Hilfe von höchstauflösenden Satellitenbildern (WorldView2) in Kiefernbeständen, in Brandenburg. Die Methodik objektbasierter Klassifikation wird auf ihre Anwendbarkeit sowie ihre Genauigkeit untersucht. Auf dieser Basis soll ein robuster Algorithmus entwickelt werden, der auch in anderen Waldgebieten und in anderen forstlichen Bestandstypen zur automatisierten Erkennung der vorhandenen Feinerschließung genutzt werden kann.



## 2 Untersuchungsgebiet und Daten

Das Untersuchungsgebiet im Landkreis Barnim, Brandenburg ist dominiert durch Kiefernmonokulturen (*Pinus sylvestris*) und umfasst Bestände unterschiedlicher Altersklassen, die mithilfe des föderalen Datenspeichers Wald (DSW 2) kategorisiert wurden. Das WorldView2 Satellitenbild (vom 24.09.2010), erworben von der Firma Digital Globe, hat 8 multispektrale Kanäle mit einer Auflösung von 2 m pro Pixel und einen panchromatischen Kanal mit 0,5 m. Das Bild wurde im Produktlevel „LV3D“ geliefert und ist somit Sensor und radiometrisch korrigiert, sowie entzerrt. Mit den Formeln und Anleitungen von Digital Globe [UC10] müssen die digitalen Zahlen in Top-of-Atmosphären Reflektion und anschließend in Spektrale Reflektion umgewandelt werden.

### 2.1 Feldmessungsdaten

Als Vergleichsdaten wurden Punktmessungen, für die Ermittlung von Rückegassenmittellinien, bei Feldarbeiten in repräsentativen Beständen der Altersklassen von 40, 60, 80, 100 und 120 Jahren, aufgenommen. Es wurde ein Topcon FC-250 Handgerät und zwei Topcon GR-3 (Rover und Base) eingesetzt. Die Kommunikation des Handgeräts mit dem Rover fand über Bluetooth statt. Rover und Base-Station waren über UHF Radio mit der Base-Station verbunden, um Echtzeit-Korrekturdaten zu übermitteln. Zusätzlich wurde der Abstand der Rückegasse umschließenden, jeweiligen ersten Baumreihenmittellinie gemessen. Nach dem Export der gemessenen Punktdaten wurden diese in der Desktop GIS-Software ArcMap 10, zugehörig zu der Produktfamilie ArcGIS der Firma ESRI, weiter verarbeitet. Die dort erzeugten Linien, wurden um die Differenz von dem für jede Rückegasse spezifischen gemittelten Baumreihenabstand und der geschätzten Kronenbreite [Dö09], abhängig vom Bruthöhendurchmesser, gepuffert. Die aufgenommenen Daten dienen als Grundlage zur Überprüfung der angewandten, fernerkundungs-basierten Detektionsalgorithmen.

## 3 Methodik und Konzept

Die Erkennung der kleinräumigen, logistischen Strukturen wie Rückwege und -gassen erfordert die hohe Auflösung des WorldView2 Satellitenbildes und somit eine objektbasierte Klassifizierung. Ein rein pixelbasierter Ansatz würde aufgrund der Auflösung in einer Überklassifizierung resultieren [HN08] [WR09]. Zur Unterstützung der späteren Unterscheidung in Wald und Infrastruktur wurden der Normalisierte Differenzierte Vegetationsindex [ $NDVI = (NIR - Rot) / (NIR + Rot)$ ], der Boden angepasste Vegetationsindex [ $SAVI = ((NIR - Rot) / (NIR + Rot + L)) * (1 + L)$ ] und der atmosphärisch resistente Vegetationsindex [ $ARVI = (NIR - RB) / (NIR + RB)$  wobei  $RB = Rot - 1 * (1 - Rot)$ ] kalkuliert.

Die objektbasierte Klassifizierung wird in der Software eCognition Developer 64 der Firma Trimble angewandt. Im Vordergrund der Analysen steht zuerst ein Segmentierungsverfahren (Multiresolution Segmentierung) zur semantischen Charakterisierung von Objekten, anhand des Homogenitätskriteriums (Farbe und Form (Kompaktheit und Glattheit)) [MAC07] [TD11a] [TD11a] und des Maßstabs [BS00]. Die unterschiedliche

Kombination und Gewichtung dieser Kriterien erzielt verschiedene Segmentierungsergebnisse und erzeugt Hierarchieebenen.

Es handelt sich um einen überwachten Klassifizierungsansatz, bei dem die hierarchische Klassenbeschreibung festgelegt und beispielhafte Trainingsgebiete ausgewählt werden. Die während der Segmentierung erzeugten Objekte, besitzen sowohl semantische und kontextuelle Attributinformationen, als auch multispektrale Parameter [HN08] [LKC08] [TD11a] [TD11b]. Der Schwerpunkt der darauf folgenden statistischen Testverfahren liegt auf der geeigneten Auswahl ausschlaggebender Charakteristika, basierend auf den Trainingsgebieten, für eine eindeutige Erkennung der Rückegassen. Der so ermittelte Merkmalsraum soll dann zur Spezifizierung der halbautomatischen Klassifikationsalgorithmen in eCognition Developer umgesetzt werden. Anschließend werden die entwickelten Regelsätze und Algorithmen auf mehreren Untersuchungsflächen getestet.

Die Ergebnisse zur räumlichen Ermittlung von Rückgassen werden mit den real vorhandenen und eingemessenen Strukturen verglichen. Die Klassifizierung wird mit Hilfe einer Fehler-Matrix (Verwechslungsmatrix) statistisch überprüft um ihre Gesamtgenauigkeit sowie Fehlerwerte zu ermitteln. Außerdem wird der Kappa-Koeffizient, als Maßzahl der Übereinstimmung zwischen klassifiziertem und tatsächlichem Objekt, ermittelt [LKC08] [WR09].

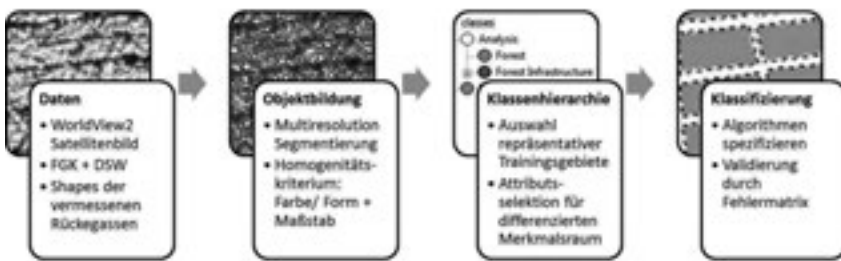


Abbildung 1: Arbeitsprozesse für die Entwicklung einer Lösung zur Detektion von Rückgassen

## 4 Applikation und Ausblick

Das Programm eCognition Developer ist besonders geeignet für objektbasierte Bildinterpretation und das Erstellen von Regelsätzen oder Anwendungen für die automatische Analyse von Fernerkundungsdaten [BS00] [MAC07]. Die Kombination des Maßstabs und den gewichteten Homogenitätsparametern während der Segmentierung, ist ausschlaggebend für die Größe und Form der entstehenden Objekte [LKC08] [MAC07]. Der Maßstab sollte nicht zu groß gewählt werden, da sonst Strukturen verloren gehen können. Ebenso beeinflusst die Anzahl und Auswahl der Trainingsgebiete die Optimierung des Merkmalsraums der Klassen, da die herausgesuchten Bereiche Informationen über die Ausprägung der Attribute liefert. Auch die Menge und Ausprägung der genutzten Merkmale ist von Bedeutung, da sie die Klassen bestmöglich differenzieren sollen. Neben den spektralen Werten, können Attribute wie Form, Ausrichtung und Textur in

die objektorientierte Klassifizierung einfließen.

Auf Basis dieser Analysen soll ein robuster Algorithmus entstehen, der auch in anderen Waldgebieten und in anderen forstlichen Bestandestypen zur automatisierten Erkennung von Rückegassen Verwendung finden kann. Durch den Export von Regelsätzen in Aktionsbibliotheken sollen einzelne und mehrere Arbeitsschritte in Blöcke verpackt und zur halb automatisierten Detektion von Rückegassen zu Verfügung stehen. Außerdem sollen Interface-Komponenten (sogenannte Widgets) erzeugt werden, die die Interaktion des Nutzers für die Anpassung verschiedener Parameter erlaubt.

Die Erkennung von Rückegassen, kann zum Nachweis der Einhaltung von Zertifizierungsrichtlinien wie PEFC Anwendung finden. Ebenso ist die halbautomatische Extraktion der forstlichen Feinerschließung interessant für die Schaffung einer georeferenzierten Datengrundlage für Waldplanungs- und Pflegemaßnahmen für staatliche und private Forstbesitzer.

## Literaturverzeichnis

- [BS00] Baatz, M.; Schäpe, A. (2000): Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 58 (3-4), S. 12–23.
- [Dö09] Döbbeler, H.; Albert, H.; Schmidt, M.; Nagel, J.; Schröder, J. (2009): BWINPro – Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Handbuch zur gemeinsamen Version von BWINPro und BWINPro-S. Version 6.3.
- [HN08] Huang, L.; Ni, L.: Object-Oriented Classification of High Resolution Satellite Image for Better Accuracy. In (Y. Wan, J. Zhang und M. F. Goodchild, Hrsg.): Proceeding of the 8th international symposium on spatial accuracy assessment in natural resources and environmental sciences, June 25-27: World Academic Union, 2008; S. 211–218.
- [Jo10] Joinville, O. de: Forest object-oriented classification with customized and automatic attribute selection. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science 39 (8); 2010.
- [LKC08] Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W.; Chipman, J. W. (2008): Remote sensing and image interpretation. 6. Aufl. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- [MAC07] Mathieu, R.; Aryal, J.; Chong, A. K.: Object-Based Classification of Ikonos Imagery for Mapping Large-Scale Vegetation Communities in Urban Areas. In: Sensors 7 (11), 2007; S. 2860–2880.
- [TD11a] Trimble Documentation: eCognition Developer 8.7. Reference Book. München, 2011.
- [TD11b] Trimble Documentation: eCognition Developer 8.7. User Guide. München, 2011.
- [UC10] Updike, T.; Comp, C.: Radiometric Use of WorldView-2 Imagery. [http://www.digitalglobe.com/downloads/Radiometric\\_Use\\_of\\_WorldView-2\\_Imagery.pdf](http://www.digitalglobe.com/downloads/Radiometric_Use_of_WorldView-2_Imagery.pdf), 2010; zuletzt geprüft am 08.11.2012.
- [WR09] Weih JR., R. C.; Riggan Jr., N. D.: A Comparison of Pixel-based versus Object-based Land Use/Land Cover Classification Methodologies. [http://www.featureanalyst.com/feature\\_analyst/publications/success/comparison.pdf](http://www.featureanalyst.com/feature_analyst/publications/success/comparison.pdf), 2009; zuletzt geprüft am 08.11.12.

# Service Engineering im Precision Farming<sup>1</sup>

Stephan Klingner<sup>1)</sup>, Michael Becker<sup>1)</sup>, Martin Schneider<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Universität Leipzig  
Augustusplatz 10  
04109 Leipzig  
{klingner, mbecker}@informatik.uni-leipzig.de

<sup>2)</sup>Agri Con GmbH  
martin.schneider@agrimon.de

**Abstract:** Mit zunehmender Komplexität der zu erbringenden landwirtschaftlichen Dienstleistungen rückt die strukturierte Weiterentwicklung der Dienstleistungen selbst in den Fokus. Der Beitrag stellt anhand des Beispiels der Precision Farming Dienstleistung der Nährstoffkartierung die Durchführung des Service Engineering in der Domäne der Landwirtschaft vor.

## 1 Einleitung

Der Innovationsfokus in der Domäne des Precision Farming (PF) lag in der Vergangenheit auf Hardware-Komponenten und Softwarelösungen. Die zunehmende Komplexität von Dienstleistungsangeboten führt zu einer vermehrt kooperativen Erbringung von Dienstleistungen durch eine Vielzahl von Akteuren, was hohe Anforderungen an das Management der Dienstleistung stellt. Ziel dieses Beitrags ist daher die Darstellung von Ansätzen zur Analyse und Verbesserung der Dienstleistungen im PF mit den Methoden des Service Engineerings.

Gemeinsam mit Praxispartnern wurde somit das Service Engineering als strukturiertes, methodisches Vorgehen zur Dienstleistungsentwicklung auf die Domäne der Landwirtschaft angewendet. Die nachfolgenden Erkenntnisse entstammen dabei der Literatur sowie verschiedenen Workshops mit Akteuren entlang der exemplarischen Wertschöpfungskette der Nährstoffkartierung (s. Abb. 1) als typische Dienstleistung des PF.

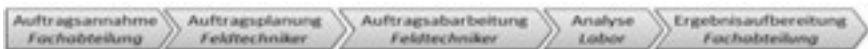


Abbildung 1: Wertschöpfungskette Nährstoffkartierung

---

<sup>1</sup> Dieser Beitrag wurde ermöglicht durch die Förderung des Projekts „IPS“ („Konzept und Implementierung eines Informations-Produktionssystems im Precision Farming“) mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Das Projekt (Förderkennzeichen 01IS12013A und 01IS12013B) wird betreut vom Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR).

## 2 Service Engineering

Aufgrund verschiedener Herausforderungen bei der Entwicklung von Dienstleistungen hat das Service Engineering, also das ingenieurmäßige Vorgehen bei der Entwicklung und dem Management von Dienstleistungen, im Bereich industrieller und technischer Dienstleistungen weite Verbreitung gefunden. Unter Service Engineering wird die systematische Konzeption und Entwicklung von Dienstleistungen verstanden. Dabei werden passende Modelle, Methoden und Werkzeuge eingesetzt [BFM03]. Diese sind in Abhängigkeit von Zielen, Möglichkeiten und Umgebungsfaktoren für den konkreten Anwendungsfall zu wählen und können nicht a priori vorgegeben werden. Beispiele wären die Modellierung von Geschäftsprozessen (BPMN, EPK, Service Blueprinting), die Durchführung von SWOT-Analysen oder die Entwicklung von Kundenbefragungen.

Die weiteren Ausführungen folgen dabei dem Beschreibungsansatz von [BF09]. Dabei werden Dienstleistungsmodelle in die vier grundlegenden Dimensionen Produkt-, Prozess-, Ressourcen- und Komponentenmodell unterteilt. Entlang dieser werden die spezifischen Eigenschaften von Dienstleistungen im PF beschrieben.

## 3 Eigenschaften von Dienstleistungen im Precision Farming

Dienstleistungen im Bereich des PF werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Eine Auswahl derer wird im Folgenden vorgestellt. Diese wurden durch eine Literaturrecherche sowie durch Interviews auf Basis halbstandardisierter Fragebögen bei verschiedenen Unternehmen ermittelt.

Eine Vielzahl von Dienstleistungen im PF kann nur bei bestimmten *Witterungsbedingungen* durchgeführt werden. Hierzu zählen z.B. die Entnahme von Bodenproben oder auch die Düngung. Die Entwicklung und Erbringung von Dienstleistung kann daher nicht losgelöst von anderen Daten – hier insbesondere Wetterdaten – betrachtet werden. Notwendig ist zur Planung der Dienstleistungserbringung also die Integration von Ansätzen zur Wettervorhersage. Bezogen auf die vier Bestandteile der Dienstleistungsmodellierung ergeben sich durch die Abhängigkeit von Witterungsbedingungen insbesondere Auswirkungen auf das Prozess- und das Ressourcenmodell. Zunächst dürfen Ressourcen nicht derart starr vorgehalten werden, dass sie nur zu einem einzigen Zeitpunkt eingesetzt werden können. Stattdessen muss die Ressourcenplanung flexibel sein, um eventuelle Verschiebungen abdecken zu können.

Weiterhin unterliegen PF-Dienstleistungen einer hohen *Saisonalität*. Hier stehen Anbieter vor der Herausforderung, dass bestimmte Dienstleistungen nur zu bestimmten Jahreszeiten nachgefragt werden bzw. angeboten werden können. Durch die Saisonalität ergeben sich Auswirkungen auf das Ressourcenmodell von Dienstleistungen. Es müssen Mittel und Wege gefunden werden, mit denen die vorhandenen Ressourcen optimal eingesetzt werden können. Dabei ist insbesondere zu beachten, dass nicht zu wenige Ressourcen vorgehalten werden, um schnell auf steigende Nachfrage reagieren zu können.

Die technischen Fortschritte und Anforderungen im Agrarbereich führen zu einer gestiegenen Komplexität bei der Erbringung entsprechender Dienstleistungen. Dies hat ein verstärkt *kooperatives Agieren* verschiedener, spezialisierter Unternehmen innerhalb der Wertschöpfungskette zur Folge. Um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, sind die Schnittstellen zu den Partnern präzise zu definieren sowie Prozessabläufe zu synchronisieren.

## 4 Lösungsansätze des Service Engineering

Das Service Engineering bietet mit der Grundidee der strukturierten Entwicklung und Erbringung von Dienstleistungen verschiedene Lösungsansätze mit welchen den oben skizzierten Herausforderungen begegnet werden kann. Der Lebenszyklus von Dienstleistungen lässt sich in neun Phasen einteilen [Me08]. Im Folgenden soll entlang einiger dieser Phasen in aggregierter Form gezeigt werden, mit welchen Ansätzen des Service Engineerings den Herausforderungen in der Domäne der Landwirtschaft begegnet werden kann.

Einer der Kerngedanken des Service Engineering ist die Planung und Strukturierung von Dienstleistungen vor ihrer eigentlichen Erbringung. Dazu werden während der *Definitionsphase* die grundlegenden Schritte festgelegt, die notwendig sind, um eine Dienstleistung auszuführen. Eine Visualisierung dieser Schritte ermöglicht es bereits in dieser frühen Phase der Dienstleistungsentwicklung, relevante Einflussfaktoren auf verschiedene Aktivitäten zu identifizieren. Dadurch ist es z.B. möglich, die Aktivitäten zu bestimmen, die abhängig von Witterungseinflüssen sind. Zur Erhöhung der Produktivität ist es nun möglich, Aktivitäten mit hoher Abhängigkeit von solchen Aktivitäten mit niedriger Abhängigkeit zu trennen und im Idealfall separat zu erbringen.

Die Phase der *Anforderungsanalyse* schließt neben den eigentlichen Endkunden (also den Landwirtschaftsbetrieben) auch beteiligte Dritte, z.B. Labore oder andere Unterauftragnehmer mit ein. Mit Hilfe der Anforderungsaufnahme ist es möglich, einen Abgleich zwischen den Erwartungen und Bedürfnissen aller Akteure der Wertschöpfungskette und den Plänen des Anbieters vorzunehmen. Dies ist insbesondere durch die gestiegene Kooperativität im Bereich der Landwirtschaft notwendig.

In der Landwirtschaft wie auch in anderen Domänen steigt der Bedarf nach kundenindividuellen Dienstleistungsangeboten stetig an. Dieser Herausforderung wird in der *Realisierungsphase* von Dienstleistungen begegnet. Hierbei werden Dienstleistungen auf die Bedürfnisse einzelner Kunden zugeschnitten (Konfiguration).

Anbieter prüfen in der *Testphase* die Produktivität von Varianten neuer Dienstleistungen. Die Qualität neuer Dienstleistungen als wesentlicher Maßstab aus Kundensicht lässt sich anhand von Simulationen bestimmen. Während es ohne einen definierten Prozess der Entwicklung von Dienstleistungen nur schwer möglich ist, deren Qualität zu antizipieren, hilft das strukturierte Vorgehen bei der frühzeitigen Aufdeckung von Fehlern und der Identifikation möglicher Schwachstellen.

In der *Betriebsphase* ist sicherzustellen, dass Dienstleistungen in gleichbleibender Qualität erbracht werden. Dazu lassen sich z.B. Planungssysteme verwenden, mit denen drohende Ressourcenengpässe (seien sie personeller oder physischer Art) identifiziert werden können. Die verbesserte Ausnutzung vorhandener Ressourcen ermöglicht es somit, besser auf saisonale Nachfrageschwankungen reagieren zu können.

Anhand der beispielhaften Dienstleistung der Nährstoffkartierung wurden einige dieser Phasen in einem Praxisbeispiel durchlaufen. In der Definitionsphase wurden mehrere Workshops zur Analyse des Ist-Stands des prozessualen Ablaufs durchgeführt und so verschiedene Ansatzpunkte zur Optimierung identifiziert. Weiterhin sind zahlreiche Interviews mit verschiedenen Akteuren des Wertschöpfungssystems durchgeführt worden, um deren spezifische Anforderungen zu erfassen, sowohl hinsichtlich technischer als auch prozessualer Parameter. Die Interviews mit Technikern, Laboren sowie landwirtschaftlichen Beratern wurden jeweils auf Basis halbstandardisierter Fragebögen durchgeführt. Auf Basis dieser Erkenntnisse sind zukünftig neue Prozesse zu entwickeln und unterstützende Software zu implementieren und deren Einführung entlang der weiteren Phasen zu begleiten.

## 5 Fazit

In diesem Beitrag wurde überblicksartig gezeigt, welchen Besonderheiten Dienstleistungen im PF unterliegen. Entlang der verschiedenen Lebenszyklusphasen von Dienstleistungen wurden die Vorteile eines methodischen Vorgehens entsprechend des Service Engineerings für die Domäne des PF gezeigt. Die Betrachtungen erfolgten dabei insbesondere aus Sicht der vier Dimensionen der Dienstleistungsbeschreibung nach [BF09]. Im weiteren Verlauf der Forschungsarbeiten sind ggf. weitere spezifische Herausforderungen des PF zu identifizieren und in einen auf die Domäne des PF angepassten Service Engineering Prozess zu integrieren.

## Literaturverzeichnis

- [BF09] Böttcher, M.; Fähnrich, K.-P.: Service Systems Modeling. In: (Alt, R.; Fähnrich, K.-P.; Franczyk, B. Hrsg.): Proceedings First International Symposium on Services Science. Leipzig, Germany, 2009, Logos.
- [BFM03] Bullinger, H.-J.; Fähnrich, K.-P.; Meiren, T.: Service engineering – methodical development of new service products. International Journal of Production Economics, 85, 2003; S. 275-287.
- [Me08] Meyer, K.: Software-Service-Co-Design – eine Methodik für die Entwicklung komponentenorientierter IT-basierter Dienstleistungen. In: (Gatermann, I.; Fleck, M. Hrgs.): Technologie und Dienstleistung: Innovationen in Forschung, Wissenschaft und Unternehmen. Beiträge der 7. Dienstleistungstagung des BMBF, 2008

# IT-Management für Branchenlösungen: Kosten- und Erlösrechnung für Lohnunternehmen

Johanna Koch, Hans-Hennig Sundermeier

Landwirtschaftlicher Buchführungsverband  
Lorentzendammm 39  
24103 Kiel  
hsundermeier@lbv-net.de

**Abstract:** Landwirtschaftliche Lohnunternehmen (LU) stehen in einem scharfen Verdrängungswettbewerb. Neben schlagkräftiger Maschinenkapazität und professionellem Personal benötigen sie moderne Controlling-Systeme für die Schwachstellenanalyse, Steuerung der Betriebsentwicklung und Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit. Dieser Beitrag beschreibt die Weiterentwicklung eines Branchenstandards für das interne Rechnungswesen von LU. Der Lösungsbaustein zur Kosten- und Erlösrechnung benutzt Industriestandards für den Mittelstand (SKR04 und Rechnungswesen pro der DATEV eG) und fußt auf den bereits vorgestellten LU-Branchenlösungskomponenten für Buchführung, kurzfristige Erfolgsrechnung (KER) und Betriebsvergleich (Benchmarking).

## 1 Ausgangssituation, Motivation und Zielsetzung

Neue Geschäftsfelder, große Wachstumsschritte bei gleichzeitig steigendem Kosten- und Wettbewerbsdruck erhöhen den Bedarf an wirksamen Controlling-Systemen zur Betriebs- und Unternehmensführung. In einem Gemeinschaftsprojekt der SHBB Steuerberatungsgesellschaft mbH, Kiel (einer Tochtergesellschaft des Landwirtschaftlichen Buchführungsverbands) und dem Lohnunternehmerverband in der Land- und Forstwirtschaft Schleswig-Holstein e.V., Rendsburg, wird seit 2006 ein Controlling-System für Lohnunternehmen (LU) auf Basis der DATEV-Software (Quasi-Industriestandard im gewerblichen Rechnungswesen) in Abstimmung mit Praxisbetrieben und Buchführungskräften entwickelt, verprobt und eingesetzt. Das Ergebnis ist die SHBB-Branchenlösung „Controlling für Lohnunternehmen“ [TS08, KS11]. Die Entwicklung dauert noch an.

Die fachlichen Standards der DATEV eG (z. B. Kontenrahmen SKR04, BWA-Schemata zur kurzfristigen Betriebsanalyse, Jahresabschluss-Auswertungen) bilden zusammen mit den IT-Standards der DATEV (z. B. Bankenanbindung, E-Bilanz, Schnittstellenbeschreibungen) einen branchenneutralen Quasi-Industriestandard. Dieser befriedigt zwar sämtliche gesetzlichen Anforderungen der deutschen Rechnungslegungsvorschriften, bietet jedoch aufgrund der relativ abstrakten Klassifizierung der Wirtschaftsgüter und Geschäftsvorfälle nur rudimentäre betriebswirtschaftliche Analysemöglichkeiten. Erst durch eine anschauliche Abbildung der individuellen Geschäftsfelder, wirtschaftlichen Aktivitäten, Managementprozesse, Geschäftsvorfälle und Wirtschaftsgüter in leistungs-



wirtschaftlicher Terminologie erhalten Entscheider Einblick in ihren Betrieb.



Abbildung 1: Controlling-Konzept für Lohnunternehmen

Abbildung 1 skizziert diesen Gestaltungsbereich in der oberen Hälfte. In vielen Fällen berücksichtigt die spezifische Ausgestaltung nur die individuellen Belange und Bedürfnisse eines einzelnen Unternehmens. Wesentliches Projektziel war jedoch die Erstellung eines Betriebsvergleichs auf der Grundlage harmonisierter Buchführungen (einheitliche Behandlung des Buchungsstoffs der gesamten Branche). Eine Erweiterung des branchenneutralen Kontenrahmens SKR04 auf eine fünfte Stelle ermöglichte die Einrichtung typischer Konten zur differenzierten Abbildung betriebswirtschaftlicher Spezifika von landwirtschaftlichen Lohnunternehmen [TS08].

Aussagekräftige Auswertungen ermöglichten die Anpassungen der kurzfristigen Erfolgsrechnung (KER) an die Charakteristika der Branche [Ko10, KS11]. Kontenrahmenerweiterung und KER bildeten im Sommer 2011 erstmals die Grundlage für die Erstellung eines Betriebsvergleichs mit dem Programmsystem KOMAND (Benchmarking-Tool der DATEV eG für Franchise-Unternehmen). Der Betriebsvergleich erlaubt einen unkomplizierten Einstieg in eine betriebswirtschaftliche Analyse und verschafft einen schnellen Überblick über die wirtschaftliche Situation des Einzelbetriebs im Vergleich zum Wettbewerb. Diese Controlling-Methode gerät jedoch schnell an Grenzen, wenn es um detailliertere Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der Leistungserstellung geht.

## 2 Sachproblem und Lösungsansatz

Eine Kosten- und Erlösrechnung im Betrieb ermöglicht die weitergehende Ursachenanalyse der ermittelten Wettbewerbsposition. Für deren Aufbau gibt es keine gesetzlichen Vorschriften und somit keine allgemeingültigen Lösungen. Im Normalfall werden das Abrechnungsschema und der Kostenstellenplan an die betriebsindividuellen Gegebenheiten angepasst und nach Belieben geändert.

Der Projektkontext fordert jedoch weitergehend eine branchentypische Kostenrechnung: Benutze die bisherigen Lösungskomponenten (Kontenrahmenerweiterung, Terminologie, Auswertungs- und Nummerierungsschemata), standardisiere den Betriebsabrechnungsbogen (BAB) und die Rechenwege in der Weise, dass die Kostenstrukturen einzelner Betriebszweige bzw. Prozesse für die Branche der LU überbetrieblich vergleichbar werden [Ko12]! Schlüsselkomponenten für die angestrebte Lösung sind u.a. eine überbetrieblich gültige BAB-Zeilenstruktur, ein Referenz-Kostenstellen- bzw. -Kostenträgerrahmen sowie ein einfaches Handling von Umlagen und Verrechnungssätzen.

## 3 Entwicklung der Kostenrechnung in DATEV-Pro

Die Kostenrechnungskonfiguration in DATEV Rechnungswesen pro erlaubt die Weiternutzung bisheriger Lösungsbausteine. LU-Kontenrahmenerweiterung und LU-KER bilden die Konstituenten für eine standardisierte Wertschöpfungskette der Branche. Anhand der Wertschöpfungskette und den daraus resultierenden Leistungsverflechtungen wurde ein allgemeingültiger Referenzkostenstellen-/trägerrahmen entwickelt. Des- sen Nummernsystematik greift die Systematik der LU-Kontenrahmenerweiterung und der LU-Anlagenbuchführung auf.

Die vergebenen Kostenstellen- und Kostenträgernummern haben einen logischen Aufbau, der sich teils an den Nummernbereichen der Kontenrahmenerweiterung anlehnt. Maschinen können einzeln über die Inventarnummer identifiziert werden (s. Tabelle 1).

Kostenstelle /Kostenträger	Nr.	Kostenstelle /Kostenträger	Nr.
Sonstige Kosten der Betriebs-		Verwaltung	9000
bereitschaft	10	Treibstoffe	65310
Betriebsleiter	20	Personal	60110
Verbrauchsmaterial	200	kalk. Lohn f. nicht entl. AK	69790
Öle/Schmierstoffe	300	Maschinen (eigene)	4xxx001
Gebäude	400	Leasingmaschinen	4xxx501
Fuhrpark	500	Mietmaschinen	4xxx701
Werkstatt	600	Dienstleistungen	4xxxx000

Tabelle 1: Systematik der Kostenstellen- und Kostenträgernummern

Der Referenzkostenstellen-/trägerrahmen wird im CSV-Format abgelegt und steht für den Import in die Mandantenstammdaten in DATEV-Pro zur Verfügung. Über zusätzliche Konsolidierungslisten kann man die Ergebnisse einzelner Kostenstellen/-träger für spä-

tere Auswertungszwecke (z. B. überbetriebliche Kostenvergleiche) zusammenzufassen. Die Zeilenstruktur des Betriebsabrechnungsbogens (BAB) wird aus einer Systemlösung importiert, individuell angelegt oder basiert auf dem Schema einer KER. Für den bestmöglichen Informationsgehalt wird das KER-Schema für LU übernommen. Chefübersichten ermöglichen eine beliebige Kombination von Spalten und Zeilen des BABs. Die Entwicklung eines breit gefächerten allgemeingültigen Ordnungssystems in einem Standard-Tool ist anfänglich aufwendig. Die Leistungsverflechtungen, unterschiedlichen Datengrundlagen und heterogenen Abrechnungsbesonderheiten der Branche sind abzubilden [Ko12]. Durch ein allgemeingültiges Ordnungssystem in einem Standard-Tool sind betriebliche und überbetriebliche Auswertungen ohne Mehraufwand in kürzester Zeit möglich.

## 4 Projektstatus und Ausblick

Die fachliche Konzeption der Kosten- und Erlösrechnung ist abgeschlossen. Mit dem entwickelten Referenzkostenstellen-/trägerrahmen und der Referenzkonsolidierungsliste stehen Ordnungssysteme bereit, die unterschiedliche Datenerfassungsmöglichkeiten der LU abbilden. Der Referenzkostenstellen-/trägerrahmen lässt in den Freiräumen einen individuellen Zuschnitt für das Unternehmen zu. Ein allgemeingültiges Bewertungssystem für die Verrechnung innerbetrieblicher Leistungen ist aufgrund der Heterogenität der Branche, den unterschiedlichen Dokumentations- und Abrechnungsverfahren nicht realisierbar. Dennoch bietet die Lösung je nach Datengrundlage eine Leistungsverrechnung mit Hilfe von Verrechnungspreisen, fixer oder variabler Umlage an. In weiteren Schritten ist die entwickelte Lösung von den LU der Projektgruppe zu verproben.

## Literaturverzeichnis

- [Ko12] Koch, J., Kosten- und Erlösrechnung für landwirtschaftliche Lohnunternehmen – Konzeption, Realisierung und Verprobung für die SHBB-Branchenlösung „Controlling für Lohnunternehmen“, MSc-Arbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Juni 2012.
- [KS11] Koch, J. und Sundermeier, H.-H., IT-Management für Branchenlösungen: Kurzfristige Erfolgsrechnung für Lohnunternehmen. In: M. Clasen, O. Schätzel, B. Theuvsen (Hrsg.): Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft. GI-Lecture Notes in Informatics (LNI) – Proceedings 181; Bonn: Köllen Druck + Verlag, S. 113-116.
- [Ko10] Koch, J., Kurzfristige Erfolgsrechnung für landwirtschaftliche Lohnunternehmen – Anpassung des Berichtswesens an den branchenspezifischen Informationsbedarf, BSc-Arbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, September 2010.
- [TS08] Tometten, H. und H.-H. Sundermeier, IT-Management im Controlling: Betriebsvergleich für Lohnunternehmen, in R. A. E. Müller, H.-H. Sundermeier, L. Theuvsen, S. Schütze, M. Morgenstern (Hrsg.): Unternehmens-IT – Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde?, Referate der 28. GIL-Jahrestagung, Kiel 2008, GI-Edition Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 125, Bonn: Köllen Druck + Verlag, S. 157-160.

# **Standardisierung im Agrarsektor durch die Datenspezifikation zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)**

Peter Korduan

Professur für Geodäsie und Geoinformatik  
Universität Rostock  
Justus-von-Liebig-Weg 6  
18059 Rostock  
peter.korduan@uni-rostock.de

**Abstract:** INSPIRE regelt die Abgabe gesetzlich erhobener Geodaten durch Behörden der Mitgliedsstaaten der EU. Im Beitrag wird erörtert, welche INSPIRE-Datenspezifikationen für den Agrarsektor relevant sind, welche Beziehungen zu anderen Standards bestehen und wie die Dienste genutzt werden können. Als Herausforderung für die Einführung der komplexen GML-Schemata wird die fehlende Unterstützung von objektorientierten Datenstrukturen in herkömmlichen GIS gesehen.

## **1 Einleitung**

Auf Grund von Anträgen, Berichtspflichten und Kontrollen tauscht die Agrar-, Ernährungs- und Forstwirtschaft viele Geodaten mit Behörden aus. Die Vielfalt an Formaten ist nach wie vor sehr hoch und vor allem in den Bundesländern unterschiedlich. Ein möglicher Ausweg zeichnet sich durch die Einführung der Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) ab. Im Gegensatz zu vielen anderen Initiativen schreibt INSPIRE die Harmonisierung der Geodaten gesetzlich vor und wird damit zu einer Norm für Behörden in Europa. Es sollen alle Geodaten, die im Hoheitsgebiet der Staaten liegen, in elektronischer Form vorliegen und verwendet werden sowie im öffentlichen Auftrag erstellt, verwaltet, bereitgestellt oder aktualisiert werden, über Dienste bereitgestellt werden. Voraussetzung ist auch, dass die Daten inhaltlich zu den Themen der Anhänge I bis III der INSPIRE-Richtlinie [[EC07] passen. Es sollen nur Daten bereitgestellt werden, die für die Verbraucher bestimmt sind oder zum Wohl der Öffentlichkeit dienen. Dazu zählen auch Geobasisdaten, aber keine strategischen oder privaten Informationen, die nicht von Gesetzes wegen herausgegeben werden müssen. Unabhängig von der Bereitstellungs-pflicht für Behörden kann das INSPIRE-Datenmodell allgemein auch für den überbetrieblichen interoperablen Austausch von Geodaten verwendet werden. Im vorliegenden Beitrag wird auf Spezifikationen eingegangen, die für den Agrarsektor relevant sind und erörtert, wie die Dienste in GIS eingebunden werden können. Die Modellierung erfolgt in UML und die GML-

Anwendungsschemata sind komplex. Die Unterstützung von INSPIRE muss jedoch nicht als zusätzliche Hürde für das Datenmanagement von Landwirten betrachtet werden, sondern stellt einen Beitrag für die Verringerung der Heterogenität von Geodaten im Agrarsektor dar.

## 2 Datenspezifikationen

Zu den in den Anhängen der Richtlinie [[EC07] festgelegten Themen wurden Datenspezifikationen<sup>1</sup> erstellt, die eine einheitliche Identifizierung von Geo-Objekten, die Merkmale und Beziehungen sowie die Aktualisierung der Daten beschreiben. Das INSPIRE-Datenmodell wird als Ganzes im „INSPIRE Consolidated UML Model“ sowie in Feature-Katalog und den „Guidance Documents“ (pdf) beschrieben. Mit Hilfe der in Ruby-OnRails entwickelten Anwendung *geomodeler*<sup>2</sup> wurde das Datenmodell hinsichtlich einer Verwendung für Agrar-Daten untersucht. In der Landwirtschaft, insbesondere im Precision Agriculture, werden zunächst Geobasisdaten eingesetzt. Inhaltlich lassen sich die Daten zu Spezifikationen wie Transportation Network (TN), Hydrography (HY), Elevation (EL), Orthoimagery (OI) und Land Cover (LC) zuordnen. Als sekundäre Geometrie werden auch häufig Administrative Units (AU) und Geographical Names (GN) eingesetzt. Auskünfte über Eigentumsverhältnisse und Geo-Location werden in Cadastral Parcel (CP) und Addresses (AD) abgedeckt. Objektklassen wie *GeographicalName*, *Address* oder *AdministrativeUnit* werden auch häufig als Raumbezug in anderen Anwendungsschemata verwendet. Eine weitere Kategorie stellen Themen dar, die für Landwirte bindende rechtliche Auskünfte enthalten. Dazu gehören Protected Sites (PS), Area management/ restriction/regulation zones and reporting units (AM), Habitats and Biotopes (HB) sowie LandUse (LU), in letzterer speziell Planned Land Use (PLU). Die Datenmodelle berücksichtigen die räumlichen Ausdehnung der Gebiete, aber auch die Information über die gesetzlichen Hintergründe zu den Regelungen und Zuständigkeiten innerhalb der Gebiete. Des Weiteren modellieren einige Spezifikationen Informationen über den Boden, die Geology (GE), das Wetter (Atmospheric Conditions and Meteorological Geographical Features (AC-MF)), oder die Energieressourcen Energy Resources (ER). In letzterer werden auch die erneuerbaren Energien, die durch die Landwirtschaft produziert werden, berücksichtigt. Relevante Begriffe in der Werteliste *RenewableAndWasteValue* sind: biogas, liquidBiofuels, solidBiomass. Für Betriebe mit eigenen Solaranlagen oder Windkraftwerken sind auch die Werte *solarPhotovoltaic* und *wind* relevant. Informationen über Grundwasserbeobachtung oder sonstige Beobachtungen zur Überwachung der Umweltsituation werden mit der Spezifikation Environmental Monitoring Facilities (EF) abgedeckt. In der Spezifikation Soil (SO) können sowohl Bodenprobenahmen als auch thematische Bodenkarten (*SoilThemeCoverage*) abgebildet werden. Zur Beschreibung der Bodeneigenschaften an *SoilSite*, *SoilProfile* oder *ProfileElement* wird der Standard ISO 19156 O&M verwendet. Die Geodaten, die nach ISO bereitgestellt werden, können als Indikatoren für Bodenerosion, -qualität oder -verschmutzung angewendet werden.

---

<sup>1</sup> INSPIRE-Datenspezifikationen: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2/list/2>

<sup>2</sup> Web-Anwendung zum Suchen und Navigieren im Model: <http://139.30.111.16/geomodeler/model/tree/2>

Die vielleicht wichtigste Spezifikation für die Agrarwirtschaft, Agricultural- and Aquaculture Facilities (AF), schließt stationäre landwirtschaftliche Gerätschaften, Konstruktionen und Produktionseinrichtungen ein. Dazu gehören auch Bewässerungssysteme, Gewächshäuser und Stallanlagen, die mit Agrar- und Aquakultur zu tun haben. Die Spezifikation unterscheidet für Agrar- und Aquakultureinrichtungen zwei Schemata, das *Core Model* und das *Extended Model*. Das *Core Model* repräsentiert die Minimalinformationen eines Datensatzes mit den Feature-Typen *ActivityComplex*, *Holding* und *Site*. Ein *Activity Complex* ist ein ganzes Gebiet und die dazugehörige Infrastruktur darauf, die unter der Kontrolle eines Betreibers ist. Die spezielle Ausprägung davon - und auch davon abgeleitet - ist in dieser Spezifikation eine *Holding*. Zu einer *Holding*, die Landwirtschaft oder Aquakultur betreibt, gehören ein oder mehrere *Sites*, welche als geographische Repräsentationen von Landflächen verstanden werden, als Managementeinheit gelten inklusive der Infrastruktur, Ausrüstung und des Materials. Den *Sites* werden neben der Geometrie ökonomische Aktivitäten und optional Nutztierarten zugeordnet. Die Aktivitäten werden über ein oder mehrere Werte aus der NACE Liste der EU (*EconomicActivityNACEValue*) angegeben. Das *Extended Modell* erweitert das *Core Modell* dahingehend, dass von *Holding* eine *HoldingDescription* zur näheren Beschreibung abgeleitet wird und den *Sites* folgende weitere Feature-Typen zugeordnet werden können: *AbstractInstallation*, *WaterManagementInstallation*, *InstallationPart*, *Installation*, *AquacultureInstallation*, *Plot*, *FarmAnimalSpeciesDetails*, *AgriBuilding*, *CadastralParcels*. Zu den *FarmAnimalSpeciesDetails* und den *AquacultureInstallation* können mehrere *RecognisedHealthStatus* zugeordnet werden. Mit *Aquaculture Installation* sind auch solche auf dem Wasser, bzw. speziell in den Meeren gemeint. Es lassen sich Beziehungen zu Objekten auf dem Meer (*HydroObject*), die in der Spezifikation Hydrology (HY) definiert sind, herstellen. In diesen Fällen wird für das Attribut *environment* der Wert „marine“ aus der Werteliste *EnvironmentValue* ausgewählt. Im Erweiterten Modell kommen zahlreiche zusätzliche Datentypen und Wertelisten vor, die alle in Diagramm und Listenform in der Spezifikation aufgezählt werden. Einige Werte werden nur als Beispiele angegeben, z.B. die *PlotActivityValue*. Eine vollständige Liste der Aktivitäten, die einem Schlag zugeordnet werden können, findet sich im Anhang II der Richtlinie [[EC09]. Agrar- und Aquakultureinrichtungen sowie Betriebe haben unabhängig von ihrer Nutzung eine feste Verortung (Punkt, Linie, Fläche). Die Lage eines Betriebes kann repräsentiert sein durch eine Koordinate oder sekundär über eine Adresse, Flurstück oder Gebäude. Die Georeferenzierung kann hier über Verschneidung mit diesen Datensätzen geschehen. Objekte, wie Konstruktionen können abhängig vom Maßstab räumlich als Punkt oder Polygon referenziert werden, lineare Objekte hingegen als Netzwerk. Schläge müssen mit Polygonen beschrieben werden. Im Anhang von AF sind mehrere Anwendungsfälle aus dem Agrarbereich beschrieben.

### 3 Dienste und Einbindung in GIS

Laut INSPIRE müssen die Daten über Katalogdienste auffindbar, sowie über Darstellungs- und Downloaddienste bereitgestellt werden. Die Katalogdienste sollen nach OGC Catalogue Service Web (CSW) funktionieren und enthalten Metadaten nach ISO 19115 mit Ergänzungen bezüglich INSPIRE. Darstellungsdienste müssen als Web Map Service (WMS) umgesetzt werden und stellen somit kein Problem für die Einbindung in GIS dar.

Die Layer-Struktur richtet sich nach den Feature-Typen. In AF sind z.B. die Layer AF.Holding, AF.Sites, AF.AbstractInstallations, AF.Plots und AF.Agribuildings vorgesehen sowie Default-Styles. Downloaddienste werden unterschieden in solche für vordefinierte Daten und solche mit Direktzugriff. Vordefinierte Daten sind vollständige GML-Datensätze eines Anwendungsschemas für ganze Regionen, die ohne Filter vom Server heruntergeladen werden können. Dienste mit Direktzugriff entsprechen Web Feature Service (WFS) mit Filter Encoding (FE). Die Einbindung von INSPIRE-GML ist auf Grund der komplexen objektbasierten Datenstrukturen weitaus schwieriger. Es ist ein objektrelationales Mapping (ORM) notwendig. Das Anlegen der Datenstruktur sowie das Einlesen der Daten und die Einstellungen für die Abfrage und Navigation in den Daten sollte automatisierbar sein. Mit Bezug auf die Verarbeitung von Massendaten im produktiven Einsatz definiert INSPIRE auch konkrete Vorgaben für die Performanz und die Verfügbarkeit der Dienste. Was jedoch fehlt, sind Schnittstellen für den seitenweisen Abruf von langen Listen, wie sie z.B. bei Wetterdaten vorkommen können. Ebenfalls ist nur GML als Austauschformat vorgeschrieben. Gängigere Formate wie GeoJSON oder auch einfache REST-basierte Schnittstellen für den einfachen Austausch mit JavaScript-Clients fehlen oder müssen über zusätzliche Wrapper-Dienste angeboten werden. Hier eröffnen sich viele Möglichkeiten für Geodaten-Dienstleister zur Veredelung der angebotenen Daten für die Agrarwirtschaft.

## 4 Ausblick

Nach INSPIRE-Roadmap für die Annahme von Implementierungsregeln sollen die Spezifikationen zu Annex II und III endgültig bis Oktober 2013 verabschiedet sein. Die Metadaten zu den Datensätzen und Diensten aus Annex III müssen dann auch schon zu Dezember 2013 verfasst werden. Obwohl die Bereitstellung vorhandener Datensätze zu Annex II und III in Web Services noch bis Oktober 2020 Zeit hat, bleibt INSPIRE ein ambitioniertes Vorhaben mit einigen Herausforderungen aber auch jeder Menge Chancen für Geodatenverarbeitung in der Agrarwirtschaft.

## Literaturverzeichnis

- [EC09] EU, Richtlinie 1200/2009, Implementing Regulation (EC) No 1166/2008 of the European Parliament and of the Council on farm structure surveys and the survey on agricultural production methods, as regards livestock unit coefficients and definitions of the characteristics. Official Journal of the European Union, L329/1-28 vom 15.12.2009.
- [EC07] EU, Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE). Amtsblatt der Europäischen Union, Deutsche Fassung, L108/1-14 vom 25.4.2007.
- [EC11] EU Richtlinie 2011/D2.9: INSPIRE Cross Thematic Working Group on Observations & Measurements, D2.9 Guidelines for the use of Observations & Measurements and Sensor Web Enablement-related standards in INSPIRE Annex II and III data specification development, Identifier D2.9-v1.0 vom 12.06.2011.

# Magnetische Resonanz- und Nah-Infrarot-Sensorsysteme zur Online-Messung der Feuchte bei Erntegütern

Christoph-Frederik Kronsbein<sup>1</sup>, Frank Volke<sup>2</sup>, Daniel Schmitt<sup>2</sup>, Martin Benecke<sup>2</sup>,  
Bernd Schniederbruns<sup>3</sup>, Andre Berghaus<sup>3</sup>, Jaron Martinez<sup>1</sup>, Henrik Hufendiek<sup>1</sup>,  
Arno Ruckelshausen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hochschule Osnabrück  
Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik  
Albrechtstr. 30  
49076 Osnabrück  
c.kronsbein@hs-osnabrueck.de, a.ruckelshausen@hs-osnabrueck.de

<sup>2</sup>Fraunhofer Institut für Biomedizinische Technik IBMT  
Ensheimer Str.48  
66386 St. Ingbert  
frank.volke@ibmt.fraunhofer.de

<sup>3</sup>Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH  
Heinrich Krone Straße 10  
48480 Spelle  
bernd.schniederbruns@krone.de

**Abstract:** Die Methoden der Magnetischen Resonanz (MR/NMR) und die Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIR) sind in der Lebensmittel- und Chemieindustrie etablierte Verfahren zur Analyse von Inhaltsstoffen in Substanzen oder Materialien. Im Gegensatz zum oberflächennahen Analyseverfahren der NIR-Spektroskopie bietet die NMR-Technologie Optionen für die Analyse innerhalb der zu untersuchenden Materialien. Für beide Verfahren wurden Sensoren für den Einsatz auf einer Erntemaschine entwickelt und in Labor- und Feldtest zur Feuchtigkeitsbestimmung am Beispiel von gehäckselttem Mais evaluiert.

## 1 Konzeption der Sensorsysteme zur Messung der Feuchte

### 1.1 NMR-Sensor

Für die NMR Bildgebung und Spektroskopie gilt prinzipiell, dass besonders freies Wasser und Wasser an Oberflächen der biologischen Objekte in den Proben (Maiskörner, Stängelstücke, Blätter u.a.m.) zu charakteristischen Signalen führen. Bei der NMR-Relaxometrie spielt für die Zuordnung von Komponenten des zeitabhängigen NMR-Signals insbesondere die Relaxationszeit T2 (Spin-Spin-Relaxation, hier ausschließlich



empfindliche  $^1\text{H}$ -Kerne/Spins) eine Rolle, wobei die Beweglichkeit der Wassermoleküle mit der Nähe zu biologischen Grenzflächen/Oberflächen abnimmt. Dies spiegelt sich in  $T_2$  Zeiten von  $<10$  ms von Wasser “gebunden“ an hydratisierbaren Biomolekülen und etwa 1000 ms bis 1500 ms für frei bewegliches Wasser (letzteres z.B. Leitungswasser) wider. Die NMR-Technologie des Instituts für Biomedizinische Technik der Fraunhofer Gesellschaft IBMT entwickelte für einen Labor- und Feldeinsatz ein NMR-System (Abb. 1) mit einer Resonanzfrequenz von 7.7 MHz. Verschiedene NMR-Verfahren wie Spin-Echo, Freier Induktionsfall FID und Relaxometrie wurden mit dem NMR-Sensor getestet. Die Methode der schnelle RF Impuls NMR (CPMG) zur Bestimmung der Relaxationszeiten  $T_2$  erwies sich als sehr brauchbar für die Kalibrierung von Proben unterschiedlicher Feuchte (Abb. 2). Die CPMG Sequenz besteht aus einer Impulsfolge, bei der nach einem  $90^\circ$  Anregungsimpuls zur Refokussierung eine Serie von  $180^\circ$  Impulsen folgen.

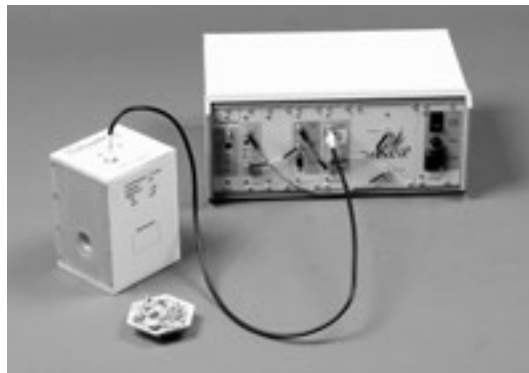


Abbildung 1: Realisierter NMR-Agro-Sensor bestehend aus Messspule und Kea® -Spektrometer. Die Proben werden in einem Probenröhrchen von 115 mm x 30 mm der Messspule zugeführt.

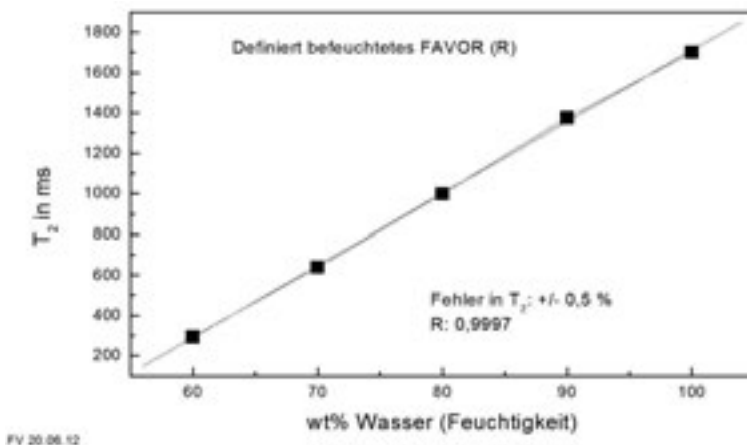


Abbildung 2: Linearität zwischen Relaxationszeit  $T_2$  und Prozentfeuchte – gemessen an definierten Proben aus FAVOR® mit dem NMR-Agro-Sensor im Labor.

## 1.2 NIR-Sensor

Zur Onlinefähigkeit eignen sich derzeit erste Nahinfrarot Systeme, jedoch messen diese nur oberflächlich verbunden mit einer sehr geringen Eindringtiefe. Im Bereich der NIR wurde nun ein Sensorkonzept auf Basis gepulster LEDs umgesetzt. Dieses Konzept stellt eine leistungsfähige kompakte und kostengünstigere Alternative gegenüber teuren und aufwendigeren Spektrometersystemen dar. Das Sensorkonzept auf Basis gepulster Wellenlängen unterscheidet sich von bisherigen allg. Ansätzen der Spektroskopie im diskreten Aufbau und Auswahl von Wellenlängen unter Verwendung von nur einem Detektor. Die Wellenlängenkombinationen wurden anhand der spektralen Signaturen zur Messung der Feuchtigkeit von Erntegütern am Beispiel von gehäckseltem Mais gezielt ausgewählt. Durch sequenzielles schnelles Pulsen im Mikrosekundenbereich wird der räumliche Versatz bei bewegtem Messgut für Geschwindigkeiten bis 60 m/s weitestgehend kompensiert. Im Detektor werden die Reflexionssignale der gepulsten LEDs detektiert. Abb. 3 zeigt schematisch die realisierte Anordnung.

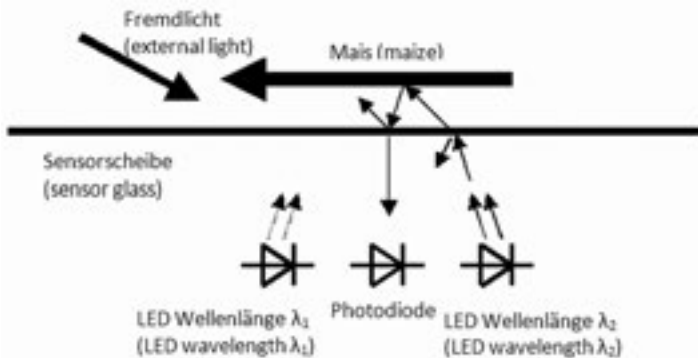


Abbildung 3: Schematische Anordnung des NIR-Sensorsystems auf Basis gepulster Beleuchtung (LEDs) [Egbers M. et al 2005].

## 2 Die Sensorsysteme im Vergleich

Grundsätzlich unterscheiden sich die Methode der NMR und NIR hinsichtlich der Komplexität und müssen im Vergleich differenziert betrachtet werden.

Im Projekt der NMR wurden wichtige Fragen zur Standardisierung von Feuchtemessungen in der Landwirtschaft erfasst und Lösungsansätze gezeigt und methodisch durch einen robusten, elektronisch und mechanisch stabilen und leichten NMR-Sensor für den Labor- und Feldeinsatz ergänzt. Für den Einsatz des NMR-Sensors zur quantitativen, sicheren Feuchtebestimmung sind die Kalibrierkurven für Mais-Häckselgut insbesondere im Bereich zwischen 60% und 80% Gewichtsanteil Wasser (wt % Wasser) noch mit deutlich mehr statistisch relevanten Messpunkten aufzufüllen. Während die Kalibriermessungen für das sehr quellfähige Polymer FAVOR® ab 60 wt% Wasser aufwärts ausgesprochen linear sind (mit Fehlern unter 1%), kann man bei Mais-Häckselgut nicht

zwangsläufig eine lineare Kalibrierkurve ab 60 wt% Wasser erwarten welches sich auch gezeigt hatte. Aufgrund der recht langen Relaxationszeiten in Verbindung mit der Onlinefähigkeit wurde vorgesehen, das NMR-System in einem Bypass zu integrieren. Für einen Feldhäcksler der Firma Maschinenfabrik Krone wurde ein Bypass entworfen und in Feldversuchen bereits erprobt. Die Systemintegration von NMR-Sensor und Bypass wurde bislang noch nicht vollständig durchgeführt, jedoch konnten die Komponenten für sich getestet und bewertet werden. Ein Vorteil der auf CPMG-Relaxation (T2) beruhenden Feuchtemessung mit dem NMR-Agro-Sensor gegenüber stationären, aufwändigeren und kostenintensiven NMR-Systemen ist das Wegfallen individueller Wägungen der Proben.

Das NIR-Sensorsystem konnte im Labor online auf einem Feldhäcksler der Firma Krone bei hohen Geschwindigkeiten erprobt werden. Hier liegen Online-Daten vor und zeigen im Mittel brauchbare Korrelation der Sensorfeuchte zur tatsächlichen Feuchte, die prinzipiell mit der in der Landwirtschaft anerkannten Methode der Ofentrocknung bestimmt wird. Die Produktfähigkeit zur Online-Messung des Parameters Feuchte von bewegten Messgütern wird bei der NIR-Technik zurzeit größer eingeschätzt als beim NMR-Sensor, da der mechanische Aufbau durch einen Bypass ergänzt sein muss.

Beide Methoden zeigen, dass für die Bestimmung der Feuchte (Wasser) von Erntegut, die klassische Methode der Ofentrocknung in zukünftigen Untersuchungen neu bewertet werden sollte, z.B. über selektive Bestimmung der Wasserfeuchte bei der Trocknung.

## **Literaturverzeichnis**

[EKR05] Egbers, M., Kronsbein, C., Ruckelshausen, A. (2005): „Online-Messung des Reifegrades von Maispflanzen zur Optimierung der Häckselqualität“, 63. Internationale Tagung Landtechnik; 2005, Hannover, VDI-Verlag, VDI-Berichte 1895, S. 337-341.

## **Acknowledgement**

Die Forschungsaktivitäten im Bereich der MR/NMR wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durch das Forschungsvorhaben „Applikation unilateraler NMR-Technologie in der Landwirtschaft zur Analyse von Biomasse (Kurzbezeichnung: NMR-Agro) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

# Räumliche Informationen bei Entscheidungen einbeziehen – mit ArcGIS

Stephan Künster

Esri Deutschland GmbH  
Niederlassung Münster  
Martin-Luther-King-Weg 20  
48155 Münster  
s.kuenster@esri.de

**Abstract:** ArcGIS ist ein vollständiges, durchgängiges System zu Erstellung und Verwaltung von Karten und geografischen Informationen. Es bietet vielfältige Methoden zur Visualisierung und räumlichen Analyse von Geodaten mit dem Ziel, Informationen mit Raumbezug – immerhin schätzungsweise 80 Prozent aller Daten weltweit – verständlicher darzustellen und damit Entscheidungen besser und effizienter treffen zu können. Ein Bestandteil von ArcGIS ist die browserbasierte Webanwendung ArcGIS.com – eine intuitive Online-Plattform, mit der Karten und raumbezogene Analysen auch in die Hand von Menschen ohne ausgeprägte GIS Kenntnisse gegeben werden können. Einfache und intuitiv bedienbare Werkzeuge ermöglichen die Erstellung und visuelle Darstellung von räumlichen Informationen in einer Webkarte. Ein mögliches Szenario für den Einsatz dieser Plattform ist die in Deutschland für Imker geltende Meldepflicht der Amerikanischen Faulbrut<sup>1</sup> (AFB) sowie die darauf basierende Ausweisung von AFB Sperrbezirken durch die Veterinärämter. Mit der Meldung möglicher Befälle direkt in einer Webkarte auf ArcGIS.com können Imker dieser Meldepflicht leicht und intuitiv nachkommen. Ämter und Behörden können die gesammelten Daten online auswerten und zeitnah Sperrbezirke ausweisen. Imker wiederum werden in die Lage versetzt, diese Informationen zu nutzen, um beispielsweise Wanderungen ihrer Stände unter Berücksichtigung aktueller Sperrzonen zu planen.

## 1 ArcGIS im Überblick

Für raumbezogene Analysen, Planungen und Entscheidungen sind Geoinformationssysteme basierend auf ArcGIS von Esri die erste Wahl für Privatwirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft. Aus den einzelnen, sich ergänzenden GIS<sup>2</sup> Software Produkten des ArcGIS Systems können optimale GIS Lösungen zusammengestellt werden. Dabei kann der Zugriff auf Daten, Dienste oder Karten, die mit Hilfe der Komponenten aus dem

---

<sup>1</sup> Amerikanische Faulbrut (AFB) ist eine bakterielle Brutkrankheit der Honigbienen

<sup>2</sup> GIS: Geografisches Informationssystem

ArcGIS System erstellt und verwaltet werden, von unterschiedlichsten Endgeräten wie Desktop PCs, Browsern, Smartphones oder Tablet-PCs erfolgen. ArcGIS liefert ein durchgängiges System – vom Datenmanagement über Datenanalyse, Visualisierung und Austausch von Geodaten bis hin zu individuellen Auskunftssystemen oder Croudsourcing<sup>1</sup> Lösungen wie Bürgerbeteiligungen (Abbildung 1).

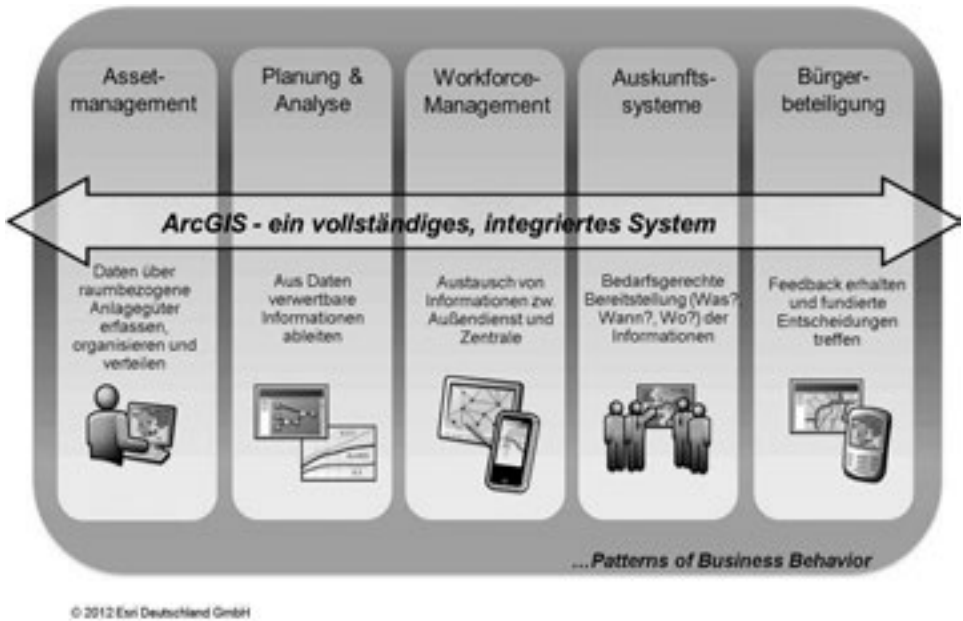


Abbildung 1: ArcGIS - ein vollständiges, integriertes System

## 2 ArcGIS.com – die Plattform zur Kartenerstellung im Web

Ein Bestandteil des ArcGIS Systems ist die browserbasierte Online-Plattform ArcGIS.com. Hier werden die Vorteile von extrem leistungsfähigen, skalierbaren und überall verfügbaren Cloud-Infrastrukturen<sup>2</sup> genutzt, um raumbezogene Inhalte benutzerfreundlich und intuitiv zu speichern und zu verteilen. Anwender stellen ihre Daten in Form von Diensten oder selbst zusammengestellten Karten zur Verfügung. Kollegen, Vorgesetzte, Geschäftspartner oder die Öffentlichkeit greifen über organisierte Gruppen

<sup>1</sup> Croudsourcing: Verteilung einer ursprünglich internen Gesamtaufgabe auf eine Menge von freiwilligen und oftmals unbekannten Endnutzern

<sup>2</sup> Cloud-Infrastruktur (auch Cloud-Computing) umschreibt den Ansatz, abstrahierte IT-Infrastrukturen dynamisch und an den Bedarf angepasst über ein Netzwerk zur Verfügung zu stellen

darauf zu. Der Anwender behält dabei durch ein ausgefeiltes Sicherheits- und Zugriffskonzept stets die Kontrolle über seine Inhalte. Es können wahlweise private, unternehmensweite oder öffentliche Gruppen erstellt werden. Über die Zuordnung von Benutzern zu Gruppen kann der Zugriff auf Inhalte feingranular gesteuert werden.

ArcGIS.com kann sofort verwendet werden und erfordert keine Installation, Einrichtung oder spezielle GIS Kenntnisse. Inbegriffen ist eine breite Palette von kostenfreien Grundkarten, demographischen Karten, Image-Services und Daten.

Mit den kostenlosen ArcGIS-Apps für Smartphones und Tablet-PCs aller gängigen Hersteller ist es möglich, von jedem Standort aus und zu jeder Zeit auf Karten und Informationen zuzugreifen, Daten zu erfassen und räumliche Analysen durchzuführen.

### **3 Verbreitungskarte und Standorte von Ständen – Datenerfassung leicht gemacht**

In unserem praktischen Beispiel wird ArcGIS.com genutzt, um zunächst eine deutschlandweite Verbreitungskarte der Imker und ihrer Stände zu erstellen. Da die Standorte der Stände aufgrund möglicher Diebstähle, Sabotage oder Vandalismus nicht für die breite Öffentlichkeit zugänglich sein sollen, wird in ArcGIS.com ein geschützter Bereich für Imker eingerichtet, in dem nur registrierte Imker die Standorte ihrer Stände erfassen können. Das nachträgliche Bearbeiten oder Löschen von Standortdaten ist dabei nur durch den Erfasser möglich. Durch diese Art des Croudsourcing kann unter Beteiligung möglichst vieler Imker in kurzer Zeit eine detaillierte, deutschlandweite Ausbreitungskarte aller Imker erstellt werden. Auf diese Weise können Nachbarimker identifiziert oder sogar mögliche Trachtangebote in Wandernähe bekannt gemacht werden.

### **4 Meldung der Amerikanischen Faulbrut – Aktuelle räumliche Informationen bei Entscheidungen einbeziehen**

In einem nächsten Schritt können Imker bei ihrer Meldepflicht für die Amerikanische Faulbrut unterstützt werden. Ebenso wie die Erfassung der Standorte ist auch die Meldung der AFB mit Hilfe von ArcGIS.com leicht möglich - durch die Nutzung von Smartphones oder Tablets sogar direkt vor Ort. Die auf diese Weise erfassten Meldungen sind unmittelbar für alle berechtigten Nutzer sichtbar. Veterinärämter können so auf aktuelle Meldungen zugreifen und zeitnahe Entscheidungen über mögliche Sperrbezirke treffen. Die Sperrbezirke können direkt in einer Webkarte erfasst und für die Imker sichtbar gemacht werden (Abbildung 2). Auf ähnliche Weise können auch bestehende Sperrbezirke editiert oder gelöscht werden. Für die Imker wiederum sind diese Sperrbezirke wichtig, um die Wanderung ihrer Stände zu planen oder als Information bei etwaigen Käufen oder Verkäufen. Die Zusammenarbeit über die Plattform ArcGIS.com hat somit für alle beteiligten Vorteile und führt zu einer klassischen Win-Win-Situation.



Abbildung 2: Meldungen von AFB und eingerichtete Sperrbezirke

## 5 Ausblick

Der vorgestellte Anwendungsfall kann leicht um weitere Themen erweitert werden. Denkbar wäre eine Beteiligung der Landwirte, schließlich profitieren auch Sie von der Nähe zu Bienenstöcken durch die intensivere Bestäubung ihrer Felder. Gleichzeitig können Düngungen in Zeiten gelegt werden, in denen die Bienen weniger aktiv sind. Viele weitere Anwendungsfelder für ArcGIS.com in der Landwirtschaft sind denkbar. Schon heute nutzen viele Organisationen weltweit ArcGIS.com für die Veröffentlichung Ihrer thematischen Karten, z.B. für die Visualisierung von Vegetation, Landnutzung, geologischen oder klimatischen Daten, sowie zur Erfassung von Schäden aller Art, z.B. Sturmschäden oder Überschwemmungen.

# Ergebnisse aus der Sektorstudie Innovationssystem der deutschen Landwirtschaft

Anett Kuntosch, Bettina König, Wolfgang Bokelmann

Ökonomik der Gärtnerischen Produktion  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Philippstrasse 13, 10099 Berlin  
anett.kuntosch@agrار.hu-berlin.de  
bettina.koenig@agrار.hu-berlin.de  
w.bokelmann@agrار.hu-berlin.de

**Abstract:** Landwirtschaftliche Innovationsprozesse sind komplex und müssen noch stärker an den Prinzipien der Nachhaltigkeit ausgerichtet werden; das bestätigen die Ergebnisse der Sektorstudie zur Untersuchung des Innovationssystems der deutschen Landwirtschaft. Die Studie stellt anhand von drei Fallstudien vor, welche Mechanismen bei landwirtschaftlichen Innovationen wirksam sind.

## 1 Das Innovationssystem der deutschen Landwirtschaft

Die Sektorstudie analysiert das Innovationsgeschehen in der deutschen Landwirtschaft mit dem Ziel, Hinweise für die Ausgestaltung der Innovationspolitik des BMELV und der BLE zu formulieren. Dabei war es v. a. wichtig aufzuzeigen, wie Herausforderungen und Potentiale des Sektors innovativ genutzt werden können, um eine nachhaltige Stärkung des Systems zu erreichen. Denn die deutsche Landwirtschaft ist ein wichtiger Abnehmer für vorgelagerten Industrien und Dienstleister vom Pflanzenschutz bis zum Stallbau. Mit einem Produktionswert von 54,2 Mrd. Euro (2008) ist sie wirtschaftlich bedeutender als viele andere Sektoren. Dabei hat sie nicht nur eine zentrale Mitverantwortung für Lebensmittel, für die der Umsatz 2009 rund 392 Mrd. Euro betrug [DH10]. Ihr kommt auch eine Verpflichtung für die nachhaltige Bewältigung aktueller Herausforderungen, wie Ernährungssicherung oder Klimawandel zu. Daher müssen Innovationsprozesse besser verstanden werden, um sie effektiver gestalten zu können.

## 2 Methodik

Für die Untersuchung der im Sektor vorliegenden Innovationsmechanismen wurde ein Methodenmix angewendet. Zusammen mit den Akteuren des Sektors wurden drei Fallstudien ausgewählt, für die entlang der Wertschöpfungskette jeweils 15 persönliche Interviews mit unterschiedlichen innovationsrelevanten Akteuren durchgeführt wurden. Anhand dieser Fallstudien in den Subsektoren Gartenbau (Energie), Pflanzenbau (Precision Farming) und Tierproduktion (Tiermonitoring) konnten innovationshemmende



sowie fördernde Bedingungen identifiziert werden. Dabei standen technologische (Einzel-) Innovationen bspw. Sensoren und GPS (Fallstudie Precision Farming für die Pflanzenproduktion), Klimacomputer (Fallstudie Energie im Gartenbau) oder elektronische Einzeltiererkennung in der Fallstudie Tiermonitoring im Mittelpunkt der Betrachtung. In mehreren Expertenworkshops wurden im weiteren Verlauf Ergebnisse einer schriftlichen Expertenbefragung vorgestellt und diskutiert. Letztendlich wurden die Ergebnisse in einer zweistufigen Delphi-Befragung auf ihre Gültigkeit für den Gesamtsektor überprüft.

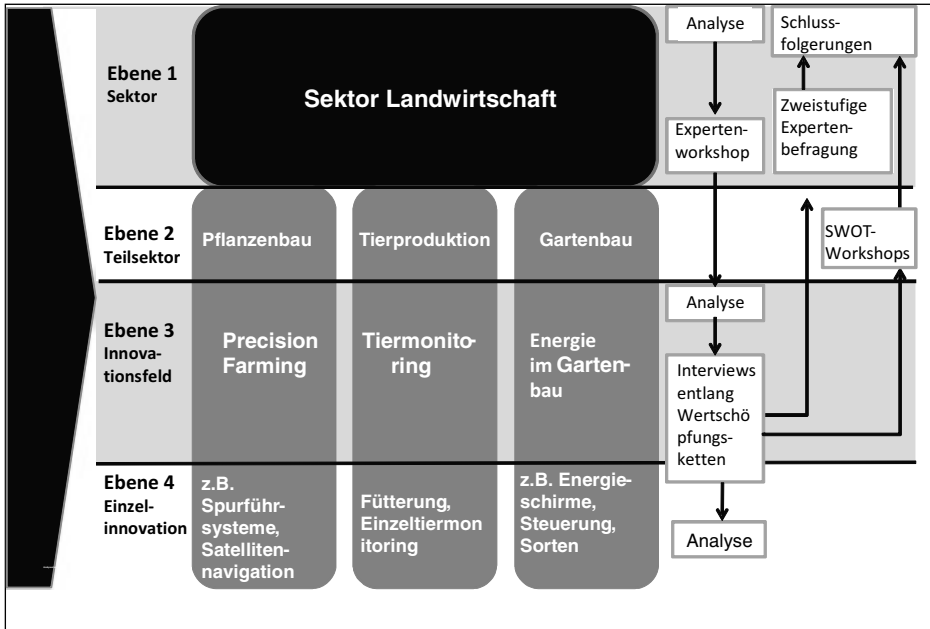


Abbildung 1: Untersuchungskonzept Sektorstudie

### 3 Ergebnisse

Um die Innovationsmechanismen aufzuzeigen, wurden die drei Subsektoren Pflanzenbau, Tierproduktion und Gartenbau anhand von systemrelevanten Fallstudien untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt. Die Fallstudien wurden entlang der Analyseelemente des Innovationssystemansatzes [MA02; MA04; KBKS09] aus der Literatur und Sekundärstatistik auf der einen und den Interviews auf der anderen Seite erstellt.

#### 3.1 Fallstudie Precision Farming (Subsektor Pflanzenbau)

Precision Farming (PF) kann als ein informationsgeleitetes Managementkonzept, das mittels verschiedener Technologien und Anwendungen eine standortangepasste und teilflächenspezifische Bewirtschaftung im Pflanzenbau erlaubt, definiert werden. Die

Technologien im Bereich Precision Farming stammen nur selten direkt aus der Landwirtschaft (bspw. GPS; Sensoren) und es handelt sich zumeist um Anpassung bereits vorhandener Innovationen. Die Marktdurchdringung dieser Technologien ist jedoch noch lange nicht flächendeckend, derzeit wird eine Anwenderquote von 7-10 % in Deutschland angenommen. Dabei stehen bspw. Techniken zur Stickstoff-Düngung oder zum Pflanzenschutz im Mittelpunkt der Nachfrage. Als Hauptakteure in Innovationsprozessen konnten v. a. die Zulieferer (bieten angewandte FuE), die Wissenschaft und die Landwirtschaftsbetriebe (als Anwender, Nachfrager von Innovationen oder als Feedbackgeber) identifiziert werden. Dabei gibt es im Innovationsfeld eine überschaubare Anzahl an Akteuren. Die Ergebnisse der Sektorstudie deuten jedoch darauf hin, dass der Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in die Praxis noch effektiver gestaltet werden kann. Bei den Unternehmen besteht eine hohe Innovationsfähigkeit. Es handelt sich in der Regel zwar um KMU, diese agieren aber global und weisen eine hohe Exportorientierung auf. Die Innovationsprozesse sind oft sehr langwierig und durch vielfältige und sektorübergreifende Feedbackschleifen gekennzeichnet. Ein hemmender Faktor ist weiterhin die geringe Nachfrage der Betriebe und die fehlende Kompatibilität einzelner Technikkomponenten und Datenformate.

### **3.2 Fallstudie Energie im Gartenbau (Subsektor Gartenbau)**

Das Innovationsfeld setzt sich aus verschiedenen gartenbauspezifischen Einzelinnovationen zusammen, die u.a. die wichtigsten Kostenfaktoren adressieren (Energie und Arbeit). Es gibt jedoch noch keinen systemischen Charakter im Sinne eines technologisch-organisatorischen Paradigmas wie bspw. bei PF. Außerdem werden Nachhaltigkeits- und Umweltaspekte adressiert und damit auch die Legitimation der Unterglasproduktion in Deutschland, die zunehmend im Wettbewerb mit klimatisch bevorzugten Regionen steht. Zudem bestehen auch hier erhöhte Anforderungen des Verbrauchers an die Produkte. Wichtige Akteure sind hier vor allem die Wissenschaft und die Zuliefererindustrie. Die Betriebe nehmen –stärker als in den beiden anderen Fallbeispielen– die Rolle von Nutzern ein. Sie geben nur selten Feedback in die Innovationsprozesse. Die Schwierigkeit ist auch, dass die Betriebe in der Regel Einzellösungen benötigen und somit Economies of Scale für die Zulieferer nur selten realisiert werden. Die zahlreichen Netzwerke im Gartenbau haben teilweise einen selektiven Zugang. So findet ein umfangreicher Austausch auch über den Sektor hinaus nur unzureichend statt. Zudem stellen unterschiedliche Leistungssysteme bei Akteuren ein Hemmnis in der Zusammenarbeit dar. Die Gartenbauberatung, die als Intermediär ein wichtiger „Übersetzer“ zwischen den verschiedenen Akteurssprachen ist, hat in den letzten Jahren große Veränderungen erfahren. Energiegeber gibt es bisher nicht, weshalb diese Dienstleistung branchenfremd (Gebäudetechnik) übernommen wird. Die Fülle von Förderrichtlinien und die damit verbundenen bürokratischen Hürden sind gerade für KMU oft ein unüberwindbares Hindernis, daher werden Fördermöglichkeiten nicht ausgenutzt. Innovationsprozesse sind auch hier durch eine Reihe von Feedbackschleifen gekennzeichnet. Ein Problem stellt die Geringe Nachfrage aus den Gartenbauunternehmen dar. Die Schnittstellen zu anderen Branchen müssen besser koordiniert und Lösungskanäle klarer kommuniziert werden.

### 3.3 Fallstudie Tiermonitoring (Subsektor Tierproduktion)

Das Innovationsfeld Tiermonitoring (TM) bezeichnet die kontinuierliche Aufzeichnung, Sammlung und Auswertung elektronischer Tierdaten, die zur Beurteilung von Verhalten, Gesundheitszustand, Nutzleistung und Wachstum dienen. Grundlage dieses Systems bildet die elektronische Einzeltiererkennung. Das Tiermonitoring soll entscheidend dazu beitragen, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Tierhaltung in Deutschland zu sichern. TM stellt darüber hinaus eine potentielle technologische Antwort auf aktuelle gesellschaftliche Diskurse, sowie gesetzliche Bestimmungen dar. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass auch im Tiermonitoring die Hauptakteure im Innovationsprozess Wissenschaft, Vorleister und landwirtschaftliche Betriebe sind. Auch hier nehmen die Betriebe teilweise die Rolle als Feedbackgeber ein. Eine hohe Relevanz haben kleine Netzwerke, die durch persönliche Kontakte gekennzeichnet sind. Es fehlt mittel- bis langfristig an gut ausgebildeten Fachkräften, dies ist mit dem Abbau der Lehr- und Forschungskapazitäten zu begründen. Fördernd für innovatives Verhalten sind die hohen gesetzlichen Vorgaben/Standards (Nachweise und Dokumentationspflichten) und die Zunahme der Diskussion in der Gesellschaft. Hemmend wirken sich die Lücken bei der Langzeitvalidierung der Innovationen aus. Die Vorleister in diesem Bereich zeichnen sich durch eine hohe Innovationstätigkeit und eine hohe Exportorientierung aus und sind daher führend auf dem Weltmarkt.

## 4 Zusammenfassung

Die deutsche Landwirtschaft ist im Vergleich zu anderen hochtechnologischen Sektoren durch eine relativ geringe FuE-Aktivität gekennzeichnet und in vielen Teilen noch stark traditionell geprägt. In den drei Subsektoren ist eine unterschiedlich starke Bereitschaft zu innovativem Verhalten zu beobachten. Ein Kernresultat der Untersuchung ist, dass die Akteure in den Innovationsprozessen ihre Rolle neu überdenken müssen. Dies gilt insbesondere für die landwirtschaftlichen Betriebe, die stärker in Innovationsprozessen eingebunden werden müssen, damit der Sektor weiterhin wettbewerbsfähig bleiben kann.

## Literaturverzeichnis

- [DH10] DHE: Handelsverband Deutschland. Konjunktur-Pressekonferenz-Statement am 02.02.2010 in Berlin. 2010.
  - [KBKS09] Koschatzky, K.; Baier, E., Kroll, H. Stahlecker, T.: The spatial multidimensionality of sectoral innovation. The case of information and communication technologies. Working Papers Firms and Region. R4. Karlsruhe, 2009.
  - [MA02] Malerba, F.: Sectoral systems of innovation and production. Research Policy 31, 2002, S. 247-264.
  - [MA04] Malerba, F.: Sectoral Systems of Innovation. Concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe. University Press. Cambridge. 2004.
- „Gefördert durch das Innovationsprogramm des BMELV aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

# Verwendung räumlicher Massendaten bei der Analyse von Landnutzungsänderungen

Birgit Laggner, Natascha Orthen

Thünen-Institut für Ländliche Räume  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig  
birgit.laggner@ti.bund.de  
natascha.orthen@ti.bund.de

**Abstract:** Zur Analyse von Landnutzungsänderungen im Rahmen der Klimaberichterstattung wird eine umfangreiche GIS-Datenbasis erstellt. Vektor- und Rasterdaten zu Landnutzung und naturräumlichen Gegebenheiten werden aufbereitet und miteinander verschnitten. Auf wesentliche Arbeitsschritte wie Überlappungsbereinigung, Vektorverschneidung und Vektor-Raster-Verschneidung wird im Einzelnen eingegangen und das Potenzial für die Analyse von Landnutzungsänderungen beleuchtet.

## 1 Einleitung

Im Thünen-Institut für Ländliche Räume wird innerhalb des Projektes *Analysen zum Landnutzungswandel und Methodenentwicklung zur Identifizierung und Quantifizierung von emissionsmindernden Maßnahmen im Agrarsektor* eine umfangreiche Datenbasis mit räumlichen Daten zu Landnutzung sowie naturräumlichen Gegebenheiten aufgebaut und ausgewertet. Diese Analyse raumbezogener Daten soll die Quantifizierung von Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft und die Ableitung von Minderungsstrategien unterstützen.

## 2 Verwendete Daten

Eine wichtige Datenquelle stellen die Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) dar, die für sieben Länder (Bayern, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein) in mehreren Jahrgängen zur Verfügung stehen. Ergänzt werden diese flächennutzungsbezogenen Daten durch das Basis-DLM (Digitales Basis-Landschaftsmodell) des BKG für die Jahre 2000, 2005 und 2010. Mit diesen beiden Datensätzen können Landnutzungsänderungen sowohl allgemein (Siedlung, Landwirtschaft, Wald etc.) als auch bezüglich der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung bis auf die Ebene der angebauten Kulturarten quantifiziert werden. Um die Effekte politischer Maßnahmen auf beobachtete Landnutzungsänderungen abschätzen zu können, wird berücksichtigt, inwieweit

diese ebenfalls durch die vorliegenden naturräumlichen Gegebenheiten beeinflusst werden. Dazu stehen ein Digitales Höhenmodell im 25 m-Raster (DGM25), Klimadaten im 1 km-Raster, Bodenübersichtskarten in verschiedenen Maßstäben, Schutzgebiete aus dem Bereich Naturschutz sowie eine Reihe von Fachdaten der Bundesländer (z.B. Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete, Moorkarten, Biototypen, FFH-Lebensraumtypen) zur Verfügung. Als ein Beispiel für wirtschaftliche und politische Einflussfaktoren liegen außerdem bundesweite Adressdaten von Biogasanlagen vor. Zur Vereinfachung der Auswertung werden die Daten ergänzt durch Verwaltungsgrenzen auf Gemeinde- und z.T. Gemarkungsebene.

### 3 Datenbearbeitung

Diese Fülle an Daten birgt eine Vielzahl an wertvollen Informationen, stellt aber auch eine Herausforderung für die Datenhaltung und -verarbeitung dar. Für eine sichere, zentrale Datenhaltung mit schnellen Zugriffszeiten wird daher eine PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung verwendet, die geoverarbeitende Routinen unterstützt. Die Bearbeitung der Vektordaten erfolgt mit ArcGIS oder PostGIS. Die Rasterdaten (Höhenmodell und Klimadaten) werden mit der GRASS-Erweiterung in QuantumGIS bearbeitet.

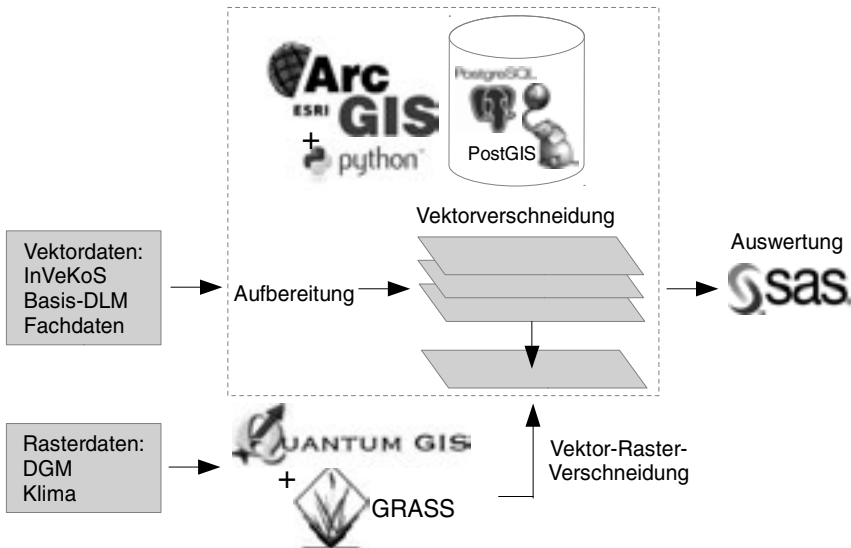


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Datenbearbeitung

Ein Hauptziel der GIS-technischen Bearbeitung besteht in der Aufbereitung der verschiedenen Vektordaten und der anschließenden Verschneidung zu einem gemeinsamen, räumlich möglichst hoch aufgelösten Gesamtdatensatz, der anschließend verschiedene flächenbezogene statistische Auswertungen ermöglicht (siehe Abbildung 1).

