

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 978-3-88579-632-9

This volume contains papers of the 35th GIL conference on modern information technology in the agriculture, forestry and food sectors with a focus on the human-machine interface in the trade-off between complexity and usability. The papers cover a wide range of subjects from topics such as intuitive machine utilization, mobile devices, semantic technologies, farm management systems or Balanced Scorecard up to precision agriculture or sensor data management for decision support. The conference was held at the Hochschule Geisenheim University, Germany, from February 23 - 24, 2015.



A. Ruckelshausen, H.-P. Schwarz, B. Theuvsen (Hrsg.)
Komplexität versus Bedienbarkeit / Mensch-Maschine-Schnittstellen

238

GI-Edition

Lecture Notes in Informatics

**Arno Ruckelshausen, Hans-Peter Schwarz,
Brigitte Theuvsen (Hrsg.)**

Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirt- schaft

**Fokus:
Komplexität versus Bedienbarkeit /
Mensch-Maschine-Schnittstellen**

**Referate der 35. GIL-Jahrestagung
23. – 24. Februar 2015, Geisenheim**

Proceedings





Arno Ruckelshausen, Hans-Peter Schwarz,
Brigitte Theuvsen (Hrsg.)

Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft

Fokus:

**Komplexität versus Bedienbarkeit /
Mensch-Maschine-Schnittstellen**

Referate der 35. GIL-Jahrestagung

**23. – 24. Februar 2015
in Geisenheim, Germany**

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings

Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-238

ISBN 978-3-88579-632-9

ISSN 1617-5468

Volume Editors

Prof. Dr. Arno Ruckelshausen

Hochschule Osnabrück, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik

49076 Osnabrück, Germany

Email: a.ruckelshausen@hs-osnabrueck.de

Prof. Dr. Hans-Peter Schwarz

Hochschule Geisenheim University, Institut für Technik

65366 Geisenheim, Germany

Email: Hans-Peter.Schwarz@hs-gm.de

Brigitte Theuvsen

Düstere-Eichen-Weg 47

37073 Göttingen, Germany

Email: brigitte@theuvsen.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 2015

printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn

Ursula Arning <i>Open-Access-Publizieren im Bereich Lebenswissenschaften.....</i>	17
Nina Bendixen, Hans-Hennig Sundermeier <i>Controlling für Biogasbetriebe: Entwicklung eines Betriebsvergleich-Prototyps</i>	21
Theresa Borris, Hans-Hennig Sundermeier <i>Controlling für Lohnunternehmen: Integration eines Online-Monitoring-Systems in die SHBB-Branchenlösung</i>	25
Benjamin Bruns, Hanno Scharr, Florian Schmidt <i>Entwicklung einer Multi-Plattform-Benutzerschicht zur tätigkeitsbegleitenden Verwaltung von Phänotypisierungsexperimenten und Pflanzenbestandsdaten</i>	29
Benjamin Burges, Peter Wagner <i>Werkstattbericht: Raum- und zeitübergreifende Standardisierung von Bodenleitfähigkeitsmessungen</i>	33
Björn Christensen <i>Vorhandene Informationen nutzen: Energieverbrauchsschätzung mittels Big-Data</i>	37
Michael Clasen <i>Das Internet der Dinge als Basis einer vollständig automatisierten Landwirtschaft</i>	41
Chris Eicke, Daniel Schirmer, Manfred Krause, Andreas Daum <i>Wirtschaftliche Realisierung regionaler Energieautarkie</i>	45
Georg Fröhlich, Stephan Böck, Klaus Reiter, Georg Wendl <i>Sensornetzwerk zur Erfassung und Beeinflussung von Tieraktivitäten</i>	49
Simon Goisser, Gabriele Jorjas, Thomas Lohrer, Magdalena Wolf, Thomas Han- nus, Georg Ohmayer <i>Verbesserung der Pflanzenschutz-Beratung im Gartencenter durch das Informations- system PsIGa.....</i>	53
Kerstin Grant, Melanie Wagner, Robert Siegmund, Stephan Hartmann <i>Satellitengestützte Erfassung von Schnitterminen im Grünland und Feldfutterbau</i>	57
Anna Gubanova, Michael Clasen, Ludwig Theuvsen <i>Definitions, classifications and data banks of green technology start-ups</i>	61
Paul Friedhelm Günther, Karsten Borchard, Jens-Peter Loy <i>Die Markttransparenzstelle für Kraftstoffe in Deutschland.....</i>	65
Stefan Hinck, Hans Kolata, Norbert Emeis, Klaus Mueller <i>GIS-gestütztes Verfahren zur Erstellung einer kleinräumigen Feldbodenkarte für die teilflächenspezifische Nutzung.....</i>	69

Manfred Höld, Heinz Bernhardt, Anja Gräff, Jörn Stumpfenhausen <i>Grundlagenerarbeitung zur Implementierung eines On-Farm Energie Management Systems im Milchviehstall</i>	73
Kurt Christian Kersebaum <i>Auswirkung des Klimawandels auf den Water Footprint von Weizen in ausgewählten Regionen entlang eines Nord-Süd Transekts in Deutschland</i>	77
Anja Knöfel, Ralph Stelzer, Rainer Groh <i>Kontextbasierte und nutzergerechte Maschinenbedienung.....</i>	81
Ivana Kovacheva, Daniel Mentrup, Simon Kerssen, Tobias Würschum, Arno Ruckelshausen <i>1-Bit Imaging mit Lichtschrankensensoren zur Ähren- und Grannen-Detektion von Getreide.....</i>	85
Franz Kraatz, Frank Nordemann, Ralf Tönjes <i>Anbindung von ISOBUS-Geräten an ein online Precision Farming System.....</i>	89
Gerrit Kreuzer, Stefan Würzle, Matthias Leinitz, Matthias Rothmund <i>Verarbeitung von Fernerkundungsdaten zur automatisierten Anbaugerätesteuerung in der Landwirtschaft im Projekt GeoFarm.....</i>	93
James T. Lapsley, Rolf A.E. Mueller <i>Brix and chips: IT in the training and research winery of the Robert Mondavi Institute at UC Davis</i>	97
Thomas Machl, Andreas Donaubauer, Thomas H. Kolbe <i>Landmodell: Ein semantisches 3D + t Datenmodell als Integrationsplattform zur Analyse der Agrarlandschaft und ihrer raumzeitlichen Veränderungs- prozesse.....</i>	101
Daniel Martini, Esther Mietzsch, Mario Schmitz, Daniel Herzig, Günter Ladwig <i>KTBL-Planungsdaten auf dem Weg in die Zukunft – Bereitstellung über Linked Open Data.....</i>	105
Michael Marz, Peter Wagner, Thomas Chudy <i>Data-Mining zur Bestimmung von Makronährstoffen (P) auf Basis kleinräumig erhobener Variablen</i>	109
Michael Mederle, Valentin Heizinger, Heinz Bernhardt <i>Analyse von Einflussfaktoren auf Befahrungsstrategien im Feld.....</i>	113
Kim Möller, Arno Ruckelshausen <i>Datenmanagement für Ultra-High-Precision-Phenotyping in Feldversuchen</i>	117

Dirk Nordwig <i>spicture – eine smartphone-App zur einfachen mobilen Erfassung von Fotos und Metainformationen.....</i>	121
Margit Paustian, Katharina Schlosser, Marie Wellner, Ludwig Theuvsen <i>IT-basierte Planungsinstrumente in der Landwirtschaft – Grundlage der Agrar-BSC-Entwicklung</i>	125
Margit Paustian, Katharina Schlosser, Marie Wellner, Ludwig Theuvsen <i>Kennzahleneinsatz in der Landwirtschaft – Ergebnisse empirischer Untersuchungen.....</i>	129
Margit Paustian, Hans-Hennig Sundermeier, Ludwig Theuvsen <i>Agrar-Balanced Scorecard – Anforderungen an eine zeitgemäße IT-Architektur.....</i>	133
Margit Paustian, Hans-Hennig Sundermeier, Ludwig Theuvsen <i>Balanced Scorecard – Unternehmenssteuerung mit Kennzahlen</i>	137
Margit Paustian, Hans-Hennig Sundermeier, Ludwig Theuvsen <i>Von der Balanced Scorecard (BSC) zur Agrar-BSC – Stand der Forschung und Entwicklungsbedarf.....</i>	141
Vinzenz Petr, Matthias Rothmund, Stefan Würzle <i>Remote Task Control im Projekt Geo Farm</i>	145
Guido Recke, Hanna Strüve <i>Zur Wirtschaftlichkeit der automatisierten Fütterung in der Rinderhaltung</i>	149
Daniela Rommel, Martin Ziesak <i>Automatisierte Zustandserfassung von Güterwegen – Bedienbarkeitsaspekte des Instrumentariums</i>	153
Mathias Sauß, Hans-Hennig Sundermeier <i>Controlling von Biogasbetrieben: Praxistest eines LP-gestützten Optimal-Planungs-Systems.....</i>	157
Martin Scheiber, Christoph Federle, Johannes Feldhaus, Burkhard Golla, Bernd Hartmann, Benno Kleinhenz, Daniel Martini, Manfred Röhrig <i>Vereinfachung des Pflanzenschutzprozesses durch Datenintegration und Automation – Das Projekt PAM.....</i>	161
Timo Schempp, Stefan Böttinger <i>Entwicklung eines idealisierten Bedienkonzeptes für Ackerschlepper auf Grundlage einer Most Frequent Case und Worst Case Analyse aktueller Bedienkonzepte.....</i>	165
Volker Steinhage <i>Automated Pollinator Monitoring for Crop Farming</i>	169

Volker Steinhage, Florian Schöler

Automated Reconstruction of 3D Plant Architecture Applied to Grapevine

Phenotyping 173

Wolfram Strothmann, Vadim Tsukor, Arno Ruckelshausen

In-Field-Labeling-HMI für automatische Klassifizierung bei der Pflanzen- und

Erntegutcharakterisierung mittels bildgebender Sensordaten..... 177

Matthias Trapp, Christian Kotremba, Wolfgang Schneider

Bereitstellung amtlicher Geoinformationen für mobile Anwendungen eines 3D-

Präzisionsweinbaus..... 181

Zeynep Tuncer, Oleg Rostanin, Karlheinz Köller, Georg Kormann

Harvesting process optimization for SPFH Operators 185

Zeynep Tuncer, Mohamed Selim, Marcus Liwicki, Georg Kormann

Evaluation of Multi-Touch Gestures..... 189

Mandes Verhaagh, Hans-Hennig Sundermeier

Verbesserte Betriebsplanung mit Linearer Programmierung durch

parzellenspezifische Fruchtfolgemodellierung und Verknüpfung mit der
Finanzbuchführung 193

Martina Weiß, Matthias Rothmund

Entwicklung einer ISOBUS-Bedienoberfläche für Feldspritzen 197

**Wilfried Wöber, Georg Supper, Christian Aschauer, Andreas Gronauer,
Dana Tomic, Sandra Hörmann**

Entwicklung eines auf semantischer Technologie basierenden Analysesystems zur

Überwachung der Wasserversorgung von landwirtschaftlichen Nutzflächen 201

Petra Zieger, Joachim Biermann, Ralf Hedel

Bewertung der Befahrbarkeit von Böden mit CCMoD2 – ein Service auch für die

Landwirtschaft 205

Vorwort

Der globale Bedarf einer stark anwachsenden Weltbevölkerung an Lebensmitteln und Energie stellt in Verbindung mit limitierten Ressourcen, dem Klimawandel, Umweltbelastungen, Landschaftspflege und Verteilungsproblemen erhebliche Anforderungen, insbesondere an die Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Innovative Technologien sind dabei wesentliche Hilfsmittel, wobei die Informatik mittlerweile den Kernkompetenzen in diesen Fachgebieten zuzuordnen ist. Diese Erkenntnis gilt es unter Nutzung der Chancen und Beachtung der Risiken weiter umzusetzen.

Die Schwerpunktthemen der beiden letzten GIL-Jahrestagungen – IT-Standards (2014) und Massendatenmanagement (2013) – konkretisieren diese Entwicklung. In 2015 stehen die Herausforderungen zur Bedienbarkeit komplexer Technologien im Vordergrund. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle nimmt in der Praxis eine zunehmend zentrale Rolle gegenüber den rein technologieorientierten Hard- und Softwareentwicklungen ein. Die Variabilität der Rahmenbedingungen ist erheblich, sie hängt beispielsweise von dem jeweiligen Anwendungsumfeld, der Verfügbarkeit und dem Ausbildungsstand des Personals, der Wettbewerbssituation, den rechtlichen Rahmenbedingungen oder den verfügbaren Automatisierungstechnologien ab. Die Heterogenität der Nutzer, Anbieter, Anwendungen und technischen Systeme stellt große und vielfältige Herausforderungen an die Entwicklung von Mensch-Maschine-Schnittstellen unter wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Rahmenbedingungen. Tagungsbeiträge in den Sessions „Intuitive Maschinennutzung“, „Next Generation Human Machine Interface“ oder „Semantische Technologien“ und „Farmmanagement-Systeme“ bilden Bereiche des Schwerpunktthemas ab. Darüber hinaus wird das interdisziplinäre fachliche und fachübergreifende Spektrum der GIL abgebildet, dazu gehören: „Agrar-Balanced-Scorecard – IT-basierte Unternehmenssteuerung in der Landwirtschaft“, „Precision and Remote Farming“, „Precision Livestock Farming“, „Datenmanagement zur Pflanzenphänotypisierung“, „GIS/Sensor-basierte Bodendaten als Entscheidungshilfen“, „Klimawandel und Energie“ oder „Präzisionsweinbau“.

Der vorliegende Tagungsband enthält die entsprechenden Beiträge der eingereichten Vorträge und Poster, die ein breites Spektrum von grundlagenorientierten, meist interdisziplinären Fragestellungen bis hin zu Fragen der herstellerübergreifenden Nutzung der Systeme in der Praxis einschließen.

Die Jahrestagung findet auf dem Campus der „Hochschule Geisenheim University“ statt, die 2013 als Hochschule neuen Typs aus der Forschungsanstalt Geisenheim und dem Fachbereich Geisenheim der Hochschule RheinMain gegründet wurde. In mehreren Forschungszentren wird dort – in Verzahnung mit der Lehre – an Themen im Umfeld der Agrarinformatik gearbeitet

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. Arno Ruckelshausen
Hochschule Osnabrück
1. Vorsitzender der GIL

Prof. Dr. Hans-Peter Schwarz
Hochschule Geisenheim University

Programmkomitee

Prof. Dr. Heinz Bernhardt (TU München)
Prof. Dr.-Ing. Stefan Böttinger (Universität Hohenheim)
Prof. Dr. Michael Clasen (Hochschule Hannover)
Dr. Thomas Engel (John Deere, Kaiserslautern)
Michael Erbach (ERO-Gerätebau, Niederkumbd)
Dr. Georg Fröhlich (LfL, Freising)
Prof. Dr. Andreas Gronauer (Universität für Bodenkultur Wien)
Prof. Dr. Jon Hanf (Hochschule Geisenheim University)
Dr. Kurt-Christian Kersebaum (ZALF, Müncheberg)
Prof. Dr. Joachim Krieter (Universität Kiel)
Prof. Dr.-Ing. Jens Krzywinski (TU Dresden)
Dr. Andreas Meyer-Aurich (ATB Potsdam-Bornim)
Prof. Dr. Georg Ohmayer (HS Weihenstephan-Triesdorf)
Prof. Dr. Thomas Rath (Hochschule Osnabrück)
Dipl.-Ing. Andreas Reichardt (Reichardt GmbH, Hungen)
Dipl.-Ing. Otto Schaetzel (DLR, Oppenheim)
Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder (TU Dresden)
Prof. Dr. Joachim Spilke (Universität Halle)
Prof. Dr. Hans-Hennig Sundermeier (Universität Kiel)
Prof. Dr. Ludwig Theuvsen (Universität Göttingen)
Prof. Dr. Kai Velten (Hochschule Geisenheim University)
Prof. Dr. Peter Wagner (Universität Halle)
Prof. Dr. Martin Ziesak (Berner Fachhochschule)

Organisationskomitee

Prof. Dr. Hans-Peter Schwarz (Hochschule Geisenheim University)
Prof. Dr. Arno Ruckelshausen (1. Vorsitzender der GIL)
Dr. Holger Friedrich (2. Vorsitzender der GIL)
Briditte Theuvsen (Geschäftsführerin der GIL)



Die Disy Informationssysteme GmbH hat sich auf die integrierte Analyse und das Datenmanagement von Sach- und Geodaten spezialisiert. Im deutschsprachigen Raum berät das Karlsruher Unternehmen große Organisationen (wie z.B. StMELF / LfL BY, MLR BW, MELUR SH, BLE) beim Management, der Analyse und dem Reporting von Geodaten und baut kundenspezifische Data Warehouses, Fachanwendungen, Informationsportale, Geodateninfrastrukturen und Metadaten-Informationssysteme auf. Durch die ideale 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 Cadenza, das einzige auf dem Markt verfügbare Werkzeug, in dem ein Reporting- und ein Geoinformationssystem für die integrierte Auswertung von Sach- und Geodaten eng miteinander verschmolzen sind. Cadenza bietet umfassende Funktionen für die übergreifende Analyse von Daten und deren Darstellung in Form von Karten, Tabellen oder Berichten. Cadenza arbeitet Datenbank- und Format-unabhängig und erlaubt verschiedenen Nutzergruppen den Zugriff von der Desktop- oder Webanwendung sowie mit Cadenza Mobile den Zugriff auf Ihre Daten ohne Internetverbindung im Feld. Setzen auch Sie Cadenza in Ihrer Datenlandschaft ein und profitieren von neuen Erkenntnissen.

Disy Informationssysteme GmbH – Ludwig-Erhard-Alle 6, 76131 Karlsruhe – Tel.: 0721 16006-000 – Fax: 0721 16006-05 – sales@disy.net – www.disy.net



Qualitytype

Qualität sichern, heißt Zukunft sichern.

Die Qualitytype GmbH bietet Lösungen für Qualitätssicherungsaufgaben, bei denen es um die Rückverfolgbarkeit von Gewinnung, Herstellung, Verarbeitung, Lagerung, Transport, Verbrauch und Entsorgung von Produkten oder Handelswaren geht.

Qualitrail

That's for all good(s).

Qualitrail ist ein Rückverfolgbarkeitssystem zu deren Anwendern derzeit Produzenten, Verarbeiter, Lebensmitteleinzelhandel und Zertifizierungsstellen gehören. Mit Qualitrail 2 wird 2015 eine kostengünstige Softwarelösung zur Verfügung stehen, die moderne Qualitätssicherungsprozesse unterstützt. Dabei steht die Einbindung der gesamten Wertschöpfungskette sowie der Endverbraucher im Vordergrund.

Weitere Qualitätssicherungslösungen:

VetProof®

Antibiotikamonitoring

Systematische Erfassung und Auswertung des Antibiotikaeinsatzes in der Tierhaltung

Qualiproof®

Salmonellenmonitoring

Ermittlung des Salmonellenstatus von Schweinemastbeständen

Qualitytype GmbH | Moritzburger Weg 67 | 01109 Dresden | Germany

Phone +49 (0) 351 8838 2800 | Fax +49 (0) 351 8838 2809 | sales@qualitytype.de | www.qualitytype.de



hello, technology

UID

pragmatis
IT-LÖSUNGEN AUF DEN PUNKT

Open-Access-Publizieren im Bereich Lebenswissenschaften

Ursula Arning

Digitales Publizieren

ZB MED – Leibniz-Informationszentrum Lebenswissenschaften

Gleuelerstr. 60

50931 Köln

arning@zbmed.de

Abstract: ZB MED – Leibniz Informationszentrum Lebenswissenschaften sieht sich als Partner für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den Lebenswissenschaften im Bereich Open-Access-Publizieren (Volltexte und Forschungsdaten). Im Beitrag werden die verschiedenen Möglichkeiten des Publizierens bei ZB MED vorgestellt und die Vorteile des ZB MED-Publikationsportals dargestellt: Für den lebenswissenschaftlichen Fachbereich spezifische wissenschaftliche Zeitschriften, Kongress-Abstracts und -Poster können auf der ZB MED Publikationsplattform publiziert werden. Neu ist das Living-Handbook-Format, das es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den verschiedenen Disziplinen erlaubt, zitierfähige Lehrbücher online zu publizieren und bei Bedarf schnell zu aktualisieren. Dabei steht das ZB MED-Publikationsportal für wissenschaftliches Publizieren, ermöglicht durch professionelle Unterstützung bei den traditionellen wissenschaftlichen Publikationswegen, die die Qualitätssicherung z.B. durch Peer Review beinhalten. Auch werden konstant technische Neuerungen bereitgestellt, um aktuellen Anforderung des Open-Access-Publizierens wie z.B. Open Peer Review und kollaboratives Publizieren zu ermöglichen. Die Vergabe eines Persistent Identifiers für Texte und Forschungsdaten führt zu einer erhöhten Sichtbarkeit und dauerhaften Verfügbarkeit der Publikationen. Zum ZB MED-Publikationsportal gehört des Weiteren ein umfassender Beratungsservice, wie z.B. zur Gründung von Open-Access-Journalen oder den Finanzierungsmöglichkeiten von Publikationsgebühren.

1 Die ZB MED-Publikationsplattform Lebenswissenschaften

ZB MED – Leibniz-Informationszentrum Lebenswissenschaften sieht sich als Partner für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den Lebenswissenschaften im Bereich Open-Access-Publizieren (Volltexte und Forschungsdaten). ZB MED kann dabei auf eine über 10-jährige Erfahrung beim Publizieren von wissenschaftlichen Zeitschriften und Kongress-Abstracts aus dem medizinischen Bereich im Verlag GMS zurückgreifen. Die Publikationsplattform GMS wird von einer Vielzahl von medizinischen Fachgesellschaften für ihre begutachteten Forschungsergebnisse in Form von Journals, Kongresspublikationen und Forschungsberichten genutzt (Open Access gold). Dabei wurden einige der Zeitschriften beim Wechsel von Print zu Open Access unterstützt, wie es in

den Empfehlungen des Wissenschaftsrates zur Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Informationsinfrastruktur in Deutschland bis 2020¹ empfohlen wird.