### 3.1 Überlappungsbereinigung

In den meisten Fällen weisen die beschafften Datensätze überlappende Polygone auf. Als Ursachen kommen fehlerhafte bzw. ungenaue Digitalisierungen in Frage und bei einigen Fachdaten ist die Überlappung beabsichtigt (z.B. Zonen von Wasserschutzgebieten). Bei der Verschneidung mit anderen Karten werden die Überlappungen mitgeführt und verursachen durch die Doppelbelegung der Fläche Fehler bei der statistischen Auswertung. Daher wird für alle gelieferten Datensätze eine Überlappungsbereinigung durchgeführt.

Dazu wird mit PostgreSQL/PostGIS zunächst ein Self-Intersection (Verschneidung mit sich selbst) durchgeführt und die gefundenen Überlappungen werden analysiert. Neben stichprobenartigen visuellen Überprüfungen werden Flächengröße und Form der Überlappungen sowie ihr Anteil an den zugehörigen Originalflächen untersucht und die Attribute der sich überlappenden Geometrien verglichen. Daraus wird abgeleitet, wie bei der Überlappungsbereinigung vorzugehen ist. Als Bereinigungsinstrumente stehen zur Verfügung: Löschen (z.B. Duplikate), Zurechtschneiden und Zusammenfassen. Ist nach der Bearbeitung kein 1:1-Bezug zwischen Geometrie und Attributdaten herstellbar, wird eine Zuordnungstabelle erzeugt, in der die Mehrfachrelationen abgelegt sind.

### 3.2 Vektorverschneidung

Da die meisten der verwendeten räumlichen Daten als Vektordaten vorliegen, nimmt die Vektorverschneidung bei der Datenverarbeitung eine zentrale Stellung ein. Für jedes bearbeitete Bundesland steht ein etwas abweichendes Paket von InVeKoS- und Fachdaten zur Verfügung, daher findet die Verschneidung auf Bundesland-Ebene statt. Der Verschneidungsablauf wird über ein Python-Script in ArcGIS gesteuert. Das Ergebnis der Vektorverschneidung wird in die PostgreSQL-Datenbank importiert. Dort finden eine Bereinigung der Attributdaten und eine Flächenberechnung statt, so dass ein für die statistische Auswertung optimierter Datensatz vorliegt.

### 3.3 Vektor-Raster-Verschneidung

Als Rasterdaten liegen sowohl Höhendaten in Form des Digitalen Geländemodells im 25 m-Raster als auch Klimadaten im 1 km-Raster vor. Aus den Höhendaten werden mit der GRASS-Erweiterung von QuantumGIS die Hangneigung sowie die Exposition berechnet. Um eine Auswertung zusammen mit der vektorbasierten Gesamtverschneidung durchführen zu können, werden die drei Datensätze Höhe, Hangneigung und Exposition jeweils mit dem aktuellsten Jahrgang der InVeKoS-Flächen mithilfe des GRASS-Moduls `v.rast.stats2` verschnitten. Jeder Vektorfläche wird dabei eine statistische Auswertung über alle sie überlagernden Rasterzellen zugeordnet (Minimum, Maximum, Mittelwert, Standardabweichung, Varianz etc.). Die Information aus den Rasterdaten können somit in das Ergebnis der Vektorverschneidung übernommen werden, ohne diese zu verändern. Außerhalb der InVeKoS-Flächen erfolgt eine Verknüpfung der Vektor- und Rasterdaten über ein 100x100 m-Punktraster. Aus den Klimadaten werden aufgrund des deutlich größeren Rasters Gemeindemittel berechnet, die über die Gemeindenummer ebenfalls mit der Vektorverschneidung verknüpft werden können.

## 4 Analyse von Landnutzungsänderungen

Durch die Verschneidung der verschiedenen Datensätze werden Informationen aufgrund ihres räumlichen Bezugs miteinander verknüpft. Anhand der erzeugten Daten können eine Reihe von landnutzungsbezogenen Fragestellungen untersucht werden: Wie verändert sich die Landnutzung auf landwirtschaftlichen Flächen? Welche Veränderungsmöglichkeiten ergeben sich unter den vorliegenden naturräumlichen und politischen Rahmenbedingungen? Welche Treiber für Veränderungen lassen sich identifizieren? Wie wirken sich agrarpolitische Instrumente auf die Landnutzungsentwicklung aus? Werden die gesteckten Ziele erreicht oder gibt es unerwünschte Nebeneffekte?

Im 2009 abgeschlossenen, vom BfN geförderten F+E-Vorhaben *Naturschutzfachliche Bewertung der GAP – Effizienzsteigerung durch Nutzung bestehender Datenbestände* wurde die Grundlage für die derzeitige Datenbasis geschaffen. Bei der Auswertung der Daten stand das Thema Grünlandschutz im Vordergrund [Ob09]. Im aktuellen Projekt wird die vorhandene Datenbasis auf weitere Bundesländer ausgedehnt und aktualisiert. Der Fokus der Auswertung hat sich auf den Bereich Klimaschutz verschoben, wobei über die damit in Verbindung stehenden Themenbereiche Erhalt organischer Böden sowie Anbau erneuerbarer Energieträger Überschneidungen zum Vorgängerprojekt existieren.

## 5 Ausblick

Es hat sich im Verlauf dieses Projektes und der Vorläufer-Projekte herauskristallisiert, dass die Datenbearbeitung aufgrund der stetig steigenden Datenmenge und der sich verändernden Datenstruktur einer kontinuierlichen Methodenentwicklung und -verfeinerung bedarf. So wirkt sich beispielsweise der hohe Zeitaufwand der Vektorverschneidung nachteilig auf das Einpflegen neuer Datensätze aus. Daher soll geprüft werden, ob es z.B. für bestimmte Fragestellungen ausreichend ist, nur eine Stichprobe aus den vorhandenen Datensätzen auszuwerten. Punktraster in verschiedenen Auflösungen sollen getestet und mit den Aussagen der Vektorverschneidung verglichen werden.

Auch in anderen Bereichen gibt es Veränderungen, die sich positiv auf den Arbeitsablauf auswirken könnten: Mit der Weiterentwicklung von ArcGIS (Version 10.1) ist eine bessere direkte Anbindung an die PostgreSQL-Datenbank möglich, so dass in Zukunft für den Datentransfer der Umweg über das Shape-Format entfallen könnte.

## Literaturverzeichnis

- [Ob09] Osterburg, B. et.al.: Auswertung von Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems zur Abschätzung von Wirkungen der EU-Agrarreform auf Umwelt und Landschaft. In: Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 07/2009, Braunschweig, 2009.

# **Zur Rentabilität zunehmender Informationsdichte – ökonomischer Vergleich zwischen herkömmlichen und hochaufgelösten Bodenbeprobungen am Beispiel des pH-Wertes**

Tobias Leithold<sup>1</sup>, Peter Wagner<sup>1</sup>, Martin Schneider<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
06099 Halle/Saale  
tobias.leithold@landw.uni-halle.de

<sup>2</sup>Agri Con GmbH  
martin.schneider@agrimon.de

**Abstract:** Precision-Farming-Technologien verfolgen das Ziel, heterogene Strukturen eines Feldes zu erfassen. Dazu sind Informationsdichten notwendig, die im Bereich der Bodenbeprobung mit herkömmlichen Verfahren nicht erreicht werden können. In diesem Beitrag wird das ökonomische Potenzial eines pH-Sensors aufgezeigt, dessen Düngempfehlung von Kalk zu einer optimalen Entwicklung des pH-Wertes führt. Hektarbasierte Verfahren können dagegen zur Über- und Unterdüngung von Teilflächen führen. Das vorgestellte Beispiel weist ein ökonomisches Potenzial für eine hochaufgelöste Bodenbeprobung von 22 bis 30 je Hektar und Jahr auf.

## **1 Einleitung**

Seit der Markteinführung eines Sensors, der während der Überfahrt den pH-Wert des Bodens misst, erfolgten zahlreiche nationale und internationale Studien zur Validierung des Messprinzips. Deren Schlussfolgerungen zeigen, dass eine Anpassung der Ergebnisse des Sensors an die Ergebnisse der Labormethodik notwendig ist. Eine geeignete praktikable Kalibrierung wurde von den Autoren vorgestellt [LWS12].

Mit den wesentlich höheren Beprobungsdichten ( $> 10$  Proben  $\text{ha}^{-1}$ ) konnten auf Praxis-schlägen kleinräumige pH-Heterogenitäten nachgewiesen werden, die mit den herkömmlichen Beprobungsverfahren basierend auf einem festen Hektarraster nicht erfassbar sind. Folglich sind die Kalkdüngempfehlungen fehlerbehaftet und können zu einer suboptimalen Entwicklung des pH-Wertes führen. Da der pH-Wert keine direkte Wirkung auf die Pflanze ausübt, sondern Prozesse im Umfeld der Wurzeln beeinflusst, gestaltet sich eine monetäre Bewertung von suboptimalen pH-Werten als schwierig. Die Literaturanalyse zeigt, dass der Einfluss des pH-Wertes auf die Erträge verschiedener Fruchtarten nicht eindeutig quantifizierbar ist. Es können z.T. geringe Ertragseffekte bei



kalkanspruchslosen Fruchtarten bis hin zu Totalverlusten bei kalkanspruchsvollen Kulturen festgestellt werden. Für die Nährstoffwirkung besteht zwischen dem pH-Wert und dem Phosphatgehalt eine konkrete Beziehung. Mit der Anhebung des pH-Wertes um eine pH-Einheit steigt der pflanzenverfügbare Phosphatgehalt um 1 mg P je 100 g Boden [KE87].

In diesem Beitrag erfolgt ein ökonomischer Vergleich zwischen hochaufgelösten und herkömmlichen Bodenbeprobungen unter der Berücksichtigung der Verfahrenskosten, der fehlallokierten Kalkkosten durch Überdüngung, der Phosphatfestlegung und der Minderleistungen durch Ertragsdepressionen. Die Simulationen der Ertragsdepressionen erfolgen durch Monte-Carlo-Simulationen (MCS) basierend auf einer Literaturanalyse.

## 2 Material und Methoden

Grundlage für den ökonomischen Vergleich ist ein Praxisschlag mit einer Größe von 28,08 ha. Die Bodenbeprobung mit dem pH-Sensor der Firma Veris erfolgte am 23.7.2011 mit einer Auflösung von 19 Proben ha<sup>-1</sup>. Der Vergleich zwischen dem hochaufgelösten und den herkömmlichen Beprobungsrastern (1 ha- und 5 ha-Raster) wurde auf Grundlage der interpolierten pH-Wert-Karte simuliert (s. Abb. 1).

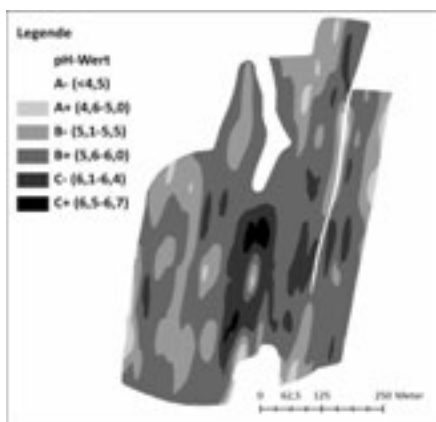


Abbildung 1: Interpolierte pH-Wert Karte des Versuchsschlages „Lange Welle“

Folgende Annahmen (A.) werden für den ökonomischen Vergleich getroffen:

A. 1: Für die zu erwartende Entwicklung des pH-Wertes wird unterstellt, dass die Kalkdüngung mit dem pH-Wert in einer linearen Beziehung steht. D.h., pro ca. 500 kg CaO ha<sup>-1</sup> verändert sich der pH-Wert um 0,1 pH-Einheiten [WRK08].

A. 2: Nach 2 Jahren stellt sich der durch die Kalkgabe verursachte pH-Wert ein. Für die natürliche Bodenversauerung wird eine jährliche pH-Absenkung um 0,1 pH-Einheiten angenommen. Als Fruchtfolge wird für den vierjährigen Untersuchungszeitraum unterstellt: Roggen (RO, erwarteter Durchschnittsertrag: 90 dt ha<sup>-1</sup>) – Raps (RA, 45 dt ha<sup>-1</sup>) – Winterweizen (WW, 90 dt ha<sup>-1</sup>) – Wintergerste (WG, 80 dt ha<sup>-1</sup>).

A. 3: Um die unterschiedlichen Ertragseffekte zu prognostizieren, erfolgt eine Einteilung der Fruchtarten in hohe (RA, WG) und niedrige (RO, WW) Kalkansprüche. Für beide Gruppen können in MCS mit dreiecksverteilen Dichtefunktionen mögliche Ertragsminderungen unter suboptimalen pH-Werten geprüft werden. Typischerweise sinken die Erträge in der Gehaltsklasse C weniger als in den Gehaltsklassen A, B, D und E (s. Abb. 2).

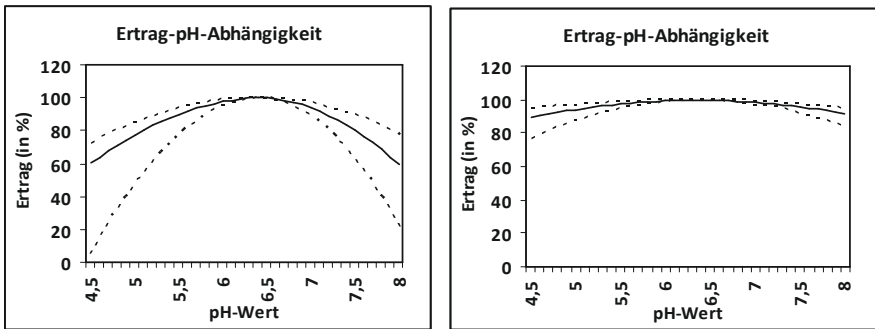


Abbildung 2: Ertrag-pH-Abhängigkeiten für kalkanspruchsvolle (links) und kalkanspruchslose Fruchtarten (rechts), gestrichelte Linien – Min-/Max-Grenzen des Erwartungsertrags, durchgezogene Linien – mittlerer zu erwartender Ertrag

A. 4: Für die Phosphatverfügbarkeit wird die Faustregel nach Kerschberger [KE87] leicht abgeändert. Stellt sich ein suboptimaler pH-Wert in den Gehaltsklassen A, B, D oder E ein, dann wird gemäß der Faustregel eine Nährstofffestlegung um 1 mg P je 100 g Boden pro pH-Einheit erwartet. Innerhalb der Gehaltsklasse C wird kein Effekt erwartet. Zur Erhöhung des Phosphatgehalts um 1 mg P je 100 g Boden wird eine P-Gabe von ca. 100 kg P ha<sup>-1</sup> benötigt.

A. 5: Kalkulierte Preise: Roggen 20,02 € dt<sup>-1</sup>, Raps 48,35 € dt<sup>-1</sup>, Winterweizen 23,58 € dt<sup>-1</sup>, Wintergerste 21,36 € dt<sup>-1</sup>, Phosphatdünger (TSP, 20 % P) 457 € t<sup>-1</sup>, Kalkdünger (Carbokalk, 27 % CaO) 22 € t<sup>-1</sup> (Marktpreise KW 41 [Am12])

### 3 Ergebnisse und Diskussion

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse des ökonomischen Vergleichs zwischen der hochaufgelösten und den herkömmlichen Bodenbeprobungen aufgeführt. Erwartungsgemäß sind die Kosten für die Beprobung mit dem pH-Sensor am höchsten. Mit einer Gesamtmenge von ca. 92 t CaO kommen alle drei Verfahren zu ähnlichen Düngeempfehlungen. Allerdings wird im 1-ha- bzw. 5-ha-Raster ca. 85 % der Fläche unangepasst gedüngt und führt zu einer suboptimalen Entwicklung des pH-Wertes. Die daraus resultierende Phosphatfestlegung kann mit einem Wert zwischen 20 bis 30 € ha<sup>-1</sup> beziffert werden. Durch die gezieltere Ausbringung von Kalk nach der Empfehlung des pH-Sensors können die Ertragsdepressionen im Untersuchungszeitraum um 59 bis 82 € ha<sup>-1</sup> reduziert werden. Insgesamt ergibt sich für den pH-Sensor ein jährlicher ökonomischer Vorteil von 22 bis 30 € ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> im Vergleich zu den praxisüblichen Methoden der Bodenbeprobungen.

Z	Effekt	Kenngroße	pH-Sensor	1-ha-Raster	5-ha-Raster
1	Beprobung	Proben (n)	534,00	25,00	5,00
2		pH <sub>MIN</sub>	3,90	5,20	5,50
3		pH <sub>MITTELWERT</sub>	5,61	5,64	5,64
4		pH <sub>MAX</sub>	6,50	6,10	5,80
5		<b>Beprobungskosten (€ ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>20,00</b>	<b>9,26</b>	<b>1,85</b>
6	Kalk	CaO (t)	92,05	90,93	91,24
7		CaO (t ha <sup>-1</sup> )	3,28	3,24	3,25
8		CaO-Preis (€ t <sup>-1</sup> )		46,22	
9		<b>CaO-Kosten (€ ha<sup>-1</sup>)<sup>2</sup></b>	<b>151,52</b>	<b>149,67</b>	<b>150,18</b>
10		überdüngte Fläche (ha)	-	12,35	12,68
11		überdüngte Menge (t)	-	12,90	16,44
12		unterdüngte Fläche (ha)	-	11,28	11,71
13		unterdüngte Menge (t)	-	14,01	17,24
14		<b>fehlallokierte Kalkkosten (€ ha<sup>-1</sup>)<sup>3</sup></b>	-	<b>21,23</b>	<b>27,06</b>
15	Phosphat	notwendige Ausgleichsdüngung (P-kg) <sup>4</sup>	-	250,00	375,00
16		P-Preis (€ kg <sup>-1</sup> )		2,27	
17		<b>P-Kosten (€ ha<sup>-1</sup>)<sup>5</sup></b>	-	<b>20,21</b>	<b>30,32</b>
18	Ertrag	Roggen (€ ha <sup>-1</sup> )	13,00	18,80	17,25
19		Raps (€ ha <sup>-1</sup> )	0,50	28,55	41,29
20		Winterweizen (€ ha <sup>-1</sup> )	2,32	9,12	12,32
21		Wintergerste (€ ha <sup>-1</sup> )	15,87	33,96	42,85
22		<b>Summe Ertragsminderungen (€ ha<sup>-1</sup>)<sup>6</sup></b>	<b>31,69</b>	<b>90,43</b>	<b>113,71</b>
23	<b>Σ Kosten und entgangener Nutzen (€ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)<sup>7</sup></b>		<b>12,92<sup>a</sup></b>	<b>35,28<sup>b</sup></b>	<b>43,24<sup>c</sup></b>
24	<b>Potenzial pH-Sensor (€ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)</b>			<b>22,36<sup>(b-a)</sup></b>	<b>30,32<sup>(c-a)</sup></b>

<sup>1</sup>[Z1x10,4 € Probe<sup>-1</sup>]/28,08 ha, entfällt für pH-Sensor, <sup>2</sup>[Z6xZ8]/28,08 ha, <sup>3</sup>[Z8xZ11]/28,08 ha,

<sup>4</sup>SUMME[WENN(abs(pH<sub>ZIEL</sub>-6,4)>0,3;(abs(pH<sub>ZIEL</sub>-6,4)\*100)x[Teilfläche];0)] (in Excel-Notation),

<sup>5</sup>[Z15xZ16]/28,08 ha, <sup>6</sup>[Z18+Z19+Z20+Z21], <sup>7</sup>[Z5+Z14+Z17+Z22]/ 4 Jahre

Tabelle 1: Ergebnisse des ökonomischen Vergleichs

## 4 Danksagung

Das Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

## Literaturverzeichnis

- [Am12] Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH: Märkte und Preise. In (Deutscher Bauernverlag): Bauernzeitung, Nr. 41, Berlin, 2012. Bonn, 2012; S.70-71.
- [Ke87] Kerschberger, M.: Einfluß des pH-Wertes auf den DL-löslichen P-Gehalt im Boden (DL-Methode). In: Arch. f. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 31, 1987; S. 313-319.
- [LWS12] Leithold, T.; Wagner, P.; Schneider, M.: Entwicklung eines Algorithmus von hochauflösenden Sensordaten zur ressourceneffizienten Kalkdüngung. In (Clasen, M., G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, B. Theuvsen): Referate der 32. GIL-Tagung – Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung, Freising, 2011, S. 187-190.
- [WRK08] von Wulffen, U.; M. Roschke; H.-E. Kape: Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung. Bernburg, Güterfelde, Rostock, S. 16. Frankfurt /Oder.

# **Daten- und Systemintegration im Precision Livestock Farming mit Serviceorientierten Architekturen und Semantischen Technologien**

Daniel Martini, Jochen Traunecker, Mario Schmitz, Eva Gallmann

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)

Bartningstraße 49

64289 Darmstadt

d.martini@ktbl.de

jochen.traunecker@gridsolut.de

m.schmitz@ktbl.de

eva.gallmann@uni-hohenheim.de

**Abstract:** Innerhalb der Wertschöpfungskette Ferkelerzeugung – Mast – Schlachthof existieren mehrere Informationsquellen und -senken die bislang technisch nur eingeschränkt vernetzt sind. Derzeit werden im InfrAgrar-Projekt Methoden und Ansätze entwickelt, die Verknüpfung bestehender Systeme auf Basis von semantischen Technologien und serviceorientierten Architekturen zu vereinfachen. Kern hierbei ist der „virtuelle Bauernhof“, der in Komponenten an verschiedenen Stellen verteilt lauffähig ist und Kommunikation über ontologiegesteuerte Schnittstellen realisiert.

## **1 Einleitung und Problemstellung**

Neben den klassischen Produktionsfaktoren Arbeit, Boden, Kapital und Rechten gewinnt Information in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung als Faktor, der den unternehmerischen Erfolg eines Betriebes bestimmt. Daten werden zwar an einer Vielzahl von Stellen – z. B. durch Sensoren oder durch Anbieter im Internet – bereitgestellt, dennoch handelt es sich dabei um Informationsinseln, die bislang in nur geringem Maß sinnvoll zur Ableitung von Handlungsempfehlungen verknüpft werden können. Im Rahmen des Projektes InfrAgrar werden derzeit Methoden und Technologien entwickelt, die am Beispiel der Domäne Mastschweinehaltung die Verknüpfung von im Stall erhobenen Daten mit weiteren Daten, die von außerhalb des Betriebes oder aus anderen Betriebszweigen stammen und derzeit in verschiedenen Standards, unstrukturierten Formaten oder Dokumenten geliefert werden, ermöglicht. Ziel dabei ist es, Daten anwendungsfallunabhängig zugänglich zu machen. Es wird also nicht lediglich ein einziges Anwendungsszenario betrachtet sondern versucht, grundlegende Spezifikationen zu schaffen, die es erlauben, an verschiedenen Stellen in vernetzten Systemen gespeicherte Daten in unterschiedlichem Kontexten und für individuelle Fragestellungen zu nutzen.

## 2 Material und Methoden

Eine Hauptkomponente der Entwicklungen ist eine Ontologie der Domäne Mastschweinehaltung. Eine Ontologie ist nach Gruber eine explizite Spezifikation einer Konzeptualisierung eines Anwendungsbereichs [Gr92]. Wichtige Konzepte – wie beispielsweise Begriffe einer Domäne, Objekte oder weitere Datenentitäten – und deren Relationen werden dabei identifiziert und in formaler Form, d. h. maschinenlesbar, festgehalten. Diese explizite Formulierung geht hierbei über das Spezifizieren von Syntax oder Datenstrukturen – wie es z. B. aus der Erstellung formaler Sprachen (z. B. Programmiersprachen oder Markup Languages) oder der Modellierung von Datenbanken und Anwendungen (objektorientierte Modellierung, Entity-Relationship-Diagramme) bekannt ist – hinaus und versucht durch graphenbasierte Technologien auch die Semantik, also die Bedeutung der Konzepte zugänglich zu machen. Betrachtet wird die Wertschöpfungskette von der Ferkelerzeugung über die Mast bis zum Schlachthof. Technologien, die hierbei eingesetzt werden sind sowohl der Resource Description Framework (RDF, [KC04]) des World Wide Web Consortium als auch Topic Maps, die als ISO-Norm 13250 von der International Standards Organization gepflegt werden [ISO03]. Dabei werden sogenannte RDF Schemas [BG04] entwickelt, die sich mit bestehenden RDF-Modellen für die Landwirtschaft – insbesondere agroRDF [Ma10, MSK11] – integrieren lassen. Mittels Topic Maps wird versucht, spezielle Funktionalitäten zu realisieren, die sich in RDF nur über zusätzliche Hilfskonstrukte oder weniger intuitiv implementieren lassen (z. B. Typisierung von Ressourcen).

Bei der Modellierung wird kein vordefinierter Anwendungsfall mit bekannten Akteuren und Datenflüssen herangezogen, sondern alle relevanten Objekte sowie deren Eigenschaften und Beziehungen innerhalb der Domäne berücksichtigt. Dies schließt beispielsweise Tiere (in verschiedenen Stufen der Entwicklung), Gebäude und Anlagen, Futter-, Arznei- und Betriebsmittel etc. mit ein.

Um die Kernkonzepte und Relationen zu identifizieren, wird zurückgegriffen auf eine Reihe von implizit in Dokumenten, IT-Standards und Anwendungen existierenden Modellen. Relevante Klimaparameter oder einige Stammdaten des Tieres werden beispielsweise aus dem Agricultural Data Element Dictionary des ISOagriNet-Standards [ISO07], der zunehmend Verbreitung in der Vernetzung von Anlagen im Stall findet, abgeleitet. Außerdem werden öffentlich zugängliche Dokumente (mit teilweise gesetzlich geregelter Informationsinhalte) der Registrierungsbehörden für Tierarzneimittel und Futtermittel und Laborberichte zu Futtermittelanalysen o.ä. sowie Schlachtberichte berücksichtigt. Auf Seite existierender Anwendungen in Versuchsställen stehen Datenbankexporte zur Verfügung.

Als experimentelle Infrastruktur wird der Versuchsstall der Universität Hohenheim auf dem Unteren Lindenhof genutzt. Außerdem stehen Ergebnisse aus anderen Projekten zur Verfügung, die in die Modellierung einfließen. Gegebene Modelle werden über die übergreifende Domänenontologie verknüpft, wo notwendig werden entsprechende, formale Mappings erstellt. Im Anschluss werden Demonstratoren erstellt, die Kontextunabhängigkeit und Flexibilität des ontologiebasierten Ansatzes aufzeigen (s. Abschnitt „4 Ausblick“).

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Aus Sicht der Datenmodellierung mussten sehr unterschiedliche Repräsentationen von Informationen in der Ontologie berücksichtigt werden. Einerseits müssen komplexe Dokumente wie Arzneimittelbeipackzettel und andere zusammenfassende Berichte sowie deren Inhalte in der Ontologie eingeordnet sein. Diese sollen in Dienstinfrastrukturen später ad hoc mit semantischen Strukturen angereichert werden. Auf der anderen Seite des Spektrums stehen Messdaten von Sensoren in den unterschiedlichsten Ausprägungen, die meist fest definiert und immer in denselben Strukturen ausgeliefert werden. Diese bilden z. B. die Grundlage für Aussagen über das Stallklima und Futterkonsum der Tiere. Die Beziehung zu den Tieren wird in der Regel über den Standort abgeleitet, weil man derzeit noch nicht von einer Einzeltiererkennung bei Mastschweinen ausgehen darf. Eine lückenlose Dokumentation von Zu- und Abgängen in einzelnen Stufen ist daher für die Zuordnung unabdingbar.

Ein Schwerpunkt ist der Umgang mit unterschiedlichen Methoden der Datenbereitstellung aus dem Bereich des Semantic Web. Um Wiederverwendbarkeit von allen Dienstleistungsanbietern ohne Einschränkung gewährleisten zu können, mussten bestehende Formate und Datenstandards – die gegebenenfalls verlustfrei ineinander umgewandelt werden müssen – in das Konzept miteingebunden werden. Einige Lösungen zu Detailfragen stehen zum jetzigen Zeitpunkt noch aus. So gibt es für die Repräsentation physikalischer Größen als Produkt von Wert und Einheit mehrere Möglichkeiten, die für eine automatisierte Weiterverarbeitung jeweils eigene Vor- und Nachteile aufweisen. Auch stößt der Einsatz von Hilfskonstrukten wie z.B. "Blank Nodes" in RDF bei der Konvertierung und komplexeren Datenbankabfragen auf Grenzen.

### 4 Ausblick

Anhand einer Beispielanwendung wird aufgezeigt, wie Daten aus verschiedenen Quellen mit unterschiedlichem Grad an fester Struktur - z. B. aus der Datenerfassung im Stall, aus Webservices, aus Webseiten etc. - zusammengeführt werden können. Die erstellten Ontologien steuern später Schnittstellen zwischen verteilten Systemen. Dabei werden Architekturmuster aus dem Umfeld des serviceorientierten Computings übernommen, die offen für neue Dienste sind, die erst zu einem späteren Zeitpunkt – vielleicht auch im Zusammenhang mit neuen Anlagen, Anwendungen oder gesetzlichen Vorschriften – verfügbar sind und die es erlauben, Dienste flexibel und verteilt zu betreiben. Nichtfunktionale Aspekte wie zum Beispiel Autorisierung und Authentifizierung, Service Discovery und Governance werden durch eine Opensource Middlewarelösung bereitgestellt, sodass sich das Projekt auf die fachlichen Aspekte konzentrieren kann. Abbildung 1 zeigt vereinfacht und schematisch auf, wie Komponenten dabei an verschiedenen Stellen im Netz betrieben werden können. Hieraus ergeben sich besondere Anforderungen an Kontextunabhängigkeit, Flexibilität und Erweiterbarkeit der eingesetzten Datenmodelle, die nur über die oben beschriebenen Ansätze mit Hilfe von semantischen Technologien erfüllt werden können.

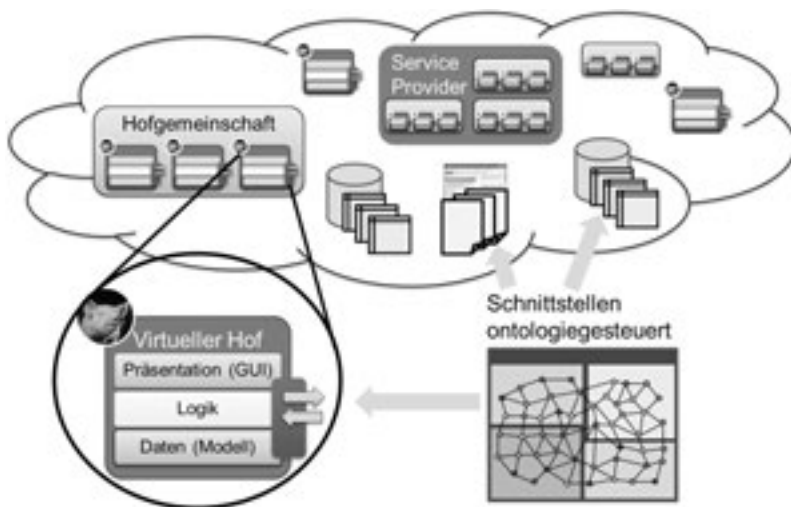


Abbildung 1: Dienste zur Datenerfassung und Auswertung können verteilt im Netz und mit verschiedenem Grad an Bündelung betrieben werden. Schnittstellen und Einlesen von Daten aus semistrukturierten/unstrukturierten Quellen werden über die entwickelte Ontologie gesteuert.

Danksagung: Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

## Literaturverzeichnis

- [BG04] Brickley, D.; Guha, R. V.: RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. World Wide Web Consortium, 2004. <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- [Gr93] Gruber, T. R.: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. In: Knowledge Acquisition, 5(2), 1993. S. 199-220.
- [ISO03] International Standards Organization: ISO/IEC 13250:2003, Topic Maps, 2003.
- [ISO07] International Standards Organization: ISO/IEC 17532:2007, Stationary equipment for agriculture -- Data communications network for livestock farming, 2007.
- [KC04] Klyne, G.; Carroll, J. J.: Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax. World Wide Web Consortium, 2004. <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>.
- [Ma10] Martini, D.; Schmitz, M.; Kullick, R.; Kunisch, M.: Fitting information systems to the requirements of agricultural processes: a flexible approach using agroXML and linked data technologies. In: Proceedings AgEng 2010 – International Conference on Agricultural Engineering – Towards Environmental Technologies, Clermont Ferrand September 6-8, 2010.
- [MSK11] Martini, D., Schmitz, M., Kunisch, M.: Datenintegration zwischen Standards in der Landwirtschaft auf Basis saemantischer Technologien. In (Clasen, M.; Schätzel, O.; Theuvsen, B., Hrsg.): Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft – Referate der 31. GIL-Jahrestagung 24.-25. Februar 2011, Oppenheim. GI-Edition Lecture Notes in Informatics, 181, 2011. S. 133-136.

# **Eine 4PL-Plattform zur Unterstützung der Nacherntelogistik – Eine Anforderungsanalyse**

Jens Mehmnn<sup>1</sup>, Frank Teuteberg<sup>2</sup>, Diethardt Freye<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften,  
Hochschule Osnabrück  
Caprivistraße 30a  
49009 Osnabrück

j.mehmann@hs-osnabrueck.de, freye@wi.hs-osnabrueck.de

<sup>2</sup>Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik  
Universität Osnabrück,  
Katharinenstr.1  
49069 Osnabrück  
frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de

**Abstract:** Der Beitrag analysiert mittels eines systematischen Literaturreviews und Experteninterviews Anforderungen an einen Fourth Party Logistics Provider (4PL) und dessen IT-Infrastruktur im Kontext der Nacherntelogistik. Auf Basis der ermittelten Anforderungen wurde eine 4PL-Plattform konzeptioniert, welche zukünftigen Forschungsbedarf aufzeigt.

## **1 Einleitung**

Jährlich werden ca. 55 Mio. t Getreide in Deutschland transportiert, wobei die größte Umschlagmenge (59%) durch den LKW-Transport abgewickelt wird [BME11]. Akteure in diesem Segment sind laut Brancheninformationen überwiegend Dienstleister in Form von klein- und mittelständischer Unternehmen, Landhandel oder Genossenschaften, welche zum Teil eine Handelsfunktion und eine Transportfunktion ausführen.

Ziel des Beitrages ist es, das Geschäftsmodell eines 4PL unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen der Landwirtschaft in der Nacherntelogistik zu untersuchen. 4PL ist ein von „Accenture“ im Jahr 1998 eingeführter Begriff und wird in diesem Kontext als ein „Wertschöpfungsnetzwerkmanager“ beschrieben, der die Ressourcen, Kapazitäten und Technologien des 4PL und der Netzwerkpartner zusammenführt und steuert [Je10]. Die Aufgabe des 4PL ist es, die Material-, Informations- und Finanzflüsse der Supply-Chain-Teilnehmer zu integrieren, sodass ein effizienter Einsatz der Ressourcen entlang der Kette entsteht [Wi08]. Die Nacherntelogistik erstreckt sich dabei von der ersten Lagerung bis zum ersten Weiterverarbeitungsschritt des Gutes. Auf Basis eines systematischen Literaturreviews werden Anforderungen ermittelt, welche anhand von



Experteninterviews validiert und ergänzt werden. Die Anforderungen spezifizieren dabei Aspekte des Informationsmanagements (Datenstruktur und Systeme) sowie organisatorische und institutionelle Eigenschaften [HHR04] eines möglichen 4PL-Ansatzes. Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse erfolgt die Konzeption einer 4PL-Plattform.

## **2 Forschungsmethodik und Vorgehensweise**

Diese Forschungsarbeit basiert auf dem Forschungsprozess von vom Brocke et al. [Br09]; Webster und Watson [WW02]. Dieser gliedert sich in die Schritte Definition des Forschungsbereiches, Konzeptualisierung, Literatursuche und -auswahl, Literaturanalyse sowie Ableitung von Implikationen. Der Forschungsbereich umfasste Services und Infrastrukturen im Kontext eines 4PL. Zur Literatursuche wurde das Zeitfenster von 2000-2011 berücksichtigt. Datengrundlage bildeten Beiträge in A, B und C bewerteten Zeitschriften des Zeitschriftenranking des Verbands der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (VHB) aus dem Teilranking der Logistik und dem Teilranking Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement. Anhand definierter Schlagwörter (Link-Anhang - (Pos.2)) wurde die Recherche durchgeführt. Es folgte eine Voranalyse der Zusammenfassungen und eine Recherche in Datenbanken (Link-Anhang - (Pos.3)) zur Berücksichtigung der anwendungsorientierten Perspektive. In Summe konnten 74 Beiträge für den Untersuchungsbereich definiert und untersucht werden (Link-Anhang - (Pos.4)). Die erarbeiteten Ergebnisse ermöglichten die Durchführung von Experteninterviews (Link-Anhang - (Pos.5)). Die generierten Daten konnten mit Hilfe der Software MAXQDA ausgewertet werden. Auf Grundlage der Erkenntnisse des Reviews und der Interviews (Link-Anhang - (Pos.7)) wurde eine mögliche 4PL-Plattform als N-Tier-Schichtenmodell konzeptioniert.

## **3 Ergebnisse**

Im Zuge einer thematischen Analyse konnten die Veröffentlichungen ökonomischen, soziokulturellen, organisatorischen sowie technologischen Schwerpunkten zugeordnet werden. Verstärkte ökonomische Forschungsaktivitäten untersuchen die Fragestellung, inwiefern inter-organisationale Systeme die Supply Chain beeinflussen. Soziokulturell und organisatorisch betrachten die Forschungsarbeiten vor allem Entscheidungsfindungsprozesse eines 4PL. Technologische Forschungsfragen betrachten vor allem die Erforschung einer 4PL-Plattform mit unterschiedlichsten Funktionen. Eine Analyse der Forschungsmethoden zeigte, dass die argumentativ-deduktive Forschung und qualitative/quantitative Querschnittsanalysen die dominierenden Forschungsmethoden im Kontext des 4PL sind. Unter der Annahme, dass es sich dabei eher um „schwächere“ Methoden als beispielsweise mathematische/formale Modellierung, Simulationen etc. handelt, könnte dies auf die derzeitige Reife der 4PL Forschungsarbeiten hinweisen. Es deutet darauf hin, dass sich die Forschungsarbeit im Kontext des 4PL noch im vergleichsweise frühen Stadium befindet. Diese Vermutung wird bei der Analyse der offenen For-



Tracking und Tracing, eine Auftragsabwicklung sowie eine Routenoptimierung von den Teilnehmern gefordert. Die Umsetzung des 4PL-Ansatz mittels einer 4PL-Plattform wurde als innovativer Ansatz in der Nacherntelogistik bekräftigt. Auf Basis der Erkenntnisse der Experteninterviews und der Ergebnisse des Reviews (Link-Anhang - (Pos.7)) wurde ein Konzept einer 4PL-Plattform, in Form einer N-Tier Architektur, für die Nacherntelogistik erstellt.

Abb. 1 stellt die N-Tier-Architektur dar, welche sich in unterschiedliche Schichten unterteilt. Sofern möglich, sind die Bausteine und Funktionen mit den Referenzen aus der Literatur (Nummer) und den Ergebnissen aus den Experteninterviews (S,F,H) versehen. Die Steuerungsschicht zeigt übergeordnete Funktionen eines 4PL. Das Informationsmanagement wird durch die Geschäftslogikschicht näher beschrieben.

## 4 Fazit und Ausblick

Der 4PL-Ansatz findet in der Literatur punktuell Erwähnung, wurde jedoch bisher nicht weitergehend systematisch aufgearbeitet. Mögliche Architekturen und Referenzmodelle befinden sich derzeit noch am Anfang der Entwicklung. Die dargestellte Architektur kann als Orientierung und Ausgangspunkt für weitere Forschungsarbeiten dienen. Des Weiteren sind die Entwicklung einzelner Funktionsbausteine des 4PL sowie die Lösung der dargestellten offenen Fragestellungen (Link-Anhang - (Pos.4)) wünschenswert. Der allgemeine Tenor erkennt das Verbesserungspotenzial in der Nacherntelogistik. Es fehlen jedoch repräsentative Schnittstellenanalysen bzgl. der Frachtführer und Auftraggeber, die die strategischen, kooperativen und ökonomischen Aspekte berücksichtigen.

## Literaturverzeichnis

- [BME11] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Transport landwirtschaftlicher Güter, Tabelle 354, 2011
  - [Br09] Brocke vom, J., Simons, A., Niehaves, B., Riemer, K., Plattfaut, R., Cleven, A.: Reconstructing the giant: on the importance of rigor in documenting the literature search process. In: Newell, P., Whitley, E., Pouloudi, N., Wareham, J., Mathiassen, L., (Eds.) Information systems in a globalizing world; challenges, ethics, and practices, Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems, Verona 2009
  - [HHR04] Heinrich, L., Heinzl, A., Roithmayr, F.: Wirtschaftsinformatik-Lexikon, Oldenbourg, München/Wien, 2004; S. 15
  - [Je10] Jensen, L.-M.: Humanitarian Cluster Leads as Fourth-Party Logistics Providers. In Dangelmaier, W., Blecken, A., Delius, R., Klöpfer, S. (eds.) IHNS 2010, LNBIP, 46/5, Springer, Heidelberg, 2010; S. 372-282
  - [Wi08] Win, A.: The value a 4PL provider can contribute to an organization. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38/9, 2008; S. 674-684
  - [WW02] Webster, J., Watson, R.: Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. Management Information Systems Quarterly 26(2), 2002; S. 13-23
- Hinweis: Folgender Link führt zur Liste der analysierten Beiträge sowie zu den Verweisen. Im Falle einer Störung des Links, kontaktieren Sie die Autoren zur Bereitstellung des Anhangs. [http://www.uwi.uni-osnabrueck.de/Anhang\\_4PL\\_Anforderungsanalyse\\_Nacherntelogistik.pdf](http://www.uwi.uni-osnabrueck.de/Anhang_4PL_Anforderungsanalyse_Nacherntelogistik.pdf)

# **Räumliche Abschätzung der Folgen von Klimaänderungen auf Ertrag und Zusatzwasserbedarf landwirtschaftlicher Fruchtarten, dargestellt am Beispiel des Freistaates Thüringen**

Wilfried Mirschel<sup>1</sup>, Ralf Wieland<sup>1</sup>, Karl-Otto Wenkel<sup>1</sup>, Christian Guddat<sup>2</sup>,  
Herbert Michel<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Institut für Landschaftssystemanalyse  
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung  
Eberswalder Str. 84  
15374 Müncheberg  
wmirschel@zalf.de, rwieland@zalf.de, wenkel@zalf.de

<sup>2)</sup> Referat Pflanzenproduktion und Agrarökologie  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
Apoldaer Str. 4  
07774 Dornburg-Camburg  
christian.guddat@tll.thueringen.de, herbert.michel@tll.thueringen.de

**Abstract:** Bei der regionalen Abschätzung von Produktivität und Wasserbedarf in der Landwirtschaft spielen die Anforderungen an Modelle, Daten und Simulationstools eine besondere Rolle. Am Beispiel der Agrarflächen des Freistaates Thüringen werden bei einer Gebietsauflösung von 1 ha mit Hilfe der statistisch basierten Modelle YIELDSTAT und ZUWABE Abschätzungen zu Ertrag und Zusatzwasserbedarf der Hauptkulturen vorgenommen. Die Modellvalidierung erfolgt anhand realer Wetter- und Ertragsdaten aus 1995-2010 auf Landesversuchsstations-, Kreis- und Landesebene. Simulationsszenarien mit dem WETTREG-2010 A1B-Szenario sind die Grundlage für die Abschätzung der Veränderungen bei Ertrag und Zusatzwasserbedarf im Vergleich der Zeiträume 1981-2010 und 2021-2050. Die rein klimaänderungsbedingten Ertragseinbußen sind im Landesdurchschnitt bei Winterungen geringer (< 5 %) als bei Sommerungen (bis 14 %). Die Ergebnisse der Simulation werden vorgestellt, diskutiert und daraus Schlussfolgerungen gezogen.

## **1 Einleitung / Aufgabenstellung**

Für eine regionale Folgenabschätzung von Klimaänderungen auf Erträge und Zusatzwasserbedarf landwirtschaftlicher Fruchtarten über viele Zeitdekaden besteht die Herausforderung darin, die unterschiedlichen Einflussgrößen und teils komplex wirkenden Prozesse skalenbezogen zu berücksichtigen und die enormen Datenmengen verfügbar zu machen und zu handeln. Dabei stellt die regionale Skala besondere Anforderungen an

die meist nur im begrenzten Umfang zur Verfügung stehenden Daten (in der Regel Karten-Daten), an die für die Abschätzungen zur Anwendung kommenden Modelle (in der Regel *Regional Models of Intermediate Complexity – REMICs*) und an das regionale Modellierungs- und Simulations-Tool. Im letzteren Fall spielen Modell-GIS-Funktionalitäten kombiniert mit hocheffizienten Informatiklösungen eine entscheidende Rolle. Im Falle der Modelle sind Anforderungen an die Modellrobustheit und Modellzuverlässigkeit sowie Anforderungen an eine einfache und regional gültige Modellparametrisierung entscheidend. All dies berücksichtigend sollen am Beispiel der Ackerstandorte des Freistaates Thüringen die Auswirkungen von möglichen Klimaänderungen (hier: SRES-Emissionsszenario A1B des IPCC; regional hoch aufgelöste Projektion mittels WETTREG-2100 mit den Realisierungen *trocken* und *feucht*) auf die Erträge, den Zusatzwasserbedarf und die bewässerungsbedingten Mehrerträge wichtiger Fruchtarten (Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Winterraps, Silomais) abgeschätzt und für die Zeiträume 1981-2010 und 2021-2050 in ihrer Wirkung verglichen werden.

## 2 Modelle, Daten, Simulationstool

Grundlage für die Abschätzung von Praxiserträgen unter Klimawandel bildet das statistisch basierte Hybridmodell YIELDSTAT. Dieses Modell basiert auf einer standorttypabhängigen Naturalertrags-Matrix, klima- und standortsensitiven Ertrags-Termen, das Agro-Management (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Bewässerung, widrige Erntebedingungen) berücksichtigenden Algorithmen, statistischen Trendanalysen und expertenbasierten Trendextrapolationen bis 2050 sowie auf einem den Düngungseffekt erhöhter CO<sub>2</sub>-Gehalte berücksichtigenden Ansatz. Eine detaillierte Gesamtbeschreibung des Modells YIELDSTAT ist [MY12] zu entnehmen. Grundlage für die Abschätzung des Zusatzwasserbedarfs unter Klimawandel bildet das Modell ZUWABE [MZ12], das auf fruchtart- und standortspezifischen Richtwerten für den Zusatzwasserbedarf und fruchtartspezifische Berechnungszeitspannen nach Roth [Ro93] basiert.

Grundlage für die regionaldifferenzierten Simulationsrechnungen bilden die für Thüringen vorliegende Mittelmassstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK, [SD91]), die mesoskalige Klimazonierung sowie das digitale Geländemodell (DGM25). Die Wetter- bzw. Klimadaten werden ausgehend vom für Thüringen verfügbaren Klima- und Niederschlagsmessnetz des DWD mit der Methode nach VORONOI regionalisiert. Dabei wird die regionale Wetter- und Klimaverteilung in Thüringen mit Hilfe von 299 Klima-Patches mit jeweils einer repräsentativen Station abgebildet.

Die regionalen Simulations- und Szenariorechnungen, bei denen von gegenwärtig praxisüblichen Marktfruchtfolgen ausgegangen wurde, sowie die Regionalisierung der WETTREG 2010 A1B – Daten in Klima-Patches werden mit Hilfe des *Spatial Analysis and Modeling Tool (SAMT)* [Wi06] durchgeführt, skriptgesteuert über simulationsspezifische Python-Module. Bei den Simulationsrechnungen für Thüringen wird von einer Größe der Gridzellen von 100m x 100m ausgegangen.

### 3 Modellverifizierung und Modellvalidierung

Bevor ein Modell für Klimafolgeabschätzungen im Rahmen von regionalen Szenariosimulationen zum Einsatz kommen kann, muss es an die konkreten Bedingungen der Region unter Nutzung von historischen Datenreihen adaptiert und validiert werden. Die Anpassung von YIELDSTAT erfolgte unter Nutzung von Daten aus sechs repräsentativen Landesversuchsstationen (Kirchengel, Friemar, Dornburg, Großenstein, Burkersdorf, Heßberg). Für die Validierung wurde auf Daten von repräsentativen Kreisen (Kyffhäuserkreis, Altenburger Land, Gotha, Hildburghausen, Sömmerda, Saale-Orla-Kreis) und Daten für den gesamten Freistaat Thüringen zurückgegriffen. In allen Fällen wurde der Zeitraum 1995-2010 berücksichtigt. Im Modell ZUWABE wurde in weiten Teilen auf Algorithmen zurückgegriffen, die in der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft entwickelt und für Thüringen parametrisiert wurden. Abbildung 1 zeigt beispielhaft Ergebnisse für die Landesversuchsstationen (Modellanpassung) und für die repräsentativen Kreise (Modellvalidierung).

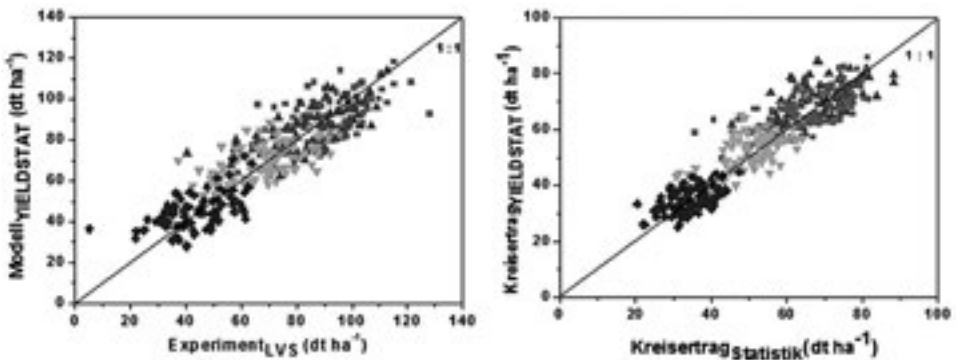


Abbildung 1: Ertragsvergleich zwischen Modell YIELDSTAT und Feldversuch (links) bzw. Kreisstatistik (rechts) für Winterweizen (■), Wintergerste (▲), Sommergerste (▼) und Winterraps (◆) für den Zeitraum 1995-2010

### 4 Szenariosimulationen - Ergebnisse

Im Vergleich der Klimasituation 2021-2050 zu 1981-2010 ergibt sich für die Jahresmitteltemperatur in Thüringen eine Zunahme um 1,36 K (1,3 ... 1,5 K) und für den Jahresniederschlag eine Abnahme um 3,5 % (11 ... 40 mm). Die Sommer werden dabei trockener (-5,9 %) und wärmer (+1,38 K) und die Winter feuchter (+6,7 %) und wärmer (+1,93 K). Die Vegetationsdauer verlängert sich in Thüringen in Abhängigkeit von der Region um 18 bis 35 Tage.

In Tabelle 1 sind für den Freistaat Thüringen für die trockene Klimarealisierung die rein klimabedingten Veränderungen (ohne Berücksichtigung der Fortschritte in Züchtung und Agro-Management) für den Ertrag, den Zusatzwasserbedarf und den bewässerungsbedingten Mehrertrag in 2021-2050 gegenüber 1981-2010 zusammengefasst. In Thüringen

kommt es standort- und reliefbedingt bei Ertrag, Zusatzwasserbedarf und Mehrertrag zu deutlichen regionalen Unterschieden. Während die höher gelegenen Regionen (bisherige Ungunstlagen) vom Klimawandel profitieren, kommt es im Thüringer Becken auf den Nichtlös-Standorten zu größeren Ertragsverlusten und ob der geringeren Niederschläge während der Hauptvegetationszeit zu einem höheren Zusatzwasserbedarf.

Fruchtart	Veränderung 2021-2050 vs. 1981-2010					
	Ertrag (dt/ha)		Zusatzwasser (mm)		Mehrertrag (dt/ha)	
	Ø	Δ σ	Ø	Δ σ	Ø	Δ σ
Winterweizen	- 2,6	+ 0,84	+ 41,7	+ 2,1	+ 6,25	+ 0,32
Wintergerste	- 0,9	+ 0,59	+ 26,0	+ 1,1	+ 3,12	+ 0,21
Sommergerste	- 2,4	+ 1,17	+ 37,2	+ 2,2	+ 5,57	+ 0,32
Winterraps	- 1,7	+ 1,05	+ 2,9	+ 0,9	+ 0,27	+ 0,05
Silomais	- 46,7	+ 11,9	+ 20,8	+ 1,1	+ 24,89	+ 1,26

Tabelle 1: Veränderungen in Ertrag, Zusatzwasserbedarf und bewässerungsbedingtem Mehrertrag für den gesamten Freistaat Thüringen für einzelne Hauptkulturen in 2021-2050 gegenüber 1981-2010 berechnet mit den Modellen YIELDSTAT und ZUWABE (Ø – Mittel, Δ σ – Veränderung der Standardabweichung)

Aus den Ergebnissen der Szenariosimulationen kann abgeleitet werden, dass es bis 2050 klimaänderungsbedingt im Mittel in Thüringen nur zu geringen Ertragseinbußen kommen wird, wobei die Winterungen weniger betroffen sein werden als die Sommerungen. Die Zunahme in der Standardabweichung weist auf eine Zunahme von Extremjahren hin, d.h. die Ertragssicherheit nimmt ab und das Anbaurisiko nimmt zu. Bei Berücksichtigung der zu erwartenden Fortschritte in Züchtung und Agro-Management wird es auch bis 2050 zu weiteren Ertragssteigerungen kommen, wenn auch nicht mit den gegenwärtigen Wachstumsraten.

## Literaturverzeichnis

[MY12] Mirschel, W.; Wieland, R.; Wenkel, K.-O.; Guddat, C.; Michel, H.; Luzi, K.; Groth, K.: Regionaldifferenzierte Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Erträge von wichtigen Fruchtarten im Freistaat Thüringen mittels Ertragssimulation mit YIELDSTAT: Abschlussbericht 86 S. ; ZALF Müncheberg, 2012.

[MZ12] Mirschel, W.; Wieland, R.; Wenkel, K.-O.; Luzi, K.; Groth, K.: Regionaldifferenzierte Ausweisung fruchtartspezifischer Zusatzwasserbedarfe sowie der daraus resultierenden Mehrerträge von wichtigen Fruchtarten im Freistaat Thüringen vor dem Hintergrund der Auswirkungen des Klimawandels auf den Pflanzenbau : Abschlussbericht 59 S. ; Müncheberg (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung), 2012.

[Ro93] Roth, D.: Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf in der Feldberegnung. In: Schriftenreihe LUFA Thüringen, Heft 6, S. 53-86, 1993.

[SD91] Schmidt, R.; Diemann, R. (Eds.): Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). FZB Müncheberg, Müncheberg, 1991.

[Wi06] Wieland, R.; Voss, M.; Holtmann, X.; Mirschel, W.; Ajibefun, I.A.: Spatial Analysis and Modeling Tool (SAMT): 1. Structure and possibilities. In: Ecological Informatics 1(2006), pp. 67-76, 2006.

# Sensorteststand zur Entwicklung von Sensorsystemen unter dynamisch-reproduzierbaren Testbedingungen

Kim Möller\*, Christian Scholz\*, Erik Wunder, Arno Ruckelshausen

Hochschule Osnabrück  
Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik  
Sedanstr. 26  
49076 Osnabrück  
K.Moeller@hs-osnabrueck.de  
C.Scholz@hs-osnabrueck.de

\*Diese Autoren haben gleichermaßen zu dieser Arbeit beigetragen

**Abstract:** Diese Arbeit stellt die mechanische und softwaretechnische Realisierung eines modularen Teststandes für die Vermessung von künstlichen und natürlichen Objekten, wie Pflanzen, bis zu einer Größe von ca. 200x50x80cm (LxBxH) vor. Die Objekte werden hierfür auf einem Förderband platziert und können mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten sensorspezifisch vermessen werden. Ein wichtiger Aspekt ist in diesem Zusammenhang der Begriff Modularität. Dieses bedeutet neben der Möglichkeit nahezu beliebige Objekte vermessen zu können, auch die einfache Positionierung und Integration von Sensoren. Es ermöglicht Sensorsysteme unter gleichbleibenden Bedingungen zu entwickeln und zu optimieren. Durch die Speicherung der Sensordaten mit globalen Orts- und Zeitstempeln sind Sensor- und Datenfusionen möglich.

## 1 Einführung

Sensor- und Systemtechnologien erhalten einen immer größeren Einzug in den agrartechnischen Bereich. Sie sind die Schlüsselkomponente für eine automatische Pflanzenbehandlung und –bonitur, sowohl von Einzelpflanzen als auch von Pflanzenparzellen. Aufgrund der Erfahrungen in der Entwicklung von intelligenten Sensorsystemen haben die Autoren einen Sensorteststand realisiert. Hierdurch können Sensoren, sowie komplexe Sensorsysteme aus mehreren – überwiegend bildgebenden – Sensoren, unter statischen aber vor allem dynamisch reproduzierbaren Bedingungen getestet und weiter entwickelt werden.

## 2 Systemaufbau

Der Sensorteststand besteht aus einem Trägermodul an dem verschiedene Sensoren montiert werden, sowie einem Förderband auf dem beliebige Objekte positioniert wer-



den können. Das Förderband kann in unterschiedlichen Geschwindigkeiten stufenlos betrieben werden, außerdem beinhaltet es einen Inkrementalgeber zur Positionsbestimmung. Im Rahmen dieser Arbeit sind folgende Sensoren auf dem Trägermodul des Teststandes implementiert:

- 1x Lichtgitter (Sende- und Empfangseinheit, vertikale Ausrichtung)
- 2x Triangulationssensor (vertikale und horizontale Ausrichtung)
- 1x 3D Kamera (vertikale Ausrichtung)
- 1x Webcam (vertikale Ausrichtung)

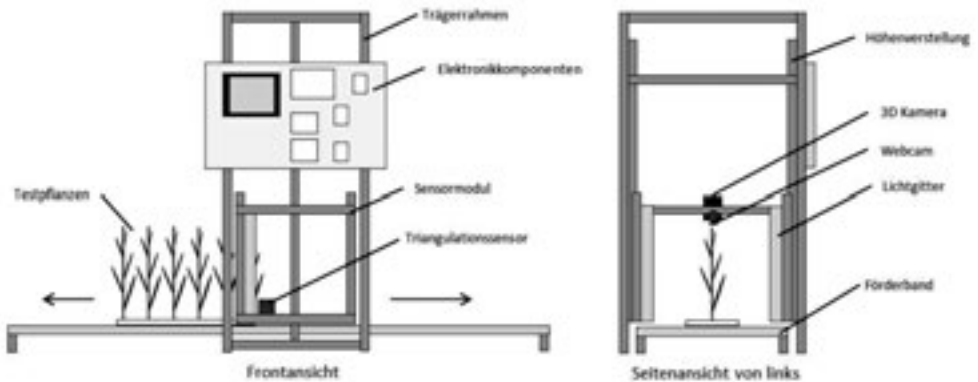


Abbildung 1: Schematischer Aufbau

Durch eine Höhenverstellung kann das Trägermodul an unterschiedliche Objektgrößen angepasst werden. Abbildung 1 zeigt einen schematischen Aufbau des Sensorteststandes.

### 3 Datenaufnahme und -auswertung

Für die Aufnahme der Sensordaten wurde das Softwarekonzept von BoniRob und BreedVision [Ru10] weiter verfolgt. Die einfach zu bedienende Software (s. Abb. 2) ist modular aufgebaut und kann leicht um weitere Sensoren erweitert oder reduziert werden.

Die Daten werden per USB- bzw. Gigabit-Ethernet Schnittstelle übertragen und mit einem globalen Zeit- und Ortsstempel, sowie einer Identitätsnummer in einer MySQL-Datenbank gespeichert. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe eines Matlab® Programms. Dieses Programm besteht aus einem Interface sowie PlugIns zur Darstellung der Messdaten bzw. Berechnung spezifischer Kennzahlen.

Mit Hilfe des Ortsstempels kann eine Sensor- und/oder Datenfusion, durch Korrektur des örtlichen Offsets erzielt werden. Eine weitere Besonderheit des Systems ist die hohe Varietät der Messfrequenzen und Datengrößen der verschiedenen Sensoren. Die Messfrequenzen liegen im Bereich von 1Hz bis 1kHz, die Datengrößen zwischen 1 Byte und mehreren Megabyte.

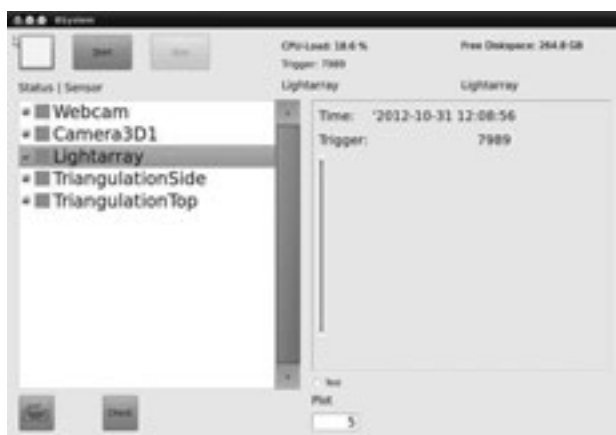


Abbildung 2: GUI zur Statusanzeige und Datenspeicherung der Sensoren

## 4 Messergebnisse

Als Beispielmessung wurden halbkünstliche Objekte (getrocknetes Getreide zu einer Parzelle zusammengefasst) vermessen. Diese Objekte haben den Vorteil gegenüber echten Pflanzen, sich nicht zu verändern. Dadurch können reproduzierbare Messungen durchgeführt werden, um die Qualität der Aufnahmedaten und die Robustheit der Auswertungssoftware zu validieren.

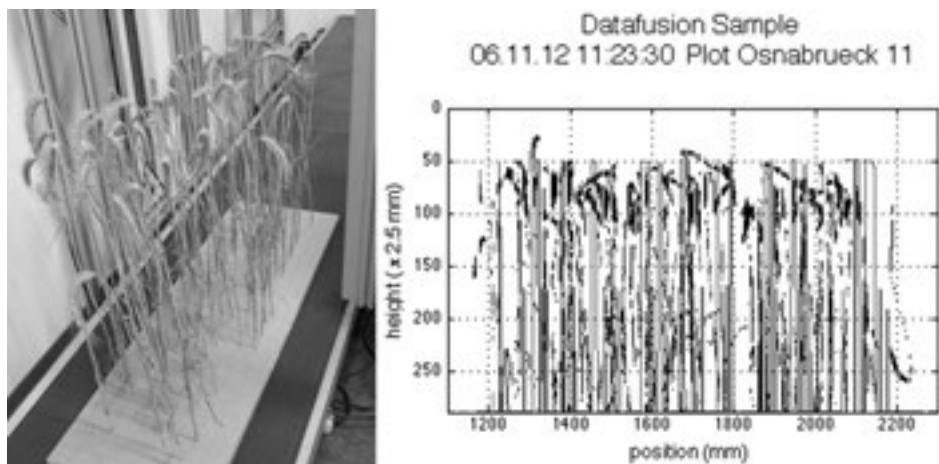


Abbildung 3: Testobjekt und Visualisierung der Rohdaten

Die nachfolgenden Messungen sollen die Dichte von zwei verschiedenen Pflanzenmodellen berechnen. Die aus getrockneten Triticale aufgebauten Testobjekte (Abb. 3, links) besitzen eine Wachstumsdichte von 300 bzw. 600 Pflanzen pro  $\text{m}^2$  und wurden jeweils mit drei Wiederholungen und drei unterschiedlichen Geschwindigkeiten mit dem Licht-

gitter und dem vertikal montierten Triangulationssensor vermessen. Abb. 3, rechts zeigt die Rohdaten des Lichtgitters und Triangulationssensors örtlich fusioniert. Als Kennzahl der Wachstumsdichte wurde beim Lichtgitter die Belegung in  $\text{cm}^2$  gewählt, beim Triangulationssensor die mittlere Eindringtiefe in cm.

		Belegung [ $\text{cm}^2$ ]   Mittlere Eindringtiefe [cm]							
v [m/s]		Wdh. 1		Wdh. 2		Wdh. 3		$\sigma$	
0,157		16,553	76,743	16,597	77,359	16,531	76,730	0,033	0,359
0,234		16,533	77,236	16,567	76,573	16,474	77,179	0,047	0,368
0,282		16,592	75,633	16,489	77,189	16,570	75,986	0,054	0,816

Tabelle 1: Messung Triticale, 300 Pflanzen pro  $\text{m}^2$

Tabelle 1 und 2 zeigen, dass die Wiederholbarkeit der Lichtgittermessungen bei den gewählten Geschwindigkeiten und Wachstumsdichten gut korrelieren und nur bei höheren Geschwindigkeiten etwas abnehmen. Die Wiederholbarkeit der Triangulationsmessung ist weniger ausgeprägt und es zeigt sich, dass der Unterschied zwischen beiden Modellen, trotz doppelten Pflanzenbestands, nicht so ausgeprägt ist wie bei der Lichtgittermessung.

		Belegung [ $\text{cm}^2$ ]   Mittlere Eindringtiefe [cm]							
v [m/s]		Wdh. 1		Wdh. 2		Wdh. 3		$\sigma$	
0,157		27,053	69,944	27,053	68,986	27,068	70,049	0,009	0,586
0,234		27,021	69,580	27,046	70,068	27,045	69,288	0,014	0,394
0,282		27,120	69,965	27,078	68,825	27,070	70,164	0,027	0,723

Tabelle 2: Messung Triticale, 600 Pflanzen pro  $\text{m}^2$

### 5 Zusammenfassung

Die Vorteile des entwickelten Sensorteststandes liegen im Bereich der gleichbleibenden und reproduzierbaren Messbedingungen. Die Implementierung von neuen Sensoren, die Ermittlung und Verifizierung von benötigten Messfrequenzen, Integrationszeiten und Messgenauigkeiten bei bildgebenden Sensoren sind weitere Alleinstellungsmerkmale. Durch die hohe dynamische Ausrichtung des Teststandes können Grenzbereiche von Sensoren, wie maximale Geschwindigkeiten, eindeutig bestimmt werden. Des Weiteren ermöglicht der modulare Aufbau des gesamten Systems, eine vereinfachte Erweiterung der Hard- und Software des Sensorteststandes.

Danksagung: Diese Arbeit wurde vom BMBF und INTERREG IVA gefördert.

### Literaturverzeichnis

[Ru10] Ruckelshausen, A. et al.: Sensor and System Technology for Individual Plant Crop Scouting, 10th International Conference on Precision Agriculture, Denver, 2010

# Standort- und Kapazitätsplanung von BtL-Anlagen in Österreich mittels gemischt-ganzzahliger Optimierung

Tobias Moser, Martin Kapfer, Stefan Kirchweger, Jochen Kantelhardt

Institut für Agar- und Forstökonomie  
Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Universität für Bodenkultur,  
Feistmantelstraße 4  
1180 Wien  
tobias.moser@boku.ac.at

**Abstract:** Die zunehmende Nutzung landwirtschaftlicher Flächen zur Erzeugung von Bioenergie muss vor allem im Hinblick auf den weltweit stetig steigenden Bedarf an Nahrungsmitteln kritisch hinterfragt werden. Zur Begegnung dieser „Tank-Teller“-Problematik werden zunehmend Verarbeitungskonzepte, wie etwa „Biomass to Liquid“, die eine Verwertung von organischen Reststoffen zu Biotreibstoff ermöglichen, diskutiert. Basierend auf der in Österreich zur Verfügung stehenden Menge an Stroh, sowie einer Teilung der Gesamtverarbeitung in zwei, zeitlich und räumlich, getrennte Verarbeitungsschritte, werden durch ein räumlich explizites, gemischt-ganzzahliges Optimierungsmodell, die Standorte der BtL-Anlagen, sowie deren Verarbeitungskapazität bestimmt. Die Ergebnisse zeigen eine starke Fokussierung der realisierten Anlagen auf den östlichen Teil von Österreich, sowie eine Verarbeitung in einem dezentralen Produktionsverbund.

## 1 Einleitung

Rohstoffe aus Biomasse gelten als Hoffnungsträger bei der Suche nach Alternativen fossilen Energieträgern. Derzeit realisierte großtechnische Anlagen konzentrieren sich auf die Verarbeitung von leicht erschließbaren Pflanzeninhaltsstoffen, wie Öle, Zucker oder Stärke. Die sich daraus ergebende direkte Konkurrenz zur menschlichen Ernährung soll künftig mit Verarbeitungssystemen der 2. Generation beseitigt werden. Die hierbei im Mittelpunkt stehenden lignozellulosehaltigen Pflanzeninhaltsstoffe ermöglichen eine Nutzung von land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen, wie etwa Stroh oder Waldrestholz. Insbesondere Stroh von heimischen Ackerflächen zeigt im Vergleich zu den sonst zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Reststoffen wie z.B. Pflegeschnitte oder biogene Abfälle wesentliche Verarbeitungsvorteile. Hervorzuheben ist insbesondere die Möglichkeit Stroh ohne zusätzlichen Aufwand in lagerfähigem Zustand zu ernten. Eine Möglichkeit zur Nutzung dieser Energiequelle stellen BtL- (Biomass to Liquid) Anlagen dar. In einem mehrstufigen Verfahren wird Stroh aufbereitet, vergast und zum gewünschten Kraftstoff synthetisiert. Aufgrund der niedrigen Transportwürdigkeit von Stroh beschäftigt sich die Forschung zunehmend mit einem dezentralen Verarbeitungsansatz. Dabei erfolgt die BtL-Produktion in zwei zeitlich und räumlich getrennten Pro-

zessen. Im ersten Verarbeitungsprozess, der sogenannten (Schnell-) Pyrolyse, wird aus dem Rohstoff ein Zwischenprodukt (Slurry) erzeugt. Diese flüssige schwarze Masse ist, aufgrund der höheren Energiedichte, transportwürdiger als das Ausgangssubstrat Stroh. Im zweiten Verarbeitungsprozess wird der Slurry in einer Syntheseanlage zu BtL-Kraftstoffen weiterverarbeitet. Ziel der hier vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung eines Modells, mit dem sich die kostenminimale Verarbeitungsstruktur der BtL-Produktion in Österreich basierend auf der zur Verfügung stehenden Menge an Stroh unter Berücksichtigung einer dezentralen Verarbeitungsmöglichkeit berechnen lässt.

## **2 Potenzialabschätzung**

Wenngleich regenerative Energieträger der 2. Generation keine Konkurrenz zur menschlichen Nahrungsmittelproduktion darstellen, so ergeben sich auch bei der Verarbeitung von vermeintlichen Reststoffen wie z.B. Stroh, Konkurrenzsituationen zu bestehenden Produktionssystemen. Da anzunehmen ist, dass großtechnische Realisierungen von BtL-Anlagen auch erhebliche Auswirkung auf den Strohmarkt zeigen, werden zwei Angebotsszenarien gebildet, die je nach Berechnungsmethode unterschiedliche Ausgangssituationen für die Standort- und Kapazitätsplanung bilden. Das Szenario „ohne Konkurrenz“ geht von einer geringen bzw. von einer kaum vorhandenen Konkurrenzsituation zu anderen Produktionssystemen aus. Einzig die strohproduzierende Fläche von Biobetrieben, sowie die Getreidefläche von Milchviehbetrieben werden nicht berücksichtigt. Dabei errechnet sich die zur Verfügung stehende Menge des Ausgangsrohstoffs Stroh von 1,7 Mio. t FM. Das zweite Basisszenario „mit Konkurrenz“ geht von einer Konkurrenzsituation zur Rinderhaltung und zu Strohbefeuerungsanlagen aus, so dass sich ein verfügbares Potenzial von rund 1 Mio. t Stroh ergibt. Eingang in die Berechnung finden nur Kulturen, dessen Stroh in lagerfähigem Zustand geerntet werden kann (Getreide, Körnerleguminosen und Ölfrüchte).

## **3 Material und Methode**

Die Problematik der Standort- und Kapazitätsplanung von BtL-Anlagen in Österreich lässt sich, je nach Anlagenkonstellation, als Warehouse-Location-Problem mit einer bzw. zwei zu planenden Distributionsstufen darstellen. So ergeben sich bei einem dezentralen Verarbeitungsverbund, mit einer/mehreren Pyrolyseanlage(n) und einer/mehreren Syntheseanlage(n) zwei voneinander abhängige Distributionsstufen. In einer zentralen Verarbeitungsanlage, die sowohl Pyrolyse als auch Synthese an einem Standort integriert, kommt es zu einer Distributionsstufe (vom Erzeuger zur Anlage). Die Ausgestaltung des Produktionsverbundes erfolgt unter Einbeziehung aller möglichen Zwischenlösungen, wie etwa dezentrale Pyrolyse-/ einer zentralen Syntheseanlage(n), modellendogen. Die zur Modellierung benötigte Datengrundlage für die Anlagenkosten basiert auf [Ke08, Ha04]; sie werden an die in Österreich vorherrschenden Größenmaßstäbe angepasst. Die Kostenermittlung der beiden Distributionsstufen erfolgt nach [Le06, HDD08] durch lineare Regression. Die zugrunde gelegte Transportkostenmatrix (119x119) bezieht sich jeweils auf die zeitlich schnellste Transportstrecke zwischen zwei geographi-

schen Punkten (Bezirkshauptstädten). Es wird ein österreichweit einheitlicher Strohpreis von 70 €/t FM ab Bezirkshauptstadt unterstellt.

Ziel des Modells ist die Ermittlung der optimalen, d.h. kostengünstigsten Verteilung der Anlagen in Österreich. Hierbei ist jeder Bezirk (n= 119) zugleich Rohstofflieferant als auch möglicher Standort für Pyrolyse- und/oder Syntheseanlage. Jedem realisierten Standort stehen in seiner Anlagenausprägung 10 Größenklassen mit jeweils 10 Auslastungsstufen zur Verfügung. Dabei erfolgt die Konzeption der größten Anlagenklasse in beiden Verarbeitungsstufen in einer Weise, dass die gesamte zur Verfügung stehende Stroh- bzw. Slurrymenge an einem Standort verarbeitet werden kann. In Summe ergeben sich je Standort und Verarbeitungsprozess 100 mögliche Anlagenausformungen, wobei maximal eine Synthese- und eine Pyrolyseanlage realisiert werden können. Für einen Teil der variablen Kosten werden, wie auch bei den Fixkosten, Größendegressionseffekte unterstellt, da davon auszugehen ist, dass der Zukauf von Betriebsmitteln mit größeren Mengen pro Einheit kostengünstiger ist.

Abschließend durchgeführte Sensitivitätsanalysen geben durch Veränderungen der Transportkosten, Anlagenkosten sowie dem Größendegressionskoeffizienten Aufschluss über die Stabilität der Ergebnisse.

## 4 Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen in allen Szenarien einen Kostenvorteil des dezentralen Verarbeitungskonzeptes. Die Verarbeitung des Ausgangsrohstoffs Stroh erfolgt in dezentralen Pyrolyseanlagen, die vorwiegend in den Ackerbaugebieten realisiert werden. Dabei wird die anfallende Strohmenge aus den westlichen Bundesländern zur Gänze in den oberösterreichischen Standorten verarbeitet. In den Szenarien „ohne- und mit Konkurrenz“ werden 19 bzw. 12 Pyrolyseanlagen mit einer durchschnittlichen Gesamtverarbeitung von 91.930 bzw. 86.667 t Stroh FM ausgewiesen. Der zweite Verarbeitungsschritt, die Synthese, erfolgt in beiden Szenarien an einem zentralen Standort im Bezirk Korneuburg im Nord-Osten von Österreich. Die Verteilung der Anlagen in Österreich ist den Abbildungen 1 und 2 zu entnehmen.



Abb. 1: Verarbeitungsstandorte und regionales Rohstoffpotenzial für das Szenario "ohne Konkurrenz"



Abbildung 2: Verarbeitungsstandorte und regionales Rohstoffpotenzial für das Szenario „mit Konkurrenz“

Die Möglichkeit einer zentralen Verarbeitung mit einer kombinierten Pyrolyse- bzw. Syntheseanlage wird auch in den Sensitivitätsanalysen in keiner Berechnung wahrgenommen. Die Gesamtkosten je verarbeitete t Stroh FM beträgt im Szenario "ohne Konkurrenz" 183 €/t FM bzw. im Szenario "mit Konkurrenz" 192 €/t FM.

## 5 Schlussfolgerungen

Die hier durchgeführte Standort- und Kapazitätsplanung zeigt, dass insbesondere bei der Verarbeitung von wenig transportwürdigen Rohstoffen, wie Stroh, dezentrale Verarbeitungskonzepte eine effiziente Möglichkeit der Kostenreduktion darstellen. Die grundsätzliche Ausgestaltung des Produktionsverbundes (dezentrale Pyrolyse/zentrale Synthese), die selbst in den Extrembetrachtungen der Sensitivitätsanalysen unverändert bleibt, weist darüber hinaus auf die Stabilität der Ergebnisse und auf die ökonomische Relevanz einer Steigerung der Transportwürdigkeit des Ausgangsrohstoffs Stroh in „BtL“-Produktion hin.

## Literaturverzeichnis

- [Ha04] Hamelinck, C.: Outlook for advanced biofuels. Dissertation am Copernicus Institute der Universität Utrecht, Utrecht, Niederlande, 2004.
- [HDD08] Henrich, E.; Dahmen N.; Dinjus, E.: Cost estimate for biosynfuel production via biosyn-crude gasification, Society of Chemical Industry and John Wiley & Sons,| Biofuels, Bio-prod. Bioref. 3, 2008: S.28–41.
- [Ke08] Kerdoncuff, P.: Modellierung und Bewertung von Prozessketten zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation. Dissertation Universität Karlsruhe, 2008.
- [Le06] Leible, L.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E.; Proplesch, D.; Wintzer, D.; Fürmß, B.: Kraftstoffproduktion aus Stroh und Waldrestholz – dezentral oder zentral?. Beitrag auf der Tagung „Bioenergienutzung in Baden- Württemberg – Auf dem Weg zum nachhaltigen Anbau“, Stuttgart, 2006.

# Funknetz zur Bewässerung im Knoblauchsland

Christoph Mühlmann<sup>1</sup>, Harald Hackl<sup>2</sup>, Michael Beck<sup>1</sup>, Sebastian Peisl<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Gartenbau  
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
Am Staudengarten 10  
85354 Freising

{christoph.muehlmann; michael.beck; sebastian.peisl}@hswt.de

<sup>2</sup> Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau  
An der Steige 15  
97209 Veitshöchheim  
harald.hackl@lwg.bayern.de

**Abstract:** Für die Gemüse-Produzenten im fränkischen Knoblauchsland wird derzeit in einem Forschungsprojekt ein Funknetzwerk zur Bewässerungssteuerung sowie zur Erfassung der Bodenfeuchte entwickelt. Ziel des Vorhabens ist es, den Anbauern eine objektive und zuverlässige Möglichkeit zur Steuerung und Kontrolle der Beregnungsanlagen zu ermöglichen, ohne vor Ort sein zu müssen.

## 1 Aktuelle Situation

Derzeit werden aufgrund der Entfernungen zwischen den einzelnen Schlägen täglich bis zu 40km Wegstrecke durch die Mitarbeiter der Betriebe zurückgelegt, um Ventile zu betätigen und die Beregnungsanlagen zu kontrollieren. Automatische Systeme zur Steuerung der Bewässerung werden in den wenigsten Fällen eingesetzt. Beispiele hierfür sind einfache Mengenventile oder einfache Zeitsteuerungen ohne die Möglichkeit der Bodenfeuchte- und Systemüberwachung.

Der Wasserverband Knoblauchsland betreibt ein Netz aus Leitungen und Hydranten zur Versorgung der Anbauflächen mit Wasser. Die an sechs Pumpwerken abgehenden Wasserleitungen sind in regelmäßigen Abständen mit Hydranten zur Entnahme des Beregnungswassers versehen. Untereinander sind die Pumpwerke über Glasfaserleitungen verbunden, Internet steht zur Verfügung.

Auf Basis der vorhandenen Infrastruktur wird derzeit ein Funknetzwerk entwickelt und getestet, das dem Anbauer die flexible Steuerung und zuverlässige Kontrolle seiner Bewässerungssysteme ermöglichen soll.



## 2 Bewässerungssteuerung

Das Funknetzwerk wird den Anwendern das Steuern und Kontrollieren ihres Bewässerungssystems aus der Ferne ermöglichen. Über dieses Netzwerk können Ventile geschaltet, Bodenfeuchte-, Wind- und Niederschlags-sensordaten ausgelesen und Leckagen anhand des Wasserdrucks und des Wasserdurchflusses erkannt werden. Die Automatisierung der Bewässerung kann anhand verschiedener Steuerungs- und Kontrollalgorithmen geschehen.

### 2.1 Bewässerungsalgorithmen

In der Praxis sind verschiedene Bewässerungsverfahren üblich [Pa94]. Diese lassen sich unterteilen in zeitgesteuerte Verfahren sowie Bewässerung anhand der Bodenfeuchte oder klimatischen Modellrechnungen (z.B. Geisenheimer Steuerung<sup>1</sup>). Kombinationen aus unterschiedlichen Verfahren sind durchaus sinnvoll [Be00]. Das Bewässerungs-Netzwerk für das Knoblauchsland soll alle drei Verfahren und sinnvolle Kombinationen ermöglichen.

### 2.2 Erkennung von Leckagen und Funktionsstörungen

Von den im Projekt involvierten Praktikern und Partnerbetrieben wird eine Funktionsüberwachung gefordert. Fehler in der Bewässerung müssen zuverlässig erkannt werden. Mögliche Ursachen können nicht bzw. fehlerhaft ausgeführte Ventilschaltungen, undichte Kupplungen aber auch eine ungleichmäßige Wasserverteilung durch starke Winde sein.

Erste Versuchsergebnisse des Projektes zeigten, dass sich anhand einer kontinuierlichen Durchfluss- und Druckmessung im Betrieb eine Leckage zuverlässig erkennen lässt und eine laufende Bewässerung automatisch unterbrochen werden kann. Um den Windeinfluss zu minimieren, sollen an den Pumpstationen Windsensoren installiert werden und die gemessenen Windwerte in die Steuerung mit einbezogen werden

## 3 Funknetzwerk

Das Funknetzwerk lässt sich in vier Ebenen unterteilen. Die Basisstationen bilden mit den ihr zugeordneten Funkknoten lokal ein Netz in sternförmiger Punkt-zu-Multipunkt-Topologie. Diese lokalen Netze decken jeweils einen Teilbereich mit einem Radius von 1,5km um die Basisstation herum ab. Die zentrale Verwaltung des Gesamtnetzes sowie der Austausch von Daten obliegt dem zentralen Cluster.

Die verwendeten Funkmodule senden und empfangen im Bereich von 868MHz und nutzen ein proprietäres Protokoll zur Datenübertragung. Der gewählte Frequenzbereich

---

<sup>1</sup> <http://www.fa-gm.de/fachgebiet-gemuesebau/geisenheimer-steuerung/>

ermöglicht eine ausreichend hohe Datenübertragungsrate bei vergleichsweise geringer Dämpfung, z.B. durch Pflanzenbestände.

### 3.1 Funkknoten

Die einzelnen Funkknoten werden dynamisch einer Basisstation zugeordnet und dienen ausschließlich der Erfassung von analogen Messwerten, digitalen Signalen sowie Schalten von Aktoren.

Als problematisch stellten sich im bisherigen Verlauf des Projektes die unterschiedlichen elektrischen Konfigurationen der Sensoren dar: Unterschiedlichste Signalspannungen sowie die Versorgungsspannung und Mindestbestromungsdauer variieren zwischen den Sensoren. Eine spezifische Anpassung der Hardware an die Sensoren war daher nötig.

Alternativ könnte der Sensoranschluss über einen Datenbus geschehen, sowohl I<sup>2</sup>C<sup>1</sup> als auch SDI-12<sup>2</sup> sind hier für die Entwicklung relevant, Sensoren mit entsprechenden Schnittstellen befinden sich bereits auf dem Markt<sup>3</sup>.

Um den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden, existieren unterschiedliche Varianten, die sich in erster Linie in ihrer äußerlichen Größe sowie ihren Anschlussmöglichkeiten unterscheiden:

- Der Mini-Knoten dient ausschließlich zum Anschluss eines einzelnen Sensors, z.B. zur Messung der Bodenfeuchte, oder eines einzelnen Aktors.
- Der Standard-Knoten besitzt zwei analoge Eingänge für Bodenfeuchtesensoren sowie zwei Ausgänge zum Schalten von Ventilen.
- In der Entwicklung befindet sich eine „große“ Knoten-Variante. Diese wird zusätzlich zu je vier Sensor-Eingängen und Ventil-Ausgängen zwei Impuls-Eingänge für Wasseruhren (PWM<sup>4</sup>) sowie eine SDI-12-Schnittstelle besitzen.

Zur Stromversorgung ist Batteriebetrieb sowie die Verwendung einer Solarzelle mit Akku möglich.

### 3.2 Basisstationen

Die Basisstationen sind einerseits für die Verwaltung des lokalen 868MHz-Funknetzes zuständig, andererseits werden auf ihnen die Algorithmen zur Bewässerungssteuerung und -kontrolle ausgeführt. Die zugehörigen Mess- und Schaltaufträge werden dabei lokal an die Funkknoten verteilt, deren Ergebnisse auf der Basisstation verarbeitet und an den

---

<sup>1</sup> Inter-Integrated Circuit, Serieller Datenbus

<sup>2</sup> „Serial Digital Interface at 1200 Baud“, siehe <http://sdi-12.org/>

<sup>3</sup> Beispiele: Tensiomark, Fa. Bambach; 5TM, Fa. Decagon

<sup>4</sup> Pulsweitenmodulation

zentralen Cluster übertragen. Die Anbindung an das Internet zur Kommunikation mit dem Cluster kann dabei über Ethernet/LAN und W-LAN erfolgen. Steht vor Ort beides nicht zur Verfügung, so kann auch auf GPRS/Mobilfunk zurückgegriffen werden.