Doch wird in verschiedenen Fachbereichen eine Open-Access-Publikation immer noch mit minderwertiger Qualität assoziiert, weil die Veröffentlichung augenscheinlich einfacher und günstiger ist als beim Print. Politik und Förderinstitutionen fordern jedoch seit einiger Zeit dezidiert Open-Access-Publikationen, z.B. in Programmen wie Horizont 2020². ZB MED ist aktiv in verschiedenen nationalen und internationalen Initiativen der Open-Access-Bewegung involviert, unter anderem in den Arbeitskreisen zu Open Access und Forschungsdaten der Leibniz-Gemeinschaft, der Schwerpunktinitiative Digitale Information der Allianz der Wissenschaftsorganisationen sowie Science Europe. Durch dieses Engagement konnte ZB MED aktuelle Entwicklungen zu Open Access aufgreifen und – seinem Auftrag als öffentlich-rechtliche Einrichtung entsprechend – abseits von kommerziellen Verlagen seinen Partnern, den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in den Lebenswissenschaften, die notwendigen Werkzeuge zur Verfügung stellen, damit diese ihre Forschungsergebnisse auf einer gesicherten und weltweit sichtbaren Plattform publizieren können. In enger Zusammenarbeit mit den Experten der jeweiligen Fachdisziplin gewährleistet ZB MED die Einhaltung aller wissenschaftlichen Standards einschließlich der Qualitätssicherung mittels Peer Review durch die Bereitstellung entsprechender technischer Lösungen. Es arbeitet aber auch stetig an Verbesserungen seiner Systeme, um Entwicklungen bezüglich des Publikationsprozesses wie z.B. kollaboratives Publizieren zu entsprechen.

Zu den neuen Entwicklungen gehört z.B. auch das Living-Handbook-Format, bei dem Lehrbücher online publiziert werden. Dabei können abgeschlossene Kapitel bereits veröffentlicht werden, während andere Autorinnen oder Autoren noch an ihren Texten arbeiten. Auch ist es möglich, farbige Abbildungen, Graphiken, Tabellen, Audiomaterialien und Videos in die Texte einzubinden, ohne dass Mehrkosten entstehen. Einzelne Kapitel können bei Bedarf kurzfristig aktualisiert werden, ohne dass das ganze Buch eine Neuauflage erfährt. Dabei ist jedes Kapitel und die dazugehörigen Versionierungen dauerhaft auffindbar und zitierbar. Forschungsergebnisse können so anschaulich und zeitnah – und trotzdem den wissenschaftlichen Standards entsprechend – weltweit sichtbar publiziert werden.

Mit seinem – für akademische Einrichtungen kostenlosen – DOI-Service leistet ZB MED dazu eine wichtige Voraussetzung. Innerhalb von DataCite, einem Konsortium zur Referenzierung von Forschungsdaten und wissenschaftlicher Literatur, ist ZB MED der nationale Ansprechpartner für wissenschaftliche Institutionen und Projekte (Datenzentren) aus den lebenswissenschaftlichen Fachbereichen für die DOI-Vergabe.

Eine weitere Publikationsmöglichkeit stellt ZB MED Autorinnen und Autoren sowie Herausgeberinnen und Herausgeber von fachlich relevanter wissenschaftlicher Literatur

¹ [Wi12] Wissenschaftsrat (Hrsg.): Empfehlungen zur Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Informationsinfrastrukturen in Deutschland bis 2020. Berlin, 2012; <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/2359-12.pdf> (zuletzt abgerufen am 18.11.2014).

² [Bu14] Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Horizont 2020 im Blick: Informationen zum neuen EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation. Bonn, 2014; <http://www.horizont2020.de/> (zuletzt abgerufen am 18.11.2014).

durch sein Fachrepository Lebenswissenschaften zur Verfügung (Open Access grün). Hochschulschriften oder Literatur, die bereits publiziert wurde und im Rahmen einer Zweitveröffentlichung als Open-Access-Publikation erscheinen soll, wird von ZB MED in seinem Repository gespeichert und archiviert, womit ihre Zugänglichkeit und Zitierbarkeit sichergestellt wird. Das Repository hat 2013 das Zertifizierungsverfahren der Deutschen Initiative für Netzwerkinformation (DINI) erfolgreich durchlaufen.³

Seit 2015 öffnet sich die neue ZB MED-Publikationsplattform allen Fachgebieten der Lebenswissenschaften. Somit können auch Kongressabstracts und -poster sowie wissenschaftliche Zeitschriften, die Forschungen und Berichte aus dem Bereich der Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft darstellen, publiziert werden.

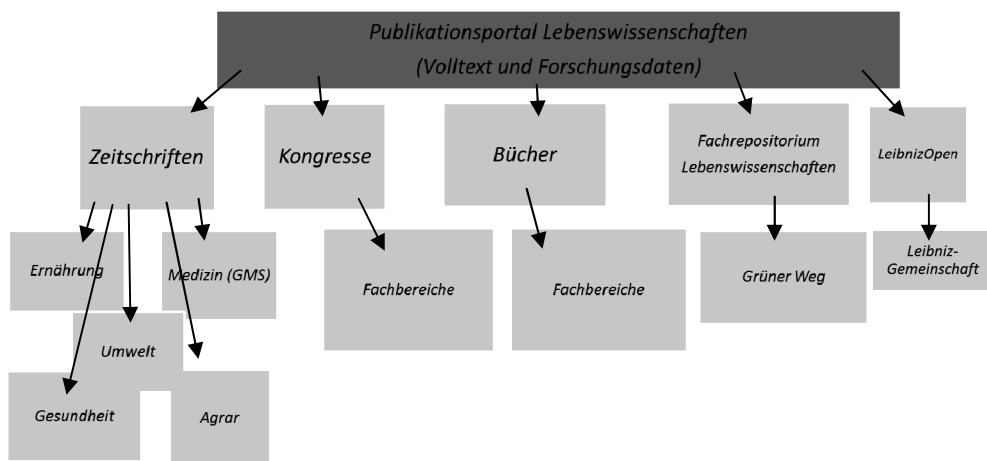


Abbildung 1: Skizze der ZB MED-Publikationsplattform

2 Forschungsdatenmanagement und Publikationsberatung

ZB MED bietet darüber hinaus seine Unterstützung und Beratung beim Forschungsdatenmanagement an. Dazu wird ein Schulungs- und Beratungsangebot für Datenmanagerinnen und Datenmanager an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen aufgebaut und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bekommen bei der Planung eines effizienten Forschungsdatenmanagements von Beginn an Unterstützung. Dabei sind die Bestimmung relevanter Forschungsdaten in den Lebenswissenschaften und die Darstellung konkreter Möglichkeiten, Forschungsdaten referenzierbar zu machen sowie sie langfristig zu speichern, einige der Themen, die betrachtet werden.

Weitere Fragen, die zu den Forschungsdaten und rund um das Thema elektronisches Publizieren und Open Access bei den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auf-

³ [De14] Deutsche Initiative für Netzwerkinformation e.V.: Dini-Zertifikat, 2014; <http://dini.de/dini-zertifikat/liste-der-repositorien/> (zuletzt abgerufen am 18.11.2014).

kommen, begegnet ZB MED durch einen neu aufgebauten und umfassenden Beratungsservice. Hier werden unterschiedliche Fragen rund um das Thema Open-Access-Publizieren aufgegriffen: Begriffe wie Open-Access-Erst- und Zweitveröffentlichung werden erklärt und auf die damit verbundenen urheberrechtlichen Fragen eingegangen. Zudem wird insbesondere die Qualität von fachspezifischen Open-Access-Zeitschriften beleuchtet und auf Möglichkeiten zur Messung von Publikationsleistungen eingegangen (z.B. Journal Impact Factor oder Alternativen). Darüber hinaus wird auch bei Gründung bzw. Transformation von bzw. zu Open-Access-Journalen beraten. Die Beratung erfolgt sowohl in Form von FAQs als auch über persönliche Kontaktmöglichkeiten. Durch das Angebot von Train-the-Trainer-Seminaren wird außerdem Multiplikatoren an wissenschaftlichen Bibliotheken oder lebenswissenschaftlichen Fakultäten die Möglichkeit geboten, relevantes Wissen zu erwerben und dieses an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern weiterzugeben.

Mit diesem Publikations- und Beratungsangebot für die Lebenswissenschaften komplettiert ZB MED sein Angebot für den Wissenschaftskreislauf: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erhalten durch ZB MED Unterstützung beim Suchen und Beschaffen der benötigten Fachliteratur. Zudem bekommen sie Hilfe beim Management ihrer Forschungsdaten und eine Plattform zur Verfügung gestellt, über die sie ihre Forschungsergebnisse sowie die erhobenen Forschungsdaten aktuell und zeitnah der Forschungsgemeinschaft zur Verfügung stellen können. Diese Publikationen werden wieder in das Suchportal von ZB MED aufgenommen und dadurch sichtbar gemacht. ZB MED steht den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Bereich der Lebenswissenschaften somit bei jedem Schritt ihrer Forschung unterstützend zur Seite.

Literaturverzeichnis

- [Bu14] Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Horizont 2020 im Blick: Informationen zum neuen EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation. Bonn, 2014; <http://www.horizont2020.de/> (zuletzt abgerufen am 18.11.2014).
- [De14] Deutsche Initiative für Netzwerkinformation e.V.: Dini-Zertifikat, 2014; <http://dini.de/dini-zertifikat/liste-der-repositorien/> (zuletzt abgerufen am 18.11.2014).
- [Wi12] Wissenschaftsrat (Hrsg.): Empfehlungen zur Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Informationsinfrastrukturen in Deutschland bis 2020. Berlin, 2012; <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/2359-12.pdf> (zuletzt abgerufen am 18.11.2014).

Controlling für Biogasbetriebe: Entwicklung eines Betriebsvergleich-Prototyps

Nina Bendixen, Hans-Hennig Sundermeier

Institut für Agrarökonomie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
24098 Kiel
nbendixen@treurat-partner.de
hsundermeier@lbv-net.de

Abstract: Der Betriebsvergleich wurde seit Jahrzehnten in der Landwirtschaft zu einem zuverlässigen Controlling-Instrument zur Bestimmung der wirtschaftlichen Lage landwirtschaftlicher Betriebe entwickelt. Preissteigerungen für Substrate haben manchen Biogasbetrieb in eine wirtschaftliche Schieflage versetzt. Die Beurteilung der individuellen Wettbewerbsfähigkeit, realistisches Benchmarking und das Erkennen von Verbesserungspotential werden auch in der Biogasbranche bedeutsam. Dieser Beitrag beschreibt Einzelaspekte bei der Entwicklung von überbetrieblichen Auswertungen sowie die prototypische Realisierung eines Betriebsvergleichs für Biogasbetriebe auf der Grundlage von Buchführungsdaten.

1 Problemstellung, Zielsetzung und Vorgehen

In der Landwirtschaft ist der Betriebsvergleich der Unternehmenszahlen seit über 90 Jahren etabliert. Fachliche Grundlage für Betriebsvergleiche mit größeren Teilnehmerzahlen sind die jeweiligen Buchführungsstandards der landwirtschaftlichen Rechenzentren bzw. der standardisierte Jahresabschluss des BMEL-Testbetriebsnetzes. Mit der Entwicklung der Biogasbranche publizierte die DLG frühzeitig einen Standardisierungsvorschlag für die wirtschaftlichen und produktionstechnischen Aufzeichnungen im Hinblick auf eine Betriebszweigauswertung bzw. auf einen Betriebszweigvergleich [DLG06].

Die Akzeptanz dieses Standardisierungsvorschlags blieb in der Buchführungspraxis relativ gering, da eine Vielzahl verschiedener produktionstechnischer Daten erfasst werden sollte. Wenige Auswertungen erreichten daher nennenswerte Teilnehmerzahlen (z. B. umfasst die Auswertung des Computerdienstes des Bayerischen Bauernverbandes nur etwa 10 Prozent der buchhalterisch betreuten Anlagen). Weitere Auswertungen entstanden in spezialisierten Arbeitskreisen und kommerziellen Beratungsunternehmen.

Motiviert durch den Biogasanlagen-Boom im Beratungsgebiet des Landwirtschaftlichen Buchführungsverbandes entstand eine Initiative zur Entwicklung eines einfachen Betriebsvergleichs auf Basis der handels- und steuerrechtlichen Rechnungslegung.

Zunächst betrachten wir die aktuelle Dokumentation der wirtschaftlichen Vorgänge. Anschließend werden einige Einzelaspekte bei der Erstellung von überbetrieblichen Auswertungen aus fachlicher, technischer und gestalterischer Sicht betrachtet.

2 Dokumentation der wirtschaftlichen Vorgänge in Biogasanlagen

Da es sich bei den meisten (oft größeren) Biogasanlagen in Norddeutschland um eigenständige Unternehmen ohne direkte Verbindung zur Landwirtschaft handelt, erstellen diese ihre Finanz-Buchführung oft nach dem Regelwerk für Gewerbebetriebe. Aufgrund fehlender Empfehlungen im Hinblick auf ein standardisiertes branchenspezifisches Rechnungswesen entwickelten sich viele individuelle Kontierungen.

Die so entstandene Vielfalt der benutzten Buchführungs- und Kontierungssysteme erschwert überbetriebliche Auswertungen ungemein. Hinzu kommt, dass in der gewerblichen Buchführung – anders als in der Landwirtschaft – keine Tradition zur Erfassung physischer Größen (z. B. Gewichte, Stückzahlen) besteht. Zu den mengenmäßigen Grunddaten gehört bspw. der Stromerlös in kWh, aber auch Größen mit Stammdatencharakter wie die installierte elektrische Leistung. Nielsen hatte hierzu Kontierungs- und Erfassungsvorschläge mit geringeren Anforderungen an produktionstechnische Detailangaben entwickelt [Ni08].

3 Probleme bei der Zusammenführung der Daten

Fehlt ein Kontierungsstandard, ist mit einem „Wildwuchs“ bei den wirtschaftlichen Aufzeichnungen zu rechnen. Allein im Beratungsgebiet des Landwirtschaftlichen Buchführungsverbands wurden sieben verschiedene Aufzeichnungs- bzw. Kontierungssysteme angetroffen. Selbst bei Benutzung des gleichen Kontenrahmens bzw. der Biogas-Kontenrahmenerweiterung für Datev SKR04 [Ni08] waren weitere Differenzen in der individuellen buchhalterischen Umsetzung anzutreffen. Für künftige Auswertungen mit größeren Teilnehmerzahlen müssen stärker standardisierte Buchungsempfehlungen zum Einsatz kommen.

Da die Biogasanlagen bzw. die betreuenden Kanzleien ihre Buchführungsgewohnheiten zumeist nicht ändern wollen, bleibt oft nur die Überführung der Daten mit Hilfe von „Umkontierungstabellen“. Die Ergebnisse dieser „Umkontierung“ müssen jedoch minutiös überwacht bzw. oft auch manuell korrigiert werden.

Nach „Herstellung der überbetrieblichen Auswertbarkeit“ sind die Folgeschritte vergleichsweise einfach: Auswahl der relevanten Indikatoren, Entwicklung eines Tabellendesigns zum Vergleich der individuellen Datensätze mit den Gesamt-Mittelwerten sowie mit den Mittelwerten des oberen und unteren Quartils (Schichtungsvariable: ordentliches Ergebnis in cent/kWh) und Entwicklung von grafischen Hilfestellungen für die Interpretation der Daten (z. B. selbst erklärende Ampelsymbole oder auch etwas aufwendigere Bullet-Charts) [Be14].

4 Entwicklungsstand und erste Ergebnisse

Im Rahmen der prototypischen Realisierung im Sommer 2014 konnten 140 Betriebe für die Teilnahme an einem Betriebsvergleich für Biogasbetriebe gewonnen werden. Da die Buchführungsdaten logisch dezentral in den Buchstellen verteilt waren, mussten die einzelnen Jahresabschlüsse zur Auswertung erst zusammengetragen werden. Die Kontaktaufnahme sowie die Übermittlung der Daten stellt einen hohen zeitlichen Aufwand dar.

Da durch die Heterogenität der Betriebsstrukturen und Buchführungen einige Betriebe bei der Plausibilitätsprüfung ausfielen, entstand eine Gesamt-Vergleichsgruppe von 96 Betrieben. Die Mindestangaben für physische Daten waren die Angabe der eingespeisten Arbeit sowie der Nennleistung der installierten BHKWs. Da nur ein geringer Teil der Buchführungen diese Daten enthielten, waren diese zusätzlich zu der Finanzbuchführung mithilfe eines kurzen Hilfsbelegs bei den Biogasbetrieben direkt zu erheben. Sie bildeten die Grundlage für die Kostenträger-Stückrechnung bzw. dienten als Schichtungsvariable.

Neben der Schichtung der Betriebe nach installierter Leistung erfolgten weitere Selektionen nach Region bzw. Spezialisierung (Direktvermarktung, Wärmekonzept). Jeder der teilnehmenden Betriebe erhielt neben einer Gegenüberstellung mit der Grundgesamtheit eine Auswertung seines Betriebes innerhalb der jeweiligen Größenklasse.

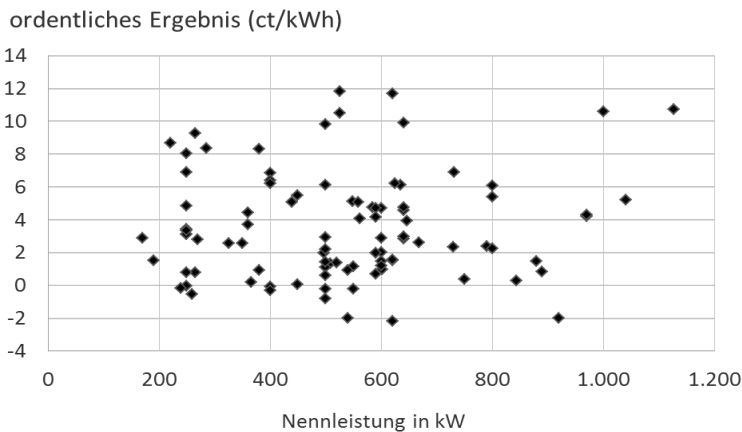


Abbildung 1: Betriebsvergleich Biogas 2013 – Streuung der Ergebnisse

Die Abbildung 1 zeigt die Verteilung des Ordentlichen Ergebnisses in Abhängigkeit von der installierten Nennleistung. Zum einen lassen sich die Schwerpunkte der installierten Leistung erkennen und zum anderen die Streuung des Ordentlichen Ergebnisses bei identischer Nennleistung. Die Tabelle in Abbildung 2 zeigt unterschiedliche Kostenstrukturen in Abhängigkeit von der installierten Leistung. Der Aufwand für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe ist in allen Gruppen die größte Kostenposition, gefolgt von den sonstigen Kosten, die unter anderem Personalaufwand, Eigenstromverbrauch sowie Reparaturen und Abschreibung beinhalten. Weiterhin lässt sich erkennen, dass der Zinsauf-

wand ja nach Größenstruktur schwankt. Markant sind die Unterschiede zwischen den Indikatoren für das Gesamtmittel bzw. für das obere Quartil.

Erfolgsposition:	Nennleistung:	bis 350 kW	351 bis 500 kW	501 bis 600 kW	über 600 kW
		cent / kWh			
Aufwendungen RHB insgesamt	Gesamtmittel	10,97	11,09	10,24	10,97
	Oberes Quartil	7,2	8,51	9,21	9,55
Sonstige Kosten insgesamt	Gesamtmittel	8,88	8,74	9,15	8,49
	Oberes Quartil	9,15	8,15	9,05	7,16
Zinsaufwendungen	Gesamtmittel	1,48	1,59	1,79	1,24
	Oberes Quartil	1,64	1,46	1,65	1,24
Ordentliches Ergebnis	Gesamtmittel	1,34	1,4	1,34	2,17
	Oberes Quartil	4,66	5,09	3,41	4,83
Zahl der Betriebe	Gesamtmittel	[18]	[21]	[17]	[25]
	Oberes Quartil	[5]	[6]	[5]	[7]

Abbildung 2: Erfolgskennzahlen der Größenklassen

5 Fazit

Die Erstellung einer prototypischen überbetrieblichen Auswertung von heterogenen Buchführungen für Biogasbetriebe erfordert viele manuelle Kontrollen und Eingriffe. Diese sind für Auswertungen im großen Stil allerdings wirtschaftlich nicht vertretbar. Standardisierungsempfehlungen für die Aufzeichnungen von Biogas-Geschäftsvorfällen sind unerlässlich, will man mit einfachen Mitteln einen Betriebsvergleich für die Branche erstellen. Bei Reduktion der physischen Daten auf ein Minimum und adäquater Kontierung kann auch die handels- und steuerrechtliche Rechnungslegung die Daten für aussagekräftige Betriebsvergleiche für Biogasbetriebe liefern.

Literaturverzeichnis

- [Ni08] Nielsen, Olaf: Rechnungswesen und Controlling für Biogasbetriebe, Masterarbeit im Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2008.
- [Be14] Bendixen Nina: Betriebsvergleich für Biogasbetriebe – Entwicklung eines Prototyps unter Berücksichtigung verschiedener Buchführungssysteme, Masterarbeit im Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2014.
- [LBV14] Landwirtschaftlicher Buchführungsverband (Hrsg.): Controlling für Biogasbetriebe; Kiel 2014.
- [DLG06] DLG: Betriebszweigabrechnung für Biogasbetriebe; Frankfurt am Main, DLG Verlag, 2006.

Controlling für Lohnunternehmen: Integration eines Online-Monitoring-Systems in die SHBB-Branchenlösung

Theresa Borris, Hans-Hennig Sundermeier

Institut für Agrarökonomie der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstr. 40
24118 Kiel
lu-service@shbb.de
hsundermeier@lbv-net.de

Abstract: Landwirtschaftliche Lohnunternehmen stehen sowohl unter starkem Zeitdruck als auch unter hohem Wettbewerbsdruck. Folglich ist gutes Management und effizientes Controlling erforderlich. Spezialisierte Softwarehäuser bieten innovative Lösungen zur Unterstützung des Managements. Der Beitrag skizziert am Beispiel des „Agrarmonitor“-Systems Arbeitsweise und Vorteile der Verknüpfung mit dem SHBB-Controlling-Konzept für Lohnunternehmen.

1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Die Anforderungen an die wirtschaftliche Steuerung (Controlling) von Lohnunternehmen sind in der jüngsten Vergangenheit stark gestiegen. Sie agieren als überregional operierende Dienstleistungsunternehmen mit anhaltend hohem Wachstum (Personal, Maschinen und Dienstleistungsangebot). Steigendes Geschäftsvolumen, intensiver regionaler Wettbewerb, zunehmende Kosten für Personal, Technik und Kraftstoff erhöhen den Bedarf für ein effektives und effizientes Informationssystem, das aktuell und laufend die Arbeitserledigung und deren wirtschaftlichen Erfolg transparent macht.