### **3.3 Zentraler Cluster**

Eine SQL-Datenbank sowie Webserver werden durch den Server-Cluster zur Verfügung gestellt und sind in sich redundant ausgelegt. Dieser Cluster führt alle lokal vorhandenen Daten zentral zusammen und ist für den Datenaustausch zwischen den lokalen Netzen zuständig. Außerdem fungiert er als Schnittstelle zu weiteren externen Datenquellen, z.B. Wetterdaten aus dem Messnetz Bayern<sup>1</sup>. Der Cluster ist für die globale Verwaltung des gesamten Funknetzes zuständig, die flexible Zuordnung der einzelnen Funkknoten zu ihren Netzen als auch die Eigentumsverhältnisse der Funkknoten werden hier zentral gespeichert.

### **3.4 Benutzerzugriff**

Die Anbauer können über den Cluster ihre Bewässerung administrieren. Der im Cluster enthaltene Webserver wird hierzu sowohl eine entsprechende Webseite zur Verfügung stellen, als auch ein Dateninterface für externe Programme. Für den Zugriff mit einem Smartphone soll eine für mobile Geräte optimierte Webseite zur Verfügung gestellt werden.

## **4 Derzeitiger Stand und Ausblick**

Derzeit sind zwei Pilotanlagen mit insgesamt 10 Funkknoten in Betrieb, eine Vergrößerung der Anlagen ist für das Frühjahr 2013 geplant. Unterschiedliche Arbeitsschwerpunkte werden dabei bearbeitet: Im Knoblauchsland werden Bewässerungsversuche auf verschiedenen Kulturf Flächen durchgeführt, mit dem Ziel die Zuverlässigkeit des Systems zu testen und die Akzeptanz des Systems bei den Praktikern zu fördern. In Weißenstephan findet die Software- und Hardwareentwicklung in enger Zusammenarbeit mit dem Hersteller statt.

## **Literaturverzeichnis**

- [Be00] Beck, M.: Strategien zur Steuerung der Bewässerung im Gewächshaus und Konsequenzen für die Strukturierung von Leitrechnersystemen. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, 2000
- [Pa94] Paschold, P.-J.: Steuerung beim Freilandgemüsebau - Wassereinsatz und ökologische Aspekte. In Deutscher Gartenbau 50, 1994; S. 2988-2992

---

<sup>1</sup> <http://www.wetter-by.de/>

# Rapid and non-destructive prediction of mango sweetness and acidity using near infrared spectroscopy

Agus A. Munawar<sup>1)</sup>, Dieter.v. Hörsten<sup>1)</sup>, Daniel Mörlein<sup>2)</sup>, Elke Pawelzik<sup>3)</sup>,  
Jens Karl Wegener<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Section of Agricultural Engineering  
Georg-August-Universität Göttingen  
Gutenberg Str. 33  
37075 Göttingen.  
amunawa@gwdg.de  
{dhoerst, jwegene}@uni-goettingen.de

<sup>2)</sup> Section of Animal Sciences, Georg-August-Universität Göttingen.  
daniel.moerlein@agr.uni-goettingen.de

<sup>3)</sup> Section of Quality of Plant Products, Georg-August-Universität Göttingen.  
epawelz@gwdg.de

**Abstract:** The study aimed on evaluating the feasibility of NIRS to predict sweetness and acidity of intact mango fruit in form of soluble solids content (SSC) and titratable acidity (TA) through calibration modeling. Diffuse reflectance spectra in NIR wavelength range of 1000 – 2500 nm were acquired for a total of 58 mango samples. PCR and PLSR were used to develop SCC or TA prediction models respectively. Multiplicative scatter correction (MSC) and standard normal variate (SNV) were applied to the spectra prior to prediction model development. The result showed that the best model for SSC prediction was achieved when PLSR is applied in combination with SNV spectra ( $r$  of calibration = 0.82) and PLSR-MSC for TA prediction ( $r$  of calibration = 0.98). These results indicated that NIRS was feasible to predict sweetness and acidity of intact mango fruit and might be considered as one of the rapid and non-destructive method of an automatic sorting and grading system based on imaging technology.

## 1 Introduction

In last few decades, the application of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) as a non-destructive technique in food and agricultural product industries is gaining more attentions both in term of instrumental design and spectra data analysis. NIRS, covered by definition of spectra wavelength range from 780 to 2500 nm, works based on the principle of electromagnetic radiation interaction with biological objects [Ni07]. It is considered to be suitable for determining the inner quality of foods and agricultural products since this method is characterized by low labour costs, simple sample prepara-

tion, non-destructive, pollution free and high speed of analysis. NIRS also allows several constituents to be evaluated at the same time. Chemometrics is required to extract the information about quality attributes buried on near infrared spectra through a process called multivariate calibration from which a mathematical relationship between NIR spectra and the measured quality parameter will be revealed to determine desired quality attributes [Ni07]. Therefore, the main objective of this study is to develop a multivariate calibration model of NIR spectra to predict sweetness in form of soluble solids content (SSC) and acidity in form of titratable acidity (TA) in intact mango fruit in a non-destructive manner through chemometrics.

## 2 Methodology

### 2.1 Spectra acquisition

NIR spectra of intact mangoes were acquired for a total of 58 samples using FT-NIR instrument (Nicolet Antaris, USA). Each fruit in every measurement was hand placed right to the incoming holes (1 cm of diameter) of the light source to ensure direct contact and eliminate noise as shown in Figure 1.

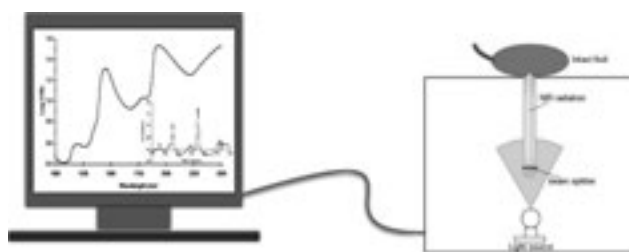


Figure 1: NIR spectra acquisition for one intact mango.

Diffuse reflectance ( $\log 1/R$ ) spectra in wavelength range of 1000 – 2500 nm were obtained 64 times and averaged. The spectra of each sample were measured in 6 different points and the mean values of these measurements were noted as ‘real’ spectra.

### 2.2 Soluble solid content and titratable acidity measurement

After collecting and recording the spectra, each sample fruit was sliced and the pulp was taken. SSC and TA measurement were carried out by making juices from 20 grams of pulp sample and maximum 100 ml distilled water. A little filtered juice was squeezed and dropped into a hand-held analog refractometer (model HRO32, Krüss Optronic GmbH) to record SSC in form of °Brix whilst automatic titration method (Titroline 96, Schott) with 0.1 N NaOH to an end point of pH 8.1 was used to measure TA expressed in  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  fresh mass.

## 2.3 Model calibration and validation

NIR spectra data were analyzed using The Unscrambler® X version 10.1 (CAMO software AS, Oslo-Norway). Principal component analysis (PCA) was firstly applied to the untreated raw spectra in order to explore the spectra in details and detect outliers by subjecting Hotelling  $T^2$  ellipse [C04]. Prior to calibration model development, spectra pre-processing was performed to eliminate noise and spectra scattering. Multiplicative scatter correction (MSC) and standard normal variate transformation (SNV) algorithms were used to correct additive and multiplicative effects in the spectra [LSO10]. Calibration models were established by principal component regression (PCR) and partial least squares regression (PLSR) to predict SSC and TA simultaneously using treated NIR spectra. Full cross validations with ten segments were applied during calibration to quantify model performance in predicting desired quality attributes and prevent over fitting of the prediction model. The performances of the models were evaluated by using the following statistical parameters: the coefficient of determination ( $R^2$ ), coefficient of correlation ( $r$ ) between predicted and measured quality attributes, the root mean square error of calibration (RMSEC), root mean square error of cross validation prediction (RMSECV), the difference between RMSEC and RMSECV, and the residual predictive deviation or RPD, defined as the ratio between standard deviation (SD) and RMSECV. The higher the value of RPD the greater probability of the model to predict desired chemical constituent in samples set accurately [JKC06].

## 3 Results and discussion

Typical diffuse reflectance spectra of intact mango are shown in Figure 2a from which the presence of strong water absorbance bands were observed at around 1460 nm and 1930 nm because of O-H tone combination and first overtone of water.

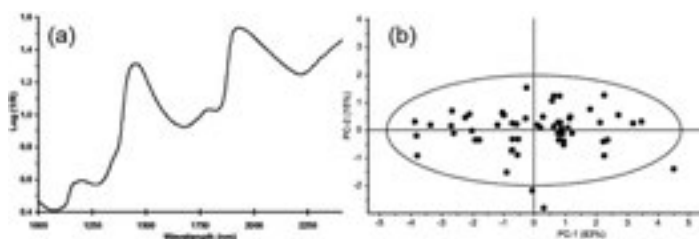


Figure 2: Typical diffuse reflectance spectra of intact mango (a) and PCA with Hotelling  $T^2$  ellipse analysis for outlier detection (b).

Moreover, the absorption bands in the range of 2200 - 2300 nm related to C-H-O structures such as glucose, fructose, vitamin A and C; whilst absorption bands at around 1400, 1800 and 2100 nm are associated with organic acid [CH07]. PCA with Hotelling  $T^2$  ellipse was applied to detect outliers prior to prediction model development (Figure 2b) from which three samples were detected and removed due to their bad influence potential to the model performance.

It was observed that the best model for SSC prediction was achieved when PLSR is applied in combination with SNV spectra, presented in the scatter plot Figure 3a, ( $r$  calibration=0.82, RMSECV=1.42 °Brix and RPD=1.68). On the other hand, PLSR based on MSC spectra calibration model was found to be the best model in predicting TA ( $r$  calibration=0.98, RMSECV=26.94 mg·100g<sup>-1</sup> and RPD=4.73). Scatter plot drawn from this selected model (Figure 3b) indicate that slope of the curve is near to ideal of 45° and imply that predicted TA may be near to measured ones.

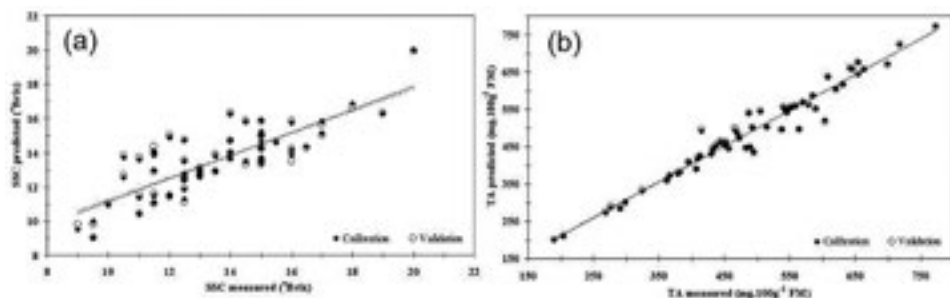


Figure 3: Predicted SSC based on PLSR-SNV model vs. measured SSC (a) and predicted TA based on PLSR-MSC model vs. measured TA (b).

## 4 Conclusion

In this present study, the feasibility of NIRS for the prediction of sweetness and acidity of intact mango was demonstrated. Thus, NIRS combined with proper multivariate analysis could become an alternative for rapid and non-destructive method for determining inner quality attributes of mango fruit.

## References

- [C04] Constantinou, M. A., et al.: Application of nuclear magnetic resonance spectroscopy combined with principal component analysis in detecting inborn errors of metabolism using blood spots: a metabonomic approach. *Analytica Chimica Acta*, 511, 2004; p.303-312.
- [CH07] Cen, H., He, Y: Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 2007; p.72-83.
- [JKC06] Jha, S. N., Kingsly, A. R. P., Chopra, S: Non-destructive determination of firmness and yellowness of mango during growth and storage using visual spectroscopy. *Biosystems Engineering*, 4, 2006; p.397-402.
- [LSO10] Liu, Y., Sun, X., Ouyang, A: Nondestructive measurement of soluble solid content of navel orange fruit by visible-NIR spectrometric technique with PLSR and PCA-BPNN. *LWT - Food Science and Technology*, 43, 2010; p.602-607.
- [Ni07] Nicolai, B. M., et al.; Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 46, 2007; p.99-118.

# Forschungen zur automatischen Multisensor-gestützten Forstinventur

Jan-Peter Mund<sup>1</sup>, Anko Börner<sup>2</sup>, Adrian Schischmanow<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fachbereich Wald und Umwelt  
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)  
Alfred-Möller-Straße 1  
16225 Eberswalde  
Jan-Peter.Mund@hnee.de

<sup>2</sup>Abteilung Informationsverarbeitung optischer Systeme  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Rutherfordstraße 2  
12489 Berlin  
Anko.Börner@dlr.de  
Adrian.Schischmanow@dlr.de

**Abstract:** Automatisierungsroutinen sowie semi-automatische echtzeitbasierte Erfassungsmethoden wichtiger forstlicher Bestandsparameter haben heute eine hohe Relevanz, insbesondere in Bezug auf die Verwendung der räumlich erhobenen Attributdaten innerhalb von modernen 3D und 4D Waldwachstumsmodellen, wie z. B. „B-Win-Pro“ oder dem „Waldplaner“. Ein Großteil forstlich relevanter Objektparameter können mittels der Verknüpfung verschiedener, autonomer Sensorplattformen IPS (Integrated Positioning System) und anderer opto-elektronischer Scanner in nahezu Echtzeit erfasst werden. Die Lage- und Objektdaten werden in internetfähigen Geodatenbanken als individuelle Geo-Objekte und Sachdatenbestände (Attribute) nutzerfreundlich verwaltet.

## 1 Einleitung

Um die Bestandsstrukturen, Artenzusammensetzung, Holzvorräte und Biomassezuwächse von Wäldern erfassen zu können, werden regelmäßige Forstinventuren durchgeführt. Die klassisch analogen Verfahren stoßen heute an die Grenzen der technischen und personellen Realisierbarkeit. Somit ergibt sich ein erheblicher Bedarf für ein modernes, effizientes, einzelbaumaufgelöstes und digitales Waldinventurverfahren. Zahlreiche forstwirtschaftlich relevante Kenngrößen, können so in Zukunft mittels semi-automatisierter, digitaler Multi-Sensorsysteme auf großen bewirtschafteten Waldflächen regelmäßig im Rahmen von Bewirtschaftungs- und Pflegemaßnahmen erfasst werden.

Die hier vorgestellten Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit der Entwicklung eines neuartigen Multisensorsystems mit automatisierter Parametrisierung von forstlich rele-



vanten Daten für eine in Zukunft weitgehende automatisierte Waldinventur von Forstbeständen. Die Scan- und Messplattform besteht aus terrestrischen multi-sensorischen Komponenten, welche eine detailliertere, wesentlich schnellere und damit effiziente Parametrisierung und Analyse forstlicher Sachdaten erlauben.

## **2 Grundlagen und Ausgangsdaten**

Um forstwirtschaftliche Bestandsstrukturen von Wäldern erfassen zu können, werden u. a. vom von-Thünen Institut für Waldinventuren (vTI, Eberswalde) regelmäßige Inventuren (z. B. BWI-1, BWI-2) durchgeführt. Darauf aufbauend werden im Rahmen der Forsteinrichtung alle waldbaulichen Planungen sowie die gesetzlich vorgeschriebene Forsteinrichtung erarbeitet [PB10]. Terrestrische Sensorsysteme, die in der Lage sind, größere Waldgebiete systematisch und dreidimensional zu karto-graphieren und aussagekräftige Sachdaten verschiedener Indikatoren und Abstraktionsebenen für die Forstinventur abzuleiten, sind hierfür jedoch nicht verfügbar.

Die klassischen Verfahren der Forsteinrichtung werden gegenwärtig entweder auf Basis von analog quantifizierten Einzelbeständen und Behandlungseinheiten oder in Form von stärker aggregierten Betriebsinventuren durchgeführt. Im Rahmen der „einzelbestandsweisen Planung“ werden forstwirtschaftlich relevante Waldzustandsdaten für die Einzelbestände (kleinste Erfassungseinheit ist mit einer Mindestgröße von 0.5 ha die Behandlungseinheit) auf Basis einer Rasterstichprobe manuell erhoben, statistisch ausgewertet und temporal anhand von regionalen Zuwachsmo-dellen extrapoliert. Diese statistisch basierten Modellierungen sind u.a. wichtige Hilfen für Waldbewirtschaftungs- und Waldentwicklungsplanungen. Grundlage aller bisher verwendeten waldwachstums-kundlichen Modelle sind neben den rationalisierten Zuwachsdaten und Ertragskennziffern die digitalen Ergebnisse der georeferenzierten Bundeswaldinventur in ihrer spezifischen zeitlichen Extrapolation [PB10].

## **3 Methodik und Forschungsansatz**

Der vorgestellte Forschungsansatz basiert auf einem neuartigen Multisensorsystem mit automatisierter Parametrisierung forstlicher Kenngrößen für eine weitgehende Automatisierung der Waldinventur. Das mobile terrestrische Sensorsystem besteht im Kern aus einem opto-elektronischen Erfassungssystem mit Kapazitäten zur Echtzeitdatenverarbeitung und kann mit weiteren terrestrischen Fernerkundungs-verfahren verknüpft werden. Dieses Sensorsystem ist in der Lage, Kenngrößen der klassischen Forstinventur automatisch zu erheben. Die erfassten Parametern sind dabei vorrangig Einzelbaumparameter wie z.B. Baumart, Brusthöhendurchmesser, Höhe, Kronenansatz, Kronenbreite und Kronenausformung, Stammfußkoordinaten (2D- und 3D-Position), Stammform und Ästigkeit, aus denen sich in einem zweiten Schritt alle forstlich relevanten Bestandskennwerte berechnen lassen.

Verfahrenstechnisch wird hierzu ein georeferenziertes, digitales 3D-Modell des Waldes

erzeugt um anschließend daraus, unter Verwendung weiterer optischer und multi-spektraler Sensorik forstlich relevante Indikatoren und Inventurdaten abzuleiten. Die kontinuierliche Datenaufnahme erfolgt mittels einer Multi-Sensorplattform, die auf einer mobilen Plattform (Forstfahrzeug, Forwarder, Traktor, o.ä.) durch den Wald bewegt wird. Die digitalen Sensordaten dienen zur Attributierung erfasster Geoobjekte und können berührungslos und ohne Unterbrechung der Fahrtstrecke aufgezeichnet werden. Die generierten Forstparameter und Inventurdaten werden kontinuierlich und reproduzierbar in ein geodatenbankbasiertes digitales Forstinformationssystem überführt und anschließend mit gekoppelten Modellen zur Waldwachstumssimulation verknüpft.

Das integrierte Positionierungssystem (IPS) des DLR nutzt hierbei seine Fähigkeiten zur präzisen Positions- und Lagemessung in unbekannter Umgebung, eine wesentliche Voraussetzung für 3D-Modellierungsaufgaben, bei denen GPS gar nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung steht. Es basiert auf einem Multi-Sensoransatz, der es gestattet, die sechs Freiheitsgrade der Eigenbewegung robust und zuverlässig zu erfassen und in Echtzeit für die 3D-Kartographie bereitstellen. Zusätzlich ist ein GNSS oder dGPS Hochleistungsempfänger zur Stützung der absoluten 3D Raumkoordinaten in das System integriert [GBE10]. Solche stereo-optischen Kamerasysteme verfügen über einen bedeutenden Vorteil für den Einsatz innerhalb von Waldbeständen gegenüber herkömmlichen Ortungssystemen; sie sind unabhängig von weiteren Signalen und deren Laufzeitabweichungen. Die erforderliche absolute Genauigkeit der Einzelbaumverortung liegt sowohl bei dem IPS-System des DLR, als auch mittels aufwendiger dGPS Methoden erhobener Daten heute bereits im Submeterbereich. Die Kopplung von optischer Navigation und Trägheitsnavigation in Kombination mit GNSS Signalen erhöht dabei die erforderliche Koordinatengenauigkeit erheblich. Das Verfahren ermöglicht die Einbettung der lokalen Navigationslösung in ein globales räumliches und zeitliches Referenzsystem [GBE10]. Die technischen Einschränkungen hinsichtlich der stetigen Verfügbarkeit und hohen Genauigkeit des GNSS oder dGPS-Signals im Wald sind jedoch erheblich eingeschränkt und in großen Waldbeständen erfahrungsgemäß sehr unzuverlässig.

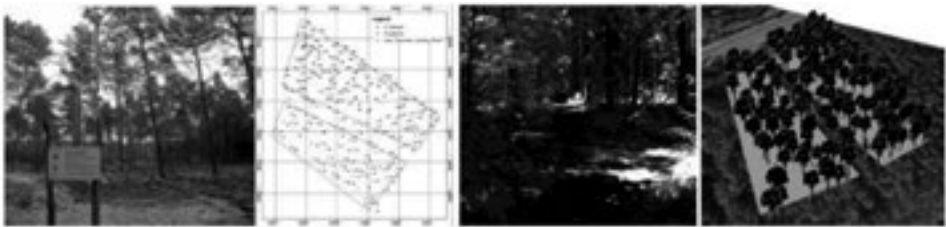


Abb. 1: (von links nach rechts) HNEE Versuchsfläche zur Parametrisierung der Einzelbaumbestände für die automatische Forstinventur; 2D Lagegenauigkeit der Einzelbäume im Testbestand mit GNSS RTK; mobile, automatische Segmentierung der BW Videobilddaten mittels IPS-System (DLR); 3D Visualisierung der Einzelbäume im HNEE Versuchsbestand Eberswalde–Britz

Weitere, terrestrisch agierende Fernerkundungssensoren (Laserscanner und passive spektral höheraufgelöste opto-elektronische Sensoren u.a. Kamerasysteme) können bei Bedarf zusätzlich zur Erfassung der Einzelbaumparameter kombiniert werden und sind über Geodatenbanken auf der Plattform miteinander verknüpft. Terrestrische Laserscannmethoden mit Punktdichten  $>10$  Punkten/m<sup>2</sup> werden in der 3D Modellierung von

Waldbeständen bereits häufig eingesetzt [RSW11]. Sie liefern räumlich sehr hochaufgelöste und detailreiche Abbildungen der Baumgeometrie und der Struktur, jedoch können damit die Textur und spektrale Merkmale des Baumes nicht erfasst werden. Das heißt, wichtige Bestandteile und Attribute des Objektes wie z. B. Rinde, Blätter und Kronendichte, ebenso wie feine strukturelle Größen, z. B. Astdichten, können mit den klassischen Laserscanverfahren nicht erfasst werden. Genau diese Merkmale sind jedoch zur Bestimmung der Baumart sowie der Holzgüte, als auch der Vitalität und Gesamtbiomasse notwendig [KKR11]. Ein weiterer Nachteil von reinen Lasererfassungsmethoden ist die aufwendige Weiterverarbeitung, die zurzeit nur mittels „Postprocessing“ Methoden erfolgen kann.

## 4 Anwendung und Ausblick

Die mit dem neuen semi-automatischen Verfahren generierten Forstinventurdaten bilden die Basis für die Planung und Umsetzung von Forstplanungs-, Forstentwicklungs-, -und Forstpflagemassnahmen. Die Forschungen leisten damit einen substantiellen Beitrag zur Steigerung der Effizienz, Qualität und Wirtschaftlichkeit der Forstinventur und anderer forstwirtschaftlicher Maßnahmen. Es wird eine wesentlich größere Anzahl an Bäumen als bei der klassischen forstlichen Stichprobeninventur automatisch erfasst und für die Berechnung von Inventurkennzahlen genutzt. Das Verfahren bildet die Grundlage für eine umfangreiche und detailliertere Datenbasis in der Forstinventur und kann in Zukunft ein wesentlicher digitaler Datenbaustein für eine effiziente Forstplanung, -entwicklung und -bewirtschaftung werden.

## Literaturverzeichnis

- [GBE10] Grießbach, D., A. Börner, I. Ernst, S. Zuev: Real time dense stereo mapping for Multi-Sensor navigation. In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII, Part 5, Commission V Symposium, Newcastle upon Tyne, UK. 2010.
- [KKR11] Kolditz, M., Krahwinkel, P., Roßmann, J. Lidar-based measurement of surface roughness features of single tree crowns. In: Lorenzo Bruzzone (Ed.): Proceedings of SPIE, Volume 8180 "Image and Signal Processing for Remote Sensing XVII", 19-22 September 2011, Prague, pp.1-15, DOI:10.1117/12.897568.
- [PB11] Polley, H; A. Bolte: Dritte Bundeswaldinventur beginnt 2011, Bundeswaldinventur<sup>3</sup>. In AFZ 2010/17.
- [RSW11] Rossmann, J., Schluse, M., Waspe, R., Moshammer, R.: Simulation in the Woods: From Remote Sensing based Data Acquisition and Processing to Various Simulation Applications. In: S. Jain, R.R. Creasey, J. Himmelspach, K.P. White, M. Fu, (Eds.): Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference "Simulation for a Sustainable World", December 11-14, Phoenix, Arizona, pp. 984 – 996.

# **Bedeutung und Schwachstellen der Informationsqualität in der deutsch-niederländischen Fleischwirtschaft**

Maria Näther, Melanie Gockel, Ludwig Theuvsen

Georg-August-Universität Göttingen  
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Arbeitsbereich Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen  
mnaethe@gwdg.de

**Abstract:** In Zeiten steigenden Unsicherheit über die Qualität und Sicherheit von tierischen Lebensmitteln wächst der öffentliche Druck auf alle beteiligten Akteure in der Fleischwirtschaft. Vor diesem Hintergrund muss nicht nur die Kommunikation mit dem Verbraucher reibungslos funktionieren, sondern es muss auch zwischen den Organisationen entlang der Wertschöpfungskette eine hohe Kommunikationsqualität herrschen. In der vorliegenden Studie sind zwecks Ermittlung des Status quo Mitarbeiter verschiedener Institutionen in der deutschen und niederländischen Fleischwirtschaft zur „Informationsqualität“ befragt worden. Dabei kristallisierten sich besonders Vertrauenswürdigkeit, offene Atmosphäre und Glaubwürdigkeit als zentrale Faktoren und Anknüpfungspunkte für die Verbesserung der Kommunikationsqualität heraus.

## **1 Problemstellung und Zielsetzung**

Aufgrund steigender gesellschaftlicher Erwartungen und komplexerer Produkteigenschaften (z.B. höhere Tierwohlstandards) steigen die Anforderungen an den reibungslosen Informationstransfer zwischen allen Organisationen entlang der Wertschöpfungsketten der Fleischproduktion [TF08]. Trotz der erhöhten Anforderungen an die Qualität der Informationsübermittlung wird der brancheninternen Kommunikation in der agrar- und ernährungswirtschaftlichen Forschung bislang wenig Beachtung geschenkt. Vorliegende Studien betrachten andere Bereiche wie Finanzdienstleistungen [Ba04] und die Computerbranche [Mo96]. In Bezug auf den Agrarsektor sind bisher eher emotionale Faktoren wie z.B. Aspekte der Vertrauensbildung [Ba08] erforscht worden. Das Ziel dieser Studie ist es vor diesem Hintergrund, die wesentlichen Faktoren der Informationsqualität und deren Bedeutung in der Fleischwirtschaft zu ermitteln, um Ansatzpunkte für Verbesserungen zu identifizieren.

# 2 Studiendesign und Methodik

Von September 2010 bis Mai 2011 wurde in Deutschland (D) und den Niederlanden (NL) eine Online-Umfrage in der Fleischwirtschaft durchgeführt, an der 167 Probanden aus Behörden, Unternehmen, Branchenverbänden und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) teilnahmen. Hierbei wurden basierend auf einem theoretischen Modell zur Erklärung der Kommunikationsqualität [TA11] sowohl für Alltags- als auch für Krisensituationen von den Befragungsteilnehmern als relevant erachtete Faktoren der Informationsqualität (u.a. Relevanz, Korrektheit, Vollständigkeit, Rechtzeitigkeit, Aktualität und Widerspruchsfreiheit von Informationen) erhoben. Die Bewertungsskala der Parameter reichte hierbei von „trifft überhaupt nicht zu“ (-2) bis „trifft voll und ganz zu“ (+2). Mit diesen Konstrukten wurden Mittelwerte berechnet, um die Bedeutung der unterschiedlichen Faktoren der Informationsqualität zu ermitteln.

# 3 Ergebnisse

Für die Informationsqualität zeigten allen befragten Organisationen homogene Ergebnisse. Es konnten daher über alle Organisationsformen hinweg zentrale Faktoren für die Qualität der Informationsübermittlung errechnet werden (Tabelle 1). Alle abgefragten der Items weisen einen Mittelwert < 0. Allerdings ergaben sich deutliche Unterschiede im Ländervergleich. Generell waren die Bewertungen im Durchschnitt in D höher ( $\mu = 1,06$ ) als in den NL ( $\mu = 0,77$ ). In D wurden vor allem die Faktoren Vertrauenswürdigkeit ( $\mu = 1,29$ ), offene Atmosphäre ( $\mu = 1,28$ ) und Glaubwürdigkeit ( $\mu = 1,27$ ) als am stärksten gewichtete Gründe für gute Kommunikationsqualität genannt. Die Niederländer erachten Zuverlässigkeit ( $\mu = 1,30$ ), offene Atmosphäre ( $\mu = 1,19$ ) und Ehrlichkeit ( $\mu = 1,19$ ). Signifikant niedrig bewertet wurden in beiden Ländern Ethische Verantwortung (D:  $\mu = 0,77$ ; NL:  $\mu = 0,22$ ) und Vertrautheit (D:  $\mu = 0,34$ ; NL:  $\mu = 0,22$ ).

Gründe für GUTE Kommunikationsqualität	Deutschland			Niederlande		
	$\mu^*$	Rang	$\sigma$	$\mu^*$	Rang	$\sigma$
... vertrauenswürdige Kommunikationspartner ( <b>Vertrauenswürdigkeit</b> ).	1,29	1	,638	0,96	4	,898
... eine offene Kommunikationsatmosphäre ( <b>Offene Atmosphäre</b> ).	1,28	2	,690	1,19	2	,962
... glaubwürdige Gesprächspartner ( <b>Glaubwürdigkeit</b> ).	1,27	3	,677	0,93	5	,958
... die Ehrlichkeit meines Kommunikationspartners ( <b>Ehrlichkeit</b> ).	1,24	4	,633	1,19	2	,921
... fachlich kompetente Gesprächspartner ( <b>Kompetenz</b> ).	1,24	4	,674	0,78	5	1,311
... motivierte Gesprächspartner ( <b>Motivation des Gegenüber</b> ).	1,19	6	,795	0,74	6	1,130
... die Zuverlässigkeit meines Gesprächspartner ( <b>Zuverlässigkeit</b> ).	1,19	6	,586	1,30	1	,993
... die sachliche Objektivität meines Kommunikationspartners ( <b>Objektivität des Gegenüber</b> ).	1,17	8	,768	0,59	8	,971
... die Höflichkeit meines Kommunikationspartners ( <b>Höflichkeit</b> ).	0,88	9	1,115	0,73	7	,839
... sympathische Gesprächspartner ( <b>Sympathie</b> ).	0,86	10	1,081	0,44	9	,892
... ethisch verantwortungsbewusste Kommunikationspartner ( <b>Ethische Verantwortung</b> ).	0,77	11	1,127	0,22	10	,934
... die Vertrautheit mit dem Gesprächspartner ( <b>Vertrautheit</b> ).	0,34	12	1,227	0,22	10	1,013
Durchschnitts wert	1,06			0,77		

\* Skala: -2 = trifft überhaupt nicht zu; -1 = trifft nicht zu; 0 = teils,teils; 1 = trifft zu; 2 = trifft voll und ganz zu;  $\mu$  = Mittelwert;  $\sigma$  = Standardabweichung

Tabelle 1: Informationsqualität der Kommunikation

Zudem zeigte sich in der Studie, dass es trotz der sehr engen wirtschaftlichen Verflechtungen im deutsch-niederländischen Grenzgebiet kaum länderübergreifenden Informationsaustausch gibt. Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, haben die deutschen Umfrageteilnehmer (N = 140) in über 90% der Fälle entweder keinen Kontakt zu den NL oder sie empfinden die Sprachbarriere eher als gering. Das deutet darauf hin, dass der Informationsaustausch eher an mangelnder Initiative als an bestehenden sprachlichen Problemen scheitert. Bedenklich ist der fehlende Kontakt vor allem vor dem Hintergrund der Gefahr einer spontan auftretenden Tierseuche oder eines hygienischen Problemfalls bei einem Produkt. Es können große Zeitspannen vergehen, bis eine effektive Eindämmung des Problems auch grenzüberschreitend im Nachbarland initiiert werden kann.

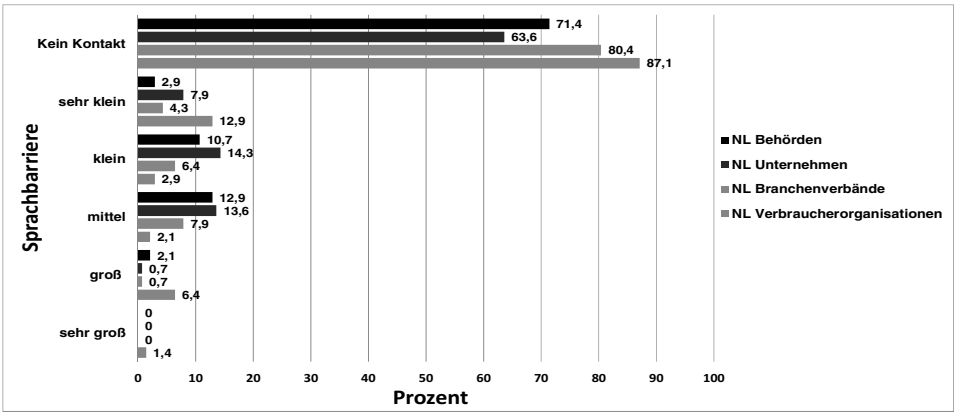


Abbildung 1: Kommunikation zwischen deutschen und niederländischen Organisationen (in %)

#### 4 Diskussion

Für die Beschreibung der Informationsqualität in der Fleischwirtschaft konnten primäre Faktoren ermittelt werden: *Rechtzeitigkeit* (entspricht dem Zeitrahmen der Informationsübermittlung), *Korrektheit* (als Ausdruck inhaltlicher Adäquatheit) und *Vollständigkeit* als Maß der Datendichte. Sie weisen darauf hin, dass die Konsistenz des Informationsverhaltens und die zur Übermittlung produkt- und prozessbezogener Daten eingesetzten Techniken eine entscheidende Rolle spielen. In D fällt die Zuständigkeit für die Lebensmittelsicherheit nach dem Subsidiaritätsprinzip in die Zuständigkeit der Bundesländer. Sie setzen unterschiedliche, z.T. auf Excel basierende Programme zur Erfassung von Daten ein. Diese Daten liegen dann zwar digital vor, jedoch nicht in einem einheitlichen Format und in einer einzigen bundesweit zugänglichen Datenbasis mit der Möglichkeit des Online-Zugriffs. Sie sind daher nur lokal verfügbar und nicht verknüpft mit den Tracking- und Tracing-Daten der Qualitätssicherungssysteme, den geographischen Daten des Tierseuchen-Melde-Systems (TSN) sowie den Viehhandelsdaten, die grenzüberschreitend mit TRACES erfasst werden. Zur Sicherung einer ausreichenden Handlungsfähigkeit gerade in Krisensituationen ist es daher unerlässlich, die Datenströme der verschiedenen Akteure entlang der Supply Chain bundesweit stärker als bislang digital zu synchronisieren [Pr11].

## 5 Fazit und Ausblick

Gerade in einer sensiblen und krisenanfälligen Branche wie der Fleischwirtschaft ist eine effiziente Informationsübermittlung auf der Basis einer guten Kommunikationsqualität entscheidend. Wie die empirischen Ergebnisse zeigen, gibt es primäre Faktoren (Rechtzeitigkeit, Vollständigkeit, Korrektheit), die die Kommunikationsqualität auf der fachlichen Ebene abbilden. Die Information muss demnach im passenden Zeitrahmen, in angemessener Datendichte und in korrekter Strukturierung beim Empfänger ankommen. Dies kann nur erreicht werden, wenn die verschiedenen Datenströme aus privaten Unternehmen und öffentlichen Organisationen, z.B. Kontrollinstanzen und Tierseuchenzentren, bundesweit in einer Datenschnittstelle zusammenfließen, die für alle Involvierten (allen Stakeholdern der Wertschöpfungskette Fleisch) zugänglich ist. Der Standard sollte so ausgestaltet werden, dass er von allen beteiligten Institutionen online verwendet werden kann. So kann nicht nur der Informationsaustausch beschleunigt werden, sondern die Daten können auch im passenden Format und in einer standardisierten Form übermittelt und effizient weiterverarbeitet werden. Die Herausforderung besteht somit darin, auf der Grundlage der in der Fleischwirtschaft bereits bestehenden Datenformate und Regeln zum Informationsaustausch, z.B. TSN TRACES und AVV Data, eine Datenbasis zu schaffen, welche die Datensätze aus der Wirtschaft und staatlichen Kontrollinstanzen auf eine – für alle Akteure online verfügbare gemeinsame Ebene stellt. Zudem muss der grenzüberschreitende Datenaustausch in der Fleischwirtschaft zwischen D und den NL verbessert werden, um den Gefahren eines Lebensmittelskandals oder einer Tierseuche angemessen zu begrenzen.

## Literaturverzeichnis

- [Ba04] Ball, D., Coehlo, P.S. und Machas, S.: The Role of Communication and Trust in Explaining Customer Loyalty: An Extension to the ECSI Model. In: European Journal of Marketing, Vol. 38, No. 9-10, 2004, S. 1272- 1293.
- [Ba08] Bahlmann, J. et al.: Vertrauen als wettbewerbsrelevanter Faktor in der deutschen Schweinefleischproduktion: Eine empirische Untersuchung zum Vertrauen von Schweineerzeugern gegenüber Schlachtunternehmen. In: Spiller, A. et al. (Hrsg.): Zukunftsperspektiven der Fleischwirtschaft: Verbraucher, Märkte, Geschäftsbeziehungen, 2008, S. 131-146.
- [Mo96] Mohr, J.J. und Spekman, R.E.: Perfecting Partnerships: Several Characteristics Contribute to Successful Alliance between Channel Members. In: Marketing Management, Vol. 4, No.4, 1996, S. 35-43.
- [Pr11] Präsident des Bundesrechnungshofes: Organisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes: Schwerpunkt Lebensmittel. Gutachten des Bundesbeauftragten für Wirtschaftlichkeit, BMLEV, Bonn, 2011.
- [TA11] Theuvsen, L. und Arens, L.: Kommunikation und innovatives Verwaltungsmanagement. In: Schauer, R., Thom, N. und Hilgers, D. (Hrsg.): Innovative Verwaltung: Innovationsmanagement als Instrument von Verwaltungsreformen, Linz 2011, S. 151-164.
- [TF08] Theuvsen, L. und Frentrop, M.: Public Corporate Governance und Transparenz öffentlicher Unternehmen In: Schaefer, C. und Theuvsen, L. (Hrsg.), Public Corporate Governance: Bestandsaufnahme und Perspektiven, Beiheft 36 der Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen, 2008, S. 131-149.

# Ökonomische Bewertung alternativer Strategien im Falle der Klassischen Schweinepest (KSP) und Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems

Maria Näther, Jacob Lubig, Ludwig Theuvsen

Georg-August-Universität Göttingen  
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen  
mnaethe@gwdg.de

**Abstract:** Der Ausbruch von Tierseuchen kann für Landwirte eine existentielle Gefahr darstellen und die Grundlage ihres Betriebs zerstören [HN08]. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den Kosten, welche im Fall eines Ausbruchs der Klassischen Schweinepest (KSP) entstehen können. Mithilfe von 24 Szenarien werden unter verschiedensten Annahmen (Viehichte, Anzahl der Ausbrüche, geografische Lage etc.) die gesamtwirtschaftlichen Kosten eines Seuchenausbruchs analysiert. Bei der Betrachtung spielen folglich nicht nur die Schäden der Schweinehalter eine Rolle, sondern auch die Schäden der weiteren vor- und nachgelagerten Teilnehmer der Wertschöpfungskette Schwein. Diese Berechnungen schaffen die Grundlage für die Entwicklung eines IT-basierten Entscheidungsunterstützungssystems, um zukünftig zu erwartende Seuchen sowie alternative Bekämpfungsstrategien ökonomisch zu bewerten.

## 1 Einleitung

Bei einem Seuchenausbruch sind neben den Schweinehaltern auch vor- und nachgelagerte Wirtschaftszweige der Wertschöpfungskette Schwein betroffen. Neben einer Vielzahl von Tieren, die in einem solchen Fall durch Keulungen getötet werden, kommen auch große finanzielle Schäden auf die Futtermittel- und Transportunternehmen, die Fleischindustrie und den Einzelhandel zu [Hi10]. Im Bereich der Schweineproduktion ist die KSP die Tierseuche mit den weltweit bedeutendsten wirtschaftlichen Auswirkungen [Mo08]. Dabei ist sie für den Menschen aus gesundheitlicher Sicht völlig ungefährlich. Der letzte Ausbruch dieser Seuche war im Jahr 2006, als der Erreger im Landkreis (LK) Borken in Nordrhein-Westfalen ausbrach. Die Angaben zu den Gesamtkosten des Ausbruchs schwanken zwischen ca. 40-80 Mio. Euro sowie mindestens 20-60 Mio. Euro Folgekosten [Ja06]. Aufgrund der Gefahr eines jederzeit möglichen Seuchenausbruchs, der Unklarheit über die Höhe entstehender Kosten sowie der Frage, ob ökonomisch



ausgerichtete Kriterien in die Bewertung von Kontaktbetrieben<sup>1</sup> einfließen sollten, ist das Ziel dieser Untersuchung, Grundlagen für eine ökonomische Bewertung der bei einem Seuchenausbruch zu ergreifenden Bekämpfungsstrategien zu ermitteln. Im Vordergrund dieser Arbeit stehen die beiden Strategien „Keulen“ (Tötung aller Schweine innerhalb des Sperrgebietes) oder „Beobachten“ (Tötung aller Schweine nur des Seuchenbetriebes und Beobachtung aller übrigen Tiere im Sperrgebiet), welche üblicherweise bei der Seuchenbekämpfung eingesetzt werden.

## 2 Material und Methoden

Die ökonomische Bewertung eines Seuchenausbruchs sowie alternativer Bekämpfungsstrategien erfolgte mithilfe von 24 Szenarien, die durch unterschiedliche Annahmen hinsichtlich Viehdichte, Anzahl der Ausbrüche usw. gekennzeichnet sind.

Szenario	Szenario-Typ	Ausbrüche	Viehdichte	Zeit zwischen Ausbrüchen	Geografische Ausbreitung	Strategie
A	1	1	Hoch	-	-	Keulen
B	1	1	Hoch	-	-	Beobachten
C	1	1	Niedrig	-	-	Keulen
D	1	1	Niedrig	-	-	Beobachten
E	2	2	Hoch	3 Tage	-	Keulen
F	2	2	Hoch	3 Tage	-	Beobachten
G	2	2	Hoch	10 Tage	-	Keulen
H	2	2	Hoch	10 Tage	-	Beobachten
I	2	2	Hoch	20 Tage	-	Keulen
K	2	2	Hoch	20 Tage	-	Beobachten
L	2	2	Niedrig	3 Tage	-	Keulen
M	2	2	Niedrig	3 Tage	-	Beobachten
N	2	2	Niedrig	10 Tage	-	Keulen
O	2	2	Niedrig	10 Tage	-	Beobachten
P	2	2	Niedrig	20 Tage	-	Keulen
Q	2	2	Niedrig	20 Tage	-	Beobachten
R	3	2	Hoch	-	Anderer LK	Keulen
S	3	2	Hoch	-	Anderer LK	Beobachten
T	3	2	Hoch	-	Anderes BL	Keulen
U	3	2	Hoch	-	Anderes BL	Beobachten
V	3	2	Niedrig	-	Anderer LK	Keulen
W	3	2	Niedrig	-	Anderer LK	Beobachten
X	3	2	Niedrig	-	Anderes BL	Keulen
Y	3	2	Niedrig	-	Anderes BL	Beobachten

Tabelle 1: Beschreibung der Szenarien

Aus Tabelle 1 ist zusammenfassend ersichtlich, in welcher Reihenfolge die einzelnen Szenarien berechnet werden, welche Annahmen ihnen zugrunde liegen und welchem Typ sie zuzuordnen sind. Bevor alternative Szenarien definiert und berechnet werden können, müssen die im Seuchenfall entstehenden Kosten analysiert und quantifiziert werden. Unterteilt werden die Kosten dazu in die folgenden vier Blöcke und nach aktuellen Zahlen aus dem Jahr 2012 berechnet:

- Block 1: Kosten der amtlichen Bekämpfung (z.B. Entschädigungen)
- Block 2: Kosten direkt betroffener Betriebe (mit Schweinepest infizierte sowie nicht infizierte, aber gekeulte Betriebe)

<sup>1</sup> Ein Kontaktbetrieb ist ein Betrieb, in den die KSP aufgrund des Standortes, durch Personen, Schweine oder z.B. Fahrzeuge eingeschleppt worden sein könnte [Eu01].

- Block 3: Kosten indirekt betroffener Betriebe (Betriebe, die nicht mit dem Virus infiziert und nicht gekeult worden sind, denen jedoch Kosten durch die Lage innerhalb von Restriktionsgebieten entstehen)
- Block 4: Sonstige Kosten im Agribusiness (Kosten der Betriebe, die nicht in Restriktionsgebieten liegen, sowie Kosten weiterer der Wertschöpfungskette Schwein angehörender Unternehmen)

Für die Berechnung der im Folgenden analysierten Szenarien musste eine Vielzahl von Annahmen getroffen werden. In allen Szenarien kommt es nach einem Seuchenausbruch dazu, dass in einem Radius von 3 km um einen von einem Seuchenausbruch betroffenen Betrieb ein Sperrbezirk und in einem Radius von 10 km ein Beobachtungsgebiet eingerichtet werden. Für alle Schweine innerhalb des Sperrbezirkes wird ein Verbringungsverbot für 28 Tage und im Beobachtungsgebiet für 21 Tage angeordnet [Gr12]. Betrachtet werden insgesamt 24 Szenarien, die sich drei verschiedenen Szenario-Typen zuordnen lassen. In Typ 1-Szenarien kommt es nur zu einem Ausbruch von KSP. Bei Typ 2 gibt es zwei KSP-Ausbrüche; somit spielt zusätzlich der Faktor Zeit eine Rolle. Hier entsteht nach 3,10 bzw. 20 Tagen ein Folgeausbruch im Beobachtungsgebiet des Primärausbruches. Bei Typ 3 spielt die geographische Entfernung beim Folgeausbruch eine entscheidende Rolle. Hier ist das Seuchengeschehen nicht mehr lokal begrenzt, d.h. das zweite Restriktionsgebiet befindet sich in einem anderen Landkreis (LK) oder sogar in einem anderen Bundesland (BL). Bei der Viehdichte wird in den folgenden Szenarien immer zwischen einer hohen Viehdichte mit 600 und einer niedrigen Viehdichte mit 300 Schweinen je km<sup>2</sup> gerechnet. Der Wert für die hohe Viehdichte entspricht etwa den Tierzahlen für den Kreis Borken als Region mit intensiver Schweinehaltung in Nordrhein-Westfalen. Zudem wird zwischen den alternativen Bekämpfungsstrategien „Keulen“ und „Beobachten“ differenziert. Alle verwendeten Daten beziehen sich auf das Jahr 2010, da für dieses Jahr die meisten Daten bereits vollständig vorliegen.

### 3 Ergebnisse

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der in dieser Arbeit berechneten Szenarien dargestellt. Dabei zeigen die einzelnen Säulen sowohl den durch das Seuchengeschehen verursachten Gesamtschaden als auch den Anteil der einzelnen Kostenblöcke.

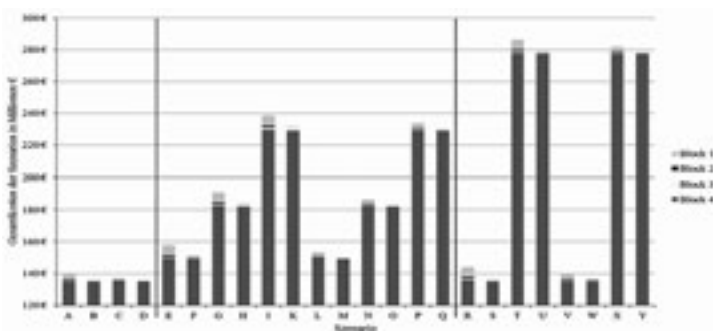


Abbildung 1: Gesamtkosten der Szenarien und Anteile der einzelnen Kostenblöcke

Die Kosten der Szenarien vom Typ 1 sind im Vergleich zu denen der beiden anderen Szenario-Typen niedriger. Bei den Szenarien vom Typ 2 kommt es zu einer Steigerung der Gesamtkosten durch eine Verlängerung des Seuchengeschehens und eine zeitliche Verlängerung der Einrichtung von Restriktionsgebieten durch einen Folgeausbruch. Ebenso steigen die Kosten, besonders in Block 4, bei zeitlich verzögerten Folgeausbrüchen von 3/10/20 Tagen. Bei Typ 3 nimmt der Gesamtschaden zu, da das Seuchengeschehen nicht mehr regional beschränkt auftritt und dadurch die Exportrestriktionen in Drittländer steigen und der Schweinepreis im Inland stärker sinkt.

## 4 Handlungsempfehlung und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass keine der Strategien „Keulen“ oder „Beobachten“ der jeweils anderen grundsätzlich überlegen ist. Im Allgemeinen ist jedoch festzustellen, dass drei Punkte beachtet werden müssen, wenn die Kosten eines Seuchenausbruchs möglichst niedrig gehalten werden sollen. Erstens sollte die Seuche möglichst kurz andauern, zweitens sollte eine geographische Ausbreitung verhindert werden, und drittens sollte eine Strategie zur Bekämpfung der Seuche möglichst schnell beschlossen und umgesetzt werden. Um dies gewährleisten zu können, sollen die Ergebnisse dieser Berechnungen als Grundlage für die Entwicklung eines IT-basierten (Gruppen-)Entscheidungsunterstützungssystems dienen [Ge93], das unter Berücksichtigung der wichtigsten bestimmenden Kosten und der individuellen Gegebenheiten einer Seuche die zu erwartenden kurz- und langfristigen Gesamtschäden analysiert. Wichtig dabei ist, dass auch die verschiedenen Bekämpfungsstrategien berücksichtigt werden. Mithilfe eines solchen Systems können die zuständigen Behörden im Seuchenfall die verschiedenen Szenarien und Strategien nicht nur unter epidemiologischen, sondern auch unter ökonomischen Gesichtspunkten bewerten, einen Zeitgewinn realisieren und dadurch insgesamt die Seuchenbekämpfung optimieren.

## Literaturverzeichnis

- [Eu01] EU-Richtlinie. Richtlinie 2001/89/EG der Rates über Maßnahmen der Gemeinschaft zur Bekämpfung der Klassischen Schweinepest, 23. Oktober 2001.
- [Ge93] Geibel, R.: Computergestützte Gruppenarbeit Die Förderung von Gruppenentscheidungen durch „Group Decision Support Systems“. Stuttgart, 1993.
- [Gr12] Groeneveld, A.: Expertengespräch (Telefon) mit J. Lubig. Göttingen, 03-07/2012.
- [Hi10] Hirsch, B.: Effizientes Management von Tierseuchen: Eine Analyse externer Effekte und asymmetrischer Informationen. Hamburg, 2010.
- [HN08] Hirsch, B.; Nell, M.: Anreizkompatibilität von Entschädigungssystemen für Kosten und Verluste aus Tierseuchenausbrüchen in der Europäischen Union. Schmollers Jahrbuch, 2008, 2(128), S. 261-289.
- [Ja06] Jaeger, F.: Vortrag zum Thema: Bekämpfungsmanagement: Maßnahmen aus Sicht des Landes. ZDS-Fachtagung „Eckpunkte zur Schweinepest-Bekämpfung“, 12.12.2006.
- [Mo08] Moennig, V.: Sind Alternativen zum Töten im Tierseuchenfall in Sicht? In J. R. Aschenbach, G. Gäbel, & A. Dauschies (Hrsg.), Proceedings 4. Leipziger Tierärztekongress, Schwerpunkt Tierseuchenbekämpfung/Tierschutz. Leipzig, 2008, S. 93.

# Die Simulation von Winterweizenerträgen in Thüringen unter Verwendung von meteorologischen Daten unterschiedlicher räumlicher Auflösung

Claas Nendel, Ralf Wieland, Wilfried Mirschel, Xenia Specka,  
Kurt Christian Kersebaum

Institut für Landschaftssystemanalyse  
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung  
Eberswalder Straße 84  
15374 Müncheberg  
nendel@zalf.de  
rwieland@zalf.de  
wmirschel@zalf.de  
specka@zalf.de  
ckersebaum@zalf.de

**Abstract:** Für den Freistaat Thüringen (16,172 km<sup>2</sup>) wurden räumlich hochaufgelöste Simulationen mit dem dynamische Agrarökosystemmodell MONICA unter Verwendung von Wetterdaten mit hoher, mittlerer und niedriger Informationsdichte mit durchschnittlich auf Kreisebene gemessenen Winterweizenerträgen aus den Jahren 1992 – 2010 (6.7 t ha<sup>-1</sup>) verglichen. Unter Verwendung von Daten einer einzelnen Wetterstation wurde ein mittlerer Ertrag von 7.0 t ha<sup>-1</sup> simuliert, bei mittlerer Informationsdichte wurde jedoch ein augenscheinlich besseres Ergebnis (6.6 t ha<sup>-1</sup>) erzielt. Diese Ergebnisse kamen jedoch zustande, weil eine teilweise schlechte räumliche Zuordnung der Wetterinformation durch ein generelles Überschätzen der Praxiserträge durch MONICA aufgehoben wurde. Die Eliminierung des Zuordnungsfehlers bei hoher Informationsdichte erbrachte 7.4 t ha<sup>-1</sup> und wurde insgesamt als beste Simulation beurteilt. Aufgrund dieser Einschätzung wird die notwendige Bias-Korrektur des an Experimentaldaten kalibrierten Modells zur Darstellung von Praxiserträgen in der Region Thüringen mit 0.7 t ha<sup>-1</sup> beziffert.

## 1 Einleitung

Pflanzenwachstumsmodelle sind ein weit verbreitetes Werkzeug um landwirtschaftliche Erträge unter möglichen Szenarien des Klima- und Landnutzungswandels zu simulieren. Der ihnen anhaftende Vorhersagefehler addiert sich zu der Bandbreite an Unsicherheit, die bereits aus der Verwendung von globalen Klimamodellen und den entsprechenden Skalierungsmethoden in Klimawandelstudien herrührt. Ein Teil dieses Vorhersagefehlers ist in der Unsicherheit der Eingabevariablen begründet, insbesondere in Fällen, in denen Boden-, Pflanzen- und Wetterdaten für die mit dem Modell simulierte Region nicht repräsentativ sind. Ein zusätzlicher, systematischer Vorhersagefehler ergibt sich aus der

Verwendung eines an Experimentaldaten auf der Feldskala kalibrierten Simulationsmodells für die Simulation von regionalen Daten. Da die Produktionssituation von landwirtschaftlichen Kulturen im Experiment im Allgemeinen günstiger ist als in der Praxis, überschätzen derart kalibrierte Modelle den Durchschnittsertrag einer Region, so dass das Simulationsergebnis nachträglich korrigiert werden muss [HJ00]. Alternativ sind, je nach Modelltyp und Skalierungsansatz auch Anpassungen der Eingangsdaten oder der Modellparameter denkbar.

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, (i) den Effekt der Verwendung von Wetterdaten unterschiedlicher räumlicher Auflösung als Antrieb für ein an Felddaten kalibriertes Simulationsmodell auf das Simulationsergebnis für eine Region zu untersuchen und (ii) die erwartete Überschätzung des regionalen Winterweizenertrags durch das Modell zu quantifizieren.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Simulationsdesign**

Für den Freistaat Thüringen (16,172 km<sup>2</sup>) wurden räumlich hochaufgelöste (100m × 100m) Simulationen mit dem dynamischen Agrarökosystemmodell MONICA [Ne11] durchgeführt. Die Eingabeinformation für Bodeneigenschaften und mittlere Grundwasserflurabstände wurde aus der BÜK 1000 extrahiert. Ein digitales Geländemodell lieferte außerdem Höhen- und Hangneigungsinformation. MONICA wurde mit Wetterdaten hoher, mittlerer und niedriger Informationsdichte angetrieben. Wetterdaten hoher Informationsdichte wurden von 14 Wetterstationen und 58 Niederschlagsstationen geliefert. Die Klimadaten wurden interpoliert und höhenkorrigiert. Für die mittlere Informationsdichte wurde für alle Variablen jeweils die nächstliegende von 14 Wetterstationen verwendet (Thiessen-Polygone). Die niedrigste Informationsdichte wurde unter Verwendung von nur einer Wetterstation (Erfurt-Bindersleben, 50° 58' 49" N, 10° 58' 12" E, 307m) für den gesamten Freistaat erreicht. Die Simulationen wurden jeweils mit den durchschnittlich auf Kreisebene gemessenen Winterweizenerträgen aus den Jahren 1992 – 2010 verglichen. Das MONICA-Modell wurde dabei ohne vorhergehende Kalibrierung an lokalen Daten verwendet.

### **2.2 MONICA**

MONICA [Ne11] ist ein dynamisches, prozess-orientiertes Simulationsmodell, das den Transport und die biochemische Umsetzung von Kohlenstoff, Stickstoff und Wasser in Agrarökosystemen beschreibt. Zu diesem Zweck werden in Zeitschritten von einem Tag die wichtigsten Prozesse im Boden und in der Pflanze mechanistisch abgebildet und auf eine Weise miteinander verknüpft, dass Rückkopplungen der einzelnen Prozesse möglichst naturnah wiedergegeben werden. MONICA arbeitet eindimensional und umfasst einen räumlichen Ausschnitt von etwa 1 m<sup>2</sup> Fläche bei einer Profiltiefe von 2 m. Eine umfassende Dokumentation des Modells findet sich bei [NS12].

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Studie ergab, dass unter Verwendung einer einzelnen Wetterstation ein mittlerer Ertrag simuliert wurde, der mit  $7.0 \text{ t ha}^{-1}$  bereits sehr nah am langfristig beobachteten Durchschnittsertrag von  $6.7 \text{ t ha}^{-1}$  lag, während die Verwendung mittlerer Informationsdichte ein augenscheinlich noch besseres Ergebnis lieferte ( $6.6 \text{ t ha}^{-1}$ , Abb. 1). Diese Ergebnisse kamen jedoch zustande, weil eine teilweise schlechte räumliche Zuordnung der Wetterinformation durch ein generelles Überschätzen der Praxiserträge durch MONICA aufgehoben wurde. Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Unstetigkeit der Ertragsverteilung in der Fläche an den jeweiligen Grenzen der Thiessen-Polygone. Die Eliminierung des Zuordnungsfehlers (hohe Informationsdichte) erbrachte  $7.4 \text{ t ha}^{-1}$ , und wurde insgesamt als beste Simulation beurteilt. Die Abweichung des an Experimentaldaten kalibrierten Modells von den Praxiserträgen wird dadurch begründet, dass MONICA zwar ertragsdefinierende (Strahlung, Temperatur,  $\text{CO}_2$ , physiologische Eigenschaften) und -limitierende (Wasser-, Nährstoffdargebot), nicht jedoch ertragsreduzierende Faktoren (Krankheiten, Schädlinge, Erntetechnik, -logistik, etc.) berücksichtigt [VR97], welche im Praxisbetrieb eher zum Tragen kommen. Sie könnte mittels Bias-Korrektur einfach behoben werden. Für Winterweizen in Thüringen ergibt demnach sich eine Bias-Korrektur von  $-0.7 \text{ t ha}^{-1}$ .

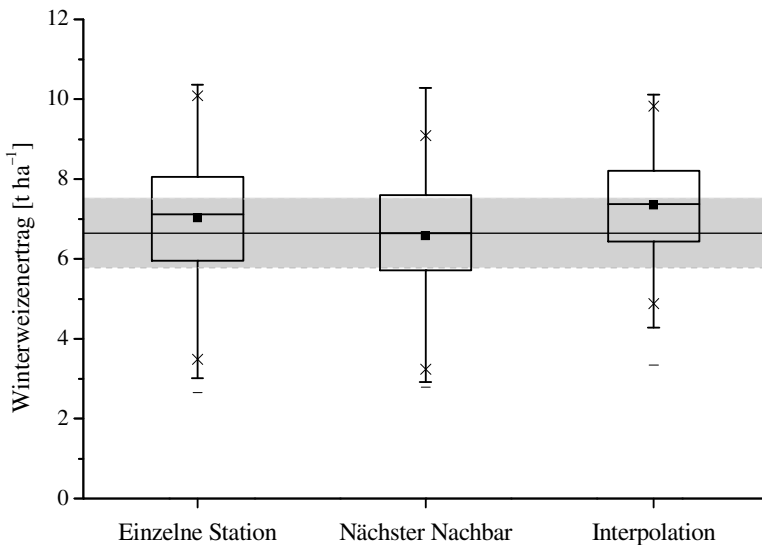


Abbildung 1: Box-Plot der mit MONICA für den Zeitraum 1992–2010 simulierten Winterweizen-erträge, im Durchschnitt über 17 Landkreise Thüringens. Verwendet wurden Wetterdaten von einer Station (links), von der jeweils nächsten von 14 Wetterstationen (Mitte) sowie interpolierte und höhenkorrigierte Wetterdaten von 14 Stationen und 58 Regenmessern (rechts). Die schwarze Linie und das graue Band repräsentieren den Mittelwert und die Standardabweichung der Thüringischen Landesstatistik.



Abbildung 2: 50 × 50m-Simulation des durchschnittlichen Winterweizenetrags der Jahre 1992–2010 in Thüringen mit MONICA unter Verwendung der jeweils nächsten von 14 Wetterstationen.

## Literaturverzeichnis

- [HJ00] Hansen, J.W.; Jones, J.W.: Scaling-up crop models for climate variability applications. *Agr. Syst.* 65, 43–72, 2000
- [Ne11] Nendel, C.; Berg, M.; Kersebaum, K.C.; Mirschel, W.; Specka, X.; Wegehenkel, M.; Wenkel, K.O.; Wieland, R.: The MONICA model: Testing predictability for crop growth, soil moisture and nitrogen dynamics. *Ecol. Model.* 222 (9), 1614–1625, 2011.
- [NS12] Nendel C.; Specka, X.: <http://monica.agrosystem-models.com>, 2012.
- [VR97] Van Ittersum, M.K.; Rabbinge, R.: Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input/output combinations. *Field Crop. Res.* 52, 197–208, 1997.

# Ökonomik von Körnererbsen in Wertschöpfungsketten am Beispiel von Pasta

Antonia Nette, Andreas Meyer-Aurich

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.  
Abteilung Technikbewertung und Stoffkreisläufe  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
anette@atb-potsdam.de

**Abstract:** Die Wertschöpfungskette für die Produktion von Pasta wird dargestellt, wobei Erbsenproteinisolat als Substitut für das herkömmlich eingesetzte Hühner-eiweiß zum Einsatz kommen soll. Es erfolgt eine Berechnung der Kosten mit und ohne den Einsatz des Isolates. Des Weiteren werden Empfehlungen aufgezeigt, die zu einer Veränderung der Kosten beitragen könnten.

## 1 Einleitung

Als wertvolle pflanzliche Eiweißlieferanten werden weltweit jedes Jahr verschiedenste Arten von Körnerleguminosen angebaut. Der Anbau von Erbsen, Ackerbohnen oder Lupinen findet zu einem großen Teil in Kanada sowie der EU statt. Insgesamt betrug die im Jahr 2001/02 global geerntete Menge an Hülsenfrüchten 53,6 Millionen Tonnen [Sc02]. Allerdings zeigte sich in den vergangenen Jahren in einzelnen EU-Ländern ein Rückgang im Anbau von Körnerleguminosen [Sa09]. Laut Literatur werden unter anderem schwankende Erträge sowie schlechte Marktpreise als Gründe hierfür angegeben. Zu geringe Eiweißgehalte und die unter anderem für Flatulenzen verantwortlichen anti-nutritiven Faktoren (ANFs) sind bisher für einen begrenzten Einsatz in der Human- und Tierernährung verantwortlich [JJK07].

Ein vermehrter Einsatz heimischer Körnerleguminosen wie Erbsen oder Ackerbohnen in Lebensmitteln könnte zu einer Steigerung des Leguminosenanbaues beitragen. Dies ist mit Hilfe von züchterischen und technischen Veränderungen in Form von Innovationen entlang der Wertschöpfungskette umsetzbar, da diese Erneuerungen zu höheren Eiweißgehalten und den für die Gesundheit relevanten phenolischen Verbindungen führen. Ebenfalls könnte durch Veränderungen der Proteinstruktur sowie der Entfernung anti-nutritiver Faktoren die Einsatzfähigkeit in der Lebens- oder Futtermittelindustrie gesteigert werden [RSS11].

Für einen ökonomisch sinnvollen Einsatz dieser züchterischen und technischen Innovationen ist es jedoch notwendig, vorab genaue Kenntnisse über die an der Wertschöpf-



fungskette beteiligten Prozessschritte zu haben. Ferner ist herauszuarbeiten, wie hoch die Produktionskosten der jeweiligen Prozessabschnitte mit und ohne den Einsatz von Körnererbsen sind.

2 Methode

Wie hoch die Wertschöpfung von Körnererbsen bei der Veredelung ist, ist mit Hilfe einer wirtschaftlichen Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette möglich. Dabei werden einzelne Prozessschritte, hier am Beispiel einer mit Erbsenproteinisolat erzeugten Teigware, betrachtet und diese mit der herkömmlichen Teigware (ohne Erbsenproteinisolat) verglichen. An Hand der Wertschöpfungskette kann später eine produktbezogene Wertschöpfungsberechnung erfolgen. Dafür sind die Verkaufserlöse sowie anfallende Prozesskosten für die Berechnung der erzielten Deckungsbeiträge der jeweiligen Verarbeitungsschritte vorab zu ermitteln. Durch Multiplikation mit Produktionskosten kann dann eine Aussage zu den Umsätzen in den jeweiligen Prozessabschnitten getroffen werden. Eine Ermittlung und Bewertung der am stärksten an der Produktveredelung beteiligten Prozessschritte ist somit möglich. Des Weiteren können Aussagen darüber getroffen werden, wo ein Einsatz von züchterischen und technischen Innovationen sinnvoll ist und wie diese sich auf die Wertschöpfung auswirken könnten.

Diese Arbeit soll zum einen die Wertschöpfungskette für die Erzeugung von herkömmlichen Teigwaren liefern und zum anderen aufzeigen, ob der Einsatz von Erbsenisolat in Teigwaren derzeit sinnvoll ist. Dafür soll zunächst eine Berechnung für den Prozessschritt „Pasta-Produktion“ vorgenommen werden.

3 Ergebnisse

Die Produktion von Teigwaren erfolgt in mehreren Verarbeitungsschritten, wobei jeder Verarbeitungsschritt eine Veredelung des zuvor gelieferten Stoffes bewirkt und ihn somit mit einem höheren Wert an den nachfolgenden Prozessschritt weiterleitet. Der damit erzielte Wertzuwachs wird auch als Wertschöpfung bezeichnet [Ho99].

Die nachfolgende Abbildung (Abb.1) stellt die Wertschöpfungskette eines Pastaproduktes, das heißt vom Landwirt bis hin zum Verbraucher, dar.

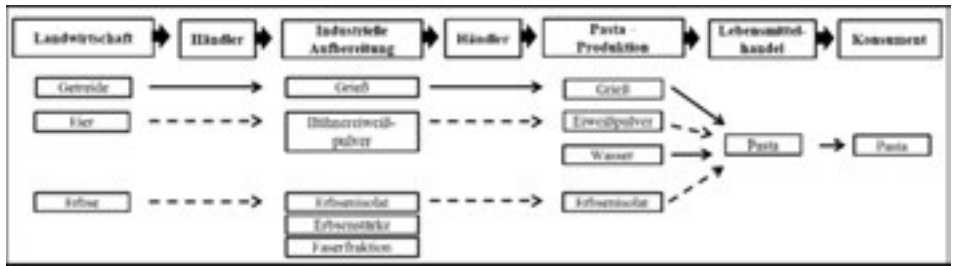


Abbildung 1: Wertschöpfungskette von Pasta (eigene Darstellung)

Die für die Erzeugung eines neuen Pastaproduktes austauschbaren Komponenten sind mit gestrichelten Pfeilen in der Wertschöpfungskette gekennzeichnet. Komponenten, die nicht austauschbar sind, wie Grieß, werden mit durchgehenden Pfeilen dargestellt.

Die derzeit gängigen Pastaprodukte bestehen zumeist aus Grieß, Wasser und Hühnereiweiß. Doch ein verändertes Gesundheitsbewusstsein bei den Verbrauchern stellt die Lebensmittelindustrien vor immer neue Herausforderungen. Produkte mit hohen, meist pflanzlichen Eiweißgehalten werden verstärkt nachgefragt. Als Alternative zu den bisher eingesetzten tierischen Eiweißen in der Pastaproduktion ist der Einsatz von hochkonzentrierten Eiweißen aus Erbsen, sogenannte Erbsenproteinisolate, zu nennen [RSS11]. Die nachfolgende Tabelle zeigt, ob Erbsenisolat als Substitut für das bisher eingesetzte tierische Eiweiß aus ökonomischer Sicht in Frage kommt oder nicht. Bei den angegebenen Werten handelt es sich in Anlehnung an die Arbeit von Panno et al. um geschätzte Werte, da derzeit noch keine für den Markt zugängigen Produkte mit Erbsenproteinisolat existieren [PMD07].

	<b>Pasta ohne Erbsenisolat</b>	<b>Pasta mit Erbsenisolat</b>
Verkaufspreis (€/t)	4.100	4.100
Materialkosten (€/t)	339	339
davon Hühnereiweiß (€/t)	260	
davon Erbsenproteinisolat (€/t)		875
Personalkosten (€/t)	109	109
Energiekosten (€/t)	47	47
Verpackungskosten (€/t)	23	23
Gesamtkosten(€/t)	778	1.393
<b>Deckungsbeitrag (€/t)</b>	<b>3.322</b>	<b>2.707</b>

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Deckungsbeiträge von Pastaerzeugnissen mit und ohne den Zusatz von Erbsenproteinisolat in €/t (modifiziert nach PMD07, Ka12)

Die in der Tabelle angegebenen Verkaufspreise wurden von derzeit gängigen Marktpreisen von Pastaprodukten abgeleitet [Ri10]. Der Verkaufspreis für beide Pastaprodukte beträgt bei einem Verkaufspreispreis von 2,05€ pro 500g Packung rund 4.100 €/t. Allerdings liegt der Einkaufspreis für das Erbsenproteinisolat mit einem Preis von 875 €/t deutlich höher als der für das derzeit eingesetzten Hühnereiweiß (260 €/t). Dementsprechend sind die Gesamtkosten für die erbsenproteinhaltigen Produkte höher als die der herkömmlichen Pastaprodukte. Der Deckungsbeitrag liegt bei 3.322 €/t für die Pastaerzeugung ohne Erbseneiweißisolat und bei 2.707 €/t für die mit Isolat angereicherten Teigwaren.

## 4 Schlussfolgerung

Um die höheren Gesamtkosten für die mit Erbseneiweißisolat erzeugten Pastaprodukte auszugleichen, ist zum einen ein höherer Verkaufspreis von ca. 2,40€ pro 500g anzusetzen. Des Weiteren könnten Veränderungen im Bereich der industriellen Aufbereitung zu einer Veränderung der Erbseneiweißisolat-Zusammensetzung führen. Beispielsweise kommt es bei einer Behandlung von Körnerleguminosen mit Hilfe von Ultrafiltrationsanlagen zu einer Verkürzung der Prozesszeit sowie zu einer höheren Eiweißausbeute innerhalb des Prozesses. Auch werden für die Weiterverarbeitung notwendige Parameter, wie Schaum- oder Emulsionsbildung, im Gegensatz zu anderen Extraktionsverfahren verbessert [DGW11, MTD12].

## Literaturverzeichnis

- [DGW11] Dong, X.-Y.; Guo, L.-L.; Wei, F.; Li, J.-F.; Jiang, M.-L.; Li, G.-M.; Zhao, Y.-D.: Some characteristics and functional properties of rapeseed protein prepared by ultrasonication, ultrafiltration and isoelectric precipitation. *Journal of the science of food and agriculture*, 91(8), 2011; S. 1488–1498.
- [Ho99] Hollstein, A.: Mengenströme und Wertschöpfung im deutschen Getreidesektor. [www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Gewisola99/Posterhollstein.pdf](http://www.uni-kiel.de/agrarmarketing/Gewisola99/Posterhollstein.pdf); 1999.
- [JJK07] Jürgens, H. U.; Jansen G.; Kuhlmann, J.: Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau- Variabilität wichtiger Inhaltsstoffe in Abhängigkeit vom Standort. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 2007; S. 3–6.
- [Ka12] Kage, F.: Erbsenproteinisolate- mögliche Einsatzmengen. Nuthetal- OT Bergholz-Rehbrücke; 2012.
- [MTD12] Mondor, M.; Tuyishime, O.; Drolet, H.: Production of pea protein concentrates by ultrafiltration: Influence of hollow-fibre module. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 14, 2012; S. 135–138. doi:10.1016/j.ifset.2012.02.003.
- [PMD07] Panno, D.; Messineo, A.; Dispenza, A.: Cogeneration plant in a pasta factory: Energy saving and environmental benefits. *Energy*, 32(5), 2007; S. 746–754. doi:10.1016/j.energy.2006.06.004.
- [RSS11] Rohn, S.; Schäfer, B.; Schreiner, M.; Stahl, U.; Knorr, D.; Schlüter, O.; Schneeweiß, R.: LeguAN- Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskonzepte für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung, 2011.
- [Sa09] Sass, O.: Marktsituation und züchterische Aktivitäten bei Ackerbohnen und Körnererbsen in der EU Themenheft Leguminosen. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(9), 2009; S. 306–308.
- [Sc02] Schneider, A. V. C.: Overview of the market and consumption of pulses in Europe. *The British journal of nutrition*, 88 Suppl. 3, March 2007; S. 243–250.
- [Ri10] Teigwaren Riesa GmbH: Teigwaren Riesa GmbH. <http://www.teigwaren-riesa.com/de/unternehmen/wir-ueber-uns>, 2010.

# Integrated Software Tool for Processing Accountancy Data Information at EU Level – An Application of GGIG

Sebastian Neuenfeldt, Alexander Gocht

Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Institut für Ländliche Räume  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig  
sebastian.neuenfeldt@vti.bund.de  
alexander.gocht@vti.bund.de

**Abstract:** The FADN (farm accountancy data network) provides farm accountancy data to determine and analyse income of agricultural holdings. The underlying data base has to be prepared for properly assessing the impacts of EU policy changes and market developments on agricultural income. This article presents the FADN data mining tool that reads and converts the given data for analysing the data itself and processing the data for further analysis. This tool is extendable and usable without software development skills, is free and open source and handles large data sets in an efficient and user-friendly way. It applies GAMS for aggregation, comparison, calculation, as well as for estimation of desired indicators that feed economic models.

## 1 Introduction

This article is based on the deliverable 4.1 [Ne12] of the EU project “FADNTOOL - Integrating Econometric and Mathematical Programming Models into an Amendable Policy and Market Analysis Tool using FADN Database”. It aims to assess the economic impacts of EU policy changes and market developments on farmers and the whole economy. The FADN provides accountancy data to determine income and business analysis of agricultural holdings. The data base represents about 6,400,000 farms for the EU-27 and is a source of micro-economic data, which is harmonized using bookkeeping standards. Approximately, 1,000 variables are collected and transmitted by each member state (MS). The data comprises physical and structural (crop area, livestock numbers, etc.) data as well as economic and financial data (sales, assets, subsidies, etc.). The aim of this article is to present the developed software concept, which should first process and read the FADN data base, second, enables the user to convert and aggregate the data suitable for building up estimation approaches and mathematical programming models for analyzing supply behaviour in the EU. The article starts explaining the structure and coverage of the utilized FADN data set to understand the software concept requirements. We proceed with an overview of the FADN data mining tool and draw some conclusions.

## 2 FADN accountancy framework and underlying data base

The FADN was constituted in 1965 (Council Regulation 79/65). Derived from national surveys, FADN is the only source of micro-economic data that is harmonized using bookkeeping standards across the EU-27. The FADN sample does not cover all agricultural holdings, but only those, which, due to their size, are considered to be commercial. The methodology applied attempts to provide representative data along three dimensions: FADN region, economic size, and type of farming. The accounting and recording standards of the FADN are specified under EU regulations, but the data is collected by MS organizations.

The underlying data base consists of the EU-27 MS for 1990-2008. Since 1990, 274,000 farms contributed to the network in different years. Table 1 summarizes some indicators obtained from the FADN data base. In 1990, 57,615 farms represented a population of 4.15 million farms. These numbers increased due to the enlargement of the EU to 78,137 farms and a population of 4.95 million farms. The ongoing process of structural change is reflected by the declining number of farms if corrected by the enlargement effect. As a result, the average farm size increased from 20 ESU<sup>1</sup> in 1990 to 30 ESU in 2008. This figure fluctuates at the aggregated EU level, due to the inclusion of Austria, Finland, Sweden and East of Germany in 1995, the enlargement in 2004 by the EU-10, and in 2007 by the EU-2. It is further influenced by the continuous increase of applied thresholds, defining the minimum size of a farm considered in the sample, which varies according to the agricultural structure from one country to another.

	1990	1993	1996	1999	2002	2005	2008
Farms represented	4,152,997	3,834,367	3,844,146	3,669,180	3,042,444	4,136,547	4,954,812
Sample farms	57,615	56,529	58,347	58,599	58,487	76,555	78,137
Average ESU	20	23	27	31	38	33	30
Utilised agricultural area (UAA) in million ha	93	93	111	111	107	139	158
Rented UAA % share on UAA	47	46	50	50	52	51	53

Table 1: Summary FADN data base for the EU-27 over selected years

## 3 The FADN data mining tool

The data of the FADN data base is provided in a comma separated values (CSV) file format by DG-AGRI. Each file comprises data for a certain country and year. The FADN data mining tool aims to test and verify the quality and consistency of the underlying data base. This requires an integrated software tool, which can be extended and

<sup>1</sup> European size unit, abbreviated as ESU, is a standard gross margin of EUR 1 200 that is used to express the economic size of an agricultural holding or farm. (see [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Glossary:Economic\\_size](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Glossary:Economic_size))

used by project partners without software development skills and should therefore be free or open source and handle large data for processing and comparison as well as to be capable to use GAMS for extraction, aggregation, calculating of indicators and estimating parameters for mathematical programming models.

These requirements are met with the following software tools. A publicly available Java program transforms each CSV file into a GDX file format [Go09] which is the input (and output) file format for the FADN data mining tool. The structure of the FADN data mining tool is illustrated in Figure 1. It is based on the GAMS Graphical Interface Generator (GGIG) [Br10, Br11], that generates a graphical user interface (GUI). The user operates the GUI which uses text files that have a project specific layout. The GGIG and the GUI start user-defined GAMS programs and generate GAMS compatible meta data.

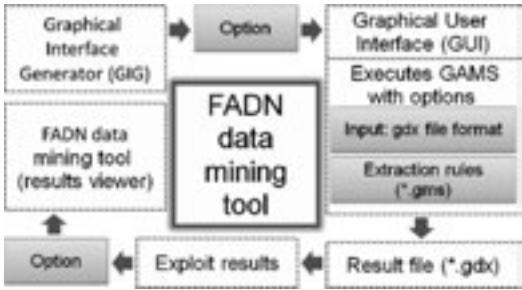


Figure 1: Illustration of the software tools integration

The resulting files are written in the GDX file format and can be viewed in a user-friendly and efficient way in the FADN data mining tool (results viewer) in predefined tables (Figure 2), figures and maps of NUTS II regions for MS or the EU. This tool is also capable to compare the extracted data between regions, years or generated indicators.



Figure 2: Screenshot of the predefined tables (Source: FADN data mining tool)

The user can access the original FADN data base for all countries and years for a selection of variables as a “FADN exploitation task”. The user defines which information is needed and starts the task “extraction rules” with the program (GAMS file), in which the extraction rules are implemented. The extraction rules are closely defined to the informa-

tion needed for the mathematical programming models and “transform” the data from the accountancy tables of FADN data base into the parameterization of farm models. Therefore, indicators for crop and animal production activities, costs, subsidies and income are extracted. The GDX results file is displayable and capable in the results viewer. To provide an overview of the rules and to detect possible problems in the data, the FADN data mining tool also aggregates, in addition to the single farm level, all indicators at different regional levels such as farm type, ESU, NUTS II, MS and EU. For an analysis at the farm level, a heat map was implemented in the FADN data mining tool together with a ranking routine, which can be used to analyze the complete sample of farms of a certain indicator over time.

Although we can apply all the extraction rules at farm level, the resulting 1.7 Giga Byte file cannot be loaded and viewed in the results viewer. To avoid this, a separate file is written with all information for all countries and years excluding farm level information. This can be used to analyze the effects EU-wide. Detected problems can then be analyzed either for a certain year or MS. To process the extraction rules in an acceptable execution time, parallel processing was applied and a run for all farms, countries, and years takes less than 1.5 hours. All the results are stored in a GDX file format, which can easily be accessed as input by other partners. The predefined views in the FADN data mining tool are structured to allow the data to be analyzed by pivoting, sorting, and applying descriptive statistics.

## 4 Further developments and conclusion

Within the FADNTOOL project it is foreseen to extend the FADN data mining tool with a work step component, which estimates variable input costs. This component takes the results files as input data. Furthermore, it is planned to host the farm simulation engine within the setting. Because the gathered information of each user is needed to solve economic issues, the data mining tool is intended to be also capable to use output from other software (econometric packages, etc.) and to produce input for other software.

In summary, the FADN data mining tool is intended to guide and support the user in selecting the desired data to be analyzed, in proofing the consistency, in viewing the extracted data in lists, figures or maps and finally in using the data for further analysis like mathematical models.

## References

- [Br10] Britz, W.: GGIG Graphical Interface Generator. Technical documentation. Bonn, 2010.
- [Br11] Britz, W.: The Graphical User Interface for CAPRI – version 2011. Bonn, 2011.
- [Go09] Gocht, A.: FADN to GDX. Technical documentation. Braunschweig, 2009.
- [Ne12] Neuenfeldt, S., Gocht, A., Karagiannis, G., Stefanou, S.: A Handbook on the use of FADN Database in Programming Models. FADNTOOL Project. Deliverable 4.1. Braunschweig, 2012. (forthcoming)

# **Sprachgestützte mobile Felddatenerfassung in der Landwirtschaft und Agrarforschung – Softwareplattformen und Anwendungsbeispiele**

Dirk Nordwig

dawin gmbh  
Belgische Allee 50  
53842 Troisdorf  
nordwig@dawin.de

**Abstract:** Eine sprachgestützte Datenerfassungstechnologie für mobile Arbeitskräfte ist praxistauglich und bietet eine Reihe von ökonomischen und prozessbezogenen Vorteilen: Erhöhung der Datenqualität, drastische Reduzierung des Erfassungsaufwandes sowie Konzentration auf den wesentlichen Arbeitsinhalt.

## **1 Einführung anhand eines Anwendungsbeispiels**

Anhand eines kurzen Videos (ca. 1 min) wird in die Thematik eingeführt: Vorgestellt wird die sprachgestützte Erfassung von Bonituren in Gewächshaus- und Feldversuchen im Rahmen der Entwicklung und Zulassung neuer Agrochemikalien eines großen deutschen Chemieunternehmens. Die Massenerfassung der Versuchsdaten im Excel-Format erfolgt durch den Anwender im Sprachdialog. Ebenso ist die Steuerung der Eingabe in das Versuchsformular als auch die Behandlung von Sonderfällen bei der Einschätzung der Versuchsobjekte mit einfachen Sprachkommandos möglich.

Diese in verschiedenen Nationalsprachen (DE, EN, FR) verfügbare Anwendung bewirkt eine erhebliche Einsparung von Arbeitszeit und sichert eine hohe Datenqualität der Bonituren durch individuell auf den Boniturationablauf abgestimmte Eingaberoutinen und Plausibilitätsprüfungen.

## **2 Sprachtechnologie in der mobilen Felddatenerfassung**

Sprachtechnologie in der mobilen Datenerfassung unterscheidet sich grundlegend von anderen klassischen Anwendungsgebieten der Sprachtechnologie, wie z.B. Freitext-Diktiersystemen oder Telefon-Dialoglösungen:

- Die Sprachdialoge sind benutzerunabhängig, eine Anwendung setzt das spezielle Training eines individuellen Sprachprofils nicht notwendig voraus. Damit



sind diese Systeme sehr schnell für beliebige Anwender einsatzbereit.

- Lokale Mundarten und Dialekte (z.B. bayerisch, sächsisch, österreichisch) werden vom System toleriert und beeinträchtigen nicht die Erkennungsgenauigkeit und Datenqualität.
- Die Sprachtechnologie ist - abgestimmt mit der verwendeten Audiohardware - extrem robust gegenüber Störgeräuschen, die naturgemäß in der industriellen und landwirtschaftlichen Praxis vorkommen: Maschinen- und Verkehrslärm, Windböen im Außenbereich oder der Kollege im Gespräch nebenan.
- Die Dialoge sind auf eine Datenerfassung „hands-free – eyes-free“ abgestimmt: Der Sprachdialog lässt sich je nach Anwenderwunsch und Erfahrung individuell einstellen: Er enthält akustische Hilfen, Hinweise bei Eingabefehlern sowie eine Orientierung im individuellen Eingabeschema. Der anfänglich kontrollierende Blick auf das Display des Erfassungsgerätes kann nach kurzer Eingewöhnungsphase entfallen.

### **3 Technische Voraussetzungen für die sprachgestützte Erfassung**

Die technischen Voraussetzungen für die sprachgestützte Erfassung gestatten einen weiten Spielraum – alle Geräte wie moderne Laptops, Tablet-PCs, klassische IndustriepDAs bis hin zu Smartphones mit den Betriebssystemen Windows 7, 8 oder WinMobile (WinCE) sind geeignet.

Wichtig ist die Verwendung passender Audiohardware – hier werden höherwertige kabelgebundene oder auch kabellose Headsets mit integrierter Nebengeräuschunterdrückung eingesetzt. Wenn - bedingt durch den konkreten Anwendungsfall - eine kabellose Verbindung des Headsets mit dem mobilen Erfassungsgerät zweckmäßig ist, so hat die DECT-Technologie der drahtlosen Übertragung der Audio-Signale gegenüber klassischen Bluetooth-Systemen eindeutige Vorteile.

### **4 dawin-Checkmaster® – eine flexible Softwareplattform zur mobilen und sprachgestützten Erfassung von Felddaten**

Der dawin checkMaster ist eine flexible Softwarelösung zur mobilen und sprachgestützten Erfassung von Felddaten auf verschiedenen Hardwareplattformen. dawin checkMaster gestattet die generische Gestaltung der Erfassungsmasken und Dialoge nach individuellem Anwenderbedarf und stellt sowohl die Schnittstellen als auch die Synchronisierungstechnologie zu den verschiedensten (geografisch entfernten) Backendsystemen zur Verfügung.

dawin checkMaster ist modular aufgebaut und kann je nach Anwenderbedürfnis zusammengestellt werden. Die wichtigsten Komponenten sind:

- Der *dawin checkMaster-Designer* ist das Tool zur Gestaltung und Strukturierung der individuellen Erfassungsmasken (Checklisten). Der Anwender kann hier die verschiedensten Datenformate (klassische Datenbankformate, 2D / 3D Barcode, RFID bis hin zu Metadaten wie Foto, PDF-Dokument, elektronischer Unterschrift oder zertifizierten Identifikationsverfahren) in seine individuelle Erfassungsmaske aufnehmen und den Ablauf der Datenerfassung (Zwangseingaben, bedingte Abläufe etc.) gestalten.

Mit dem -Designer kann der Anwender auch seinen Sprachdialog für die Erfassung bedürfnisgerecht und flexibel gestalten; so sind alternative Kommandos, Synonyme und erklärende Sprachausgaben des Systems möglich.

Programmierkenntnisse sind bei der Arbeit mit dem Designer nicht erforderlich. Notwendig ist allerdings ein vertieftes und strukturiertes Wissen über die Arbeitsabläufe bei der Datenerfassung und über die entsprechenden vor- und nachgelagerten Prozesse.

- Der *dawin checkMaster-Mobile Client* ist die Softwarekomponente, welche die Arbeit mit den individuellen Erfassungsmasken/Checklisten auf dem oder den mobilen Geräte(en) bei der Datenerfassung ermöglicht.

Durch den mobilen Client werden auch die Sprachdialoge in der jeweiligen Nationalsprache lokal umgesetzt. Mobile Clients sind für die verschiedenen Klassen (Windows X, WinMobile, eingeschränkt WinCE) mobiler Geräte verfügbar.

- Das *dawin checkMaster-Managementcenter* stellt Funktionen zur Synchronisation der Daten zwischen den eingesetzten mobilen Geräten und dem jeweiligen Backendsystem des Anwenders zur Verfügung

Erfassungsaufgaben können z.B. auf einzelne dedizierte Geräte verteilt und die erfassten Daten über eine Schnittstelle (CSV-Format, Excel-Format) für die jeweiligen Backendsysteme zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus verfügt das CM-Managementcenter über weitreichende Möglichkeiten zur Datenaufbereitung, Strukturierung und Komprimierung vor dem Export.

Vorstellung eines weiteren Anwendungsbeispiels – sprachgestützte mobile Datenerfassung mit *dawin checkMaster* in einem kurzen Video (ca. 2 min).

## 5 Weitere Beispiele und Ausblick der künftigen Entwicklungen

Die Anwendung der sprachgestützten mobilen Datenerfassung beschränkt sich selbstverständlich nicht nur auf biologische, landwirtschaftliche oder boden- und standortbezogene Aufgaben. Weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen

- bei der Unterstützung und Dokumentation von Wartungen und Instandsetzungen,

- bei der Erfassung und Bewertung von beweglichem oder immobilien Inventar oder
- bei der Dokumentation von diversen Kontroll- und Prüfaufgaben

in den unterschiedlichsten Branchen.

Neben der generischen Plattform dawin checkMaster steht die mobile Sprachtechnologie auch als Software-Development-Kit (SDK) zur Verfügung und kann für die Sprachaktivierung vorhandener Software sowie bei der Entwicklung neuer sprachgesteuerter Produkte von den entsprechenden Anbietern verwendet werden.

Die dawin gmbh beobachtet sehr aufmerksam die aktuellen Entwicklungen der mobilen IT-Technologie und ist bereits auf eine Erweiterung des Einsatzspektrums ihrer Sprachtechnologie und des dawin checkMasters auf weiteren Plattformen (Android, ggf. IOS) vorbereitet.

Darüber hinaus befindet sich derzeit eine servergestützte Lösung in der industriellen Erprobung, welche die komfortable Datenerfassung mit herkömmlichen Telefonen (Festnetz, Mobiltelefon) ermöglicht. Auf den ausschließlichen Sprachdialog abgestimmte Erfassungsroutinen ermöglichen hier den Verzicht auf eine grafische Benutzeroberfläche auf dem mobilen Endgerät (Telefon). Damit steht eine interessante Alternative zur mobilen Datenerfassung ohne eine eventuell notwendige Investition in zusätzliche mobile Datenerfassungsgeräte zur Verfügung.

# Visualisierung von Clustern in multivariaten Daten unter Einsatz von R

Georg Ohmayer, Michael Sieger

Fakultät für Gartenbau und Lebensmitteltechnologie  
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)  
Am Staudengarten 10  
85354 Freising  
georg.ohmayer@hswt.de

**Abstract:** Es wird gezeigt, wie die Ergebnisse verschiedener Cluster-Methoden für multivariate Daten mit Darstellungstechniken visualisiert und damit besser interpretiert werden können. Zu diesem Zweck wurde von den Autoren das Package *VisuClust* für das freie Statistik-System R entwickelt.

## 1 Einleitung und Hintergrund

Unter dem Oberbegriff Clusteranalyse sind zahlreiche Verfahren zur Suche nach eventuell vorhandenen Clustern (Gruppen von ähnlichen Beobachtungen) in multivariaten Daten bekannt. Zur Visualisierung der Ergebnisse werden aber meist nur die bekannten Dendrogramme verwendet, welche allerdings die komplexen Ähnlichkeitsverhältnisse der Beobachtungen nur eindimensional, d.h. sehr häufig unzureichend, abbilden können.

Um die Beschreibung der Methoden zu veranschaulichen, wird ein einfacher Datensatz, bestehend aus den 4 wichtigsten Inhaltsstoffen der Milchen von 20 Lebewesen, verwendet (siehe Tab. 1). Dieser Datensatz ist Teil der schon in [OS1985] verwendeten Daten.

Tab. 1: Beispiels-Datensatz  
„Milch-Inhaltsstoffe“

	Fett	Eiweiß	Laktose	Asche
Mensch	3,8	1,0	7,0	0,2
Orang-Utan	3,5	1,5	6,0	0,2
Schimpanse	3,7	1,2	7,0	0,2
Pavian	5,0	1,6	7,3	0,3
Esel	1,4	2,0	7,4	0,5
Pferd	1,9	2,5	6,2	0,5
Kamel	5,4	3,9	5,1	0,7
Rind	3,7	3,4	4,8	0,7
Ziege	4,5	2,9	4,1	0,8
Schaf	7,4	5,5	4,8	1,0
Hund	12,9	7,9	3,1	1,2
Wolf	9,6	9,2	3,4	1,2
Schakal	10,5	10,0	3,0	1,2
Braunbär	22,6	7,9	2,1	1,4
Eisbär	33,1	10,9	0,3	1,4
Biber	11,7	8,1	2,6	1,1
Ratte	10,3	8,4	2,6	1,3
Maus	13,1	9,0	3,0	1,3
Buckelwal	33,0	12,5	1,1	1,6
Delphin	33,0	6,8	1,1	0,7

## 2 Kurzbeschreibung der statistischen Verfahren

Die meisten Clusterverfahren setzen die Berechnung von Distanzwerten  $d_{ij}$  für gegebene multivariate Beobachtungen  $i, j$  (jeweils  $\leq n$ ) voraus. Je nach Art der Daten stehen dafür verschiedene Distanzmaße zur Verfügung (nach Euklid, Manhattan, Mahalanobis etc.). Mit dem Paket *VisuClust* können Ergebnisse von Clustermethoden visualisiert werden, sofern sie entweder vom Typ „disjunkt“ (jede Beobachtung gehört zu genau einem von  $m$  Clustern) oder vom Typ „fuzzy“ (unscharf: für jede Beobachtung  $i$  liegt ein Vektor  $u_i$  vor, wobei die Komponente  $u_{ic}$  mit  $c = 1, \dots, m$  die Zugehörigkeit der  $i$ -ten Beobachtung zum Cluster  $c$  mit der Maßgabe  $\sum u_{ic} = 1$  angibt).

Disjunkte Gruppierungen liefern einerseits die bekannten hierarchischen Verfahren, sofern die gewünschte Clusteranzahl  $m$  vorgegeben wird, oder beispielsweise auch die sog. Austauschverfahren. Verwendbare R-Routinen hierzu sind *hclust*, *kmeans* u.a. aus dem R-Package *cluster*.

Basis der zu beschreibenden Visualisierung ist die Methode „Nichtlineare Abbildung (NLM = NonLinear Mapping) nach SAMMON“ [Sa1969], mit deren Hilfe alle Beobachtungen so in einer Ebene dargestellt werden, dass die Abstandsverhältnisse im multivariaten Raum bestmöglich approximiert werden. Im NLM-Diagramm können dann zunächst die Ergebnisse der Clusterung durch farbliche Kennzeichnung der Cluster gekennzeichnet werden. Zusätzlich werden dann durch die Eintragung von Verbindungen zwischen allen ähnlichen Beobachtungspaaren einerseits die Homogenität der Cluster und andererseits auch Ähnlichkeiten zwischen den Clustern visualisiert. Wenn dabei für verschiedene Schranken  $t_k$  im NLM-Diagramm alle Punktpaare  $(i, j)$ , für die  $(d_{ij} \leq t_1$  bzw.  $t_1 < d_{ij} \leq t_2$  usw.) gilt, mit unterschiedlichen Linierungen verbunden werden, entsteht ein sog. Vernetzungsdiagramm (Linkage Map).

In Abb. 1 wird beispielhaft ein solches Vernetzungsdiagramm gezeigt. Dabei wird deutlich, dass i.w. 4 Cluster vorhanden sind (I: Mensch, Primaten, Esel Pferd; II: Rind, Ziege, Schaf, Kamel; III: Biber bis Wolf; IV: Eisbär, Buckelwal), während der Delphin ziemlich isoliert mit geringen Ähnlichkeiten zu den Clustern III, IV und der Braunbär zwischen den Clustern II bis IV liegt.

Eine Schätzung der Dichtefunktion für die Distanzen  $d_{ij}$  – beispielsweise mit der Methode „Kerndichteschätzung“ über die R-Routine *density* – kann bei der Suche nach den optimalen Grenzen  $t_k$  (= Täler in der Dichtefunktion) helfen, um die Cluster im Vernetzungsdiagramm zu detektieren (siehe Beispiel in Abb. 2). Die *VisuClust*-Routine *LinkageMap* ermöglicht dem Nutzer über Schieber für die Parameter  $t_k$  eine dynamische Generierung solcher Vernetzungsdiagramme. Dabei ist zu empfehlen, die über die Dichteschätzung gewonnenen Werte  $t_k$  noch zu variieren, um die Cluster in den Daten und ihre Beziehungen zueinander möglichst gut sichtbar zu machen.

253

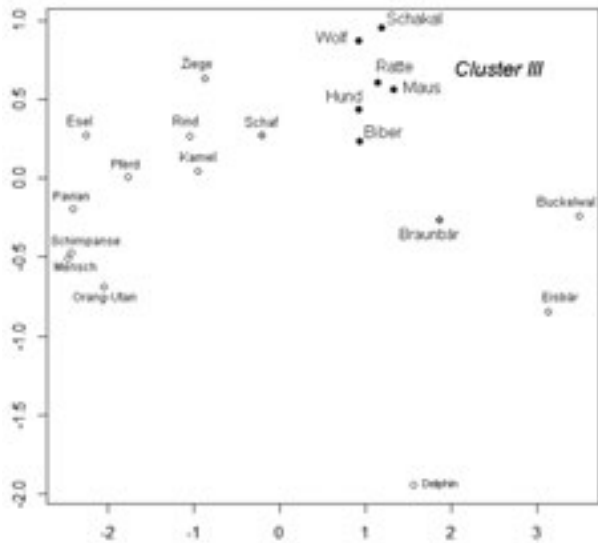


Abb. 3: FuzzyPlot für  
den Cluster III  
der Milch-Daten

### 3 Das R-Package *VisuClust* und potenzielle Einsatzbereiche

Wie viele andere R-Packages kann *VisuClust* mit folgenden R-Befehlen von einem der CRAN-Server<sup>1</sup> installiert und die Routinen verfügbar gemacht werden:

`install.packages("VisuClust")` und `library(VisuClust)`

Über `example(VisuClust)` erhält der Nutzer das hier beschriebene Demobeispiel „Milch-Daten“. Die Befehle `help(LinkageMap)` bzw. `help(FuzzyPlot)` beschreiben und erläutern jeweils die Reihenfolge und die Bedeutung der notwendigen bzw. optionalen Parameter der beiden *VisuClust*-Routinen.

Mögliche Einsatzgebiete von *LinkageMap* und *FuzzyPlot* im Agrarbereich reichen beispielsweise von züchterischen Fragestellungen, bei denen die genetischen Verwandtschaftsbeziehungen von Pflanzen-Gattungen/–Arten oder Tier-Rassen dargestellt werden sollen, bis hin zu sozio-ökonomischen Studien, in denen spezifische Betriebstypen oder charakteristische Führungsstile ermittelt werden sollen.

### Literaturverzeichnis

- [He11] Hellbrück, R.: Angewandte Statistik mit R – Eine Einführung für Ökonomen und Sozialwissenschaftler, 2. Auflage. Gabler Verlag Wiesbaden, 2011, S. 215 ff.
- [OS85] Ohmayer, G.; Seiler, H.: Numerische Gruppierung und graphische Darstellung von Daten – Ein Methodenvergleich. EDV in Medizin und Biologie 16 (2), 1985, S. 65-73.
- [Sa69] Sammon, J.W.: A Nonlinear Mapping for Data Structure Analysis. IEEE Transactions on Computers, C-18, 1969, S. 401-409.

<sup>1</sup> CRAN steht für "Comprehensive R Archive Network" und bezeichnet ein Netzwerk von Servern mit identischem Angebot von Download-Möglichkeiten (Programm, Packages, Informationen) zum System R.

# Mit dem DLQ-Datenportal und dem Datenprotokoll ISO-agriNET in die Zukunft der Datenkommunikation

Folkert Onken <sup>1</sup>, Ralf Köstler <sup>2</sup>, Christian Paulsen <sup>2</sup>, Andreas Werner <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Deutscher Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen e.V.  
Adenauerallee 174  
53113 Bonn  
folkert.onken@dlq-web.de

<sup>2</sup> LKV Nordrhein-Westfalen  
Bischofstr. 85  
47809 Krefeld  
koestler@lkv-nrw.de  
paulsen@lkv-nrw.de

<sup>3</sup> LKV Baden-Württemberg  
Heinrich-Baumann-Str. 1-3  
70190 Stuttgart  
awerner@lkvbw.de

**Abstract:** Für den automatisierten Datenaustausch wurde auf der Grundlage von ISOagriNET das DLQ-Datenportal entwickelt. Hiermit kann die Datenkommunikation zwischen Rechenzentren, landwirtschaftlichen Betrieben und der Industrie in Echtzeit realisiert werden. Für die beteiligten Partner bietet sich die Möglichkeit, aus den relevanten Daten Informationen für ein effizientes Herdenmanagement in den landwirtschaftlichen Betrieben zu generieren.

## 1 Einleitung

In Deutschland verarbeiten mehrere regional tätige Rechenzentren die Daten aus der Leistungsprüfung und stellen dem Milcherzeuger die aufbereiteten Daten zur Verfügung. Diese Rechenzentren sind Mitglied im Deutschen Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen (DLQ). Zwischen den Rechenzentren ist ein funktionierender Datenaustausch unerlässlich, damit beispielsweise bei einem Wechsel von Rindern zwischen den Regionen deren Daten störungsfrei übermittelt werden. Darüber hinaus werden die Daten zwecks Herdbuchführung und Zuchtwertschätzung an das entsprechende nationale Rechenzentrum gesendet und die dort plausibilisierten Daten bzw. geschätzten Werte werden den Milcherzeugern auf dem umgekehrten Weg zur Verfügung gestellt.

Auf der Milcherzeugerseite ist ein rasantes Größenwachstum der Herden zu verzeichnen.





Nach intensiven und ausführlichen Recherchen und den gewonnen Erfahrungen erfolgte die Neuentwicklung auf der Grundlage des Datenübertragungsprotokolls ISOagriNET. Das ISOagriNET-Protokoll ist ein ISO-Standard (ISO 17532) für den Stall und Internet. Dieser Standard setzt die Erfolgsgeschichte des ADIS/ADED (ISO 1787 und ISO 1788 1-3) fort, welcher sich in millionenfach übertragenen Datensätzen widerspiegelt. Über dieses Portal ist es möglich, den Datenaustausch zwischen den Kommunikationspartnern auf international anerkannter Basis durchzuführen.

Die Vorteile der verwendeten Protokolle liegen im Vorhandensein von Funktionen, die eine automatische Kommunikation zulassen sowie der Rückgriff auf ein Data Dictionary, welches die Beschreibung der Datenelemente enthält und so eine gemeinsame Entwicklung und Datenaustausch ermöglicht. Darüber hinaus liegen aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit dieser Kommunikation vor [NS12].

### **3 DLQ-Datenportal**

Nach den zahlreichen Implementierungen des ISOagriNET im Schweinebereich wird mit dem DLQ-Datenportal eine umfassende Anwendung auf dem Gebiet der Milcherzeugung angeboten. Dabei ist unter dem DLQ-Datenportal eine Plattform zu verstehen, welche den Austausch von Daten und Informationen in automatisierter Form erlaubt, wobei eine Kommunikation in beide Richtungen möglich ist. Das bedeutet, dass eine erfolgreiche Datenübertragung eine Bestätigung bekommt, eine fehlerhafte erhält umgehend eine entsprechende Mitteilung auch zu einzelnen unstimmigen Inhalten. Das gezielte Abrufen von einzelnen Daten und Informationen bei gegebener Berechtigung ist ebenso möglich, wie die Massen-Datenübertragung.

Somit ist unter dem Begriff „DLQ-Datenportal“ (vgl. auch [KGHV12]) nicht eine Plattform zu verstehen, auf der über den Internetbrowser mittels Benutzerbedienung bestimmte Aktionen erfolgen, sondern ein „stiller Arbeiter“ im Hintergrund, der die Datenkommunikation automatisch und effizient erledigt.

Ein Ziel bei der Entwicklung des Datenportals, welche in Kooperation mehrerer Landeskontrollverbände (LKV) innerhalb der DLQ vorgenommen wurde, ist es vorhandene, anerkannte Standards einzusetzen, wie das Internetprotokoll (TCP/IP) und das ISOagriNET, um damit für alle möglichen Anwender und Anwendungen offen zu sein. Dabei sollen zukünftige Trends im Bereich der Datenkommunikation im Auge behalten werden, um Investitionssicherheit zu gewährleisten. Weitergehende Überlegungen bestehen bereits in Richtung XML-ADED.

Durch die gemeinsame Entwicklung des sogenannten „DLQ-Datenportal-Frameworks“ konnten Entwicklungsressourcen gebündelt und eine breite Basis an Erfahrungen in dieses Framework einfließen. So ist es gelungen effektiv und zielgerichtet vorzugehen und hat so eine offen Struktur vorgelegt, die eine Anpassung des Portals in die individuelle IT-Infrastruktur des interessierten Anwenders ermöglicht. Dabei soll durch die Standardisierung der Vorgänge die Ablösung arbeitsintensiver Prozesse bei allen Kommunikationspartnern erreicht werden.

Mit der Bereitstellung von entsprechenden Portalclients durch den DLQ sollen die Möglichkeiten einer einfachen Portalintegration in Anwendersoftware, beispielsweise in Herdenmanagementprogramme, auch im landwirtschaftlichen Unternehmen erzielt werden. Damit können viele der derzeit im Einsatz befindlichen Kommunikationswege und proprietäre Übertragungswege durch den Einsatz des DLQ-Datenportals mit der Implementierung des Clients vor Ort im landwirtschaftlichen Unternehmen entfallen. Durch eine möglichst weite Verbreitung unter den Kommunikationspartnern kanalisiert sich die Datenkommunikation.

## 4 Anwendung

Derzeit befinden sich bereits Datenportale in den LKVs im Einsatz, die maßgeblich an der Entwicklung des DLQ-Datenportal-Frameworks beteiligt waren. So werden Portalserver in den LKVs der Länder Baden-Württemberg und Bayern im Rahmen des Gesundheitsmonitoring eingesetzt, im LKV Nordrhein-Westfalen zur Kommunikation unter anderem mit den mobilen Datenerfassungsgeräten. Die Bereitstellung eines Forschungsservers auf der Basis des DLQ-DP-Frameworks steht bevor.

Das DLQ-Datenportal ist vom Konzept her nicht allein auf den Datenaustausch zwischen Rechenzentren, den LKV und den Milcherzeugern beschränkt. Es steht allen im Netzwerk (Abbildung 1) beteiligten gleichermaßen zur Verfügung. Als Beispiele sind Molkereien, Zertifizierungsstellen und Anbieter von Stalltechnik zu nennen.

Mit der Entwicklung des „DLQ-Datenportal“ und der Bereitstellung des Portal-Frameworks über die DLQ ist ein neuer Weg in der Datenkommunikation beschritten worden. Dieser hat seine Wurzeln in den jahrzehntelangen Erfahrungen beim Einsatz von internationalen Standards wie ADIS/ADED in Milcherzeugung, der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung. Das DLQ-Datenportal ist eine Antwort auf die Anforderungen, welche die Zeit an die Datenkommunikation zwischen den Partnern in der Milcherzeugung stellt.

## Literaturverzeichnis

- [GSW06]Giebler P.; Spilke J.; Walther P.; Daenecke R.: „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ eZAI (1) 2/2006 GIL, 2006.
- [KGH12]Kirchhof A.; Gurzki T.; Hinderer H.; Vlachakis J.: „Was ist ein Portal?“ – Definition und Einsatz von Unternehmensportalen"[http://pub-379.bi.fraunhofer.de/Images/Was\\_ist\\_ein\\_Portal\\_tcm379-129040.pdf](http://pub-379.bi.fraunhofer.de/Images/Was_ist_ein_Portal_tcm379-129040.pdf), zuletzt gesehen 2012-10-31.
- [NS12] Nordmann, S.; Spilke J.: „Vergleich von Laufzeiten und Umfang der Datenübertragung für die Formate XML und ADIS bei unterschiedlichen SOAP Übertragungsverfahren“, Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, 2012.

# LP-gestützte operative Optimal-Planung von Biogasbetrieben

Andreas Otte, Johannes Steffens, Hans-Hennig Sundermeier

Institut für Agrarökonomie  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
24098 Kiel  
hsundermeier@lbv-net.de

**Abstract:** In Biogasbetrieben werden mengenmäßig mehr oder weniger stark begrenzte Substratvorräte zur Gas- oder Stromproduktion eingesetzt. Aus der quantitativen Begrenztheit ergibt sich auf betrieblicher Ebene ein zeitliches Allokationsproblem, da die Substrate unter Berücksichtigung der fallspezifischen technischen, biologischen und wirtschaftlichen Einflussfaktoren im Zeitverlauf möglichst optimal verwertet werden sollen. Der Beitrag beschreibt die Entwicklung eines operativen Planungsmodells auf Basis der Linearen Programmierung sowie die Ergebnisse erster ökonomischer Optimierungskalkulationen unter verschiedenen Preis- und Mengenannahmen. Die Ergebnisse dieser Testrechnungen weichen zum Teil erheblich von praktizierten Gewohnheiten zur Anlagenführung ab.

## 1 Einleitung und Problemstellung

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, letzte Novellierung 2012) und das Stromeinspeisungsgesetz von 1991 bilden die wirtschaftliche bzw. rechtliche Basis für die dezentrale Stromproduktion aus Biogas. Die Zahl der Biogasanlagen ist im letzten Jahrzehnt stark gestiegen und liegt derzeit im Bundesgebiet bei etwa 7.500 Anlagen. Begünstigt wurde der Biogasanlagenboom u. a. auch durch Phasen relativ niedriger Preise für Agrarprodukte, in denen der Anbau von Biogas-Substrat-Pflanzen (vorwiegend Silomais) wirtschaftlich sehr attraktiv war. Durch zunehmende Anlagendichte, steigende Preise für Agrarprodukte, unterschiedliche vertragliche Bindung der Substratlieferanten an die Biogasbetriebe und unterschiedliches Management-Knowhow wurde manche monetäre Annahme zum Anlagenbetrieb inzwischen hinfällig.

Biogasbetriebe scheinen betriebswirtschaftlich relativ einfach strukturiert: aus wenigen Produktionsmitteln (im Wesentlichen Gärsubstrate und Hilfsstoffe) entstehen in einer stationären Anlage wenige „Produkte“: Gas, Strom, Wärme und Gärreste. Der Stromabsatz ist mit gesetzlich garantierten Einspeisevergütungen langfristig gesichert; für die übrigen Produkte und eingesetzten Produktionsmittel bestehen jedoch Beschaffungs- und Absatzrisiken, Preis-, Mengen- und Qualitätsschwankungen sowie Verwertungsabhängigkeiten durch Anlagen- und Kapazitätsgrenzen. Obligatorische Substratbeschaffung und Gärrestabgabe verstärken den Wettbewerb um betriebsnahe Flächen; zeitliche Aus-

lastung und wirtschaftlich effizienter Betrieb der Biogasanlagen werden zu betriebswirtschaftlich anspruchsvollen Führungsaufgaben.

Im Zuge der Anlagenverbreitung entstanden neben speziellen Entscheidungshilfen für das Investitionskalkül, für die logistische Optimierung, für die biologisch-technische Prozessoptimierung der Biogasanlagen auch spezielle Auswertungssysteme zur Finanzbuchführung und für das Benchmarking von Biogasbetrieben. Produktionswirtschaftliche Entscheidungshilfen über situationsspezifische maximale Zukaufs- und minimale Verkaufspreise von Substraten, Abgabepreise von Gärresten bzw. über die monetäre Verwertung der Substrate in der Biogasanlage sind dagegen seltener. Eine kurzfristige operative Planungshilfe, die wie der nachfolgend vorgestellte Optimalplanungsansatz mit Hilfe Linearer Programmierung insbesondere das intertemporale Allokationsproblem über die Zeit adressiert (wann werden welche Substratmengen in Abhängigkeit von aktuellen situationsspezifischen wirtschaftlichen und technischen Parametern eingesetzt?) ist den Autoren nicht bekannt.

## **2 Modellkonstituenten für eine operative Optimal-Planung**

Im Normalfall sind eine gleich bleibende Beschickung, eine hohe Auslastung und möglichst unterbrechungsarmer Betrieb der Biogasanlage anzustreben. Wie soll jedoch ein Anlagenbetreiber reagieren, wenn Mengen, Preise und Qualitäten der Substratversorgung durch Missernten oder regionale Überangebote schwanken? Bei welchen Mindestpreisen ist der Verkauf von Substratvorräten wirtschaftlich günstiger als die Verwertung in der eigenen Anlage? In welchem Umfang sollte die Gasproduktion ggfs. gedrosselt werden, um in einer Mangelsituation Substrate nicht überteuert zukaufen zu müssen? Zu welchen Maximalpreisen und in welchem Umfang ist der Einsatz temporärer lokaler Substratangebote vorteilhaft? In welchen Grenzen (Abnahmevergütung bzw. Verkaufspreis) ist die Gärrestabnahme wirtschaftlich sinnvoll?

Anlagengröße, Fermentervolumen, Kapazität von Nachgärbehälter und Gärrestlager sowie Auslegung des/der BHKWs bilden die Eckpunkte für den einzelbetrieblichen Aktionsraum im Biogasbetrieb. Zentrale Abbildungsgegenstände sind die prozessbiologischen Restriktionen (Raumbelastung, hydraulische Verweilzeit), die biologisch-technischen Eigenschaften der eingesetzten Substrate, elektrische und thermische Wirkungsgrade, die physikalischen Restriktionen wie Eigenwärmebedarf und Fließfähigkeit der Fermenterflüssigkeit, Vorräte, Einsatzmengen, Qualitäten und ggfs. Preise der einzusetzenden Substrate, Vergütungen bzw. Kosten abzusetzender Gärreste, Biogasproduktion, Stromverkauf, Reparaturkosten sowie Wärmeproduktion und –verkauf. Die Zielfunktion maximiert den erzielbaren Einnahmen-Ausgaben-Überschuss.

Die o. g. Modellkonstituenten wurden in einem mehrperiodigen, deterministischen linearen Optimierungsmodell berücksichtigt. Der hier zur Verfügung stehende Platz erlaubt auch nicht annäherungsweise eine vollständige Wiedergabe des Gleichungssystems. Einige Eckdaten einer prototypisch abgebildeten Nassgäranlage mit Vor-Ort-Verstromung mögen den Optimierungsgegenstand veranschaulichen: 526 kW elektrische Leistung, 3.810 m<sup>3</sup> nutzbares Gärvolumen, 4.994 m<sup>3</sup> Endlagervolumen, Lagerfläche für feste

Substrate bis zu 15.000 t FM, Lagerraum für flüssige Substrate bis zu 1.500 t FM; als Substrate kommen Mais, Gras, GPS sowie Rindergülle zum Einsatz.

Phänomene mit offensichtlich nichtlinearen Beziehungen (z. B. Überlauf- und Raumbelastungsverluste) wurden in Intervalle separiert und linear approximiert. Binäre Hilfsvariablen stellen sicher, dass nur jeweils ein Intervall berücksichtigt wird. Die Annahmen zur Stromvergütung basieren auf dem EEG 2009.

Der Planungshorizont beträgt maximal ein Jahr, wobei wir eine Periode vom 1.12. bis zum 30.11. als sinnvoll erachten (Zeitpunkt des Siloanbruchs der neuen Ernte). Die Planungsperiode wird anschaulich in die Kalendermonate unterteilt, so dass auch jahreszeitliche Parameteränderungen (z. B. der Substratpreise, des Eigenwärmebedarfs, der Wärmevergütung) berücksichtigt werden können. Transferaktivitäten und Hilfsrestriktionen bilden periodenübergreifende Zusammenhänge ab. Damit die Optimalplanung zu jedem beliebigen Zeitpunkt – etwa nach Bekanntwerden neuer Marktdaten – einsetzbar ist, ist eine Momentaufnahme des jeweils aktuellen Anlagenzustandes in einem „Startvektor“ notwendig. Im Normalfall ist zum Planungsende eine Fortsetzung des laufenden Betriebs anzunehmen; diese ist ebenfalls in einem „Endvektor“ abzubilden. Das vorstehend skizzierte Gleichungssystem des Optimierungsmodells – die Detaildarstellung beschreibt Otte [Ot12] – wurde in zusammenhängenden Excel-Tabellen realisiert und erreicht bei 12-monatigem Planungshorizont eine Größenordnung von ca. 700 Aktivitäten und 600 Restriktionen. Bei den Test- und Szenariokalkulationen kam ein kommerzieller LP-Lösungsalgorithmus (Frontline Solver Pro) zum Einsatz.

### 3 Ergebnisaufbereitung

Die nicht weiter aufbereiteten Ergebnis- und Sensitivitätsberichte erreichen bei derartigen Matrixgrößen schnell einen Umfang von über 50 A4-Seiten: Derartige „Monsterberichte“ sind schwer zu lesen und der Betriebsleitungspraxis nicht zumutbar. In einem weiteren Projektteil entwickelte Steffens [St12] eine leicht verständliche Zusammenfassung der relevanten Ergebnisse auf einem Faltblatt im A3-Format (vier A4-Seiten). Dieser „Planungs-Report“ für Anlagenbetreiber basiert ebenfalls auf Excel-Makros, liest aus den Ergebnis- und Sensitivitätsberichten die wichtigsten Daten aus und bereitet sie in übersichtlichen Tabellen und Diagrammen auf.

Das Deckblatt enthält die Daten zur Identifizierung des Planungsfalls sowie die technischen Daten zur Anlage und zum Betrieb. Der Hauptteil des „Planungs-Reports“ enthält im A3-Querformat für jeden einzelnen Monat der Planungsperiode die Einsatzmengen der Substrate, der Prozesswärme und des Eigenstromverbrauchs, die Lagerbestände, Arten und Mengen der Zu- und Verkäufe, Strom-, Wärme- und Gärrestproduktion, Kennzahlen zum Gärprozess (Verweilzeit, Raumbelastung, Biogasausbeute) und zum BHKW (Arbeitsausnutzung), monetäre Leistungen und variable Kosten sowie den Deckungsbeitrag pro Monat bzw. kumuliert. Die Annahmen zum Wärmekonzept, zur Ausgangssituation („Startvektor“) und zum angestrebten Endzustand („Endvektor“) vervollständigen die Darstellung. Die Rückseite des Faltblatts gibt Auskunft über kritische Substratpreise (maximale Zukaufspreise, minimale Verkaufspreise).

## 4 Ergebnisse der Szenarienkalkulation und Fazit

Erste Testrechnungen [St12] ergaben: Bei niedrigem Preisniveau für Substrate wird die Anlage wie erwartet unter Volllast betrieben. Bei steigenden Substratpreisen wird die Anlage sukzessiv in ihrer Leistung gedrosselt: das Modell empfiehlt, wie stark und wie lange die Leistung der Anlage reduziert werden soll.

Die kritischen Substratpreise geben für jeden Monat an, zu welchen Konditionen Substrate zugekauft werden könnten, um den Deckungsbeitrag der Anlage zu steigern. Würden Substrate zu höheren Preisen beschafft, sänke der Deckungsbeitrag. Der Betreiber müsste trotz höherer Stromproduktion auf Deckungsbeitrag verzichten. Die kritischen Substratpreise werden für alle Substrate berechnet; somit helfen sie dem Betreiber bei der Frage, bei welcher Preiskonstellation die Substitution eines Substrats durch ein anderes, unter Berücksichtigung sämtlicher Einflussfaktoren, wirtschaftlich sinnvoll wäre. Mit Hilfe einer parametrischen Programmierung, bei der der Preis für Maissilage sukzessiv gesenkt wurde, konnte ein typischer Substitutionsprozess verdeutlicht werden.

Zusammenfassend ist festzustellen: Problemauffassung und Methodenwahl führten zu einer praktikablen Abbildung des Planungsproblems. Die entwickelte Entscheidungshilfe scheint sich zur Lösung praktischer Planungsprobleme zu eignen. Bisher wurde zunächst ein Prototyp dieser Planungshilfe für typische Praxisfälle (EEG 2009, ca. 500 kW BGA, etc.) erstellt. Eine Erweiterung des Planungsmodells für weitere EEGs und andere Anlagentypen (z. B. Gaseinspeisung) und –größen steht noch aus. Der hierfür notwendige Entwicklungsaufwand scheint gerechtfertigt. Die Dateneingabe des Planers hat vor allem in Bezug auf die prognostizierten Marktpreise für Gärsubstrate einen erheblichen Einfluss auf die Planungsergebnisse. Je besser die Annahmen des Planers sind, desto genauer kann die optimale Betriebsweise der Anlage berechnet werden.

Nicht-lineare prozessbiologische Eigenschaften (z. B. Gasverluste durch Verweilzeit und Raumbelastung) werden approximiert. Die Ergebnisse der Szenario-Kalkulation deuten darauf hin, dass die gewählte Intervalleinteilung für Testrechnungen zur Modellreagibilität ausreichend ist. Bei einer weiteren Verwendung sollten die Approximierungsintervalle jedoch enger gewählt werden. Sollen weitere Substrate in das Modell aufgenommen werden, so muss auch diesbezüglich eine Anpassung stattfinden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Planungsmodell sinnvolle Allokationen der Substrate im Zeitablauf ermittelt. Eine Erweiterung des Modells und ein Praxiseinsatz können empfohlen werden.

## Literaturverzeichnis

- [Ot12] Otte, A., Matrizengenerierung für eine LP-gestützte operative Optimalplanung von Biogasbetrieben (Prototyp), MSc-Arbeit, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Mai 2012.
- [St12] Steffens, J., Ergebnisaufbereitung und Szenarienkalkulation für eine LP-gestützte operative Optimalplanung von Biogasbetrieben (Prototyp), MSc-Arbeit, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Mai 2012.

# Entwicklung eines benutzerfreundlichen und einheitlichen Workflows zur Verarbeitung heterogener und komplexer Prozessdaten

Sebastian A. Pauli<sup>1)</sup>, Georg Tüller<sup>1)</sup>, Wolfgang Angermair<sup>1)</sup>, Heinz Bernhardt<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>PCAgrar GmbH  
Rennbahnstraße 7  
84347 Pfarrkirchen  
Pauli@eurosoft.de  
Angermair@eurosoft.de  
Tueller@eurosoft.de

<sup>2)</sup>Technische Universität München  
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik  
Am Staudengarten 2  
85354 Freising  
Heinz.Bernhardt@wzw.tum.de

**Abstract:** Bisherige Ansätze zur Verarbeitung von Prozessdaten landwirtschaftlicher Fahrzeuge (z.B. Erntemenge) stoßen an ihre Grenzen. Die Komplexität dieses Vorgangs in aktuellen Anwendungen überfordert viele User in der Praxis. Die Untersuchung anhand Critical Incidents zeigte, dass ein durchgängiger Workflow mit minimaler Userinteraktion von großer Bedeutung war. Ebenso muss die heterogene Datenstruktur während der Verarbeitung der Prozessdaten berücksichtigt werden.

## 1 Problemstellung und Zielsetzung

Rechtliche Anforderungen und komplexer werdende Strukturen von landwirtschaftlichen Unternehmen bedingen ein Wachstum des Datenaufkommens bei allen Prozessen landwirtschaftlichen Handelns. Damit verbunden ist ein erhöhter Aufwand in der Datenverarbeitung [HS07]. Die am Feld, zum Teil schon automatisch erfassten und heterogenen Daten, müssen mit Hilfe von Desktopsoftware mit minimalem Aufwand verarbeitet werden. Vorhandene Systeme konnten diese Anforderungen nicht mehr immer ausreichend erfüllen.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines integrativen Konzeptes zur weitgehend automatisierten Verarbeitung von Prozessdaten landwirtschaftlicher Maschinen innerhalb eines etablierten Farm Management Information Systems (FMIS) unter Berücksichtigung einer hohen Bedienfreundlichkeit.





Dem erforderlichen Datenumfang im FMIS steht der Informationsgehalt eines TASKs aus Prozessdaten von Bordcomputern gegenüber. In Abbildung ist der unterschiedliche Informationsgehalt der betrachteten Schnittstellen ISOXML und EIC dargestellt. Optionale Angaben zu Arbeitsort, Betrieb, Kunde und Produkten bei ISOXML und die abweichende Umsetzung in der EIC bedingen in der weiteren Verarbeitung der Prozessdaten eine fallbezogene und komplexe Interpretation sowie Ergänzung der Daten durch das FMIS.

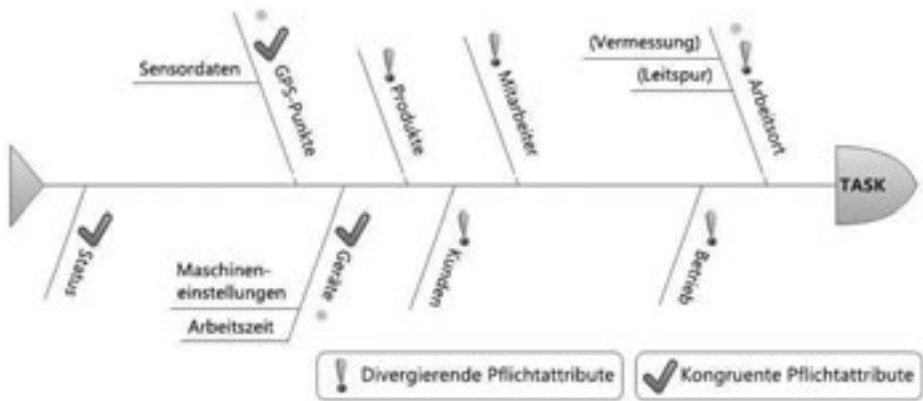


Abbildung 2: Vergleich der ISOXML und EIC Schnittstelle hinsichtlich verpflichtenden Angaben

## 4 Resultat der Optimierung

Ausgangspunkt der Arbeit war ein Vergleich der vorhandenen Importroutinen in zwei FMIS-Produkten. Es konnten drei wesentliche Importschritte klassifiziert werden: Import der Rohdaten, Anlage der Stammdaten und Erstellung einer Maßnahme. Die Performance der betrachteten Software beim Import identischer Rohdaten unterschied sich bei den betrachteten Produkten deutlich. Software A benötigte für den Import der Rohdaten nur 32,5 % der Zeit von Software B. Ursächlich dafür war das komplexere Datenbankmodell von Software B. Für die Anlage von  $n$  unbekannten Datensätzen wie Produkte oder Maschinen als Stammdaten benötigte ein Anwender von Software A mindestens  $2 \cdot n$  Interaktionen. In Software B waren dafür mindestens  $4 \cdot n$  Userinteraktionen notwendig. Die Erstellung einer Maßnahme in Software A erfolgte GIS unterstützt, in Software B in tabellarischer Form.

Die Auswertung von acht Einzelinterviews und zwei Gruppeninterviews mit Experten (Produktmanager, Supportteam, im weiteren Verlauf: Betatester) aus der Agrarsoftware-domäne während der Konzeptionsphase ergab, dass die Erkennung und Umwandlung unbekannter Datensätze in Stammdaten eine Kernfunktionalität der Datenverarbeitung, insbesondere bei Lohnunternehmern, darstellt. Der automatische Anstoß des Importprozesses, eine Minimierung der Userinteraktionen und die Performance der Anwendung wurden als weitere Critical Incidents klassifiziert. Daraus wurde ein Modell eines durch-

gängigen und sequentiellen Workflows für den Import und die Verarbeitung von Prozessdaten abgeleitet und umgesetzt. Die Erkennung relevanter Prozessdaten auf Datenträgern und der gleichzeitige automatische Anstoß des Imports galten als Einstiegspunkt und deutliche Verbesserung bezogen auf die Ausgangssituation. Der Demonstrator innerhalb des FMIS zeigte, dass durch die Erkennungs-routine und Anlage n unbekannter Datensätze im zweiten Verarbeitungsschritt eine Reduktion von  $4 \cdot n$  auf eine Userinteraktion (unabhängig von n) realisiert wurde. Der ursprüngliche dialoggestützte Ansatz zur Anlage eines neuen Datensatzes bedeutete eine Unterbrechung des Workflows und musste für jeden Datensatz einzeln durchgeführt werden. Im Demonstrator erkannte eine vorgeschaltete Datenanalyse unvollständige Datensätze und faste die festgestellten Probleme so zusammen, dass der Benutzer mit möglichst wenigen Interaktionen die Daten zur weiteren Verarbeitung speichern konnte. In weiteren Einzelinterviews und drei Gruppeninterviews wurde die Anwendung hinsichtlich Userinterface angepasst.

## 5 Fazit

Die gewählte Methode bewährte sich im Rahmen der Aufgabenstellung und ermöglichte eine deutliche Steigerung der Bedienfreundlichkeit. Die strukturierte Vorgehensweise ermöglichte eine erhebliche Reduktion der notwendigen Interaktionen. Die Integration und enge Verknüpfung der neuen Import- und Verarbeitungsroutine mit anderen Teilen des FMIS fördert die Produktivität und ermöglicht Synergien zur mehrfachen Nutzung einmal erfasster Daten.

## Literaturverzeichnis

- [Fl54] Flanagan, J.C.: The Critical Incident Technique. Psychological Bulletin. Vol. 51 (4). 1954
- [HS07] Hesse, J.; Seufert H.: Entwicklung eines einheitlichen Informationssystems in landwirtschaftlichen Unternehmen für Anforderungen an Rechtsetzung, Cross Compliance und Handelsstandards; Hrsg: Landwirtschaftliche Rentenbank, Frankfurt am Main, Mai 2007, Seite 147 ff.
- [NN09] NN; ISO 11783-10, Tractors and machinery for agriculture and forestry — Serial control and communications data network — Part 10: Task controller and management information system data interchange, First Edition Dezember 2009, Seite 49 ff.

# Datenmanagement am Beispiel eines Modellprojektes für Landwirte in Mecklenburg-Vorpommern

Matthes Pfeiffenberger<sup>1</sup>, Theodor Fock<sup>1</sup>, Jörg Brüggemann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften  
Hochschule Neubrandenburg  
Brodaer Straße 2  
17033 Neubrandenburg  
pfeiffenberger@hs-nb.de fock@hs-nb.de

<sup>2</sup> LMS Landwirtschaftsberatung MV / SH GmbH  
Beratungsbüro Schwerin  
Waldschulweg 2  
19061 Schwerin  
jbrueggemann@lms-beratung

**Abstract:** Um das gegenseitige Verständnis von Landwirtschaft und Naturschutz weiter zu verbessern, wurde das Modellprojekt „Naturschutzberatung für Landnutzer in Mecklenburg-Vorpommern“ initiiert. Die Beratung soll speziell für europäische Zielstellungen sensibilisieren und die Kooperationsbereitschaft verbessern. So kann langfristig eine höhere Akzeptanz erreicht werden. Weiterhin sollen Naturschutzmaßnahmen bestmöglich in betriebliche Abläufe integriert und deren Effizienz und Effektivität aus naturschutzfachlicher Sicht verbessert werden. Ein wichtiger Teilbereich des Projektes ist deshalb die fachliche Einschätzung potenzieller Maßnahmenflächen mittels eines GIS. Dafür wurde eine pragmatische Methode unter Nutzung vorhandener amtlicher Geodaten entwickelt. Kern dabei ist eine Risikoanalyse, welche unter Berücksichtigung relevanter Kriterien auch die Bearbeitung großer Flächenareale zulässt.

## 1 Einleitung

Gemeinsam mit dem Landschaftspflegeverband Sternberger Endmoränengebiet e.V. (LSE) hat die LMS Landwirtschaftsberatung MV / SH GmbH mit der Unterstützung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz MV dieses Pilotprojekt initiiert. Die Hochschule Neubrandenburg wird ihre im Rahmen eines Forschungsprojektes im Peenetal (MV) entwickelte GIS-gestützte Analyse zur Ermittlung von Risikopotenzialen aus der Landwirtschaft (vgl. GIL-Band 194) methodisch an die Gegebenheiten im Sternberger Endmoränengebiet adaptieren [PKF12]. Die Risikoanalyse kann einen Beitrag zur Reduzierung von Umweltrisiken, die in den Randbereichen der landwirtschaftlichen Nutzung entstehen können, leisten. Gefahrenpotenziale bestehen hier besonders durch Stoffeinträge in Gewässer und angrenzende Schutzgebiete. Der Teilbe-

reich Risikoanalyse wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

## 2 Gebiet / Problemlage

Das Sternberger Endmoränengebiet ist östlich von Schwerin gelegen. Charakteristisch für die Landschaft sind das bewegte Relief und das Flusssystem der Warnow. Dies hinterließ viele Durchbruchs- und Erosionstäler. Das Gebiet weist eine hohe Biodiversität und viele geschützte Arten auf. Die landwirtschaftlichen Flächen, welche wesentlich das Landschaftsbild prägen, sind für die Region von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung. So muss das Gebiet neben seiner Naturschutzfunktion ebenso ökonomischen und sozialen Ansprüchen gerecht werden. Im Projekt werden acht große landwirtschaftliche Betriebe untersucht und beraten. Für die Ermittlung des Risikopotenzials wurde zunächst ein Betrieb mit ca. 2.300 Hektar landwirtschaftlicher Fläche ausgewählt. Untersucht werden 55 Ackerfeldblöcke (1.638 Hektar).

## 3 Flächenauswahl

Im Rahmen einer Risikoanalyse werden prioritäre Flächen ermittelt, auf denen vordringlich Maßnahmen zur Verringerung von Umweltrisiken durchgeführt werden können. Dies ist wichtig für eine effiziente Naturschutzberatung und Maßnahmenplanung. Für die Bestimmung des Risikopotenzials werden das Umweltrisiko der landwirtschaftlichen Produktion und die naturschutzfachliche Wertigkeit der benachbarten Schutzgebietsflächen bewertet. Die Ergebnisse werden in einer Risikomatrix verrechnet (siehe Abb. 1).

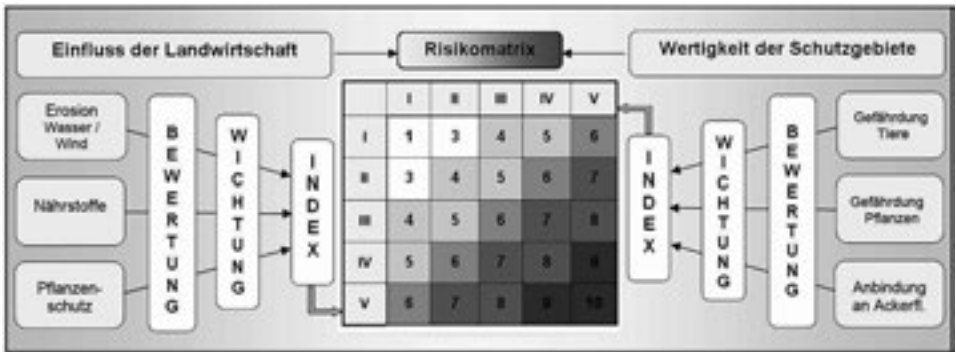


Abbildung 1: Adaptiertes Schema zur Bewertung des Risikopotenzials für das Modellprojekt

Die Bewertung der Nutzung erfolgt über die Kriterien Erosionspotenzial sowie potenzielle Nährstoff- und Pflanzenschutzmittelausträge. Hierbei werden Daten des Erosionskatasters MV und des InVeKoS genutzt. Diese Daten ermöglichen es, jedem Feldblock die angebauten Kulturen zuzuordnen. Daraus lassen sich umweltrelevante Aussagen über Risiken für z.B. Nährstoff- und PSM-Einträge ableiten. Geplant ist zusätzlich die Unter- setzung mit Hilfe vorhandener betrieblicher Daten. Der Wert angrenzender Schutzflä-

chen wird mit den Kriterien gefährdete Tier- und Pflanzenarten (aus Biotopkartierung, ausschlaggebend ist das Vorkommen in der FFH-Richtlinie) und dem Grad der Anbindung an die landwirtschaftlichen Flächen ermittelt.

Die Herausforderung des Datenmanagements besteht hierbei in der Aufarbeitung und Integration unterschiedlichster Informationen. Dabei sind amtliche Daten (z.B. Erosionskataster, InVeKoS, Biotopkartierungen) und meist sehr heterogene Umwelt- und Betriebsdaten in ein GIS zu aufnehmen. Aufgrund der aufbereiteten und hinterlegten GIS-Daten können nicht nur die risikobehafteten Feldblöcke sondern auch die Ursachen dafür ermittelt und flächenscharf verortet werden. Basierend auf dieser Flächenvorauswahl, können geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltrisiken abgeleitet werden. Dadurch ist eine noch gezieltere Beratung möglich.

Am Beispiel der Wassererosion soll die Ausweisung potenzieller Risikoflächen dargestellt werden. Für die Bewertung wurde ein amtliches Erosionsmodell - Auflösung 25x25m - verwendet (LUNG MV). Für die Bewertung erfolgte eine Klassifizierung nach Erosionsstufen (DIN 19708). Des Weiteren wurde eine geeignete Mindest erfassungsgröße (0,25 ha) festgelegt. Erste Ergebnisse zeigen, dass im Gebiet auf 22% der Feldblöcke (12 FB) die höchste Erosionsstufe - Stufe 5, auf 44% (24 FB) Stufe 4 und auf 15% (8 FB) Stufe 3 vorkommt (Abb. 2).

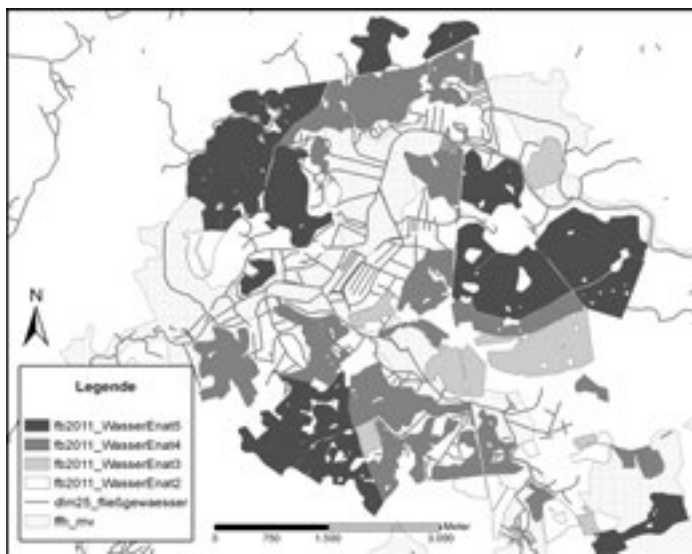


Abbildung 2: Ausschnitt des Untersuchungsgebietes bei Sternberg; dargestellt sind FFH-Gebiete, Fließgewässer sowie die Ackerflächen mit Einstufung nach Erosionspotenzial

Ein weiteres Kriterium ist der Anbindungsgrad. Dieser stellt die Nähe und die potenziellen stofflichen Wechselwirkungen von Feldblöcken zu Gewässern und zu den FFH-Gebieten dar. Basis ist das Verschlechterungsverbot der FFH-RL und der WRRL. Quert oder tangiert ein Gewässer einen Feldblock, so gilt dieser als direkt an das Gewässernetz angebunden. Gleiches gilt für FFH-Gebiete - bei Überlagerung oder Kontakt sind die

Feldblöcke direkt angebunden, bei einer Lage innerhalb eines 60m Puffers gelten sie als indirekt angebunden. Die GIS-Analyse zeigt, dass 44% der Feldblöcke (24 FB) direkt, und 16 % (8 FB) indirekt angebunden sind. Deutlich mehr als die Hälfte der Ackerflächen stehen also potenziell direkt oder indirekt in stofflicher Wechselwirkung mit den FFH-Gebieten.

## 4 Beratung

Als Rahmen für die individuelle Beratung der Betriebe wurde ein Leitbild für die nachhaltige Landnutzung erstellt. Dieses berücksichtigt europäische Zielstellungen (FFH- und Wasserrahmen-RL), aber auch regionale Besonderheiten wie den Schutz des Seeadlers und das Bibermanagement. Die Beratung umfasst u.a. folgende Aktivitäten: Information der Nutzer über Anforderungen des Naturschutzes im Gebiet, fachliche Einschätzung potenzieller Maßnahmeflächen, konkrete flächenbezogene Information und Beratung geeigneter Bewirtschaftungs- und / oder Pflegemaßnahmen und Vorschläge zur Schaffung eines Flächenpools für Ausgleichsmaßnahmen [Br12]. Zentrale Ziele sind die Nutzung bodenschonender Bearbeitungsverfahren, der Schutz vor Wasser- und Winderosion, die Reduzierung von Schadstoffen in Boden und Wasser, das Düngemanagement sowie der Schutz angrenzender Biotope.

## 5 Ausblick

Aktuelle Entwürfe der EU-Kommission (Greening) sehen ab 2014 europaweit u.a. gezielt angelegte, kleinflächige und naturschutzbezogen bewirtschaftete Flächen im Acker - so genannte ökologische Vorrangflächen - vor. Landwirte würden zu „Produzenten“ von biologischer Vielfalt - einem Koppelprodukt ihrer Bewirtschaftung. Bisher ist jedoch noch unklar, welche Anforderungen an eine Flächenauswahl gestellt werden [BP12]. Hier kann das dargestellte Modellprojekt ansetzen. Die Naturschutzberatung profitiert dabei von einer fachlich fundierten Vorauswahl potenzieller Maßnahmeflächen. Zudem konnte gezeigt werden, dass die Risikoanalyse auch an andere regionale Gegebenheiten anpassbar ist und auf andere Gebiete übertragen werden kann.

## Literaturverzeichnis

- [BP12] Berger, G., Pfeffer, H.: Biologische Vielfalt statt Weizen? Ökologische Vorrangflächen im Acker - ja, aber ... . In: Neue Landwirtschaft, Heft 3/2012., S. 36-38.
- [Br12] Brüggemann, J.: Naturschutzberatung für Landnutzer in Mecklenburg-Vorpommern. In: Verbandsnachrichten Bauernverband Mecklenburg-Vorpommern, 2012; S. 17.
- [PKF12] Pfeiffenberger, M., Kasten, J., Fock, T.: Landwirtschaft und Naturschutz: Möglichkeiten zur Erfassung, Bewertung und Verringerung von landwirtschaftlichen Risikopotenzialen. In: GIL-Tagungsband, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn 2012; S. 219-222.

# RTK für Arme - Hochpräzise GNSS-Anwendungen mit den kostengünstigsten Trägerphasen-Rohdatenempfängern

Hagen F. Piotraschke

OptimalSystem.DE  
Paul-Gerhardt-Str. 45  
04668 Grimma  
hagen@piotraschke.de

**Abstract:** Die für Positionsbestimmungen mit hoher Genauigkeit (Sub-Meter bis Zentimeter) erforderlichen GNSS-Empfänger mit Trägerphasen-Messung sind in der Praxis üblicherweise mehrfrequenzfähig (zumeist L1+L2), im Markt jedoch so teuer, dass potenzielle Anwender häufig bereits an den Investitionskosten für die Hardware scheitern. Diverse L1-Empfänger mit Trägerphasen-Rohdatenausgabe sind aber relativ günstig erhältlich und z.B. für RTK bzw. eine Postprozessierung mit eigenen oder externen Referenzdaten sogar i.V. mit kostenfreier Software nutzbar, unterliegen allerdings dabei auch einigen technischen Einschränkungen. Gleichwohl sind auf Basis dieser kostengünstigen Komponenten auch komplette Systeme bereits in praxistauglicher Weise realisierbar.

## 1 Rahmenbedingungen im derzeitigen GNSS-Markt

Positionsbestimmungen oberhalb der Erdoberfläche werden bereits seit etlichen Jahren üblicherweise mit Globalen Navigationssatellitensystemen (GNSS) wie NAVSTAR GPS und/oder GLONASS durchgeführt. Um hierbei Genauigkeiten im Submeterbereich bis in den Subzentimeterbereich erreichen zu können, bedarf es v.a. der Trägerphasenmessung dieser Satellitensignale sowie der Auflösung ihrer Mehrdeutigkeiten. Hierfür sind zwar schon diverse Anbieter weltweit mit solchen geodätischen Empfängern (aktuell zumeist als Mehrfrequenzgeräte für L1+L2 von GPS und GLONASS) etabliert, allerdings ist das Preisniveau hierbei auch noch immer im Bereich fünfstelliger Dollarbeträge. Die im Gegensatz dazu in großer Vielfalt erhältlichen Empfänger mit Preisen bis unter 50 US-\$ werten bzw. geben üblicherweise lediglich die Signalkodes der GNSS-Satelliten aus und ermöglichen damit grundsätzlich auch nur Genauigkeiten im Bereich von mehreren Metern. Infolge dieser Marktsituation erfordern präzise GNSS-Positionsbestimmungen somit schon für die dazu notwendige Empfängertechnik Investitionen in einer solchen Höhe, dass eine große Anzahl potenzieller Nutzer mangels hinreichender Kaufkraft diese Messverfahren nicht anwenden kann. So fand z.B. in vielen Entwicklungsländern noch keine Katastervermessung in entsprechender Absolutgenauigkeit statt, da für die hierzu notwendigen Ausrüstungsinvestitionen weder deren Staatshaushalte noch die Mittel aus Entwicklungshilfen genügen. In hochentwickelten Staaten wie Deutschland ist dies zwar volkswirtschaftlich irrelevant, betriebswirtschaftlich jedoch für viele dennoch spürbar.



Beispielsweise besteht hierzulande für viele (v.a. kleinere) Agrarbetriebe dadurch noch immer ein Hindernis zur Anwendung präziser GNSS-Positionierungen, dito für sonstige Landbewirtschaftler und -besitzer, die aufgrund der o.g. bipolaren Marktstruktur zumeist entweder mit eigener Technik relativ ungenau messen oder für präzise Vermessungen externe Dienstleister mit entsprechend hohen Einsatzkosten beauftragen müssen. Nun haben jedoch schon mehrere Hersteller (z.B. *u-blox*, *NVS*, *SkyTraq*) von Empfängern für den Massenmarkt auch Modelle mit Trägerphasenmessung und Rohdatenausgabe im Angebot. Diese empfangen zwar nur die L1-Frequenz, sind jedoch sehr kostengünstig (ab Kleinserien-Stückzahlen bereits unter 50 US-\$ je Empfängermodul). Im Gegensatz zu den o.g. geodätischen Geräten ist hier aber eine vollständig integrierte Gesamtlösung für *Real-Time Kinematic* (RTK) oder *Precise Point Positioning* (PPP), wo die Firmware des Empfängers selbst die erwartete hochpräzise Position berechnet, auch nicht in dieser Leistungsfähigkeit verfügbar. Mit der Rohdatenausgabe in offengelegten Binärformaten wurde es für Software von Drittanbietern wie z.B. der RTKLIB [TY09] nun allerdings möglich, die notwendigen Berechnungen auf einem externen Computer durchzuführen (z.B. für RTKLIB auf quasi jedem Windows- oder Linux-System bis hin zur ARM-Komplettplatine unter 30 US-\$), um somit Genauigkeiten im Subdezimeterbereich (für kinematische Messungen) bis in den Subzentimeterbereich (nur für Langzeitmessungen in stationären Messeinrichtungen sicher möglich) realisieren zu können.

## 2 Möglichkeiten und Einschränkungen für L1-Empfänger

Prinzipiell lassen sich also mit diesen L1-Trägerphasen-Rohdatenempfängern i.V. mit einem externen Computer und entsprechender (freier) Software zu einem Bruchteil der Kosten ähnliche Genauigkeiten erreichen wie mit den o.g. Mehrfrequenzempfängern. Entsprechende Systeme wurden in diversen wissenschaftlichen Projekten schon oft realisiert und dabei auch umfassend untersucht und dokumentiert, so dass die technische Umsetzbarkeit sowohl für statische als auch für kinematische [SB11] Messungen als gesichert gelten kann. Eine breite Anwendung in der nichtakademischen Praxis erfolgte bisher trotzdem noch nicht, wofür jedoch auch mitverantwortlich ist, dass die Quellen und Übertragungsmöglichkeiten für die notwendigen Referenz- bzw. Korrekturdaten den Nutzern nicht adäquat verfügbar waren. Erschwerend kommen Einschränkungen für Einfrequenzsysteme hinzu, v.a. hinsichtlich der möglichen Basislinienlänge (Entfernung zur Referenzstation). Nachteilig im Vergleich zu Mehrfrequenzmessungen ist zwar auch die fehlende Kompensation des Ionosphärenfehlers, dies ist für RTK-Anwendungen oder die Postprozessierung mit Referenzdaten einer nahegelegenen Basisstation jedoch kaum relevant. Der für Einfrequenzsysteme zumeist höhere Zeitbedarf bis zum Erreichen der angestrebten Genauigkeit (typisch: der Fix-Lösung) kann zeitkritische Anwendungen mit Echtzeit-Positionierung eventuell so einschränken, dass dann angepasste Arbeitsabläufe notwendig sind (längere Vorlaufzeiten vor Messbeginn). Die aufgrund der Trennung von Hard- und Software in modularen Systemen stärker in Erscheinung tretende Komplexität des gesamten Messverfahrens stellt jedoch insbesondere für potenzielle Anwender ohne geodätisches Fachwissen eine deutliche Einstiegshürde dar. Hierin besteht auch die für entsprechende Systemanbieter vorrangig zu lösende Aufgabe einer weiteren Integration dieser Einzelkomponenten in höchstmöglich gebrauchsfertigen Gesamtlösungen. Derzeit arbeitet der Autor gemeinsam mit seinen Entwicklungspartnern u.a. an diesem Problem.

### 3 Neue Wege und Mittel für RTK & PPP

Der entscheidende Durchbruch, dass o.g. Low-Cost-Hardware nun relativ unkompliziert auch für Präzisionsanwendungen einsetzbar ist, ergab sich zunächst aus der Entwicklung und freien Veröffentlichung von Software mit der Möglichkeit zur direkten Verwendung der jeweiligen (proprietären) Rohdatenformate. Hier hat insbesondere die RTKLIB eine herausragende Bedeutung, da hierin nicht nur die herstellerspezifischen Binärdateien mit GNSS-Signalaufzeichnungen eingelesen und dann in Standardformate wie z.B. RINEX konvertiert werden können (v.a. zur Postprozessierung), sondern v.a. der Direktzugriff in Echtzeit auf lokale und entfernte Datenquellen realisierbar wurde. So ist es z.B. möglich, über einen seriellen Port lokal die Rohdatenausgabe eines GNSS-Moduls von *NVS* oder *u-blox* i.V. mit den NTRIP-Daten einer „Virtuellen Referenzstation“ (VRS) für RTK-Anwendungen zu nutzen und die korrigierten Positionsdaten im üblichen NMEA-Format dann auf ein „virtuelles Nullmodemkabel“ (nur in Software realisierte und miteinander verbundene COM-Ports im selben Betriebssystem) auszugeben, so dass letztlich die auf dem jeweiligen Rechner genutzte Endanwendung (z.B. ein GIS oder Parallelfahrssystem) ohne jeglichen Anpassungsbedarf darauf zugreifen kann, als wäre ein beliebiges GNSS-Gerät mit der standardgemäßen NMEA-Positionsausgabe daran angeschlossen.

Die zweite maßgebliche Voraussetzung dafür, mit so günstigen L1-Rohdatenempfängern schließlich auch adäquate Gesamtsysteme für präzise Positionsbestimmungen realisieren zu können, besteht in der derzeitigen Vielfalt von alternativen Quellen und Kanälen für Referenz- bzw. Korrekturdaten. Im Gegensatz zum ursprünglichen bzw. klassischen RTK-System mit einer UHF-Funkstrecke zwischen der physisch existenten Basisstation und dem *Rover* (der zu bestimmenden Position) gibt es da sowohl diverse kommerzielle Anbieter (v.a. für VRS) als auch kostenfrei verfügbare Angebote (z.B. der IGS-Stationen mit hochgenauen Uhrenfehler- und Bahndaten, aber auch von Rohdatenaufzeichnungen), die über eine Internetverbindung wie z.B. über Mobilfunk unkompliziert in einer jeweils vollständigen RTK- oder PPP-Messeinrichtung einsetzbar sind. Darüber hinaus ist aber auch die Inbetriebnahme und Verwendung einer eigenen Basis mittlerweile wesentlich weniger aufwändig, nicht zuletzt dank der neuen Möglichkeiten für SDR-Funkstrecken, wobei hier v.a. die im 868-MHz-Band anmeldefrei realisierbaren 500 mW Sendeleistung in praxi tatsächlich erreichbare Reichweiten von 10-40 km erlauben, so dass innerhalb der für reine L1-Systeme eingeschränkten Basislinienlänge RTK-Lösungen hiermit auch gut möglich sind. Ein weiterer Aspekt bezüglich der verbesserten Rahmenbedingungen für die Realisierung von Low-Cost-RTK/PPP liegt zudem in der Verfügbarkeit günstiger Hardware für mobil verwendbare Computer. Während dazu bisher v.a. normale Laptops zum Einsatz gelangten (ungünstige Bauform, relativ kurze Batterielaufzeiten und meist unzureichende Robustheit), sind momentan bereits viele und z.T. auch sehr preisgünstige Lösungen zur Bereitstellung der benötigten Rechner-Plattform realisierbar. Insbesondere ist die RTKLIB schon auf sehr günstigen ARM-Komplettplatinen ohne Einschränkungen zu verwenden, da ihre Ansprüche an die Hardware (Rechenleistung und Arbeitsspeicher) aufgrund ihrer ressourcenschonenden Software-Architektur (in klassischem C) äußerst gering sind. So können z.B. schon auf einem relativ preisgünstigen ARM9-System (als vollbestückte Platinen z.T. unter 30 EUR) bis zu drei parallele Instanzen der RTKNAVI-Anwendung (Teil der RTKLIB) jeweils GNSS-Rohdaten mit 10 Hz vollständig bis zur NMEA-Ausgabe der korrigierten Rover-Position in Echtzeit prozessieren.

## 4 Praxistaugliche Systeme für diverse Einsatzszenarien

Kostenminimale RTK-Systeme auf Basis der o.g. L1-Rohdatenempfänger könnten z.B. für die Katastervermessung in Entwicklungsländern geeignet sein, wo eine Beschaffung von mehrfrequenzfähigen geodätischen Empfängern hierfür noch nicht möglich war und zudem die benötigte Arbeitszeit je Messpunkt auch kein primärer Flaschenhals ist. Da in vielen Entwicklungsländern noch kein adäquates „Netz erster Ordnung“ vorhanden ist, basiert ein aktuelles Konzept darauf, zunächst ein relativ dichtes Netz neuer Festpunkte mit nur wenigen Exemplaren von kombinierten Empfängern für weltweit verfügbare Referenzdaten (z.B. dem kommerziellen *Satellite Based Augmentation System* „StarFire“ und dem hiermit gewährleisteten Lagebezug zum *International Terrestrial Reference Frame*) einzumessen, typischerweise einen Punkt mittig je Dorf. Die dann ohnehin sehr zeitaufwändige Vermessung aller einzelnen Parzellen in Verbindung mit der Erfassung von Metadaten wie z.B. den Nutzungs- und Besitzverhältnissen kann jedoch problemlos auch mit einem der o.g. L1-RTK-Systeme erfolgen, wobei jeweils nur noch der Vektor zum Festpunkt mit einer relativ kurzen Basislinie bestimmt werden muss.

Bei der Entwicklung und Erprobung der rohdatenfähigen L1-Empfänger hat sich jedoch gezeigt, dass deren Verwendung insbesondere in etablierten Strukturen wie dem dichten Referenzstationsnetz in Europa nicht nur prinzipiell möglich, sondern mit ihrem Kosten-Nutzen-Verhältnis für viele Anwendungen relativ vorzüglich ist. Sofern die spezifische Einschränkung von Einfrequenzsystemen (insbesondere das meist schlechtere Verhältnis von Basislinienlänge zur benötigten Initialisierungszeit und damit in Folge die generelle Verfügbarkeit) durch andere Systemkomponenten kompensiert werden kann, wird dieses noch deutlicher. So ist v.a. die Möglichkeit zur Nutzung einer VRS von herausragender Bedeutung, da hier extrem kurze Basislinien erreicht werden (häufig nur wenige Meter). Aber auch PPP-Anwendungen sind in hochentwickelten Ländern wie Deutschland mit solcher Low-Cost-Hardware z.B. dann noch relativ interessant, wenn die Kosten für eine Nutzung von kommerziellen VRS-Diensten gescheut werden, eine Einspeisung präziser Korrekturdaten aus den via Internet frei zugänglichen Quellen jedoch möglich ist.

## Literaturverzeichnis

- [Je12] Jensen, K.; Larsen, M.; Simonsen, T.; Jørgensen, R.: Evaluating the performance of a low-cost GPS in precision agriculture applications. International Conference on Robotics and associated High-technologies and Equipment for Agriculture, Pisa 2012.  
[http://fieldrobot.dk/download/2012\\_Evaluating\\_the\\_performance\\_of\\_a\\_low-cost\\_GPS\\_in\\_precision\\_agriculture\\_applications.pdf](http://fieldrobot.dk/download/2012_Evaluating_the_performance_of_a_low-cost_GPS_in_precision_agriculture_applications.pdf).
- [SB11] Stempfhuber, W.; Buchholz, M.: A Precise, Low-Cost RTK GNSS System for UAV Applications. Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, Zürich 2011.  
<http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/1-C22/papers/buchholz.pdf>.
- [TY09] Takasu, T.; Yasuda, A.: Development of the low-cost RTK-GPS receiver with an open source program package RTKLIB. International Symposium on GPS/GNSS, Jeju 2009.  
[http://gpspp.sakura.ne.jp/paper2005/isgps\\_2009\\_rtklib\\_revA.pdf](http://gpspp.sakura.ne.jp/paper2005/isgps_2009_rtklib_revA.pdf).
- [Ta12] Takasu, T.: PPP Ambiguity Resolution Implementation in RTKLIB v 2.4.2. PPP-RTK & Open Standards Symposium, Frankfurt/M. 2012.  
[http://gpspp.sakura.ne.jp/paper2005/ppprtk\\_201203a.pdf](http://gpspp.sakura.ne.jp/paper2005/ppprtk_201203a.pdf).

# Zur Eignung von Qualitätskriterien und Instrumenten der Prozessanalyse der amtlichen Statistik für Datenbanken der Agrar- und Ernährungswirtschaft

Guido Recke

Landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre  
Hochschule Osnabrück  
Oldenburger Landstraße 24  
49090 Osnabrück  
g.recke@hs-osnabrueck.de

**Abstract:** The criteria of quality of the European Statistical System and the process analysis practiced by the German Statistical Offices are analyzed to see if they can be taken to enhance Internet based databases of agriculture and food economy. As an example these approaches were applied to the database of the ZDS in Germany. Results show that the quality criteria and the process analysis both can yield important hints to improve the database of the ZDS.

## 1 Einleitung

Bahlmann et al. [Ba09] zeigen für die deutsche Veredlungswirtschaft anhand einer Aufstellung von internetbasierten Informationssystemen, dass es in der Agrar- und Ernährungswirtschaft eine große Anzahl von Informationssystemen und Datenbanken gibt. Diese bieten den Anwendern aktuelle und hochwertige Daten und können für Querschnitts- und Zeitreihenanalysen genutzt werden. Die Nutzer sind dabei an verlässlichen und aktuellen Daten interessiert. Die Betreiber der Informationssysteme sind wiederum bestrebt, den Wünschen der Nutzer nachzukommen. Dabei führt das Bestreben, die Kosten niedrig zu halten und gleichzeitig eine hohe Datenqualität sicherzustellen, vielfach zu Zielkonflikten.

Die bedeutendsten Institutionen, in denen Daten auch aus der Agrar- und Ernährungswirtschaft erhoben, verarbeitet und ausgewertet werden, sind die Statistischen Ämter. Diese sind bestrebt, die Qualität der Prozesse von der Datenerhebung bis zu den Auswertungen zu verbessern und die eingesetzten Methoden weiterzuentwickeln. Die Übertragbarkeit dieser Ansätze und Methoden wird in diesem Beitrag am Beispiel der Erzeuger-ringdatenbank des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion e. V. (ZDS) untersucht.

Im dritten Abschnitt wird ausgehend von dem Verhaltenskodex des Europäischen Statistischen Systems ein Einblick in die Ansätze zur Qualitätssicherung gegeben, den not-

wendigen institutionellen Rahmen und die Anforderungen im Rahmen der statistischen Prozesse. Im zweiten Abschnitt wird die Erzeugerringdatenbank des ZDS vorgestellt. Im vierten Abschnitt wird die Übertragbarkeit der vorgestellten Ansätze auf die Erzeugerringdatenbank des ZDS geprüft.

**2 Die Erzeugerring Datenbank des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion e. V.**

Die Erzeugerringdatenbank des ZDS ist ein Internetportal für die Daten der angeschlossenen Organisationen. Diese Datenbank ist ein wichtiges Instrument für die produktionstechnische und ökonomische Beratung der beteiligten Erzeugerringe, da sie neben deren eigenen Daten auch Vergleichsdaten der anderen beteiligten Erzeugerringe für ein Benchmarking bereitstellt. Diese Daten stehen außerdem in anonymisierter Form weiteren Nutzern der Datenbank zur Verfügung. Zu den weiteren Kunden zählen Unternehmen und Institutionen aus dem vor- und nachgelagerten Bereich sowie landwirtschaftliche Betriebsleiter. Die Daten gelangen dabei i. d. R. in einem mehrstufigen Prozess von den Landwirten über die Erzeugerringe in die Datenbank. Dieser Prozess stellt sicher, dass weitgehend geprüfte Daten in die Datenbank aufgenommen werden, die dann den Kunden für differenzierte Auswertungen zur Verfügung stehen [Zd10].

**3 Der Verhaltenskodex des Europäischen Statistischen Systems**

Im Europäischen Statistischen System ist ein Verhaltenskodex für europäische Statistiken entwickelt worden, der auf 15 Grundsätzen basiert. Diese Grundsätze betreffen den institutionellen Rahmen, die statistischen Prozesse sowie die statistischen Produkte und die damit zusammenhängenden Qualitätskriterien [St11]. In der folgenden Tabelle sind die jeweiligen Grundsätze zusammengestellt.

Institutioneller Rahmen	Statistische Prozesse	Statistische Produkte (Qualitätskriterien)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Fachliche Unabhängigkeit</li><li>• Mandat zur Datenerhebung</li><li>• Angemessene Ressourcen</li><li>• Verpflichtung zur Qualität</li><li>• Statistische Geheimhaltung</li><li>• Unparteilichkeit und Objektivität</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solide Methodik</li><li>• Geeignete statistische Verfahren</li><li>• Vermeidung einer übermäßigen Belastung der Auskunftgebenden</li><li>• Wirtschaftlichkeit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Relevanz</li><li>• Genauigkeit und Zuverlässigkeit</li><li>• Aktualität und Pünktlichkeit</li><li>• Kohärenz und Vergleichbarkeit</li><li>• Zugänglichkeit und Klarheit</li></ul>

Tabelle 1: Grundsätze des Verhaltenskodex des Europäischen Statistischen Systems [St11]

Zu diesen Grundsätzen liegen Indikatoren vor, die gewährleisten, dass die Grundsätze i. d. R. messbar sind und zusätzlich Anhaltspunkte für eine Referenzsituation bieten. In der Abbildung 1 sind die Prozesse zur Erstellung und Verbesserung einer Statistik zusammengestellt. Insgesamt können sieben Prozesse identifiziert werden, die zur Erstellung und Verbesserung einer Statistik zählen [We05].

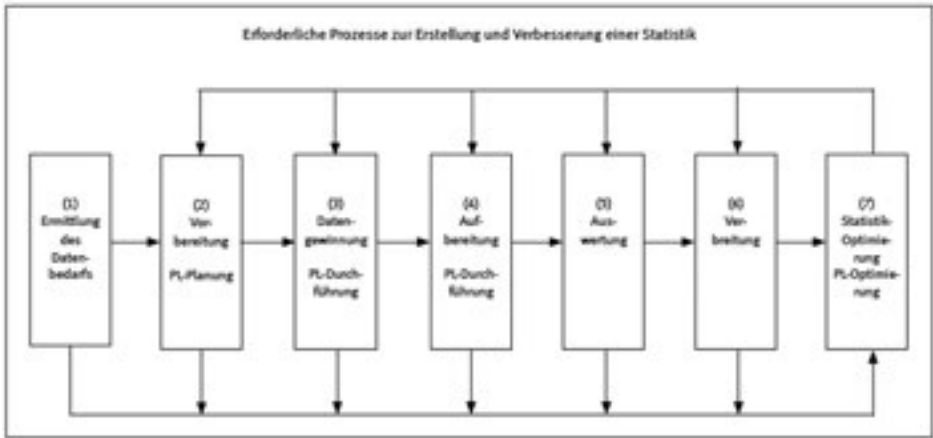


Abbildung 1: Prozesse zur Erstellung und Verbesserung einer Statistik [We05]

In diesem Beitrag werden die drei Prozesse Verarbeitung, Datengewinnung und Aufbereitung und hier besonders die Plausibilisierung (PL) von Daten hinsichtlich ihrer Bedeutung für andere Datenbanken im Agrarbereich untersucht. Bei der Auswertung und Verbreitung der Daten können Fehler insbesondere bei der Plausibilisierung dazu führen, dass die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Daten nicht oder nur unzureichend gegeben ist [We05].

#### 4 Qualitätskriterien und Prozessanalysen ein Beitrag zur Verbesserung von Agrardatenbanken.

Eine Analyse der Erzeugerringdatenbank des ZDS hinsichtlich der Qualitätskriterien und speziell des Prozesses der Plausibilisierung der Daten im Rahmen der Datengewinnung und Aufbereitung zeigt, dass die Qualitätskriterien erfüllt sind. Die Daten haben eine hohe Relevanz für die Kunden. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit ist i. d. R. gegeben und durch Kontrollsysteme gesichert. Die Aktualität und Pünktlichkeit wird durch vorgegebene und einzuhaltende Termine für die einzutragenden Daten der Betriebe sichergestellt, Kohärenz und Vergleichbarkeit über Regionen werden von den Betreibern der Datenbank geprüft und sind für Deutschland weitgehend gegeben. Die Zugänglichkeit zu den Daten ist durch das Onlinesystem möglich und die Klarheit durch Informationsmaterialien und ein Pflichtenheft gewährleistet.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Hochschule Osnabrück zeigte eine Auswertung der Betriebsdaten, die in die Erzeugerring-Datenbank des ZDS im Jahr 2011 eingestellt wurden, dass noch Fehler oder nicht plausible Werte vorlagen. Das eingesetzte Kontroll-

system konnte offensichtlich nicht alle Fehler erfassen. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde daraufhin ein Plausibilisierungstool unter Excel erstellt, das bei den Betrieben bzw. Erzeugerringen in dem Prozess der Datengewinnung oder der Verarbeitung eingesetzt werden kann und anhand von Prüfgrenzen unplausible Werte und Fehler in den Daten sichtbar macht, die dann überprüft und ggf. korrigiert werden können, bevor die Daten in die eigentliche Erzeugerringdatenbank des ZDS übertragen werden.

Eine weitere Verbesserung hinsichtlich Genauigkeit und Zuverlässigkeit ist zu erwarten, wenn noch mehr Betriebe über weitere sich beteiligende Erzeugerringe in das System aufgenommen werden könnten. Damit könnte der Coverage und damit die Repräsentativität der Daten verbessert werden. Die Aktualität der Daten könnte erhöht werden, wenn z. B. bei den Mastbetrieben die Produktionsdaten zunächst unabhängig von den ökonomischen Daten erhoben und zeitnah ausgewertet würden. Eine Erweiterung in Richtung Vollkostenrechnung und die Verknüpfung mit Schlachtdaten von den Schlachtunternehmen würden weitere interessante Auswertungsmöglichkeiten bieten, die allerdings mit erheblichem zusätzlichem Aufwand verbunden wären.

## **5 Zusammenfassung**

Am Beispiel der Erzeugerringdatenbank des ZDS konnte gezeigt werden, dass die Qualitätskriterien des ESS eine gute Orientierung bieten und einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung von Datenbanken leisten können. Außerdem können Prozessanalysen und der Einsatz von in der amtlichen Statistik eingesetzten Verfahren zur Plausibilisierung von Daten, zur Verbesserung der Datenqualität und damit zu einer höheren Verlässlichkeit der Auswertungsergebnisse führen. In weiteren Schritten ist zu prüfen, ob die Erfahrungen der amtlichen Statistik mit ihrem Online-Datenerhebungsverfahren IDEV genutzt werden können, um die Informationssysteme und Datenbanken der Agrar- und Ernährungswirtschaft weiterzuentwickeln.

## **Literaturverzeichnis**

- [Ba09] Bahlmann, J.; Spiller, A.; Plumeyer, C.-H.: Diffusion und Akzeptanz von Internet-basierten Informationssystemen: Ergebnisse einer empirischen Analyse in der deutschen Veredelungswirtschaft. 2009; in eZAL, S. 1-45.
- [St11] Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Verhaltenskodex für europäische Statistiken für die nationalen und gemeinschaftlichen statistischen Stellen 2011. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. 2012.
- [We05] Wein, E. Modernisierung der Fehlerbeseitigung. Wirtschaft und Statistik, 4/2005. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. 2005; S. 293-302.
- [Zd10] Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V. (Hrsg.): Schweineproduktion 2009 in Deutschland, Ausgabe 2010. ZDS, Bonn. 2010.

# Altersabhängige Modellierung von Körpermasse, Rückenfettdicke und Body Condition Score bei weiblichen Jungrindern der Rasse Holstein Friesian

Nicole Reinhold<sup>1</sup>, Simon Harnsich<sup>1</sup>, Erhard Gernand<sup>2</sup>, Werner Feucker<sup>3</sup>,  
Joachim Spilke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik  
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Karl-Freiherr-von-Fritsch Straße 4  
06120 Halle (Saale)  
nicole.reinhold@landw.uni-halle.de

<sup>2</sup> Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Bebel-Straße 2  
36433 Bad Salzungen

<sup>3</sup>DSP Agrosoft GmbH  
Parking 3  
14669 Ketzin

**Abstract:** Basierend auf den Beobachtungen von 487 weiblichen Jungrindern eines Praxisbetriebes, zeigte für die Modellierung der Körpermasse, ein Random Regression Modell (RRM) mit Polynomen 2. Grades die beste Anpassung. Bei der Rückenfettdicke wurde ebenfalls ein RRM gewählt, jedoch unter Verwendung von Splines mit zwei optimierten Knotenpunkten. Auch für die Modellierung des BCS wurde ein RRM ausgewählt. Hier zeigte ein Modell mit Polynomen 4. Grades die beste Anpassung. Jedes der drei Modelle erlaubt sowohl die Abbildung des bestands- als auch des einzeltierspezifischen Entwicklungsverlaufs. Weiterhin wurde mit Hilfe eines generalisierten linearen Modells die Wahrscheinlichkeit geschätzt, mit der die Pubertät in Abhängigkeit der einzelnen Merkmale eintritt. Nach unseren Untersuchungen zeigte der Pubertätseintritt eine bedeutsame einzeltierspezifische Variation, die durch die Variabilität von Körpermasse, Rückenfettdicke und BCS nicht vollständig erklärt werden kann.