Die SHBB Steuerberatungsgesellschaft mbH, Kiel, eine Tochtergesellschaft des Landwirtschaftlichen Buchführungsverbandes, entwickelt in Zusammenarbeit mit dem Verband der Lohnunternehmen in der Land- und Forstwirtschaft Schleswig-Holstein e. V., Rendsburg, eine spezielle Branchenlösung für das Rechnungswesen und Controlling von Lohnunternehmen. Gewerbliche Buchführungs- und Berichtssysteme (z. B. der DATEV eG) befriedigen nur die gesetzlichen Anforderungen der Rechnungslegung, jedoch nicht den detaillierten, branchenspezifisch unterschiedlichen betriebswirtschaftlichen Informationsbedarf. In bisher drei Entwicklungsschritten entstand ein auf die spezifischen Anforderungen von Lohnunternehmen ausgerichtetes Controlling-Konzept, das eine wesentlich detailliertere Kontierung, kurzfristige Erfolgsrechnung, Kostenrechnung und ein aussagekräftiges branchenspezifisches Benchmarking erlaubt [TS08, KS11, KS13].

Den für Lohnunternehmen typischen Dokumentations- und Informationsbedarf über Anbahnung, Vereinbarung, Disposition, Arbeitserledigung, Zeitbedarf, Materialverbrauch und Abrechnung von Dienstleistungsaufträgen befriedigen seit einiger Zeit Management-Informationssysteme spezialisierter Softwareanbieter. Die folgenden Ausführungen skizzieren am Beispiel der Managementsoftware „Agrarmonitor“ der Firma betriko GmbH, Kalletal, die Verknüpfung dieser Software mit der Controlling-Branchenlösung der SHBB Steuerberatungsgesellschaft mbH, Kiel (s. Abbildung 1).

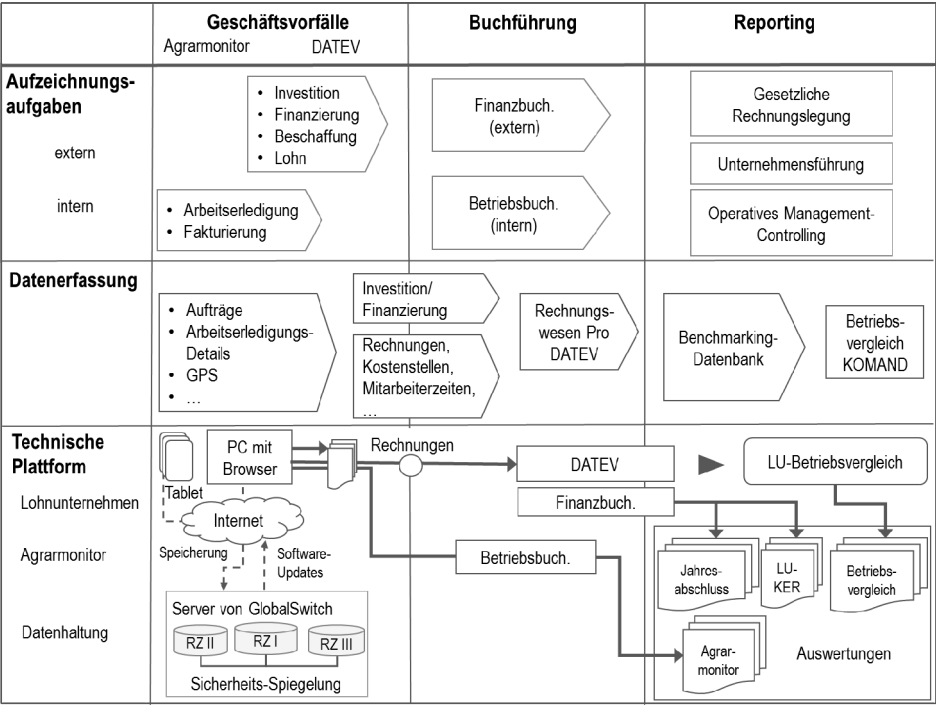


Abbildung 1: „Agrarmonitor“ (betriko) im Controlling-Konzept für Lohnunternehmen

2 Unternehmensführung in Lohnunternehmen

Besonders wachsende (Lohn-)Unternehmen sind nur dann effektiv und effizient zu führen, wenn die stark steigenden Anforderungen strukturiert bewältigt, ausführlich dokumentiert und zeitnah administriert werden. Die hierfür entwickelten Informationssysteme lassen sich nach ihrer Zweckbestimmung den Bereichen Monitoring, internes sowie externes Rechnungswesen zuordnen. Auf den ersten Blick erscheint die handels- und steuerrechtliche Rechnungslegung bezüglich Aktualität und betriebswirtschaftlichem Informationsgehalt nicht besonders anspruchsvoll. In jüngerer Zeit sind jedoch gerade hier die Anforderungen durch unterjährige Auswertungen für Kreditinstitute und überbetriebliches Benchmarking (Betriebsvergleich) stark gestiegen.

Das Betriebsmanagement umfasst im Kern die Erledigung der Dienstleistungsaufträge, die Behandlung von Störungen, Havarien und Reparaturen, Beschaffung und Logistik der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie spezifische operative Verwaltungsaufgaben wie Anbahnung, Vereinbarung, Disposition und Abrechnung der erbrachten Leistungen (allgemeine Aufgaben wie Investition, Finanzierung, Personalverwaltung etc. werden hier nicht betrachtet).

Für die in Lohnunternehmen spezifischen Aufgaben sind spezialisierte Monitoring-Systeme entstanden, die insbesondere die Kern-Daten der Arbeitserledigung (Kunde, Fläche, Leistung, Datum, Maschine, Maschinenführer, Arbeits- und Nebenzeiten etc.) im Detail registrieren, aber auch (z. T. mit Hilfe des GPS-Signals teilflächenspezifisch) Material- und Dieserverbrauch, Ausbringungs- und Erntemengen (z. T. automatisch) aufzeichnen.

3 Datengrundlage Management-Software und Schnittstelle zur Branchenlösung

Die Erfassung der Daten erfolgt mit Hilfe von Managementsoftware verschiedener Hersteller. Innovative Systeme sind skalierbar, erfassen die Daten in Echtzeit auf den Schleppern und selbstfahrenden Erntemaschinen und halten die Daten cloudbasiert (z. B. „Agrarmonitor“ der betriko GmbH, Kalletal). Insbesondere die leistungsbeschreibenden Daten (über Kunde, Parzelle, Maschine, Maschinenführer, Termin, Arbeitszeit, Treibstoff-Verbrauch, Betriebsmitteleinsatz, Störungen, Havarien u. ä.) fallen in einer Fülle und einem Detailgrad an, die mit manuellen Aufzeichnungssystemen nicht zu bewältigen wären.

Die Systemarchitektur (Online-Datenerfassung über das Mobilfunknetz, Offline-Überbrückung in Funklöchern, zentrale Datenhaltung in cloudbasierten Servern) erlaubt einerseits eine Echtzeit-Kontrolle und operative Steuerung der Leistungserstellung und eröffnet andererseits durch ortsunabhängige Auswertung und eine Schnittstelle zum Rechnungswesen ein sehr detailliertes Controlling. Die Verbindung zum Rechnungswesen erfolgt durch Verknüpfung der Dienstleistungen mit Erlöskonten, der Kundendaten mit Debitorenkonten, der Fakturierungen mit Debitoren-Sollstellungen, des Verbrauchs von Roh-, Hilfs-, und Betriebsstoffen mit Aufwandskonten usw. Die Datenübergabe erfolgt hierbei durch Datenabgabe in die Schnittstelle zu DATEV Rechnungswesen Pro [Bo14]. Inhaltliche Grundlagen hierfür sind die Kontenrahmenerweiterung und Auswertungsschemata der SHBB-Branchenlösung.

4 Diskussion und Ausblick

Die Integration der Managementsoftware „Agrarmonitor“ in das Controlling-Konzept für Lohnunternehmen der SHBB funktioniert. Das mehrstufige Informationssystem unterstützt die operative und strategische Steuerung von landwirtschaftlichen Lohnunternehmen. Der operative Managementteil dokumentiert die Leistungs- und Verwal-

tungsprozesse. Vor allem bei der Arbeitserledigung können die Daten direkt gesammelt und detailliert erfasst werden. Die Systemarchitektur erlaubt mit der Online-Datenerfassung, Zwischenspeicherung und Datenhaltung in cloudbasierten Servern eine aktuelle Kontrolle und operative Steuerung der Leistungserstellung.

Die Vielzahl an Auswertungen und die Schnittstelle zur Finanzbuchführung eröffnen ein vielfältiges, detailliertes und aktuelles Berichtswesen. DATEV Rechnungswesen Pro hält alle steuer- und handelsrechtlich benötigten Auswertungen bereit, die ggfs. mit betriebswirtschaftlichen Aspekten angereichert sind. Die Kennzahlen messen den Grad der Zielerreichung. Ein Betriebsvergleich mit anderen Lohnunternehmen erlaubt eine sichere wirtschaftliche Positionsbestimmung und fundiertes Benchmarking.

Moderne Managementsoftware für Lohnunternehmen für das interne und die ausgereifte Branchenlösung für das externe Rechnungswesen ergänzen sich wechselseitig zu einem effektiven und effizienten wirtschaftlichen Informations- und Steuerungssystem. Die kommenden Entwicklungsschritte für dieses Controllings-System (SHBB-Branchenlösung) sollten sich auf die Reduzierung der wirklich wichtigen Performance-Kennzahlen – z. B. durch Einführung spezieller Balanced Scorecards für Lohnunternehmen – auf eine kostengünstige Bereitstellung der wesentlichen Potentialfaktoren (Schlepper, angehängte und selbstfahrende Maschinen, IT-Infrastruktur), auf das Angebot von Mehrwert-Diensten (z. B. Lieferung der Arbeitserledigungsdaten an die Kunden für Cross-Compliance-Nachweise) sowie kundenspezifische Angebotskalkulationen konzentrieren.

Literaturverzeichnis

- [Bo14] Borris, T., Betriebsführung mit Managementsoftware - Integration des Onlinesystems „Agrarmonitor“ in die SHBB Branchenlösung „Controlling für Lohnunternehmen“, BSc-Arbeit, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2014.
- [KS13] Koch, J. und H.-H. Sundermeier, IT-Management für Branchenlösungen: Kosten- und Erlösrechnung für Lohnunternehmen, in M. Clasen et al. (Hrsg.): Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, 33. GIL-Jahrestagung, Potsdam 2013, GI-Proceedings P 211, S. 167-170.
- [KS11] Koch, J. und H.-H. Sundermeier, IT-Management für Branchenlösungen: Kurzfristige Erfolgsrechnung für Lohnunternehmen, in Michael Clasen et al. (Hrsg.): Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft, 31. GIL-Jahrestagung, Oppenheim 2011, GI-Proceedings P 181, S. 113-116.
- [TS08] Tometten, H. und H.-H. Sundermeier, IT-Management im Controlling: Betriebsvergleich für Lohnunternehmen, in Rolf A. E. Müller, Hans-H. Sundermeier, Ludwig Theuvsen, Stephanie Schütze, Marlies Morgenstern (Hrsg.): Unternehmens-IT – Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde? Referate der 28. GIL-Jahrestagung, Kiel 2008, GI-Proceedings P 125, S. 157-160.

Entwicklung einer Multi-Plattform-Benutzerschicht zur tätigkeitsbegleitenden Verwaltung von Phänotypisierungs-experimenten und Pflanzenbestandsdaten

Benjamin Bruns, Hanno Scharr, Florian Schmidt

IBG-2: Pflanzenwissenschaften
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich
b.bruns@fz-juelich.de
h.scharr@fz-juelich.de
schmidt2@iai.uni-bonn.de

Abstract: Die Vielzahl an verfügbaren Mess- und Analysemethoden im Bereich der Phänotypisierung und verwandter Disziplinen der Pflanzenwissenschaften produziert einen stetig wachsenden, oft heterogenen Bestand an Experimentaldaten. Neben der Schwierigkeit eine hierfür geeignete Verwaltungs- und Datenzugriffsplattform bereitzustellen, besteht auch ein zentrales Problem in der ergonomischen Abfrage und oft nur semiautomatisch möglichen Erfassung und Zuordnung solcher Daten. Hierzu schlagen wir eine Architektur einer service-orientierten Multi-Plattform-Benutzerschicht auf Basis des PhenOMIS-Frameworks vor. Dies ermöglicht eine schnelle Anbindung verschiedener (mobiler) Endgeräte zur tätigkeitsnahen Eingabe, Zuordnung und Abfrage von Experimentaldaten, ohne dabei einen signifikanten Mehraufwand durch die Verwendung unterschiedlicher Plattformen und Endgeräte zu generieren.

1 Einführung und Anforderungen an die PhenOMIS-Benutzerschicht

Phänotypisierung ist die Analyse pflanzlicher Eigenschaften als Reaktion auf unterschiedliche Umweltbedingungen ([EL09]). Sie wird als entscheidender Faktor für den Wissenstransfer von Pflanzenphysiologie und Genomforschung in die Züchtung und landwirtschaftliche Praxis angesehen ([TS09]). Eine Vielzahl (>100, [L+13]) spezieller Auswertungssysteme ist allein im Bereich der bildbasierten Pflanzenanalyse verfügbar. Dies resultiert in wachsenden, verteilten und oft heterogenen Datenbeständen. Ohne eine integrierende Datenintegrationsplattform sind vergleichende und übergreifende Auswertungen kaum möglich. Als mögliche Lösung für dieses Problem haben wir das PhenOMIS-System vorgestellt ([S+13]). Dessen Datenintegrationsplattform besitzt eine modulare Architektur auf Webservice-Basis, die durch die Verwendung von Methoden des Data-Space-Modells ([F+05]) schnell und bedarfsgerecht („pay-as-you-go“) an neue Mess- und Auswertesysteme angepasst werden kann.

Von entscheidender Bedeutung für die Akzeptanz eines neuen Systems ist jedoch die Benutzerschnittstelle (Usability). So sollen notwendige Eingaben zur Einbindung neuer Experimente auf ein Minimum reduziert und tätigkeitsbegleitend erfasst werden können. Die Datenabfrage und Aggregation über alle registrierten Systeme soll über eine Fat-Client-Anwendung erfolgen. Für andere Szenarien sollen mobile Anwendungen Zugang ermöglichen. Gleichzeitig soll die Autonomie der Mess- und Auswertungssysteme für eine entkoppelte Versuchsdurchführung erhalten bleiben. Um eine solche ergonomische Multi-Plattform-Benutzerschicht mit einem vertretbaren Umfang an Entwicklungsaufwand zu realisieren, schlagen die Autoren eine Kombination aus einer portablen, komponentenbasierten Anwendungsschicht für zentrale Prozessabläufe und einer gezielten Auswahl von (mobilen) Endgeräten zur tätigkeitsnahen Verwendung vor.

2 Grundlagen und Konzept der Multi-Plattform-Benutzerschicht

PhenOMIS gewährt in der Benutzerschicht Zugriff auf alle Daten einer Pflanze, die während ihres Lebenszyklus erfasst wurden. Dies umfasst manuelle Behandlungen, automatisierte Messungen und Umweltdaten (vgl. Abb.1, [S+13]). Die Datenaggregation erfolgt dabei durch ein zentrales Identitätsmanagement für Pflanzen(-individuen) und Experimente (CoreDB), sowie durch einen zentralen Mapping-Dienst zur Veröffentlichung lokaler Datenbestände (Messstationen).

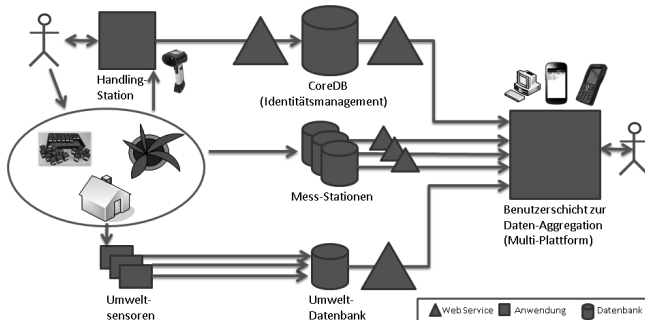


Abb.1: Datenflüsse und Verantwortlichkeiten im PhenOMIS-Informationssystem

Unabhängig vom angebotenen Funktionsumfang auf dem jeweiligen Endgerät besteht die Notwendigkeit (lokale) pflanzenbezogene Daten an CoreDB-Identitäten zu binden bzw. abzufragen. Diese Funktionalität wird in Form von Webservices angeboten, die plattformunabhängig genutzt werden können und die Benutzerschicht verschlucken. Dafür müssen sowohl Messstationen, Stationen für manuelle Behandlungen (Handling-Station) sowie Sensordatensysteme (Umweltdatenbank) einem konzeptionellen Modell („CoreModel“) über vorgeschaltete Wrapper-Services genügen. Abb. 2 zeigt diese Mediator-Wrapper-Architektur beispielhaft für Messstationsfall. Angewandt auf alle Datenquellen ist so ein minimales Begriffssystem geschaffen, das es erlaubt, über einen zentralen Mapping-Dienst („Identity-Service“) Relationen zwischen allen Entitäten systemübergreifend zu definieren und abzufragen. Für komplexere semantische Beziehungen jenseits dieses Modells ist es über die jeweilige Introspektionsschnittstelle („SourceEx-

plorer“) möglich, eine XML-basierte Beschreibung einer Datenquelle abzurufen, deren Konzepte über UCK- bzw. OID-Identifikatoren ([F+05], [S+07]) zu verknüpfen und damit abrufbar zu machen.

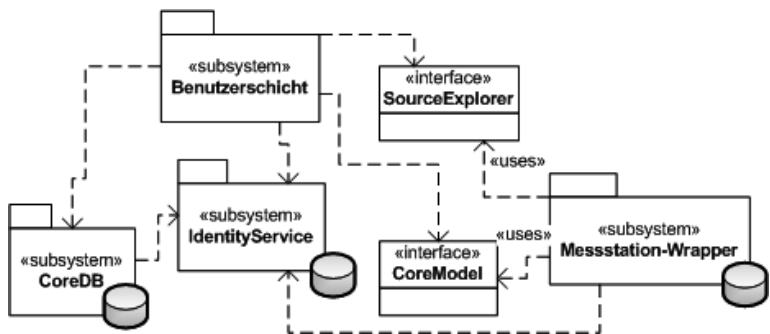


Abb.2: PhenOMIS-Architektur zur Einbindung und Abfrage von Messstationen

3 Realisierung der Multi-Plattform-Benutzerschicht

Datenzugriff- und Mappingdienste wurden als plattformunabhängige SOAP-Webdienste (JAX-WS) im Java-Framework „Apache CXF“ implementiert. Für ressourcenschwächere Endgeräte wurde eine schlankere, auf „CoreModel“-Dienste reduzierte REST-Bindung (JAX-RS) implementiert. Alle gewählten Endgeräte (Tablet, Handheld, PC) stellen eine (eingeschränkte) Java-Laufzeitumgebung (JVM) bereit. So konnte zur weiteren Verschlinkung der Benutzerschnittstelle eine portable Klassenbibliothek „PhenomisOrm“ entwickelt werden, die auf Basis des DTO-Musters (data transfer object) die Verwendung der PhenOMIS-Zugriffsdienste vereinfacht und direkt Methoden für typische Abfrage- und Mappingszenarien mitbringt. Die Entwicklung einer Anwendung für ein bestimmtes Endgerät beschränkt sich auf die Erstellung einer anwendungsfallabhängigen Präsentationsschicht (View) mittels geeigneter GUI-Designer. Konkret wurde hier der integrierte GUI-Builder in Netbeans 7.3 (Fat-Client), der „Oracles Scene Builder“ für JavaFX 2.0 (Handheld) und der GUI-Editor des ADT-Eclipse-Plugins (Android-Plattform, ADT v23.0) verwendet. Die Entwicklungsaufwand der zugehörige Steuerungsschicht (Controller) ist durch die „PhenomisOrm“-Methoden meist gering. Durch umfassende Auszeichnung von Untersuchungsobjekten und Messsystemen mit PhenOMIS-Identitäten auf Barcodes, deren Erfassung und kontextsensitive anwendungsseitige Interpretation wurde die tätigkeiten-nahe Verwendung mobiler Endgeräte ermöglicht.

Search				
Base Info		Timeline		Climate
Date	Type	Value	Unit	Comment
2011-05-03 08:32:39	measurement	0.5927	Kilogram	manual weighing
2011-05-03 08:32:03	measurement	0.386300000000000003	Kilogram	manual weighing
2011-05-03 08:31:29	measurement	0.388300000000000003	Kilogram	manual weighing

Abb.3: „Plant Timeline“-Aggregation auf einem Android-Tablet mit Hauptmenüskizze

Exemplarisch zeigt Abb. 3 einen Ausschnitt des „Plant Timeline“-Modus der Android-APP. Unter direkter Nutzung einer „PlantOrm“-Methode werden hier alle mit einer

Pflanze assoziierten Messungen und Behandlungen chronologisch aufgelistet. Abb. 4 zeigt die Handheld-Anwendung zur tätigkeitsnahen Verwaltung und Annotation (Abb. 4, rechts) eines Experiments mit dem GROWSCREEN-Rhizo ([N+12]) auf Basis der portablen „CoreModel“-Dienste und die Erfassung beteiligter Pflanzen (Abb. 4, Mitte).

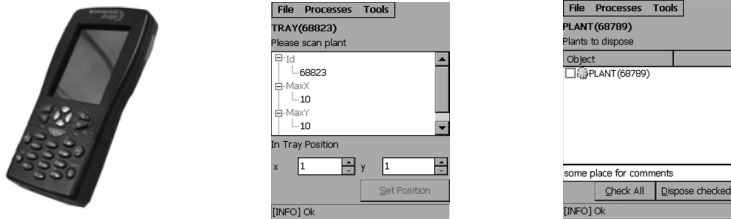


Abb. 4: Mapping und Annotation eines GROWSCREEN-Rhizo-Experiments via Handheld

4 Fazit und Ausblick

In enger Kooperation mit Pilotanwendern wurden verschiedene Anwendungssysteme auf Basis einer portablen Anwendungsschicht innerhalb des PhenOMIS-Systems entwickelt. Eine hohe Benutzerakzeptanz konnte durch die Eliminierung vormals langwieriger manueller Tätigkeiten (Laborbuch, Datenaggregation, ...), wie auch durch die umfassende Abbildung von Anwendungsfällen in eine portable Komponentenschicht und die erst dadurch praktikable Verwendung verschiedener Endgeräte erzielt werden. Der Mehraufwand zur Unterstützung mehrerer Plattformen war durch die service-orientierte Architektur der Anwendungsschicht und einer großen gemeinsamen (Java-) Codebasis in der Zugriffs- und Steuerungsschicht gering. Obwohl das System in der Domäne von Phänotypisierungsexperimenten entstand, ist der Entwicklungsansatz gut auf andere Felder mit (semi-)automatisch erfassten Experimentaldaten und eindeutig identifizierten Untersuchungsobjekten übertragbar. *Danksagung:* PhenOMIS wurde innerhalb des BMBF-Projekts CROP.SENSE.net-D1 entwickelt (Fördernr. 0315531C).