## 1 Einleitung

Die Jungrinderaufzucht ist einer der wichtigsten Produktionszweige der Milchproduktion. Hauptziel ist die Produktion gesunder, fruchtbarer Jungtiere mit hohem Milchleistungspotential und langer Nutzungsdauer. Diese Ziele können jedoch nur erreicht wer-



den, wenn Kälber und Jungrinder optimal aufgezogen werden und ein Erstkalbealter von circa 24 Monaten erreicht wird. Dies gelingt in der landwirtschaftlichen Praxis nicht durchgehend. Als ein wesentlicher Grund hierfür, kann die extensivere Haltung der Jungrinder genannt werden. Bedeutsam ist weiterhin, dass die Steuerung und Kontrolle der Aufzucht nur minimal entwickelt ist. Das kommt auch in einem derzeit noch geringen Ausbau von Herdenmanagementprogrammen, zur Unterstützung operativer und analytischer Aufgaben zum Ausdruck. Jedoch spielen, gerade in der Jungrinderaufzucht, die Kontrolle und die Steuerung des Wachstums eine besondere Rolle. Abgeleitet aus dieser kurz skizzierten Situation, soll daher mit der vorliegenden Untersuchung ein Beitrag zur besseren Überwachung der Jungrinderentwicklung erfolgen, da hierfür bisher die notwendigen Grundlagen für eine praktische Umsetzung fehlen. Ziel ist es für die Merkmale Körpermasse, Rückenfettdicke (RFD) und Body Condition Score (BCS), mit Hilfe eines statistischen Modells, Entwicklungsverläufe zu erarbeiten. Bei Nutzung dieses Modells soll es möglich werden Normkurven abzuleiten.

## **2 Material und Methode**

Zur Verfügung standen Daten von 487 weiblichen Jungrindern eines Praxisbetriebes in Nordthüringen. Die Versuchsdauer betrug insgesamt zwei Jahre. In diesem Zeitraum wurden die Kälber und Jungrinder einmal im Monat gewogen, die RFD per Ultraschall gemessen und zusätzlich die Körperkondition mittels BCS in Anlehnung an [Ed89] beurteilt. Zusätzlich wurde an 28 Tieren eine Untersuchung zum Eintritt in die Pubertät, unter Verwendung des Progesteron-Gehaltes im Blut, durchgeführt. Dazu wurde innerhalb eines Zeitraums von 14 Wochen einmal wöchentlich Blut aus der Halsvene entnommen. Bei der Beschreibung der bestands- und einzeltierspezifischen Wachstumskurven wurden verschiedene lineare gemischte Modelle, unter Nutzung von Polynomen bzw. Splines, verglichen und mit Hilfe des korrigierten Informationskriterium nach Akaike (AICC) ausgewählt. Die Auswahl wurde durch eine Residuenanalyse und den Vergleich der beobachteten und geschätzten Varianzfunktion überprüft. Für die Vorhersage des Pubertätseintritts wurde mittels generalisierter linearer Modelle die Wahrscheinlichkeit geschätzt, mit welcher die Pubertät in Abhängigkeit der Merkmale eintritt. Die rechentechnische Umsetzung erfolgte unter Nutzung des Statistikpakets SAS Version 9.2.

## **3 Ergebnisse**

Basierend auf den Beobachtungswerten, zeigte für die Körpermasse, ein Random Regression Modell (RRM) mit Polynomen 2. Grades die beste Anpassung. Ebenso wurde bei der RFD ein RRM gewählt, hier jedoch unter Nutzung von Splines mit zwei optimierten Knotenpunkten. Da bei der Körperkondition insgesamt acht Stellen bonitiert wurden, sollte zunächst überprüft werden, welche der acht BCS-Stellen den höchsten Zusammenhang mit der RFD aufweist. Ergebnis dieser Untersuchung war, dass der Bereich acht (Schwanzwurzel und Sitzbeinhöcker) die höchste Korrelation mit der RFD zeigte. Daraus abgeleitet, erfolgte in den weiteren Untersuchungen eine Beschränkung auf BCS

acht. Für diesen zeigte ein RRM mit Polynomen 4. Grades die beste Anpassung. Jedes dieser drei Modelle erlaubt sowohl die bestands- als auch die einzeltierspezifische Abbildung der Entwicklung. In Abbildung 1 ist der Verlauf des Bestandes und die Entwicklungsverläufe zweier Einzeltiere, in Abhängigkeit des Alters für die 3 Merkmale Körpermasse, RFD und BCS 8, dargestellt.

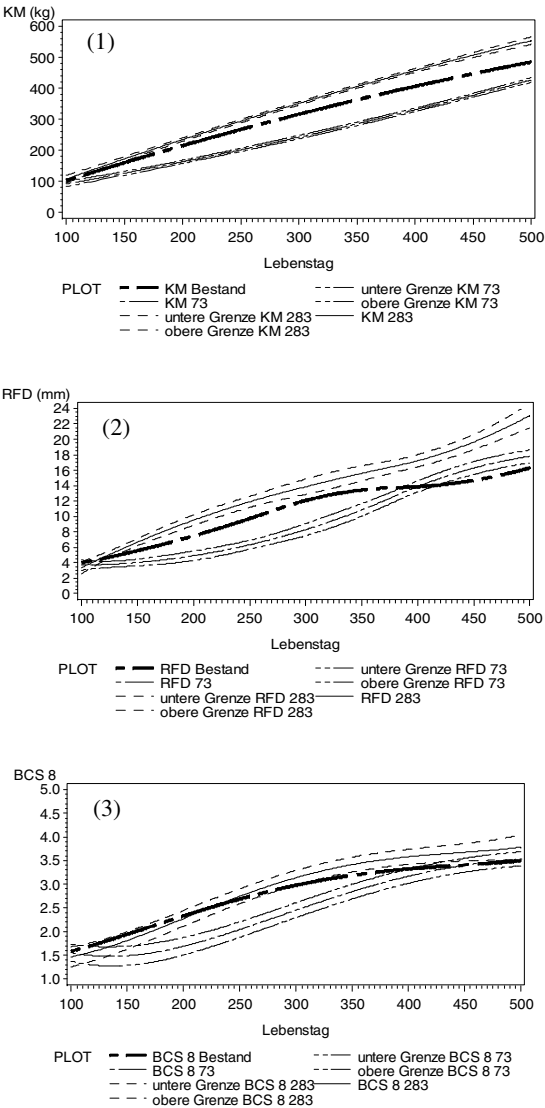


Abbildung 1: Gegenüberstellung der bestandspezifischen Entwicklungsverläufe von (1) Körpermasse (KM), (2) Rückenfettdicke (RFD) und (3) BCS8, sowie zwei einzeltierspezifische Entwicklungsverläufe von Tier 73 und Tier 283 zu den jeweiligen Merkmalen mit zweiseitigem Konfidenzintervall (P=0.95)

Von den 28 bezüglich ihres Progesteron-Gehaltes im Blut untersuchten Tieren, erreichten 19 Tiere bis zum Ende des Versuchszeitraums die Pubertät. Im Mittel trat die Pubertät zum 249. Lebenstag mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 264 kg, einer mittleren RFD von 11 mm und einem mittleren BCS von 2.70 ein. Mit Hilfe der Daten der Tiere, die den Pubertätseintritt im Versuchszeitraum erreichten, wurde unter Verwendung eines generalisierten linearen Modells die Wahrscheinlichkeit geschätzt, mit der die Pubertät eintritt. Als Beispiel ist der Wahrscheinlichkeitsverlauf des Pubertätseintrittes in Abhängigkeit der Körpermasse in Abbildung 2 dargestellt.

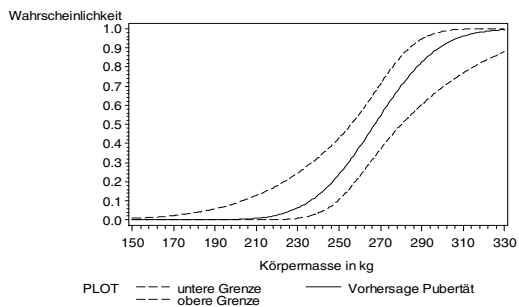


Abbildung 2: Wahrscheinlichkeit des Pubertätseintrittes in Abhängigkeit des Merkmales Körpermasse

Für die Merkmale RFD und BCS wurden ähnliche Wahrscheinlichkeitsverläufe erarbeitet mit Hilfe generalisierter linearer Modelle erarbeitet.

## 4 Schlussfolgerungen

Die Nutzung von RRM erlaubt eine gute Abbildung der Merkmale Körpermasse, RFD und BCS. Wenngleich die geschätzten Parameter und damit die dargestellten Verlaufskurven bestandsspezifisch sind, erlaubt der gewählte methodische Ansatz die Erarbeitung von Normkurven, unter Nutzung von Daten weiterer Bestände. Es ergibt sich grundsätzlich die Möglichkeit den Verlauf der Körpermasse, RFD und des BCS in ein Herdenmanagementprogramm für Jungrinder zu integrieren. Und durch den Vergleich von Bestands- und Normkurve eine Steuerung und Kontrolle der Merkmalsentwicklung zu unterstützen. Nach unseren Untersuchungen zeigte der Pubertätseintritt eine bedeutende einzeltierspezifische Variation, die durch die Variabilität von Körpermasse, RFD und BCS nicht vollständig erklärt werden kann. Daraus ergibt sich insgesamt noch keine ausreichende Genauigkeit in der Vorhersage des Pubertätseintrittes anhand der beschriebenen Merkmale.

## Literaturverzeichnis

- [Ed89] Edmonson, A. J. et. al.: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 72, 1989, S. 68-78.

# Integration des Vertragsmanagements in das landwirtschaftliche Rechnungswesen

Jan Arne Reiter<sup>1)</sup>, Hans-Hennig Sundermeier<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>DATEV e.G.  
Fürther Straße 84  
90329 Nürnberg  
janarne.reiter@datev.de

<sup>2)</sup>Landwirtschaftlicher Buchführungsverband  
Lorentzendam 39  
24103 Kiel  
hsundermeier@lbv-net.de

**Abstract:** Verträge bilden die Basis der Interaktionen zwischen Unternehmen und bestimmen deren Handlungsmöglichkeiten. Auch in der Landwirtschaft nehmen vertragliche Abhängigkeiten zu. Demgegenüber steht eine mangelhafte Berücksichtigung vertraglicher Strukturen und Daten im Rechnungswesen und in der (Agrar-)Informatik. Der Beitrag skizziert Aspekte des Sachproblems und einen Ansatz zur Integration des Vertragsmanagements in Standardsoftware zum Rechnungswesen sowie weitere Nutzungsmöglichkeiten wirtschaftlich relevanter Vertragsdaten.

## 1 Einleitung

Verträge regeln die Beziehungen zwischen Unternehmen und deren wirtschaftlicher Umwelt. Sie prägen somit nicht nur die gegenwärtige Situation, sondern mehr oder weniger stark auch die Zukunft eines Unternehmens [Fi97] und beeinflussen damit die Aktionsräume der Unternehmensführung. Gerade in wachstumsorientierten landwirtschaftlichen Betrieben steigen auf Grund fehlenden Eigenkapitals die Anteile fremdbeschaffter Produktionsfaktoren z.B. durch Zunahme angestellter Arbeitskräfte, des Fremdkapitals und der Pachtflächen. Benötigte Produktionsfaktoren werden also zunehmend durch Dienstleistungs- bzw. Gebrauchsüberlassungsverträge beschafft, wenn die eigenen Faktorkapazitäten ausgeschöpft sind. Der zunehmenden Volatilität auf den Absatzmärkten begegnen viele Landwirte ebenfalls mit zukunftsorientierten Preis- und Mengenvereinbarungen.

Vor diesem Hintergrund soll der Gedanke Riebels zur Dynamisierung des Rechnungswesens [Ri94] aufgegriffen werden, Vertragsdaten für betriebliche Planungszwecke zu nutzen, da das landwirtschaftliche Rechnungswesen Verträge und ihre Inhalte bisher

kaum betrachtet. Der BMELV-Jahresabschluss führt bisher nur die Eckdaten von Kreditverträgen explizit auf und erfasst die der Arbeitsverträge lediglich summarisch. Dabei wird von mehreren Autoren [Ri94] [HH01] bemängelt, dass das Rechnungswesen als klassisches Instrument zur Unterstützung der Unternehmensführung zu stark vergangenheitsorientiert ist: Früher stand die Dokumentation der Vergangenheit im Vordergrund, heute sollte das Rechnungs- und Finanzwesen in erster Linie zur Erstellung einer ergebnis- und liquiditätsorientierten Kontrolle dienen und entsprechende Planungen wirkungsvoll unterstützen. Um das Rechnungswesen diesen neuen Anforderungen anzupassen, gehen wir der Frage nach, wie das Potenzial zur Datenbereitstellung aus Vertragsinhalten zur Fortentwicklung des Rechnungswesens genutzt werden könnte.

## **2 Analyse betriebswirtschaftlich relevanter Inhalte von Verträgen**

Um Inhalte von Verträgen für das Rechnungswesen nutzbar zu machen, sind zunächst die dafür relevanten Vertragsinformationen zu identifizieren. Der sachliche, finanzielle und zeitliche Handlungsspielraum der Vertragspartner ist durch Vertragsklauseln bestimmt, deren oft unscharfe juristische Formulierungen auf den betriebswirtschaftlich relevanten Gehalt zu reduzieren sind [HF02]. Die daraus resultierenden Mengen, Zeiten und Werte sind entsprechend zu strukturieren.

Inhaltlich setzt sich ein Vertrag aus rechtlichen Grundlagen sowie strukturellen und zeitlichen Segmenten zusammen. Strukturelle Merkmale können u.a. die Vertragspartner und der Vertragsgegenstand sein. Die zeitlichen Merkmale lassen sich nach dem Lebenszyklus eines Vertrages unterteilen. Der Vertragslebenszyklus gliedert sich in eine Vorlauf-, eine Bindungs-, und eine Nachlaufphase und kann auch als Nutzungsintervall bezeichnet werden. Innerhalb des Nutzungsintervalls ist besonders die Bindungsphase interessant, da während dieses Zeitraumes Zahlungen und Leistungen ausgetauscht werden. Daher wird innerhalb der Bindungsphase grundsätzlich zwischen Bindungs-, Leistungs- und Zahlungsmerkmalen unterschieden.

Die Bindungsphase kann in mehrere Bindungsintervalle unterteilt sein, da ein Vertrag kündigungsbedingt zu bestimmten Dispositionszeitpunkten beendet oder verlängert werden kann. Innerhalb der Bindungsintervalle treten der Leistungsaustausch sowie die Zahlungen zu vertragsindividuell regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitpunkten auf. Insbesondere die jeweiligen Ausprägungen der Bindungs-, Zahlungs- und Leistungsmerkmale können je nach Vertragstyp stark variieren, weshalb diese bei der Strukturierung berücksichtigt werden müssen.

Aus juristischer Sicht lassen sich grundsätzlich zwei Arten von Verträgen unterscheiden: Gesellschaftliche Verträge und Austauschverträge, wobei letztere nach den Regelungsempfehlungen des BGB in Veräußerungs-, Gebrauchsüberlassungs- und Dienstleistungsverträge abgegrenzt werden. Neben der rechtlichen Sichtweise auf vertragliche Austauschbeziehungen lassen sich diese betriebswirtschaftlich in Verträge über Input- und Outputfaktoren einteilen.

### **3 Vertragsverzeichnis und dessen Auswertungsmöglichkeiten**

Eine Vorstudie behandelte prototypisch die Unterstützung des Vertragsmanagements für einen landwirtschaftlichen Betrieb durch die Anlage von Vertragsverzeichnissen [Re11]. Bei dieser Vertrags-Verzeichniserstellung – in einem landwirtschaftlichen Beispielfall waren ca. 140 verschiedene Pacht-, Arbeits-, und Mietverträge sowie Vorkontrakte zu berücksichtigen – musste sowohl zwischen unterschiedlichen Vertragstypen, deren Merkmalen sowie den Merkmalsausprägungen differenziert werden. Trotz der Begrenzung auf Gebrauchsüberlassungs- und Dienstleistungsverträge für Fremdleistungsfaktoren musste für jede beispielhaft betrachtete Vertragsart ein spezielles Verzeichnis erstellt werden, d. h. jeweils ein Verzeichnis für Pacht-, Miet- und Arbeitsverträge sowie Vorkontrakte war zu erstellen. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass die Merkmalsausprägungen der Vertragsleistungen in den verschiedenen Vertragstypen so stark variieren, dass sie nicht in einem einheitlichen Verzeichnis dargestellt werden können.

Mittels der Vertragsverzeichnisse sind besonders die strukturellen und die Bindungsmerkmale der Verträge während der Bindungsphase präzise abbildbar. Dadurch ließen sich verschiedene Auswertungen zur Disponierbarkeit der Verträge mittels Datenfilterung in MS-Excel prototypisch realisieren. Anhand der vertraglich fixierten Zahlungskonditionen ließ sich ein rein vertragsbasierter Finanzplan erstellen. Dazu mussten jedoch über die vertraglich festgeschriebenen Zahlungsmerkmale hinaus insbesondere zu den variablen Vertragsstrukturen der Pachtpreisanpassungsklauseln oder den leistungsabhängigen Zahlungen der Vorkontrakte weitere Annahmen getroffen werden. Zur Wahrung der Übersichtlichkeit wurde nur die Bindungsphase und nicht der komplette Lebenszyklus der Verträge berücksichtigt.

Dennoch können laufend aktualisierte Vertragsverzeichnisse die landwirtschaftliche Betriebs- und Unternehmensführung und insbesondere auch das Planungswesen wirksam unterstützen. Auskunftssysteme bieten dem Vertragsmanagement einen strukturierten Überblick über die bestehenden Vertragsbeziehungen und über etwaige Kündigungsfristen bzw. Termine zur Verlängerung oder Neuverhandlung von Konditionen. Starre Verzeichnisstrukturen weisen jedoch ggfs. auch einige Einschränkungen bei den Auswertungsmöglichkeiten auf.

### **4 Projektstatus und Ausblick**

In Anbetracht der identifizierten Beschränkungen aber auch des Potenzials der bisherigen Arbeiten wird zur Zeit im Rahmen eines fachkonzeptionellen Forschungsvorhabens im Zusammenarbeit mit der DATEV e.G. das Potenzial einer Zusammenführung von Vertragsmanagement und Rechnungswesen in einem Standardsoftware-System untersucht. Dies soll u. a. durch den methodischen Ansatz der DATEV e.G. zur Verwendung vertraglicher Parameterdaten in zentral verwendbaren Daten-, Berechnungs- und Auswertungsmodulen für ausgesuchte „Objekte“ erreicht werden. Ein Objekt bildet eine für sich wirtschaftlich sinnvoll abgrenzbare Einheit (z. B. ein Kredit oder eine Immobilie). Zentrale Objekte sollen die bisher in den einzelnen Arbeitsprozessen enthaltenen Informationen bündeln und verwalten. Dabei ist eine Unterscheidung in Ist-, Plan- und Prog-

nosedaten zwingend notwendig. Die Daten und darüber hinaus auch eventuelle Berechnungen oder Auswertungen sollen allen weiteren Arbeitsprozessen und Auswertungsbedürfnissen konsistent zur Verfügung stehen. Dabei kann über die Verknüpfung der Arbeitsabläufe mit einem Dokumentenmanagementsystem der Durchstieg bis hin zu den zugrunde liegenden Verträgen und Belegen ermöglicht werden (Abbildung 1).

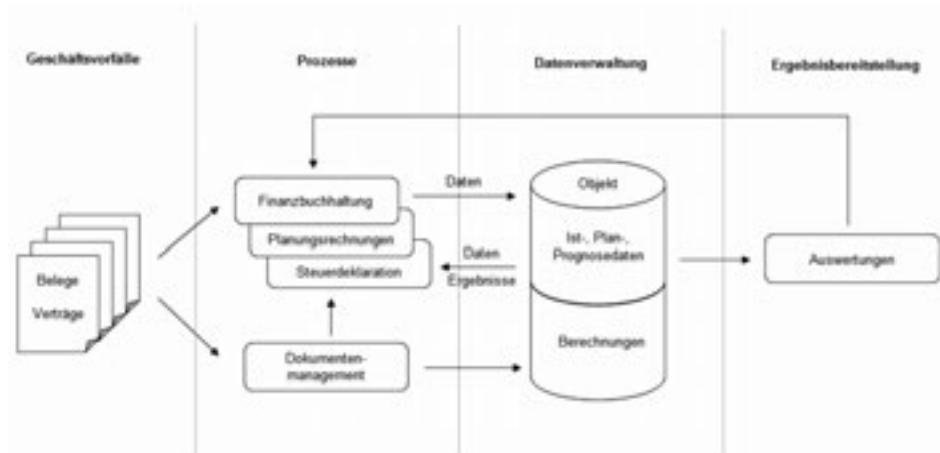


Abbildung 1: Fachliches Modell zentraler Objekte

Das Modellierungsverfahren zentraler Objekte bietet die Grundlage dafür, betriebswirtschaftlich relevante Vertragsinhalte optional in einem für den Anwender angemessenen Aufwands-Nutzen-Verhältnis in Analyse- und Planungsprozessen zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist die Verwendung von Vertragsdaten, insbesondere variabler Vertragsinhalte, in Szenarienanalysen vorstellbar. Somit könnte durch die Integration des Vertragsmanagements in ein Standardsoftware-System für das Rechnungswesen eine effizientere und effektivere Unterstützung für die Unternehmensführung erreicht werden.

## Literaturverzeichnis

- [Fi97] Fischer, J.: Einsatzmöglichkeiten zeitorientierter Vertragsdatenbanken im Controlling. *Wirtschaftsinformatik*, 39 (1), 1997; S. 55-63.
- [HF02] Hoos, J.; Fischer, J.: Vertragscontrolling als Schlüsselement des Supply Chain Management. In (Dangelmeier, W., Emmrich, A., Kaschula, D., Hrsg.): *Modelle im E-Business*. Bonifatius-Verlag, Paderborn, 2002; S. 255-271.
- [HH01] Hahn, D.; Hungenberg, H.: *PUK – Wertorientierte Controllingkonzepte*. Gabler, Wiesbaden, 2001.
- [Re11] Reiter, J. A.: *Vertrags- und Rechtsmanagement für landwirtschaftliche Unternehmen*. M.Sc.-Arbeit, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, April 2011.
- [Ri94] Riebel, P.: *Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung – Grundfragen einer markt- und entscheidungsorientierten Unternehmensrechnung*. Gabler, Wiesbaden, 1994.

# Sensorgestütztes Risikomanagement in der Kartoffelprimärproduktion

Doreen Riske<sup>1)</sup>, Sabine Heeren<sup>2)</sup>, Ulrike Praeger<sup>3)</sup>, Jelena Surdilovic<sup>3)</sup>,  
Martin Geyer<sup>3)</sup>, Gerhard Flick<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Agrar GbR Groß Kiesow  
Hauptstrasse 2  
17495 Groß Kiesow  
d.riske@agrar-gross-kiesow.de

<sup>2)</sup>Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften  
Hochschule Neubrandenburg, Brodaer Strasse 2  
17033 Neubrandenburg  
flick@hs-nb.de

<sup>3)</sup>Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
upraeger@atb-potsdam.de

**Abstract:** Im Rahmen des vom BMBF an der Hochschule Neubrandenburg geförderten Projektes „LogPom“ wurde eine Risikoanalyse zu Ursachen für mechanische Beschädigungen bei der Produktion von Veredlungskartoffeln aus Sicht von Kartoffelverarbeitungsunternehmen und dessen Vorlieferanten durchgeführt. Zur Quantifizierung der Risiken, welche die innere Qualität der Kartoffeln beeinflussen, dienten chemisch-physiologische Untersuchungen zu den Inhaltsstoffen der Rohware, sowie die Prüfung der Beschädigungsempfindlichkeit und Schwarzfleckigkeitsneigung. Parallel dazu erfolgten sensorgestützte Stoßbelastungsmessungen während des Ernte- und Einlagerungsprozesses, um Risiken im technologischen Bereich zu erfassen und unter verschiedenen Bedingungen zu analysieren. Weiterhin wurden Fallversuche im Labor durchgeführt, um Stoßbeschleunigungswerte aus den Praxismessungen an der Hauptverarbeitungsorte mit denen anderer Sorten zu vergleichen. Eine Gewichtung der untersuchten Risikofaktoren ergab, dass die Hauptursache für mangelhafte Verarbeitungsqualität infolge mechanischer Beschädigungen in der sortenspezifischen Beschädigungsempfindlichkeit liegt. Als Ergebnis der Risikoanalyse liegen Ansätze eines Risikomanagementsystem (RMS) vor, welches Maßnahmen zur Korrektur bzw. Vorbeugung von Fehlern beinhaltet.

## 1 Problem- und Zielstellung

Der Qualitätsparameter „mechanische Beschädigung“ ist für die erfolgreiche Gestaltung der Schnittstellen „Produktion – Postharvestmanagement – Lebensmittelverarbeitung –



Logistik“ bei Veredlungskartoffeln von eminenter wirtschaftlicher Bedeutung – dies aufgrund von Risiken in der Erntetechnik, der Logistik und der Datenerfassung bei der Übernahme der Ware. Diese Risiken werden verstärkt durch das begrenzte Sortenspektrum. Die beschreibende Sortenliste des Bundessortenamtes (BSA) zeigt zwar eine Vielzahl von verarbeitungsfähigen und zugleich beschädigungsfesten Sorten [Bu08]; jedoch sind für Verarbeiter und Kunden des Kartoffelerzeugers oft nur zwei Sorten mit geringer Beschädigungsempfindlichkeit relevant. Bei der Verwendung anderer unerprobter Sorten werden die Gefahr einer hohen Rate mechanischer Beschädigungen (Schwarzfleckigkeit, Nekrosen) und damit ein wirtschaftlicher Schaden angenommen.

Vor diesem Hintergrund war das Hauptziel des Projektvorhabens, ein RMS für die Produktion und Verarbeitung von Kartoffeln verwertbar vorzulegen, wobei die Parameter Anbau (Nährstoffversorgung), Logistik (Ernte, Transport, Lagerung) und Verarbeitung (Wareneingangsbonitur) zu untersuchen waren. Folgende Teilziele wurden bearbeitet: Erfassung verarbeitungsrelevanter chemisch-physiologischer Daten und Sortenvergleich, Fallversuche am Beispiel ausgewählter Sorten mit anschließender Bonitur auf mechanische Beschädigung, sensorgestützte Optimierung der Logistikkette und Auswertung der Wareneingangsprotokolle des Verarbeiters am Praxisbeispiel.

## **2 Material und Methoden**

Als Versuchsmaterial kamen während der drei Versuchsjahre 11 Kartoffelsorten zum Einsatz, welche an jeweils zwei Standorten in Vorpommern in vierfacher Wiederholung angebaut wurden. Als Vergleichssorte mit früher Abreife dienten die Sorte Karlana und mit mittelspäter Abreife die Sorte Fasan. In den chemisch-physiologischen Untersuchungen wurden für alle Sorten folgende Werte an handgeernteter Rohware bestimmt: Trockensubstanz, Wassergehalt, Phosphor, Kalium, Magnesium, Calcium, organische Säuren und Saccharide, Stärke, spezifische Dichte. Zur Feststellung der sortenspezifischen Neigung zur Schwarzfleckigkeit und Beschädigungsempfindlichkeit wurde der Test lt. Richtlinie des BSA [Bu00] durchgeführt. Die technologischen Untersuchungen begannen mit einer Bestandsaufnahme zu maschinellen Abläufen in der Prozesskette Ernteverfahren – Sortierung – Transport – Warenannahme an einem Praxisbeispiel. Es wurden Fallstufen und –höhen, sowie Gefahrenquellen am Beispiel des Grimme Überladekartoffelroders Typ GT 170 M, in einer praxisüblichen Sortieranlage sowie beim Fall in die Großkiste erfasst. Für die Erfassung der Daten zur Stoßbelastung im Kartoffelrode- und Sortiervorgang unter kontrollierten Praxisbedingungen setzten wir den Stoßbelastungssensor MIKRAS (Easys GmbH, Berlin) ein. Dieser in eine Kartoffel eingesetzte triaxiale Beschleunigungssensor erfasst Stöße über einem frei wählbaren Schwellenwert mit einer Aufnahmefrequenz von 3000 Hz (Praeger, Geyer, Surdilovic, Truppel, Heeren, Flick, 07/2011). Zum einen konnten Stoßbelastungen (Maximalkraft, Anzahl Stöße) während des Ernteprozesses in den Sorten Karlana und Fasan am Überladekartoffelroder mit 18 Wiederholungen gemessen werden. Zusätzlich bezogen wir Varianten der Beladung mit bzw. ohne Fallsegel, sowie drei Separatoreinstellungen ein. Außerdem fand ein Vergleich der Stoßbelastung beim Ernteprozess zwischen dem Überlade- und einem Bunkerroder (Grimme Typ SE 150-60) statt. Zum anderen erfolgten im Labor des ATB Messungen zur sortenspezifischen Stoßbeschleunigung an der Fallstation zu zwei praxis-

relevanten Lagerterminen, nach 3 und 6 Monaten. Für diesen Test wurden Sorten mit verschiedenen Formen, Reifeeinstufungen und Dichtefractionen ausgewählt. Ausgehend von denen im Roder und in der Sortierung ermittelten Fallhöhen entstanden Versuchsvarianten mit Fallhöhen von 100 cm und 50 cm Höhe mit unterschiedlichen Wiederholungsvarianten. Danach erfolgte an den handgeernteten Kartoffelproben eine Beschädigungsbonitur und Prüfung auf Schwarzfleckigkeit.

### 3 Ergebnisse

Da die Untersuchungen die gesamte Lieferkette von der Ernte bis zur Annahme für den Verarbeitungsprozess erfassen, werden Kennzahlen, prozessbezogene Warn- bzw. Eingriffsgrenzen und auch Strategievorschläge für ungünstige Bedingungen erstellt und im Zuge der noch laufenden Projektarbeiten in ein Qualitäts- bzw. Risikomanagementsystem eingebunden.

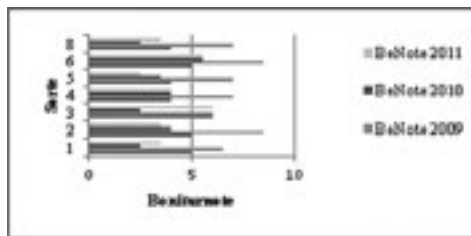


Abbildung 1: Prüfung der Beschädigungsempfindlichkeit 2009 – 2011 (BeNote = Beschädigungsempfindlichkeitsnote)

Ein wichtiger Risikofaktor war die Sorte und deren genetisch fixierte Beschädigungsempfindlichkeit. Die Bonitur der Prüfknochen auf Beschädigungsempfindlichkeit führte zu einer konkreten Beurteilung der Produktqualität nach vier bis sechs Wochen Lagerzeit (Abbildung 1). Die Anfälligkeit der geprüften Sorten entspricht im Mittelwert der drei Versuchsjahre nur bei 50% dieser Sorten der Einstufung durch das Bundessortennam. Die Jahreseffekte wirken hier sehr stark, wobei im Mittel der Versuchsjahre die früh abreifenden Sorten wenig beschädigungsempfindlich sind. Da die Einstufung der Sorten für ein bestimmtes Merkmal in der Beschreibenden Sortenliste nur aus einem Anbaujahr resultiert, lassen sich Sortenstrategien nicht anhand dieser Einstufung treffen, sondern sollten aufgrund eigener Probenahmen und Bonituren jährlich überprüft werden. Außerdem haben Mitarbeiter im Produktionsprozess die Verantwortung, technische Einstellungen den Erntebedingungen ständig anzupassen, um die höchstmögliche Qualität zu erzielen. So wurden mit einer 50% Separatoreinstellung im Roder unter den in den Versuchsjahren gegebenen Erntebedingungen die geringsten Beschädigungen erreicht (Tabelle 1).

Zur Überprüfung von Rodereinstellungen bietet sich der Einsatz eines Beschleunigungssensors (MIKRAS) an. Gegenüber anderen verfügbaren „Produktdummies“, den sogenannten „künstlichen Früchten“, wird MIKRAS in das pflanzliche Produkt implantiert. Damit misst der Sensor die Bewegungsabläufe in einer, dem realen Erntegut sehr nahe-

kommen, System [Pr11]. Die als Gefahrenstellen identifizierten Fallstufen im Roder wurden von MIKRAS erkannt und zeigten sogar in Stufe 1 (Siebkette) und Stufe 4 (Fall in die Großkiste) Belastungen über 100 g (Abbildung 2), welche mechanische Beschädigungen verursachen. [Pr11]

Separator-Einstellung	25%	50%	75%
Mittelwert Beschädigungen Knolle	1,6	1,43	1,50
Mittelwert Anzahl beschädigter Knollen	62	45	52
Boniturnote	6	4	4,5

Tabelle 1: Auswirkungen von verschiedenen Sepratoreinstellungen (Überladeroder Typ GT 170 M) auf die Beschädigungsempfindlichkeit der Sorte Fasan, n=10 pro Variante

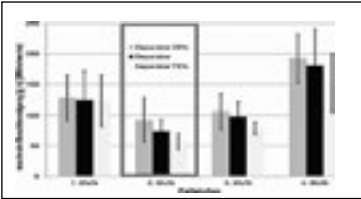


Abbildung 2: Stoßbelastungen beim Roden. Vergleich verschiedener Separatoreinstellungen (mittlere max. Stoßbeschleunigung an 4 Fallstufen, Sorte Fasan, n=10)

### 4 Konsequenzen

Zur Minderung von Beschädigungsrisiken werden Methoden für deren Quantifizierung dringend benötigt. In unseren Versuchen zeigte sich, dass die von Sorteneigenschaften ausgehenden Risiken mit Hilfe von Bonituren und Tests immer wieder neu zu bewerten und mit Züchtern und Mitarbeitern zu kommunizieren sind. Die physiologischen Untersuchungen auf Inhaltsstoffe lassen Rückschlüsse auf die Produktqualität der Sorten zu. Sie sind jedoch zeit- und kostenaufwändig. Der Beschädigungs- und Schwarzfleckigkeitstest laut Richtlinie des BSA eignet sich gut, um differenzierte Aussagen über Sorten zu treffen. Allerdings können die Einstufungen laut Beschreibender Sortenliste aber nur eine grobe Orientierung bei der Entscheidungsfindung für die Sortenwahl sein, da die Werte nicht nach jedem Anbaujahr vom BSA neu ermittelt werden. Technologische Probleme und Fehler können bereits während des Ernte- und Sortiervfahrens mittels Beschleunigungssensor gemessen, kontrolliert und eingegrenzt werden, müssen jedoch regelmäßig in ausreichender Anzahl von Wiederholungen erfolgen. Insgesamt liefern alle Messdaten einen aussagefähigen Datenpool, mit dessen Hilfe Risiken erfasst, nachhaltig bearbeitet und kontrolliert werden können und Gegenstand der derzeit laufenden Auswertung sind.

### Literaturverzeichnis

[Bu00] Bundessortenamt. (2000). Richtlinie für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Hannover: Landbuchverlag.

[Bu08] Bundessortenamt. (2008). Beschreibende Sortenliste Kartoffeln 2008. (Bundessortenamt, Hrsg.) Hannover.

[Pr11] Praeger, U., Geyer, M., Surdilovic, J., Truppel, I. R., Heeren, S., Flick, G. (07/2011). Mechanische Belastungen beim Roden. Messen von Stoßbelastungen mit einem implantierbaren Sensor. Kartoffelbau. Zeitschrift für Spezialisten , 28-31.

# Überführung landwirtschaftlicher Schlagwortlisten in das Simple Knowledge Organization System (SKOS)

Christian Rüh, Jens Wiebensohn

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät  
Universität Rostock  
Justus-von-Liebig-Weg 6  
18059 Rostock  
christian.rueh@uni-rostock.de  
jens.wiebensohn@uni-rostock.de

**Abstract:** Moderne Farm Management Informationssysteme (FMIS) können durch die Integration von Geo-Webdiensten erheblich an Flexibilität und Aussagekraft gewinnen. Beim Aufbau überregionaler Geodateninfrastrukturen geht es nicht nur um die Einbeziehung der Metadaten, sondern auch um Wortlisten, also kontrollierte Vokabulare und Thesauri, die unter anderem der Verschlagwortung und der Suche nach Metadaten dienen, da somit einheitliche Suchterme genutzt werden, die die Suche verbessern. Technische Grundlage für solche Thesauri kann u.a. SKOS (Simple Knowledge Organization System) sein (z.B. AGROVOC). In diesem Beitrag geht es darum, den Aufbau und die Funktionsweise eines Programmes mit grafischer Benutzeroberfläche zu beschreiben, mit denen Wortlisten aus typischen Anwendungsfällen (Düngung, Pflanzenschutz) von einer CSV Datei in das SKOS Format überführt werden und anschließend in einem RDF Format wie N-Triples abgelegt werden können, das sich dann problemlos z.B. in iQvoc importieren lässt. Darauf aufbauend können z.B. Metadaten von landwirtschaftlicher Geodaten verschlagwortet werden und als Grundlage für eine weitergehende Nutzung von Technologien des Semantic Web dienen.

## 1 Einleitung

Moderne Farm Management Informationssysteme (FMIS) werden in Zukunft verstärkt mit Daten und Diensten aus (Geo)dateninfrastrukturen konfrontiert werden, wie aktuelle Entwicklungen bei der internetgestützten Bereitstellung von Geodaten mit Relevanz für den Agrarsektor (INSPIRE, ALKIS) zeigen. Dies bedeutet jedoch auch, dass häufig verschiedenartige Begriffswelten aus unterschiedlichen Bereichen aufeinandertreffen. Der mit der Schaffung von Geodateninfrastrukturen einhergehende Bedarf an Datenintegration erfordert ein gemeinsames Verständnis der verwendeten Begriffe. Diese Begriffe sind häufig implizites Wissen der Akteure bzw. werden ohne explizites Vokabular in unterschiedlichen Datenmodellen und Anwendungen genutzt.

Bereits bestehende Vokabulare treten zudem häufig nur einsprachig und in unterschied-

lichen elektronischen Formaten (xls, pdf) auf, was den Austausch der Begriffe auf internationaler Ebene zusätzlich erschwert. Häufig zitiert wird der multilinguale Thesaurus der FAO (AGROVOC), welcher jedoch bei Weitem nicht alle Begriffe des Farm Managements beinhaltet und dessen Pflege bei einer einzelnen Institution angesiedelt ist. Grundsätzlich kann ein solches Vokabular jedoch genutzt werden, um es in formale Ontologien zu überführen [KJ12]. Die Bereitstellung von kontrollierten Vokabularen (z.B. Schlagwortlisten) im World Wide Web stellt einen einfachen Einstieg in das Semantic Web dar [IE09]. Neben AGROVOC<sup>1</sup> sind den Autoren nur wenige weitere Quellen<sup>2</sup> bekannt, die landwirtschaftliche Schlagwörter auf Basis von RDF veröffentlichen. Die Notwendigkeit des Einsatzes von kontrollierten Vokabularen für automatisierte landwirtschaftliche Anwendungen stellt [NaS09] dar. Ein weiteres Anwendungsfeld ist eine Vereinfachung der Dokumentationspflichten von Landwirten, z.B. bei Agrarumweltmaßnahmen [OA11]. Verfügbare maschinell lesbare Schlagwortlisten mit Relevanz für den landwirtschaftlichen Sektor gibt es beispielsweise mit den Thesauri GEMET<sup>3</sup> und UMTES<sup>4</sup> im Umweltbereich. Ein allgemein anerkanntes (domänenübergreifendes) Vokabular zur Beschreibung von kontrollierten Vokabularen im Web stellt SKOS bereit und seine wichtigsten Elemente werden im folgenden Abschnitt kurz erläutert.

## 2 SKOS

SKOS (Simple Knowledge Organization System) ist eine semi-formale Repräsentations-sprache für Wissen über Vokabulare innerhalb des Semantic Web. Ziel dieser Spezifikation des W3C ist die Bereitstellung eines einfachen Modells zur Beschreibung kontrollierter Vokabulare im Web. Häufig können bestehende Vokabulare wiederverwendet bzw. ergänzt werden, was den Aufwand weiter reduziert. Aus den genannten Gründen eignet es sich in besonderer Weise für einen kostengünstigen Einstieg in das Semantic Web und kann als Brückentechnologie zwischen der informellen Welt (z.B. soziale Netzwerke) und rein formalen Ontologiesprachen (z.B. W3C OWL) dienen [IE09]. Das eigentliche Vokabular der SKOS-Spezifikation<sup>5</sup> selbst enthält 32 Elemente, welche neben der Klasse *skos:Concept* in die Gruppen *Concept Schemes*, *Lexical Labels*, *Notations*, *Documentation Properties*, *Semantic Relations*, *Concept Collections* und *Mapping Properties* aufgeteilt werden können. Die Klasse *skos:Concept* dient zur Beschreibung eines Begriffs oder einer Vorstellung, welche sich innerhalb eines *skos:ConceptScheme* befindet. Die *Lexical Labels* erlauben die Definition verschiedener Bezeichner aus verschiedenen natürlichen Sprachen für ein *skos:Concept*.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, zusammengehörige *skos:Concept(s)* in *skos:Collection* oder *skos:OrderedCollection* zusammenzufassen. Eine Untergruppe der *skos:semanticRelations* sind die *skos:mappingRelations*. Sie dienen zum Ausdruck des Mappings und Verlinkens von *skos:Concepts* in unterschiedlichen

---

<sup>1</sup> <http://aims.fao.org/standards/agrovoc/about>

<sup>2</sup> <http://data.igreen-services.com/agrordf>

<sup>3</sup> <http://www.eionet.europa.eu/gemet/>

<sup>4</sup> [http://data.uba.de/umt/de/hierarchical\\_concepts.html](http://data.uba.de/umt/de/hierarchical_concepts.html)

<sup>5</sup> <http://www.w3.org/TR/skos-reference/#vocab>

skos:ConceptSchemes. Für weitergehende Informationen zum SKOS-Datenmodell wird auf die Referenz verwiesen.

### 3 Veröffentlichung bestehender Schlagwortlisten mit CVS2SKOS

Wie einleitend bereits ausgeführt, existiert eine große Anzahl von Schlagwortlisten bereits in verschiedenen elektronischen Formaten (xls, pdf). Um diese Ressourcen auf eine einfache Weise für die weitere Nutzung im Internet verfügbar zu machen, kann man sich Konvertierungstools (z.B. CVS2SKOS) zu Nutze machen. Folgende Schritte werden bei der Nutzung von CVS2SKOS durchlaufen [Rü12]:

1. Einlesen der Wortliste
2. Zuordnung der Spalten zu SKOS Eigenschaften (s. Abb. 1)
3. Aufsetzen des Dokument
4. Füllen des Dokumentes mit Begriffen/Konzepten
5. Matchen der Begriffe mit anderen SKOS Schemas
6. Abspeichern der XML RDF Struktur im XML, Turtle bzw. N-Triples Format

Abbildung 1 zeigt das Zuordnen der SKOS Eigenschaften mit Hilfe einer grafischen Benutzeroberfläche (Schritt 2):



Abbildung 1: Zuordnung der Spalten einer CVS-Datei zu SKOS Eigenschaften

Nach erfolgreichem Durchlauf der weiteren Schritte erhält der Nutzer ein standardkonformes SKOS Dokument (Listing 1).

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>.
@prefix skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>.
@prefix dct: <http://purl.org/dc/terms/>.
@prefix cl: <http://croplis.ex/>.
@prefix coll: <http://croplis.ex/collections/>.
@prefix schema: <http://croplis.ex/schema#>.
:#Crop a skos:Concept;
skos:prefLabel "Nutzpflanze"@de;
```