Literaturverzeichnis

- [EL09] Eberius, M., Lima-Guerra, J.: High-Throughput Plant Phenotyping – Data Acquisition, Transformation, and Analysis, *Bioinformatics* 7 (1), 891-278, 2009.
- [F+05] Franklin, M., et. al.: From Databases to Dataspace: A New Abstraction for Information Management, *ACM SIGMOD Record*, Volume 34 Issue 4, 2005.
- [L+13] Lobet, G., et. al.: An online DB for plant image analysis tools, *Plant Methods*, 9:38, 2013
- [N+12] Nagel, K., et. al.: Growscreen-Rhizo is a novel phenotyping robot enabling simultaneous measurements of root and shoot growth for plants grown in soil-filled rhizotrons, *Functional Plant Biology* 39 (11), 891-904, 2012.
- [S+07] Salles, M., et. al.: iTrails: Pay-as-you-go Information Integration in Dataspace, *Proceedings of the 33rd Int. Conference on Very Large Data Bases*, 663-674, 2007.
- [S+13] Schmidt, F., et. al.: A Distributed Information System For Managing Phenotyping Mass Data, *Referate der 33. GIL-Jahrestagung*, Potsdam, 2013.
- [TS09] Tardieu, F., Schurr, U.: White Paper on Plant Phenotyping, *EPSO Workshop*, 2009.

Werkstattbericht: Raum- und zeitübergreifende Standardisierung von Bodenleitfähigkeitsmessungen

Benjamin Burges, Peter Wagner

Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Karl-Freiherr-von-Fritsch-Str. 4

06099 Halle/Saale

benjamin.burges@landw.uni-halle.de

peter.wagner@landw.uni-halle.de

Abstract: Für eine raum- und zeitübergreifende Betrachtung von Bodenleitfähigkeitsmessungen sind die Absolutwerte von EM38 Messungen häufig unbrauchbar. Zwei Standardisierungen zur Nutzung der Messwerte für einen Data Mining Ansatz (zur Ertragsprognose) wurden entwickelt und sollen zukünftig für mehrjährige Trainingsdaten unterschiedlicher Schläge verwendet werden. Die Standardisierungen basieren auf mittleren flächengewichteten Ackerzahlen bzw. mittleren Erträgen und zeigen beide in frühen Ergebnissen eine Harmonisierung von EM38 Messungen benachbarter Flächen aus unterschiedlichen Jahren und zu unterschiedlichen Messbedingungen. Die endgültige Vorzüglichkeit und Eignung für den Data Mining Ansatz muss jedoch erst noch, in einem nächsten Schritt, durch Training künstlicher neuronaler Netze und Validierung der Ertragsprognose bestätigt werden.

1 Einleitung

Precision Farming setzt voraus, dass die kleinräumige Heterogenität im Schlag bekannt ist, um darauf angepasste Maßnahmen durchführen zu können. Zur Bestimmung der kleinräumigen Variabilität kommen hochauflösende und kostengünstige Methoden wie die Bestimmung der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit des Bodens (EC) in Frage. Vergleicht man aber Messungen unterschiedlicher Jahre und benachbarter Flächen, stellt man häufig keinen Zusammenhang zwischen dem Ertrag und der EC fest. Auch Messungen in verschiedenen Jahren auf derselben Fläche weisen i.d.R. zwar ähnliche Verteilungsmuster auf, die Absolutwerte weichen jedoch erheblich voneinander ab. Beim Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen (KNN) zur Ertragsprognose zeigte sich in eigenen Untersuchungen mehrfach, dass die EC bei Verwendung nur eines Schlagjahres einen erheblichen Erklärungsgehalt für die Variabilität des Ertrages aufweist. Werden hingegen zwei oder mehr Schlagjahre für den Trainingsprozess verwendet, geht der Erklärungsgehalt deutlich zurück. Im besonderen Fokus steht daher die Schaffung einer standardisierten Leitfähigkeit als geeigneten Inputparameter für ein KNN und die Gewährleistung der Vergleichbarkeit unterschiedlicher EC Messungen.

2 Material und Methoden

2.1 Standardisierung der Bodenleitfähigkeit mit Ackerzahl - EC_{AZ}

Im ersten Ansatz wird auf Basis der flächengewichteten mittleren Ackerzahl eines Schläges die Verteilung der EC Werte angepasst. Dazu werden die Verteilungen auf einen gemeinsamen Mittelwert von 50 gebracht. Die absolute Standardabweichung ändert sich durch die Mittelwertanpassung nicht. Im Anschluss werden die Werte mit der $100/\text{Ackerzahl}$ als Proxy für das bodenbürtige Produktivitätspotential multipliziert. Somit wird die gesamte Verteilung der EC Messung verschoben und im Vergleich mit Messungen anderer Schläge haben transformierte Schläge mit höheren Ackerzahlen höhere transformierte Leitfähigkeitswerte.

2.2 Standardisierung der Bodenleitfähigkeit mit Erträgen – EC_Y

Bei einem alternativen Ansatz werden die Werte der EC Messung auf Basis der Ertragsunterschiede zwischen verschiedenen Schlägen standardisiert. Dieses Vorgehen impliziert bereits eine Erhöhung der Korrelation zwischen transformierten EC_Y Werten und dem Ertrag auf einem Schlag, wenn eine schlagübergreifende Betrachtung vorgenommen wird. Zur Einschätzung des Ertrages auf den Schlägen wurden Ertragskartierungen ausgewertet. Das Ertragsmittel eines jeden Schläges wird zum Ertragsmittel aller Schläge ins Verhältnis gesetzt und entsprechend mit den EC Werten multipliziert. Zur besseren Handhabbarkeit werden die so erzeugten Werte anschließend linear transformiert, um Werte zwischen 0 und 1 anzunehmen.

Zur Bestimmung der Ertragsmittelwerte eines jeden Schläges wurden Mähdrescher-Ertragskarten (Winterweizen) der Jahre 2003 bis 2011 von 19 Schlägen eines Betriebes ausgewählt, gefiltert und korrigiert. Aus den korrigierten Ertragskarten wurden die mittleren Erträge je Schlag und Jahr gebildet. Die Ertragsstatistiken auf Kreis- und Landesebene dienten zur Einschätzung guter bzw. minderguter Ertragsjahre. Im Folgenden wurden schlagweise Mittelwerte für gute und mindergute Jahre gebildet, aus denen anschließend ein Schlagmittelwert bestimmt wurde. Jahresbedingte Ertragseffekte wurden so geglättet, um ein stabileres Ertragsmittel zur Verfügung zu haben.

2.3 Datenauswertung

Für den Vergleich der Methoden zur Standardisierung soll vorerst der Zusammenhang zwischen Ertrag und der transformierten EC_{AZ} bzw. EC_Y dienen. Um diesen Vergleich anzustellen, müssen räumlich unterschiedliche Punktmessungen von EC und Ertrag zu kombinierten Datensätzen zusammengefasst werden. Dies wurde über die Methode der nächsten Nachbarn durchgeführt. Datensätze mit einer Entfernung der Merkmale Ertrag und EC von größer 6 m wurden verworfen.

3 Vorläufige Ergebnisse

Es zeigen sich im Ergebnis die in Tab. 1 dargestellten Korrelationen. Ein mäßiger linearer Zusammenhang zum Ertrag kann folglich lediglich für EC_Y angenommen werden. Die Korrelationen von EC bzw. EC_{AZ} zum Ertrag gehen in der Gesamtbetrachtung gegen Null. In der exemplarischen Darstellung zweier benachbarter Flächen wird aber deutlich, dass sowohl EC_{AZ} als auch EC_Y ein homogeneres Bild der Bodenleitfähigkeit erzeugen als es die Absolutwerte der EC Messung zeigen (Abb. 1). Aus der Abbildung geht hervor, dass die Vergleichbarkeit von EM38 Messungen verschiedener Zeitpunkte und Flächen durch die Transformation erhöht wird.

Tabelle. 1: Pearson Korrelationen zwischen Ertrag und EC, EC_{AZ} bzw. EC_Y

Pearson Korrelation	EC	EC_{AZ}	EC_Y	Ertrag
EC	1	-.205	.157	-.066
EC_{AZ}	-.205	1	.517	.028
EC_Y	.157	.517	1	.371
Ertrag	-.066	.028	.371	1

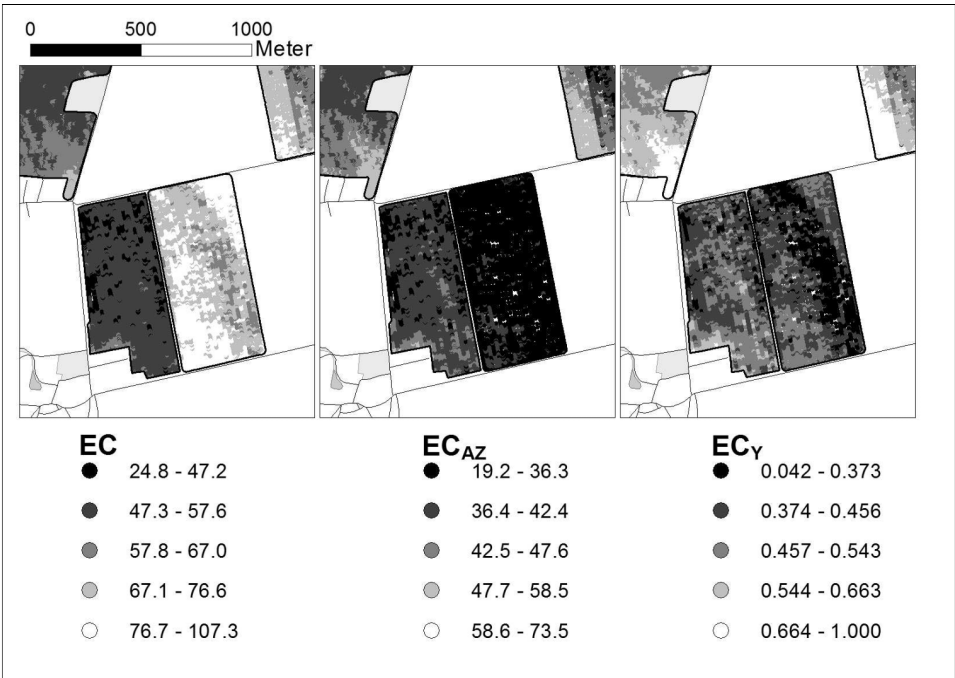


Abbildung 1: Kartendarstellung von EC, EC_{AZ} bzw. EC_Y

4. Diskussion und Ausblick

Während sich für die Absolutwerte der EC Messung und für die EC_{AZ} Korrelationskoeffizienten nahe Null ergeben, wird für EC_Y eine mäßige Korrelation von 0.371 gezeigt. Dieser Effekt liegt natürlich in der grundsätzlichen Methode, da dort, basierend auf mittleren Erträgen, eine Anpassung der Leitfähigkeiten erfolgte. Die Korrelationen zwischen den transformierten Werten und dem Ertrag sind, wie eingangs erwähnt, allerdings nur bedingt aufschlussreich. Der Wert der Standardisierung ist nicht primär in deren Korrelation zum Ertrag zu suchen. Vielmehr soll versucht werden, Schläge hinsichtlich ihrer Leitfähigkeit zu vergleichen. Mit Hinblick auf die Verschiebung über die Ackerzahl bzw. die mittleren Erträge soll dabei lediglich auf nachvollziehbare Weise der unterschiedlichen Güte von Schlägen Rechnung getragen werden. Auf Basis der Kartendarstellung in Abb. 1 kann eine bessere Vergleichbarkeit von EM38 Messungen aus unterschiedlichen Jahren und von unterschiedlichen Orten angenommen werden. In weiterführenden Schritten sollen Trainingsdaten für ein KNN (mehrere Schlagjahre) auf Basis dieser zwei transformierten Leitfähigkeitswerte und der ursprünglichen EC Messwerte erzeugt werden. Nach dem Training und der Validierung soll sich anhand der Modellgüte (RMSE, lineare Korrelation) schließlich für die Vorzüglichkeit einer Standardisierung ausgesprochen werden. Es ist zu erwarten, dass die trainierten KNN auf Basis standardisierter Leitfähigkeitswerte im Mittel höhere Modellgüten aufweisen werden als es unter Verwendung der Absolutwerte der EC Messung der Fall ist.

Vorhandene Informationen nutzen: Energieverbrauchsschätzung mittels Big-Data

Björn Christensen

Fachbereich Wirtschaft
Fachhochschule Kiel
Sokratesplatz 2
24149 Kiel
bjoern.christensen@fh-kiel.de

Abstract: In energieintensiven Unternehmen besteht ein großer Bedarf an detaillierten Informationen über die Energieverbräuche jeder einzelnen Verbrauchsstelle als Grundlage für Energieeffizienzmaßnahmen sowie für die Kostenrechnung. Im vorliegenden Beitrag wird ein statistischer Ansatz vorgestellt, diese Verbräuche auf Basis vorhandener Daten in Unternehmen indirekt zu ermitteln. Der Ansatz stellt somit eine einfache und vor allem kostengünstige Alternative zur physikalischen Messung von Stromverbräuchen dar.

1 Einleitung

In energieintensiven Unternehmen, wie es sie gerade auch in der Agrar- und speziell in der Ernährungswirtschaft gibt, besteht aus zweierlei Gründen ein besonderer Bedarf an detaillierten Informationen über den Energieverbrauch jeder einzelnen Verbrauchsstelle: Zum einen dienen konkrete Energieverbräuche der einzelnen Produktionsanlagen als Grundlage für Energieeffizienzmaßnahmen. Zum anderen sollten bei hohem Anteil der Energiekosten an den Gesamtproduktionskosten diese speziell in die Kostenrechnung Eingang finden [BG13]. Der Bedeutung fein differenzierter Energieerfassung stehen aber hohe notwendige Investitionskosten für Zähler entgegen, so dass die Wirtschaftlichkeit derartiger Maßnahmen häufig in Frage gestellt werden muss [LS84].

2 Fragestellung

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, ob es theoretisch Möglichkeiten gibt, vorhandene Daten aus Unternehmen zu verwenden, um aus ihnen indirekt Informationen über die Energieverbräuche jeder einzelnen Verbrauchsstelle zu ermitteln. Der Überlegung liegt die Beobachtung zugrunde, dass derartige Ansätze trotz umfangreicher technischer Daten in Unternehmen nicht angewandt werden, obwohl geeignete statistischen Verfahren grundsätzlich zur Verfügung stünden.

3 Die Datengrundlage

In energieintensiven Unternehmen liegen zum einen Viertelstundenlastgänge zum Energieverbrauch vor, das heißt viertelstundengenau wird der Energieverbrauch für das Gesamtunternehmen bzw. für einzelne Produktionseinheiten erfasst und gespeichert (Abbildung 1). Zum anderen speichern viele Unternehmen automatisch und sekundengenau die Laufzeiten aller oder der wichtigsten Maschinen ab (Abbildung 2).⁴

Datum	Startzeit	Endzeit	Stromverbrauch
01.01.2014	0:00:00	00:15:00	1017
01.01.2014	00:15:00	00:30:00	2053
01.01.2014	00:30:00	00:45:00	1879
01.01.2014	00:45:00	01:00:00	878
...	...	...	...

Abbildung 1: Exemplarische Daten zum Gesamtstromverbrauch in Viertelstundenabschnitten⁵

Maschine	Beginndatum	Enddatum	Startzeit	Endzeit
1	01.01.2014	01.01.2014	0:00:00	0:11:39
1	01.01.2014	01.01.2014	00:14:02	00:18:47
1	01.01.2014	01.01.2014	00:33:12	06:13:23
...	...	...	...	...
4	01.01.2014	01.01.2014	0:00:00	4:17:44
...	...	...	...	...
10	01.01.2014	01.01.2014	00:00:00	00:04:06
10	01.01.2014	01.01.2014	01:13:54	12:06:04
...	...	...	...	...

Abbildung 2: Exemplarische Daten zu Laufzeiten von Maschinen

Beide Datenquellen lassen sich mittels Datenaufbereitung derart zusammenführen, dass ein Datensatz entsteht, der viertelstundengenau die Energieverbräuche insgesamt und die Laufzeiten jeder Maschine umfasst. Abbildung 3 stellt diesen zusammengefassten Datensatz schematisch dar.

⁴ Zur Vereinfachung wird angenommen, dass alle Maschinen nur zwei Zustände – on oder off – aufweisen. Eine Erweiterung des Modells auf Maschinen mit Teillastbetrieb ist ohne Einschränkungen möglich, sofern die Teillast erfasst wird.

⁵ Für die Endzeiten wird < angenommen.

Datum	Startzeit	Endzeit	Strom- verbrauch	Maschine 1	...	Maschine 4	...	Maschine 10
01.01.2014	0:00:00	0:15:00	1017	0:11:39	...	0:15:00	...	0:04:06
01.01.2014	00:15:00	00:30:00	2053	0:03:47	...	0:15:00	...	0:00:00
01.01.2014	00:30:00	00:45:00	1879	0:11:48	...	0:15:00	...	0:00:00
01.01.2014	00:45:00	01:00:00	878	0:15:00	...	0:15:00	...	0:00:00

Abbildung 3: Zusammengefasste exemplarische Daten zum Gesamtstromverbrauch in Viertelstundenabschnitten und den dazugehörigen Maschinenlaufzeiten

4 Der statistische Ansatz

Die zusammengefassten Daten stellen ein Gleichungssystem dar, das – bei perfekter Datenerfassung – rechnerisch gelöst werden könnte. Da allerdings häufig nicht für alle Energieverbraucher Maschinenlaufzeiten vorhanden sind – z.B. sei als Ausnahme die Beleuchtung in einer Produktionshalle genannt – oder die Erfassung der Daten mit Messungenauigkeiten behaftet ist, stellen die derart zusammengestellten Daten quasi ein Gleichungssystem mit „Verschmutzung“ dar. Dieses Gleichungssystem lässt sich grundsätzlich jedoch mittels multivariater statistischer Verfahren, konkret der multivariaten Regressionsanalyse [BA11], schätzen.

Dabei ermöglicht die Umfänglichkeit der Daten – bei einem Unternehmen mit Produktion rund um die Uhr fallen gut 35.000 Viertelstundenlastgänge pro Jahr an – eine höhere Anzahl an zu schätzenden Maschinenverbräuchen.

Als Ergebnis lässt sich zum einen eine Aussage darüber treffen, wie gut das Modell die Gesamtenergieverbräuche pro Viertelstunde mittels der Maschinenlaufzeiten überhaupt erklären kann (Bestimmtheitsmaß). Zum anderen lassen sich für jede einzelne Maschine die Verbräuche (Koeffizienten) und die statistische Sicherheit der berechneten Verbräuche (Konfidenzintervalle der Koeffizienten) berechnen. Die statistischen Berechnungen ermöglichen also direkt Informationen darüber abzuleiten, ob der vorgestellte Ansatz hinsichtlich seiner Güte als Alternative zu physikalischen Messungen in Frage kommt.

Als Limitationen des Ansatzes seien genannt, dass die multivariate Regressionsanalyse zum einen voraussetzt, dass jede Maschine ausreichend Variationen der Laufzeiten aufweisen muss. Der Extremfall einer Maschine, die dauerhaft im Betrachtungszeitraum gelaufen ist, ermöglicht beispielsweise gar keine Berechnung eines Koeffizienten, da dieser in der Konstanten subsummiert wird. Zum anderen führen sehr große Unterschiede in den Stromverbräuchen der einzelnen Maschinen dazu, dass die berechneten Koeffizienten der Maschinen mit geringen Stromverbräuchen große Unsicherheiten aufweisen.

5 Diskussion und Ausblick

Der vorgestellte Ansatz zur statistischen Ermittlung von Stromverbräuchen von Maschinen auf Basis vorhandener Daten in Unternehmen stellt eine theoretische Alternative zu physikalischen Messungen dar, die häufig mit großen Investitionen verbunden sind. Sofern die beschriebenen Datenvoraussetzungen gegeben sind, lassen sich die Güte der statistischen Verbrauchsschätzung insgesamt sowie die Verbräuche jeder einzelnen Maschine angeben. Das Verfahren lässt sich analog auch auf Verbräuche z.B. von Gas anwenden, sofern die Daten entsprechend vorliegen.

Perspektivisch könnten die ermittelten Maschinenverbräuche auch dazu dienen, die Prognosen der Lastverbräuche für die 24 Stunden-Vorabanmeldung beim Versorger zu optimieren⁶ oder laufende Kontrollen der Maschinenverbräuche durchzuführen, um frühzeitig Maschinenschäden erkennen und beheben zu können.

Der vorgestellte Ansatz sollte in einem nächsten Schritt auf seine empirische Umsetzbarkeit hin überprüft werden.⁷

Literaturverzeichnis

- [BA11] Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W.; Weiber, R. (2011). Multivariate Analysemethoden, 13. Auflage, Springer, Berlin.
- [BG13] Bierer und Götze (2013). Energiekosten als Betrachtungsobjekt der Kostenrechnung – eine Bestandsaufnahme. In: Neugebauer, R.; Götze, U.; Drossel, W.-G. (Hrsg.): Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung und Bewertung technischer Systeme - Erkenntnisse aus dem Spitzentechnologiecluster eniPROD, Tagungsband zum 1. und 2. Methodenworkshop der Querschnittsarbeitsgruppe 1 „Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung“, Verlag wissenschaftliche Scripten, Auerbach, 2013 S. 95–114.
- [LS84]. Layer, M.; Strebel, H. (1984). Energie als produktionswirtschaftlicher Tatbestand. Zeitschrift für Betriebswirtschaft Jg. 54 (7/8): S. 638-663.

⁶ Gewerbekunden mit entsprechend hohem Stromverbrauch müssen 24 Stunden im Vorwege ihren erwarteten Stromverbrauch in 15 Minuten-Abschnitten anmelden, wobei Fehlprognosen zu Strafzahlungen führen.

⁷ Der Autor würde sich freuen, wenn sich interessierte Unternehmen, die entsprechende Daten in ihrem Unternehmen vorhalten, bei ihm hinsichtlich einer Kooperation melden würden.

Das Internet der Dinge als Basis einer vollständig automatisierten Landwirtschaft

Michael Clasen

Hochschule Hannover
Fakultät IV - Wirtschaft und Informatik
Ricklinger Stadtweg 120
30459 Hannover
michael.clasen@hs-hannover.de

Abstract: Das Internet der Dinge steht vor einer entscheidenden Erweiterung. Neben Daten von RFID-Transpondern werden künftig deutlich mehr Datenquellen genutzt, was die verfügbare Datenmenge und –qualität dramatisch ansteigen lässt. Diese Daten werden die Entscheidungsgrundlage für eine vollständig automatisierte Produktion, auch in der Landwirtschaft, darstellen. Der Artikel schließt mit einigen Gedanken, warum eine vollständig automatisierte Landwirtschaft kein Horrorszzenario, sondern im Gegenteil sehr wünschenswert sein wird.

1 Das Internet der Dinge – Vision und bisherige Nutzung

Die Idee des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT) ist mittlerweile 15 Jahre alt. Im Jahre 1999 stellte das Auto-ID Center am Massachusetts Institute of Technology (MIT) eine unternehmensübergreifende RFID-Infrastruktur vor, die als Vorläufer des Internets der Dinge gelten kann [SMA00]. Matern und Flörkemeier schreiben 2010: „Das Internet der Dinge steht für eine Vision, in der das Internet in die reale Welt hinein verlängert wird und viele Alltagsgegenstände ein Teil des Internets werden. Dinge können dadurch mit Information versehen werden oder als physische Zugangspunkte zu Internetservices dienen, womit sich weitreichende und bis dato ungeahnte Möglichkeiten auftun [MF10]“. Schon 1999 erkannten Sarma, Brook und Ashton, dass viele Produkte sehr kostensensibel sind und ihre Rückverfolgung nahezu keine zusätzlichen Kosten verursachen darf. Auch erkannten sie, dass der Wert des IoT mit der Anzahl seiner Teilnehmer überproportional ansteigt. „... it is clear that a single, open architecture for networking physical objects is much more valuable than smaller scale alternatives“ [SMA00, S. 4]. Die Schlussfolgerung ist einfach: Anstelle vieler proprietäre Netze zur Rückverfolgung oder zum Management von Lieferketten (oder was auch immer) aufzubauen, sollten alle Anwendungen auf dieselbe offene und standardisierte Infrastruktur setzen. Dies würde nicht nur die Kosten durch Standardisierung [CI07] senken, sondern auch den Nutzen durch anwendungsübergreifenden Datenzugriff steigern. Leider ist diese Vision noch weit von ihrer Realisierung entfernt. Gerade auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft wurden viele proprietäre Rückverfolgungssysteme aufgebaut

[Ga06]; vielleicht auch, weil Transparenz nicht immer erwünscht ist.

Eine Einschränkung der Nutzbarkeit des IoT-Ansatzes nach EPCglobal bestand anfangs in der Fokussierung auf UHF-RFID-Transponder als Träger des Electronic Product Codes (EPC) als Objektidentifikation. Im ursprünglichen Szenario sollten alle Dinge ausschließlich mit UHF-RFID-Transpondern versehen werden. Durch das Auslesen des EPC wird jeweils ein Event generiert, d.h. ein Datensatz erzeugt, der festhält, warum ein Objekt zu welcher Zeit an welchem Ort gewesen ist. Diese Event-Daten werden dezentral in einer EPCIS genannten Datenbank gespeichert, sind aber über zentrale Dienste global auffindbar und somit verfügbar [CI06]. Heute sind die Standards dahingehend erweitert worden, dass neben den UHF-RFID-Tags auch HF-Transponder (zu den technischen Unterschieden siehe z.B. [CI07]) und sogar optische Datenträger wie Strichcodes oder 2D-Codes zugelassen sind, was die praktische Einsatzfähigkeit deutlich verbessert.

2 Internet der Dinge als Basis einer automatisierten Landwirtschaft

Künftig wird der Einsatzbereich des Internets der Dinge noch breiter werden. Während bisher hauptsächlich Informationen zu historischen und aktuellen Standorten eines Objektes verfügbar waren, werden in Zukunft deutlich mehr Datenquellen angezapft und über die IoT-Infrastruktur zur Verfügung gestellt. Wie die Abbildung zeigt, werden Daten über die reale Welt künftig nicht mehr ausschließlich über Auto-ID-Techniken, sondern auch über jede Art von Sensoren und von Maschinen erhoben. Hierzu bedarf es jedoch einer erweiterten Schnittstelle, die die unterschiedlichsten Datenformate einsammelt und GS1 konform aufbereitet, im EPCIS speichert und global jedem berechtigten Anwender zur Verfügung stellt. Diese universelle Schnittstelle wird derzeit am Auto-ID-Lab in Daejeon, Süd-Korea, unter dem Namen Olliot entwickelt und steht für die Nutzung als Prototyp bereit (www.olliot.org, [Ki14]). Kooperationspartner sind aufgefordert an Tests teilzunehmen.

Nach dem Erfassen der diversen Daten werden diese dann wie gehabt als Events im EPCIS standardisiert dezentral gespeichert und global bereitgestellt. Diese Speicherung und Bereitstellung von Daten erfolgt zunächst auf Verdacht, ohne dass zum Zeitpunkt der Speicherung bekannt sein muss, von wem die Daten künftig irgendwann einmal genutzt werden könnten.

Auch in der Landwirtschaft könnten die Hersteller von Schleppern und Anbaugeräten eine Vielzahl an Daten standardkonform zur Verfügung stellen und nutzen. Gegenüber dem ISOAgriNet-Ansatz hat der IoT-Ansatz den Vorteil branchen- und anwendungsübergreifend zu sein. So könnte z.B. ein Mähdrescher beim Abladen selbständig die Ladekapazität des nebenstehenden Anhängers erfragen, ein Melkroboter Gesundheitsdaten einer Kuh einsehen oder eine Feldspritze sich selbständig mit Informationen des eingesetzten Pflanzenschutzmittels versorgen und entsprechende Einstellungen automatisch vornehmen. Durch diese Daten lassen sich künftig auch Produkte sehr viel besser und transparenter rückverfolgen, selbst wenn der klassische Agrarbereich dabei verlassen wird. Das größte Potential des IoT sehe ich aber woanders. Diese Datenbasis bietet

erstmalig die Möglichkeit, Produktionsprozesse vollständig zu automatisieren; und zwar im Sinne eines Industrie 4.0 Ansatzes, bei dem die Dinge selbst Entscheidungen fällen. Für gute Entscheidungen brauchen aber sowohl Menschen als auch künftig die Maschinen eine gute Informationsbasis. Wenn ein Mensch einen Schlepper betankt weiß er, dass er Diesel und kein Benzin einzufüllen hat. Übernimmt aber künftig der Schlepper (oder die Tankstelle) den Betankungsprozess selbstständig, muss auch er (oder sie) sich mit den nötigen Informationen versorgen können. Natürlich ist eine suffiziente Datenbasis keine hinreichende, sondern lediglich eine notwendige Bedingung für maschinelles Entscheiden. Die Entwicklung intelligenter Algorithmen, die aus Daten Informationen machen und daraufhin Entscheidungen treffen, ist ein weiteres Problem, an dem geforscht werden muss. Expertensysteme wie ‚Watson‘, der in den USA eine bekannte Quizsendung gewinnen konnte, lassen aber hoffen, dass auch dies künftig gelingen kann und tatsächliche Systeme konstruiert werden, die auch von Menschen als intelligent bezeichnet werden müssen.

Die Anzahl der Informationsanfragen von Maschinen über das Internet wird dann beachtlich sein. Sollten hier unzählige proprietäre Protokolle zum Einsatz kommen, wird dieser Ansatz vermutlich scheitern oder erst sehr viel später profitabel sein. Ich rufe daher Hersteller aller Art dazu auf, über eine Speicherung von Daten im EPCIS-Format nachzudenken. So könnte beispielsweise jeder Hersteller von Schleppern oder Anbaugeräten eine Datenbank nach dem EPCIS Standard einrichten, in der technische Spezifikationen, aber auch Statusdaten der Maschinen einheitlich gespeichert und berechtigten bereitgestellt werden.

3 Ein vollständig automatisierter Bauernhof als Chance

Der technische Fortschritt dient in erster Linie dazu, dem Menschen das Leben angenehmer zu machen, u.a. indem seine Arbeitsproduktivität steigt und er mehr Zeit für Dinge hat, die ihm Freude bereiten. Die Steigerung der Arbeitsproduktivität des Menschen ist seit der Nutzung von Steinwerkzeugen, der Arbeitskraft von Zugtieren, der Dampfmaschine, der elektrischen Energie, der Informationstechnologien, Fertigungsrobotern und modernen Ackerschleppern dramatisch angestiegen. Während es bis in die Neuzeit häufig nicht gelang, genug Nahrung zum Überleben der Bevölkerung zu erzeugen, produziert heute in Deutschland ca. 2 % der Bevölkerung deutlich mehr Nahrungsmittel, als für den menschlichen Verzehr benötigt werden. Der technische Fortschritt war in den letzten 10.000 Jahren also durchaus beachtlich. Auch wenn einige Teile hochentwickelter Gesellschaften der Meinung sind, dass jetzt ein Punkt der Technisierung erreicht sei, an dem man besser umkehren solle, spricht doch vieles dafür, dass der technische Fortschritt auch in Zukunft weiter anhält. Glaubt man den Prognosen einiger Zukunftsforscher wie Ray Kurzweil dürfte sich diese Entwicklung sogar noch dramatisch beschleunigen. Ein Grund wird sein, dass demnächst auch künstliche Intelligenz in der Lage sein wird, neues Wissen zu schaffen und somit einen sich selbstständig beschleunigenden Prozess starten wird. Vor diesem Hintergrund scheint die These zulässig, dass künftig ein Großteil der dem Menschen dienlichen Arbeiten automatisiert, also von Robotern und Systemen mit künstlicher Intelligenz erbracht wird. Ich sehe keinen Grund, warum dies für die Landwirtschaft anders sein sollte. Auch wenn es für einige roman-

tisch erklärte Menschen einem Horrorszenario gleichkäme, werden wir wohl in den nächsten Jahrzehnten eine vollautomatische Tier- und Pflanzenproduktion erreichen können. Diese Entwicklung wird nicht nur technologischer Natur sein, sondern auch gesellschaftlich große Auswirkungen haben. Die weitere Steigerung der Produktivität durch eine immer stärker automatisierte Landwirtschaft sollte aber als große Chance für die Menschheit gesehen werden, da sie Freiräume für andere Tätigkeiten schafft. Künftig werden Menschen die eingesparte Arbeitszeit für karitative, wissenschaftliche, sportliche oder künstlerische Tätigkeiten nutzen können. Auch der Bauernhof-Romantiker kann seine größere Menge an Freizeit dafür verwenden, einen Hobby-Bauernhof ohne existenzielle Zwänge so zu führen, wie es ihm beliebt; mit Esel, Hund, Schaf und Huhn.

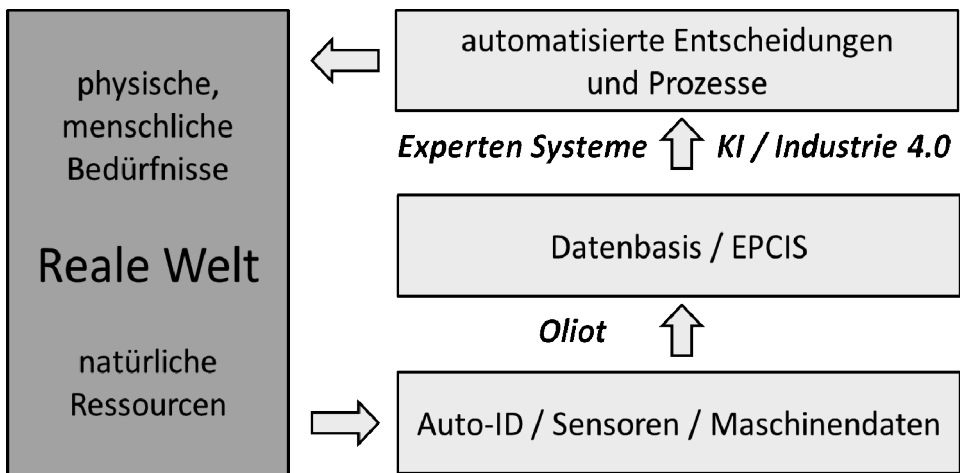


Abbildung: Das Internet der Dinge (EPCIS) als Grundlage für automatisierte Entscheidungen und Prozesse

4 Literatur

- [CI06] Clasen, M.: Das EPCglobal-Netzwerk – Ein Werkzeug zur Rückverfolgung in Echtzeit. in: elektronische Zeitschrift für Agrarinformatik eZAI, Heft 1, 1. Jahrgang, S. 3-15.
- [CI07] Clasen, M.: RFID: Maßgeschneidert oder von der Stange?. in: Böttinger, S., Theuvsen, L., Rank, S. und Morgenstern, M. (Hrsg.). Referate der 27. GIL Jahrestagung, 05.-07. März 2007 in Stuttgart, Lecture Notes in Informatics (LNI) – Proceedings, Vol. 101, Bonn, S. 43-64.
- [Ga06] Gampl, B.: Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln: Ein empirische Analyse kettenübergreifender Informationssysteme, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- [Ki14] Kim, D.: Oliot (Open Language for Internet of Things) Open Source Project, <http://de.slideshare.net/gatordkim/oliot-samsungdaeyoungkimkaist-wideversionfinal?related=1>.
- [MF10] Matern, F., Flörkemeier, C.: Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge, Informatik Spektrum 33(2), S. 107-121.
- [SMA00] Sarma, S., Brock, D.L., Ashton, K.: The Networked Physical World. TR MITAUTOID-WH-001, MIT Auto-ID Center.

Wirtschaftliche Realisierung regionaler Energieautarkie

Chris Eicke, Daniel Schirmer, Manfred Krause, Andreas Daum

Hochschule Hannover
Fakultät IV – Wirtschaft und Informatik – Abteilungen BWL & Wirtschaftsinformatik
Ricklinger Stadtweg 120
30459 Hannover
{chris.eicke, daniel.schirmer, manfred.krause, andreas.daum}@hs-hannover.de

Abstract: Der vorliegende Beitrag beschreibt ein integriertes Modell zur wirtschaftlichen Realisierung regional autarker Stromversorgung. Im Zentrum der Betrachtung stehen dabei die Domänen Prozessmodellierung, Investitionsrechnung sowie Projektmanagement. Die Domänen verbindet das Paradigma eines agilen, stakeholder-orientierten Vorgehens unter der Annahme einer hohen Projektdynamik und -komplexität. Die vorgestellten Ergebnisse wurden in großen Teilen im Zeitraum November 2012 bis Oktober 2014 im EFRE-Forschungsprojekt EcoTark an der Hochschule Hannover unter Leitung von Prof. Krause und Prof. Daum erarbeitet und sind den Dissertationsvorhaben von Daniel Schirmer und Chris Eicke zuzuordnen.

1 Motivation und Zielsetzung

Mit Verabschiedung des Gesetzes für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) im Jahr 2000 wurde ein zentrales Förderinstrument zum Ausbau der Energieerzeugung aus regenerativen Energiequellen etabliert. Seither hat sich der Anteil erneuerbarer Energien am Brutto-Inlandsstromverbrauch von 6,4 % auf 25,3 % erhöht [BEW14]. Die durch Klimaschutzaspekte sowie den Atomausstieg bis zum Jahr 2020 motivierte Förderung der erneuerbaren Energieproduktion wurde mit dem per 01.08.2014 in Kraft getretenen EEG 2014 jedoch stark reduziert – bei Beibehaltung des Ziels, im Jahr 2050 80 % des Brutto-Inlandsstromes durch regenerative Energie-Kraftwerke zu erzeugen. Mit Blick auf die Veränderungen der Förderlandschaft wird eine subventionsunabhängig wirtschaftliche Realisierung von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien zukünftig stetig wichtiger werden. Das im Folgenden vorgestellte Modellsystem versucht, einen Beitrag zu dieser subventionsunabhängigen Wirtschaftlichkeit zu leisten. Der Fokus des Modellsystems liegt in den Bereichen Projektmanagement, Investitionsrechnung und Prozessmodellierung mit dem Ziel der Planung, Realisierung und des Betriebs von regenerativen Kraftwerken zur Erreichung regionaler Energieautarkie. Eine energieautarke Region wird dabei als räumlich abgegrenztes System verstanden, dessen Systemgrenze sich durch die teilnehmenden Stromabnehmer und Stromproduzenten definiert. Innerhalb des Systems wird im Jahresmittel mindestens so viel Strom produziert wie abgenommen.

2 Aufbau und Zusammenspiel des Modellsystems

Das Modellsystem integriert die drei Domänen Strategisches Projektmanagement, Prozessmodellierung und Investitionsrechnung unter Würdigung gegenseitiger Abhängigkeiten, dargestellt in Abbildung 1:

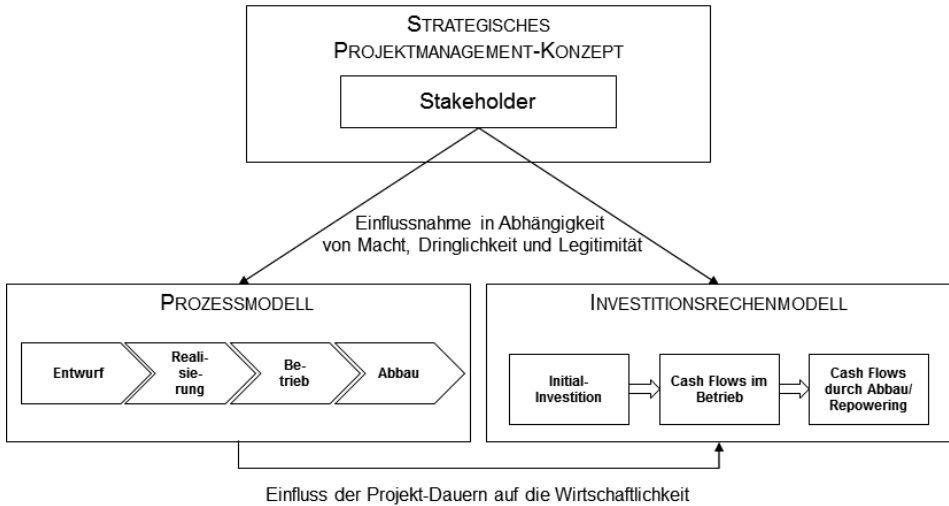


Abbildung 1: Betrachtete Domänen [K12]

Im Bereich der **Prozessmodellierung** werden Referenz-Prozessmodelle bereitgestellt, welche den Lebenszyklus von Erneuerbare-Energie-Anlagen abbilden. Das zentrale Ergebnis der Prozessmodellierung stellt das E-Modell der Energieautarkie dar [Eo.J.] [EK14]. Es beschreibt den Lebenszyklus von Erneuerbare-Energie-Anlagen unter Anwendung von „Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (EPK). Für die einzelnen Energieträger Sonne, Wind, Wasser und Biomasse werden Vorgehens-Empfehlungen für die in Abbildung 1 abgebildeten Projektphasen aus Sicht der Projektleitung bereitgestellt. Als Schnittstelle zur Investitionsrechnung bietet das E-Modell Referenz-Dauern einzelner Prozess-Schritte und ermöglicht damit die Simulation von Projektdauern, die als Basis von Soll- / Ist-Vergleichen im Projektcontrolling genutzt werden können [Eo.J.]. Die Schnittstelle zum Strategischen Projektmanagement wird durch die Erweiterung der Modellierungstechnik EPK um Aspekte des Stakeholdermanagements realisiert. In Anlehnung an [MAW97] visualisiert das Modell die in den einzelnen Prozessen auftretenden Stakeholder mit ihrer Macht, Dringlichkeit und Legitimität und unterbreitet Stakeholder-spezifische Handlungsvorschläge [Eo.J.].

Die Domäne **Investitionsrechnung** stellt Rechenmodelle zur Kalkulation des Stromselbstkostenpreises für energieautarke Regionen zur Verfügung und operationalisiert diese Modelle mit Hilfe von Microsoft® Excel. Durch die Anwendung der Modelle ist es möglich, den Strompreis innerhalb einer energieautarken Region unter Würdigung verschiedener Parameter aus den Bereichen Recht, Wirtschaft, Technik und Kommunikation zu kalkulieren. Von besonderer Bedeutung sind dabei u. a. die Tarifstrukturen von

Bestandskraftwerken im Kraftwerksverbund, die Gestehungskosten samt Dauern der Errichtung von neuen Kraftwerken, Sonnen- und Windverhältnisse am Standort, Rohstoffpreise, die Verfügbarkeit von Eigen- und Fremdkapital sowie die Folgen eines ggf. notwendigen Zu- bzw. Verkaufs von Strom an der EPEX-Strombörse in Leipzig. Zur Würdigung der Domäne des strategischen Projektmanagements werden über die monetäre Bewertung hinausgehende Scorings unter Anwendung des Social Return on Investment vorgenommen. Dabei wird insbesondere auf die durch VOLZ gewonnenen Erkenntnisse zu den Zielen von Energiegenossenschaften aufgebaut, z. B. den Beiträgen des regenerativen Kombikraftwerks zur öffentlichen Wahrnehmung für die Region sowie zur Schaffung von Arbeitsplätzen [V12].

Der Bereich des **strategischen Projektmanagements** basiert auf dem Paradigma des agilen Projektmanagements. Unter anderem aufgrund der hohen unmittelbaren Betroffenheit der regionalen Bevölkerung und nicht vollständig zu prognostizierenden Entwicklungen in Genehmigungsverfahren sind Projekte im Sektor der erneuerbaren Energien von einer hohen Dynamik geprägt. Die im klassischen Projektmanagement geforderte umfassende Ablaufplanung zu Beginn eines Vorhabens ist nicht möglich bzw. sinnvoll. Das Modellsystem baut auf einem agilen Projektmanagement in Anlehnung an das aus der Softwareentwicklung stammende Vorgehensrahmenwerk Scrum [SS14] zurück. Auf Basis eines zu Projektbeginn in Abstimmung mit den Stakeholdern erstellten Anforderungskatalogs werden dabei in sich wiederholenden „Sprints“ Inkremente des finalen Produkts unter regelmäßiger Rückkopplung mit den relevanten Stakeholdern generiert. Lediglich die ca. einwöchigen Sprints werden im Vorfeld detailliert geplant. Aufgrund der bestehenden Anforderungen im Rahmen der Errichtung von Kraftwerken werden so genannte „Anker-Meilensteine“ eingeführt, deren Nicht-Erreichen den Erfolg des gesamten Projekts gefährdet. Sie sind bei der Sprint-Planung besonders zu würdigen [Eo.J.].

Die zentralen Beziehungen innerhalb des Modellsystems sind in Abbildung 2 dargestellt.