```

skos:altLabel "Crop"@en;
skos:narrower :#Crop_rotation;
skos:narrower :#Crop_Variety;
dct:creator "Vorname Nachname";
dct:modified "2012-10-08T14:03:38+01:00";
skos:broadMatch <http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c_5993>;
skos:closeMatch <http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c_1972>.

```

Listing 1: Auszug aus einer Schlagwortliste mit SKOS Annotationen (Turtle-Syntax)

## 4 Zusammenfassung

Mithilfe des vorgestellten Werkzeugs ist es gelungen - unter ausschließlicher Verwendung freier und Open Source Software - landwirtschaftliche Schlagwortlisten im Excel- bzw. CSV-Format in das SKOS-Format zu überführen, optional auch mit Semantik anzureichern (Anbindung an andere Ontologien usw.) und in iQvoc zu importieren. Anschließend können Experten Begriffe um Übersetzungen, Definitionen usw. erweitern und verschiedene landwirtschaftliche Schlagwortlisten zusammenführen.

## Literaturverzeichnis

- [IE09] Isaac, A., Ed, S. (2009): SKOS Simple Knowledge Organization System Primer. W3C Working Group Note 18 August 2009. <http://www.w3.org/TR/2009/NOTE-skos-primer-20090818/> (25.10.2012).
- [KJ12] Kless, D., Jansen, L., Lindenthal, J., Wiebensohn, J. (2012). A method for re-engineering a thesaurus into an ontology. In: M. Donnelly & G. Guizzardi (Hg.): Formal Ontology in Information Systems. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 133–146.
- [NaS09] Nash, E. (2009). The need for content-lists, dictionaries and ontologies in expressing and evaluating compliance to crop-production regulations, guidelines and standards. In: R. Bill, P. Korduan & L. Theuvsen (Hg.): Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung. Referate der 29. GIL Jahrestagung 09.-10. März 2009, Rostock, Bonn: Köllen Druck+Verlag GmbH, 121–124.
- [OA11] Oenema, O., Amon, B., van Beek, C., Hutchings, N., Perez-Soba, M., Procter, C., Pietrzak, S., Velthof, G.L., Vinther, F., Wilson, L. (2011). Farm data needed for agri-environmental reporting. Technical document summarizing the findings of the DireDate project for the Final Seminar in Luxembourg on 28 March 2011. Publications Office of the European Union,; Luxembourg.
- [Rü12] Rüh, C. (2012). Überführung von Schlagwortlisten in SKOS. In: S. Weisbrich, R. Kaden (Hg.): Entwicklerforum Geodäsie und Geoinformationstechnik 2012. Junge Wissenschaftler forschen, im Druck.

# **Das Planspiel „Produktion und Artenschutz?“ – Ein Experiment zur Analyse des Entscheidungsverhaltens landwirtschaftlicher Betriebsleiter auf Verhaltensheuristiken**

Henning Schaak, Till Dörschner

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen

henning.schaak@stud.uni-goettingen.de  
till.doerschner@agr.uni-goettingen.de

**Abstract:** Oftmals weicht beobachtetes menschliches Verhalten von den Annahmen des theoretischen Verhaltensmodells des *Homo Oeconomicus* ab. Ein Grund dafür sind systematische Fehler bei der Entscheidung, bedingt durch die Verwendung von Verhaltensheuristiken. In diesem Beitrag soll das Entscheidungsverhalten von Landwirten auf Verhaltensheuristiken untersucht werden. Hierzu wird ein im Rahmen des Planspiels „Produktion und Artenschutz?“ erhobener Paneldatensatz analysiert. Es wird erwartet, dass Entscheider im Planspiel Verfügbarkeits-, Repräsentativitäts- sowie Anker- und Anpassungsheuristiken verwenden.

## **1 Einleitung**

Zur Analyse der Vorzüglichkeit handlungs- und ergebnisorientierter Anreizsysteme für den Biodiversitätsschutz in der Landwirtschaft haben wir im Sommer 2012 das computergestützte, anreizkompatible und an das geplante Greening der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) angepasste Individualplanspiel „Produktion und Artenschutz?“ durchgeführt. Im Planspiel versetzt sich der Teilnehmer in die Rolle eines landwirtschaftlichen Betriebsleiters, der Anbau- und Intensitätsentscheidungen unter Berücksichtigung von Input- und Outputrisiken sowie den Artenschutz betreffende Umweltpolitiken zu treffen hat [DM12]. In der vorliegenden Studie wollen wir das Planspiel zur Untersuchung folgender experimental- und verhaltensökonomischen Fragestellung nutzen: Begehen landwirtschaftliche Entscheider in den im Planspiel vorkommenden Entscheidungssituationen systematische Fehler?

Menschen begehen systematische Fehler meist dann, wenn sie mit der Lösung komplexer Probleme konfrontiert werden [TK74], wie z. B. den im Planspiel auftretenden Entscheidungssituationen. Das Handeln ist nicht mehr „vollständig rational“, wie im klassischen ökonomischen Verhaltensmodell des *Homo Oeconomicus* angenommen, sondern



„begrenzt rational“. Die Entscheider beginnen Näherungsverfahren, also Heuristiken, anzuwenden, die im Allgemeinen zu für sie akzeptablen Ergebnissen führen [Ki00]. Dass Landwirte Heuristiken in Entscheidungssituationen verwenden, wurde schon von einigen Autoren durch Discrete-Choice-Experimente nachgewiesen (bspw. [MCR12] oder [Ba06]). Allerdings wurden Heuristiken nach unserem Wissen noch nicht mit Hilfe eines agrarökonomischen Planspielexperiments, welches sich einerseits durch Anreizkompatibilität und andererseits aufgrund seiner hohen Komplexität und Anwendungsorientierung durch eine sehr hohe Realitätsnähe auszeichnet, nachgewiesen. Ziel dieses Beitrages ist daher die Überprüfung des Entscheidungsverhaltens der Probanden des Planspiels auf Verfügbarkeits-, Repräsentativitäts- sowie Anker- und Anpassungsheuristiken (nach [TK74]).

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Das Planspiel „Produktion und Artenschutz?“

Das als Framed-Field-Experiment aufgebaute ([HL04]), anreizkompatible Individualplanspiel „Produktion und Artenschutz?“ ist Teil eines von uns im Sommer 2012 durchgeführten computerbasierten, ökonomischen Experimentes<sup>1</sup>. An dem Experiment nahmen je 90 Landwirte, Agrarstudierende sowie Studierende außerhalb der Agrarwissenschaften teil [DM12].

Im Individualplanspiel werden die Teilnehmer gebeten, sich in die Situation eines im Ackerbau tätigen Landwirtes zu versetzen und über einen Zeitraum von 12 Perioden eine Fläche von 100 ha Land zu bewirtschaften. In jeder Periode sind zwei Entscheidungen zu treffen: (1) die Zusammenstellung des individuellen Produktionsprogramms (Produktionsverfahren: Anbau von Körnermais, Winterweizen und Zuckerrübe sowie Anlage von Blühstreifen zur Förderung der biologischen Vielfalt) und (2) die Festlegung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Beim Anbau der drei verschiedenen Feldfrüchte sind Fruchtfolgerestriktionen zu beachten, die an das Greening der GAP angepasst sind. Durch das Anlegen von Blühstreifen und geringen Pflanzenschutzmitteleinsatz können im Spiel „Umweltpunkte“ gesammelt werden. Folgende Zielstellungen können verfolgt werden, die mit gleich hohen monetären Anreizen verbunden sind:

1. Maximierung der im Spielverlauf erwirtschafteten Gewinne oder
2. Maximierung der im Spielverlauf erzeugten Umweltpunkte.

In den ersten sechs Runden gelten für alle Teilnehmer die gleichen politischen Rahmenbedingungen. Nach der sechsten Runde wird, innerhalb der Gruppen, jedem Teilnehmer

---

<sup>1</sup> Unser Experiment besteht neben dem Planspiel aus einem Kurzexperimentblock zur Erfassung sozioökonomischer und -demografischer Kenngrößen, der hier nicht näher erläutert werden kann. Einige dieser Größen werden in der vorliegenden Studie verwendet. Nähere Informationen erhalten Sie in [DM12].

eines von drei Politikszenerarien zugeteilt. Im Referenzszenario (1) bleiben die Rahmenbedingungen unverändert. In den anderen Szenarien werden Umweltschutzmaßnahmen angeboten, die handlungsorientiert (Szenario 2) oder ergebnisorientiert (Szenario 3) honoriert werden.

Das Planspiel kann an dieser Stelle nur kurz behandelt werden. Eine ausführliche Beschreibung des Spieles findet sich in [DM12].

## 2.2 Heuristiken

Heuristische Prinzipien werden vom Menschen bei der Schätzung von Wahrscheinlichkeiten und der Vorhersage von Ereignissen verwandt, um komplexe Aufgaben zu einfacheren Wertungsprozessen zu reduzieren. Die Verwendung von Heuristiken kann zu systematischen Fehlern [TK74] und damit zu einem Handeln führen, das von dem Konzept des *Homo Oeconomicus* abweicht. Es gibt eine Vielzahl Heuristiken, die in verschiedenen Entscheidungssituationen angewandt werden, allerdings gelten die im Folgenden beschriebenen als die Bekanntesten. Es handelt sich dabei um (1) die Verfügbarkeits-, (2) die Repräsentativitäts- und (3) die Anker- und Anpassungsheuristik. Sie wurden 1974 von Tversky und Kahnemann beschrieben [TK74].

(1) Verfügbarkeitsheuristik: Informationen werden mit unterschiedlichem Aufwand aus dem Gedächtnis abgerufen [TK74]. In Situationen, in denen die Frequenz einer Gegenstandsklasse oder die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses eingeschätzt werden muss, kann es zur Verwendung der Verfügbarkeitsheuristik („availability heuristic“) kommen. Hierbei wird von dem Aufwand für das Abrufen einer Information auf die Eintrittswahrscheinlichkeit des dazugehörigen Ereignisses geschlossen. In der Regel führt dies zu guten Ergebnissen. Jedoch wird bspw. die Eintrittswahrscheinlichkeit einmaliger oder seltener Ereignisse (z. B. die Terroranschläge vom 11.9.2001) von den Wahrnehmenden häufig überschätzt, da diese besonders stark im Gedächtnis bleiben und deshalb leicht abgerufen werden können [Ki11].

(2) Repräsentativitätsheuristik: Die Repräsentativität gibt an, wie sehr eine Stichprobe einer Grundgesamtheit von Ereignissen ähnelt. Bei der Repräsentativitätsheuristik („representativeness heuristic“) wird aus der Repräsentativität einer Stichprobe auf die Zugehörigkeit zu der Grundgesamtheit geschlossen. Häufig werden in diesem Fall Informationen über die Grundgesamtheit vernachlässigt [TK74]. Auch unvollständiges Verständnis von zufälligen Ereignissen (bspw. fehlerhafte Annahmen über Wahrscheinlichkeiten) stellen eine Fehlerquelle dar. So wird z. B. oftmals sowohl bei kleinen als auch großen Stichproben, wenn in ihnen ein Muster zu erkennen ist, angenommen, diese wären nicht zufällig. Umgekehrt kann es zu der Annahme kommen, bei einer länger werdenden Sequenz eines Ereignisses (z.B. mehrmals hintereinander „Rot“ beim Roulette-spiel) steige die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines anderen Ereignisses („Schwarz“) („gambler's fallacy“) [TK74].

(3) Anker- und Anpassungsheuristik: Die Anker- und Anpassungsheuristik („anchoring and adjustment heuristic“) beschreibt die menschliche Neigung, in vielen Urteilssituationen im Vorfeld vorkommende Werte als „Anker“, also als Grundlage, für folgende End-

scheidungsprozesse zu verwenden. So können sowohl gegebene Start- bzw. Anfangswerte aus der Problemstellung als auch zufällig eingebrachte Werte verankert werden. Das gebildete Urteil kann dadurch von Werten beeinflusst werden, die bspw. unrealistisch sind oder in keinem logischen Zusammenhang mit der Problemstellung stehen. Exemplarisch seien hier numerische Schätzaufgaben genannt [TK74].

### 3 Erwartete Ergebnisse

Durch die Analyse der Daten auf Heuristiken erwarten wir folgende Ergebnisse:

- Die Probanden verwenden bei der Entscheidungsfindung im Planspiel „Produktion und Artenschutz“ Verhaltensheuristiken.
- Die Verwendung von Verhaltensheuristiken wird von sozioökonomischen und soziodemografischen Parametern beeinflusst.

### Literaturverzeichnis

- [Ba06] Bateman, I.J.; Day, B.H.; Dupon, D.P.; Georgiou, S.: Incentive compatibility and procedural in variance testing of the one-and-one-half-bound dichotomous choice elicitation method: Distinguishing strategic behaviour from the anchoring heuristic. Selected Paper for AAEA Annual Meeting 2006, Long Beach, 2006.
- [DM12] Dörschner, T.; Mußhoff, O.: Analyse von Anreizsystemen für den Biodiversitätsschutz. Paper präsentiert auf der Interdisziplinären Expertentagung im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt des Bundesamtes für Naturschutz (BfN), Vilm, 2012.
- [HL04] Harrison, G.W.; List, J.A.: Field Experiments. *Journal of Economic Literature* 42 (4), 2004; S.1009-1055.
- [Ki00] Kirchgässner, G: *Homo Oeconomicus*. Mohr Siebeck, Tübingen, 2000.
- [Ki11] Kirchler, E.: *Wirtschaftspsychologie: Individuen, Gruppen, Märkte, Staat*. 4. Auflage, Hogrefe, Göttingen, 2011.
- [MCR12] Menapace, L.; Colson, G.; Raffaelli, R.: Cognitive Heuristics and Farmer's Perceptions of Risk Related to Climate Change. Selected Paper for the AAEA Annual Meeting 2012, Seattle, 2012.
- [TK74] Tversky, A.; Kahnemann, D.: Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185, 1974; S.1124-1131.

# Infield Path Planning for Autonomous Unloading Vehicles

Stephan Scheuren, Joachim Hertzberg, Stefan Stiene, Ronny Hartanto

Robotics Innovation Center  
German Research Center for Artificial Intelligence, DFKI Bremen  
Robert-Hooke-Straße 5  
28359 Bremen

{stephan.scheuren; joachim.hertzberg; stefan.stiene; ronny.hartanto}@dfki.de

**Abstract:** In agricultural harvesting processes, the infield logistics of transporting the crop from the harvesters' tanks to a street transporter at the field border with an unloading vehicle is challenging. The harvesters have to be unloaded while driving and in time to prevent the loss of expensive process time. The path planning for the unloading vehicle has to consider the unharvested area as a dynamic obstacle and cope with additional constraints like the harvester's kinematics, dynamics and its unloading direction. We present an approach for infield path planning for autonomous unloading vehicles that tackles these problems.

## 1 Introduction

Today, in the agricultural process of harvesting, mobile machines cooperate to transport the crop from the field to a storage location. For large fields it is common practice to use multiple harvesters, unloading vehicles and street transporters. A harvester stores the crop in its tank until an unloading vehicle arrives next to it. The contents of the harvester's grain tank is then unloaded into the trailer of the unloading vehicle while driving in parallel. Afterward the unloading vehicle approaches the next harvester. When the unloading vehicle is fully loaded, it moves to a specified resource point at the field border to unload the grain into a street transporter. The street transporter then uses the road system to transport the grain to the silo.

The logistics chain offers optimization potential, especially when it comes to the cooperation of the machines. This paper was created within the project marion<sup>1</sup>, in which the infield logistics is regarded, in particular the cooperation of harvesters and an autonomous unloading vehicle. It is a basic requirement of an autonomous unloading vehicle, which shuttles between harvesters and street transporters, that the computed path is smooth and feasible. Furthermore, as the execution of the harvesting process is very likely to differ from the initial plan, e.g. because of local yield deviation, path planning

---

<sup>1</sup> This research and development project is funded by the German Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) and supervised by the project management agency for multimedia, German Aerospace Center (DLR), Cologne, grant no. 01MA10027

must be fast enough to be re-computed during process execution. In the remainder a novel approach for the infield path planning of an autonomous unloading vehicle is described which meets these requirements.

## **2 State of the Art**

The general goal of path planning is to compute a feasible path from a start pose to a goal pose in a certain environment. Many path planning algorithms have been developed, of which some of them are detailed in [La91]. In the last decades, many algorithms have been tailored to be more efficient, like the probabilistic Rapidly-Exploring Random Tree search (RRT). Those fast algorithms can be used for online (re-)planning on a mobile platform. For agricultural processes like harvesting, the harvesters' paths have to cover the whole field. In [OV09, Al09] algorithms for complete and efficient coverage path planning were presented.

For path planning of the unloading vehicle, rendezvous points have to be added to the routes of the harvesters at which the unloading starts. Those rendezvous points have to be chosen in a way such that the harvesters' idle time due to a completely filled grain tank is minimized. In [BS10] the planning task for supporting agricultural machines is represented as instance of the vehicle routing problem with time windows (VRPTW). The optimization task of scheduling the best unloading locations is not part of our approach. The rendezvous points are required as start or goal pose for the path planning of the unloading vehicle.

For optimal resource utilization, a hierarchical decomposition approach for complex agricultural tasks is provided in [Bo07]. In [Je12] a path planning approach for an infield servicing vehicle is presented based on a shortest path search in a graph representation of the field. However, they do not regard the unharvested area as a dynamic obstacle but only use edges of their graph that represent harvested tracks at the start time of the unloading vehicle.

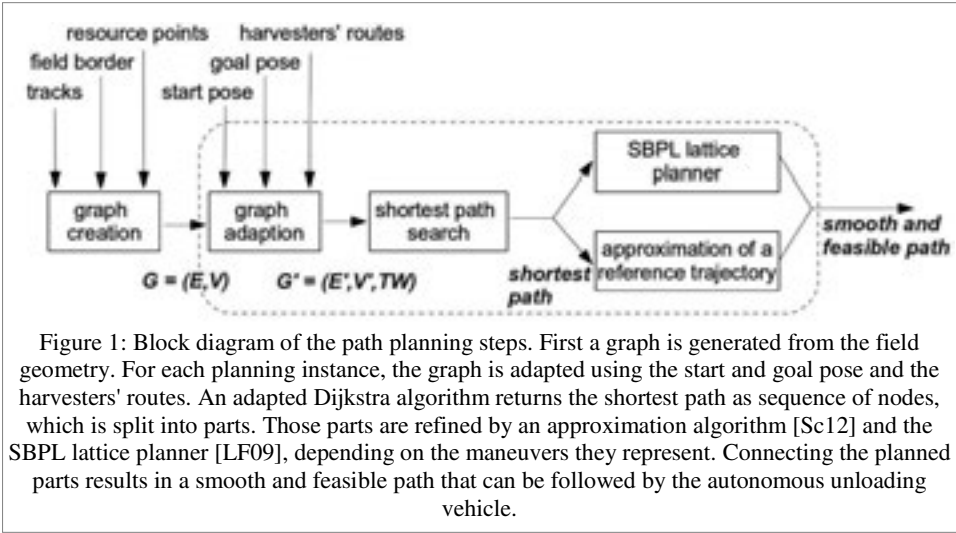
Our approach, described next, is based on a directed graph that represents the tracks and headland connections. The graph is adapted for every planning instance. For each edge time windows are added that contain times where the edge is not passable, e.g. if the represented area is not yet harvested. The shortest path in the dynamic graph is then split and used as input for path planning algorithms that consider the vehicles' kinematic constraints. Thus, the generated path can be followed by an autonomous unloading vehicle.

## **3 Infield Path Planning for Autonomous Unloading Vehicles**

The planning task is part of the problem of spatio-temporally constrained motion planning for cooperative vehicles as described in [Sc11]. The field is divided into an area inside an inner field border that is covered by tracks and an area between inner and outer field border that is used for turning maneuvers. A variety of constraints exist for the vehicles. While harvesters have to stay on the precomputed tracks inside the inner field

area, unloading vehicles may additionally cross them at low velocity. As unloading vehicles may only move across harvested area, the unharvested area has to be considered as a dynamic obstacle.

If the route of the harvesters is known and their speed and filling level can be predicted sufficiently accurately, a valid sequence of rendezvous points can be calculated. At these points the unloading of the harvesters starts. They are defined by position, orientation, velocity and time. From these points, the goal position, orientation, velocity and time for the unloading vehicle can be determined. Those points have to be connected by path planning as shown in the block diagram in figure 1.



From the tracks and resource points a directed graph  $G = (E, V)$  is created. For every planning instance  $G$  is adapted. For edges  $e$  representing tracks a time window  $w_e = [0, t_{e \text{ harvested}}]$  is added. If start or goal pose of the unloading vehicle lies on a track, intermediate nodes are inserted and connected by new edges. This step is required to allow an unloading vehicle to follow a harvester in a certain distance on the same track instead of waiting for the harvester to leave the track. Additionally, as the unloading vehicle is allowed to cross the tracks at low velocity, nodes and edges representing orthogonal connections from start- and goal position are added. The adapted graph is then searched with a Dijkstra algorithm with time windows.

For autonomous path following the resulting shortest path in the topological graph has to be adapted accordingly to the unloading vehicle's kinematic constraints. The path is split into parts that need to be followed precisely and parts that connect them. For the different parts two path planning algorithms are used. For precise path following an approximation of a reference trajectory using motion primitives [Sc12] is employed. To connect the approximated paths the Search-Based Planning Library (SBPL) lattice planner [LF09] is used. As both algorithms build the path from a pre-computed set of motion primitives that fulfill the vehicles' kinematic constraints, the resulting path is feasible.

The parts are connected without any gaps or discontinuities, so the path is smooth, too.

The described approach provides a fast way to compute a short, smooth and feasible path for an autonomous unloading vehicle from a start pose to a goal pose on a field regarding the unharvested area as dynamic obstacle. It benefits from the implicit storage of unharvested area in the time windows of the adapted graph's edges. The approach is used as part of a planning system for optimizing the cooperation of all involved machines and thus helps optimize the whole harvesting process.

## 4 Conclusion and Future Work

We presented an algorithm for path planning of an autonomous unloading vehicle for an agricultural harvesting scenario. The algorithm considers the unharvested area as dynamic obstacle and allows the crossing of neighbored tracks with higher costs. We tested the described approach for various configurations in simulation. The next step will be the test of our algorithm on real machines in a harvesting scenario on a field.

## References

- [Al09] O. Ali, B. Verlinden, D. Van Oudheusden. Infield logistics planning for crop-harvesting operations. *Engineering Optimization*, 41: 183-197, 2009.
- [Bo07] D. Bochtis, S. Vougioukas, C. Tsatsarelis, Y. Ampatzidis. Field Operation Planning for Agricultural Vehicles: A Hierarchical Modeling Framework. *CIGR E-Journal*, 9, 2007.
- [BS10] D.D. Bochtis, C.G. Sørensen. The vehicle routing problem in field logistics: Part II. *Biosystems Engineering*, 105: 180-188, 2010.
- [Je12] M.A.F. Jensen, D. Bochtis, C.G. Sørensen, M.R. Blas. In-field and inter-field path planning for agricultural transport units. *Computers & Industrial Engineering*, 2012.
- [La91] J.C. Latombe, *Robot Motion Planning*. Kluwer Academic, Boston, MA, 1991.
- [LF09] M. Likhachev and D. Ferguson. Planning long dynamically-feasible maneuvers for autonomous vehicles. *International Journal of Robotics Research (IJRR)*, 2009.
- [OV09] T. Oksanen, A. Visala, Coverage path planning algorithms for agricultural field machines. *Journal of Field Robotics*, 26: 651-668, 2009.
- [Sc11] S. Scheuren, S. Stiene, R. Hartanto, J. Hertzberg, and M. Reinecke. The Problem of Spatio-temporally Constrained Motion Planning for Cooperative Vehicles. In *Proc. 26. Workshop Planen, Scheduling und Konfigurieren, Entwerfen (PuK 2011)*, Oct. 2011.
- [Sc12] S. Scheuren, S. Stiene, R. Hartanto and J. Hertzberg: Approximating Reference Trajectories for Autonomous Vehicles using Motion Primitives. *Proc. 22. Conference Autonome Mobile Systeme (AMS 2012)*, Stuttgart, 2012.

# A Distributed Information System for Managing Phenotyping Mass Data

Florian Schmidt<sup>1</sup>, Benjamin Bruns<sup>2</sup>, Thomas Bode<sup>1</sup>, Hanno Scharr<sup>2</sup>, Armin B. Cremers<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Bonn  
Institut für Informatik III  
Römerstraße 164  
53117 Bonn  
{schmidt2, tb, abc}@iai.uni-bonn.de

<sup>2</sup>Forschungszentrum Jülich GmbH  
Institut für Bio- und Geowissenschaften  
IBG-2: Pflanzenwissenschaften  
52425 Jülich  
{b.bruns;h.scharr}@fz-juelich.de

**Abstract:** On-going automation in plant phenotyping has led to an increasing amount of measurement data, which is often managed by specialized, rarely interconnected systems with custom hard- and software. Experiment and analysis scenarios across different systems and the setup of new systems quickly get expensive and tedious. Therefore, we propose a distributed information system, *Phenomis*, for managing phenotyping experiments based on Data Spaces. Its service-oriented architecture can be adapted to a wide range of plant phenotyping experiments and appliances, helping to overcome the “phenotyping bottleneck“, the mismatch of automated phenotyping capability over analysis capacity.

## 1 Introduction

Plant phenotyping has been identified as an important field of research for progress in plant breeding and basic plant science [TS09]. Along with ongoing automation many technologies have been developed to increase the throughput of plant screening measurements. This commonly results in specialized, rarely interconnected systems with highly diverse datasets and custom analysis tools [Ja09], from now on referred to as a *measurement system* (MS). For a deep insight in plant performance and dynamics of plant functions information about the full history of plants is needed. *Plant histories* combine all available data about experiments, the life cycle, treatments, measurements and the environment of a plant. Since multiple MS can be used to capture different plant traits, relevant data is usually heterogeneous and distributed across several systems.

We propose a distributed information system, *Phenomis*, for managing phenotyping experiments across several MS, to eliminate the need of manual data integration. Users



can access plant histories at the so-called *Scientist Workplace* (ScientistWP). Compared with other published phenotyping platforms, like PHENOPSIS [Gr05] or Glyph [Pe12], Phenomis is not limited to certain plant species, specific experimental layouts (i.e. MS) or a fixed list of traits. It aims to provide data integration for a complete phenotyping facility, i.e. the Jülich Plant Phenotyping Center (<http://www.fz-juelich.de/ibg/ibg-2/>).

## 2 Distributed Information System for Plant Phenotyping

Phenomnis needs to be extensible by new attributes, measurements and treatments, and even new MS at runtime. Since MS are considered to operate autonomously, the effects of changes or system failures should be limited. These requirements led to a service-oriented architecture (SOA). Its main components are shown in Fig. 1. Although this approach introduces some complexity by the need for discovery and governance services [Jo07], it allows the (dynamic) integration of MS with arbitrary persistence models, as implementation details and (to an extent) data models are encapsulated.

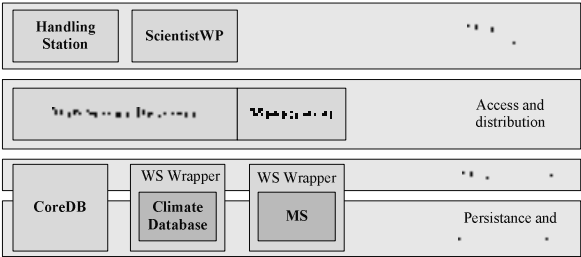


Fig. 1: System architecture of Phenomis

The central plant database (*CoreDB*) is used for spatio-temporal tracking of plants, as well as for storing treatments and measurements in a relational database (PostgreSQL). Its data model is split into a fixed part of relations between e.g. experiments, plants and locations, and an extensible part for managing treatments and measurements. Access is only provided by the *CoreDB* Web Service, exposing a slim generalized data model for decoupling and defining mappings across components. *Handling stations* are used to automatically collect data in case of manual treatments or measurements (watering, piquing, weighing, etc.) on plants. They are specially designed for human operators and provide efficient and robust user interfaces, utilizing barcode scanners and touch-screens. The collected data is transmitted to the *CoreDB*.

*Measurement Stations* are integrated into the system by Web Service wrappers. To limit development effort, all wrappers expose the same external interface. A central *Mapping Service* allows integrated queries across the *CoreDB* and several MS. It is designed to deal with the temporary unavailability of all registered components.

A specialized, freely available *Climate Database* (called BayEOS-Server, <http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/edv/de/programme/gru/html.php>) is used to manage environment data, which is collected and forwarded by autonomous loggers. A dedicated Web Service provides access to the data; so far five aggregation intervals are supported.

The *ScientistWP* provides access to the distributed data, therefore integrating the data stored in the CoreDB, all MS and the Climate Database. Scientists can visually browse through the experiments and plant histories and export the data for further analysis.

### 3 Data Integration

The heterogeneity of the measurement data and the support of MS with arbitrary storage systems (RDBMS, file level storage, etc.) makes data integration a major challenge in Phenomis. Traditional data integration architectures propose the use of a single common schema (e.g. data warehousing) or a mediated schema with distinct wrappers for each data source. These approaches would be very hard to maintain: Every time a new MS is added, the common data model or the mediator would need to be extended or changed, requiring complex data transformations. To achieve better extensibility we started with a mediator-wrapper architecture and adopted methods of the Data Space approach, called Data Space Support System [FHM05]. The design goal was to separate technical and semantic integration and preserve the autonomy and heterogeneity of the data sources.

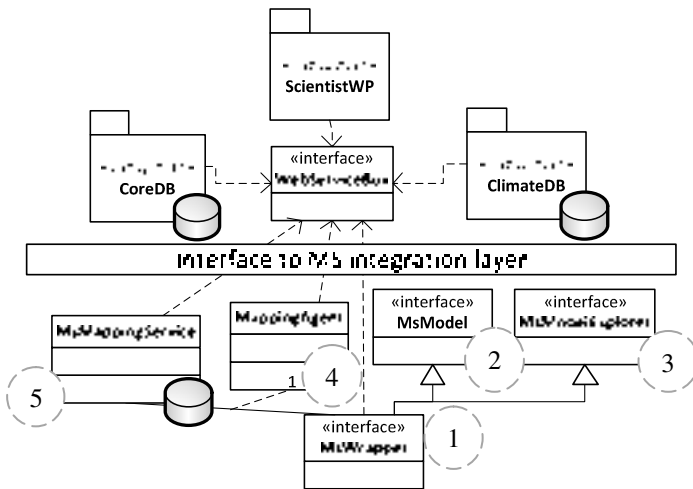


Fig. 2: Integration architecture for Measurement Stations

As the UML class diagram (Fig. 2) shows, a new MS can be quickly added without affecting other components. Just a lightweight wrapper (1) is needed that transforms MS data to the common data model (2). Additionally, all data is exposed in a flexible, table-like format by generic methods (3). The basic integration is completed by a mapping component (4) which is needed for every MS and relates common MS data and CoreDB concepts. Integrated queries across MS restricted to these relations are now supported by the central mapping service (5), as it stores and exposes all provided MS mappings.

A tighter, more complete integration with pay-as-you-go (data sources are integrated first technically, then semantic integration is added on demand [FHM05]) is achieved in two steps. First, a MS wrapper provides a machine-readable description of its supported

conceptual classes, attributes and all access methods. Second, the central mapping service can relate arbitrary concepts. Thus, more sophisticated integrated queries can be delegated to the ScientistWP, which can explore the generic methods using the MS descriptions. This integration approach outlined above has been successfully tested with the GROWSCREEN fluoro [Ja09] and the prototypic MS “PhenoSeeder”. We could map 75% of the former MS' concepts to the common data model, and all of the latter.

## 4 Summary and Outlook

We have proposed a distributed information system, *Phenomis*, for the management of phenotyping mass data produced by MS with arbitrary storage models. These stations are integrated using a service-oriented architecture and concepts of a recent approach to data integration, Data Spaces. We have built a working prototype of Phenomis, consisting of a central plant database and two handling stations. It is in use at the JPPC and two MS have been successfully integrated in a pay-as-you-go style. So far it has been possible to discover and query these MS without knowing the underlying data models, just using plants managed by the CoreDB.

Phenomis is in development and as a research project (<http://www.cropsense.uni-bonn.de/Forschung/teilprojekte/d1>) part of the network for phenotyping science: CROP.SENSE.net, supported by German BMBF (0315531C). With the climate database and more MS added, we want to demonstrate Phenomis capability to integrate a broad range of phenotyping data. Integrated queries (using CoreDB concepts) across several MS are available with a first version of the ScientistWP completed. A flexible data export function is an integral part of the ScientistWP, eliminating the need of manual data integration. Combined with the formal interfaces for processing distributed queries, Phenomis provides a solid basis for new analysis pipelines to cope with the increasing amount of phenotyping data. Phenomis' extensibility and the exclusive use of established standards and free software (Web Services, Java, XML, PostgreSQL, etc.) make it easy to deploy and to adapt to other facilities. Portability is explicitly evaluated and tested in the PhenoCrops project, funded by EU EFRE (005-1105-0035).

## References

- [Ja09] Jansen, M. et al.: Simultaneous phenotyping of leaf growth and chlorophyll fluorescence via GROWSCREEN FLUORO allows detection of stress tolerance in *A. thaliana* and other rosette plants, *Functional Plant Biology* 36(11), 2009, p. 902–914.
- [Jo07] Josuttis, N.: *SOA in practice: The art of distributed system design*, O'Reilly, 2007.
- [FHM05] Franklin, M.; Halevy, A.; Maier, D.: *From Databases to Dataspace: A New Abstraction for Information Management*, *ACM SIGMOD Record* 34, 2005.
- [Gr05] Granier, C. et al.: PHENOPSIS, an automated platform for reproducible phenotyping of plant responses to soil water deficit in *Arabidopsis thaliana*, *New Phytologist*, 2005.
- [Pe12] Pereyra-Irujo, G. et al.: GlyPh: a low-cost platform for phenotyping plant growth and water use, *Functional Plant Biology* 39(11), 2012, p. 905–913.
- [TS09] Tardieu, F.; Schurr, U.: *White Paper on Plant Phenotyping*, EPSO Workshop, 2009.

# Fuzzy-Systeme zur Unterstützung von Entscheidungen in land- und forstwirtschaftlichen Logistik-Prozessen

Steve Schneider

Logistik- und Fabrikssysteme  
Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung  
Sandtorstr. 22  
39106 Magdeburg  
steve.schneider@iff.fraunhofer.de

**Abstract:** Für eine optimale Planung und Steuerung land- und forstwirtschaftlicher Logistik-Prozesse ist es erforderlich eine Übersicht über alle relevanten Prozessinformationen als Entscheidungsgrundlage zu besitzen. Dies ist jedoch in der Praxis nicht immer der Fall. Die Nutzung von Fuzzy-Systemen könnte ein Ansatz sein, um auch mit einer unvollständigen Datengrundlage eine optimale Planung und Steuerung durchzuführen. Im Beitrag werden die Möglichkeiten von Fuzzy-Systemen zur Unterstützung von Entscheidungen in land- und forstwirtschaftlichen Logistik-Prozessen aufgezeigt sowie erste praktische Erfahrungen dargestellt.

## 1 Hintergrund

Durch die steigende Nutzung verschiedenster Informationstechnologien im Bereich der Land- und Forstwirtschaft nimmt der Umfang der verfügbaren Prozessdaten stetig zu. Diese Daten gilt es, mit dem Ziel der Optimierung von Logistikketten, als Entscheidungsgrundlage für die Gestaltung und Steuerung der logistischen Prozesse zu nutzen. Die in land- und forstwirtschaftlichen Prozessen verwendete IT-Ausstattung ist jedoch sehr heterogen. Dies bezieht sich sowohl auf die Dimension, die von Smartphones über Excel-Tabellen bis hin zum SAP-Systemen geht, als auch auf die verwendeten Funktionalitäten, wie z.B. Einsatzplanung, Ressourcenverwaltung oder Finanzbuchhaltung. Dies führt dazu, dass eine kontinuierliche Verfügbarkeit bestimmter Daten über alle Akteure nicht sichergestellt ist. Die Anwendung einer linearen Entscheidungslogik ist daher schwierig. Eine mögliche Alternative hierzu ist die Fuzzy Logik, welche auf die Verarbeitung von ungenauen Informationen ausgerichtet ist.

## 2 Fuzzy Logik

1965 wurde von Prof. Zadeh an der University of California, Berkeley, die Fuzzy-Set-Theorie [Za65], welche später unter dem Begriff Fuzzy Logik bekannt wurde, entwickelt. Der wesentlichste Unterschied zur linearen Entscheidungslogik ist dabei, dass

Fuzzy-Systeme keine Entscheidungsbäume durchlaufen, sondern linguistisch formulierte Regeln einzeln anwenden und anschließend ein Gesamtergebnis aus den Teilergebnissen errechnen. Dabei werden für die Ermittlung einer Antwort nicht alle Informationen benötigt, da bei der Auswertung der Regeln die Ausgabe des wahrscheinlichsten Ergebnisses anhand einer gezielten Kombination alternativer Daten erfolgt.

An einem einfachen Alltagsbeispiel kann dies wie folgt erklärt werden. Am Anfang steht z.B. die Grundaussage, dass junge Menschen über eine hohe Lernfähigkeit verfügen und alte Menschen nicht mehr. In einer „scharfen“ Logik würde dies, wie in Abbildung 1 dargestellt, einfach anhand einer festen Altersgrenze definiert werden. Das bedeutet, wenn das Alter weniger als 50 Jahre beträgt liegt die Lernfähigkeit bei 100 und wenn nicht bei 0. Diese Annahme ist jedoch mit der Realität schwer vereinbar.

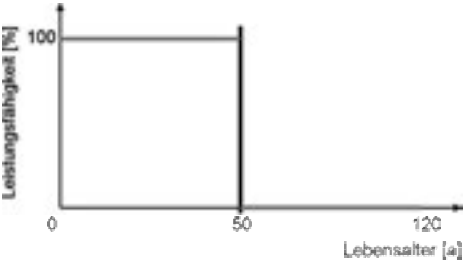


Abbildung 1: Beispiel - Scharfe Logik

Innerhalb der Fuzzy Logik wird die Definition von „Jung“ und „Alt“ alternativ mit Hilfe von linearen Zugehörigkeitsfunktionen [Zi87] umgesetzt, welche auf Statistiken oder Erfahrungswissen basieren können und im Ergebnis eine Beschreibung von unscharfen Mengen erlauben. Zusätzlich werden Regeln definiert, mit denen der Zusammenhang zwischen dem Lebensalter und der Lernfähigkeit beschrieben wird. Dies erlaubt es, für ein bestimmtes Lebensalter die entsprechende Lernfähigkeit zu berechnen (siehe Abbildung 2).

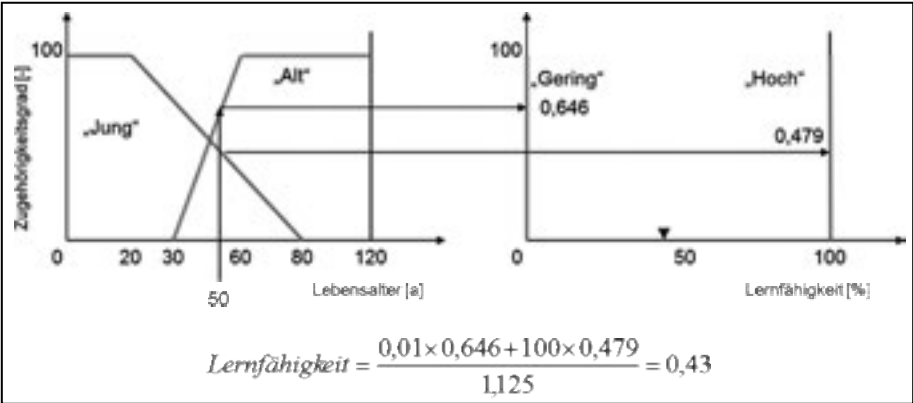


Abbildung 2: Beispiel - Unscharfe Fuzzy Logik

### 3 Praktische Anwendung

Basierend auf einer vom Fraunhofer IFF entwickelten und auf Fuzzy Logik basierenden Lösung, welche innerhalb der Instandhaltung von Industrieanlagen eingesetzt wird, können Entscheidungen im Bereich der Gestaltung und Steuerung logistischer Prozesse in der Land- und Forstwirtschaft unterstützt werden. Als Eingangsdaten dienen die zuvor gesammelten verschiedenartigen, d.h. aus verschiedenen Quellen und zu unterschiedlichen Zwecken erzeugten Prozessdaten. Hierfür werden speziell die Eingangsdaten ausgewählt, die nach verschiedenen Expertenmeinungen oder aus Betriebserfahrungen in einem Zusammenhang mit den entsprechenden logistischen Prozessen stehen. Als Wissensspeicher für die Bewertungsmethode wird ein linguistisch formuliertes Regelwerk mit den spezifischen Abläufen und der damit verbundenen Abhängigkeiten des land- bzw. forstwirtschaftlichen Prozesses verwendet. Im Ergebnis erlaubt die Lösung eine einfach handhabbare, intuitiv verständliche und kontextbasierte Nachbildung von Prozessergebnissen für den praktischen Einsatz. Dies wurde bereits im Laufe des Forschungsprojektes «Intelligentes Holz - RFID in der Rundholzlogistik» innerhalb einer RFID-basierten Abfuhrkontrolle von Industrieholz erprobt. Die dort erhaltenen Erkenntnisse werden im Folgenden kurz dargestellt.

#### 3.1 Problembeschreibung

Innerhalb des Forschungsprojektes «Intelligentes Holz - RFID in der Rundholzlogistik» wurden geerntete Baumstämme mit Hilfe von prozesstauglichen RFID-Transpondern vor dem Abtransport aus dem Wald markiert, um diese später z.B. im Sägewerk wieder zu identifizieren. Ein Ziel war es, eine Abfuhrkontrolle zur Überprüfung der Vollständigkeit von Rundholztransportaufträgen zu realisieren, indem sowohl die Herkunft als auch die Anzahl der zugewiesenen Transponder erfasst und mit entsprechenden Soll-Werten verglichen wurden. Voraussetzung hierfür war eine hundertprozentige Leserate der am Holz befindlichen Transponder. Diese konnte jedoch in der Praxis nicht erreicht werden, da die Leserate von verschiedenen Faktoren, wie z.B. der Transponderanzahl, der Außentemperatur, der Holzfeuchte oder der Holzart beeinflusst wurde.

Um die von den Praxispartnern geforderte Prozesssicherheit zu gewährleisten, musste eine Lösung gefunden werden, welche mit der abnehmenden Anzahl von RFID-Informationen durch nicht gelesene bzw. nicht funktionierende Transponder arbeiten kann. Hierfür wurde die auf Fuzzy Logik basierende Anwendung des Fraunhofer IFF gewählt.

#### 3.2 Umsetzung

Im ersten Schritt wurden in Zusammenarbeit mit den beteiligten Akteuren lineare Zugehörigkeitsfunktionen für die Leserate und den Erfüllungsgrad eines Transportauftrages definiert. Im Ergebnis stand eine Einteilung der Leseraten in „gering“, „mittel“ und „hoch“ und des Erfüllungsgrads in „schlecht“, „mittel“ und „sehr gut“. Beispielhaft ist dies in Abbildung 3 dargestellt.

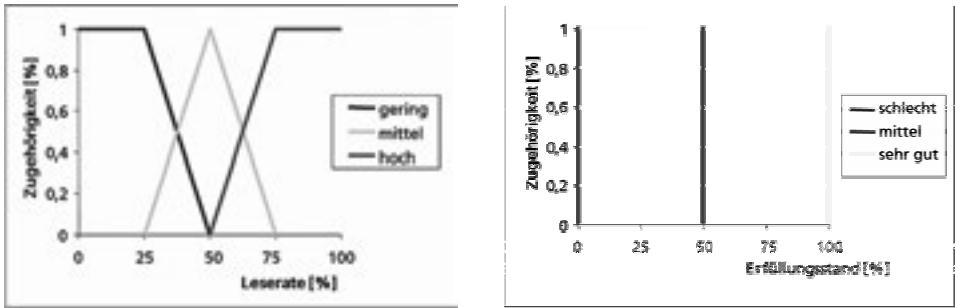


Abbildung 3: Zugehörigkeitsfunktion von Leserate und Erfüllungsstand

Anschließend wurden Regeln definiert, um anhand des berechneten Erfüllungsstandes den Abfuhrstatus abzuleiten. Diesen waren wie folgt aufgebaut.

- Der Transport ist „nicht abgeschlossen“, wenn der Erfüllungsstand zwischen 0% und 50% liegt.
- Der Transport ist „wahrscheinlich abgeschlossen“, wenn der Erfüllungsstand zwischen 25% und 75% liegt.
- Der Transport ist „abgeschlossen“, wenn der Erfüllungsstand mehr als 75% beträgt.

Auf Basis der Leserate sowie der definierten Zugehörigkeitsfunktionen und Regeln konnte mit dem im Projekt definierten Fuzzy-System eine Aussage über den Abfuhrstatus einer bestimmten Lieferung getroffen werden. In Abbildung 4 ist dies beispielhaft für eine Leserate von 60% dargestellt. Der Erfüllungsstand beträgt hier knapp 70% und der Holztransport ist somit „wahrscheinlich abgeschlossen“.

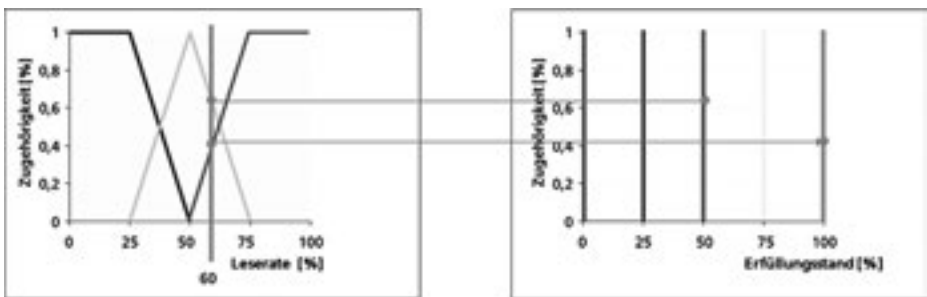


Abbildung 4: Auswertung für eine Leserate von 60%

## Literaturverzeichnis

- [Za65] Zadeh, L. A.: Fuzzy sets. Information and Control, 8, 1965; S.338-353.  
 [Zi87] Zimmermann, H.-J.: Fuzzy Sets, Decision Making and Expert Systems. Kluwer-Nijhoff, Boston, 1987.

# Analyse der Bestimmungsfaktoren der Silomaisproduktion in Bayern auf Basis räumlicher Daten

Lukas Scholz<sup>1)</sup>, Andreas Meyer-Aurich<sup>1)</sup>, Dieter Kirschke<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.  
lscholz@atb-potsdam.de

<sup>2)</sup> Humboldt Universität zu Berlin

**Abstract:** Die Silomaisproduktion im Bundesland Bayern wird neben der traditionellen Nutzung in der Rinder- und Milchproduktion durch den Einsatz in der Biogaserzeugung bestimmt. Darüber hinaus haben räumliche Nachbarschaftseffekte einen Einfluss auf den Anteil an Silomais an der Ackerfläche in den untersuchten Landkreisen. Auf Basis des entwickelten räumlichen Schätzmodells lassen sich mögliche Antworten zur Erklärung der räumlichen Autokorrelation und der Abhängigkeit der Silomaisproduktion zwischen benachbarten Landkreisen ableiten.

## 1 Einleitung

Seit Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 ist eine dynamische Expansion der Biogasproduktion in Deutschland zu beobachten. Bis zur Einführung der staatlichen Förderung von Nachwachsende Rohstoffen (NawaRo) als Eingangssubstrate in der Bioenergieerzeugung diente die Silomaisproduktion ausschließlich als Fütterungsgrundlage in der Rinder- und Milchproduktion [KG12]. Neben Exkrementen der Tierproduktion bilden NawaRos die Substratgrundlage der Biogasproduktion. Aufgrund seiner hohen Gaserträge je Hektar und der damit verbundenen hohen Wettbewerbsfähigkeit ist Silomais in Deutschland das dominierende Einsatzsubstrat in der Biogaserzeugung. Ziel der Untersuchung ist es, die Bestimmungsgründe der Silomaisproduktion in Bayern auf Landkreisebene<sup>1</sup> zu analysieren. Besonderes Augenmerk wird auf den möglichen Einfluss räumlicher Effekte und der Konkurrenz zwischen energetischer Nutzung des Silomaises auf der einen und dem Einsatz als Futtergrundlage in der Milch- und Rinderproduktion auf der anderen Seite gelegt. Die Berücksichtigung räumlicher Effekte lässt sich durch das mögliche Auftreten des Modifiable-Areal-Unit-Problems (MAUP) nach Openshaw [Op83] bzw. dem möglichen interregionalen Handel mit Silomais rechtfertigen. Die Konkurrenz um das landwirtschaftliche Primärprodukt Silomais wird durch die Darstellung dessen regionalen Einsatzes in der Biogasproduktion untersucht.

---

<sup>1</sup> Die Untersuchung wird für die 71 Landkreise in Bayern durchgeführt. Kreisfreie Städte werden aufgrund ihrer geringen Relevanz für den Untersuchungsgegenstand nicht berücksichtigt.



## 2 Entwicklung des ökonometrischen Schätzmodells

Mit Hilfe einer Regressionsanalyse sollen die statistisch signifikanten Determinanten des Silomaisanbaus in Bayern identifiziert und analysiert werden. Als Ausgangspunkt der Untersuchungen wird ein lineares Regressionsmodell gemäß Gleichung 2 formuliert, welches mit der Ordinary-Least-Square (OLS) Methode geschätzt wird und keine räumlichen Abhängigkeiten berücksichtigt. Die Implementierung räumlicher Effekte ist nur dann erforderlich, wenn räumliche Autokorrelation in den Residuen der OLS-Regression belegt werden kann [An88]. Dazu wird die Moran-Teststatistik berechnet. Das globale Moran's I misst die räumliche Korrelation zwischen den Residuen der beobachteten und der benachbarten Region und wird gemäß Gleichung 1 berechnet [Mo48]:

$$I = \frac{z'Wz}{z'z} \quad (1)$$

Mit  $z$  einem  $N \times 1$  Vektor der OLS-Residuen und  $W$  einer  $N \times N$  Nachbarschaftsgewichtungsmatrix (first-order queen-contiguity). Mit Hilfe des berechneten Moran's I werden die Residuen auf räumliche Autokorrelation getestet und die Nullhypothese  $H_0$  „keine räumliche Autokorrelation und/oder Heteroskedastizität“ überprüft. Beim Vorliegen räumlicher Autokorrelation in den Residuen kann die Erwartungstreue der Signifikanztest innerhalb der Regressionsanalyse verletzt werden.

Um räumliche Effekte in der Regressionsanalyse zu berücksichtigen, kann nach Anselin [An88] u.a. ein Spatial-Lag-Modell gemäß Gleichung 3 oder ein Spatial-Error-Modell gemäß Gleichung 4 verwendet werden. Der substanzielle Unterschied zwischen den beiden Modellen kann wie folgt beschrieben werden: Ein Spatial-Lag-Modell berücksichtigt räumliche Abhängigkeiten in der endogenen Variable. So könnte der Anteil an Silomais an der Ackerfläche in einem beobachteten Landkreis nicht unabhängig von dem Anteil benachbarter Landkreise sein. Das Spatial-Error-Modell korrigiert dagegen für mögliche unbeobachtete Effekte, die eine räumliche Struktur aufweisen und im Modell nicht berücksichtigt worden sind. Dies würde zu korrelierten Fehlertermen und ineffizienten Schätzungen führen. Beide Modellvarianten werden mit der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt. Die Auswahl eines geeigneten räumlichen Modells basiert auf robusten Lagrange-Multiplier-Tests<sup>1</sup>. Im Folgenden werden die Gleichung 2-4 vorgestellt:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (2)$$

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (3)$$

$$y = X\beta + u \text{ mit } u = \lambda Wu + \varepsilon \quad (4)$$

---

<sup>1</sup> Der LMerr-Test überprüft die Hypothese  $H_0: \lambda = 0$ , unter der Annahme, dass  $\rho = 0$ , gegen die Alternativhypothese  $H_A: \lambda \neq 0$ . Der LMlag-Test überprüft analog dazu die Hypothese  $H_0: \rho = 0$ , unter der Annahme, dass  $\lambda = 0$ , gegen die Alternativhypothese  $H_A: \rho \neq 0$ . Sollten beide LM-Tests die jeweilige Nullhypothese ablehnen, kann eine 'robuste' Version dieses LMerr- bzw. dieses LMlag-Tests verwendet werden. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in Anselin [An88].

Mit  $y$  einem  $N \times 1$  Vektor der Beobachtungen der abhängigen Variablen im jeweiligen Landkreis  $i$  ( $i=1,\dots,71$ ),  $X$  einer  $N \times (k+1)$  Matrix der exogenen Variablen,  $\beta$  einem  $(k+1) \times 1$  Vektor der Regressionskoeffizienten der erklärenden Variablen,  $\varepsilon$  einem  $N \times 1$  Vektor des normalverteilten Fehlerterms,  $\rho$  dem Spatial Lag Koeffizient,  $W$  der  $N \times N$  Nachbarschaftsgewichtungsmatrix und  $u$  einem  $N \times 1$  Vektor der räumlich korrelierten Residuen und  $\lambda$  als Koeffizient für das Maß der Autokorrelation der räumlich korrelierten Residuen  $u$ . Die nachbarschaftlichen Beziehungen der Untersuchungseinheiten (Landkreise) werden durch die binäre Nachbarschaftsgewichtungsmatrix erster Ordnung (queen-contiguity) abgebildet.

### 3 Datengrundlage und Variablenauswahl

Die Datengrundlagen dieser Studie bilden die EEG-Jahresendabrechnung Biomasseanlagen 2010 der Bundesnetzagentur (BNA) [Bn12] und die Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010 [Sa10]. Die Silomaisproduktion in Bayern wird durch die endogene Variable *Anteil Silomais an der Ackerfläche* dargestellt. Als erklärende Variable werden die *installierte Biogasanlagenleistung in kW/ha LN*, der *Anteil Grünland ha/LN*, der *Anteil Weizen an der Ackerfläche*, sowie die *Anzahl an Rindern ha/LN* als Determinanten der Silomaisproduktion identifiziert. Dies geschieht auf Basis theoretischer Überlegungen zu den Bestimmungsgründen der Silomaisproduktion in Bayern und eines schrittweisen Regressionsverfahrens.

### 4 Ergebnisse und Diskussion

Die Berechnung der Moran’s I-Statistik für die Residuen der OLS-Regression mit den in Kapitel 3 benannten Variablen sowie die Ergebnisse der robusten Lagrange-Multiplier-Tests belegen, dass räumliche Effekte bei der Analyse der Bestimmungsgründe der Silomaisproduktion in Bayern zu berücksichtigen sind. Die Implementierung räumlicher Abhängigkeiten in die Regressionsanalyse erfolgt in dieser Studie unter Berücksichtigung der Ergebnisse der robusten Lagrange Multiplier Tests durch die Formulierung eines Spatial-Lag-Modells gemäß Gleichung 3. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse des OLS-Modells und des Spatial-Lag-Modells dargestellt.

Variable	OLS	Lag-Modell
Intercept	0,213**	0,128*
Anteil Grünland (ha/ha LN)	0,275***	0,202***
Installierte Anlagenleistung (kW/ha LN)	0,301**	0,252***
Anzahl Rinder (ha/LN)	0,076**	0,047*
Anteil Weizen (ha/ha Ackerfläche)	-0,393***	-0,297***
P	/	0,443***
R <sup>2</sup>	0,870	0,923

Tabelle 1. Schätzergebnisse OLS-Modell und Spatial-Lag-Modell (N=71)

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis [Sa10] und [Bn12]

\*\*\*, \*\*, \* signifikant mit  $\alpha = 0,001; 0,01; 0,05$

Die Ergebnisse des räumlichen Schätzmodells zeigen, dass die Silomaisproduktion in den einzelnen Landkreisen Bayerns nicht unabhängig voneinander zu betrachten ist und die Werte von  $y$  im Landkreis  $i$  direkt von den Werten von  $y$  im Landkreis  $j$  abhängig sind (Spatial-Lag in der abhängigen Variable). Gründe hierfür können zum einen das MAUP sein, da Maisanbaugebiet als funktionelle Einheiten über Landkreisgrenzen hinweg bestehen. Diese funktionellen Einheiten werden durch die Grenzen benachbarter Landkreise aufgelöst, was die räumliche Autokorrelation erklären kann. Zum anderen können Biogasanlagen an den Grenzen zweier Landkreise operieren. Interregionaler Maishandel würde in diesem Fall die räumliche Abhängigkeit erklären. Somit kann festgestellt werden, dass Nachbarschaftseffekte einen Einfluss auf die räumliche Verteilung der Silomaisproduktion in Bayern haben und die Anwendung eines räumlichen Schätzmodells angemessen ist. Durch den Korrelationskoeffizienten der Variable *installierte Biogasanlagenleistung* und *Anteil Silomais an der Ackerfläche* ist es zudem möglich, die fördernde Wirkung der Biogasproduktion auf die Silomaisproduktion empirisch zu belegen. Des Weiteren kann über diesen Korrelationskoeffizienten jener regionale Anteil an Silomais dargestellt werden, welcher für energetische Zwecke genutzt wird. So variiert dieser in den untersuchten Landkreisen zwischen 0-65 % gemessen an der Gesamtproduktion.

## 5 Schlussfolgerung

Unsere Untersuchungen zeigen, dass räumliche Effekte bei der Analyse der Bestimmungsgründe der Silomaisproduktion eine Rolle spielen und entsprechend berücksichtigt werden sollten, um unverzerrte beste Schätzungen zu erzielen. Die Identifikation von effizienten Schätzmodellen kann genutzt werden, um beispielsweise Nutzungskonkurrenzen zwischen Silomais als Gärsubstrat in der Biogaserzeugung und als Fütterungsgrundlage in der Rinder- und Milchviehproduktion zu analysieren.

## Literaturverzeichnis

- [An88] Anselin, L.: Spatial Econometrics: Methods and Models. Dordrecht, Boston; London: Kluwer Academic Publishers, 1988; S. 34 ff.
- [Bn12] Bundesnetzagentur (BNA). EEG Jahresendabrechnung Biomasseanlagen 2010. Persönliche Mitteilung, 2012.
- [KG12] Kreins, P.; Gömann, H.: Historische Entwicklung und Auswirkung der Biogasproduktion in Deutschland. In: Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkung des EEG. Endbericht; 2012; S. 28.
- [Mo48] Moran, P.: The interpretation on statistical maps. Journal of the Royal Statistical Society, 1948; S. 243-251.
- [Op83] Openshaw, S.: The modifiable areal unit problem. Concepts and Techniques in Modern Geography No. 38, 1983.
- [Sa10] Statistische Ämter des Bundes und der Länder (SAeBL). Regionaldatenbanken Deutschland. Landwirtschaftszählung 2010, 2010.

# Aufbau eines Agrardatenzentrums in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Carsten Schwarz, Christof Ansorge, Andreas Maul, Jan Pohlmann

Wissensmanagement und Planungsgrundlagen  
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)  
Deichmanns Aue 29  
53179 Bonn  
carsten.schwarz@ble.de

**Abstract:** Der Datawarehouse-Prozess dient zur Konsolidierung der Datenhaltungssysteme. Die Daten werden von verschiedenen Datenquellen bereitgestellt und im ETL-Prozess (Extraktion, Transformation, Laden) in das Datawarehouse geladen. Die Erstellung eines Datawarehouse basiert auf zwei Grundideen: zum einen der Integration von Daten aus verteilten und unterschiedlich strukturierten Datenbeständen und zum anderen der Separation von Daten, die für das operative Geschäft genutzt werden. Somit können Daten nicht nur als Zeitreihen, sondern auch im Zusammenhang verschiedener inhaltlicher Dimensionen vorgehalten werden.

## 1 Zielsetzung

Jede statistische Datensammlung muss prinzipiell mindestens drei Fragen beantworten:

1. Werden die benötigten Daten gesammelt?
2. Haben die Daten eine hinreichende Qualität?
3. Stehen die Daten rechtzeitig zur Verfügung?

Je nach Fragestellung sind unterschiedliche Daten von Bedeutung. Fragestellungen entwickeln sich aus einer Situation heraus oder stehen im Zusammenhang mit Aufträgen, wodurch sich immer ein gewisser Zeitverlauf ergibt, der für die Sammlung genutzt werden kann. Entscheidend für die o.g. Fragen ist somit der zeitige Beginn der Sammlung, möglichst während sich die Fragestellung entwickelt. Für die Qualität der Daten ist dabei meist wichtiger, die genaue Entstehung zu kennen und zu dokumentieren, um die Aussagekraft zu kennen, anstatt wie bisher auf eine bestimmte Quelle vertrauen zu müssen.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel, über Behördengrenzen hinweg eine Zusammenarbeit zu initiieren, mit der zentral ein Grunddatenbestand

- entsprechend dem *Bedarf* der Nutzer bereit gestellt werden kann,
- wobei die *Qualität* wissenschaftlichen Standards entsprechend beschrieben wird und
- die Daten rechtzeitig zur *Verfügung* gestellt werden.

In diesem Datenzentrum, welches nicht nur Primärdaten aus der eigenen Tätigkeit der Datensammlung aufnimmt, sollen zur Ergänzung des Kontextes auch Daten anderer Sammlungen in einer einheitlichen Struktur aufgenommen werden, um

Daten aus unterschiedlichen fachlichen Bereichen miteinander verschneiden zu können.

Indem über Behördengrenzen hinweg kooperiert wird, werden wiederholte, aus unterschiedlichem Anlass sich ergebende Sammlungen vermieden, womit

eine *rationelle Verwendung der Arbeitskapazitäten* unterstützt wird.

## 2 Herangehensweise

Während das Datenzentrum ausschließlich für die Informationsbereitstellung genutzt werden soll, kann die Struktur unabhängig von operativen Verfahren gestaltet werden. Beim Datenpool werden die historischen Daten aus der operativen Vorgangsbearbeitung bereitgestellt. Aus der Tatsache heraus, dass in dem Datenzentrum der Zukunft noch zu definierende Sachverhalte und fachliche Bereiche aufzunehmen sind, die in einer einheitlichen Struktur mit den bisher gesammelten Daten stehen müssen (Verschneiden unterschiedlicher Datenbereiche), ist besondere Sorgfalt auf die Definition der Datenstruktur zu legen. Ausgehend von einer exemplarisch gefundenen Struktur aus bereits vorhandenen Datenbeständen, ist zu erwarten, dass diese um neue Bereiche ergänzt werden kann und so auch zukünftig in jeder Hinsicht gerecht wird. Der Erkenntnisgewinn, der sich aus der Kombination unterschiedlichster Datenbereiche ergibt, bleibt so lange verschlossen, wie eine technische Verfügbarkeit in einer gleichartigen Struktur nicht gewährleistet werden kann.

Auf der Grundlage der bisherigen Erfahrung ist somit eine abstrakt zu definierende Datenstruktur zu finden, die mit hoher Sicherheit verschiedensten fachlichen Bereichen mit einer einheitlichen Struktur gerecht wird. Aus diesem Grund wird dem eigentlichen Projekt die Entwicklung eines Prototyps eines Datawarehouses vorangestellt, in dem die Grundstruktur der Datenhaltung zu definieren ist.

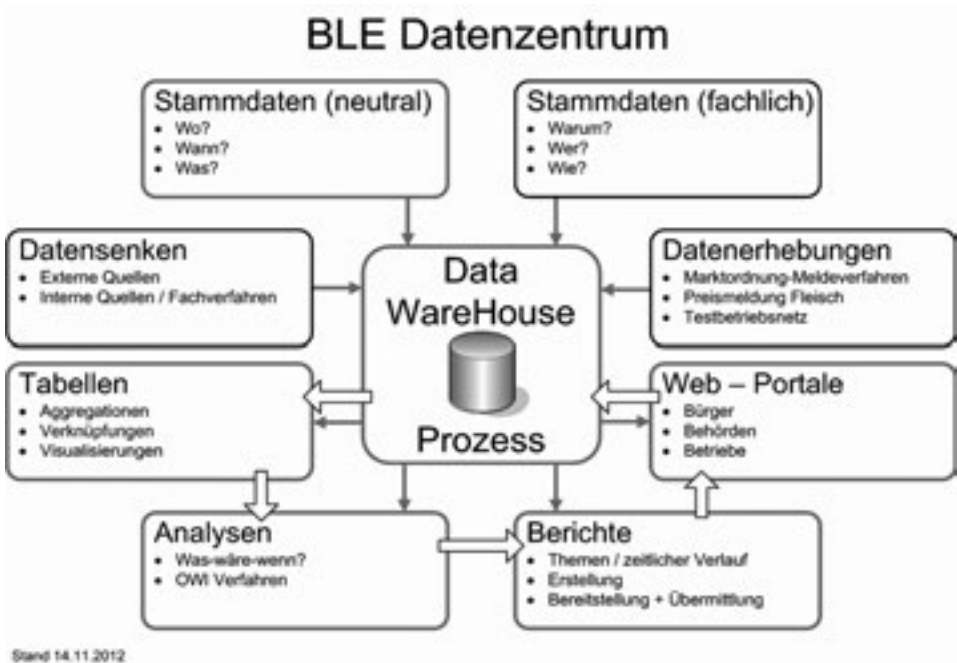


Abbildung 1: Beschreibung des BLE-Datenzentrums

### 3 Technischer Hintergrund

Wie in jeder gewachsenen Struktur einer IT-Landschaft, bei der die Vielfalt sich unter anderem auch aus der Übernahme verschiedenster Verfahren aus anderen Dienststellen sowie der mehrfachen Zusammenlegung von Dienststellen ergibt, ist ein standardisierendes Vorgehen schwierig. Über die Definition bestimmter Hausstandards gelingt es jedoch eine gewisse Konvergenz der Entwicklung zu fördern, auch wenn die Entwicklung im Zeitablauf oder auch das Vergaberecht scheinbar dem entgegenwirken.

Bereits 2010 wurde aus Anlass anderer anstehender Projekte mit MicroStrategy, einem Business-Intelligence-Tool, ein Hausstandard definiert. Ein Teil der Definition des Hausstandards war die Vorgabe, dass die Internettechnologie die Möglichkeit bieten sollte, aus Sicht der BLE externe Verfahrensbeteiligte einbinden zu können. Mit diesem Tool bestanden bereits in den Bereichen des Außenhandels und der Marktordnungswarenmeldeverordnung Erfahrungen, die jedoch im Wesentlichen auf weitgehend externer Entwicklung beruhten. Erst mit der Neufassung der Marktordnungswarenmeldeverordnung, dem Verfahren der Preismeldung Fleisch und dem Verfahren Testbetriebsnetz wurden mittlerweile Projekte mit MicroStrategy realisiert, die auch zu einem deutlich verbesserten und breiterem Aufbau von internem Know-how führten.

In Bezug auf das Datenzentrum müssen diese Projekte mit zu den Vorprojekten gezählt werden, wodurch sich aufgrund der gesammelten Erfahrung eine relativ hohe Sicherheit

hinsichtlich des für Auswertungen zu verwendenden Tools ergibt. Mit MicroStrategy als BI-Tool wird bezüglich der Datenstruktur auch der Lösungsraum der verwendbaren Datenstrukturen eingeschränkt, sodass sich die Herangehensweise aus technischer Sicht relativ pragmatisch gestalten lässt, ohne sich in einer Vielzahl technischer Lösungsmöglichkeiten zu verlieren.

## **4 Rahmenbedingungen (Datenschutz, Vertraulichkeit)**

Während die Verwendung von Sekundärdaten, d.h. nicht selbst erhobener Daten, sich in der Regel als unproblematisch erweist, ist bei Primärdaten, solche aus der eigenen Datenerhebung, die Wahrung der Vertraulichkeit oberstes Gebot. Die Wahrung der Vertraulichkeit und des Datenschutzes gilt natürlich auch für Sekundärdaten, die Entscheidung hierüber obliegt jedoch denen, die diese Daten als Primärdaten erheben. Somit ist die überwiegende Zahl der Sekundärdaten selbst für eine öffentliche Verwendung hinreichend anonymisiert bzw. diese Daten werden nur mit Nutzungsaufgaben zur Verfügung gestellt.

So wie für die Sekundärdaten bereits andere über das Schutzniveau entschieden haben, müssen bei Primärdaten die in den jeweiligen fachlichen Bereichen zuständigen Kollegen diese Möglichkeit erhalten und die Verantwortung für den Schutz der Daten übernehmen. Aus dieser Sicht wird das Datenzentrum zu einer Infrastruktur, die es verschiedensten Kollegen in Ihrem Zuständigkeitsbereich ermöglichen muss, Schutz und Vertraulichkeit der Daten zu gewährleisten.

Tendenziell aber nicht in jedem Fall gilt, dass mit zunehmender Aggregationsebene der Nutzerkreis weiter gezogen werden kann. Daraus ergeben sich wiederum Sachverhalte, die den absoluten Rahmen der Datensammlung bilden:

- Das unterste Niveau der Anonymisierung des Datenzentrums liegt auf der Stufe pseudonymisierter Daten. Deswegen hat die technische Trennung operativer von historischen Daten auch den Zweck des Schutzes.
- Daten, die selbst auf Bundesebene nicht anonymisiert werden können, werden in das Datenzentrum nicht aufgenommen.
- Daten, die der Geheimhaltung unterliegen, werden ebenfalls nicht in das Datenzentrum aufgenommen.

Neben diesem untersten Niveau zum Schutz der Datengeber, ist in Hinblick auf die Vielzahl der Beteiligten trotzdem ein intelligentes Konzept der Zugriffsrechte erforderlich, damit gerade bei einer Vielzahl von Nutzern, von der Wissenschaft des Ressortbereiches bis hin zur Öffentlichkeit die jeweils maximal zulässige Sicht auf die Daten gesteuert werden kann. Mit einem intelligenten Konzept der Zugriffsrechte ist dem groben Missverständnis eines Datawarehouses mit freier Sicht auf alle Daten durch jedermann energisch zu begegnen.

# Vergleich zweier optischer Techniken zur automatischen Abschätzung der Blattfläche auf Baumebene

<sup>1)</sup>Jörn Selbeck, <sup>2)</sup>Florian Pforte, <sup>1)</sup>Volker Dworak

<sup>1)</sup>Abteilung Technik im Pflanzenbau  
Leibniz-Institut für Agrartechnik  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
jselbeck@atb-potsdam.de  
vdworak@atb-potsdam.de

<sup>2)</sup>Ökologische Agrarwissenschaften - Fachgebiet Agrartechnik  
Universität Kassel  
Nordbahnhofstr. 1a  
37213 Witzenhausen  
florianpforte@uni-kassel.de

**Abstract:** Die Messung der Blattbedeckung auf Baumniveau gibt Auskunft über die Wachstumskapazität des Baums und ermöglicht eine Bewertung des möglichen Ertrags oder den Einfluss der reduzierten Wasserversorgung in einem Obstgarten auf den Ertrag. Die Messung erfolgt mittels zweier optischer Verfahren: NIR (nahes Infrarot) Bildanalyse, Trefferzahl eines Laserscanners (LiDAR) pro Baum in einer Pflaumenplantage mit 156 Ertragsbäumen und 24 Bestäuberbäumen. Korrelationen zu händischen Blattzählungen an den Ertragsbäumen sind für NIR 0,832 und für LiDAR 0,805, des Weiteren zur abgeschätzten Blattfläche an 30 ausgewählten Bäumen für NIR 0,788 und für LiDAR 0,867.

## 1 Einleitung

Das transnationale Projekt "3D-Mosaik" befasst sich mit der Optimierung des Wasserbedarfs und Düngemiteleinsatzes, um den heutigen ökologischen und ökonomischen Anforderungen der Nahrungsmittelproduktion in Obstgärten gerecht zu werden [SH11]. Zur Erhebung der benötigten Daten wird eine autonome Plattform entwickelt und mit Sensoren bestückt. Diese Daten werden als Grundlage für ein Bewässerungsmodell auf Baumebene genutzt. Ein wichtiger Parameter ist der LAI (leaf area index) oder die photosynthetisch aktive Blattfläche je Baum. Klassische Messgeräte zur LAI Bestimmung benötigen allerdings eine homogene oder räumliche Zufallsverteilung [JFN04]. Bäume benötigen im Gegensatz dazu einen Beobachter, zur Bestimmung der geeigneten Messstelle im Baum [PM03], welches dem Konzept der autonomen Plattform widerspricht.

Ter-Mikaelian und Parker [TP00], als auch Lindsey und Bassuk [LB92] beschreiben



allerdings eine hohe Korrelation zwischen der Blattfläche und der Blattbiomasse, bzw. der Baumsilhouetten-Fläche. Daher werden im Folgenden zwei Methoden zur Detektion der Projektion der Baumkronenfläche vorgestellt.

## 2 Material und Methoden

Die vorliegende Studie, wurde 2011 in einem experimentellen Obstgarten, der sich auf dem Gelände des Bundessortenamtes in Marquardt (Deutschland) befindet, durchgeführt und hat zum Ziel die Methoden zu bewerten und zu vergleichen. Der Obstgarten besteht aus 180 Pflaumenbäumen wovon 156 Ertragsbäume der Sorte ‚TopHit plus‘ und 24 Bestäuberbäume der Sorte ‚Jojo‘ sind. Die Bäume sind in 6 Reihen zu je 30 Bäumen auf einer Fläche von 25 m x 120 m angeordnet. – Für die Bildaufnahme wurde eine USB 2.0 CCD Kamera (1/2“ monochrom Sensor, 768x576 Pixel, max. 50 Bilder/s) der Firma IDS (Imaging Development System GmbH, Obersulm, Deutschland) mit einem C-Mount Objektiv F 1,8 (PENTAX RICOH IMAGING DEUTSCHLAND GmbH, Hamburg, Deutschland) verwendet. Der sichtbare Lichtanteil wurde mit einem VIS-cut Filter (Filterkantenwellenlänge 750 nm) vor dem Objektiv ausgeblendet. Dadurch kann später eine Trennung von Blatt und Boden erfolgen [SHS01]. Die Kamera wird mit der Software Optimas 6.5 (Media Cybernetics, Rockville, MD, USA) gesteuert. – Das zweite optische System ist ein LiDAR (Light Detection and Ranging, ibeo ALASCA XT, Automobile Sensor GmbH, Hamburg, Deutschland). Die Software zur Ansteuerung des LiDAR ist eine selbstgeschriebene Software mit Online Visualisierung.



Abbildung 1: Traktor mit Ausleger und LiDAR (links), Draufsicht auf die Messsysteme (rechts)

Die beiden Messsysteme sind an einem über die Bäume ragenden Ausleger, der an einem Traktor befestigt ist, in Draufsicht angebracht (Abbildung 1). Die Aufnahmen erfolgten in zwei aufeinanderfolgenden Messfahrten durch den gesamten Obstgarten in zwei verschiedenen Anbauhöhen, 2,70 m und 3,50 m. Je Baum erfolgte die NIR-Aufnahme stehend über dem Zentrum des Baumes, anschließend wurde das Fahrzeug zurückgesetzt und die LiDAR Aufnahme am gleichen Baum bei konstanter Fahrgeschwindigkeit durchgeführt. Die Erfassung der Daten erfolgte von beiden Seiten der Reihen, so dass jeder Baum zwei Mal mit beiden Systemen je Anbauhöhe aufgenommen

wurde. Die Auswertung der NIR-Bilddaten erfolgte mit der Software JMP (SAS Institute GmbH, Böblingen, Deutschland). Durch K-means Clustering und Auswertung der Histogramme, sowie einer Texturanalyse konnte ein B/W (schwarz/weiß) Binärbild erzeugt werden, in dem der Baum weiß und die Umgebung schwarz dargestellt werden. Der prozentuale Weißanteil wird als Messgröße verwendet. Die LiDAR-Daten sind mit MATLAB (MathWorks, Ismaning, Deutschland) ausgewertet worden. Hier erfolgte eine Auswertung bezüglich der Treffer je Baum.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 2 zeigt links die Aufbereitung der NIR-Bilddaten mit Hilfe der „Watershed“-Prozedur, in der Mitte ist das B/W Bild zu sehen, mit Hilfe dessen der Bedeckungsgrad ermittelt werden konnte. Rechts in Abbildung 2 ist eine Punktwolken-Rekonstruktion eines Pflaumenbaums zu sehen, hier ist die Anzahl der Lasertreffer je Baum ermittelt worden.

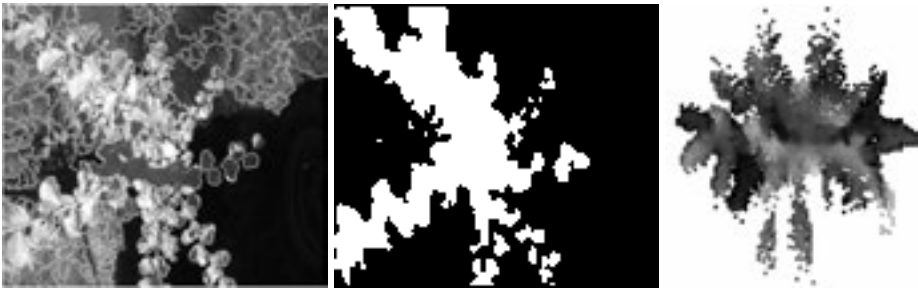


Abbildung 2: K-means Clustering (links) und B/W Bild nach „Watershed“-Prozedur, Histogramm und Textur-Bewertung (Mitte), LiDAR Punktwolken-Rekonstruktion (rechts)

Die spätere Analyse der NIR-Bilder hat gezeigt, dass diese Methode eine höhere Empfindlichkeit für Sensorbewegungen durch Neigungs- und Kipp-Bewegungen des Fahrzeugs zeigt als die LiDAR Auswertungen. Folglich ist der lineare Korrelationskoeffizient (Pearson) für zwei Messserien, die mit verschiedenen Anbauhöhen an den Obstbäumen durchgeführt wurde, für LiDAR (0,975) höher als für das Kamerasystem (0,893). Jedoch konnte auf dem gleichförmigen Terrain für die höhere Anbauhöhe ein Korrelationskoeffizient von 0,917 zwischen beiden Systemen erreicht werden. Beide Techniken wurden zusätzlich mit der handgezählten Blattzahl von allen 180 Bäumen, als auch mit der geschätzten Gesamtblattfläche von 30 strategisch verteilten Bäumen verglichen (Abbildung 3). Die verschiedene Gestaltung der Baumkrone zeigen im Vergleich mit den Blattzahlen niedrigere Korrelationskoeffizienten für die Bestäuberbäume (0,703 mit LiDAR; 0,668 mit der Kamera) als für die Ertragsbäume (0,805 mit LiDAR; 0,832 mit der Kamera). Der Vergleich der Sensoren mit den geschätzten Blattflächen hat Korrelationskoeffizienten in ungefähr derselben Größe ergeben: 0,867 mit dem Laserscanner und 0,788 mit der Bildanalyse.

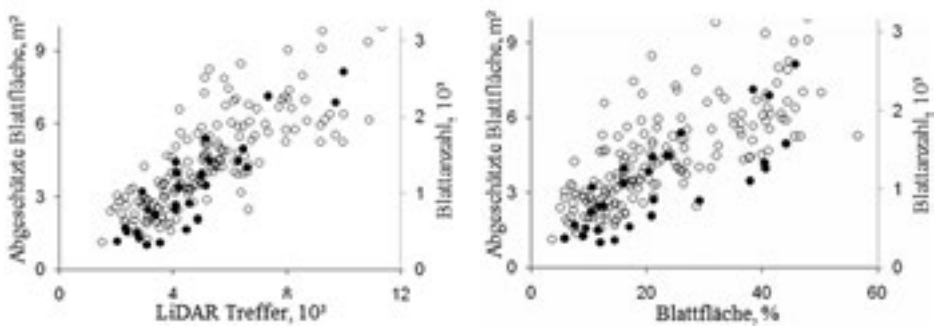


Abbildung 3: Vergleich Blattanzahl (weiße Kreise/180 Bäume), abgeschätzte Blattfläche (schwarze Kreise/30 ausgewählte Bäume) mit LiDAR Treffern, Pearson Korrelation: ○ 0,787, ● 0,867 (links), und mit prozentualen Blattfläche gemessen mit der NIR-Kamera, Pearson Korrelation: ○ 0,746, ● 0,788 (rechts)

Ein komplementärer Gebrauch der zwei Techniken würde die Zuverlässigkeit der automatisierten Messung der Blattbedeckung unter sich ändernden Feldbedingungen verbessern. Beide Systeme liefern große Datenmengen. Die Bildserie die die NIR-Kamera aufnimmt, als auch die kontinuierlichen LiDAR Daten sind zwar nötig um die Informationen über den Bedeckungsgrad zu erhalten, müssen aber nicht notwendigerweise gespeichert werden. Mit Hilfe einer Echtzeit-Verarbeitung der Daten auf der landwirtschaftlichen Maschine wird aus einer Bildaufnahme der Bildserie ein einziger Wert des Bedeckungsgrades für den Baum. Ebenfalls können die LiDAR-Daten nach der Überfahrt über einen einzelnen Baum von dem Rechner auf eine Zahl, die die Treffer auf diesem Baum angibt, reduziert werden und führt zu einer erheblichen Datenreduktion.

## Literaturverzeichnis

- [JFN04] Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muys, B., Coppin, P., Weiss, M., Baret, F. (2004). Review of methods for in situ leaf area index determination-Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121, 19-35.
- [LB92] Lindsey, P. A., Bassuk, N. L. (1992). A nondestructive image analysis technique for estimating whole-tree leaf area. *HortTechnology*, 2(1), 66-70.
- [PM03] Peper, P. J., McPherson, E. G. (2003). Evaluation of four methods for estimating leaf area of isolated trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2, 019-029.
- [SH11] Saggau, E., v. Haselberg, C. (2011). *ICT-AGRI Newsletter*, 6, 7.
- [SHS01] Slaton, M. R., Hunt, E. R., Jr., Smith, W. K. (2001). Estimating near-infrared leaf reflectance from leaf structural characteristics. *American Journal of Botany*, 88(2), 278-284.
- [TP00] Ter-Mikaelian, M. T., Parker, W. C. (2000). Estimating biomass of white spruce seedlings with vertical photo imagery. *New Forests*, 20, 145-162.

Reprinted from *Biosystems Engineering*, Vol 113/4, F. Pforte, J. Selbeck, O. Hensel, Comparison of two different measurement techniques for automated determination of plum tree canopy cover, 325-333, Copyright (Dec. 2012), with permission from Elsevier

# IT-Support zur vereinfachten Abfrage privatwirtschaftlicher Daten in der Tierseuchenbekämpfung

Stefanie Slütter<sup>1</sup>, Sophia Schulze-Geisthövel<sup>1</sup>, Alexander Ellebrecht<sup>2</sup>, Brigitte Petersen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Präventives Gesundheitsmanagement  
Institut für Tierwissenschaften der Universität Bonn  
Katzenburgweg 7-9  
53115 Bonn

{stefanie.sluetter;s.schulze-geisthoevel;b-petersen@uni-bonn.de

<sup>2</sup>Chainfood B.V.  
Kroonpark 10  
NL - 6831 GV Arnhem  
a.ellebrecht@chainfood.com

**Abstract:** Für die Tierseuchenbekämpfung stehen Daten aus behördlichen IT-Systemen sowie der epidemiologische Ermittlung vor Ort zur Verfügung. Vorhandene Datenbestände sind nicht immer aktuell und nachvollziehbar für jeden Betrieb vorhanden und zusätzliche Ermittlungen im Tierseuchenfall sind zeitintensiv und binden Personal. In diesem Artikel wird ein IT-Tool vorgestellt, welches durch sein technisches und organisatorisches Konzept die Kommunikation zwischen Privatwirtschaft und Behörden unterstützt und die behördliche Abfrage privatwirtschaftlicher Daten zur Tierseuchenbekämpfung vereinfacht.

## 1 Motivation

Im Falle eines Tierseuchenausbruchs sind die Maßnahmen zu dessen Bekämpfung von der EU vorgegeben. Hierzu gehört auch die Recherche nach möglichen Eintragsquellen und Verbreitungswegen des Seuchenerregers sowie Schadensausmaß. Die zuständigen Veterinärämter in Deutschland nutzen neben der epidemiologischen Ermittlung vor Ort die behördlichen IT-Systeme zur Dokumentation der Tierbewegungen (HI-Tier) und der behördlichen Überwachung (überwiegend Balvi ip) und führen diese im behördlichen Krisenmodul TierSeuchenNachrichten (TSN) zusammen. Je aktueller die Daten sind, desto genauer können Aussagen zur Ausbruchshistorie und der aktuellen Situation gemacht und desto effizienter die Maßnahmen für eine Bekämpfung ausgewählt werden.

Die Datenbestände in behördlichen Datenbanken können jedoch nicht immer zu allen Betrieben in vollem Umfang aktuell gehalten werden. Gründe sind nötige Zugeständnisse in den Meldefristen und bei der Durchführung von Betriebskontrollen. Beispielsweise dürfen Tierbewegungen noch bis zu sieben Tage nach Tiererhalt vom Tierhalter einge-

geben werden und amtliche Betriebskontrollen erfolgen auch aufgrund der Diskrepanz zwischen Personalressourcen und Personalaufwand risikobasiert und stichprobenhaft. So liegen nicht immer für jeden Betrieb die aktuellen Daten vor. Ergänzende Vor-Ort-Ermittlungen sind im Tierseuchenfall unbedingt notwendig. Sie kosten jedoch auch viel Zeit und binden Personal.

Netzwerkkoordinatoren in der Supply Chain (SC) bieten Landwirten eine breite Palette an Unterstützungsleistungen bei der Datenverwaltung in den Bereichen Audit-, Prozess-, Lieferanten- und Krisenmanagement an und verwalten die gewonnenen Daten vielfach mittels überbetrieblicher IT-Systeme [Sc09; Br11]. Die privatwirtschaftlichen Daten in der SC könnten die zuständigen Behörden im Falle eines Seuchenausbruches bei einer konkreten Vorbereitung für Vor-Ort-Ermittlungen und während des Entscheidungsprozess unterstützen [Br08]. Derzeit besteht jedoch noch keine zufriedenstellenden Möglichkeit für die nötige Koordinierung im Krisenmanagement [Br08; AT10].

Ziel der Studie war es, über einen IT-Support zum einen relevante privatwirtschaftliche Daten den zuständigen Behörden zeit- und personalsparend für die Entscheidungsfindung zur Verfügung zu stellen. Zum anderen sollte durch den sich daraus ergebenden Public-Private-Partnership-Ansatz eine verbesserte Kommunikation der behördlichen Maßnahmen und Entscheidungen in Richtung Privatwirtschaft unterstützt werden.

## 2 Methodisches Vorgehen

Grundlage bildet das Aufschaltungs-Austausch-Modell (AAM) für die Kommunikation im Krisenfall. In einem definierten Krisenfall werden festgelegte relevante Daten mutual zwischen privatwirtschaftlichen und behördlichen Akteuren ausgetauscht bzw. zusätzlich angefragte Daten aufgeschaltet und ebenfalls ausgetauscht [Br08].

Eine erste technisch-organisatorische Umsetzung des AAM erfolgte nach einem festgelegten allgemeinen Prozessschema. Gestützt auf empirische Studien mit umfassender Literaturanalyse und zahlreichen Experteninterviews in der Privatwirtschaft und bei zuständigen Behörden wurde der Informations- und Kommunikationsbedarf für das Krisenszenario Tierseuchenausbruch ermittelt und mit dem Ist-Zustand verglichen. Daraus resultierende Schwachstellen wurden definiert und hemmende und fördernde Faktoren bei der Krisenkommunikation berücksichtigt. In einem nächsten Schritt wurde im Rahmen der Projektarbeiten SafeGuard<sup>1</sup> und QUARISMA<sup>2</sup> auf Basis des Aufschaltungs-Austausch-Modells ein erstes Konzept für den IT-Support entwickelt, welches dann für die Anwendung in einer Pilotphase technisch und organisatorisch umgesetzt wurde. Die Pilotphase besteht vor dem Hintergrund des kontinuierlichen Verbesserungsprozess aus der Testung und Validierung des Konzepts. Diese letzten beiden Schritte befinden sich noch in der Umsetzung.

---

<sup>1</sup> Finanziert im Rahmen des INTERREG IV A-Programms Deutschland-Niederland m. Mitteln d. Europäischen Fonds f. Regionale Entwicklung (EFRE) u. nationaler u. regionaler Geldgeber, begleitet v. Programmmanagement Euregio Rhein-Waal.

<sup>2</sup> The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme FP7/2007-2013 under grant agreement n° 228821.

### 3 Ergebnis

Um das AAM in eine erste Testumgebung überführen zu können, wurden sowohl der organisatorische als auch der technischen Status Quo zur Verfügung stehender Pilotpartner in die Entwicklung der ersten technischen Applikation und bei der Vorbereitung für den Pilottest berücksichtigt.

#### 3.1 Organisatorische Umsetzung des AAM durch strategische Allianzen

Die Untere Veterinärbehörde übernimmt die ausführenden Tätigkeiten in der Tierseuchenbekämpfung und damit auch die epidemiologischen Ermittlungen. Sie nehmen eine Schlüsselposition in der public-private Kommunikation auf behördlicher Seite ein, denn neben dem nötigen direkten Betriebskontakt besteht auch eine allgemeine Kommunikationspflicht gegenüber der Öffentlichkeit. Auf privater Seite nehmen die Tierhalter als direkt betroffene Akteure eine zentrale Position in der Krisenkommunikation ein. Eine wichtige Position haben aber auch Netzwerkkoordinatoren inne. Sie bündeln die Landwirte über ihre angebotenen Dienstleistungen in einem überbetrieblichen IT-System, verfügen damit über zahlreiche Kontaktstrukturen und Datenbestände. Für sie ergibt sich eine Schlüsselposition als Mittler und Multiplikator von behördlichen Informationen auf privatwirtschaftlicher Seite. Diese drei Akteure bilden die Basis einer strategische Allianz im Tierseuchenfall. Alle vorhandenen Informations- und Kommunikationsstrukturen sowie Datenbestände werden bestmöglich kombiniert, um die Krisenphase zu verkürzen und den Schaden so gering wie möglich zu halten. Die ist das gemeinsame strategische Ziel der Allianzpartner. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen vertragliche Vereinbarungen getroffen werden bzgl. der zu nutzenden Kommunikationswege, der Informationsbestände und der Verantwortlichkeiten innerhalb der strategische Allianz.

#### 3.2 Technische Umsetzung des AAM durch IT-Support

Um eine reibungslose Kommunikation aller Partner zu ermöglichen, werden die technischen Gegebenheiten der Partner berücksichtigt. Flächendeckend eingesetzte Kommunikationsmittel wie Fax oder Mobiltelefon sind daher in eine Online-Kommunikation integriert. Über die Anwendung von Gateway-Technologien kann so beispielsweise eine behördliche Online-Anfrage von spezifischen Zusatzinformationen in eine SMS transferiert werden, die damit die Adressaten auch offline erreicht.

Die Versammlung der privatwirtschaftlichen Daten erfolgt im überbetrieblichen IT-System des Netzwerkkoordinators. In Ruhezeiten wird das System für das tägliche Datenmanagement genutzt und erhält individuelle Zugangsprofile für Landwirte, Hoftierärzte und den Netzwerkkoordinatoren. Im Falle einer Krise, beispielsweise einem Tierseuchenausbruch, wird das System um das Zugangsprofil für den Amtstierarzt oder alternativ einer Schnittstelle zu behördlichen IT-Systemen ergänzt und krisenrelevante Daten können ausgetauscht werden. Anhand des Fallbeispiels sind dies aus dem privatwirtschaftlichen Bereich:

- Prozessmanagement: Adressen, Kontaktdaten, Namen, Tierarten, Stallplätze

- Produktionsmanagement\*: Verluste, Tierbehandlungen, Beratungsbesuche
- Lieferantenmanagement\*: Datum, Name Futtermittellieferung und Tiertransport
- Auditmanagement\*: QS-Status

\*Daten derzeit noch nicht für alle Betriebe lückenlos hinterlegt

Im Gegenzug können behördliche Informationen (z.B. Handlungsempfehlungen, Formulare, Restriktionsinformationen etc.) zur schnellen Multiplikation an den Netzwerkkordinator übermittelt werden. Über die Zugangsprofile ist eine schnelle individuelle Informationen (z.B. Ergebnisse über Ausschlussuntersuchungen) möglich.

## 4 Schlussfolgerung und Ausblick

Der IT-Support schafft eine Online-Verbindung zwischen Privatwirtschaft und Behörden nach dem Ansatz des Aufschaltungs-Austausch-Modells. Vorhandene private Daten können per Schnittstelle mit behördlichen Datensystemen ausgetauscht werden oder Behörden erhalten mutual über ein Nutzerprofil Zugang zum privatwirtschaftlichen System. Spezifische Zusatzdaten können ad hoc im Krisenfall über ein Kommunikationstool angefragt und aufgeschaltet werden. Auf privatwirtschaftlicher Seite erhalten Netzwerkkordinatoren durch den IT-Support Unterstützung in der Erweiterung ihrer Dienstleistungspalette um den Bereich Krisenmanagement entlang der SC. Im Verlauf der Projektarbeit wird der IT-Support praktisch getestet, validiert und ggf. noch weiter angepasst.

## Literaturverzeichnis

- [AT10] Arens, L.; Theuvsen, L. (2010): IT-Systeme im Bereich der Lebensmittelsicherheit: Relevanz und Determinanten der Kommunikation. In: Claupein, W., Theuvsen, L. & Kämpf, A. (Eds.), Precision Agriculture Reloaded - Informationsgestützte Landwirtschaft. GI-Edition-Lecture Notes in Informatics (LNI), P-158, Bonn, Deutschland. Bonner Köllen Verlag, pp. 19-22.
- [Br08] Breuer, O.; Saatkamp, H.W.; Schütz, V.; Brinkmann, D.; Petersen, B. (2008): Cross border Classical Swine Fever control: Improving Dutch and German crisis management systems by an integrated public private approach. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (JVL), 3, 4 (2008), pp.455-465.
- [Br11] Brinkmann, D.; Lang, J.; Petersen, B.; Wognum, N.; Trienekens, J. (2011): Towards a chain coordination model for quality management strategies to strengthen the competitiveness of European pork producers. J. Chain. Netw. Sci. 2011, 11 (2), pp.137-153.
- [Sc09] Schütz, V. (2009): Modell zur Planung von Dienstleistungen für das überbetriebliche Gesundheitsmanagement in der Fleischwirtschaft. PhD thesis. München, Peniopo Verlag.

# Dealing with large amount of data from automated pest monitoring system

Matej Štefančič, Dejan Jerič, Mateja Štefančič, Peter Čebokli

EFOS d.o.o.  
Razdrto 47b  
6225 Hruševje, Slovenia  
info@efos.si

**Abstract:** Pest monitoring is time consuming and labor intensive task, since pheromone traps, where insects are being caught, need to be visited on regular basis in order to monitor development of pest population. An innovative product which provides automated and real-time monitoring of pests reduces the need for field-scouting to minimum. In order to develop such product and to keep the whole system running some non-trivial IT issues had to be solved.

## 1 Introduction

While information technology is more and more used in the field of agriculture some tasks still remain an important challenge. One of such things is monitoring of pests. Due to the fact that there are lots of external factors which can affect occurrence of pests, monitoring still heavily rely on manual inspection of (pheromone) traps. This process is time consuming and labor intensive. Skilled staff need to manually inspect traps, count insects which were caught in the trap and maintain record keeping/statistics of caught insects. As a result, most pest monitoring related field inspections are done on weekly basis, thus results can be misleading (there is not correct estimate when insects were caught) or incomplete - predators can eat insects from the trap. Decisions can also be taken too late due to time delay, especially with ever more popular mating disruption systems.

To deal with challenges listed above, automated and near-real time monitoring of pest occurrence was developed. New solution is a combination of device in the field and software running on the server which handles data sent from devices in the field and provides data to end users. Device is automatically taking image snapshots of sticky surface in modified pheromone trap, sends data to the server, where it is processed and served to users via web or mobile application. Such approach generates on average 8-10 MB of data per trap daily.

Article will focus on brief description of the device which is placed in the field and key factors/problems which needed to be addressed (and which greatly influence the overall



solution). Then procedure of processing of data and its organization on the server will be explained.

## **2 Automated trap for monitoring of insect pests**

The device in the field consists of simple trap housing, which is slightly modified large delta from corrugated polypropylene. All needed electronics (battery, CPU, modem, cameras, GPS, etc) is packed into special housing with transparent cover and attached into housing with a strong clip. In the field the device is energy-independent, charged via solar panel. Pests are lured into trap with pheromone or some other lure and retained on sticky surface.

For data communication GPRS is used, since it enables to use infrastructure built by mobile providers. In order to cope with the problem a set of innovative techniques was used/developed in order to reduce amount of data transferred and to make complete transfer as robust as possible. These techniques include segmentation and compression of data, dynamic adjustments of transfer speed, splitting of data in smaller logical chunks and a complete higher level protocol to deal with errors.

## **3 Data processing**

Data processing on device side is limited to device capability so most data/image processing is done on server side (Fig. 1). Additional tasks are performed on device in order to send reliably as much little data possible and still keep good quality of images. These operations are controlled by parameters which can be set on the server or via SMS. There are multiple cameras on device. Raw images for each camera are converted, split by colors to separated files, compressed lossless or lossy with different compression levels (depending on parameters received). Some basic image algorithms are executed in order to avoid sending non-appropriate images (too bright or too dark images for example).