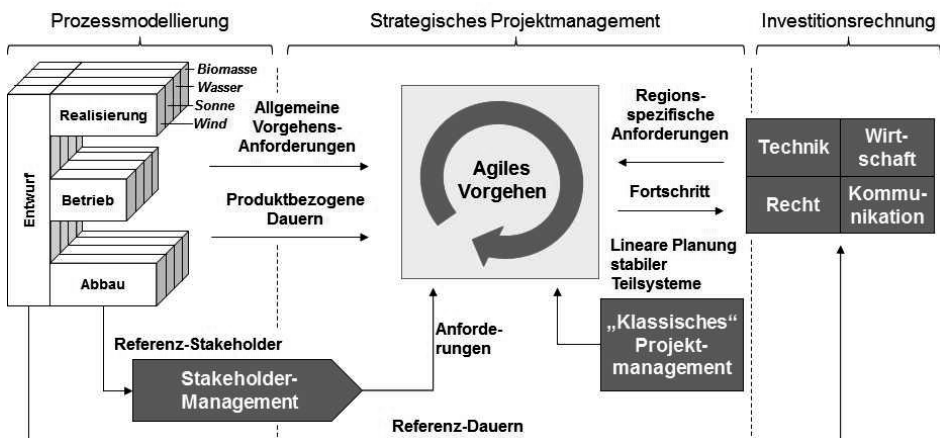


Abbildung 2: Beziehungen und Informationsflüsse im Modellsystem [Eo.J.]

Das E-Modell (s. Abb. 2 links) liefert Referenzdauern zur Berechnung der Gesteungskosten von Kraftwerken in der Investitionsrechnung sowie allgemeine Vorgehensanforderungen und unabdingbare Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen als Input des agilen Projektmanagements. Zudem werden den einzelnen Prozessen Referenz-Stakeholder zugeordnet, deren spezifische Anforderungen im strategischen Projektmanagement zu erfassen sind. Die stabilen Teile eines Projekts sollen durch Methoden des klassischen Projektmanagements erfasst werden. Die Investitionsrechnung nimmt regionsspezifische Charakteristika auf und gibt relevante Informationen, z. B. regionsspezifische Gewichtungen im Bereich der Kommunikation, an das Projektmanagement weiter. Parallel enthält es Informationen des Projektfortschritts zum Controlling der Investition.

3 Ausblick

Das vorgestellte Modellsystem leistet einen Beitrag zur Erreichung der von der Bundesregierung gesetzten Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Die dem Forschungsprojekt EcoTark zuzuordnenden Modelle befinden sich derzeit in der finalen Dokumentation im Abschlussbericht zum Forschungsprojekt. Dieser wird anschließend auch in einer öffentlichen Version unter <http://www.ecotark.de> abrufbar sein. Das gesamte Modellsystem befindet sich darüber hinaus noch in der Weiterentwicklung samt abschließender Evaluation und Dokumentation im Rahmen der Dissertationsvorhaben [Eo.J.] und [So.J.]. Ziel ist der erfolgreiche Abschluss beider Vorhaben bis zur Mitte des Jahres 2016.

Literaturverzeichnis

- [BEW14] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.: Pressemitteilung vom 14.03.2014, online verfügbar unter: <http://www.bdew.de>, Abruf am 11.12.2014.
- [EK14] Eicke, C., Krause, M.: Das E-Modell der Energieautarkie, in: Clasen, M., et al.: IT-Standards in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Referate der 34. GIL-Jahrestagung, Bonn, Lecture Notes in Informatics (LNI) – Proceedings, Vol. 226, Bonn, 2014.
- [Eo.J.] Eicke, C.: Umsetzung und Betrieb von regionaler Energieproduktion für die nachhaltige Selbstversorgung unter Non-Profit-Aspekten, Agiles Projektmanagement und Informationssysteme, Dissertationsvorhaben an der Universität Vechta, Vechta, o. J.
- [K12] Krause, M., Daum, A., Eicke, C., Schirmer, D.: Antrag zum EFRE-Forschungsprojekt EcoTark, Forschungsprojekt an der Hochschule Hannover, Hannover, 2012.
- [MAW97] Mitchell, R. K., Agle, B. R., Wood, D. J.: Toward a theory of stakeholder identification and salience, in: Academy of Management Review, Bd. 22, Nr. 4, S. 832-886, New York, 1997.
- [So.J.] Schirmer, D.: Investitionsentscheidungen regionaler Energieproduktion für die nachhaltige Selbstversorgung unter Non-Profit-Aspekten, Evaluierung, Organisation und Finanzierung, Dissertationsvorhaben an der Universität Vechta, Vechta, o. J.
- [SS14] Schwaber, J., Sutherland, K.: Der Scrum Guide, online verfügbar unter <http://www.scrumguides.org>, Abruf am 12.12.2014.
- [V12] Volz, R.: Bedeutung und Potenziale von Energiegenossenschaften in Deutschland, in: Information zur Raumentwicklung, Bd. 1, Nr. 9, S. 515-524, Hohenheim, 2012.

Sensornetzwerk zur Erfassung und Beeinflussung von Tieraktivitäten

Georg Fröhlich, Stephan Böck, Klaus Reiter, Georg Wendl

Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Straße 36
85354 Freising

Georg.Froehlich@LfL.bayern.de

{ Stephan.Boeck | Klaus.Reiter | Georg.Wendl }@ LfL.bayern.de

Abstract: Die Haltungsumwelt von Rindern wird durch steigende Herdengrößen und zunehmende Automatisierungstechniken immer komplexer. Daher werden hohe Anforderungen an die Lernfähigkeit der Tiere gestellt. In diesen komplexen Haltungssystemen könnten individuelle Signale an die Tiere hilfreich sein, um das Verhalten der Tiere zu optimieren und zu steuern. Wenn diese Signale nicht ortsfest von einem Einrichtungsgegenstand gesendet (z.B. Begrenzung, Futter- oder Wasserstelle), sondern ortsunabhängig dem Tier individuell mitgeteilt werden sollen, ist eine mobile, mit dem Tier verbundene, ferngesteuerte Einheit nötig. Diese Aufgabe wurde durch den Aufbau eines Sensor-/Aktor Netzwerks auf der Basis von angepassten handelsüblichen low cost / low energy Modulen realisiert.

1 Motivation

In einem vorausgegangenen Lernversuch wurden Färsen auf individuelle akustische Signale konditioniert. Alle Tiere lernten im Einzeltraining, einer Kombination aus klassischer und operanter Konditionierung auf ein Objekt, erfolgreich eine Futterquelle als Folge des akustischen Aufrufs aufzusuchen [WR13]. Jedoch besteht das Problem, dass die ranghöheren Rinder bei akustischen Signalen die Futterstelle für sich besetzen. In dieser Form ist also das selektive Ansprechen einzelner Tiere nicht möglich, ohne die Aufmerksamkeit der anderen Tiere zu wecken. In einem weiteren Schritt sollen daher taktile Signale über Vibrationsreize als Rufsignal verwendet werden, um den gezielten Einsatz von Signalen in der Gruppe zu realisieren. Ein erster Prototyp wurde im Sommer 2013 bei Färsen auf dem Versuchsbetrieb in Grub getestet. Über ein Aktor-Modul, das mit stabiler Einhausung an einem Halsband befestigt ist, können Vibrationsreize über zwei Motoren generiert und die dadurch erzeugten Schwingungen unmittelbar über die Haut am Hals der Tiere wahrgenommen werden (Abb. 1 links). Beim ersten Einsatz der Technik zeigte sich, dass die klassische Konditionierung auf das taktile Signal am Futterplatz gut funktionierte. Ein wichtiger Aspekt dabei ist der, dass sichergestellt sein muss, dass das Tier das Signal auch empfangen hat, daher muss der Signalempfänger

eine Quittierung zurück zur Signalsteuerung senden können. Gleichzeitig soll der Aufenthaltsbereich des Tieres beim Empfang des Signals ermittelt werden können.

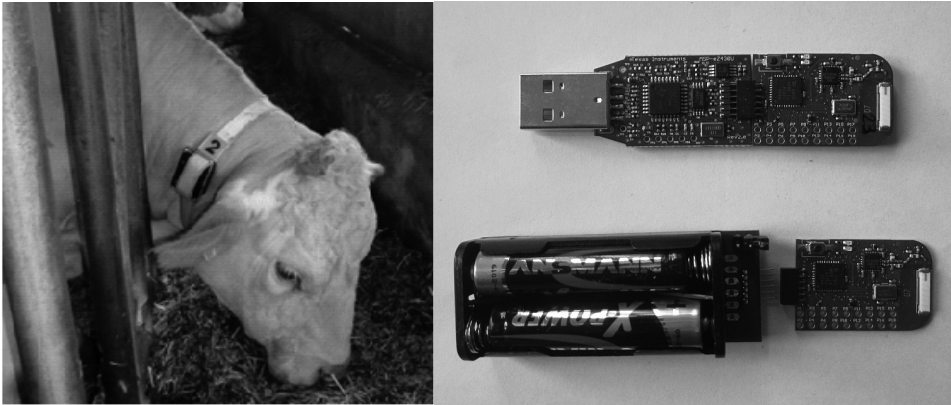


Abbildung 1: Positionierung des Halsbands mit Vibrationseinheit (links, Foto J. Woodrow); Accesspoint (AP) mit USB PC Schnittstelle (rechts oben), Signalempfängermodul mit Batterieeinheit (ED, rechts unten)

2 Methode

Diese Aufgabe kann durch den Aufbau eines Sensornetzwerks realisiert werden, das nicht nur Daten erfasst und versendet, sondern auch Signale empfangen und an Aktoren weitergeben kann. Dazu gibt es eine Reihe von Lösungen auf der Basis verschiedener Protokolle mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit und Verbreitung, z.B. CoAP, IEEE 1451, IPSO, WirelessHART und ZigBee bis zu IP ähnlichen Systemen wie nanoIP oder 6LoWPAN.

Für die Versuche am Tier sind die wichtigsten geforderten Eigenschaften der mobilen Bestandteile des Netzwerkes (also der Signalempfänger) geringer Energieverbrauch, da die Module für eine längere Zeit am Tier verbleiben sollen, stabile Kommunikation auch bei unterschiedlichen Störquellen (Abschattungen durch Tiere, Reflexionen an der Stalleinrichtung, elektrische Geräte) und geringe Kosten. Unter diesem Aspekt wurde ein Lowest Power Microcontroller Modul gewählt, welches das herstellereigenspezifische Protokoll SympliciTI unterstützt [SGR09] (Abb. 1 rechts). Um einen entsprechend großen Bereich abdecken zu können und trotzdem keine sondergenehmigungspflichtige oder kostenintensive Sende-/Empfangsstation betreiben zu müssen, wird ein infrastrukturbasiertes Netz mit mehreren Basisstationen aufgebaut. Es besteht aus einem statischen Netz (SN) und einem dynamischen Netz (DN). Das SN beinhaltet eine Reihe von ortsfesten Accesspoints (AP), welche die gezielte Aktivierung mehrerer in ihrem Sendebereich bewegter Empfangsgeräte erlauben. Einer der AP ist mit dem PC, auf dem die Signalsteuersoftware mit dem Kommunikationsprotokoll arbeitet, verbunden. Alle AP kommunizieren in einer definierten Reihenfolge miteinander. Die beweglichen Empfangsgeräte (Enddevice, ED) bilden das dynamische Netz (DN) und können sowohl angeschlos-

sene Sensoren als auch Aktoren besitzen. Sie werden im beschriebenen Anwendungsfall als Signalempfängermodule verwendet (Abb. 2).

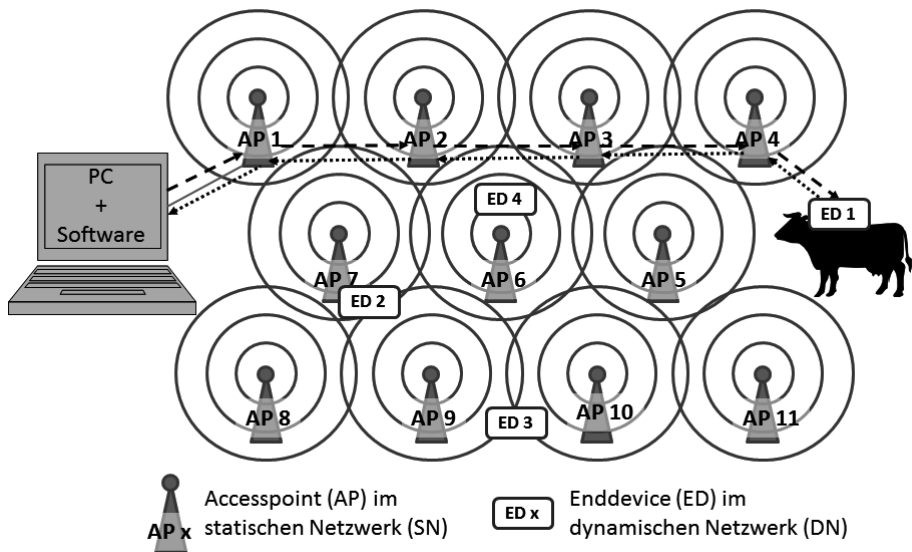


Abbildung 2: Schematischer Aufbau des Sensornetzwerkes: Anfrage (---) an Enddevice 1 von Accesspoint 1 über die Accesspoints 2 bis 4 und Antwort (....)

3 Realisierung

Für das praxistaugliche Sensornetz wurden drahtlose 2,4 GHz Transceiver des Systems Texas Instruments eZ430-RF2500 verwendet [TI09]. Den Kern bildet ein 16 Bit Microcontroller mit 32kByte nichtflüchtigem Programm- und 1 KByte Arbeitsspeicher. Die Kommunikationssoftware wird mit dem SimpliciTI Protokoll in der Programmiersprache C++ realisiert. Die grundlegenden Protokollbestandteile sind einfach und sehr kompakt implementiert und als Open Source lizenzfrei verfügbar. Auf dieser Basis können einfache peer to peer Netze mit Erweiterung über Range Extender oder Access Points mit vier Weiterleitungen per store and forward realisiert werden. Für die Sicherung der Übertragung muss jedoch der Anwender selbst sorgen. Besonderes Augenmerk bei der hier vorgestellten Lösung wurde der Behandlung von Kollisionen bei gleichzeitiger Minimierung der Signallaufzeiten gewidmet. Das war nötig, um in kürzester Zeit ein an einem beliebigen Ort positioniertes Enddevice (ED) erreichen zu können. Ein Antwortsignal bildet die zuverlässige Rückmeldung, dass ein Signal den Empfänger erreicht hat und kann zusätzliche Informationen des ED (also aktuelle Informationen über das Tier) an den PC zurückmelden. Durch den ebenfalls protokollierten Signalweg kann die grobe Position des ED innerhalb des SN bestimmt werden. Durch diese mit Hilfe der selbst erstellten Kommunikationssoftware geschaffenen Eigenschaften ist das Sensor/Aktor-Netzwerk robust und zuverlässig.

Aufgrund der gewählten Hardware verursachen sowohl Accesspoints als auch Enddevices geringe Kosten (weniger als 50 €/Modul), der geringe Energieverbrauch erlaubt den Einsatz der ED mit handelsüblichen Batterien über mehrere Tage. Die abdeckbare Fläche mit einem AP liegt bei ca. 100 Quadratmetern. Ein großer Vorteil ist die durch die Anzahl der Accesspoints anpassbare Flächenabdeckung. Zurzeit sind maximal 20 AP möglich, was einer abdeckbaren Fläche von 2000 m² entspricht. Ebenso skalierbar ist die Anzahl der Enddevices, derzeit ist sie auf maximal 78 ED begrenzt. Durch Änderungen im Übertragungsprotokoll wäre aber die Anzahl der AP als auch der ED noch erweiterbar. Ein weiterer einstellbarer Parameter ist die Ansprechfeldstärke zur Kommunikation zwischen ED und AP, so dass z.B. erst im Bereich einer sicheren Kommunikation das ED eine Antwort sendet oder die von einem AP abgedeckte Fläche verringert werden kann und somit eine präzisere räumliche Eingrenzung des Standorts der ED in Netzwerk realisiert werden kann. Auch ist der Kommunikationslink zwischen ED und AP einstellbar, womit der selektive Bereich des Netzes eingeschränkt werden kann. So können einzelne ED deaktiviert werden oder nur bestimmte AP zur Kommunikation mit den ED zugelassen werden, wogegen die anderen AP nur der Signalübertragung zwischen PC und aktivem AP dienen.

4 Fazit und Ausblick

Mit dem SimpliciTI basierten Netz können schnell und zuverlässig in einem definiert begrenzten Bereich Signale vom PC aus an mobile Endgeräte (ED) gesendet werden. Diese mobilen Geräte benötigen wenig Energie und wurden so programmiert, dass eine zuverlässige Signalübertragung realisiert wurde. Mit entsprechend stabilem Gehäuse konnten die Geräte erfolgreich an Tieren eingesetzt werden. Eine Einrichtung zur Nutzung von Energie aus der Umwelt (Körperwärme, Tierbewegung, Lichtenergie) könnte in Zukunft die autonome Einsatzdauer der ED verlängern. Die AP dagegen können mit einer festen Energieversorgung verbunden werden.

Literaturverzeichnis

- [WR13] Woodrow, J; Reiter, K.: Untersuchung zum Lernverhalten von Färsen mit akustischen Signalen. In (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) Hrsg.): Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2013 - Vorträge anlässlich der 45. Internationalen Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG), Fachgruppe Ethologie und Tierhaltung, vom 21. bis 23. November 2013 in Freiburg/Breisgau, Darmstadt 2013; S. 13-22.
- [SGR09] Skrzypczak, L.; Grimaldi, D.; Rak R.: Basic Characteristics of ZigBee and SimpliciTI Modules to use in Measurement Systems. In: XIX IMEKO World Congress - Fundamental and Applied Metrology, September 6-11 2009, Lisbon, Portugal 2009; P. 1456-1460.
- [TI09] eZ430-RF2500 Development Tool, User's Guide. Literature Number: SLAU227E, September 2007–Revised April 2009, Texas Instruments, Dallas, Texas, USA.

Verbesserung der Pflanzenschutz-Beratung im Gartencenter durch das Informationssystem PsIGa

Simon Goisser, Gabriele Jorias, Thomas Lohrer, Magdalena Wolf, Thomas Hannus,
Georg Ohmayer

Institut für Gartenbau
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Am Staudengarten 10
85350 Freising
simon.goisser@hswt.de

Abstract: The purpose of this three-year project (2013-2016) is to develop and establish an online-based advisory system called PsIGa (plant protection information and advisory system for gardencenters). The system's newly designed database supplies illustrated profiles about pests and diseases (e.g. on fruits, vegetables, and ornamentals) in combination with advice for registered pesticides to control the particular affliction. With this information and advisory system, the employees of the twenty-four participating gardencenters are able to offer their customers a safe, efficient and up-to-date advice for pest and disease management of horticultural plants in private gardens.

1 Einführung

Im Haus- und Kleingartenbereich gibt es zahlreiche Schädlinge und Krankheiten, die an Nutz- und Zierpflanzen nicht nur den Ertrag und den Zierwert beeinträchtigen, sondern auch zum Absterben der Pflanzen führen können. Für das Personal an der Pflanzenschutztheke im Gartencenter wird im Rahmen des vorgestellten, dreijährigen Projektes (2013-2016) ein online abrufbares Beratungssystem mit Namen PsIGa (Pflanzenschutz Informations- und Beratungssystem für Gartencenter) entwickelt⁸. Dieses System unterstützt das Personal im Gartencenter in der Kundenberatung bei Fragen zum Pflanzenschutz (Diagnose, Biologie, Vorbeugung, Bekämpfung).

Zur Diagnostik von Schaderregern gibt es bereits einzelne Online-Angebote, die allerdings meist nur einen Teilbereich von Kulturen oder speziellen Schaderregergruppen abdecken [LO10]. Auch unterscheiden sich die Systeme hinsichtlich dem Nutzerkreis

⁸ Das Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) nach einem Beschluss des deutschen Bundestages gefördert. Der Träger des Projekts ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Zuge des Programms zur Innovationsförderung. Die Umsetzung des dreijährigen Projekts erfolgt an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Deutschland, in Kooperation mit vierundzwanzig am Projekt beteiligten Gartencentern.

bzw. der Zielgruppe. So orientiert sich beispielsweise die Datenbank Arbofux (www.arbofux.de), die sich im Schwerpunkt mit Krankheiten und Schädlingen an Gehölzen beschäftigt, hinsichtlich der Anwendung an der gärtnerischen Praxis. Im Gegensatz hierzu steht das Portal „Pest thrips of the World“ (thripsnet.zoologie.uni-halle.de), dessen online nutzbarer Identifikationsschlüssel für Thripse (Fransenflügler) eine teils aufwendige Präparation und optische Begutachtung der Tiere im Labor erfordert. Auf genetischer Ebene existiert insbesondere für unterschiedliche Quarantäne-Schaderreger unter den Pilzen, Bakterien oder auch Arthropoden ein DNA-Barcode Diagnoseverfahren, das aber wiederum ein molekularbiologisches Labor erfordert (www.qbol.org, www.q-bank.eu). Der Schwerpunkt der derzeit online nutzbaren Datenbanken sowie Expertensystemen bezieht sich auf weltweit relevante Kulturen, tropische Regionen als auch Schaderreger von überregionaler Bedeutung wie beispielsweise Quarantäne-Schaderreger [MBH09, YK12]. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass keine phytomedizinische Datenbank bekannt ist, die sich bezüglich Inhalt und Umfang für den Einsatz in der Beratung im Gartencenter angemessen eignet.

2 Konzeption und Inhalte

Zur Unterstützung des Personals an der Pflanzenschutztheke wird eine webbasierte Datenbank entwickelt, mit der etwa 400 Krankheiten und Schädlinge an verschiedensten Nutz- und Zierpflanzen anhand von Text- und Bildinformationen präsentiert werden.

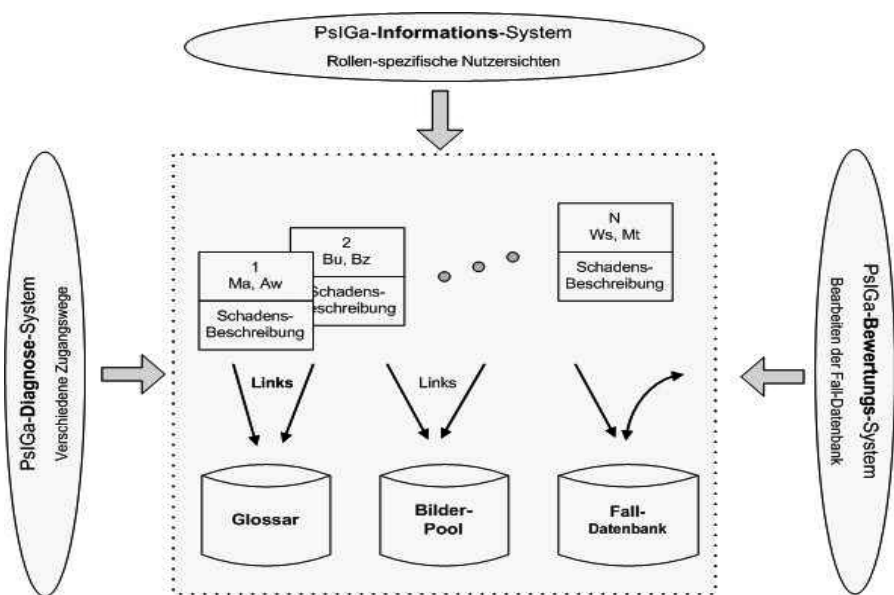


Abbildung 1: Struktur von Inhalt und Funktion des Beratungssystems PsIGa

Die Schaderreger werden in Form von Steckbriefen dargestellt, welche neben Hinweisen zur Biologie und Symptomatik auch Maßnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung

beinhalten. Zusätzliche Filter unterstützen den Anwender bei der Diagnose. Der aktuelle Zulassungsstand der Pflanzenschutzmittel für die jeweiligen Schaderreger wird auf der Basis der Zulassungs-Datenbank vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) angezeigt. Weitere wichtige Informationen zur Zulassung werden für den Kunden in einer nutzerfreundlichen Darstellung präsentiert (z.B. Spezifikation des Pflanzenschutzmittels, Anwendungsbereiche, Wirkstoff, Bienengefährlichkeit). Die enge Kooperation der am Projekt beteiligten Gartencenter mit ihren Kunden ermöglicht es, dass das gesamte System, durch die tägliche Verwendung an der Pflanzenschutztheke, an die Bedürfnisse der Praxis angepasst werden kann.

Falls Pflanzen unklare Schadursachen aufweisen, so können sie vom Personal der am Projekt beteiligten Gartencenter an die Fachgruppe Pflanzenschutz der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf zur Untersuchung im Labor weitergeleitet werden, der jeweilige Berater wird daraufhin über das Diagnose-Ergebnis informiert. Sind die ermittelten Ergebnisse von größerer Bedeutung, werden sie in aufbereiteter Form in die Datenbank des PsIGa-Systems eingepflegt und somit allen Beteiligten zugänglich gemacht.

Neben den bisher erwähnten Inhalten sollen auch weitere praxisrelevante und aktuelle Nachrichten aus dem Fachgebiet der Phytomedizin in das System einbezogen werden. Beispiel hierfür sind die Präsentation neuer Schaderreger sowie die Auflistung einer monatlichen Übersicht der aktuell häufigsten Schaderreger in Form speziell gekennzeichnete Beiträge. Dies dient dazu, den teils heterogenen Wissenstand des Beratungspersonals konsequent zu fördern und auszubauen.

Im Sinne einer Web 2.0-Anwendung sollen in das Informationssystem PsIGa auch die Erfahrungen der Privatgärtner mit einfließen. Denn Interessenten erhalten die Möglichkeit, ihr Feedback zu einem Beratungsfall im Gartencenter online in eine Falldatenbank einzutragen. Aus diesen Ergebnissen können, sobald eine ausreichende Datenmenge vorhanden ist, Rückschlüsse auf in der gärtnerischen Praxis bewährte und erfolgreiche Bekämpfungsmethoden abgeleitet werden. Abbildung 1 zeigt die Struktur der Inhalte und Funktionen des Beratungssystems PsIGa.

3 Bisherige Umsetzungen

Um die zu entwickelnden Softwarestrukturen zu beschreiben, wurde UML (vgl. [GRJ98]) als Modellierungssprache genutzt. Dabei wurden insbesondere sog. Use-Case Diagramme verwendet, in denen die Nutzungsmöglichkeiten durch die verschiedenen Systemnutzer (Anwendungsfälle) dargestellt wurden. Diese Diagramme dienten als Grundlage der Diskussion und Spezifizierung einzelner Anwendungsfälle. Hierfür sind Use-Case Diagramme besonders geeignet, da sie auf Grund ihrer einfachen Semantik von verschiedenen, auch ungeschulten, Lesern verstanden werden können [DP06]. Ziel war es dabei, die späteren Anwender möglichst frühzeitig in den Entstehungsprozess mit einzubinden. Um eine praxisnahe Funktionalität und eine hohe software-ergonomische Qualität der PsIGa-Webseite zu gewährleisten, erfolgt die weitere Entwicklung hauptsächlich auf der Basis von Prototyping. Dabei werden die einzelnen Phasen der Entwicklung (Analyse, Entwurf, Implementierung, Systemeinführung, Testung) in regelmäßigen

Zyklen wiederholt. Ein derartiges Vorgehen ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Anforderungen an das System nicht vorab als Spezifikation definiert werden können, sondern diese sich erst im Projektverlauf herauskristallisieren. In solchen Situationen wird mit dem zyklischen Vorgehen des Prototyping das Risiko von Fehlentwicklungen minimiert [Bo88].

Es wurden bereits erste Steckbriefe der Schaderreger verfasst und anhand diverser inhaltlicher Merkmale aufbereitet und gegliedert. In Hinblick auf die zuvor erwähnte Methode des Prototyping wurden verschiedene Arten der Darstellung in Bezug auf Funktionalität, Optik und Nutzen evaluiert. Gleiches gilt für die Gestaltung einer übersichtlichen und benutzerfreundlichen Tabelle, die dem Anwender eine Aufstellung aller geeigneten Pflanzenschutzmittel für den jeweiligen Schaderreger anzeigt. Die Organisation, Umsetzung sowie Bearbeitung der Inhalte von PsIGa geschieht in einem Open Source Content Management System (CMS) des Anbieters Contao. Die Datenbankanwendungen, die für Diagnose- und Recherchemöglichkeiten benötigt werden, werden mit Hilfe von PHP/MySQL realisiert.

4 Ausblick

Bis zum Frühjahr 2015 erfolgt die Erstellung einer ersten, im Zugang geschützten Online-Version, die zum Sammeln der ersten praktischen Erfahrungen bei der Kundenberatung in den beteiligten Gartencentern dient. Zusätzlich werden die Inhalte schrittweise erweitert, wobei durch den engen Kontakt zum Pflanzenschutzpersonal vor Ort das System immer besser an die Bedürfnisse der Praxis angepasst werden kann. Die schon im Projektantrag formulierte Nachhaltigkeit des Projektes findet ihre praktische Umsetzung in der Verfassung einer Kooperationserklärung unter den bisher über zwanzig am Projekt beteiligten Partnern. Mit dieser Erklärung wird beabsichtigt, das Beratungssystem PsIGa auch über das Ende der Projektlaufzeit hinaus (März 2016) fortlaufend zu erweitern und zu verstetigen.

Literaturverzeichnis

- [Bo88] Boehm, B.W.: A spiral model of software development and enhancement. Computer, 21(5), 1988, S. 61-72.
- [DP06] Dobing, B., Parsons, J.: How UML is used. Communications of the ACM, 49(5), 2006, S. 109-113.
- [GRJ98] Grady, B., Rumbaugh, J., Jacobson, I.: Unified Modeling Language (UML). Rational Software Corporation, Santa Clara, CA, version 1, 1998.
- [LO10] Lohrer, T., Ohmayer, G.: E-Learning im Gartenbau: Angebote zur angewandten Phytomedizin. In: Referate der 30. GIL-Jahrestagung, Lecture Notes in Informatics - Proceedings, Band P-158, 2010, S. 109-112.
- [MBH09] Miller, S.A., Beed, F.D., Harmon, C.L.: Plant Disease Diagnostic: Capabilities and Networks. Annual Review of Phytopathology, 47, 2009, S. 15-38.
- [YK12] Yelapure, S.J., Kulkarni, R.V.: Literature Review on Expert System in Agriculture. International Journal of Computer Science and Information Technologies, 3 (5), 2012, S. 5086-5089.

Satellitengestützte Erfassung von Schnittterminen im Grünland und Feldfutterbau

Kerstin Grant*, Melanie Wagner, Robert Siegmund, Stephan Hartmann*

*Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Am Gereuth 4

85354 Freising

Kerstin.Grant@lfl.bayern.de

Melanie.Wagner@gaf.de

Robert.Siegmund@gaf.de

Stephan.Hartmann@lfl.bayern.de

Abstract: Grünlanderträge werden momentan im Gegensatz zu anderen landwirtschaftlichen Produkten nur grob an Hand weniger Versuchsergebnisse und Erhebungen abgeschätzt. Wichtige Hinweise zu Ertragshöhe liefern die Zahl der Schnitte der Grünlandaufwüchse in Verbindung mit Witterungsdaten und der Kenntnis der regionalen Bestandstypen. Ziel dieser Studie ist eine automatisierte Erfassung von Schnittterminen auf Basis von Radardaten zu entwickeln. Es wird gezeigt wie durch die deutliche Oberflächenänderung nach Schnitt auf Grünland und Feldfutterbauflächen die satellitengestützte Feststellung der Schnitte auf landwirtschaftlichen Flächen realisiert werden kann. Die Ergebnisse können in Kombination mit einem an regionale Verhältnisse angepassten Ertragsmodell als Grundlage für eine personaleffiziente, exakte und regionalisierte Ertragsschätzung von Grünland und Feldfutterbaubeständen dienen.

1 Einleitung

Grünland gehört zu den größten Ökosystemen der Welt und laut der FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) steuern Grünlandflächen zu der Existenzgrundlage von mehr als 800 Millionen Menschen bei [Pa08]. Trotz dieser Bedeutung gibt es keine genauen und flächendeckenden Zahlen zu Grünlanderträgen. Wichtige ertragsbestimmende Faktoren sind im Grünland neben Witterung und Bestandsinformationen (Artzusammensetzung, Bodentyp) Schnitthäufigkeit und Schnitttermine. Momentan gibt es noch keine flächendeckenden und personaleffizienten Erfassungsmethoden für Schnitte im Grünland. Da die Kenntnis von Schnittterminen nicht nur für die Ableitung von Ertragszahlen, sondern auch für naturschutzfachliche Aspekte, wie den Erhalt von bestimmten Pflanzenarten und Artenzusammensetzungen, interessant ist [HH02], besteht die Notwendigkeit eine geeignete Erfassungsmethode zu finden.

Durch das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus werden in den nächsten Jahren Fernerkundungsdaten auch für öffentliche Dienste kostenfrei verfügbar sein [DLR14]. Der erste für Copernicus entwickelte Satellit Sentinel-1A deckt jede Stelle in Europa mit einer Wiederholrate (revisit time) von 12 Tagen ab, durch einen baugleichen zweiten Satelliten (Sentinel-1B, geplanter Start 2016) wird künftig eine Abdeckung alle 6 Tage erreicht werden [ESA14]. In einer Pilotstudie wird hier getestet, wie solche flächendeckend zur Verfügung stehenden Radarbilder in der Landwirtschaft bei der Ermittlung von Schnittterminen verwendet werden könnten. Dazu werden die Änderung in den Reflexionssignalen von Radarwellen zwischen jeweils zwei Radaraufnahmen genutzt, die durch die Veränderung der Höhe und Form des Grünlandbestandes durch den Schnitt verursacht werden müssten.

2 Detektion von Grünlandschnitten in Radarbildern

Als Datengrundlage dieser Arbeit dienen Radaraufnahmen des COSMO-SkyMed Systems, die das Testgebiet abdecken. Dieses System wurde gewählt, da einerseits Aufnahmen des Sentinel-1A noch nicht zur Verfügung standen und andererseits eine hohe zeitliche Wiederholrate der Satellitenkonstellation für die Bestimmung des Schnittzeitpunktes notwendig ist. Im Folgenden sind Radaraufnahmen vom 3., 7. und 15. Oktober 2014 verwendet. Alle COSMO-SkyMed Daten sind HH polarisierte X-Band SAR Bilddaten und liegen im Produktlevel 1A, also in Form von Single Look Complex (SLC) Daten, vor. Aufgenommen wurden die Radarszenen im HImage Modus, was dem Standard Streifen- oder Stripmap Modus gängiger Radarsysteme entspricht. Die SLC Daten sind komplexwertige Datenmatrizen in Schrägsicht (slant range) Geometrie, deren Werte die Intensität und Phase der Radarrückstreuung enthalten. Für die Georeferenzierung der Radarbilder wurde zunächst eine Orthokorrektur mit einem digitalen Geländemodell (Range Doppler Terrain Correction, SRTM) und eine Reprojektion in das Koordinatensystem 3-Grad Gauss-Krüger Zone 4 vorgenommen. Für die Datenanalyse sowie für die Vergleichbarkeit der Radaraufnahmen erfolgte eine absolute, radiometrische Kalibrierung. Die Amplitudenwerte wurden systemkalibriert, d.h. hier wurden nur Effekte korrigiert, die durch das Aufnahmesystem bedingt sind. Die entsprechenden Werte hierfür sind durch das Aufnahmesystem gegeben. Die Amplitudenwerte der SAR-Daten selbst wurden von der single look Auflösung (ca. 2 m bis 2.8 m) in Schrägsicht auf 3 m resampled. Die Werte wurden schließlich in logarithmischer Skalierung in Dezibel angegeben. Danach erfolgte eine multitemporale Specklefilterung (window size 5*5) zur Verbesserung der allgemeinen Bildqualität und zur Erhöhung der Trennbarkeit. Diese Schritte wurden mit dem Softwarepaket Sarscape (unter ENVI) und ERDAS Imagine durchgeführt. Zum Zweck der Visualisierung und Voruntersuchung in geeigneten GIS Umgebungen, z.B. GAFMap oder ArcGIS, wurden die Daten als GeoTIFF (unsigned 8bit) exportiert und zusammen mit einem Shapefile der im Gelände kartierten Grünlandflächen mit bekannten Schnittterminen analysiert. Die Grauwerte der Bilder geben die Radarsignalstärke wieder. Für jede Grünlandfläche wurden die Grauwerte aus den Rasterdaten extrahiert. Anhand dieser Werte wurden Mittelwerte der Grauwerte berechnet und Histogramme der Grauwertverteilung erstellt. Schnitte ergeben sich dadurch als Änderung in der mittleren Rückstreuintensität, also als Verschiebung der Grauwertverteilung.

3 Ergebnisse und Diskussion

Im Vergleich der Radaraufnahmen der drei Zeitpunkte im Oktober 2014 sind Oberflächenveränderungen in den Grünlandflächen ersichtlich (Abb.1). Visuell erkennt man eine Veränderung im Grauton, die auf den Schnitt des Grünlandes hinweisen.

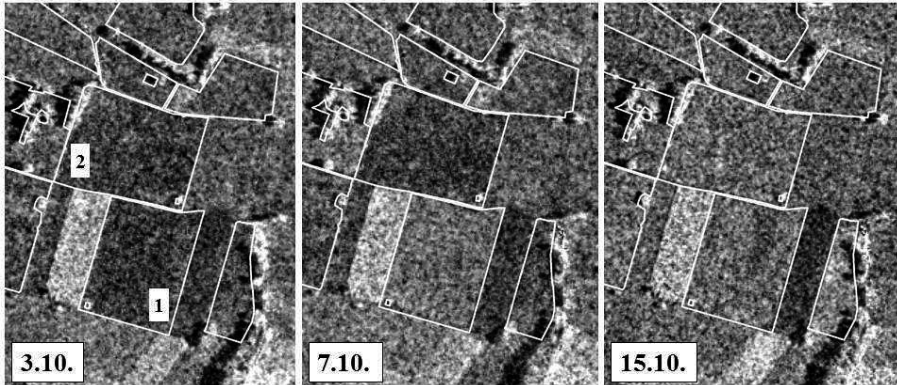


Abbildung 1: Verlauf der Oberflächenveränderung zweier Grünlandflächen im Ausschnitt von Radaraufnahmen vom 3., 7. und 15. Oktober 2014: Im Gelände beobachteter Schnitt erfolgte auf Fläche 1 zwischen dem 3. und 7.10. und auf Fläche 2 zwischen dem 7. und 15.10.

Um die Trennbarkeit der geschnittenen von den ungeschnittenen Flächen grob abzuschätzen, kann die Differenz der Grauwert-Mittelwerte betrachtet werden. Änderungen der Rückstreuintensität in den einzelnen Flächen pro Radaraufnahme im Zeitraum zwischen zwei Aufnahmen werden dadurch erkennbar. Ein Teil der untersuchten Flächen zeigte nur geringe oder keine Veränderung im Grauwertmittel obwohl tatsächlich ein Schnitt im Zeitraum zwischen den zwei Radaraufnahmen erfolgte.

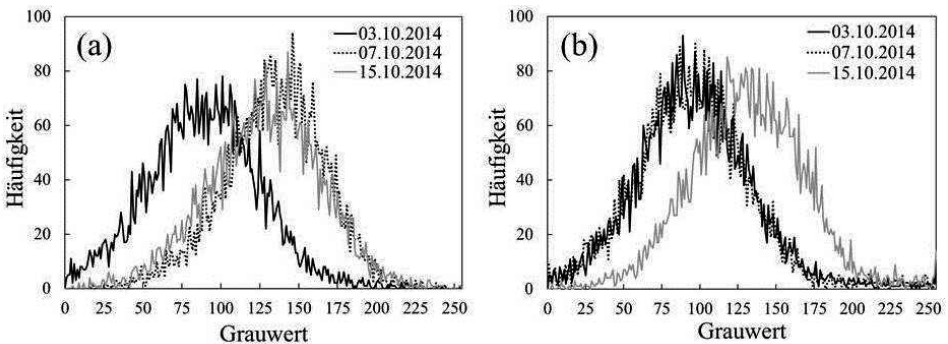


Abbildung 2: Grauwertverteilung in den multitemporal gefilterten Radarbildern innerhalb der Grünlandflächen (a) Nr. 1 mit Schnitt zwischen dem 3. und 7.10. und (b) Nr. 2 mit Schnitt zwischen dem 7. und 15.10.2014

Als weiteres Erkennungsmerkmal für eine Oberflächenveränderung in der Grünlandfläche dienen Histogramme. Abb. 2 zeigt die jeweiligen Grauwertverteilungen der Flächen

1 und 2 aus dem Beispiel oben (Abb.1) für die jeweiligen Radarbilder. Es ist eine deutliche Verschiebung der Grauwertverteilungskurven erkennbar.

4 Schlussfolgerung und Ausblick

Die Studie zeigt, dass Grünlandschnitte im Radarbildvergleich erkennbar sind. Die meisten der untersuchten Flächen zeigten eine deutliche Veränderung der Radarsignale nach dem Schnitt. Weitere Untersuchungen quantitativer und statistischer Art müssen zeigen, was die Gründe für geringe oder ausbleibende Grauwertänderung sind und wie mit solchen Flächen umgegangen werden muss, um den Fehler der Methode zu reduzieren. Abhängig von quantitativen Voruntersuchungen kann die geeignete Methode zur robusten und operationellen Detektion von Veränderungen gewählt werden. Die Automatisierung dieser Methode, die Übertragbarkeit auf Sentinel-1 Daten sowie die Integration von TerraSAR-X Daten werden in weiteren Schritten untersucht. Durch die flächendeckende und zeitlich enge Abdeckung mit Radarbildern mit den beiden Sentinel-1-Satelliten können Schnitte erfasst und auf Zeiträume von sechs Tagen eingegrenzt werden. Für eine zeitlich noch höhere Auflösung könnten Sentinel-1 Daten mit kommerziellen Radardaten kombiniert werden. In Verknüpfung dieses Automatismus mit einem Ertragsmodell, wie das in [He05] verwendete, würden sich künftig auch Grünlanderträge genauer abschätzen lassen.

Literaturverzeichnis

- [DLR14] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR): Copernicus in Deutschland, 2014, <http://www.d-copernicus.de/sentinel-daten-fuer-deutschland> (20.11.2014).
- [ESA14] European Space Agency: Observing the Earth – Copernicus – Sentinel 1 Facts and Figures, 2014, http://esamultimedia.esa.int/docs/Earth_Observation/Sentinel-1_sheet_140311.pdf (20.11.2014).
- [HH02] Herben, T. & Huber-Sannwald, E.: Effect of management on species richness of grasslands sward-scale processes lead to large-scale patterns, *Grassland Science in Europe* 7, 2002.
- [He05] Herrmann, A. et al.: Performance of grassland under different cutting regimes as affected by sward composition, nitrogen input, soil conditions and weather—a simulation study, *European Journal of Agronomy* 22, 2005.
- [Pa08] Panunzi, P: Are grasslands under threat? Brief analysis of FAO statistical data on pasture and fodder crops, 2008, http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/grass_stats/grass-stats.htm (10.09.2014).

Definitions, classifications and data banks of green technology start-ups

Anna Gubanova, Michael Clasen, Ludwig Theuvsen

Universität Göttingen und Hochschule Hannover
anna.gubanova@hs-hannover.de
michael.clasen@hs-hannover.de
ltheuvs@gwdg.de

Abstract: The aim of this paper is to give a short overview of the existing definitions and classifications of the green technologies and corresponding data banks with the green start-ups as a basis for a further research about the critical success factors of the green start-ups. The classifications and definitions are important for defining the differentiation between green technologies and other technologies as well as supporting international economic and legal activities.

1 Introduction

For a research about green technology start-ups it is necessary to know the exact meaning of the term “green technology”. In this paper we will compare the definitions of green technologies given by important international organizations to define the similarities. This will enable us to give a general definition of green technologies. Then we will study the suggested classifications to compare them and define the components for our classification. Finally we will use this classification to select the relevant data banks containing information about green start-ups for the further quantitative research.

2 Definitions of “green technologies”

A definition of “green technologies” is important not only for the research purposes but also to enable specific economic and legal activities such as “Funding and investment”, “Stock trading (especially for initial public offering)”, “Patenting” and “Public programs, collection of statistics and legislation”. For these four areas we have selected the most significant international organisations which have developed their own classifications. We compare these definitions to define the similarities. This will enable us to give a general definition of green technologies.

Funding and investment: The CleanTech Open is the biggest international accelerator for green start-ups and it has a partnership with United Nations Industrial Development Organisation and the Global Environment Facility [TP14]. For the investment purpose

the clean tech was defined “as any product, service, or technology that uses natural resources more efficiently, interacts with the environment in a more closed-loop, sustainable way and is intended to be commercially viable and scalable” [CTO14].

Trade: CleanTech Index has been launched by CleanTech Group and was a pioneering index on the stock market for green tech companies. According to the CleanTech Group the clean technologies represent “knowledge-based products and services that add economic value by reducing cost, raising productivity and/or product performance while reducing resource consumption and their negative impact on the environment and public health” [CTG09, p.2].

Patenting: In 2009 the World Intellectual Property Organisation (WIPO) presented an international patent classification “Green Inventory” [WIPO14]. This classification should help to collect the data on the environmentally sound technologies in order to facilitate the search for patent information. The definition of the environmentally sound technologies was offered by the United Nations in 1997 as “techniques and technologies capable of reducing environmental damage through processes and materials that generate fewer potentially damaging substances, recover such substances from emissions prior to discharge, or utilize and recycle production residues” [UN97, p.30].