On the server side a process is monitoring location where traps are uploading data in order to start with server-side processing of data as soon as it is uploaded. Files are moved to location created according to defined rules in order to quickly find and manipulate the images later. Color separated images are integrated into one image (per camera). In next step images for each camera are stitched to a single image which is what customer actually can see with his client (web browser, mobile phone, tablet etc.). Multiple image sizes and qualities are also prepared and saved as image thumbnails to optimize response times when serving data to clients. One of the most important modules (currently in beta test phase) is image recognition module which detects targeted insects in image with around 75% probability. Based on that user gets list of traps which need special attention/require further action in the field/orchard. User has also possibility to visually mark targeted insects in the image via modified SVG editor. Both, image recognition module and manual marking are also source of attribute data regarding num-

ber of caught targeted insects which is key information for field actions as well as statistical modeling of flight of certain insects.

While most of the data belongs to images, attribute data is communicated at each data transfer as well. This data (like current GPS location, battery level, signal strength, ...) is

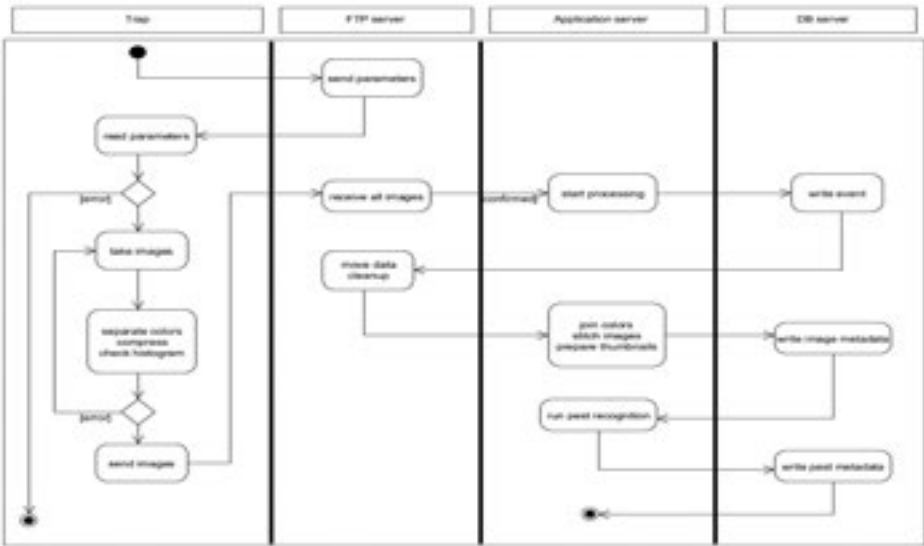


Figure 1: Activity diagram of data processing

also processed and written to central database in order to be used for statistical reporting and controlling of behavior of traps.

Based on experiences with traps being put in the field, it takes on average approximately 30-50 minutes for each complete data transfer over GPRS. This data is usually transferred during the night. When user requests data, response times under 3 seconds are expected. That is why all major image processing tasks are done when trap sends data to the server and not when user requests data, although such approach uses significantly more storage space.

## 4 Data organization

The following major parts are used on server side: image file storage (images sent by devices); database server (attribute data about system, traps and images); web server (web application and services for clients).

We expect that hardware requirements will grow exponentially with adding devices on fields, but currently this requirements are small, so we need to be agile and adapt accordingly. Our approach is to achieve reliability and performance with in house server clus-

tering of database server and web server. That way we can keep hardware price components relatively low and still have a good performance and scalability of whole system. Good reliability is achieved by having redundant components in the cluster. The fact that we have a central database with attribute data which is relatively small and vast majority of data are images. They are relatively non-related (images taken in one trap do not influence images taken in another trap). This enabled us to organize data in a way that we can use lower cost storage devices (for images stored on file system) as well as lower capacity/cost main servers without compromising data security or response times.

The other tempting possibility is putting whole system in the cloud. In this case we would not have to deal with hardware and would be able to get necessary resources on demand (cloud elasticity). The system cost would be based on actual system usage and load. There are some issues with cloud offers at the moment – relevant to our solution – which should be considered: (a) actual costs are hard to estimate; there are lots of low level parameters which must be examined (like database interactions). While some of them can be estimated reliably, others are not, yet they could have significant impact on overall cost of the system; (b) cloud reliability is a problem [B11]; meaningful SLAs (Service-level agreements) in the cloud market space are rare and toothless [D10]; (c) remote backup is impossible due to large amount of data so cloud provider should do that. When both options were evaluated, non-cloud option proved to be more favorable.

## 5 Conclusions

Monitoring of insects is an important issue in food production process. Remote and real time monitoring of insects provides an important improvement especially in regard of health (less pesticide residues due to modern pest management techniques) and environment (reduction of field scouting) aspect [WKC10]. System presented in this article is an innovative product which allows such type of monitoring and running of such system requires solving of significant IT related issues which are hidden from end users. Since it is being constantly enhanced with additional functionality and there is more data every day, there will be new challenges to deal with in the future as well.

## References

- [B11] Blodget, H.: Amazon's Cloud Crash Disaster Permanently Destroyed Many Customers' Data, 2011, <http://www.businessinsider.com/amazon-lost-data-2011-4>.
- [D10] Durkee, D.: Why Cloud Computing Will Never Be Free. Queue - Emulators Queue Homepage archive, Volume 8 Issue 4, April 2010.
- [WKC10] Witzgall, P.; Kirsch, P.; Cork, A.: Sex pheromones and their impact on pest management, J. Chem. Ecol., 2010, 36:80-100.

# Audience Response Systeme als praxisgerechte Alternative zu etablierten elektronischen Datenerhebungsmethoden

Martin P. Steinhorst, Enno Bahrs

Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre  
Universität Hohenheim  
Schloß, Osthof-Südflügel  
70593 Stuttgart  
martin.steinhorst@uni-hohenheim.de

**Abstract:** Audience Response Systeme (ARS) stellen eine Option dar, größere Gruppen anonym zu befragen und ihre Antworten synchron elektronisch zu speichern und zu verarbeiten. Für eine wissenschaftliche Erhebung eignen sich ARS insbesondere durch motivierende Effekte, die aus der Präsentation von Ergebnissen im Anschluss an eine Befragung und der Möglichkeit zur individuellen Reflexion des eigenen Antwortverhaltens auch im Kontext der Antwort der anderen Teilnehmer entstehen. Da der Umfang der Fragen gering gehalten werden sollte, kann ARS eine Ergänzung bzw. Vorbereitung von Laborexperimenten darstellen.

## 1 Einleitung

Zur Analyse wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Zusammenhänge gewinnt die originäre Datenerhebung gegenüber dem Einbeziehen von Sekundärdaten auch vor dem Hintergrund der Ausbreitung experimenteller ökonomischer Forschung an Bedeutung. Elektronische Datenerhebungsmethoden helfen hierbei den Erhebungsaufwand zu reduzieren und Übertragungsfehler zu eliminieren. Als Form elektronischer Datenerhebung haben sich beispielsweise PC-Befragungen in Testlabors, Befragungen per e-mail sowie webbasierte Umfragen etabliert. Gegenüber nicht elektronischen Befragungen scheint das Erhebungsmedium dabei höchstens geringe Einflüsse auf die Datenqualität auszuüben, wie vergleichende Studien zeigen [NG08] [YT00] [BL09]. Dies bedeutet jedoch nicht, dass keine Unterschiede in der Eignung der einzelnen elektronischen Erhebungsmethoden in verschiedenen Fragekontexten bestehen. Im Folgenden werden deshalb die besonderen Einsatzmöglichkeiten von Audience Response Systemen (ARS), einer weiteren Option der elektronischen Datengewinnung, erörtert. Nach einer kurzen Systembeschreibung soll die Erfahrung aus den bisherigen Einsatzfeldern der ARS-Technik skizziert werden, um die möglichen Vor- und Nachteile einer wissenschaftlichen Datenerhebung mit dieser Methode, auch im Kontext der Agribusinessforschung zu diskutieren.

## 2 Systembeschreibung von ARS

Grundsätzliche Bestandteile eines ARS sind ein zentraler Prozessor, eine Basisstation zum Empfang der Abstimmungsdaten, ein Eingabegerät je Proband und für das gesamte Auditorium ein Ausgabegerät zur visuellen Darstellung der Fragen und Ergebnisse (z. B. ein Beamer). Die neueste Generation der ARS zeichnet sich durch Eingabegeräte in der handlichen Größe eines Mobiltelefons aus [Ca07]. Diese Keypads sind meist mit zehn Zahlentasten und einem LCD-Display zur Kontrolle der Eingabe und evtl. einer weiteren Send- oder Remove-Taste ausgestattet. Die Übertragung der Abstimmungsdaten erfolgt kabellos, entweder per Infrarot (IR) oder über Radiofrequenz (RF) Signale [Ca07]. Für die Stimmabgabe kann in einigen Systemen ein festes Zeitfenster je gestellter Frage vorgegeben werden. Daneben ist der manuelle Stopp des Empfangs der Antworten durch den Testleiter möglich. Um diese Aufgabe zu unterstützen, wird in den meisten ARS die Zahl der bereits abgegebenen Stimmen angezeigt. Die Darstellung der Fragen und Ergebnisse lässt sich oft in gängige Präsentationssoftware integrieren, wodurch sich Antworten unmittelbar nach einer Frage in Diagrammen verdeutlichen lassen. Daneben können Antworten zu mehreren Fragen gesammelt präsentiert oder die Ergebnisdarstellung ganz unterdrückt werden. Zusätzlich bieten ARS die Möglichkeit die individuelle Sequenz der Antworten jedes Teilnehmers zu speichern und auszuwerten.

## 3 Erfahrungen

### 3.1 Vorteile des Einsatzes eines ARS

Zahlreiche Studien bestätigen, dass eine ARS-Befragung von der Mehrheit der Teilnehmer erfreut angenommen wird [CR08] [Ca07]. Eine positive Einstellung resultiert insbesondere aus der direkten Feedbackfunktion bei der Einbindung von Abstimmungsergebnissen im Rahmen von Präsentationen. D.h., der einzelne Befragte kann sich bei unmittelbar anschließender Darstellung der Abstimmungsergebnisse direkt in das Antwortmuster des Kollektivs einordnen. Dadurch kann sich auch Teilnehmern einer wissenschaftlichen Erhebung mittels ARS ein größeres Interesse an ihren individuellen Antworten mit einem höheren Maß an Authentizität, als bei anderen Befragungsmethoden (z.B. Scantron Cards) vermitteln [Bu05] [KS09]. Zudem ergeben sich durch den Einsatz eines ARS häufiger Diskussionen zur Reflexion der individuellen Antworten [Ca07] [DB04]. Präferenzen können somit effizienter offengelegt werden, auch weil die Anonymität in der Masse gewährleistet bleibt [DB04] [CR08] [Ca07]. Aufbauend auf dieser positiven Grundhaltung ging der Einsatz von ARS in vielen Studien mit einer Erhöhung der Aufmerksamkeit und der aktiven Beteiligung des Plenums einher [Ca07] [DB04] [KS09] [SN07]. Dies trägt beim Einsatz von ARS in der Hochschullehre zu messbar gesteigertem Lernfortschritt bei [KS09] [CR08]. Übertragen auf die wissenschaftliche Datenerhebung könnten sich durch das skizzierte hohe Motivationsniveau der Probanden besondere Anreize zur Teilnahme an einer Befragung mit ARS und ehrlichem Antwortverhalten auch außerhalb monetärer Anreize ergeben. Gerade wenn die Erhebung Fragestellungen aus einem betrieblich bedeutenden Entscheidungsfeld thematisiert (z.B. Risikomanagement), konnten in Erhebungen der Autoren durch ARS insbe-

sondere Unternehmer für eine Befragung gewonnen werden. Hieran nahmen z.B. innerhalb eines Jahres 297 Agrarrohstoffhändler und 850 Landwirte im gesamten Bundesgebiet teil. Die durchschnittliche Gruppengröße befragter Agrarrohstoffhändler oder Landwirte betrug dabei 53. Darüber hinaus lassen sich in der Datenerhebungspraxis mit ARS hohe Rücklaufquoten erzielen, bei denen annähernd „Laborbedingungen“ generiert werden können. In den Erhebungen der Autoren beantworteten beispielsweise durchschnittlich 89,4% der Teilnehmer gestellte Fragen. Auch hielt diese Beteiligung signifikant über einer Reihe von bis zu 20 Fragen während einer Veranstaltung an (Mann-Kendall-Test:  $Z=-3,50$ ;  $p<0,001$ ). Zu diesem Befragungserfolg könnten auch die niedrigen Bedienanforderungen moderner ARS und ihre Transportabilität beitragen, die Feldexperimente erleichtern [KS09][Ca07].

### **3.2 Nachteile des Einsatzes eines ARS**

Bei einer Befragung mittels ARS können keine antwortabhängigen Folgefragen gestellt werden. Vielmehr ist die Abfolge der Fragen für das gesamte Plenum einer Erhebungsveranstaltung dieselbe. Dies stellt einen Nachteil gegenüber Laborexperimenten oder Interviews dar, bei denen Fragen im Kontext der gegebenen Antworten variiert werden können. Mit ARS können zudem nur solche Fragen gestellt werden, die durch vorherige Fragen und dazugehörige Ergebnisse nicht verzerrt werden können. Ein weiterer Nachteil ist in der Repräsentativität der Befragungsgruppe (bzgl. Geschlecht, Alter, Einkommen, etc.) zu sehen. Beim mobilen Einsatz von ARS greift der Testleiter auf eine vielfach unwillkürliche Stichprobe von Probanden zurück. In Laborexperimenten kann hier eine Vorauswahl der Teilnehmer bei der Zuweisung von Befragungsterminen erfolgen. Zudem wird die wahrgenommene Validität der Daten aus einer ARS-Befragung teilweise kritisch gesehen, da keine Nachkontrolle der Antworten, wie beispielsweise bei Fragebögen, möglich ist [Bu05]. In diesem Zusammenhang sind auch Unsicherheiten über die korrekte Speicherung der Antworten zu sehen [Sh05]. Außerdem ist bei fehlenden Daten einzelner Keypads durch das automatische Recording der Antworten ein technisches Übertragungsproblem (z.B. bei IF-Übertragung) nicht von einer Verweigerung der Antwort zu unterscheiden. Auch könnten die Probanden durch die Anonymität der Antwortabgabe dazu veranlasst sein, gerade zu Beginn einer Befragung die technischen Möglichkeiten der Keypads zu testen und so irreführende Daten abgeben [SN07]. Die Autoren haben dem in ihren Erhebungen durch einleitende Fragen ohne wissenschaftlichen Zusammenhang (z.B. Abstimmung über Sportergebnisse) Rechnung getragen. Mitunter wird in der Literatur auch berichtet, dass einige Teilnehmer der Einsatz von ARS verärgert. Die Probanden bemängeln insbesondere einen empfundenen Druck zur Benutzung der Geräte zu Lasten von freien Wortmeldungen und Zeitverlust beim Warten auf verzögerte Stimmabgaben [KS09].

## **4 Diskussion**

Eine Befragung mit ARS erhöht unter den Teilnehmern insbesondere die Motivation zur ehrlichen Abgabe von Antworten. Dies legen die Erfahrungen hinsichtlich Einfachheit der technischen Bedienung, Anonymität, empfundener Wertschätzung gegenüber dem

individuellen Meinungsbild und produktivem Gedankenaustausch nach Präsentation von Abstimmungsergebnissen in den bisherigen Einsatzfeldern nahe. Allerdings bezieht sich die Literatur meist auf den wiederholten Einsatz von ARS bei stabilen Befragungsgruppen aus Studierenden an Universitäten. Diese könnten nicht nur technikaffiner als andere Befragungsgruppen sein, sondern insbesondere Motivation aus dem Einsatz von ARS dann schöpfen, wenn sie erst im Laufe der Lehrveranstaltungen steigende Lernerfolge wahrnehmen. Für eine wissenschaftliche Datenerhebung mittels ARS unter Stakeholdern des Agribusiness ist jedoch vorwiegend eine einmalige Befragung zu avisieren. Um die motivationssteigernde Wirkung von ARS bereits beim einmaligen Einsatz zu erzielen, sollte es deshalb dem Testleiter ein besonderes Anliegen sein, die vorzüglichen Lern- und Vergleichsmöglichkeiten dieser Befragungsmethode dem Plenum eingängig zu erläutern. Um das hohe Motivationsniveau der Teilnehmer durch kontinuierliche neue Lernanreize aufrechtzuerhalten, sollte die Zahl der Fragen im Allgemeinen und zu jedem Themengebiet im Speziellen niedrig gehalten werden. Eine Befragung mittels ARS eignet sich somit insbesondere für eine frühe Einordnung von Antwortmustern bzgl. einer Forschungsfrage und kann somit spätere Laborexperimente ergänzen bzw. einleiten. Die Mobilität des ARS erlaubt es dabei auch Teilnehmer zu befragen, die für andere elektronische Datenerhebungsmethoden nur in geringer Zahl zu gewinnen sind. Dies kann sich für Befragungen im Agribusiness als vorteilhaft erweisen, da allein aufgrund der Altersgruppierung der bislang beim ARS Teilnehmenden festzustellen war, dass alle Altersklassen von Entscheidungsträgern vertreten sind, die voraussichtlich nicht uneingeschränkt an z. B. Internetbefragungen teilgenommen hätten.

## Literaturverzeichnis

- [Bu05] Bunz, U.: Using scantron versus an audience response system for survey research. In: *Computers in Human Behavior* 21(2), 2005; S. 343–359.
- [BL09] Beuckelaer, A. de; Lievens, F.: Measurement Equivalence of Paper-and-Pencil and Internet Organisational Surveys: A Large Scale Examination in 16 Countries. In: *Applied Psychology* 58(2), 2009; S. 336–361.
- [Ca07] Caldwell, J. E.: Clickers in the Large Classroom: Current Research and Best-Practice Tips. In: *CBE—Life Sciences Education* 6(1), 2007; S. 9–20.
- [CR08] Cain, J.; Robinson, E.: A Primer on Audience Response Systems: Current Applications and Future Considerations. In: *Am. J. Pharm. Educ.* 72(4), 2008; S. 77–82.
- [DB04] Draper, S. W.; Brown, M. I.: Increasing interactivity in lectures using an electronic voting system. In: *Journal of Computer Assisted Learning* 20(2), 2004; S. 81–94.
- [KS09] Kay, R. H.; LeSage, A.: Examining the benefits and challenges of using audience response systems. In: *Computers & Education* 53(3), 2009; S. 819–827.
- [NG08] Noyes, J. M.; Garland, K. J.: Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent? *Ergonomics* 51(9), 2008; S. 1352–1375.
- [Sh05] Sharma, M.D.; Khachan, J.; Chan, B.; O’Byrne, J.: An investigation of the effectiveness of electronic classroom communication systems in large lecture classes. In: *Australasian Journal of Educational Technology* 21(2), 2005; S. 137–154.
- [SN07] Stowell, J. R.; Nelson, J. M.: Benefits of Electronic Audience Response Systems on Student Participation, Learning, and Emotion. In: *Teaching of Psychology* 34(4), 2007; S. 253–258.
- [YT00] Yun, G. W.; Trumbo, C. W.: Comparative Response to a Survey Executed by Post, E-mail, & Web Form. In: *Journal of Computer-Mediated Communication* 6(1), 2000.

# Modellbasierte Simulation des Stoßverhaltens künstlicher Früchte für die Erfassung mechanischer Belastungen

Jelena Surdilovic, Ulrike Praeger, Bernd Herold, Ingo Truppel, Martin Geyer

Abteilung Technik im Gartenbau  
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
jsurdilovic@atb-potsdam.de  
upraeger@atb-potsdam.de

**Abstract:** In dieser Studie wird das Stoßverhalten sogenannter künstlicher Kartoffeln und realer Knollen miteinander verglichen. Es wurden zunächst mechanische Stoßmodelle hergeleitet und experimentell verifiziert. Weiterhin wurde ein Simulationsmodell entwickelt, in welchem mit wenigen Sensormessdaten (Beschleunigungs- und Kraftwerte) weitere Stoßmerkmale (wie z.B. Geschwindigkeitsverläufe, Restitutionskoeffizient, absorbierte Energiemenge) bestimmt werden. Es konnte gezeigt werden, dass verfügbare künstliche Messknollen signifikante Abweichungen in ihrer Stoßcharakteristik im Vergleich zu realen Knollen aufweisen. Das entwickelte Simulationsverfahren für Stoßverläufe soll einen Beitrag zur Gestaltung von Materialeigenschaften elektronischer Früchte leisten und den Einsatz verfügbarer Sensormesssysteme für Feldmessungen optimieren.

## 1 Problemstellung und Zielsetzung

Mechanische Belastungen landwirtschaftlicher Produkte sind häufig ein Problem. Sie verursachen sowohl äußere als auch nicht sichtbare innere Beschädigungen. Neben physiologischen Faktoren sind an die Verfahrenstechnik gebundene Parameter wie Fallhöhen, Geschwindigkeit der Förderbänder, Oberflächenform und Polsterungen der Aufprallunterlagen die Hauptursachen kritischer Stöße [Br96]. Zur Lokalisierung dieser Gefahrenstellen werden in künstliche Gehäuse (meist PU-Systeme) eingebettete 3D-Beschleunigungssensoren eingesetzt. In zahlreichen Ernte- und Nachernteprozessen wie z. B. bei Kartoffeln [Mo00], Äpfeln [Hy97], Tomaten [AAJ10] Pfirsichen [Ah10] und sogar Blaubeeren [Yu11] finden künstliche Früchte Anwendung. Mit objektiven Messdaten lassen sich somit Prozesslinien quantitativ beurteilen und optimieren. Die Datenanalyse beruht meist auf statistischen Auswertungen der Maximalbeschleunigung detektierter Stöße. Eine Übertragung von Messdaten elektronischer Früchte auf das reale Produkt sowie ihre Interpretation in Bezug auf das vorliegende Beschädigungsverhalten sind bisher nicht zufriedenstellend gelungen. Trotz übereinstimmender Merkmale wie Form oder Masse führen unterschiedliche Materialeigenschaften der Kunstknollen zu teilweise erheblichen Abweichungen im Bewegungsverhalten gegenüber dem realen Produkt





## 2.2 Simulationsmodell

Aus den Sensordaten wurden die Parameter des ursprünglichen Stoßes (Beginn und Dauer) möglichst genau bestimmt. Die Parameter für den freien Fall und den Rückstoß wurden rechnerisch mit Hilfe der Freifalltheorie ergänzt, so dass die Gesamtbewegung beschreibbar ist. Eine aus diesen Daten zusammengesetzte Matrix (TA- Lookup Tabelle, Abb. 2) ist der Eingang der Simulationsanalyse. Durch numerische Doppelintegration (Abtastintervall 0,01ms) wurden der Verlauf der Geschwindigkeit und Fallbahn (Höhe) ermittelt. Für den Vergleich der Stoßeigenschaften der Prüfknochen wurden daraus Kraft – „Deformationsdiagramme“ (Kraft-Verformung, bzw. virtuelle Penetration durch die Aufprallfläche) erstellt. Im Ergebnis der Simulation wurde eine Energiebilanz aufgestellt und die absorbierte Energiemenge bestimmt. [Ze03].

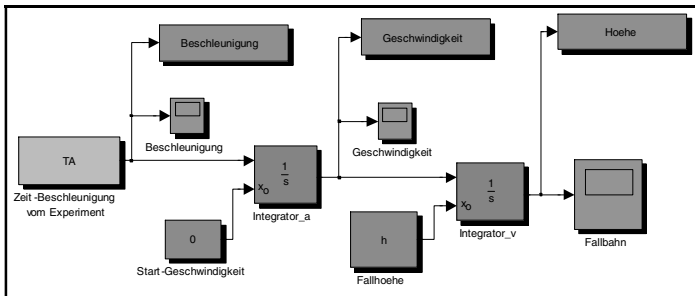


Abbildung 2: SIMULINK Modell „Fallsimulator“ (MATLAB 2007b).

## 3. Ergebnisse und Ausblick

Die Werte des Restitutionskoeffizienten aus der Simulationsanalyse zeigen im Vergleich mit den Videoaufnahmen in allen Experimenten eine relativ gute Übereinstimmung. Typische Kraft-Verformungsdiagramme (Abb. 3) liefern signifikante Unterschiede ermittelter Stoßeigenschaften echter und künstlicher Knochen. Besonders ausgeprägt sind diese beim Aufprall auf die Stahlunterlage (Abb. 3, links). Beim Dummy wird eine geringere „Durchdringung“ (virtuelle Penetration) beim Erreichen einer fast doppelt so großen Kraft erreicht. Beim Fall auf PVC (Abb. 3, rechts) sind die Unterschiede aufgrund der dominanten Verformung der Aufprallunterlage nicht so stark ausgeprägt. Wie erwartet wird beim Dummy auch hier eine höhere Stoßkraft erreicht. Der Kunststoffkörper besteht im Vergleich zur echten Kartoffel aus einem härteren und steiferen Material, welches mit der biologischen Hülle nicht adäquat vergleichbar ist. Für die Bewertung von Stoßereignissen entlang landwirtschaftlicher Logistikketten bietet eine Kombination aus innovativer Sensortechnologie und mathematischer Modellierung von Stoßverläufen eine attraktive und umfangreiche Analysemethode. Die Erkenntnisse dieser Studie zeigen, dass mit wenigen Messparametern (Kraft, Beschleunigung) eine ausführliche und brauchbare Simulation des realen Stoßverlaufes erzielt werden konnte. Die unterschiedlichen Materialien der Dummies zeigten ein abweichendes Stoßverhalten im Vergleich mit realen Kartoffelknollen. Um weitgehende Übereinstimmungen mit dem realen Pro-

dukt zu erreichen, sind zukünftig vor allem die Materialeigenschaften künstlicher Früchte weiter anzupassen.

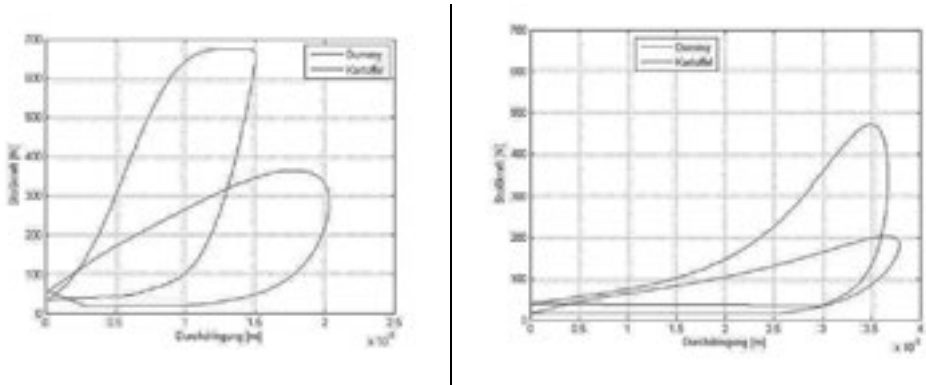


Abbildung 3: Kraft- Deformations- Diagramme, links : Fall auf Stahl, rechts: Fall auf PVC. (Masse der Prüfkugeln: 155 g, Dummy-Shore-Härte 90, Kartoffel voll turgeszent).

## Literaturverzeichnis

- [Ah10] Ahmadi, E. et al.: The effect of impact and fruit properties on the bruising peach, Journal of Food Engineering, 97 (1), 2010, S. 110-117.
- [AAJ10] Arazuri, S., Arana, I., Jaren, C.: Evaluation of Mechanical Tomato Harvesting Using Wireless Sensors, Sensors, 10, 2010, S. 11126-11143.
- [Br96] Brook, R.: How and Why Emphasizing Black Spot Bruise - A Publication of the National Potato Anti-Bruise Comittee, 1996.
- [Ge09] Geyer, M.O. et al.: Measuring behavior of an acceleration measuring unit implanted in potatoes, Transactions of the ASABE, Vol. 52(4), 2009, S.1267-1274.
- [Hy92] Hyde, G.M. et al.: Instrumented sphere evaluation of potato packing line impacts, Transactions of the ASABE, Vol. 35(1), 1992, S. 65-69.
- [Hy97] Hyde, G.M.: Bruising impact, why apple bruise and what you can do to minimize bruising, Tree Fruit Postharvest Journal, 8(4), 1997, S. 9-12.
- [Mo00] Molema, G.J. et al.: Subcutaneous tissue discoloration in ware potatoes. 2. Impact measured by an instrumented sphere. Potato Research 43, 2000, S. 225- 238.
- [Yu11] Yu, P. et al.: Development of the Berry Impact Recording Device sensing system: Hardware design and calibration, Computers and Electronics in Agriculture 79, 2011, S. 103-111.
- [Ze03] Van Zeebroeck, M. et al.: Determination of the dynamical behaviour of biological materials during impact using a pendulum device, Journal of Sound and Vibration 266, 2003, S. 465-480.

# Lebensmittel im Electronic Commerce: Historische Entwicklung und aktuelle Trends

Ludwig Theuvsen, Rebekka Schütte

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen  
Theuvsen@uni-goettingen.de

**Abstract:** Das Internet hat als Vertriebskanal einen enormen Aufschwung erlebt. Auch im Lebensmittelbereich werden erhebliche Anstrengungen unternommen, einen erfolgreichen Online-Handel zu etablieren. Dieser Beitrag zeigt die verschiedenen Formen des Online-Lebensmittelhandels auf und zeichnet seine Entwicklung nach. Darüber hinaus werden auf der Grundlage einer Verbraucherbefragung aktuelle empirische Ergebnisse zum Online-Kauf von Lebensmitteln präsentiert.

## 1 Einleitung

Die Zukunft des Einkaufens wird zunehmend im Internet vermutet [Ko12] und Online-Shopping gilt bereits als Menschenrecht [oV12a]. Diese Entwicklung berührt auch den Lebensmittelsektor. 2010 lagen in Deutschland Lebensmittel, Delikatessen und Wein immerhin auf Platz 14 der umsatzstärksten Warengruppen im Online-Handel und damit noch vor Medikamenten, Schmuck und Uhren, Tier- sowie Bürobedarf. Insgesamt wurden 2010 im Inland Lebensmittel im Wert von 310 Mio. € online eingekauft [Wö11]. Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des vorliegenden Beitrags, die verschiedenen Formen des Online-Handels mit Lebensmitteln sowie seine Entwicklung im Zeitablauf nachzuzeichnen. Ferner soll gestützt auf eine empirische Erhebung der Frage nachgegangen werden, inwieweit Verbraucherinnen und Verbraucher bereits Online-Lebensmitteleinkäufe getätigt haben, welche Produktgruppen dabei im Vordergrund stehen und welche Argumente aus ihrer Sicht für oder gegen Bestellungen von Lebensmitteln im Internet sprechen.

## 2 Formen und Entwicklung des Online-Handels mit Lebensmitteln

Der elektronische Vertrieb von Lebensmitteln kann durch traditionelle Unternehmen durch Eröffnung eines zusätzlichen Vertriebskanals oder durch reine Internet-Unternehmen erfolgen. Werden im Einzelhandel traditioneller Vertrieb und Online-Handel miteinander verknüpft, spricht man von Multi-Channel-Retailing [Pa03]. Im Wesentlichen vollzieht sich der Online-Handel mit Lebensmitteln auf vier Wegen:

- *Lieferservice:* Die Kunden bestellen online bei traditionellen Einzelhändlern oder Lebensmittelverarbeitern, die die Waren dann kommissionieren und mit eigenen Fahrzeugen oder mit Hilfe von Logistikdienstleistern, vorrangig Paketdiensten, an die Endverbraucher ausliefern. Zunehmend bieten auch Unternehmen der Außer-Haus-Verpflegung die Möglichkeit an, Getränke und Speisen online zu bestellen und sich dann nach Hause liefern zu lassen.
- *Drive-in:* Der Kunde bestellt die Waren online bei einem Lebensmittel-einzelhändler, der die Waren kommissioniert. Die Waren werden dann vom Kunden zu einem vorab vereinbarten Termin abgeholt.
- *Online-Supermarkt:* Ein Internet-Unternehmen bietet den Nachfragern ein breites Lebensmittelsortiment an, aus dem die Kunden die von ihnen gewünschten Produkte auswählen und nach Hause oder zu einem anderen Ort liefern lassen.
- *Online-Fachgeschäft:* Ein spezialisierter Online-Anbieter konzentriert sich auf ein bestimmtes Marktsegment, in dem er über das Internet eine vergleichsweise große Kundengruppe anspricht und meist über ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber weniger fokussierten Online-Angeboten sowie dem traditionellen Einzelhandel verfügt. Entsprechende Angebote finden sich vor allem bei hochwertigen Lebensmitteln (z.B. Spirituosen, Wein [Ju11]) sowie bei individualisierbaren Produkten (etwa Müsli).

Der Online-Handel mit Lebensmitteln hat sich in drei Phasen entwickelt. In einer ersten Phase von 1998 bis 2001 kam es zur Gründung einer Reihe von Online-Supermärkten. Obwohl dem Internet-Handel mit Lebensmitteln z.T. gute Chancen eingeräumt wurden [dF00] und Branchenkenner auf attraktive Zielgruppen wie etwa Berufstätige mit knappem Zeitbudget verwiesen [Do00], verschwanden diese Angebote mangels Erfolgs recht schnell wieder. Neben Internet-Start-ups stiegen seinerzeit auch traditionelle Lebensmitteleinzel- sowie Versandhändler in den Online-Vertrieb von Lebensmitteln ein. Diese Angebote erwiesen sich jedoch ebenfalls als wenig umsatzträchtig und profitabel und wurden dementsprechend relativ schnell wieder eingestellt. Als einer der letzten beendete die Hamburger Otto-Gruppe 2003 ihr diesbezügliches Experiment. Als Gründe für das Scheitern wurden vornehmlich die hohen Lager-, Kommissionierungs- und Logistikkosten, die aufwändige Auslieferung frischer Ware, Probleme mit Kühlketten sowie die fehlende Möglichkeit zur technischen Übermittlung wichtiger Qualitätseigenschaften genannt. In einer zweiten Phase von 2001 bis 2006 galt der Lebensmittelbereich daher durchweg als schwieriges Terrain für den Internet-Handel [BS04; Wi02], auf dem nur wenige weitere Gehversuche, vornehmlich im Delikatessenbereich, unternommen wurden. Dies änderte sich ab 2007. Zunächst wurden erfolgreich Nischenangebote im Online-Markt etabliert, die sich durch ein breiteres Warenangebot und die Möglichkeit der Individualisierung von Produkten Differenzierungsvorteile gegenüber dem stationären Handel erarbeiteten. Ein bekanntes Beispiel ist MyMuesli, die allerdings inzwischen auch erste Ladenlokale betreiben und sich daher zu einem Multi-Channel-Retailer weiterentwickelt haben. Seit 2010 engagieren sich auch Unternehmen des stationären Handels erneut verstärkt im Online-Vertrieb von Lebensmitteln. Den Anstoß dazu gab Amazon. Das Unternehmen begann 2010, seine Strategie, verschiedene Anbieter zu vernet-

zen und diesen eine hoch frequentierte Plattform zur Verfügung zu stellen (sog. Marketplace-Strategie), auch auf den Lebensmittelbereich auszuweiten [Lo11]. Zudem ist generell die Bereitschaft der Konsumenten, Einkäufe im Internet zu tätigen, deutlich gewachsen [Wö11]. Schließlich etablieren Logistikunternehmen angesichts der seit der ersten E-Commerce-Welle stark gestiegenen Bedeutung des Online-Handels zunehmend die für die Auslieferung von Lebensmitteln notwendige Infrastruktur [oV12b]. Die grundsätzlich unverändert gebliebenen Herausforderungen der Lebensmittelwertschöpfungskette können dadurch möglicherweise besser als noch vor rund zehn Jahren bewältigt werden.

### 3 Empirische Ergebnisse

Um zu überprüfen, ob die positiven Erfahrungen, die international mit dem Online-Vertrieb von Lebensmitteln zunehmend gemacht werden [z.B. WL09], auch in Deutschland zu erwarten sind, wurden im Februar 2012 insgesamt 100 Konsumentinnen und Konsumenten im Nachkassenbereich eines Verbrauchermarktes in Göttingen zu ihrem Einkaufsverhalten bei Lebensmitteln im Internet befragt. Zum Einsatz kam ein zweiseitiger Fragebogen, mit dessen Hilfe soziodemographische Daten, das Einkaufsverhalten der Befragten im Internet, ihre Kenntnisse von Online-Lebensmittel-Shops sowie grundsätzliche Einstellungen zum Lebensmitteleinkauf abgefragt wurden. Einstellungen wurden mit Hilfe fünfstufiger Likert-Skalen von 1 = „trifft zu“ bis 5 = „trifft nicht zu“ verwendet. Von den Befragten waren 52 Personen weiblich und 40 männlich (Rest: keine Angabe). 21 Befragte befanden sich in der Ausbildung, 49 waren berufstätig, 4 waren zum Erhebungszeitpunkt Hausfrau oder Hausmann, 21 im Ruhestand, ein Befragter war arbeitssuchend (Rest: keine Angabe). 54 Befragte waren zwischen 18 und 49 Jahren alt, 45 Personen 50 Jahre oder älter (keine Angabe: ein Befragter).

Von den 100 Befragten hatten 83 noch nie Lebensmittel im Internet bestellt. Als Gründe wurden angegeben (Mehrfachnennungen möglich): fehlende Möglichkeit zur Überprüfung des Produkts (39 Befragte), zu umständlich (31), fehlende Kenntnis über Möglichkeit des Online-Kaufs von Lebensmitteln (10), kein Internet-Zugang (10), fehlendes Vertrauen in die Frische der Produkte (6), zu teuer (5) sowie fehlende Anonymität (2).

Sofern Befragte Lebensmittel bereits online gekauft hatten, nannten sie folgende Kategorien: Spezialitäten (7 Befragte), Fast Food per Bringdienst (4), Getränke (3), Süßwaren (2), Obst und Gemüse (1) sowie Frischmilchprodukte (1). Als Vorteile des Online-Einkaufs werden von diesen Probanden hervorgehoben: besserer Preisvergleich (6 Befragte), größere Produktauswahl (5), Unabhängigkeit von Öffnungszeiten (5), Zeitersparnis (3) sowie keine Warteschlange (1). Die Hypothese, dass Berufstätige häufiger als andere Bevölkerungsgruppen Lebensmittel online bestellen, konnte empirisch nicht bestätigt werden. Auch zwischen den Geschlechtern konnten hinsichtlich des Online-Einkaufsverhaltens bei Lebensmitteln keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Wenig überraschend war dagegen das Ergebnis, dass die unter 50 Jahre alten Befragten hoch signifikant häufiger Lebensmittel im Internet einkaufen als über 50jährige. Die Bekanntheit der verschiedenen Online-Lebensmittelhändler wurde gestützt abgefragt. Die bekanntesten Unternehmen sind mit weitem Abstand Amazon (41 Nen-

nungen) und eBay (35). Immerhin von 16 Befragten wurde MyMuesli und von 8 Personen Edeka24 genannt. Alle übrigen Anbieter im Netz (Gustini, Vinos, Saymo, Chocri, Gourmondo usw.) kannten jeweils maximal vier Befragte.

## 4 Schlussfolgerungen

Der starke Bedeutungsgewinn des Online-Handels hat tendenziell auch die Erfolgsaussichten für den internetbasierten Vertrieb von Lebensmitteln verbessert. Gründe dafür sind die generell gewachsene Bereitschaft der Konsumenten, Waren im Internet zu bestellen, sowie die zunehmende Professionalität der für den Lebensmittelvertrieb erforderlichen Logistikdienstleistungen. Die Befragungsergebnisse zeigen trotz ihrer zweifelsohne begrenzten Aussagekraft aber deutlich, dass der Online-Vertrieb von Lebensmitteln auch in Zukunft nur eine Randerscheinung bleiben wird. Dass der Online-Vertrieb bei Spezialitäten ein gangbarer Weg ist, ist bereits während der ersten Internet-Welle erkannt worden [Th02]. Ansonsten werden bei Lebensmitteln Online-Angebote bevorzugt, die klare Vorteile, etwa eine deutliche Zeitersparnis oder ein erheblich breiteres Warenangebot in Nischenmärkten, versprechen. Der Umsatzzuwachs im Online-Vertrieb von Lebensmitteln von nur 3,3 % im Jahr 2010 – eine der niedrigsten Zuwachsraten im gesamten Online-Handel – deutet ebenfalls darauf hin, dass Lebensmittel nicht zu den Treibern der weiteren Verlagerung von Einkäufen in das Internet gehören werden, sondern der Online-Handel weiterhin ein Betätigungsfeld für Spezialisten bleiben wird.

## Literaturverzeichnis

- [BS04] Brand, S., Schiefer, G. (2004): Entwicklung eines elektronischen Geschäftsmodells für Bioprodukte. In: Schiefer, G. et al. (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven. Bonn, S. 41-44.
- [Do00] Doeppner, F. (2000): Dabei sein ist alles. LebensmittelZeitung Spezial, H. 1, S. 66.
- [dF00] de Figueiredo, J.M. (2000): Finding Sustainable Profitability in Electronic Commerce. Sloan Management Review, 41(4), S. 41-52.
- [Ju11] Jung, C. (2011): Strukturen und Erfolgsfaktoren des Weinfachhandels in Deutschland. Geisenheim.
- [Ko12] Koenen, J. (2012): Der digitale Kaufrausch. Handelsblatt v. 11.08.12, S. 50-52.
- [Lo11] Loderhose, B. (2011): Zweite Chance für Food im Web. LebensmittelZeitung, H. 50, S. 33.
- [oV12a] o.V. (2012a): Online-Shopping als Menschenrecht. Handelsblatt v. 11.08.12, S. 52.
- [oV12b] o.V. (2012b): DHL bringt E-Food ins Rollen. LebensmittelZeitung v. 27.09.2012. [www.lebensmittelzeitung.net](http://www.lebensmittelzeitung.net) (Abruf: 04.10.2012).
- [Pa03] Passenheim, O. (2003): Multi-Channel-Retailing. München.
- [Th02] Theuvsen, L. (2002): Lebensmittelvertrieb über das Internet. Chancen und Strategien kleiner und mittelständischer Hersteller. Zeitschrift für Agrarinformatik, 10, S. 41-50.
- [Wi02] Wilke, K. (2002): Schwieriges Umfeld. Handelsjournal, Nr. 2, S. 34-35.
- [WL09] Wölflé, R., Leimstoll, U. (2009): E-Commerce-Report 2009. Eine Studie zur Entwicklung des E-Commerce. Basel.
- [Wö11] Wöhrle, T. (2011): Multichannel heißt das Zauberwort. Logistik Heute, Nr. 9, S. 24-27.

# WSO2 Stratos: Ein Open-Source Baukasten zum Bau domänenspezifischer Platform-as-a-Service (PaaS) Lösungen

Jochen Traunecker, Tobias Unger

GRIDSOLUT GmbH & Co. KG

Ossietzkystrasse 8

70174 Stuttgart

jochen.traunecker@gridsolut.de

tobias.unger@gridsolut.de

**Abstract:** Die Agrardomäne wird zunehmend mit Integrationsaufgaben existierender informationsverarbeitender Systeme konfrontiert und höherwertige Dienste sollen durch die Orchestrierung bereits existierender Systeme über vielfältige Kanäle angeboten werden. Der Einsatz von Middleware Systemen hilft, diese Aufgaben effizient zu realisieren. Mit der Open-Source Middleware von WSO2 steht ein breites Spektrum an Serverkomponenten zur Verfügung, um eine maßgeschneiderte Middlewareplattform individuell zusammenstellen zu können. In diesem Beitrag wird der prinzipielle Aufbau und das Leistungsspektrum sowie der praktische Einsatz der WSO2 Middleware in der Versuchsdatenerhebung vorgestellt.

## 1 Einleitung

Die zwischenzeitlich allgegenwärtigen Smartphones und die Vielzahl an ausführbaren Smartphoneanwendungen (Apps) wecken bei vielen Benutzern den Wunsch, Informationen auch aus ihrem privaten und beruflichen Kontext stets verfügbar zu haben [MA00]. Anwendungsfälle mit einer sehr großen Anwenderzahl (zum Beispiel ein Fahrplanauskunftssystem für den Schienenverkehr) rechtfertigen häufig den Aufwand zur Implementierung von aufwändigen Apps und einer dafür maßgeschneiderten Infrastruktur in den Rechenzentren der Anbieter. Für alle anderen Szenarien sollte eine Middleware zur Verfügung stehen, mit der möglichst viele verfügbare Ressourcen in die Realisierung fachlicher Aufgaben und möglichst wenig Aufwand in die technische Umsetzung von Basisdiensten fließen. Eine solche Middleware stellt die WSO2 Plattform [WS00] zur Verfügung. Da alle Softwarekomponenten dieser Middleware unter der Apache Lizenz Version 2.0 stehen, können sie sowohl lizenzkostenfrei eingesetzt als auch im Quellcode eingesehen werden [AP00]. Die WSO2 Middleware [PF00] unterstützt das Architekturprinzip der Dienstorientierung (SOA) und nutzt - wann immer möglich - offene Protokolle und Standards [PF00]. Sie ist hilfreich, um Informationsinseln zusammenzuführen und daraus höherwertigere Dienste bereitzustellen. Darüber hinaus ist die Middleware selbst komponentenorientiert aufgebaut und kann entsprechend flexibel an die konkreten Pro-



jektanforderungen angepasst werden.

## 2 WSO2 Carbon und Stratos

Die WSO2 Middleware basiert auf dem *WSO2 Carbon Server Building Framework*. Carbon versteht sich als komponentenorientiertes Rahmenwerk für SOA und nutzt selbst als Laufzeitumgebung einen OSGI Container [OS00]. Die gesamte WSO2 Middleware wurde konsequent in OSGI-konforme Komponenten strukturiert. So gibt es Komponenten, die den Zugriff auf Dateisysteme ermöglichen oder mit deren Hilfe die Kommunikation per HTTP möglich wird [UT00]. Auch Dienstgüteeigenschaften wie Throttling, Caching, Sicherheit oder Transaktionsunterstützung werden durch Komponenten realisiert. Durch die Zusammenstellung bestimmter Komponenten aus dem WSO2 Carbon Komponentenkatalog entstehen WSO2 Produkte bzw. WSO2 Server.

Eine Auswahl aus dem gesamten Spektrum der WSO2 Produkte wird in Abbildung 1 vorgestellt [AA00]. Diese reicht von Basisservern wie ein Enterprise Service Bus (ESB) und eine Governance Registry über Dataservices Server zum transparenten Einbinden diverser Datenquellen bis hin zu Complex Event Processing Servern [SS00].

Die gesamte WSO2 Middleware Plattform kann sowohl auf dedizierter Hardware als auch in Cloudumgebungen betrieben werden [AA01]. Sie ist durchgängig mandantenfähig und unterstützt dadurch vielfältige Betreibermodelle.

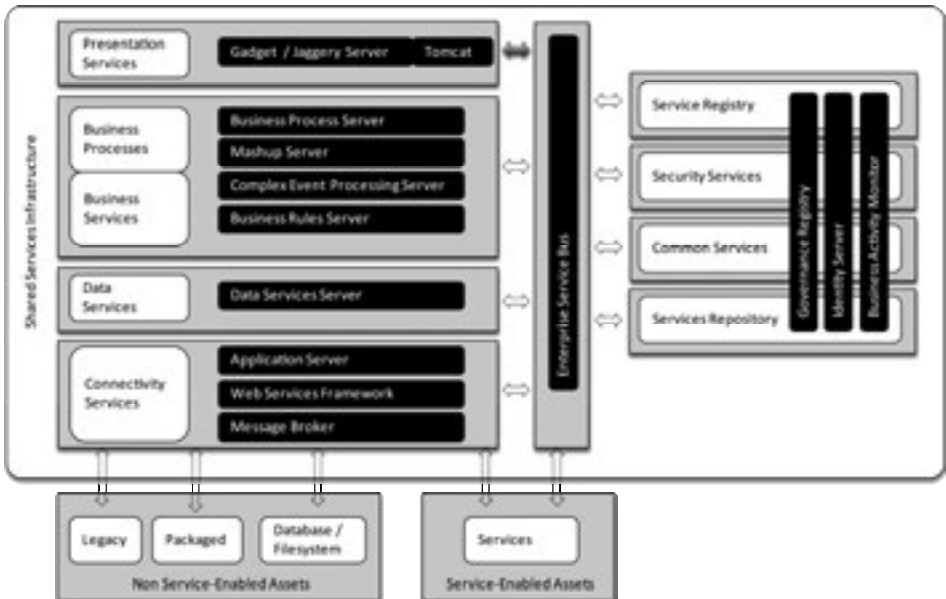


Abbildung 1: WSO2 Stratos Middlewarebaukasten

### 3 Fallbeispiel

Im Kontext der Agrarforschung wird die WSO2 Middleware zur Erhebung, Transformation, Speicherung und Bereitstellung von Daten aus der Tierhaltung eingesetzt (siehe Abbildung 2). Dabei werden RFID-Leseereignisse, Zählerstände von Wasserzählern aber auch über ISOagriNET publizierte Klimadaten aus dem Versuchsfeld über eine potenziell unzuverlässige Internetverbindung in ein Rechenzentrum übermittelt, gespeichert und in Form von Berichten und Auswertungen bereitgestellt [WRI0,WRI1]. Da die WSO2 Middleware das agrardomänenspezifische Protokoll ISOagriNET von Haus aus nicht unterstützt, wurde dafür eine spezifische Komponente entwickelt und in den WSO2 ESB integriert. Im Rechenzentrum wurde durch Zusammenfügen diverser WSO2 Carbon Komponenten ein integrierter Server projektspezifisch aufgebaut, der die diversen Nachrichten aus dem Versuchsfeld entgegennimmt, in einem relationalen Datenbankmanagementsystem speichert und Auswertungen bereitstellt.

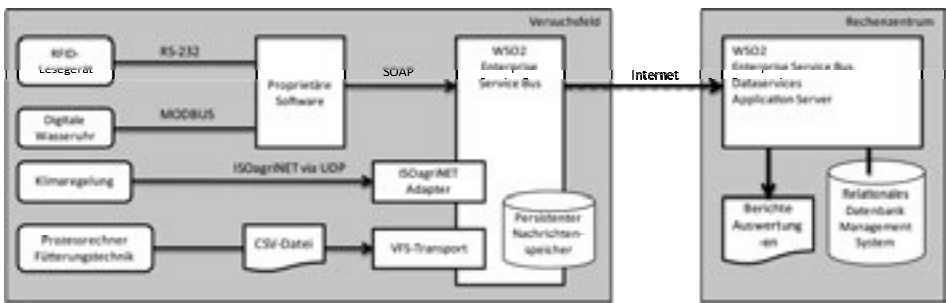


Abbildung 2: Fallbeispiel Erhebung wissenschaftlicher Daten

### 4 Ausblick

Durch den Einsatz einer flexiblen Middleware wie die der WSO2 Plattform können sich die Softwareentwickler auf fachliche Aspekte bei der Realisierung eines Gesamtsystems fokussieren. Sollte die WSO2 Middleware ein spezifisches Kommunikations- oder Serialisierungsformat noch nicht unterstützen, so kann dies durch die Entwicklung und Einbindung entsprechender Komponenten leicht nachgeholt werden.

Darüber hinaus können höherwertige domänenspezifische Dienste selbst wiederum als generische Dienste für die Agrardomäne entwickelt und angeboten werden. Eine Acker Schlagkartei könnte dabei zur Dokumentation der Bewirtschaftung einen revisionssicheren Speicherdienst in Anspruch nehmen, der auf die spezifischen Anforderungen der Agrarbranche hin ausgelegt wäre.

## Danksagung

Die Förderung der genannten Forschungsvorhaben erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

## Literaturverzeichnis

- [AA00] Azeez, A.; Perera, S.; Weerawarana, S.; Fremantle, P.; Uthaiyashankar, S.; Abesinghe, S.: WSO2 Stratos: An Application Stack to Support Cloud Computing. *it - Information Technology*: Vol. 53, No. 4, 2011, S. 180-187.
- [AA01] Azeez, A.; Perera, S.; Gamage, D.; Linton, R.; Siriwardana, P.; Leelaratne, D.; Weerawarana, S.; Fremantle, P.: Multi-Tenant SOA Middleware for Cloud Computing, 3rd International Conference on Cloud Computing, Florida, 2010.
- [AP00] <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>, abgerufen am 20.09.2012.
- [MA00] Mattern, F.; Flörkemeier, C.: Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. *Informatik Spektrum* Vol. 33 No. 2, 2010; S. 107-121.
- [OS00] <http://www.osgi.org/Technology/WhatIsOSGi>, abgerufen am 20.09.2012.
- [PF00] Fremantle, P.; Perera, P.; Azeez, A.; Jayasoma, S.; Rubasinghe, S.; Linton, R.; Weerawarana, S.; Abesinghe, S.: Carbon: towards a server building framework for SOA platform. *Proceedings of the 5th International Workshop on Middleware for Service Oriented Computing (MW4SOC '10)*, 2010, ACM, New York, NY, USA, S. 7-12.
- [SS00] Suhothayan, S.; Gajasinghe, K.; Narangoda, I.; Chaturanga, S.; Perera, S.; Nanayakkara, V.: Siddhi: A Second Look at Complex Event Processing Architectures, *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*, Seattle, 2011.
- [UT00] Unger, T.; Traunecker, J.: Integration à la Apache. *Java aktuell, DOAG Dienstleistungen*, Vol 04, 2012, S.23-29.
- [WRI0] <http://www.infragrar.de>, abgerufen am 20.09.2012.
- [WRI1] <http://www.monige.de>, abgerufen am 20.09.2012.
- [WS00] <http://wso2.com>, abgerufen am 20.09.2012.

# Eine Datendrehscheibe für Raster-Massendaten

Markus von Brevern

toposoft GmbH  
Kandelfeldstraße 82  
52074 Aachen  
mvp@toposoft.de

**Abstract:** Vorgestellt wird eine vollautomatische Datendrehscheibe für Raster-Massendaten, die im praktischen Einsatz ist. Diese importiert automatisch Wetterprognosen (Lufttemperatur und Niederschlag über FTP ). Anfragen erfolgen zeitreihenorientiert für Einzelpunkte oder Flächenmittel oder -summen. Die Ergebnisse können in Modelle einfließen, z.B. zur Hochwasserprognose für Teileinzugsgebiete, oder sind Grafiken (PNG) zum Einbinden in eine Webseite.

## 1 Übersicht

Rasterdaten sind Massendaten. Sie umfassen oft mehrere 10.000 Punkte und entstehen ca. 9.000 Mal im Jahr mit teilweise über 100 Größen (bei Ensembledaten). Im Beispiel wird ein Raster mit 51.000 Punkten betrachtet, das jede Stunde erzeugt wird. Die zu importierenden Daten enthalten jeweils Prognosen zu den kommenden 48 Stunden. Die Größe der Datenbank beträgt ca. 2GB pro Messgröße und Jahr. Gespeichert werden Lufttemperatur und Niederschlag.

Gezeigt wird der automatische Datenfluss und die Datenspeicherung, die gleichzeitig das Langzeitarchiv darstellt. Datenlieferanten sind ein FTP-Server der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Österreich und ein Netz von Niederschlagsmessstellen. Datennutzer sind ein Hochwassermodell, das jede Stunde eine Prognose erstellt, und ein Dienst im Web, der Zeitreihen-Grafiken bereitstellt.

An der Drehscheibe beteiligt sind die Datenbanken für Raster-Zeitreihen (toporast-DB) und die für Zeitreihen (ZR-DB). Die Datenbanken werden jeweils durch einen Importdienst mit Daten beliefert (Raster-Import bzw. Callisto). Auf die Datenbanken greift ein Zeitreihen-Server zu (tstpd). Dieser zieht Zeitreihen aus toporast und aus der ZR-DB. Er schreibt auch Zeitreihen in die ZR-DB zurück. Über eine weitere Schnittstelle stellt tstpd Grafiken im PNG-Format bereit. In Abb. 1 ist dies veranschaulicht.

Das Beispiel Hochwasserprognose ist aus der Wasserwirtschaft, lässt sich aber auch auf die Agrarwirtschaft übertragen. Ob die Shapes Einzugsgebiete oder Feldblöcke oder Windparkumrisse enthalten, spielt für die Datendrehscheibe keine Rolle.

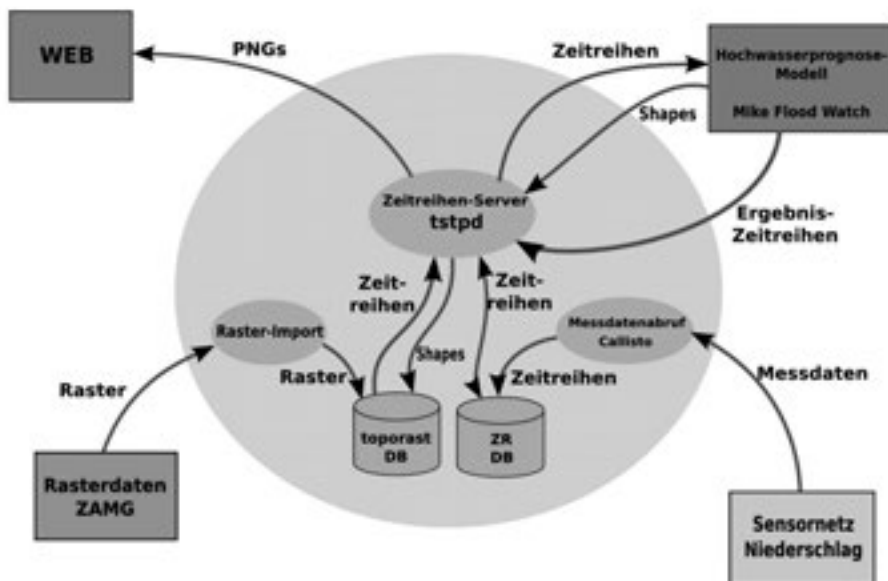


Abb. 1: Datendrehscheibe für Raster und Zeitreihen

## 2 Import

Klimatologische Rasterdaten sind überwiegend Produkte von nationalen oder multinationalen Wetterdiensten, wie dem DWD, der ZAMG oder dem ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). Diese entwickeln und betreiben numerische Modelle und benutzen verschiedene Datenquellen (z.B. Radardaten und Sensornetze), um Prognosen über das Klima zu erstellen. Die Rasterdaten werden auf FTP-Servern zur automatischen Auswertung bereitgestellt und laufend aktualisiert.

Oft werden weit verbreitete binäre Formate wie NetCDF, Grib1 oder Grib2 verwendet. Manchmal wird ein ASCII-Format benutzt, das in komprimierter Form (z.B. gzip) vorliegt. Letzteres setzt die ZAMG ein.

Raster-Import holt nun die Rasterdateien vom FTP-Server ab, packt die Raster aus und integriert sie in der toporast-DB. Dies geschieht per automatischem Job einmal pro Stunde. Die Datenbanken wachsen pro Stunde etwa um 200k, jährlich also um weniger als 2GB.

### 3 Datenstruktur

toporast speichert keine Raster, sondern zu jeder Kachel ein Zeitreihenstück. Die Zeitreihenstücke aller Kacheln bilden ein Cluster. Die Cluster in ihrem zeitlichen Verlauf bilden die Grundstruktur der toporast-DB.

Eine toporast-DB kann mehrere Parameter (Messgrößen) nebeneinander vorhalten. In den zu importierenden Rasterdateien befinden sich fallweise dutzende Parameter, von denen aber nur einer oder wenige importiert werden sollen. Der Satz an Parametern ist daher konfigurierbar. Der gewünschte Ausschnitt aus dem Gesamtraster ist ebenfalls konfigurierbar. Der Benutzer kann also an zentraler Stelle dafür sorgen, dass die Datenmenge erträglich bleibt.

Modelle liefern gegebenenfalls nicht nur einen Wert pro Parameter, sondern zu verschiedenen Modellrandannahmen jeweils einen. Diese Werte heißen Ensembles. Sie werden parallel vorgehalten und können einzeln oder gemeinsam abgerufen werden.

Neue Daten überschreiben Daten des selben Zeitpunkts. Die Prognosen enthalten Daten für die jeweils zukünftigen 48 Stunden (im Beispiel) und werden in der zeitlich richtigen Reihenfolge importiert. Daher überschreiben die ersten 47 Werte die schon bestehenden und hängen lediglich den Wert für die letzte Stunde hinten an. Von einer Prognose bleibt also immer der erste Wert übrig. Da die ersten Werte (der sog. „now cast“) besonders zuverlässig sind, entsteht das Langzeitarchiv also automatisch in sehr guter Qualität.

### 4 Datenanfragen

Anfragen an die toporast-DB erfolgen durch den Zeitreihen-Server tstpd. Dieser erhält die Aufträge wiederum vom Modell oder von Skripts, die Webseiten aufbauen. Das Modell schickt die Umrisse der gewünschten Flächen als Shape-Datei an den Zeitreihen-Server. Dieser leitet sie weiter an die toporast-DB. Die Umrisse (Polygone) werden mit den Rasterkacheln verschnitten. So wird das Gewicht jeder Kachel bestimmt, mit dem sie ins Ergebnis eingeht (siehe Abb. 2). Die Zeitreihenstücke der Cluster werden passend ausgeschnitten und die gewichteten Werte dann wahlweise gemittelt oder summiert. Die so gewonnenen Zeitreihen werden über den Zeitreihen-Server als XML-Daten an das HW-Modell geschickt.

Das HW-Modell erstellt mit den Zeitreihen aus der toporast-DB und weiteren Zeitreihen, die aus dem Sensornetz abgerufen wurden, eine Hochwasserprognose. Deren Ergebnis besteht wiederum aus Zeitreihen (Abflüsse in  $\text{m}^3/\text{s}$  und Wasserstände). Diese werden über den Zeitreihenserver zurück in die ZR-DB gespielt. Auch diese Zeitreihen stehen dann bereit, um von Skripts zur Webseiten-Produktion aufgenommen zu werden.



Abb. 2: Gewichtermittlung beim Verschneiden der Kacheln mit den Flächenumrissen

## 5 Dynamische Aspekte

Im Beispiel liegen Klimaprognosen in einem Raster mit Kacheln zu 1 km<sup>2</sup> für die nächsten 48 Stunden vor. Das numerische Modell reicht in dieser räumlichen Auflösung nicht weiter in die Zukunft. Ein anderes Modell mit einer Kachelgröße von 92 km<sup>2</sup> erlaubt jedoch Prognosen, die die zukünftigen 168 Stunden umfassen. Diese Daten werden ebenfalls importiert und in separaten toporast-DB abgelegt. Das Hochwasserprognose-Modell stelle nur eine Anfrage über 168 Stunden und übermittelt eine Shape-Datei. Der Zeitreihen-Server fragt die ersten 48 Stunden bei der 1km<sup>2</sup>-toporast-DB an und die restlichen 120 Stunden bei der 92 km<sup>2</sup>-toporast-DB. Als Ergebnis übermittelt er durchgehende Zeitreihen.

Die Verschneidung der Flächenpolygone mit den Rasterkacheln erfolgt dynamisch. Beim Aufbau der toporast-DB muss also nicht darauf geachtet werden, zu welchen Flächen Anfragen erfolgen. Denkbar wäre also auch, die toporast-DB mit einer Web-Schnittstelle zu versehen, an die die Benutzer die Shapes frei übergeben könnten (Shape hochladen, Zeitreihen als Grafik oder im CSV-Format erhalten).

Die Umrechnung der Koordinatensysteme (UTM, WGS84 usw.) erfolgt automatisch.

# Anmerkungen zur Modellkalibrierung durch inverse Modellierung

Martin Wegehenkel

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V.  
Institut für Landschaftssystemanalyse  
Eberswalder Straße 84  
15374 Müncheberg  
Email: mwegehenkel@zalf.de

**Abstract:** Eine Parameteroptimierung ist bei der Anwendung deterministischer Bodenwasserflussmodelle für eine optimale Simulationsgüte oftmals nicht zu vermeiden. In einer Lysimeterstudie wurden jedoch Grenzen der Parameteroptimierung aufgezeigt. Sind die Fliessbedingungen im Lysimeterboden offensichtlich nicht mehr im Gültigkeitsbereich der den Modellen zugrundeliegenden Flussgleichung, verbessert eine Parameteroptimierung nicht die Simulationsgüte des Modells.

## 1 Einleitung

Im Agrarbereich hat sich die Anwendung von Simulationsmodellen zur Berechnung von Pflanzenerträgen, Bodenwasserverfügbarkeit oder Stickstoffausträgen etabliert. Die Ergebnisse dieser Modellrechnungen werden genutzt, um z.B. die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsstrategien auf Agrarökosysteme abzuschätzen. Dazu existiert eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Computermodelle wie z.B. das komplexe Forschungsmodell Coupmodel [JK04] oder einfachere Modellen wie z.B. das Modell Hermes [Ke07]. Bei Workshops zur Präzision von Agrarökosystemmodellen zeigte sich, dass sich häufig komplexe und einfache Modelle zum Beispiel bei der Berechnung der volumetrischen Bodenfeuchten nur unwesentlich unterscheiden. Anwender einfacher Modelle postulieren häufig, dass komplexe Modelle mit höherem Aufwand kalibriert werden müssen um eine optimale Modellpräzision zu erreichen und das daher einfachere Modelle zu bevorzugen seien. Ein häufiges Argument ist auch, dass man über Kalibrierung und inverse Modellierung ein komplexes Modell optimal an gemessene Werte anpassen kann. Diese Argumentation wird auch durch die Entwicklung von Programmen zur Parameteroptimierung wie z.B. Windows-Beopest [Do10] gestützt. Im folgenden Beitrag wird jedoch am Beispiel einer Anwendung des Bodenwasserhaushaltsmodells Hydrus-1D [Si08] mit Daten aus wägbaren Lysimetern gezeigt, dass auch eine Parameteroptimierung über inverse Modellierung an ihre Grenzen stoßen kann.



## 2. Material und Methoden

### 2.1 Lysimeterdaten

Die Lysimeterstation Berlin-Dahlem mit 12 wägbaren Lysimetern und einer agrarmeteorologischen Station wurde von 1990-2004 vom früheren Institut für Landschafts- und Umweltplanung Fachgebiet Wasserhaushalt und Kulturtechnik der TU Berlin betrieben [Ze03], [Di07]. Die Lysimeter mit einer Oberfläche von 1 m<sup>2</sup> und eine Tiefe von 1.5 m waren mit ungestörten Bodenmonolithen bestückt. In den Lysimetern 1-4 waren Monolithe aus Sandböden und in den Lysimetern 9-12 Monolithe aus schluffig-tonigen Böden installiert. In den Lysimetern 3-4 und 9-10 wurde eine konstante Grundwassertiefe von 135 cm und in den anderen Lysimetern von 210 cm eingestellt. Die Wägegenauigkeit für die Lysimeter entsprach  $\approx 0.1$  mm Wasseräquivalent, Perkolation und kapillarer Aufstieg wurden mit vergleichbarer Genauigkeit gemessen. Die Lysimeterdaten bestanden aus Tageswerten der aktuellen Verdunstung, Bodenwasserspeicherung, Ausfluss und kapillarer Aufstieg für den Zeitraum vom 1.1.1996 bis zum 31.12.1998 (Zenker, 2003). Weitere Informationen über diese Lysimeterstation finden sich in [Ze03] und [Di07].

### 2.2 Simulationsmodell Hydrus-1D

Das frei verfügbare Modell Hydrus-1D erlaubt die Berechnung der Wasser-, Wärme- und Stoffbewegung in ungesättigten und gesättigten Böden [Si08]). Hydrus-1D löst die Richards-Gleichung der Wasserbewegung im gesättigten und ungesättigten porösen Medium. Hydrus-1D ermöglicht zudem eine Parameteroptimierung anhand inverser Schätzung auf der Basis von Messwerten. Mehr zu dem Modell kann z.B. [Si08] entnommen werden.

### 2.3 Modellanwendung Hydrus-1D

Die Modellrechnungen für Tageswerte von aktueller Verdunstung, Bodenwasserspeicherung, Ausfluss und kapillarer Aufstieg vom 1.1.1996 bis zum 31.12. 1998 wurden für jede Kombination Bodentyp / Untere Randbedingung Grundwasser durchgeführt. Die Bodenprofile der Lysimeter wurden für die Modellrechnungen in 150 Schichten a 1cm diskretisiert. Die obere Randbedingung für die Anwendung von Hydrus-1D wurde über Tageswerte Niederschlag, Transpiration und Evaporation aus einer früheren Studie über die Lysimeterstation [WG12a] definiert. Als untere Randbedingung wurde für die Lysimeter 3-4 und 9-10 eine konstante Saugspannung von +15 cm und für die Lysimeter 1-2 and 11-12 eine Saugspannung von = - 60 cm angenommen. Die Parametrisierung der bodenhydraulischen Funktionen erfolgte nach den [vG80] und den [Mua76]-Gleichungen. Erste Parameterwerte für die Lysimeterböden wurden aus [We08] entnommen. Diese Werte für die [vG80] und den [Mua76]-Gleichungen wurden anhand der gemessenen Lysimeterausflüsse über inverse Modellierung optimiert.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Im Sommer 1996 wurden die höchsten Niederschläge des Simulationszeitraums 1996-1998 mit 56 mm d-1 am 3.5.1996 und mit 41 mm d-1 am 14.8.1996 gemessen. An den Lysimetern 1-2 ist nach dem 3.5.1996 ein Ansteigen der gemessenen Perkolation bis 3.8 mm d-1 am 11.5.1996 zu erkennen (Abb. 1). Die Lysimeter 3-4 zeigen den höchsten Ausfluss von 18.5 mm d-1 schon am 4.5.1996 (Abb. 1).

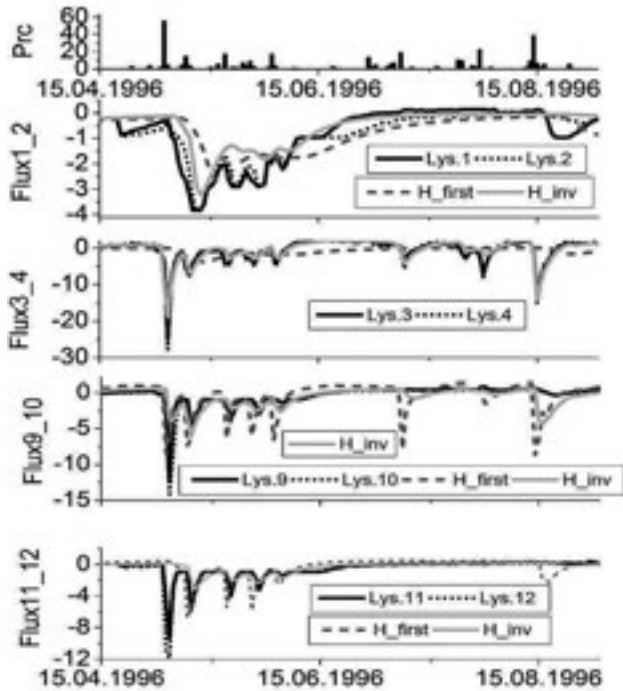


Abbildung 1: Tageswerte Niederschlag (Prc), gemessene Perkolation (Lys.1-4, Lys.9-12) aus den Lysimetern 1-2, 3-4, 9-10, 11-12 (Flux1\_2, Flux3\_4, Flux9\_10, Flux11\_12) in mm d<sup>-1</sup>, Simulation mit nichtoptimierten (H\_first) und mit optimierten Parametern (H\_inv) (aus [WG12b])

Die gesättigten Verhältnisse am unteren Rand in den Lysimetern 3-4 durch den konstanten Grundwasserstand in einer Tiefe von 135 cm führen zu höheren hydraulischen Leitfähigkeiten und höheren Perkulationsraten als in den Lysimetern 1-2 mit den ungesättigten Bedingungen durch den Grundwasserstand in 210 cm Tiefe. Die Modellrechnungen mit den nichtoptimierten Parametern zeigen für die Lysimeter 3-4 Abweichungen zwischen gemessenen und simulierten Perkulationsraten (Abb. 1). Im Gegensatz dazu weisen die Ergebnisse der Simulation mit den optimierten Parametern eine bessere Übereinstimmung zwischen gemessenen und simulierten Perkulationsraten auf. Im Gegensatz dazu zeigen für die Lysimeter 9-12 gemessene und simulierte Perkulationsraten aus den Modellrechnungen mit den nichtoptimierten und optimierten Parametern Abweichungen (Abb. 1). Die nach dem Niederschlagsereignis vom 3.5.1996

gemessenen Perkolationsraten bis zu 15 mm d-1 wurden auch mit optimierten Parametern nicht adäquat simuliert (Abb. 1). Zudem wurden für die Lysimeter 9-10 im August 1996 nach dem zweiten Niederschlagsereignis vom 14.8.1996 die Perkolationsraten im Vergleich zu den gemessenen Ausflüssen durch beide Modellvarianten deutlich überschätzt. Dies ist ein Hinweis auf präferentielle Fließbedingungen im Mai 1996 außerhalb des Gültigkeitsbereiches der Richardsgleichung und auf unstationären Fluss im homogenen porösen Medium im Gültigkeitsbereich der Richardsgleichung im August 1996 in den Lysimetern.

## 4 Fazit und Ausblick

Sind die bodenphysikalischen Rahmenbedingungen für die Anwendung der Richardsgleichung nicht mehr gültig, führen auch Parameteroptimierungsverfahren zu keiner Verbesserung in der Simulationsgüte.

## Literaturverzeichnis:

- [Di07] Diestel, H., Zenker, T., Schwartengraeber R., Schmidt M.: The lysimeter station at Berlin-Dahlem. in Kersebaum, K.C., Hecker, J.M., Mirschel, W., Wegehenkel, M., Eds., 2007. Modelling water and nutrient dynamics in soil crop systems. Springer, 259-267.
- [Do10] Doherty, J.: Windows BEOPEST-Manual, 2010, Watermark Numerical Computing.
- [JK04] Jansson, P.E., Karlberg, L.: Coupled heat and mass transfer model for soil-plant-atmosphere systems. : <ftp://www.lwr.kth.se/CoupModel/CoupModel.pdf>. Royal Institute of Technology, Dept of Civil and Environmental Engineering, Stockholm, 2004.
- [Ke04] Kersebaum, K.C.: Modelling nitrogen dynamics in soil-crop systems with HERMES. Nutrient Cycling in Agroecosystems 77 (1), 2007, S.39-52.
- [Mu76] Mualem, Y.: A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resources Research 12(3), 1976, S.513-522.
- [Si08] Simunek, J., Sejna, M., Saito, H., Sakai, M., van Genuchten, M.: The Hydrus-1D-Software Package for simulating the one-dimensional movement of water, heat and multiple solutes in variably saturated media Version 4.0. Department of environmental sciences, University of California Riverside, 2008.
- [vG08] van Genuchten, M.: A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal 44, 1980, S.892-898.
- [We08] Wegehenkel, M., Zhang, Y., Zenker, Th., Diestel, H.: The use of lysimeter data for the test of two soil water balance models. A case study. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 171, 2008, S.762-776.
- [WG12a] Wegehenkel, M., Gerke H.H.: Estimation of real evapotranspiration using weighing lysimeters limited by oasis effects, 2012a, submitted to Journal of Hydrology and Hydromechanics.
- [WG12b] Wegehenkel, M., Gerke H.H.: Simulation of water movement in weighing lysimeters: Effects of water table and soil texture on simulated drainage and optimized hydraulic parameters, 2012b, in preparation.
- [Ze03] Zenker, T.: Verdunstungswiderstände und Gras-Referenzverdunstung. Lysimeteruntersuchungen zum Penman-Monteith-Ansatz im Berliner Raum. Ph.D. Dissertation. Technical University of Berlin, 2003, [http://edocs.tu-berlin.de/diss/2003/zenker\\_thomas.pdf](http://edocs.tu-berlin.de/diss/2003/zenker_thomas.pdf).

# **Ex-ante Bewertung landwirtschaftlicher Nutzungsänderungen unter Anwendung einer Entscheidungsunterstützungsmethode**

Andrea Werner, Andreas Werner

Universität Rostock  
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät  
Justus-von-Liebig-Weg 6  
18059 Rostock  
andrea.werner2@uni-rostock.de  
andreas.werner@uni-rostock.de

**Abstract:** Mit dem Anbau und der Kombination von Energie- und Marktfrüchten in Fruchtfolgen haben sich die Herausforderungen an modellbasierte, regionalspezifische Vorhersagen erhöht. Dies gilt im Besonderen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt und die Wirtschaftlichkeit. Mit der Entwicklung der Rechentechne ist es nunmehr möglich Simulationen vormals niedrig skalierte Modelle differenzierter und zeitlich vertretbar durchzuführen. So ist die Forschung derzeit in der Lage auf Grundlage fundierter, umfangreicher Datenbanken ökologische und ökonomische Kenngrößen landwirtschaftlicher Nutzung zu simulieren. Die gegenwärtige Herausforderung besteht in der Verbindung von indikatorbasierten Modellen mit einer leitbildorientierten regionalen Entwicklung. Bestehen auf der einen Seite Schwierigkeiten, die unterschiedlichen Modelle in ihren verschiedenen Skalierungen und Darstellungen zu verwalten, so besteht auf der anderen Seite der Bedarf nach einem Bewertungsvorgehen, welches über die Datenskalierung und -verarbeitung sowie die Ergebnispräsentation in der Lage ist, regionale Entscheidungsgrundlagen für die Akteure aus Landwirtschaft und Politik zu generieren. Hier dargestellt ist ein methodischer Ansatz, wie unter Verbindung von drei anerkannten Einzelmodellen Entscheidungsgrundlagen für die langfristige und damit nachhaltige Entwicklung einer Region generiert werden können. Dieser rasterbasierte Ansatz wurde an einer Beispielregion angewandt. Die Entwicklung dieser Region wurde exemplarisch an mehreren Szenarien simuliert. Über einen Zeitraum von insgesamt 30 Jahren konnte die Leitbildrealisierung unter Nutzung des Analytischen Hierarchieprozesses dargestellt und bewertet werden.

## **1 Einleitung**

Die Vorhersage der Auswirkungen von Anbausystemen der Landwirtschaft ist die Basis für die Einführung und Umsetzung zielorientierter und nachhaltiger Formen der landwirtschaftlichen Nutzung [Pa03]. Damit derartige Vorhersagen realistisch und zugleich effektiv sind, müssen einerseits die Komplexität der Effekte, andererseits objektive und

subjektive Ansichten hinsichtlich der Bedeutung von Prioritäten berücksichtigt werden [AT00]. Nicht zuletzt erfordert der multi-dimensionale Charakter von Fruchtfolgen das Handling unterschiedlicher Maßstäbe und großer Datenmengen relevanter quantitativer und/oder qualitativer Informationen [Mu95].

Um auf regionaler Ebene die zukünftig zu erwartenden Auswirkungen des Fruchtfolgenanbaus unter Berücksichtigung von Energiefrüchten zu bewerten, wurde ein methodischer Ansatz zur Entscheidungsunterstützung entwickelt. Mit Hilfe dieser Methode können die Ausprägungen entscheidungsrelevanter Kriterien modellbasiert ermitteln, gewichtet und sinnvoll aufbereitet werden. Mehrere Szenarien des Fruchtfolgenanbaus können teilautomatisiert durchgerechnet werden. Im Ergebnis des Bewertungsprozesses erfolgt ein Ranking der Fruchtfolgen. Es gibt Informationen darüber, welche Fruchtfolgen sich am besten für die Erreichung des Leitbildes eignen. Aus der detaillierten Analyse können Rückschlüsse auf die regionalen Potentiale und Risiken gezogen werden. Damit kann die Anwendung der Methode eine umweltfreundliche Landnutzungsplanung unterstützen und die Transparenz von Entscheidungsvorgängen fördern. Die Visualisierung der Ergebnisse schafft eine Basis für die Ablehnung oder die Akzeptanz definierter Leitbilder durch die regionalen Akteure.

Die Erprobung und Verifikation der Methode, deren Ansatz und Ergebnisse hier am Beispiel eines Leitbildes vorgestellt werden, erfolgte an der Beispielregion „Ziethen“ (Brandenburg) mit 850 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. Zur Anwendung kam ein Rastermodell bestehend aus 13.600 Einzelgrids mit einer Rastergröße von 25m x 25m. Aufgrund ihrer landschaftlichen Struktur, der vorhandenen typischen Charakteristika eines belasteten Agrarsystems und der vorhandenen Datenlage eignete sie sich besonders gut für die Zielstellung des Projektes.

## **2 Methodischer Ansatz**

Der ex ante Bewertungsvorgang führt zu einem dimensionslosen, globalen Prioritätenvektor welcher Auskunft darüber gibt, wie gut sich eine Fruchtfolge im Vergleich zu anderen Fruchtfolgen eignet, ein definiertes regionales Leitbild zu unterstützen. Der Analytische Hierarchieprozess (AHP) [Sa80] ist Kernbestandteil des Ansatzes. Er ermöglicht die Gewichtung entscheidungsrelevanter ökologischer und ökonomischer Ziele und Kriterien. Unter Nutzung des AHP können die Simulationsergebnisse normalisiert und die Fruchtfolgen vergleichbar gemacht werden.

Der methodische Ablauf erfolgt in fünf Arbeitsschritten. Als Ausgangspunkt der Bewertung wird im 1. Schritt ein regionales Leitbild festgelegt. Auf Basis dieses Leitbildes beginnt der Entscheidungsprozess mit der Entwicklung einer Hierarchie. Sie konkretisiert das Leitbild in Form funktionaler Ziele sowie ökologischer und ökonomischer Indikatoren. Anschließend werden Fruchtfolgen definiert, welche den Anforderungen des Leitbildes gerecht werden. Im Ergebnis werden Fruchtfolgen ausgewählt, die durch die lokalen Akteure getragen werden. Mit der Zielstellung, das Leitbild bestmöglich auszufüllen, werden im 2. Schritt diese Ziele und Indikatoren expertenbasiert unter Nutzung des AHP gewichtet. Im 3. Schritt werden prozessorientierte Ökosystemmodelle verwen-

det, um die Fruchtfolgen über einen Zeitraum von 30 Jahren unter Berücksichtigung eines Klimaszenarios des Regionalisierungsmodells WETTREG [Sp07] zu simulieren. Für die Einschätzung des Ertragsniveaus wurde das Modell YIELSTAT [Mi09] ausgewählt. Die Daten wurden als Eingangsdaten für das Modell HERMES [Ke06] genutzt. Die Erosionsrate wurde mit dem ABAG Modell [Re97] simuliert. Im 4. Schritt werden die quantitativen Indikatorenergebnisse der Simulationen unter Nutzung des AHP normalisiert. Durch Aggregation der Einzelergebnisse wird am Ende des Prozesses jede Fruchtfolge durch einen dimensionslosen, globalen Prioritätenvektor beschrieben, woraus sich ein Ranking der Fruchtfolgen ableiten lässt.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Verifikation der Methode vorgestellt. Exemplarisch wird ein Leitbild für die Entwicklung der Region, das Szenario „Bioenergieregion“, vorgestellt. Die in Abbildung 1 dargestellte Hierarchie wurde als Ausgangsbasis des Bewertungsprozesses verwandt. Den definierten Fruchtfolgen wurden unterschiedliche Nutzungstypen zugewiesen (Marktf Frucht, Biogasnutzung, Futtermittel).



Abbildung 1: Entscheidungshierarchie des gewählten Leitbildes „Bioenergieregion“

### 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Bewertungsprozesses wurden für jedes der 13.600 Grids generiert. Sie konnten in tabellarischer sowie grafischer Form dargestellt und analysiert werden. Die Abbildung 2 stellt die Ergebnisse von R2 und R3 der Simulationsjahre 2015 und 2025 vergleichend gegenüber. Sie wurden mit der Software Quantum Gis 1.6.0<sup>®</sup> generiert. Fruchtfolgenspezifisch können für jedes Grid die globalen Prioritätenvektoren abgefragt und dargestellt werden. Im Vergleich der Fruchtfolgen liefert die grafische Auswertung Informationen darüber, in welchen Landschaftsräumen welche Fruchtfolgen das Leitbild am besten ausfüllen. Ausgehend von der kleinräumigen, gridbasierten Analyse können unter Einbeziehung lokaler Akteure Anbauempfehlungen abgeleitet werden. So kann beispielsweise für den markierten Landschaftsausschnitt geschlussfolgert werden, dass sich R3 grundsätzlich als vorteilhafter darstellt als R2. Dafür kann R2 in anderen Bereichen der Untersuchungsregion empfohlen werden.

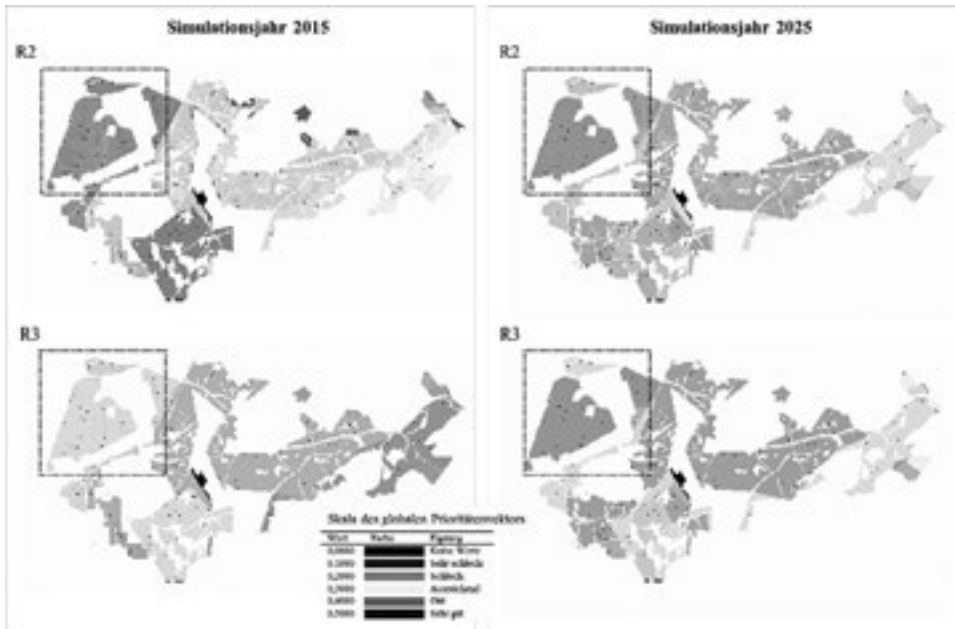


Abbildung 2: Visualisierung der gridspezifischen Ergebnisse der Untersuchungsregion „Ziethen“ bezogen auf das Leitbild „Bioenergieregion“

## Literaturverzeichnis

- [AT00] Andreoli, M.; Tellarini, V.: Farm sustainability evaluation: methodology and practice. Agr. Ecosyst. Environ. 77, 2000; S. 43-52.
- [Ke06] Kersebaum, K.C. et al.: Model-based evaluation of agro-environmental measures in the federal state of Brandenburg (Germany) concerning N pollution of groundwater and surface water. J. Plant Nutr. Soil Sci. 169, 2006; S. 352-359.
- [Mi09] Mirschel, W. et al: YIELDSTAT - ein Modell zur regionalen Ertragsschätzung. - In: Kage, H. et al.: Modellierung des Systems Nutzpflanze-Boden - Herausforderungen des 21. Jhr.: Kurzfassungen der Beiträge zum Workshop am 26. und 27. Februar 2009 in Kiel: 43-47; Göttingen (Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften), 2009.
- [Mu95] Munda, G. et al.: Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: An illustration of economic-ecological evaluation. Eur. J. Oper. Res. 82, 1995; S. 79-97.
- [Pa03] Pacini, C. et al.: Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. Agr. Ecosyst. Environ. 95, 2003; S. 273-288.
- [Re97] Renard, K.G. et al.: Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Volume: 703, USDA, Washington, DC, USA, 1997.
- [Sa80] Saaty, T.L.: The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York, 1980.
- [Sp07] Spekat, A. et al.: Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG. Dessau: UBA, Endbericht, 2007.

# Routenplanung für landwirtschaftliche Fahrzeuge

Sascha Wörz<sup>1)</sup>, Valentin Heizinger<sup>1)</sup>, Heinz Bernhardt<sup>1)</sup>, Carl-Friedrich Gaese<sup>2)</sup>, Ludwig Popp<sup>2)</sup>, Thomas Damme<sup>3)</sup>, Jan Eberhardt<sup>3)</sup>, Andre Kluge<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Technische Universität München

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik

Am Staudengarten 2

85354 Freising-Weihenstephan

{sascha.woerz;valentin.heizinger;heinz.bernhardt}@wzw.tum.de

<sup>2)</sup>Hochschule Neubrandenburg

gaese@hs-nb.de; lpo@hs-nb.de

<sup>3)</sup>Lacos Computerservice GmbH

td@lacos.de; je@lacos.de

<sup>4)</sup>CLAAS Agrosystems GmbH & Co KG

andre.kluge@claas.com

**Abstract:** Da das landwirtschaftliche Transportaufkommen mehr und mehr zunimmt, gewinnt die optimierte Routenplanung für landwirtschaftliche Fahrzeuge immer mehr an Bedeutung. Die wesentlichen Optimierungsparameter sind dabei die Zeit, der Kraftstoffverbrauch und die Abnutzungskosten. Für deren Minimierung bieten sich Methoden der mathematischen Optimierung an. Ein möglicher, adaptiver Optimierungsansatz, der auch aktuelle Gegebenheiten berücksichtigt, soll hier aufgezeigt werden.

## 1 Einleitung

Logistik gewinnt in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung. Sei es durch das Wachsen der Betriebe, die verstärkte Integration von landwirtschaftlichen Dienstleistern oder den Biogasboom, es müssen immer mehr Fahrzeuge in logistischen Einheiten gemanagt werden. Die dabei zu bearbeitenden Datenmengen und die damit verbundenen Entscheidungsalternativen nehmen extrem zu. Eine Möglichkeit der mathematischen Bewältigung dieser Aufgabe soll hier aufgezeigt werden. An folgendem Beispiel soll die Problematik erläutert werden: Ein Fahrer eines landwirtschaftlichen Fahrzeugs will von einem Feld y zu einem anderen, weiter entfernten Feld z fahren. Welche Route (Fahrwege) muss der Fahrer wählen, damit er möglichst schnell und kostengünstig von y nach z gelangt?



## 2 Modell und Methoden

Um dieses Problem zu lösen, modelliert man das vorgegebene Szenario mit einem gerichteten Graphen  $D := (V, A)$ . Dabei bezeichne  $V$  die Knotenmenge (Orte),  $A$  die Kantenmenge ((befahrbaren) Fahrwege),  $V^+(i) := \{k \text{ aus } V: (i, k) \text{ aus } A\}$  die Nachfolgermenge (Nachfolgerorte) und  $V^-(i) := \{k \text{ aus } V: (k, i) \text{ aus } A\}$  die Vorgängermenge (Vorgängerorte) des Knoten (Ortes)  $i$ . Danach weisen wir jeder Kante  $(i, j)$  von  $A$  einen Kostenbeitrag  $c_{ij}$  zu und betrachten das folgende lineare 0 - 1 Programm

$$z = \min \sum_{(i,j) \text{ aus } A} c_{ij} \cdot x_{ij}, \quad (1)$$

$$\text{u. d. N. } \sum_{k \text{ aus } V^+(i)} x_{ik} = 1 \text{ für } i = y, \quad (2)$$

$$\sum_{k \text{ aus } V^+(i)} x_{ik} - \sum_{k \text{ aus } V^-(i)} x_{ki} = 0 \text{ für } i \text{ aus } V \setminus \{y, z\}, \quad (3)$$

$$\sum_{k \text{ aus } V^-(i)} x_{ki} = 1 \text{ für } i = z, \quad (4)$$

$$x_{ij} \text{ aus } \{0, 1\} \text{ für alle } (i, j) \text{ aus } A. \quad (5)$$

Dabei bezeichne (1) die zu minimierende Kostenfunktion, (2) die Bedingung, dass der Fahrer in  $y$  startet, (3) die Bedingung, falls der Fahrer zum Knoten  $i$  aus  $V \setminus \{y, z\}$  fährt, ihn auch wieder verlässt bzw. falls nicht, ihn auch nicht verlässt, (4) die Bedingung, dass der Fahrer sein Ziel  $z$  erreicht und (5) die Auswahlvariablen<sup>1</sup>.

Wir spezialisieren nun die Variable  $c_{ij}$  auf unser Ausgangsproblem. Dazu sei für zwei verschiedene Orte  $i$  und  $j$  bekannt:

- Die Wegstrecke  $s$  (oder Teilwegstrecken  $s_1, \dots, s_n, s = \sum s_k$ ) in [km] für die Fahrt von  $i$  nach  $j$
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit  $v$  (oder Teilgeschwindigkeiten  $v_1, \dots, v_n$ ) in [km/h] für die Fahrt von  $i$  nach  $j$ .

Aus diesen (beiden) Werten können wir nun mit der Formel  $\text{Zeit} = \text{Weg} / \text{Geschwindigkeit}$  die benötigte Fahrzeit  $t_{ij}$  für die Fahrt von  $i$  nach  $j$  berechnen.

Ferner können wir mittels  $s$  und  $v$  bzw. der  $s_k$  und der  $v_k$  die benötigte Kraftstoffmenge  $b_{ij}$  in [l] für die Fahrt von  $i$  nach  $j$  berechnen, wenn wir den Kraftstoffverbrauch in [l] auf 100 km des landwirtschaftlichen Fahrzeugs für verschiedene Betriebsstufen kennen.

Zuletzt geben wir die Abnutzungskosten  $a_{ij}$  in € für die Fahrt von  $i$  nach  $j$  an.

Wir skalieren nun, indem wir vereinbaren:

$$\begin{aligned} \max \{t_{ij} : (i, j) \text{ aus } A\} &\equiv 100 \\ \max \{b_{ij} : (i, j) \text{ aus } A\} &\equiv 100 \\ \max \{a_{ij} : (i, j) \text{ aus } A\} &\equiv 100. \end{aligned}$$

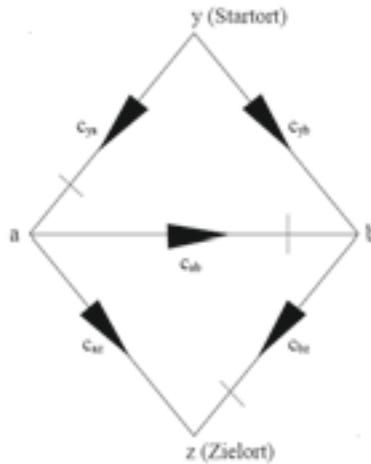
---

<sup>1</sup> genauer  $x_{ij} = 1$ , falls der Fahrweg  $(i, j)$  gewählt wird, ansonsten  $x_{ij} = 0$

Damit können wir den Werten  $t_{ij}$ ,  $b_{ij}$  und  $a_{ij}$ <sup>1</sup> dimensionslose Werte zwischen 0 und 100 zuordnen, bezeichnen wir sie mit  $T_{ij}$ ,  $B_{ij}$  und  $A_{ij}$ . Setzen wir nun  $c_{ij} = T_{ij} + B_{ij} + A_{ij}$ .

### 3 Ergebnisse

Im Folgenden betrachten wir als Beispiel das Szenario mit den Orten (Knoten)  $y$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $z$  und den Fahrwegen (Kanten)  $(y, a)$ ,  $(y, b)$ ,  $(a, b)$ ,  $(a, z)$  und  $(b, z)$ . Dabei sei  $(y, a)$  1 km,  $(y, b)$  2.5 km,  $(a, b)$  1½ km,  $(a, z)$  5 km und  $(b, z)$  2.5 km lang. Die Durchschnittsgeschwindigkeit auf  $(y, a)$  betrage 20 km/h, die auf  $(y, b)$  25 km/h, die auf  $(a, b)$  20 km/h, die auf  $(a, z)$  30 km/h und die auf  $(b, z)$  30 km/h. Ferner verbrauche das landwirtschaftliche Fahrzeug bei einer Geschwindigkeit von 20 km/h auf 100 km 15 l und bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h auf 100 km 18 l Kraftstoff. Des Weiteren haben wir auf  $(y, a)$  Abnutzungskosten in Höhe von 0.0167 €, auf  $(y, b)$  in Höhe von 0.0471 €, auf  $(a, b)$  in Höhe von 0.0239 €, auf  $(a, z)$  in Höhe von 0.05 € und auf  $(b, z)$  in Höhe von 0.02 €. Mit dem obigen Kalkül erhalten wir nach Datenauswertung die Kosten  $c_{ya} = 80$ ,  $c_{yb} = 200$ ,  $c_{ab} = 110$ ,  $c_{az} = 300$  und  $c_{bz} = 140$ .



$c_{ya} = 80$ ,  $c_{yb} = 200$ ,  $c_{ab} = 110$ ,  $c_{az} = 300$  und  $c_{bz} = 140$ .

Mit (1), (2), (3), (4) und (5) erhalten wir sodann das folgende lineare 0 - 1 Problem:

$$\begin{aligned}
 z &= \min 80 \cdot x_{ya} + 200 \cdot x_{yb} + 110 \cdot x_{ab} + 300 \cdot x_{az} + 140 \cdot x_{bz} \\
 \text{u. d. N. } &x_{ya} + x_{yb} = 1, \\
 &x_{ab} + x_{az} - x_{ya} = 0, \\
 &x_{bz} - x_{yb} - x_{ab} = 0, \\
 &x_{az} + x_{bz} = 1,
 \end{aligned}$$

<sup>1</sup> mittels der Ausdrücke  $100/\max\{t_{ij} : (i, j) \text{ aus } A\} \cdot t_{ij}$ ,  $100/\max\{b_{ij} : (i, j) \text{ aus } A\} \cdot b_{ij}$  und  $100/\max\{a_{ij} : (i, j) \text{ aus } A\} \cdot a_{ij}$

$$x := (x_{ya}, x_{yb}, x_{ab}, x_{az}, x_{bz}) \text{ aus } \{0, 1\}^5.$$

Wir setzen nun

$$\begin{aligned} f &= [80; 200; 110; 300; 140], \\ \text{Aeq} &= [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0; 1 \ 0 \ -1 \ -1 \ 0; 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ -1; 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1], \\ \text{beq} &= [1; 0; 0; 1], \end{aligned}$$

und verwenden den Matlabsolver  $[x, fval, \text{exitflag}, \text{output}] = \text{bintprog}(f, [], [], \text{Aeq}, \text{beq})$ . Als Lösung erhalten wir  $x_{ya} = 1$ ,  $x_{yb} = 0$ ,  $x_{ab} = 1$ ,  $x_{az} = 0$  und  $x_{bz} = 1$  mit minimalem Kostenwert 330 bei einer Rechenzeit von 2.1216 Sekunden. Nähere Informationen zum Algorithmus des Matlabsolvers findet man in Matlab Help  $\rightarrow$  Optimization Toolbox und in [HFL01], [NW88] und [Wo98]. Der Fahrer fährt also optimal, wenn er zuerst von y nach a, dann von a nach b und schließlich von b nach z fährt, siehe dazu den hellrot gekennzeichneten Weg in Abbildung 1. Wie man leicht nachrechnet, liefert der Fahrweg von y über a nach z einen Kostenwert von 380 und der Fahrweg von y über b nach z einen Kostenwert von 340. Außer diesen 3 Wegen existieren keine weiteren Fahrwege mehr, wie die Fahrwegmenge (Kantenmenge) zeigt, siehe dazu auch Abbildung 1.

## 4 Fazit

Insgesamt liegt also ein effizientes Verfahren zur Berechnung derjenigen Route vor, auf der der Fahrer möglichst schnell und kostengünstig von y nach z gelangt. Falls der Fahrer nur möglichst schnell von y nach z gelangen soll, setze man  $c_{ij} = T_{ij}$ , falls er nur möglichst kostengünstig unterwegs sein soll, verwende man  $c_{ij} = B_{ij} + A_{ij}$ . Die Frage nach der kürzesten Route macht in diesem Zusammenhang weniger Sinn, da die kürzeste Route nicht die Schnellste sein muss. Ferner ist zu bedenken, dass der Kraftstoffverbrauch auf der kürzesten Route nicht minimal sein muss.

## 5 Förderung

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

## Literaturverzeichnis

- [HFL01] Hillier, Frederick S., Lieberman Gerald J., Introduction to Operations Research, McGraw-Hill, 2001.
- [NW88] Nemhauser, George L., Laurence A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, John Wiley & Sons, 1988.
- [Wo98] Wolsey, Laurence A., Integer Programming, John Wiley & Sons, 1998.

# ORACLEs IT-Architektur für die Verarbeitung von „Big Data“

Oliver Zandner

System-Berater im Bereich ORACLE Datenbank, Region Nord  
ORACLE Deutschland B.V. & Co. KG  
Thurnithstraße 2  
30519 Hannover  
oliver.zandner@oracle.com

**Abstract:** „Big Data“ sind große Datenmengen, wie sie im Internet in sozialen Netzwerken oder durch Sensoren entstehen. „Big Data“ stellt neue Anforderungen an Speicherung und Verarbeitung, so dass sich neue Technologien herausgebildet haben, u.a. sog. NoSQL-Datenbanken. Die Firma ORACLE bietet ein Lösungs-Portfolio von Soft- und Hardware an, das „Big Data“ in ORACLE Datenbanken integriert. Durch diese Verbindung entfaltet „Big Data“ seinen eigentlichen Informations-Mehrwert für Organisationen.

## 1 Was ist „Big Data“?

Bei "Big Data" handelt es sich um große Datenmengen, die u.a. erzeugt werden

- von Sensoren (Mess-Geräte, RFID-Lesegeräte usw)
- im Internet in sozialen Netzwerken (XING, Facebook, LinkedIn etc.) oder in den Zugriffs-Protokollen von Web-Servern
- durch mobile vernetzte digitale End-Geräte (Smart Phones, Tablet PCs)
- in der Wissenschaft wie etwa der Geologie, der Klimaforschung oder der Genetik

Diese großen Datenmengen zeichnen sich dadurch aus, dass sie

- unstrukturiert bzw. nur schwach strukturiert sind
- nicht selbst-beschreibend sind bzw. keine einheitliche Bedeutung aufweisen - d. h. keinem Schema unterliegen
- erst bereinigt, aggregiert und in vorhandene „traditionelle“ Datenbestände integriert werden müssen, damit sie Aussagekraft gewinnen für die Organisation, die sie nutzen möchte

Bislang basierte die Speicherung und Auswertung von Daten in Organisationen in der Regel auf relationalen Datenbanken in relationalen Datenbankmanagement-Systemen (RDBMS). Diese Daten zeichnen sich dadurch aus, dass sie

- wohlstrukturiert und von einer selbst-beschreibenden Semantik sind - d.h. einem definierten Schema unterliegen
- mittels der Standard-Sprache SQL beschrieben, abgefragt und verändert werden können.
- aus bekannten Quellen meist aus der betreibenden Organisation selbst stammen
- von hoher Informations-Dichte sind – d.h. jeder Datensatz gleichermassen relevant und aussagekräftig für die betreibende Organisation ist

## **2 Verarbeitungs-Ansätze für „Big Data“**

Zur Verarbeitung von „Big Data“ haben sich zwei neue Paradigmen herausgebildet:

Erstens: Der sog. „Key-Value-Store“, d.h. die Speicherung und Verarbeitung von Daten als Paare aus Schlüssel und zugeordnetem Wert. Die Bedeutung des Schlüssels und des Wertes geht nicht aus der Datenstruktur selber hervor (wie sie in einem RDBMS es aus den Metadaten tut) und sie ist nicht festgelegt, denn ein nachfolgendes Schlüssel-Wert-Paar kann eine andere Bedeutung haben. Gespeichert werden die Schlüssel-Wert-Paare in sog. NoSQL-Datenbanken (wie z.B. von ORACLE).

Zweitens: Die Daten werden in Dateien in verteilten Datei-Systemen gespeichert wie z.B. dem Hadoop Distributed Files System (HDFS). Dies ermöglicht, die Daten datei-orientiert zu verarbeiten.

Beiden Ansätzen ist gemeinsam, dass sie dasselbe Verfahren nutzen, um die gespeicherten Daten auszuwerten. Um „Big Data“ auszuwerten – z.B. mit der Fragestellung „Wie häufig wird Produkt X in den Kommentaren der Nutzer eines sozialen Netzwerkes erwähnt?“ – müssen die Daten aggregiert werden, so dass am Ende die relevante Untermenge verbleibt. Dies geschieht in sog. „MapReduce-Jobs“ in verteilten Rechner-Architekturen:

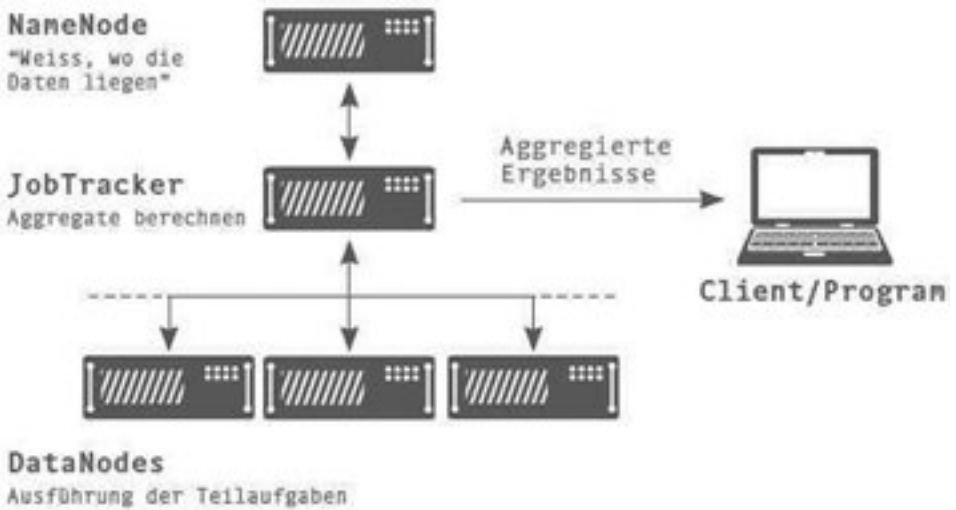


Abbildung 1: „Map-Reduce-Job“ in verteilter Architektur

### 3 Integrierte Architektur von ORACLE

Die Firma ORACLE bietet eine Architektur an, die den NoSQL-Ansatz mit dem traditionellen relationalen Ansatz verbindet:

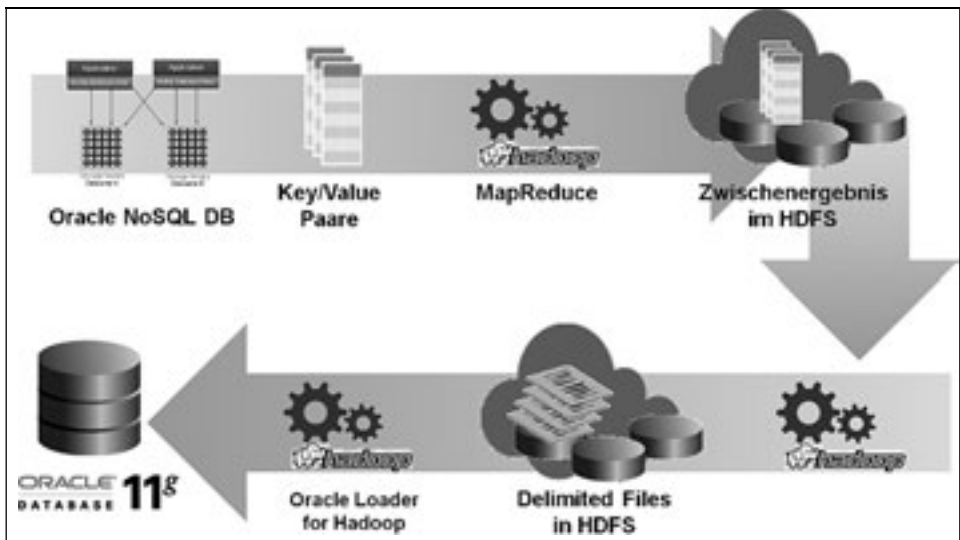


Abbildung 2: Integrierte Architektur von ORACLE zur Verarbeitung von „Big Data“

In dieser Architektur werden:

- Schlüssel-Wert-Paare von der ORACLE NoSQL-Datenbank gespeichert oder aus verteilten Datei-Systemen ausgelesen
- Schlüssel-Wert-Paare mittels des quelloffenen Hadoop-Frameworks in „MapReduce-Jobs“ aggregiert
- Zwischenergebnisse dieser Aggregation im verteilten Datei-System von Hadoop (HDFS) abgelegt und ggfs. anschließend weiter aggregiert
- die Ergebnisse der Aggregation mittels verschiedener Programm-Schnittstellen von ORACLE (sog. APIs) in das RDBMS von ORACLE geladen

Dieser integrierte Ansatz bietet folgende Vorteile:

- Die Organisation, die das RDBMS betreibt, ist in der Lage, „Big Data“ in Beziehung zu bereits vorhandenen Informationen zu setzen, wie zum Beispiel Kunden-Stammdaten oder Bestell-Historien. Aus dieser Möglichkeit des Korrelierens ergibt sich für die Organisation erst der eigentliche Mehrwert von „Big Data“.
- Durch die Integration in das ORACLE RDBMS kann „Big Data“ mit der kompletten Bandbreite an Analyse-Werkzeugen ausgewertet werden, die das ORACLE RDBMS bietet. Hierher gehören u.a.: Data-Mining-Verfahren mittels „R“, Online Analytical Processing (OLAP), Verfahren zur Auswertung geographischer Bezüge (ORACLE Spatial) usw.

Schließlich bietet ORACLE zur Verarbeitung von „Big Data“ auch ein integriertes Gesamt-System aus Soft- und Hardware: Die ORACLE Big Data Appliance. Sie umfasst spezialisierter Hardware, die erforderlichen Software-Komponenten sowie die erforderlichen Konfigurationen. Damit werden Inbetriebnahme und Administration drastisch vereinfacht.

## Weiterführende Informationen

- C. Czarski (2012), Big Data: Eine Einführung Oracle NoSQL Database, Hadoop MapReduce, Oracle Big Data Connectors:  
<http://www.oracle.com/webfolder/technetwork/de/community/dojo/index.html> --> Oracle Dojo #2).
- Oracle White Paper „Big Data Strategy“: <http://www.oracle.com/us/technologies/big-data/big-data-strategy-guide-1536569.pdf>.
- Oracle White Paper “Oracle: Big Data for the Enterprise” (Januar 2012):  
<http://www.oracle.com/us/products/database/big-data-for-enterprise-519135.pdf>.
- Oracle White Paper “Oracle Information Architecture: An Architect's Guide to Big Data” (August 2012): <http://www.oracle.com/technetwork/topics/entarch/articles/oea-big-data-guide-1522052.pdf?ssSourceSiteId=ocomen>.

# Einsatz von CFD-Software zur numerischen Simulation der Strömungsvorgänge im Gewächshaus

Rainer Zierer, Georg Ohmayer

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
Fakultät für Gartenbau und Lebensmitteltechnologie  
85350 Freising, Am Staudengarten 10  
rainer.zierer@hswt.de

**Abstract:** Bei der Betrachtung physikalischer Vorgänge im Gewächshaus wird in aktuellen Modellen der klimatische Zustand als räumlich homogen angenommen. Mit Hilfe von CFD-Software ist eine differenziertere Betrachtung in Bezug auf Konvektion, Einstrahlung und Wärmeleitung möglich. Durch die Programmierung eines Interface zwischen OpenFOAM® und ProDIS-Plant können bereits existierende sowie geplante Gewächshäuser unter Einbeziehung realer Klimadaten simuliert werden. Der Einfluss der Pflanze sowie deren Wechselwirkung mit den Umweltbedingungen muss dabei in ein exaktes Modell einfließen, auf diesem Gebiet ist allerdings noch Forschungsbedarf gegeben.

## 1 Einleitung und Stand des Wissens

Die Betrachtung physikalischer Vorgänge in Gewächshäusern zielt zumeist auf die Berechnung des Energiebedarfes ab, denn im Unterglas-Produktionsgartenbau stellen die Kosten für Primärenergie einen wesentlichen Kostenfaktor dar. Zur Berechnung des Energiebedarfes wird in der Praxis das  $U_{cs}$ -Wert-Modell [Mel1] herangezogen, das sich im einfachsten Fall, unter Vernachlässigung der Energiezufuhr durch Einstrahlung und Energiespeicherung, wie folgt darstellt:

$$\dot{Q} = U_{cs} \cdot A_g \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Der Wärmestrom  $\dot{Q}$  [W], der dem Gewächshaus zur Einhaltung eines Temperatur-Sollwertes ständig zugeführt werden muss, ergibt sich aus dem Produkt des Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung  $U_{cs}$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ], der Hüllfläche  $A_g$  [ $m^2$ ] und der Differenz zwischen Innentemperatur  $\theta_i$  [K] und Außentemperatur  $\theta_e$  [K]. Bei dieser Berechnungsmethode wird das Gewächshaus als „Perfectly Stirred Tank (PST)“ betrachtet, in dem die räumliche Verteilung der Temperatur homogen ist. Das reicht für eine ungefähre Einschätzung des Energieverbrauchs aus und hat in der Praxis durchaus seine Berechtigung. Um eine genauere Aussage über das klimatische Geschehen machen zu können, ist es allerdings notwendig, die physikalischen Vorgänge in Gewächshäusern differenzierter zu betrachten und das Klima als ein komplexes Geflecht aus Wärmestrah-



lung, Wärmeleitung und Konvektion zu betrachten, wie in Abb. 1 schematisch veranschaulicht wird. Mit CFD (Computational Fluid Dynamics, Numerische Strömungsmechanik) stehen dafür mathematische Verfahren zur Verfügung.

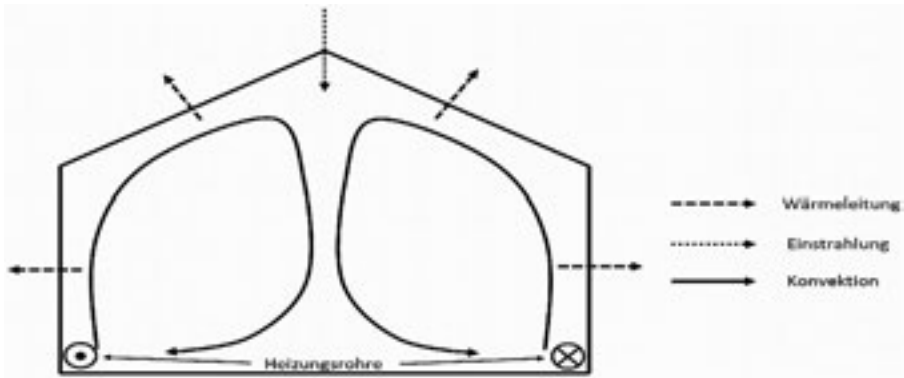


Abb.1: Schematische Darstellung der Energieflüsse im Gewächshaus (Querschnitt)

CFD hat bereits Einzug in verschiedene Industriezweige wie KFZ-Technik und Flugzeugbau gehalten. Auch in der gartenbauwissenschaftlichen Forschung hat sie mittlerweile einen gewissen Stellenwert; allerdings bezieht sich die Forschung hier meist auf die Ventilation von Gewächshäusern, der Heizenergiebedarf im Winter spielt bis dato keine Rolle [Bo11]. Ebenso ist der Einfluss der Pflanzen auf klimatische Vorgänge im Gewächshaus noch nicht hinreichend geklärt. Versuche bestätigen jedoch beispielsweise einen energetischen Einfluss der latenten Wärme [Sc11]; Pflanzen verdunsten kontinuierlich Wasser, wofür der Umgebung Energie entzogen wird (Verdunstungswärme). In der aktuellen Forschung existiert weiter eine Wissenslücke in Bezug auf das Zusammenspiel zwischen der Physiologie der Pflanze und der umgebenden Atmosphäre: Pflanzenphysiologen richten ihr Augenmerk in der Regel auf innerpflanzliche Vorgänge wie Photosynthese und Wassereffizienz, betrachten das Geschehen also aus Richtung der Pflanze. Meteorologen richten den Fokus mehr auf den Stoff- und Energietransport zwischen Pflanze und Atmosphäre und betrachten die Problematik aus der anderen Richtung [PHB10]. Darüber hinaus gibt es noch Wissenslücken in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Einstrahlung, Erwärmung der Gewächshauseinrichtung und daraus resultierenden konvektiven Prozessen [Bo11].

## 2 Konzeption der CFD-gestützten Simulation

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Ressourcenschonung und Effizienzsteigerung in der gärtnerischen Produktion durch ein umfassendes Datenmanagement“ wird im Moment an der Software ProdIS-Plant gearbeitet, die ein Tool für Betriebsleiter im Produktionsgartenbau darstellt und in erster Linie dem Monitoring betriebsinterner Vorgänge dient [ZBO11]. Integraler Bestandteil dieser Software ist ein hierarchisch aufgebautes Polygonmodell des gesamten Betriebes (Abb. 2). Dieses Modell beruht auf einer sehr allgemein formulierten Datenbankstruktur; der Komplexitätsgrad des Modells kann in der Tiefe beliebig gesteigert werden. So besteht beispielsweise ein Gewächshaus aus

Abteilen, die Abteile wiederum sind mit Tischen und Beeten bestückt. Es ist möglich, auch Heizungssysteme incl. Rohrleitungen sowie bewegliche Lüftungsklappen einzuführen. Jeder Gegenstand des hierarchischen Modells bis hinunter zum einzelnen Polygon kann mit Konstanten verknüpft werden (z.B. Wärmedurchgangs- oder Transmissionskoeffizienten der Verglasung, spezifische Wärmekapazität des Bodens etc.). Darüber hinaus bietet ProdIS-Plant eine Online-Schnittstelle zum Klimacomputer eines Betriebes, über die aktuelle und historische Daten zum Gewächshausklima sowie zum Aussenklima leicht abgefragt werden können.

In puncto CFD-Software gibt es verschiedene Lösungen. Neben kommerziellen Produkten steht hier OpenFOAM® zur Verfügung, eine Sammlung von Open Source-Bibliotheken, die über gut dokumentierte Skripten konfigurierbar sind. Vorteile dieses Pakets sind zum einen die Offenheit, wodurch die Programmierung eines Interface zu anderen Programmen erst möglich wird, zum anderen die kostenlose Verfügbarkeit. Abb. 3 stellt beispielhaft eine Momentaufnahme der mit OpenFOAM® berechneten Konvektion in einem Gewächshaus unter Annahme einer kalten Hülle und eines warmen Bodens dar.

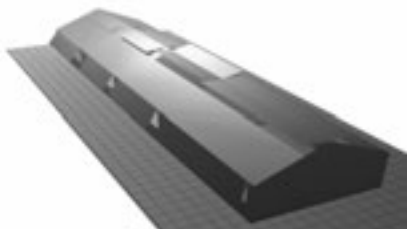


Abb. 2: GWH-Modell in ProdIS-Plant

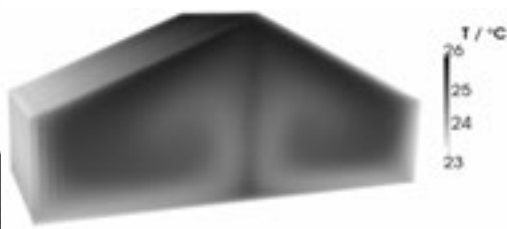


Abb. 3: Konvektion in OpenFOAM

Ein Schwerpunkt von CFD-Simulationen des Gewächshausklimas wird in Zukunft auf dem Energiehaushalt liegen. Da allerdings eine energetische Betrachtung des Gesamtsystems nur unter Einbeziehung der Pflanze Sinn macht, muss darüber nachgedacht werden, wie ein Pflanzenbestand in diesem Kontext am besten modelliert wird und auf welche Weise die bestehende Datenstruktur erweitert werden muss.

Ob dabei eine Simplifizierung wie beispielsweise das Big-Leaf-Modell aus der Meteorologie Anwendung findet oder die Pflanze bis hinunter zu ihrem räumlichen Aufbau modelliert wird, sei zunächst dahingestellt. Die Interaktion der Pflanze mit der Atmosphäre ist aus Sicht der Grundlagenforschung im Detail noch nicht hinreichend geklärt, daher müssen sowohl Interface als auch Datenstruktur so allgemein gestaltet sein, dass neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft ohne Modifikation des Systems berücksichtigt werden können.

Im Rahmen eines zukünftigen Forschungsprojekts kann eine bidirektionale Schnittstelle zwischen ProdIS-Plant und OpenFOAM® entwickelt werden. Das Interface würde aus dem in ProdIS-Plant vorhandenen Gewächshausmodell das für die Simulation benötigte Mesh generieren, Materialkonstanten zur Verfügung stellen sowie den klimatischen Initialzustand über die Anbindung zum Klimacomputer ermitteln und aus diesen Daten

Skripten generieren, die von OpenFOAM® interpretiert werden. Die errechneten Resultate würden in anderer Richtung wiederum in der Benutzeroberfläche von ProdIS-Plant visualisiert. Eine Verifizierung der Ergebnisse ist durch punktuelle Messungen im realen Gewächshaus mit Hilfe eines funkbasierten Sensor-Netzwerkes möglich. Zusammenfassend ist das Endziel des Vorhabens eine Software, die auf Basis realer oder fiktiver Gewächshäuser, Klimadaten und Pflanzenkulturen eine differenzierte klimatische Betrachtung ermöglicht. Die gewonnenen Erkenntnisse können zur Optimierung der Konstruktion von Gewächshäusern und der Klimaregelung herangezogen werden und einen Ansatz für effizientere und nachhaltigere Energienutzung im Produktionsgartenbau bieten.

## Literaturverzeichnis

- [Bo11] Boulard, T.: Advantages and Constraints of CFD Greenhouse Modelling. Proceedings of the International Society on High Technology for Greenhouse Systems – GreenSys2009, Acta Horticulturae 893, S.145-153, 2011.
- [Me11] Meyer, J.: Extremely Insulated Greenhouse Concept with Non-Fossil Fuel Heating System. Proceedings of the International Society on High Technology for Greenhouse Systems – GreenSys2009, Acta Horticulturae 893, S.201-208, 2011.
- [PHB10] Pieruschka, R., Huber, G., Berry, J.: Control of transpiration by radiation. Proceedings of the National Academy of Sciences Vol. 107 No. 30, S.13372-13377, 2010.
- [Sc11] Schuch, I. et al.: Das geschlossene Solarkollektorgewächshaus – Anlagenkonzept und energetische Untersuchungen zum Wärmeenergiegewinn im Sommer 2010. DGG-Proceedings Vol. 1, No.10, S.1-5, 2011.
- [ZBO11] Zierer, R., Beck, M., Ohmayer, G.: Effizientes und umfassendes Datenmanagement im Produktionsgartenbau am Beispiel von ProdIS-Plant. Referate der 31. GIL-Jahrestagung, Lecture Notes in Informatics – Proceedings, Band P-181, Seite 185-188, 2010.

# Möglichkeiten des Monitorings von Milchkuhherden durch die automatische Erstellung gemischter linearer Modelle am Beispiel der Kontrolle von Gruppenwechseln

Veit Zoche-Golob, Christian Köber

Zukunftsforum „Veredlungsland Sachsen 2020“  
Sächsischer Landeskontrollverband e. V.  
August-Bebel-Straße 6  
09577 Lichtenwalde  
{ veit.zoche;christian.koeber }@rizu.de

**Abstract:** Gemischte lineare Modelle eignen sich häufig gut zur Beschreibung von Zusammenhängen mit mehreren Einflussfaktoren. Ihr Einsatz zum Monitoring in der Milchkuhhaltung setzt allerdings voraus, dass sie ohne Prüfung jedes einzelnen Modells durch einen Menschen automatisch erstellt werden können. Die Analyse der Auswirkungen von Gruppenwechseln auf die Milchleistung von Kühen wird als Beispiel eines Versuchs der Automatisierung vorgestellt.

## 1 Einleitung

Im Rahmen des vom Freistaat Sachsen geförderten Projekts „Zukunftsforum Veredlungsland Sachsen 2020“ des Sächsischen Landeskontrollverbands e. V. (LKV) wird das Angebot "fitness monitoring" zum Controlling in der Milchproduktion zur „Daten- und Informationsplattform Tier“ (DIT) weiterentwickelt [Zo11], [SL12]. Mit diesem serverbasierten Programm können komplexe statistische Auswertungen wie die Erstellung gemischter linearer Modelle durchgeführt und den Nutzern die Ergebnisse in verständlicher Form präsentiert werden. Die Untersuchung der Auswirkungen von Gruppenwechseln auf die Milchleistung soll als Beispiel für die Möglichkeiten der DIT vorgestellt werden.

Um Milchkühe bei einer Fütterung mit totaler Mischration laufend entsprechend ihrer Leistung zu füttern, müssen sie während der Laktation wenigstens einmal von einer Fütterungsgruppe in eine andere umgestellt werden [SP04]. Die Kontrolle der Auswirkungen von Gruppenwechseln auf die Milchleistung ist nur schwer möglich. Entweder muss sich der Landwirt auf seine subjektive Wahrnehmung verlassen oder die Leistung einiger Kühe über ein paar Tage verfolgen. Die natürliche Entwicklung der Milchleistung im Laktationsverlauf kann er dabei nicht berücksichtigen.

## 2 Material und Methoden

Zur Erprobung des Auswertungsprozesses werden die betrieblichen Aufzeichnungen der Gruppenzuordnung der Kühe und ihrer in den Milchleistungsprüfungen (MLP) gemessenen Milchmengen von 01.08.2010 bis 31.07.2012 von 16 Herden der Pilotbetriebe des Projekts verwendet. Durchschnittlich bestehen sie aus 613 Kühen (Standardabweichung (SD): 363), die eine mittlere 305-Tage-Leistung von 9391 kg Milch (SD: 854,6) haben. Der gesamte Untersuchungszeitraum wird in Teilzeiträume zu zwölf Monaten, zu sechs Monaten und zu drei Monaten unterteilt. Für jeden Teilzeitraum wird für jede Herde ein Datensatz mit folgenden Spalten erstellt und untersucht: Datum der MLP, Laktationsindex (Laktation pro Kuh), Laktationstag, Milchmenge und Gruppenwechsel. Wenn eine Kuh bei einer MLP in einer anderen Gruppe stand als bei der vorangegangenen MLP, wird der Gruppenwechsel als „Ausgangsgruppe -> Zielgruppe“ definiert, andernfalls als „ohne“ (Referenzlevel).

### 2.1 Statistisches Modell

Damit bei der Analyse die Veränderung der Milchleistung im Laktationsverlauf berücksichtigt werden kann, wird das von Ali und Schaeffer empfohlene lineare gemischte Regressionsmodell [AS87] erweitert zu:

$$y_{idg}(t) = GW_g + DAT_d + \sum_{r=0}^4 (\beta_r + a_{ri}) \cdot x_r(t) + e_{idg}$$

Hierbei sind:

- $y_{idg}(t)$  die beobachtete Milchmenge in Laktation  $i$  zum Laktationstag  $t$  geprüft an Tag  $d$  nach Gruppenwechsel  $g$
- $GW_g$  die festen Effekte der Gruppenwechsel
- $DAT_d$  die festen Effekte des Tags der MLP
- $\beta_r$  die festen und  $a_{ri}$  die zufälligen Regressionskoeffizienten des Laktationskurvenmodells für Laktation  $i$
- $x_0(t) = 1$ ;  $x_1(t) = t / t_{max}$ ;  $x_2(t) = x_1(t)^2$ ;  $x_3(t) = \ln(t_{max} / t)$ ;  $x_4(t) = x_3(t)^2$
- $e_{idg}$  der zufällige Rest in Laktation  $i$  an Tag  $d$  nach Gruppenwechsel  $g$ .

Die Differenz der Parameter von  $GW = \text{„ohne“}$  und eines Gruppenwechsels liefert dann den erwarteten Einfluss dieses Gruppenwechsels auf die Milchleistung.

Zur Ermittlung der Modellparameter wird das Paket lme4 des Open Source Statistikprogramms R 2.14.2 [RD12] verwendet.

### 2.2 Automatisierung der Modellerstellung in einem R-Skript

Zuerst sind die Daten für jede Herde und jeden Untersuchungszeitraum so vorzubereiten, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit ein sinnvoll interpretierbares Modell erstellt werden kann. Deshalb werden Gruppenwechsel, die sehr selten vorkommen, und Laktationen, zu denen nur Daten einer MLP vorliegen, ausgeschlossen. Außerdem wird geprüft, ob ü-

berhaupt mindestens ein Gruppenwechsel im Datensatz vorkommt und ob der Datensatz genügend Beobachtungen enthält, dass die Parameterschätzung theoretisch möglich ist. Wenn die Regression von lme4 ohne Warnungen oder Fehler durchgeführt wird, werden die geschätzten Laktationskurven auf Plausibilität überprüft (Abbildung 1). Sie müssen zu Laktationsbeginn steigen, dürfen über die untersuchte Laktationslänge keine negativen Werte enthalten und am Laktationsende nicht ansteigen. Falls keine plausible Kurve ermittelt werden konnte, wird die Regression mit eingeschränkten Datensätzen wiederholt. Dazu werden Daten von extrem hohen Laktationstagen ausgeschlossen oder nur die häufigsten Gruppenwechsel verwendet bzw. beide Einschränkungen kombiniert. Kann auch dann keine plausible Kurve geschätzt werden, wird keine Auswertung ausgegeben. Jeder Fehler und jede verwendete Einschränkung werden protokolliert.

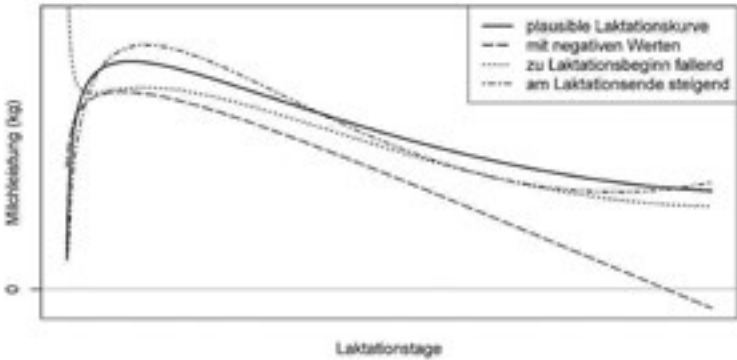


Abbildung 1: Geschätzte Laktationskurven

Die Ausgabe wird so vorbereitet, dass sie vom Anwender leicht interpretiert werden kann. In einer Tabelle werden alle untersuchten Gruppenwechsel mit der erwarteten Änderung der Milchleistung und dem mittleren Laktationstag der auf den Gruppenwechsel folgenden MLP mit Standardabweichung aufgelistet (Tabelle 1). Ist der Einfluss eines Gruppenwechsels geringer als ein eingestellter Schwellenwert oder nicht sicher genug von null verschieden, so wird er nicht ausgegeben.

Gruppenwechsel	Erwartete Änderung der Milchmenge	Mittlerer Laktationstag (SD)
02->01	-2,5	309 (83)
03->00	0,8	86 (22)
04->00	ohne deutlichen Einfluss	80 (39)

Tabelle 1: Auswertung der Gruppenwechsel (Beispiel der Ausgabe)

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Datensätze über sechs (34,4%) oder zwölf Monate (43,8%) liefern deutlich häufiger zuverlässig interpretierbare Ergebnisse als solche über drei Monate (14,8%). Sechs Monate als Grundlage der Auswertung scheinen ein guter Kompromiss zwischen Aktualität

und Durchführbarkeit zu sein. Von den erfolgreich erstellten Auswertungen können 61,8% erst nach Ausschluss von Daten von extrem hohen Laktationstagen erstellt werden. Die anderen Einschränkungen der zu untersuchenden Daten tragen nicht zur Durchführbarkeit bei und könnten zur Beschleunigung des Prozesses übergangen werden. Bei etwa der Hälfte der erfolglosen Versuche kann zwar die Regression durchgeführt werden, aber die geschätzten Kurven werden als „unplausibel“ verworfen. In diesen Fällen werden keine Aussagen über den Einfluss der Gruppenwechsel gemacht, damit sich die Anwender auf die dargestellten Auswertungen verlassen können. Die Ergebnisse zeigen, wie schwierig es ist, gemischte lineare Modelle automatisch zu erstellen. Eine große Herausforderung ist dabei, die Prüfung jedes Modells so zu automatisieren, dass möglichst keine unplausiblen Modelle akzeptiert und trotzdem kaum Modelle fälschlicherweise verworfen werden. Beim vorgestellten Verfahren werden noch sehr viele Modelle als „unplausibel“ eingestuft. Daher sollten die Prüfkriterien weiter verfeinert werden.

## 4 Ausblick: Einbindung des R-Skripts in die DIT

Durch die bestehende Infrastruktur des LKV können die erforderlichen Einzeltierdaten aus den lokal installierten Herdenmanagementprogrammen täglich in die Datenbank der DIT importiert werden [Be10]. Die Prozesse der DIT werden im .NET-Framework entwickelt. Mit der Bibliothek R.NET ist R in dieser Umgebung verfügbar [RN12]. Nachdem die Daten im festgelegten Format an R übergeben wurden, wird das beschriebene Skript aufgerufen. Dessen Rückgabe wird gespeichert und in der ASPX-Webapplikation ausgegeben. Obwohl noch nicht für jeden beliebigen Zeitraum eine Auswertung erstellt werden kann, erhalten Milchviehhalter so die Möglichkeit, als Anwender der DIT ihr Gruppenmanagement ohne zusätzlichen Aufwand zu kontrollieren.

## Literatur

- [AS87] Ali, T.; Schaeffer, L.: Accounting for Covariances among Test Day Milk Yields in Dairy Cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 67, 1987; S. 637-644.
- [Be10] Berger, H.: Praxisbericht zur Integration einer serviceorientierten Architektur für die Milcherzeugung beim Sächsischen Landeskontrollverband e.V. am Beispiel der Plattform fitness monitoring. In (Fähnrich, K.-P.; Franczyk, B. Hrsg.): *INFORMATIK 2010: Service Science - Neue Perspektiven für die Informatik Band 1*, Leipzig 2010. Köllen Verlag+Druck, Bonn, 2010; S. 173-178.
- [RD12] R Development Core Team: *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Wien, 2012. <http://www.R-project.org> (abgerufen am 06.11.2012).
- [RN12] R.NET. <http://rdotnet.codeplex.com> (abgerufen am 05.09.2012).
- [SL12] Sächsischer Landeskontrollverband e.V.: *Veredlungsland Sachsen 2020*. <http://www.veredlungsland.de/index.php?id=108> (abgerufen am 05.11.2012).
- [SP04] Spiekers, H.; Potthast, V.: *Erfolgreiche Milchviehfütterung*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 2004.
- [Zo11] Zoche, V.: fm-Milch – ein Monitoringinstrument für Milcherzeugerbetriebe. In (Fürl, M. Hrsg.): *International Conference: Prophylaxis of herd and production diseases*, Leipzig 2011. Merkur GmbH, Leipzig, 2011; S. 61–62.

# **Risikobasierte Zertifizierung im ökologischen Landbau – verbesserte Kontrollstrategien auf der Grundlage der Daten großer deutscher Kontrollstellen**

Alexander Zorn, Christian Lippert, Stephan Dabbert

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre  
Universität Hohenheim  
70593 Stuttgart-Hohenheim  
alexander.zorn@uni-hohenheim.de  
christian.lippert@uni-hohenheim.de  
stephan.dabbert@uni-hohenheim.de

**Abstract:** Zur Steigerung der Effektivität von Kontrollen wird häufig auf das Konzept risikobasierter Kontrollen verwiesen. Eine Analyse der Kontrolldaten von fünf großen deutschen Öko-Kontrollstellen soll eine fundierte, quantitative Abschätzung des Risikos von Abweichungen ermöglichen. Dies ist eine methodisch junge Anwendung der Nutzung von Massendaten aus dem Bereich der Qualitätssicherung in der Agrarwirtschaft, die auch für andere Bereiche der Qualitätssicherung relevant sein kann.

## **1 Einleitung**

Das Konzept „risikobasierte Zertifizierung“ (bzw. risikobasierte Kontrolle) zielt darauf ab, die Effektivität von Kontrollen zu erhöhen, indem diese verstärkt bei Betrieben mit einem erhöhten Risiko der Nicht-Einhaltung von Vorschriften durchgeführt werden [JSS05]. Zur Planung von Kontrollstrategien, die sich an dem Risiko der Nicht-Einhaltung ausrichten, können die Ergebnisse früherer Kontrollen und die dabei erhobenen Daten herangezogen werden. Dies schreiben im Bereich des ökologischen Landbaus die geltenden gesetzlichen Vorgaben auf europäischer Ebene (Verordnung (EG) Nr. 834/2007) und in Deutschland (Verordnung über die Zulassung von Kontrollstellen nach dem Öko-Landbaugesetz) zur Festlegung der Kontrollhäufigkeit und -intensität vor. Öko-Kontrollstellen verfügen in aller Regel über Datenbanken mit Informationen zu den Eigenschaften der Betriebe, deren Produktionsstruktur und frühere Kontrollergebnisse. Zur Festlegung der Kontrollhäufigkeit und -intensität im Rahmen des Konzepts risikobasierter Kontrollen wurden diese Daten unseres Wissens bislang nur in begrenztem Umfang genutzt. Auf der Basis der Kontrolldatenbanken von fünf großen deutschen Öko-Kontrollstellen soll die Eignung der erhobenen Informationen zur Risikoklassifikation der Betriebe mittels Choice-Modellen untersucht werden.



## 2 Literatur

Umfangreiche Literatur zur risikobasierten Kontrolle existiert im Bereich der Lebensmittelsicherheit [Fao08, Hs10]. Entsprechende Literatur zur Zertifizierung von Vertrauenseigenschaften wie der Öko-Qualität gibt es kaum. Meist wird die Implementierung eines risikobasierten Kontrollsystems empfohlen [SAS06, Af09]. Grundlegende quantitative Analysen dieses Instruments im Bereich der Öko-Kontrolle wurden in verschiedenen Ländern der Europäischen Union kürzlich veröffentlicht auf der Basis selektierter Daten von jeweils einer Kontrollstelle je Land. Als wesentliche, die Nicht-Einhaltung beeinflussenden Faktoren wurden frühere Abweichungen, die Betriebsgröße und -komplexität sowie Tierhaltung, insbesondere die Schweine- und Geflügelhaltung identifiziert [Gd12]. Diese Analysen sollen durch das Zusammenführen der Originaldaten großer deutscher Kontrollstellen vertieft und erweitert werden.

## 3 Theoretischer Rahmen: Economics of Crime

Der theoretische Hintergrund stützt sich auf den Economics of Crime-Ansatz [Bg68]. Da die Vertrauenseigenschaft „Öko-Qualität“ vom Käufer am Produkt selbst nicht überprüft werden kann, ist opportunistisches Verhalten während des Herstellungsprozesses relativ leicht möglich. Aufbauend auf dieser Prämisse wurden Hypothesen zu den Faktoren, welche die Einhaltung der Regeln des ökologischen Landbaus positiv oder negativ beeinflussen können, entwickelt, um diese in der statistischen Analyse zu prüfen. Zu den zu testenden Hypothesen gehören unter anderem:

- bei bestimmten Betriebstypen (etwa Geflügel haltenden Betrieben) ist das Risiko größer als bei anderen (etwa Mutterkuhbetrieben)
- das Risiko der Nicht-Einhaltung unterscheidet sich in verschiedenen Bundesländern
- das Risiko ist abhängig von der Art der Kontrolle (z.B. angekündigte vs. unangekündigte Kontrolle).

## 4 Zusammenführen der Kontrolldaten

Um eine möglichst breite Datenbasis zu erhalten, wurden soweit als möglich die originalen Datenbanken von fünf großen deutschen Kontrollstellen übergeben. Eine große Anzahl von Beobachtungen bzw. Betrieben ist für die Analyse der Daten bedeutend, da schwere Abweichungen von den Regeln des ökologischen Landbaus sehr selten vorkommen (bzw. aufgedeckt werden). Durch die Verwendung der größtenteils originalen Daten sollen die von verschiedenen Kontrollstellen z.T. unterschiedlichen erfassten Merkmale auf ihre Eignung für die Verwendung bei der Risikoklassifikation geprüft werden.

Die Kontrolldaten, die aus vier unterschiedlichen Datenbankmanagementsystemen stammen, wurden im Bereich der Produktionsdaten mit Hilfe der Eurostat-Klassifikation

für pflanzliche und tierische Erzeugung standardisiert und damit für die statistischen Analysen vorbereitet. Die Datenbanken wurden jeweils in eine MySQL-Datenbank umgewandelt. In MySQL wurden die Daten auf Konsistenz überprüft, normalisiert und nach Bedarf umstrukturiert. Dieser Prozess war in Abhängigkeit von der Struktur der ursprünglichen Datenbank und der Qualität der enthaltenen Daten sehr aufwendig. Anschließend wurden die Daten gesichtet, um relevante Inhalte für die Datenanalyse zu identifizieren. Dieser Prozess wurde dadurch erschwert, dass keine Kontrollstelle über eine schriftliche Dokumentation der Datenbankinhalte verfügt.

Die schließlich erstellte zentrale Datenbank umfasst die anonymisierten Daten von 15.000 Betrieben in den Jahren 2009 und 2010 und damit jeweils mehr als 70 % der kontrollierten Öko-Landwirtschaftsbetriebe. Die Datenbank enthält Informationen zu den Eigenschaften der kontrollierten Betriebe (Betriebsgröße, Öko-Kontrollerfahrung, Umfang der pflanzlichen und tierischen Produktion), zu den durchgeführten Kontrollen (Anzahl und Art durchgeführter Kontrollen) sowie die Kontrollergebnisse (Abweichungen und daraus folgende Maßnahmen bzw. Sanktionen). Für die statistische Analyse wurden die dazu benötigten Daten mittels Sichten und Abfragen in Datensätze (jeweils ein Datensatz pro Kontrollstelle) überführt. Aufbauend auf den Erfahrungen dieser separaten Analysen soll anschließend ein gemeinsamer Datensatz mit den zusammengeführten Daten aller Kontrollstellen analysiert werden.

## **5 Analyse der Daten mittels binärer Choice-Modelle**

Zur Analyse der Kontrolldaten werden binäre Choice-Modelle (Logit-Modelle) genutzt. Die binäre abhängige Variable  $y$  (mit 0 = keine Sanktion und 1 = mindestens eine schwere Sanktion im betreffenden Jahr) soll durch die Eigenschaften des Betriebes, seine Produktionsstruktur (Dummy-Variablen für Pflanzenkulturen und Tierarten) und der Kontrolle (Art, Kontrolleur) erklärt werden. Als abhängige Variable wird die Sanktionsstufe genutzt, da durch die Schwere einer Sanktion die Schwere einer Nichteinhaltung sehr gut abgebildet wird. Erste Analysen der Datensätze einzelner Kontrollstellen wurden begonnen.

## **6 Ausblick**

Die Weiterentwicklung des Konzepts risikobasierter Kontrollen kann zu effektiveren Kontrollen führen und kann damit zu Kosteneinsparungen im Kontrollsystem, aber auch zu einem erhöhten Verbrauchervertrauen in das System beitragen. Der vorgestellte Ansatz, mittels quantitativer Analysen der standardmäßig erhobenen Daten das Risiko der Nichteinhaltung abzuschätzen, ist neuartig. Hinsichtlich der Umsetzung in der Praxis der Öko-Kontrolle und anderer verwandter Bereiche ist beispielsweise eine Auswertung aktueller Kontrolldaten denkbar, um mittels der Analyseergebnisse kurzfristig auf veränderte Bedingungen reagieren zu können.

## Literaturverzeichnis

- [Af09] Albersmeier, F.; Schulze, H.; Jahn, G.; Spiller, A.: The reliability of third-party certification in the food chain: From checklists to risk-oriented auditing. *Food Control*, 20(10), 2009; S. 927-935.
- [Bg68] Becker, G.S.: Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*, 76(2), 1968; S. 169-217.
- [DB09] Dabbert, S.; Braun, J.: *Landwirtschaftliche Betriebslehre*. Ulmer, Stuttgart, 2009.
- [Fao08] Food and Agriculture Organization of the United Nations: *Risk-based food inspection manual*. FAO, Rome, 2008.
- [Gd12] Gambelli, D.; Zanolli, R.; Solfanelli, F.; Dabbert, S.; Lippert, C.; Zorn, A.: *Modelling of Certification Systems - Report on Economic Modelling Results and Actions to Increase Efficiency and Cost-Effectiveness of Inspection Procedures*. Universität Hohenheim, Stuttgart, 2012.
- [Hs10] Hoffmann, S.: Ensuring food safety around the globe: The many roles of risk analysis from risk ranking to microbial risk assessment: Introduction to special series. *Risk Analysis*, 30(5), 2010; S. 711-714.
- [JSS05] Jahn, G.; Schramm, M.; Spiller, A.: The Reliability of Certification: Quality Labels as a Consumer Policy Tool. *Journal of Consumer Policy*, 28(1), 2005; S. 53-73.
- [SAS06] Schulze, H.; Albersmeier, F.; Spiller, A.: *Risikoorientierte Prüfung in Zertifizierungssystemen der Land- und Ernährungswirtschaft*. Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, 2006.

Diese Veröffentlichung wurde gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags im Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

## *GI-Edition Lecture Notes in Informatics*

- P-1 Gregor Engels, Andreas Oberweis, Albert Zündorf (Hrsg.): Modellierung 2001.
- P-2 Mikhail Godlevsky, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications, ISTA'2001.
- P-3 Ana M. Moreno, Reind P. van de Riet (Hrsg.): Applications of Natural Language to Information Systems, NLDB'2001.
- P-4 H. Wörn, J. Mühling, C. Vahl, H.-P. Meinzer (Hrsg.): Rechner- und sensor-gestützte Chirurgie; Workshop des SFB 414.
- P-5 Andy Schürr (Hg.): OMER – Object-Oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems.
- P-6 Hans-Jürgen Appelpath, Rolf Beyer, Uwe Marquardt, Heinrich C. Mayr, Claudia Steinberger (Hrsg.): Unternehmen Hochschule, UH'2001.
- P-7 Andy Evans, Robert France, Ana Moreira, Bernhard Rumpe (Hrsg.): Practical UML-Based Rigorous Development Methods – Countering or Integrating the extremists, pUML'2001.
- P-8 Reinhard Keil-Slawik, Johannes Magenheimer (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS'2001.
- P-9 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN Arbeits-tagung.
- P-10 Mirjam Minor, Steffen Staab (Hrsg.): 1st German Workshop on Experience Management: Sharing Experiences about the Sharing Experience.
- P-11 Michael Weber, Frank Kargl (Hrsg.): Mobile Ad-Hoc Netzwerke, WMAN 2002.
- P-12 Martin Glinz, Günther Müller-Luschnat (Hrsg.): Modellierung 2002.
- P-13 Jan von Knop, Peter Schirmbacher und Viljan Mahni\_ (Hrsg.): The Changing Universities – The Role of Technology.
- P-14 Robert Tolksdorf, Rainer Eckstein (Hrsg.): XML-Technologien für das Semantic Web – XSW 2002.
- P-15 Hans-Bernd Bludau, Andreas Koop (Hrsg.): Mobile Computing in Medicine.
- P-16 J. Felix Hampe, Gerhard Schwabe (Hrsg.): Mobile and Collaborative Business 2002.
- P-17 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Zukunft der Netze –Die Verletz-barkeit meistern, 16. DFN Arbeitstagung.
- P-18 Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informations-systeme – MobIS 2002.
- P-19 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Infor-matik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesell-schaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund.
- P-20 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Infor-matik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesell-schaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund (Ergänzungs-band).
- P-21 Jörg Desel, Mathias Weske (Hrsg.): Promise 2002: Prozessorientierte Metho-den und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen.
- P-22 Sigrid Schubert, Johannes Magenheimer, Peter Hubwieser, Torsten Brinda (Hrsg.): Forschungsbeiträge zur "Didaktik der Informatik" – Theorie, Praxis, Evaluation.
- P-23 Thorsten Spitta, Jens Borchers, Harry M. Sneed (Hrsg.): Software Management 2002 – Fortschritt durch Beständigkeit
- P-24 Rainer Eckstein, Robert Tolksdorf (Hrsg.): XMIDX 2003 – XML-Technologien für Middleware – Middle-ware für XML-Anwendungen
- P-25 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Commerce – Anwendungen und Perspektiven – 3. Workshop Mobile Commerce, Universität Augsburg, 04.02.2003
- P-26 Gerhard Weikum, Harald Schöning, Erhard Rahm (Hrsg.): BTW 2003: Daten-banksysteme für Business, Technologie und Web
- P-27 Michael Kroll, Hans-Gerd Lipinski, Kay Melzer (Hrsg.): Mobiles Computing in der Medizin
- P-28 Ulrich Reimer, Andreas Abecker, Steffen Staab, Gerd Stumme (Hrsg.): WM 2003: Professionelles Wissensmanagement – Er-fahrungen und Visionen
- P-29 Antje Düsterhöft, Bernhard Thalheim (Eds.): NLDB'2003: Natural Language Processing and Information Systems
- P-30 Mikhail Godlevsky, Stephen Liddle, Heinrich C. Mayr (Eds.): Information Systems Technology and its Applications
- P-31 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.): BIOSIG 2003: Biometrics and Electronic Signatures

- P-32 Peter Hubwieser (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht – INFOS 2003
- P-33 Andreas Geyer-Schulz, Alfred Taudes (Hrsg.): Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft
- P-34 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenber, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 1)
- P-35 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenber, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 2)
- P-36 Rüdiger Grimm, Hubert B. Keller, Kai Rannenber (Hrsg.): Informatik 2003 – Mit Sicherheit Informatik
- P-37 Arndt Bode, Jörg Desel, Sabine Rathmayer, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2003: e-Learning Fachtagung Informatik
- P-38 E.J. Sinz, M. Plaha, P. Neckel (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2003
- P-39 Jens Nedon, Sandra Frings, Oliver Göbel (Hrsg.): IT-Incident Management & IT-Forensics – IMF 2003
- P-40 Michael Rebstock (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2004
- P-41 Uwe Brinkschulte, Jürgen Becker, Dietmar Fey, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle, Thomas Runkler (Edts.): ARCS 2004 – Organic and Pervasive Computing
- P-42 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Economy – Transaktionen und Prozesse, Anwendungen und Dienste
- P-43 Birgitta König-Ries, Michael Klein, Philipp Obreiter (Hrsg.): Persistence, Scalability, Transactions – Database Mechanisms for Mobile Applications
- P-44 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): Security, E-Learning, E-Services
- P-45 Bernhard Rumpe, Wolfgang Hesse (Hrsg.): Modellierung 2004
- P-46 Ulrich Flegel, Michael Meier (Hrsg.): Detection of Intrusions of Malware & Vulnerability Assessment
- P-47 Alexander Prosser, Robert Krimmer (Hrsg.): Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society
- P-48 Anatoly Doroshenko, Terry Halpin, Stephen W. Liddle, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-49 G. Schiefer, P. Wagner, M. Morgenstern, U. Rickert (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven
- P-50 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 1) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-51 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 2) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-52 Gregor Engels, Silke Seehusen (Hrsg.): DELFI 2004 – Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-53 Robert Giegerich, Jens Stoye (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics – GCB 2004
- P-54 Jens Borchers, Ralf Kneuper (Hrsg.): Softwaremanagement 2004 – Outsourcing und Integration
- P-55 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): E-Science und Grid Ad-hoc-Netze Medienintegration
- P-56 Fernand Feltz, Andreas Oberweis, Benoit Otjacques (Hrsg.): EMISA 2004 – Informationssysteme im E-Business und E-Government
- P-57 Klaus Turowski (Hrsg.): Architekturen, Komponenten, Anwendungen
- P-58 Sami Beydeda, Volker Gruhn, Johannes Mayer, Ralf Reussner, Franz Schweiggert (Hrsg.): Testing of Component-Based Systems and Software Quality
- P-59 J. Felix Hampe, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Rannenber, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Business – Processes, Platforms, Payments
- P-60 Steffen Friedrich (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für informatische Bildung
- P-61 Paul Müller, Reinhard Gotzhein, Jens B. Schmitt (Hrsg.): Kommunikation in verteilten Systemen
- P-62 Federrath, Hannes (Hrsg.): „Sicherheit 2005“ – Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit
- P-63 Roland Kaschek, Heinrich C. Mayr, Stephen Liddle (Hrsg.): Information Systems – Technology and its Applications

- P-64 Peter Liggesmeyer, Klaus Pohl, Michael Goedicke (Hrsg.): Software Engineering 2005
- P-65 Gottfried Vossen, Frank Leymann, Peter Lockemann, Wolffried Stucky (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web
- P-66 Jörg M. Haake, Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian (Hrsg.): DeLFI 2005: 3. deutsche e-Learning Fachtagung Informatik
- P-67 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 1)
- P-68 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 2)
- P-69 Robert Hirschfeld, Ryszard Kowalczyk, Andreas Polze, Matthias Weske (Hrsg.): NODE 2005, GSEM 2005
- P-70 Klaus Turowski, Johannes-Maria Zaha (Hrsg.): Component-oriented Enterprise Application (COAE 2005)
- P-71 Andrew Torda, Stefan Kurz, Matthias Rarey (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics 2005
- P-72 Klaus P. Jantke, Klaus-Peter Fähnrich, Wolfgang S. Wittig (Hrsg.): Marktplatz Internet: Von e-Learning bis e-Payment
- P-73 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): "Heute schon das Morgen sehen"
- P-74 Christopher Wolf, Stefan Lucks, Po-Wah Yau (Hrsg.): WEWoRC 2005 – Western European Workshop on Research in Cryptology
- P-75 Jörg Desel, Ulrich Frank (Hrsg.): Enterprise Modelling and Information Systems Architecture
- P-76 Thomas Kirste, Birgitta König-Ries, Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Informationssysteme – Potentiale, Hindernisse, Einsatz
- P-77 Jana Dittmann (Hrsg.): SICHERHEIT 2006
- P-78 K.-O. Wenkel, P. Wagner, M. Morgens-tern, K. Luzi, P. Eisermann (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel
- P-79 Bettina Biel, Matthias Book, Volker Gruhn (Hrsg.): Softwareengineering 2006
- P-80 Mareike Schoop, Christian Huemer, Michael Rebstock, Martin Bichler (Hrsg.): Service-Oriented Electronic Commerce
- P-81 Wolfgang Karl, Jürgen Becker, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle (Hrsg.): ARCS'06
- P-82 Heinrich C. Mayr, Ruth Breu (Hrsg.): Modellierung 2006
- P-83 Daniel Huson, Oliver Kohlbacher, Andrei Lupas, Kay Nieselt and Andreas Zell (eds.): German Conference on Bioinformatics
- P-84 Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-85 Witold Abramowicz, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Business Information Systems
- P-86 Robert Krimmer (Ed.): Electronic Voting 2006
- P-87 Max Mühlhäuser, Guido Rößling, Ralf Steinmetz (Hrsg.): DELFI 2006: 4. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-88 Robert Hirschfeld, Andreas Polze, Ryszard Kowalczyk (Hrsg.): NODE 2006, GSEM 2006
- P-90 Joachim Schelp, Robert Winter, Ulrich Frank, Bodo Rieger, Klaus Turowski (Hrsg.): Integration, Informationslogistik und Architektur
- P-91 Henrik Stormer, Andreas Meier, Michael Schumacher (Eds.): European Conference on eHealth 2006
- P-92 Fernand Feltz, Benoît Otjacques, Andreas Oberweis, Nicolas Poussing (Eds.): AIM 2006
- P-93 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 1
- P-94 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 2
- P-95 Matthias Weske, Markus Nüttgens (Eds.): EMISA 2005: Methoden, Konzepte und Technologien für die Entwicklung von dienstbasierten Informationssystemen
- P-96 Saartje Brockmans, Jürgen Jung, York Sure (Eds.): Meta-Modelling and Ontologies
- P-97 Oliver Göbel, Dirk Schadt, Sandra Frings, Hardo Hase, Detlef Günther, Jens Nedon (Eds.): IT-Incident Mangament & IT-Forensics – IMF 2006

- P-98 Hans Brandt-Pook, Werner Simonsmeier und Thorsten Spitta (Hrsg.): Beratung in der Softwareentwicklung – Modelle, Methoden, Best Practices
- P-99 Andreas Schwill, Carsten Schulte, Marco Thomas (Hrsg.): Didaktik der Informatik
- P-100 Peter Forbrig, Günter Siegel, Markus Schneider (Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik
- P-101 Stefan Böttinger, Ludwig Theuvsen, Susanne Rank, Marlies Morgenstern (Hrsg.): Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten
- P-102 Otto Spaniol (Eds.): Mobile Services and Personalized Environments
- P-103 Alfons Kemper, Harald Schöning, Thomas Rose, Matthias Jarke, Thomas Seidl, Christoph Quix, Christoph Brochhaus (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW 2007)
- P-104 Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Rainer Malaka, Can Türker (Hrsg.): MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme
- P-105 Wolf-Gideon Bleek, Jörg Raasch, Heinz Züllighoven (Hrsg.): Software Engineering 2007
- P-106 Wolf-Gideon Bleek, Henning Schwentner, Heinz Züllighoven (Hrsg.): Software Engineering 2007 – Beiträge zu den Workshops
- P-107 Heinrich C. Mayr, Dimitris Karagiannis (eds.) Information Systems Technology and its Applications
- P-108 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (eds.) BIOSIG 2007: Biometrics and Electronic Signatures
- P-109 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.): INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 1
- P-110 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.): INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 2
- P-111 Christian Eibl, Johannes Magenheimer, Sigrid Schubert, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2007: 5. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-112 Sigrid Schubert (Hrsg.) Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis
- P-113 Sören Auer, Christian Bizer, Claudia Müller, Anna V. Zhdanova (Eds.) The Social Semantic Web 2007 Proceedings of the 1<sup>st</sup> Conference on Social Semantic Web (CSSW)
- P-114 Sandra Frings, Oliver Göbel, Detlef Günther, Hardo G. Hase, Jens Nedon, Dirk Schadt, Arslan Brömme (Eds.) IMF2007 IT-incident management & IT-forensics Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on IT-Incident Management & IT-Forensics
- P-115 Claudia Falter, Alexander Schliep, Joachim Selbig, Martin Vingron and Dirk Walther (Eds.) German conference on bioinformatics GCB 2007
- P-116 Witold Abramowicz, Leszek Maciszek (Eds.) Business Process and Services Computing 1<sup>st</sup> International Working Conference on Business Process and Services Computing BPSC 2007
- P-117 Ryszard Kowalczyk (Ed.) Grid service engineering and management The 4<sup>th</sup> International Conference on Grid Service Engineering and Management GSEM 2007
- P-118 Andreas Hein, Wilfried Thoben, Hans-Jürgen Appelrath, Peter Jensch (Eds.) European Conference on ehealth 2007
- P-119 Manfred Reichert, Stefan Strecker, Klaus Turowski (Eds.) Enterprise Modelling and Information Systems Architectures Concepts and Applications
- P-120 Adam Pawlak, Kurt Sandkuhl, Wojciech Cholewa, Leandro Soares Indrusiak (Eds.) Coordination of Collaborative Engineering - State of the Art and Future Challenges
- P-121 Korbinian Hermann, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-122 Walid Maalej, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 - Workshopband Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

- P-123 Michael H. Breitner, Martin Breunig, Elgar Fleisch, Ley Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Technologien, Prozesse, Marktfähigkeit  
Proceedings zur 3. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2008)
- P-124 Wolfgang E. Nagel, Rolf Hoffmann, Andreas Koch (Eds.)  
9<sup>th</sup> Workshop on Parallel Systems and Algorithms (PASA)  
Workshop of the GI/ITG Special Interest Groups PARS and PARVA
- P-125 Rolf A.E. Müller, Hans-H. Sundermeier, Ludwig Theuvsen, Stephanie Schütze, Marlies Morgenstern (Hrsg.)  
Unternehmens-IT:  
Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde  
Referate der 28. GIL Jahrestagung
- P-126 Rainer Gimnich, Uwe Kaiser, Jochen Quante, Andreas Winter (Hrsg.)  
10<sup>th</sup> Workshop Software Reengineering (WSR 2008)
- P-127 Thomas Kühne, Wolfgang Reisig, Friedrich Steimann (Hrsg.)  
Modellierung 2008
- P-128 Ammar Alkassar, Jörg Siekmann (Hrsg.)  
Sicherheit 2008  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 4. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
2.-4. April 2008  
Saarbrücken, Germany
- P-129 Wolfgang Hesse, Andreas Oberweis (Eds.)  
Sigsand-Europe 2008  
Proceedings of the Third AIS SIGSAND European Symposium on Analysis, Design, Use and Societal Impact of Information Systems
- P-130 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
1. DFN-Forum Kommunikationstechnologien Beiträge der Fachtagung
- P-131 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
3<sup>rd</sup> International Conference on Electronic Voting 2008  
Co-organized by Council of Europe, Gesellschaft für Informatik und E-Voting.  
CC
- P-132 Silke Seehusen, Ulrike Lucke, Stefan Fischer (Hrsg.)  
DeLFI 2008:  
Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-133 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)  
INFORMATIK 2008  
Beherrschbare Systeme – dank Informatik Band 1
- P-134 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)  
INFORMATIK 2008  
Beherrschbare Systeme – dank Informatik Band 2
- P-135 Torsten Brinda, Michael Fothe, Peter Hubwieser, Kirsten Schlüter (Hrsg.)  
Didaktik der Informatik –  
Aktuelle Forschungsergebnisse
- P-136 Andreas Beyer, Michael Schroeder (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics GCB 2008
- P-137 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)  
BIOSIG 2008: Biometrics and Electronic Signatures
- P-138 Barbara Dinter, Robert Winter, Peter Chamoni, Norbert Gronau, Klaus Turowski (Hrsg.)  
Synergien durch Integration und Informationslogistik  
Proceedings zur DW2008
- P-139 Georg Herzwurm, Martin Mikusz (Hrsg.)  
Industrialisierung des Software-Managements  
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik
- P-140 Oliver Göbel, Sandra Frings, Detlef Günther, Jens Nedon, Dirk Schadt (Eds.)  
IMF 2008 - IT Incident Management & IT Forensics
- P-141 Peter Loos, Markus Nüttgens, Klaus Turowski, Dirk Werth (Hrsg.)  
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2008)  
Modellierung zwischen SOA und Compliance Management
- P-142 R. Bill, P. Korduan, L. Theuvsen, M. Morgenstern (Hrsg.)  
Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung
- P-143 Peter Liggesmeyer, Gregor Engels, Jürgen Münch, Jörg Dörr, Norman Riegel (Hrsg.)  
Software Engineering 2009  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik



- P-144 Johann-Christoph Freytag, Thomas Ruf, Wolfgang Lehner, Gottfried Vossen (Hrsg.)  
Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW)
- P-145 Knut Hinkelmann, Holger Wache (Eds.)  
WM2009: 5th Conference on Professional Knowledge Management
- P-146 Markus Bick, Martin Breunig, Hagen Höpfner (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Entwicklung, Implementierung und Anwendung  
4. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2009)
- P-147 Witold Abramowicz, Leszek Maciaszek, Ryszard Kowalczyk, Andreas Speck (Eds.)  
Business Process, Services Computing and Intelligent Service Management  
BPSC 2009 · ISM 2009 · YRW-MBP 2009
- P-148 Christian Erfurth, Gerald Eichler, Volkmar Schau (Eds.)  
9<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems  
I<sup>2</sup>CS 2009
- P-149 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
2. DFN-Forum  
Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-150 Jürgen Münch, Peter Liggesmeyer (Hrsg.)  
Software Engineering  
2009 - Workshopband
- P-151 Armin Heinzl, Peter Dadam, Stefan Kirn, Peter Lockemann (Eds.)  
PRIMIUM  
Process Innovation for  
Enterprise Software
- P-152 Jan Mendling, Stefanie Rinderle-Ma, Werner Esswein (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures  
Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Int'l Workshop  
EMISA 2009
- P-153 Andreas Schwill, Nicolas Apostolopoulos (Hrsg.)  
Lernen im Digitalen Zeitalter  
DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning  
Fachtagung Informatik
- P-154 Stefan Fischer, Erik Maehle  
Rüdiger Reischuk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2009  
Im Focus das Leben
- P-155 Arslan Brömmе, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)  
BIOSIG 2009:  
Biometrics and Electronic Signatures  
Proceedings of the Special Interest Group on Biometrics and Electronic Signatures
- P-156 Bernhard Koerber (Hrsg.)  
Zukunft braucht Herkunft  
25 Jahre »INFOS – Informatik und Schule«
- P-157 Ivo Grosse, Steffen Neumann, Stefan Posch, Falk Schreiber, Peter Stadler (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics  
2009
- P-158 W. Claudepein, L. Theuvsen, A. Kämpf, M. Morgenstern (Hrsg.)  
Precision Agriculture  
Reloaded – Informationsgestützte  
Landwirtschaft
- P-159 Gregor Engels, Markus Luckey, Wilhelm Schäfer (Hrsg.)  
Software Engineering 2010
- P-160 Gregor Engels, Markus Luckey, Alexander Pretschner, Ralf Reussner (Hrsg.)  
Software Engineering 2010 –  
Workshopband  
(inkl. Doktorandensymposium)
- P-161 Gregor Engels, Dimitris Karagiannis  
Heinrich C. Mayr (Hrsg.)  
Modellierung 2010
- P-162 Maria A. Wimmer, Uwe Brinkhoff, Siegfried Kaiser, Dagmar Lück-Schneider, Erich Schweighofer, Andreas Wiebe (Hrsg.)  
Vernetzte IT für einen effektiven Staat  
Gemeinsame Fachtagung  
Verwaltungsinformatik (FTVI) und  
Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2010
- P-163 Markus Bick, Stefan Eulgem, Elgar Fleisch, J. Felix Hampe, Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Rannenberg (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre  
Informationssysteme  
Technologien, Anwendungen und  
Dienste zur Unterstützung von mobiler  
Kollaboration
- P-164 Arslan Brömmе, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2010: Biometrics and Electronic  
Signatures Proceedings of the Special  
Interest Group on Biometrics and  
Electronic Signatures

- P-165 Gerald Eichler, Peter Kropf, Ulrike Lechner, Phayung Meesad, Herwig Unger (Eds.)  
10<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS) – Jubilee Edition 2010 –
- P-166 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
3. DFN-Forum Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-167 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
4<sup>th</sup> International Conference on Electronic Voting 2010  
co-organized by the Council of Europe, Gesellschaft für Informatik and E-Voting.CC
- P-168 Ira Diethelm, Christina Dörge, Claudia Hildebrandt, Carsten Schulte (Hrsg.)  
Didaktik der Informatik  
Möglichkeiten empirischer Forschungsmethoden und Perspektiven der Fachdidaktik
- P-169 Michael Kerres, Nadine Ojstersek, Ulrik Schroeder, Ulrich Hoppe (Hrsg.)  
DeLFI 2010 - 8. Tagung der Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik e.V.
- P-170 Felix C. Freiling (Hrsg.)  
Sicherheit 2010  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
- P-171 Werner Esswein, Klaus Turowski, Martin Juhrisch (Hrsg.)  
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2010)  
Modellgestütztes Management
- P-172 Stefan Klink, Agnes Koschmider, Marco Mevius, Andreas Oberweis (Hrsg.)  
EMISA 2010  
Einflussfaktoren auf die Entwicklung flexibler, integrierter Informationssysteme  
Beiträge des Workshops der GI-Fachgruppe EMISA  
(Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung)
- P-173 Dietmar Schomburg, Andreas Grote (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics 2010
- P-174 Arslan Brömme, Torsten Eymann, Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel, Paul Schmücker (Hrsg.)  
perspeGktive 2010  
Workshop „Innovative und sichere Informationstechnologie für das Gesundheitswesen von morgen“
- P-175 Klaus-Peter Fähnrich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2010  
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik  
Band 1
- P-176 Klaus-Peter Fähnrich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2010  
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik  
Band 2
- P-177 Witold Abramowicz, Rainer Alt, Klaus-Peter Fähnrich, Bogdan Franczyk, Leszek A. Maciaszek (Eds.)  
INFORMATIK 2010  
Business Process and Service Science – Proceedings of ISSS and BPSC
- P-178 Wolfram Pietsch, Benedikt Krams (Hrsg.)  
Vom Projekt zum Produkt  
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik (WI-MAW), Aachen, 2010
- P-179 Stefan Gruner, Bernhard Rumpe (Eds.)  
FM+AM'2010  
Second International Workshop on Formal Methods and Agile Methods
- P-180 Theo Härder, Wolfgang Lehner, Bernhard Mitschang, Harald Schöning, Holger Schwarz (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW) 14. Fachtagung des GI-Fachbereichs „Datenbanken und Informationssysteme“ (DBIS)
- P-181 Michael Clasen, Otto Schätzel, Brigitte Theuvsen (Hrsg.)  
Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft, Fokus: Moderne Weinwirtschaft
- P-182 Ronald Maier (Hrsg.)  
6<sup>th</sup> Conference on Professional Knowledge Management  
From Knowledge to Action
- P-183 Ralf Reussner, Matthias Grund, Andreas Oberweis, Walter Tichy (Hrsg.)  
Software Engineering 2011  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-184 Ralf Reussner, Alexander Pretschner, Stefan Jähnichen (Hrsg.)  
Software Engineering 2011  
Workshopband  
(inkl. Doktorandensymposium)

- P-185 Hagen Höpfner, Günther Specht, Thomas Ritz, Christian Bunse (Hrsg.)  
MMS 2011: Mobile und ubiquitäre Informationssysteme Proceedings zur 6. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2011)
- P-186 Gerald Eichler, Axel Küpper, Volkmar Schau, Hacène Fouchal, Herwig Unger (Eds.)  
11<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS)
- P-187 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
4. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, Beiträge der Fachtagung 20. Juni bis 21. Juni 2011 Bonn
- P-188 Holger Rohland, Andrea Kienle, Steffen Friedrich (Hrsg.)  
DeLFI 2011 – Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. 5.–8. September 2011, Dresden
- P-189 Thomas, Marco (Hrsg.)  
Informatik in Bildung und Beruf INFOS 2011  
14. GI-Fachtagung Informatik und Schule
- P-190 Markus Nüttgens, Oliver Thomas, Barbara Weber (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2011)
- P-191 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2011  
International Conference of the Biometrics Special Interest Group
- P-192 Hans-Ulrich Heiß, Peter Pepper, Holger Schlingloff, Jörg Schneider (Hrsg.)  
INFORMATIK 2011  
Informatik schafft Communities
- P-193 Wolfgang Lehner, Gunther Piller (Hrsg.)  
IMDM 2011
- P-194 M. Clasen, G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung Fokus Forstwirtschaft
- P-195 Neeraj Suri, Michael Waidner (Hrsg.)  
Sicherheit 2012  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 6. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
- P-196 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2012  
Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference of the Biometrics Special Interest Group
- P-197 Jörn von Lucke, Christian P. Geiger, Siegfried Kaiser, Erich Schweighofer, Maria A. Wimmer (Hrsg.)  
Auf dem Weg zu einer offenen, smarten und vernetzten Verwaltungskultur  
Gemeinsame Fachtagung Verwaltungsinformatik (FTVI) und Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2012
- P-198 Stefan Jähnichen, Axel Küpper, Sahin Albayrak (Hrsg.)  
Software Engineering 2012  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-199 Stefan Jähnichen, Bernhard Rumpe, Holger Schlingloff (Hrsg.)  
Software Engineering 2012  
Workshopband
- P-200 Gero Mühl, Jan Richling, Andreas Herkersdorf (Hrsg.)  
ARCS 2012 Workshops
- P-201 Elmar J. Sinz Andy Schürr (Hrsg.)  
Modellierung 2012
- P-202 Andrea Back, Markus Bick, Martin Breunig, Key Poustchi, Frédéric Thiesse (Hrsg.)  
MMS 2012: Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme
- P-203 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
5. DFN-Forum Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-204 Gerald Eichler, Leendert W. M. Wienhofen, Anders Kofod-Petersen, Herwig Unger (Eds.)  
12<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS 2012)
- P-205 Manuel J. Kripp, Melanie Volkamer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
5<sup>th</sup> International Conference on Electronic Voting 2012 (EVOTE2012)  
Co-organized by the Council of Europe, Gesellschaft für Informatik und E-Voting.CC
- P-206 Stefanie Rinderle-Ma, Mathias Weske (Hrsg.)  
EMISA 2012  
Der Mensch im Zentrum der Modellierung
- P-207 Jörg Desel, Jörg M. Haake, Christian Spannagel (Hrsg.)  
DeLFI 2012: Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V.  
24.–26. September 2012

- P-208 Ursula Goltz, Marcus Magnor,  
Hans-Jürgen Appelrath, Herbert Matthies,  
Wolf-Tilo Balke, Lars Wolf (Hrsg.)  
INFORMATIK 2012
- P-209 Hans Brandt-Pook, André Fleer, Thorsten  
Spitta, Malte Wattenberg (Hrsg.)  
Nachhaltiges Software Management
- P-210 Erhard Plödereder, Peter Dencker,  
Herbert Klenk, Hubert B. Keller,  
Silke Spitzer (Hrsg.)  
Automotive – Safety & Security 2012  
Sicherheit und Zuverlässigkeit für  
automobile Informationstechnik
- P-211 M. Clasen, K. C. Kersebaum, A.  
Meyer-Aurich, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Massendatenmanagement in der  
Agrar- und Ernährungswirtschaft  
Erhebung - Verarbeitung - Nutzung  
Referate der 33. GIL-Jahrestagung  
20. – 21. Februar 2013, Potsdam
- P-213 Stefan Kowalewski,  
Bernhard Rumpe (Hrsg.)  
Software Engineering 2013  
Fachtagung des GI-Fachbereichs  
Softwaretechnik

The titles can be purchased at:

**Köllen Druck + Verlag GmbH**

Ernst-Robert-Curtius-Str. 14 · D-53117 Bonn

Fax: +49 (0)228/9898222

E-Mail: [druckverlag@koellen.de](mailto:druckverlag@koellen.de)



## *GI-Edition Lecture Notes in Informatics*

- P-1 Gregor Engels, Andreas Oberweis, Albert Zündorf (Hrsg.): Modellierung 2001.
- P-2 Mikhail Godlevsky, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications, ISTA'2001.
- P-3 Ana M. Moreno, Reind P. van de Riet (Hrsg.): Applications of Natural Language to Information Systems, NLDB'2001.
- P-4 H. Wörn, J. Mühling, C. Vahl, H.-P. Meinzer (Hrsg.): Rechner- und sensor-gestützte Chirurgie; Workshop des SFB 414.
- P-5 Andy Schürr (Hg.): OMER – Object-Oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems.
- P-6 Hans-Jürgen Appelpath, Rolf Beyer, Uwe Marquardt, Heinrich C. Mayr, Claudia Steinberger (Hrsg.): Unternehmen Hochschule, UH'2001.
- P-7 Andy Evans, Robert France, Ana Moreira, Bernhard Rumpe (Hrsg.): Practical UML-Based Rigorous Development Methods – Countering or Integrating the extremists, pUML'2001.
- P-8 Reinhard Keil-Slawik, Johannes Magenheimer (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS'2001.
- P-9 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN Arbeits-tagung.
- P-10 Mirjam Minor, Steffen Staab (Hrsg.): 1st German Workshop on Experience Management: Sharing Experiences about the Sharing Experience.
- P-11 Michael Weber, Frank Kargl (Hrsg.): Mobile Ad-Hoc Netzwerke, WMAN 2002.
- P-12 Martin Glinz, Günther Müller-Luschnat (Hrsg.): Modellierung 2002.
- P-13 Jan von Knop, Peter Schirmbacher und Viljan Mahni\_ (Hrsg.): The Changing Universities – The Role of Technology.
- P-14 Robert Tolksdorf, Rainer Eckstein (Hrsg.): XML-Technologien für das Semantic Web – XSW 2002.
- P-15 Hans-Bernd Bludau, Andreas Koop (Hrsg.): Mobile Computing in Medicine.
- P-16 J. Felix Hampe, Gerhard Schwabe (Hrsg.): Mobile and Collaborative Business 2002.
- P-17 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Zukunft der Netze –Die Verletz-barkeit meistern, 16. DFN Arbeitstagung.
- P-18 Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2002.
- P-19 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund.
- P-20 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3. Okt. 2002 in Dortmund (Ergänzungs-band).
- P-21 Jörg Desel, Mathias Weske (Hrsg.): Promise 2002: Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen.
- P-22 Sigrid Schubert, Johannes Magenheimer, Peter Hubwieser, Torsten Brinda (Hrsg.): Forschungsbeiträge zur "Didaktik der Informatik" – Theorie, Praxis, Evaluation.
- P-23 Thorsten Spitta, Jens Borchers, Harry M. Sneed (Hrsg.): Software Management 2002 – Fortschritt durch Beständigkeit
- P-24 Rainer Eckstein, Robert Tolksdorf (Hrsg.): XMIDX 2003 – XML-Technologien für Middleware – Middle-ware für XML-Anwendungen
- P-25 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Commerce – Anwendungen und Perspektiven – 3. Workshop Mobile Commerce, Universität Augsburg, 04.02.2003
- P-26 Gerhard Weikum, Harald Schöning, Erhard Rahm (Hrsg.): BTW 2003: Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web
- P-27 Michael Kroll, Hans-Gerd Lipinski, Kay Melzer (Hrsg.): Mobiles Computing in der Medizin
- P-28 Ulrich Reimer, Andreas Abecker, Steffen Staab, Gerd Stumme (Hrsg.): WM 2003: Professionelles Wissensmanagement – Erfahrungen und Visionen
- P-29 Antje Düsterhöft, Bernhard Thalheim (Eds.): NLDB'2003: Natural Language Processing and Information Systems
- P-30 Mikhail Godlevsky, Stephen Liddle, Heinrich C. Mayr (Eds.): Information Systems Technology and its Applications
- P-31 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.): BIOSIG 2003: Biometrics and Electronic Signatures

- P-32 Peter Hubwieser (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht – INFOS 2003
- P-33 Andreas Geyer-Schulz, Alfred Taudes (Hrsg.): Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft
- P-34 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenber, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 1)
- P-35 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenber, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 2)
- P-36 Rüdiger Grimm, Hubert B. Keller, Kai Rannenber (Hrsg.): Informatik 2003 – Mit Sicherheit Informatik
- P-37 Arndt Bode, Jörg Desel, Sabine Rathmayer, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2003: e-Learning Fachtagung Informatik
- P-38 E.J. Sinz, M. Plaha, P. Neckel (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2003
- P-39 Jens Nedon, Sandra Frings, Oliver Göbel (Hrsg.): IT-Incident Management & IT-Forensics – IMF 2003
- P-40 Michael Rebstock (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2004
- P-41 Uwe Brinkschulte, Jürgen Becker, Dietmar Fey, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle, Thomas Runkler (Edts.): ARCS 2004 – Organic and Pervasive Computing
- P-42 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Economy – Transaktionen und Prozesse, Anwendungen und Dienste
- P-43 Birgitta König-Ries, Michael Klein, Philipp Obreiter (Hrsg.): Persistence, Scalability, Transactions – Database Mechanisms for Mobile Applications
- P-44 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): Security, E-Learning, E-Services
- P-45 Bernhard Rumpe, Wolfgang Hesse (Hrsg.): Modellierung 2004
- P-46 Ulrich Flegel, Michael Meier (Hrsg.): Detection of Intrusions of Malware & Vulnerability Assessment
- P-47 Alexander Prosser, Robert Krimmer (Hrsg.): Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society
- P-48 Anatoly Doroshenko, Terry Halpin, Stephen W. Liddle, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-49 G. Schiefer, P. Wagner, M. Morgenstern, U. Rickert (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven
- P-50 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 1) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-51 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 2) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-52 Gregor Engels, Silke Seehusen (Hrsg.): DELFI 2004 – Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-53 Robert Giegerich, Jens Stoye (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics – GCB 2004
- P-54 Jens Borchers, Ralf Kneuper (Hrsg.): Softwaremanagement 2004 – Outsourcing und Integration
- P-55 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): E-Science und Grid Ad-hoc-Netze Medienintegration
- P-56 Fernand Feltz, Andreas Oberweis, Benoit Otjacques (Hrsg.): EMISA 2004 – Informationssysteme im E-Business und E-Government
- P-57 Klaus Turowski (Hrsg.): Architekturen, Komponenten, Anwendungen
- P-58 Sami Beydeda, Volker Gruhn, Johannes Mayer, Ralf Reussner, Franz Schweiggert (Hrsg.): Testing of Component-Based Systems and Software Quality
- P-59 J. Felix Hampe, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Rannenber, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Business – Processes, Platforms, Payments
- P-60 Steffen Friedrich (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für informatische Bildung
- P-61 Paul Müller, Reinhard Gotzhein, Jens B. Schmitt (Hrsg.): Kommunikation in verteilten Systemen
- P-62 Federrath, Hannes (Hrsg.): „Sicherheit 2005“ – Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit
- P-63 Roland Kaschek, Heinrich C. Mayr, Stephen Liddle (Hrsg.): Information Systems – Technology and its Applications

- P-64 Peter Liggesmeyer, Klaus Pohl, Michael Goedicke (Hrsg.): Software Engineering 2005
- P-65 Gottfried Vossen, Frank Leymann, Peter Lockemann, Wolffried Stucky (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web
- P-66 Jörg M. Haake, Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian (Hrsg.): DeLFI 2005: 3. deutsche e-Learning Fachtagung Informatik
- P-67 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 1)
- P-68 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 2)
- P-69 Robert Hirschfeld, Ryszard Kowalczyk, Andreas Polze, Matthias Weske (Hrsg.): NODE 2005, GSEM 2005
- P-70 Klaus Turowski, Johannes-Maria Zaha (Hrsg.): Component-oriented Enterprise Application (COAE 2005)
- P-71 Andrew Torda, Stefan Kurz, Matthias Rarey (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics 2005
- P-72 Klaus P. Jantke, Klaus-Peter Fähnrich, Wolfgang S. Wittig (Hrsg.): Marktplatz Internet: Von e-Learning bis e-Payment
- P-73 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): "Heute schon das Morgen sehen"
- P-74 Christopher Wolf, Stefan Lucks, Po-Wah Yau (Hrsg.): WEWoRC 2005 – Western European Workshop on Research in Cryptology
- P-75 Jörg Desel, Ulrich Frank (Hrsg.): Enterprise Modelling and Information Systems Architecture
- P-76 Thomas Kirste, Birgitta König-Ries, Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Informationssysteme – Potentiale, Hindernisse, Einsatz
- P-77 Jana Dittmann (Hrsg.): SICHERHEIT 2006
- P-78 K.-O. Wenkel, P. Wagner, M. Morgens-tern, K. Luzi, P. Eisermann (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel
- P-79 Bettina Biel, Matthias Book, Volker Gruhn (Hrsg.): Softwareengineering 2006
- P-80 Mareike Schoop, Christian Huemer, Michael Rebstock, Martin Bichler (Hrsg.): Service-Oriented Electronic Commerce
- P-81 Wolfgang Karl, Jürgen Becker, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle (Hrsg.): ARCS'06
- P-82 Heinrich C. Mayr, Ruth Breu (Hrsg.): Modellierung 2006
- P-83 Daniel Huson, Oliver Kohlbacher, Andrei Lupas, Kay Nieselt and Andreas Zell (eds.): German Conference on Bioinformatics
- P-84 Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-85 Witold Abramowicz, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Business Information Systems
- P-86 Robert Krimmer (Ed.): Electronic Voting 2006
- P-87 Max Mühlhäuser, Guido Röbling, Ralf Steinmetz (Hrsg.): DELFI 2006: 4. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-88 Robert Hirschfeld, Andreas Polze, Ryszard Kowalczyk (Hrsg.): NODE 2006, GSEM 2006
- P-90 Joachim Schelp, Robert Winter, Ulrich Frank, Bodo Rieger, Klaus Turowski (Hrsg.): Integration, Informationslogistik und Architektur
- P-91 Henrik Stormer, Andreas Meier, Michael Schumacher (Eds.): European Conference on eHealth 2006
- P-92 Fernand Feltz, Benoît Otjacques, Andreas Oberweis, Nicolas Poussing (Eds.): AIM 2006
- P-93 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 1
- P-94 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 2
- P-95 Matthias Weske, Markus Nüttgens (Eds.): EMISA 2005: Methoden, Konzepte und Technologien für die Entwicklung von dienstbasierten Informationssystemen
- P-96 Saartje Brockmans, Jürgen Jung, York Sure (Eds.): Meta-Modelling and Ontologies
- P-97 Oliver Göbel, Dirk Schadt, Sandra Frings, Hardo Hase, Detlef Günther, Jens Nedon (Eds.): IT-Incident Mangament & IT-Forensics – IMF 2006



- P-98 Hans Brandt-Pook, Werner Simonsmeier und Thorsten Spitta (Hrsg.): Beratung in der Softwareentwicklung – Modelle, Methoden, Best Practices
- P-99 Andreas Schwill, Carsten Schulte, Marco Thomas (Hrsg.): Didaktik der Informatik
- P-100 Peter Forbrig, Günter Siegel, Markus Schneider (Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik
- P-101 Stefan Böttinger, Ludwig Theuvsen, Susanne Rank, Marlies Morgenstern (Hrsg.): Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten
- P-102 Otto Spaniol (Eds.): Mobile Services and Personalized Environments
- P-103 Alfons Kemper, Harald Schöning, Thomas Rose, Matthias Jarke, Thomas Seidl, Christoph Quix, Christoph Brochhaus (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW 2007)
- P-104 Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Rainer Malaka, Can Türker (Hrsg.): MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme
- P-105 Wolf-Gideon Bleek, Jörg Raasch, Heinz Züllighoven (Hrsg.): Software Engineering 2007
- P-106 Wolf-Gideon Bleek, Henning Schwentner, Heinz Züllighoven (Hrsg.): Software Engineering 2007 – Beiträge zu den Workshops
- P-107 Heinrich C. Mayr, Dimitris Karagiannis (eds.) Information Systems Technology and its Applications
- P-108 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (eds.) BIOSIG 2007: Biometrics and Electronic Signatures
- P-109 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.): INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 1
- P-110 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.): INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 2
- P-111 Christian Eibl, Johannes Magenheimer, Sigrid Schubert, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2007: 5. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-112 Sigrid Schubert (Hrsg.) Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis
- P-113 Sören Auer, Christian Bizer, Claudia Müller, Anna V. Zhdanova (Eds.) The Social Semantic Web 2007 Proceedings of the 1<sup>st</sup> Conference on Social Semantic Web (CSSW)
- P-114 Sandra Frings, Oliver Göbel, Detlef Günther, Hardo G. Hase, Jens Nedon, Dirk Schadt, Arslan Brömme (Eds.) IMF2007 IT-incident management & IT-forensics Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on IT-Incident Management & IT-Forensics
- P-115 Claudia Falter, Alexander Schliep, Joachim Selbig, Martin Vingron and Dirk Walther (Eds.) German conference on bioinformatics GCB 2007
- P-116 Witold Abramowicz, Leszek Maciszek (Eds.) Business Process and Services Computing 1<sup>st</sup> International Working Conference on Business Process and Services Computing BPSC 2007
- P-117 Ryszard Kowalczyk (Ed.) Grid service engineering and management The 4<sup>th</sup> International Conference on Grid Service Engineering and Management GSEM 2007
- P-118 Andreas Hein, Wilfried Thoben, Hans-Jürgen Appelrath, Peter Jensch (Eds.) European Conference on ehealth 2007
- P-119 Manfred Reichert, Stefan Strecker, Klaus Turowski (Eds.) Enterprise Modelling and Information Systems Architectures Concepts and Applications
- P-120 Adam Pawlak, Kurt Sandkuhl, Wojciech Cholewa, Leandro Soares Indrusiak (Eds.) Coordination of Collaborative Engineering - State of the Art and Future Challenges
- P-121 Korbinian Hermann, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-122 Walid Maalej, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 - Workshopband Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

- P-123 Michael H. Breitner, Martin Breunig, Elgar Fleisch, Ley Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Technologien, Prozesse, Marktfähigkeit  
Proceedings zur 3. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2008)
- P-124 Wolfgang E. Nagel, Rolf Hoffmann, Andreas Koch (Eds.)  
9<sup>th</sup> Workshop on Parallel Systems and Algorithms (PASA)  
Workshop of the GI/ITG Special Interest Groups PARS and PARVA
- P-125 Rolf A.E. Müller, Hans-H. Sundermeier, Ludwig Theuvsen, Stephanie Schütze, Marlies Morgenstern (Hrsg.)  
Unternehmens-IT:  
Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde  
Referate der 28. GIL Jahrestagung
- P-126 Rainer Gimnich, Uwe Kaiser, Jochen Quante, Andreas Winter (Hrsg.)  
10<sup>th</sup> Workshop Software Reengineering (WSR 2008)
- P-127 Thomas Kühne, Wolfgang Reisig, Friedrich Steimann (Hrsg.)  
Modellierung 2008
- P-128 Ammar Alkassar, Jörg Siekmann (Hrsg.)  
Sicherheit 2008  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 4. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)  
2.-4. April 2008  
Saarbrücken, Germany
- P-129 Wolfgang Hesse, Andreas Oberweis (Eds.)  
Sigsand-Europe 2008  
Proceedings of the Third AIS SIGSAND European Symposium on Analysis, Design, Use and Societal Impact of Information Systems
- P-130 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
1. DFN-Forum Kommunikationstechnologien Beiträge der Fachtagung
- P-131 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
3<sup>rd</sup> International Conference on Electronic Voting 2008  
Co-organized by Council of Europe, Gesellschaft für Informatik und E-Voting.  
CC
- P-132 Silke Seehusen, Ulrike Lucke, Stefan Fischer (Hrsg.)  
DeLFI 2008:  
Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-133 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)  
INFORMATIK 2008  
Beherrschbare Systeme – dank Informatik Band 1
- P-134 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)  
INFORMATIK 2008  
Beherrschbare Systeme – dank Informatik Band 2
- P-135 Torsten Brinda, Michael Fothe, Peter Hubwieser, Kirsten Schlüter (Hrsg.)  
Didaktik der Informatik –  
Aktuelle Forschungsergebnisse
- P-136 Andreas Beyer, Michael Schroeder (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics GCB 2008
- P-137 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)  
BIOSIG 2008: Biometrics and Electronic Signatures
- P-138 Barbara Dinter, Robert Winter, Peter Chamoni, Norbert Gronau, Klaus Turowski (Hrsg.)  
Synergien durch Integration und Informationslogistik  
Proceedings zur DW2008
- P-139 Georg Herzwurm, Martin Mikusz (Hrsg.)  
Industrialisierung des Software-Managements  
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik
- P-140 Oliver Göbel, Sandra Frings, Detlef Günther, Jens Nedon, Dirk Schadt (Eds.)  
IMF 2008 - IT Incident Management & IT Forensics
- P-141 Peter Loos, Markus Nüttgens, Klaus Turowski, Dirk Werth (Hrsg.)  
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2008)  
Modellierung zwischen SOA und Compliance Management
- P-142 R. Bill, P. Korduan, L. Theuvsen, M. Morgenstern (Hrsg.)  
Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung
- P-143 Peter Liggesmeyer, Gregor Engels, Jürgen Münch, Jörg Dörr, Norman Riegel (Hrsg.)  
Software Engineering 2009  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

- P-144 Johann-Christoph Freytag, Thomas Ruf, Wolfgang Lehner, Gottfried Vossen (Hrsg.)  
Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW)
- P-145 Knut Hinkelmann, Holger Wache (Eds.)  
WM2009: 5th Conference on Professional Knowledge Management
- P-146 Markus Bick, Martin Breunig, Hagen Höpfner (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Entwicklung, Implementierung und Anwendung  
4. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2009)
- P-147 Witold Abramowicz, Leszek Maciaszek, Ryszard Kowalczyk, Andreas Speck (Eds.)  
Business Process, Services Computing and Intelligent Service Management  
BPSC 2009 · ISM 2009 · YRW-MBP 2009
- P-148 Christian Erfurth, Gerald Eichler, Volkmar Schau (Eds.)  
9<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems  
I<sup>2</sup>CS 2009
- P-149 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
2. DFN-Forum  
Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-150 Jürgen Münch, Peter Liggesmeyer (Hrsg.)  
Software Engineering  
2009 - Workshopband
- P-151 Armin Heinzl, Peter Dadam, Stefan Kirn, Peter Lockemann (Eds.)  
PRIMIUM  
Process Innovation for  
Enterprise Software
- P-152 Jan Mendling, Stefanie Rinderle-Ma, Werner Esswein (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures  
Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Int'l Workshop  
EMISA 2009
- P-153 Andreas Schwill, Nicolas Apostolopoulos (Hrsg.)  
Lernen im Digitalen Zeitalter  
DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning  
Fachtagung Informatik
- P-154 Stefan Fischer, Erik Maehle  
Rüdiger Reischuk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2009  
Im Focus das Leben
- P-155 Arslan Brömmе, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)  
BIOSIG 2009:  
Biometrics and Electronic Signatures  
Proceedings of the Special Interest Group on Biometrics and Electronic Signatures
- P-156 Bernhard Koerber (Hrsg.)  
Zukunft braucht Herkunft  
25 Jahre »INFOS – Informatik und Schule«
- P-157 Ivo Grosse, Steffen Neumann, Stefan Posch, Falk Schreiber, Peter Stadler (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics  
2009
- P-158 W. Claudepein, L. Theuvsen, A. Kämpf, M. Morgenstern (Hrsg.)  
Precision Agriculture  
Reloaded – Informationsgestützte  
Landwirtschaft
- P-159 Gregor Engels, Markus Luckey, Wilhelm Schäfer (Hrsg.)  
Software Engineering 2010
- P-160 Gregor Engels, Markus Luckey, Alexander Pretschner, Ralf Reussner (Hrsg.)  
Software Engineering 2010 –  
Workshopband  
(inkl. Doktorandensymposium)
- P-161 Gregor Engels, Dimitris Karagiannis  
Heinrich C. Mayr (Hrsg.)  
Modellierung 2010
- P-162 Maria A. Wimmer, Uwe Brinkhoff, Siegfried Kaiser, Dagmar Lück-Schneider, Erich Schweighofer, Andreas Wiebe (Hrsg.)  
Vernetzte IT für einen effektiven Staat  
Gemeinsame Fachtagung  
Verwaltungsinformatik (FTVI) und  
Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2010
- P-163 Markus Bick, Stefan Eulgem, Elgar Fleisch, J. Felix Hampe, Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Rannenberg (Hrsg.)  
Mobile und Ubiquitäre  
Informationssysteme  
Technologien, Anwendungen und  
Dienste zur Unterstützung von mobiler  
Kollaboration
- P-164 Arslan Brömmе, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2010: Biometrics and Electronic  
Signatures Proceedings of the Special  
Interest Group on Biometrics and  
Electronic Signatures

- P-165 Gerald Eichler, Peter Kropf, Ulrike Lechner, Phayung Meesad, Herwig Unger (Eds.)  
10<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS) – Jubilee Edition 2010 –
- P-166 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
3. DFN-Forum Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-167 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
4<sup>th</sup> International Conference on Electronic Voting 2010  
co-organized by the Council of Europe, Gesellschaft für Informatik and E-Voting.CC
- P-168 Ira Diethelm, Christina Dörge, Claudia Hildebrandt, Carsten Schulte (Hrsg.)  
Didaktik der Informatik  
Möglichkeiten empirischer Forschungsmethoden und Perspektiven der Fachdidaktik
- P-169 Michael Kerres, Nadine Ojstersek, Ulrik Schroeder, Ulrich Hoppe (Hrsg.)  
DeLFI 2010 - 8. Tagung der Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik e.V.
- P-170 Felix C. Freiling (Hrsg.)  
Sicherheit 2010  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
- P-171 Werner Esswein, Klaus Turowski, Martin Juhrisch (Hrsg.)  
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2010)  
Modellgestütztes Management
- P-172 Stefan Klink, Agnes Koschmider, Marco Mevius, Andreas Oberweis (Hrsg.)  
EMISA 2010  
Einflussfaktoren auf die Entwicklung flexibler, integrierter Informationssysteme  
Beiträge des Workshops der GI-Fachgruppe EMISA (Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung)
- P-173 Dietmar Schomburg, Andreas Grote (Eds.)  
German Conference on Bioinformatics 2010
- P-174 Arslan Brömme, Torsten Eymann, Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel, Paul Schmücker (Hrsg.)  
perspeGktive 2010  
Workshop „Innovative und sichere Informationstechnologie für das Gesundheitswesen von morgen“
- P-175 Klaus-Peter Fährnich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2010  
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik  
Band 1
- P-176 Klaus-Peter Fährnich, Bogdan Franczyk (Hrsg.)  
INFORMATIK 2010  
Service Science – Neue Perspektiven für die Informatik  
Band 2
- P-177 Witold Abramowicz, Rainer Alt, Klaus-Peter Fährnich, Bogdan Franczyk, Leszek A. Maciaszek (Eds.)  
INFORMATIK 2010  
Business Process and Service Science – Proceedings of ISSS and BPSC
- P-178 Wolfram Pietsch, Benedikt Krams (Hrsg.)  
Vom Projekt zum Produkt  
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik (WI-MAW), Aachen, 2010
- P-179 Stefan Gruner, Bernhard Rumpe (Eds.)  
FM+AM'2010  
Second International Workshop on Formal Methods and Agile Methods
- P-180 Theo Härder, Wolfgang Lehner, Bernhard Mitschang, Harald Schöning, Holger Schwarz (Hrsg.)  
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW) 14. Fachtagung des GI-Fachbereichs „Datenbanken und Informationssysteme“ (DBIS)
- P-181 Michael Clasen, Otto Schätzel, Brigitte Theuvsen (Hrsg.)  
Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft, Fokus: Moderne Weinwirtschaft
- P-182 Ronald Maier (Hrsg.)  
6<sup>th</sup> Conference on Professional Knowledge Management  
From Knowledge to Action
- P-183 Ralf Reussner, Matthias Grund, Andreas Oberweis, Walter Tichy (Hrsg.)  
Software Engineering 2011  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-184 Ralf Reussner, Alexander Pretschner, Stefan Jähnichen (Hrsg.)  
Software Engineering 2011  
Workshopband  
(inkl. Doktorandensymposium)

- P-185 Hagen Höpfner, Günther Specht, Thomas Ritz, Christian Bunse (Hrsg.)  
MMS 2011: Mobile und ubiquitäre Informationssysteme Proceedings zur 6. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2011)
- P-186 Gerald Eichler, Axel Küpper, Volkmar Schau, Hacène Fouchal, Herwig Unger (Eds.)  
11<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS)
- P-187 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
4. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, Beiträge der Fachtagung 20. Juni bis 21. Juni 2011 Bonn
- P-188 Holger Rohland, Andrea Kienle, Steffen Friedrich (Hrsg.)  
DeLFI 2011 – Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. 5.–8. September 2011, Dresden
- P-189 Thomas, Marco (Hrsg.)  
Informatik in Bildung und Beruf INFOS 2011  
14. GI-Fachtagung Informatik und Schule
- P-190 Markus Nüttgens, Oliver Thomas, Barbara Weber (Eds.)  
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2011)
- P-191 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2011  
International Conference of the Biometrics Special Interest Group
- P-192 Hans-Ulrich Heiß, Peter Pepper, Holger Schlingloff, Jörg Schneider (Hrsg.)  
INFORMATIK 2011  
Informatik schafft Communities
- P-193 Wolfgang Lehner, Gunther Piller (Hrsg.)  
IMDM 2011
- P-194 M. Clasen, G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung Fokus Forstwirtschaft
- P-195 Neeraj Suri, Michael Waidner (Hrsg.)  
Sicherheit 2012  
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit  
Beiträge der 6. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
- P-196 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)  
BIOSIG 2012  
Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference of the Biometrics Special Interest Group
- P-197 Jörn von Lucke, Christian P. Geiger, Siegfried Kaiser, Erich Schweighofer, Maria A. Wimmer (Hrsg.)  
Auf dem Weg zu einer offenen, smarten und vernetzten Verwaltungskultur  
Gemeinsame Fachtagung Verwaltungsinformatik (FTVI) und Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2012
- P-198 Stefan Jähnichen, Axel Küpper, Sahin Albayrak (Hrsg.)  
Software Engineering 2012  
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-199 Stefan Jähnichen, Bernhard Rumpe, Holger Schlingloff (Hrsg.)  
Software Engineering 2012  
Workshopband
- P-200 Gero Mühl, Jan Richling, Andreas Herkersdorf (Hrsg.)  
ARCS 2012 Workshops
- P-201 Elmar J. Sinz Andy Schürr (Hrsg.)  
Modellierung 2012
- P-202 Andrea Back, Markus Bick, Martin Breunig, Key Poustchi, Frédéric Thiesse (Hrsg.)  
MMS 2012: Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme
- P-203 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)  
5. DFN-Forum Kommunikationstechnologien  
Beiträge der Fachtagung
- P-204 Gerald Eichler, Leendert W. M. Wienhofen, Anders Kofod-Petersen, Herwig Unger (Eds.)  
12<sup>th</sup> International Conference on Innovative Internet Community Systems (I<sup>2</sup>CS 2012)
- P-205 Manuel J. Kripp, Melanie Volkamer, Rüdiger Grimm (Eds.)  
5<sup>th</sup> International Conference on Electronic Voting 2012 (EVOTE2012)  
Co-organized by the Council of Europe, Gesellschaft für Informatik und E-Voting.CC
- P-206 Stefanie Rinderle-Ma, Mathias Weske (Hrsg.)  
EMISA 2012  
Der Mensch im Zentrum der Modellierung
- P-207 Jörg Desel, Jörg M. Haake, Christian Spannagel (Hrsg.)  
DeLFI 2012: Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V.  
24.–26. September 2012

- P-208 Ursula Goltz, Marcus Magnor,  
Hans-Jürgen Appelrath, Herbert Matthies,  
Wolf-Tilo Balke, Lars Wolf (Hrsg.)  
INFORMATIK 2012
- P-209 Hans Brandt-Pook, André Fleer, Thorsten  
Spitta, Malte Wattenberg (Hrsg.)  
Nachhaltiges Software Management
- P-210 Erhard Plödereder, Peter Dencker,  
Herbert Klenk, Hubert B. Keller,  
Silke Spitzer (Hrsg.)  
Automotive – Safety & Security 2012  
Sicherheit und Zuverlässigkeit für  
automobile Informationstechnik
- P-211 M. Clasen, K. C. Kersebaum, A.  
Meyer-Aurich, B. Theuvsen (Hrsg.)  
Massendatenmanagement in der  
Agrar- und Ernährungswirtschaft  
Erhebung - Verarbeitung - Nutzung  
Referate der 33. GIL-Jahrestagung  
20. – 21. Februar 2013, Potsdam
- P-213 Stefan Kowalewski,  
Bernhard Rumpe (Hrsg.)  
Software Engineering 2013  
Fachtagung des GI-Fachbereichs  
Softwaretechnik

The titles can be purchased at:

**Köllen Druck + Verlag GmbH**

Ernst-Robert-Curtius-Str. 14 · D-53117 Bonn

Fax: +49 (0)228/9898222

E-Mail: [druckverlag@koellen.de](mailto:druckverlag@koellen.de)