Public programs and collection of statistics: In 1999 the Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) together with the Eurostat group introduced the classification and definition of the environmental goods and services. The environmental goods and services were identified as „activities which produce goods and services to measure, prevent, limit, minimise or correct environmental damage to water, air and soil, as well as problems related to waste, noise and eco-systems” [OECD99, p.9]. The environment goods and services also include cleaner technologies which are “products and services that reduce environmental risk and minimise pollution and resource use” [OECD99, p.9].

Our definition as intersection: All four definitions are referring to the two main purposes of the green technologies: 1) reducing or minimizing environmental damage or risk, 2) more efficient resource use (recyclable, sustainable). So in our definition a green start-up is a start-up whose business model follows at least one of these two purposes.

3 Classifications and data banks of green start-ups

This definition will be used as a guideline for the development of our classification for the green technologies, which is also based on the existing classifications of CleanTech Open, CleanTech Index, WIPO and OECD. Figure 1 shows the sub-categories of the four classifications. Waste management, Renewable energy, Energy storage and distribution and Agriculture are contained in all four existing classifications. But on basis of our definition we add another four categories (*italics*). So we will classify green technology start-ups as follows:

1. **Forestry/Agriculture:** include innovative, efficient and eco-friendly forestry/farming technologies that reduce resources to produce food, improve supply chain and ensure sustainable food security.
2. **Energy efficiency:** Energy efficiency technologies enable to save energy in storage, distribution and usage
3. **Water and waste management:** include technologies which are eco-friendly and efficient in the collecting, purification, conservation, recycling/reusing water and waste.
4. **Renewable energy:** technologies that enable the usage of renewable energy and alternative sources of energy biomass, waste heat etc.
5. **Transportation:** technologies which include energy-efficient and less-polluting vehicles of all types and related components.
6. **Green Building:** technologies enable to reduce the environmental damage from construction by using innovative, energy- and material efficient building materials as well as innovative design.
7. **Eco-tourism:** technologies that enable “responsible travel to natural areas that conserves the environment and improves the well-being of local people” [TIES90].
8. **Environmental quality/safety:** technologies which enable monitoring, analysis and control the environmental risks and damage.

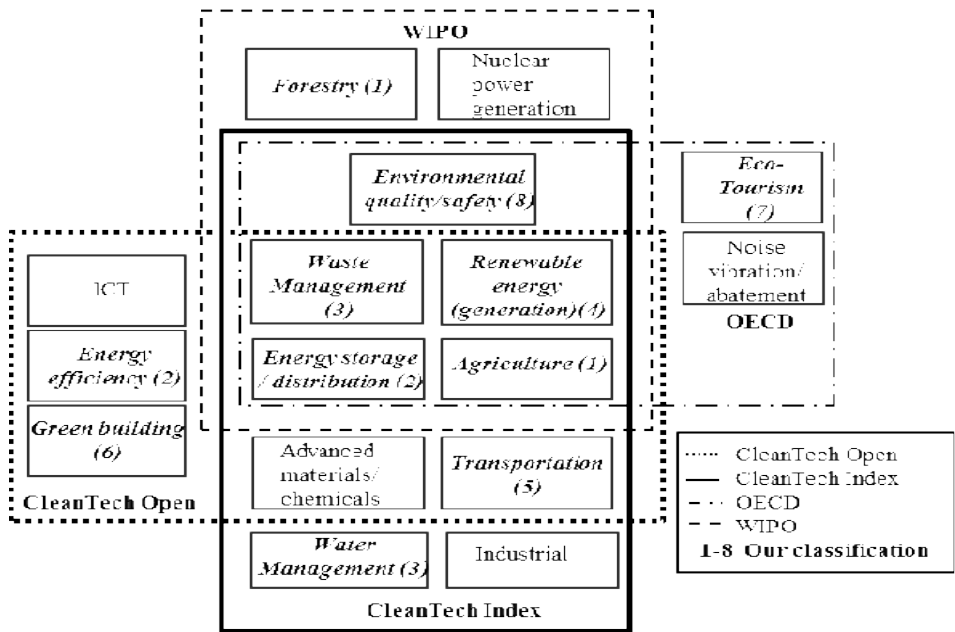


Figure 1: International classifications of green technologies

Table 1 below shows data banks containing start-ups in the eight identified categories. The numbers in brackets are showing the number of the green start-ups in these categories in each data bank.

<i>Agriculture/Forestry</i>	<i>Energy storage/ distribution/ efficiency</i>	<i>Water / waste management</i>	<i>Renewable energy</i>
www.climate-kic.org (5) www.angel.co (511) www.vilcap.com (40) www.energyxcelerator.com (3) www.f6s.com (524)	www.climate-kic.org (21) www.energyxcelerator.com (13) www.angel.co (226) www.f6s.com (262) www.ecosummit.com (23) www.vilcap.com (4)	www.climate-kic.org (10) www.f6s.com (95) www.vilcap.com (9) www.angel.co (189) www.energyxcelerator.com (1) www.ecosummit.com (3)	www.climate-kic.org (12) www.bethnalgreenventures.com (1) www.energyxcelerator.com (2) www.angel.co (180) www.f6s.com (200) www.ecosummit.com (7) www.rockstart.com/(2) www.vilcap.com (5)
<i>Transportation</i>	<i>Green building</i>	<i>Eco-Tourism</i>	<i>Environmental quality / safety</i>
www.climate-kic.org (7) www.angel.co (124) www.f6s.com (53) www.ecosummit.com (5) www.energyxcelerator.com (4) www.vilcap.com (4)	www.angel.co (100) www.vilcap.com (3) www.climate-kic.org (4) www.energyxcelerator.com (1)	www.climate-kic.org (1) www.f6s.com (18)	www.climate-kic.org (6) www.vilcap.com (2) www.angel.co (165) www.rockstart.com/(4) www.energyxcelerator.com (1)

Table 1: Start-up data banks for selected green technologies

In this paper we have defined green technologies and its classification based on the international classifications and definitions. With this definition we are able to decide if a start-up is a “green”-start-up or not.

4 Literature

- [CTO14] CleanTech Open: online platform-accelerator for cleantech start-ups
<http://www2.cleantechopen.org/> Last visit: 20.10.2014.
- [OECD99] Organisation for Economic Co-Operation and Development (1999): The environmental goods and services industry. Manual for data collection and analysis, Paris, pp. 9-13,
http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/EPEA/EnvIndustry_Manual_for_data_collection.PDF Last visit 20.10.2014.
- [TIES90] The International Ecotourism Society (1990): Definition of ecotourism
<https://www.ecotourism.org/what-is-ecotourism> Last visit 20.10.2014.
- [UN97] United Nations (1997): Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods, Series F, No. 67, New York, http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_67E.pdf
Last visit 20.10.2014.
- [WIPO14] World Intellectual Property Organisation: IPC Green Inventory
<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/est/> Last visit: 20.10.2014.

Die Markttransparenzstelle für Kraftstoffe in Deutschland

Paul Friedhelm Günther, Karsten Borchard, Jens-Peter Loy

Institut für Agrarökonomie, Abteilung Marktlehre und MultiMediaLabor der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Olshausenstraße 40

24118 Kiel

pguenth@mml.uni-kiel.de

kbo@mml.uni-kiel.de

jpjoy@ae.uni-kiel.de

Abstract: Abweichungen von wettbewerblichem Verhalten auf den Agrar- und Kraftstoffmärkten sind immer wieder Gegenstand von wissenschaftlichen und legislativen Untersuchungen. Zur Stärkung des Wettbewerbs auf dem deutschen Kraftstoffmarkt wurde 2013 die Markttransparenzstelle (MTS) geschaffen. Die MTS ermöglicht u.a. dem Bundeskartellamt (BKartA) die verbesserte Ermittlung unzulässiger Verdrängungsstrategien. Den Verbrauchern wird damit in Echtzeit ermöglicht, sich über aktuelle Kraftstoffpreise zu informieren. Dies erfolgt mittels Verbraucher-Informationsdiensten (VID), die die Preisinformationen über mobile Anwendungen und Internetseiten verbreiten. In diesem Beitrag werden die Einführung und die Funktionsweise der MTS dargestellt, die Nutzung der Daten durch die VID und deren unterschiedliche Dienste untersucht und der Mobilitäts-Daten-Marktplatz (MDM) als technische Grundlage erläutert.

1 Einführung

Die MTS, ansässig beim BKartA, wurde zum Zwecke der Beobachtung des Handels mit Kraftstoffen eingerichtet und dient u.a. der Erleichterung der Kartellbehörden zur Aufdeckung und Sanktionierung von Verstößen gegen das “Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkung” (GWB) und dem “Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union” (AEUV). Sie ist beauftragt, Daten über Preisänderungen von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen bei öffentlich zugänglichen Tankstellen zu sammeln, analysieren und an die Kartellbehörden weiterzuleiten. Nach dem Gesetz zur Einrichtung einer Markttransparenzstelle für den Großhandel mit Strom und Gas, §47k, Absatz 5 ist die MTS ermächtigt “...die erhobenen Preisdaten elektronisch an Anbieter von Verbraucher-Informationsdiensten zum Zweck der Verbraucherinformation weiterzugeben”. Die Übermittlung dieser Daten von den Tankstellen an die MTS erfolgt über das System des MDM der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Im Anschluss an die Entstehung und den Aufgaben der MTS, dem MDM und der VID wird auf die technische Umsetzung eingegangen.

2 Entstehung und Aufgaben

2.1. Markttransparenzstelle für Kraftstoffe

Hinweise auf mögliche Kartellrechtsprobleme, die das BKartA durch Fusionskontrollen sowie Beschwerden freier Tankstellenbetreiber und Kraftstoffkonsumenten gewonnen hatte, führten zur Einleitung der „Sektoruntersuchung Kraftstoffe“ im Jahr 2008; einer Analyse des Bundesautobahn- und Straßentankstellenmarktes. Ein Zwischenbericht wurde 2009, der Abschlussbericht Mai 2011 vorgelegt. Neben kartellrechtlichen Problemen wurde der Nachweis eines marktbeherrschenden Oligopols, gebildet durch BP (Aral), ConocoPhillips (Jet), ExxonMobil (Esso), Shell und Total, erbracht. Diese Hauptmarktteilnehmer erbringen die gesamte Kraftstoffbelieferung aller Mineralölunternehmen. Zusammen mit einer hohen Markttransparenz, Produkthomogenität und Preismechanismen, die allen Marktteilnehmer bekannt sind, ergibt sich eine implizierte Koordination der Preise, die keine explizite Absprache benötigt. Da dieser Koordinierungsmechanismus nicht illegal ist, hält das BKartA *“...direkte kartellbehördliche Maßnahmen zur Senkung von Kraftstoffpreisen nicht erfolversprechend”* und *“kaum praktikabel”* [B11a]. Der Hinweis im Abschlussbericht, dass *“...private Dienstleister, im Interesse der Autofahrer auch Informationsmedien über die aktuelle und örtliche Preissituation...”* schaffen könnten, kann als erstes Indiz für die Gründung der MTS gesehen werden [B11a].

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) legte am 02.05.2012 einen Gesetzentwurf zur Einrichtung der MTS vor [BMWi11], welcher in der Presse stark diskutiert wurde und am 05. Dezember 2012 in Kraft trat. Seit dem 1. April 2013 ist die MTS beim BKartA eingerichtet. Durch ihr Handeln soll es dem Verbraucher ermöglicht werden sich über aktuelle Kraftstoffpreise in Deutschland zu informieren. Das Aufdecken von Verdrängungsstrategien und anderen Missbrauch von Marktmacht soll durch die erhobenen Daten für das BKartA erleichtert werden. Seit dem Start der Testphase am 31. August 2013 sind alle Unternehmen, die über Preissetzungshoheit für Otto- und Dieselmotorkraftstoffe (Diesel, Super E5 und Super E10) verfügen, verpflichtet, diese der MTS zu melden. Am 01. Dezember 2013 ist der Probebetrieb in den Regelbetrieb übergegangen und es trat die Weitergabe der gesammelten Daten an VID in Kraft.

2.2. Verbraucherinformationsdienste

VID dienen Verbrauchern von Kraftstoffen zur Informationen über Preisänderung. Dabei können die Verbraucher auf Grundlage der durch die VID zur Verfügung gestellten Daten ihre Konsumentenentscheidung, im Rahmen ihrer Mobilitätsmöglichkeiten, fundierter treffen als ohne diese Informationen. VID müssen einen Antrag auf Zulassung bei der MTS stellen und enge Kriterien zur Zulassung erfüllen, bevor ihnen die Nutzung der Daten gestattet wird.

Derzeit sind 36 VID von der MTS zugelassen (Stand: Oktober 2014). Diese stellen die Daten der MTS, gegebenenfalls ergänzt durch eigene Informationen, auf elektronischem Wege den Verbrauchern zur Verfügung. Bis auf zwei Anbieter besitzt jeder eine Web-

präsenz. Eine Anwendung für den mobilen Abruf der Daten über Smartphones stellen 19 Anbieter zur Verfügung. Von diesen entschieden sich 13 Anbieter für das Betriebssystem Android und zwölf Anbieter für das Betriebssystem iOS. Nur zwei Anbieter stellen eine Unterstützung für Windows-Phone zur Verfügung und lediglich ein Anbieter nutzt alle drei mobilen Betriebssysteme sowie eine Internetseite, um der Verbraucherinformation gerecht zu werden.

Zur weiteren Differenzierung bieten VID den Verbrauchern und Tankstellenbetreibern die Möglichkeit Preisdaten direkt zu melden. Dies wird genutzt, um technischen Problemen der MTS vorzugreifen, erhöhte Aufmerksamkeit bei den Verbrauchern zu generieren und Preisdaten über andere Kraftstoffe wie Autogas und Bio-Diesel zur Verfügung zu stellen. Eine weitere Diversifikation wird über die Bereitstellung interaktiver Grafiken der bundes- sowie europaweiten Preisentwicklung erzeugt.

2.3 Mobilitätsdatenmarktplatz

Der MDM wurde von der BAST im Rahmen der Innovationsinitiative der Bundesregierung im Jahr 2012 eingerichtet. Es handelt sich um eine internetgestützte Dienstleistung zum Austausch von verkehrsbezogenen Daten in Echtzeit. Ziel ist es, einen jederzeit umfassend informierten und orientierten Verkehrsteilnehmer zu erhalten, vorhandene Potenziale auszuschöpfen und das Aufkommen von neuen privaten Dienstleistern zu ermöglichen [BAST13]. Die Kooperation zwischen dem BAST und dem BKartA ermöglicht, über die Nutzung des MDM für den Betrieb der MTS, solch ein Aufkommen in Form der VID.

Der MDM stellt eine Portal- und Brokerfunktion zur Verfügung. Die *Portalfunktion* dient der Recherche, dem Anbieten und Abonnieren von Daten. Anbieter von Daten können diese im Portal zur Verfügung stellen und interessierte Abnehmer nehmen Kontakt zu ihnen auf. Ziel ist es, einen vertraglich festgelegten Austausch von Daten zu generieren. Die *Brokerfunktion* dient der Verteilung von Daten ohne deren Zwischenspeicherung. Im Ganzen stellt der MDM somit eine Vermittlerfunktion dar. Bezogen auf die MTS müssen Preishoheitsinhaber (PHI) ihre Daten in das MDM System einfügen, von wo aus diese durch VID abgerufen werden können. Die VID stellen über ihre eigenen Portale und mobile Anwendungen den Verbrauchern die Daten dann zur Verfügung.

3 Technische Umsetzung

Die Datenverarbeitung innerhalb des MDM beginnt bei dem Meldepflichtigen bzw. Preishoheitsinhaber (PHI; Abb. 1). Dieser muss innerhalb der *Dateneingangsphase* eine „Initialisierung“ gegenüber der MTS durchführen. Im anschließendem Regel-„Betrieb“ werden die Kerninformationen wie Kraftstoffsorte, Preis und Änderungszeitpunkt übermittelt. Zur eindeutigen Identifikation werden PHI-Schlüssel und Tankstellen-IDs vergeben. Die MTS arbeitet in der *Datenausgangsphase* (Abb. 1) mit den VID zusammen, welche eine Vermittlerfunktion zu den Verbrauchern wahrnehmen. Zuvor müssen die VID eine Zulassung durchlaufen um einen VID-Schlüssel und technische Informationen

zum Datenabruf zu erhalten. Die *Datennutzung* erfolgt über aktuelle Internet-Technologie. Die Datenübermittlung basiert auf XML im DATEX II v2.0 Format sowie TLS/SSL mit x509v3 Zertifikaten zur Authentisierung.

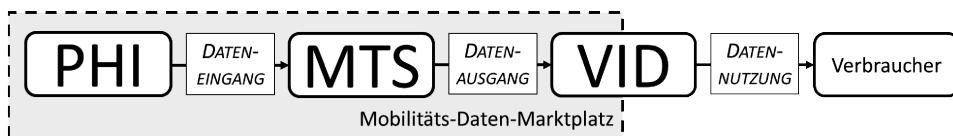


Abbildung 1: Datenfluss innerhalb und außerhalb des MDM im MTS-System

4 Erstes Fazit

Grundsätzlich wird einer Steigerung der Markttransparenz ein positiver Einfluss hinsichtlich der Förderung des Wettbewerbs zugesprochen. Der deutsche Kraftstoffmarkt eröffnet seit der Einführung der MTS 2013 die Möglichkeit zur Analyse die Effekte einer Markttransparenzerhöhung auf den preislichen Wettbewerb und das Verhalten der Endverbraucher. Beispiele aus der Fleisch- und Milchwirtschaft zeigen, dass dieses auch für den landwirtschaftlichen Sektor gilt. Das BKartA räumt in diesem Zusammenhang ein, dass an“...*einer ausführlicheren Diskussion [zur Einrichtung der MTS] gerade auch aus wissenschaftlicher Sicht*” Bedarf besteht und, dass kartellrechtliche Eingriffsmöglichkeiten, besonders die Regulierung des Preissetzungsverhaltens mit Blick auf internationalen Erfahrungen, in Frage zu stellen sind [BKartA11b]. Weiterhin können solche Untersuchungen Erkenntnisse über Sinnhaftigkeit weitere möglicher politischer Marktregulierungen liefern. Mögliche weitergehende Regulierungen werden derzeit in Österreich und Australien angewendet. *“Ob diese regulatorischen Maßnahmen, wie die Spritpreis-Verordnung in Österreich und die “24-Hour-Rule” in West-Australien, für Deutschland [geeignet] und sinnvoll sind, muss der Gesetzgeber unter Verbraucherschutzgesichtspunkten [sowie unter Berücksichtigung der Analyse der derzeitigen Marktsituation] entscheiden.”* [BKartA11a].

Literaturverzeichnis

- [BAST13] Bundesanstalt für Straßenwesen: Informationsveranstaltung zur Zusammenarbeit von Bundeskartellamt und Bundesanstalt für Straßenwesen, 2013.
- [BKartA11a] Bundeskartellamt: Sektoruntersuchung Kraftstoffe, Abschlussbericht gemäß § 32e GWB, Mai 2011.
- [BKartA11b] Bundeskartellamt: Hintergrundpapier, Benzinpreise – Marktmacht, Preissetzung und Konsequenzen, Tagung des Arbeitskreises Kartellrecht am 6. Oktober 2011.
- [BMWi11] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Entwurf eines Gesetzes zur Einrichtung einer Markttransparenzstelle für den Großhandel mit Strom und Gas, Stand: 26.04.2012.

GIS-gestütztes Verfahren zur Erstellung einer kleinräumigen Feldbodenkarte für die teilflächenspezifische Nutzung

Stefan Hinck, Hans Kolata, Norbert Emeis, Klaus Mueller

FARMsystem Hinck&Kielhorn
Beratung und Datenmanagement für Precision Farming
Sedanstraße 26
49076 Osnabrück
Hinck@farmsystem.de
Hans.Kolata@gmx.de
N.Emeis@hs-osnabrueck.de
K.Mueller@hs-osnabrueck.de

Abstract: Für eine fortlaufende Effizienzsteigerung im Pflanzenbau sind auch zukünftig weitere Optimierungsschritte notwendig. Hierfür sind u.a. kleinräumige Bodeninformationen von hoher Bedeutung, um Ertragspotenzialkarten, optimierte Düngungskarten, Beprobungskarten etc. auf Teilflächenbasis zu erstellen. Kleinräumige Feldbodenkarten liefern die relevante Flächeninformationen und somit wichtige Entscheidungskriterien für die weitere Optimierung von Maßnahmen und Applikationen im teilflächenspezifischen Pflanzenbau. Die Generierung einer kleinräumigen Feldbodenkarte ist ein interdisziplinäres Zusammenführen von Tätigkeiten aus der feldbodenkundlichen Kartierung, Einsatz von geoelektrischer Messsysteme, Nutzung von Geographischen-Informationssystemen (GIS) und geostatistischen Anwendungen. Als abschließendes Ergebnis liegt eine georeferenzierete kleinräumige Feldbodenkarte in diesem Anwendungsbeispiel – mit der Oberbodenart und Humusgehalten nach gültigem Standard (z.Z. KA5) für die Nutzung im teilflächenspezifischen Pflanzenbau in einem gängigen Datenformat vor.

1 Einleitung und Zielsetzung

Für die teilflächenspezifische Landbewirtschaftung sind kleinräumige Feldbodenkarten von besonderer Bedeutung, da diese die bodenbedingte Heterogenität innerhalb einer Fläche sehr detailliert darstellen. Maßnahmen (z.B. Bodenbearbeitungsintensität) und Applikationen (z.B. optimierte Düngemengegaben) lassen sich anhand von vorliegenden kleinräumig aufgenommen bodenspezifischen Kennwerten optimieren [z.B. HEM13]. Die Erstellung von kleinräumigen Feldbodenkarten anhand der traditionellen Feldkartiermethode – mit Bohrstock und Kartiergrube – für die Praxis ist viel zu aufwändig ist. Geoelektrische Messungen (EC-Werte) haben eine sehr kleinräumige Auflösung, geben jedoch nur Hinweise auf eine bodenbedingte Änderung des Messwertes. Eine direkte Zuordnung von EC-Werten zu Bodenarten ist ohne weitere

Informationen nicht möglich [z.B. KMH13]. Es gilt, die Vorteile der beiden Verfahren miteinander zu kombinieren. Für die Auswahl der Orte für eine feldbodenkundliche Kartierung werden die EC-Werte mit Hilfe eines GIS-Programmes interpoliert und anschließend anhand einer Clusteranalyse klassifiziert. Die ausgewählten Orte werden gezielt aufgesucht und feldbodenkundlich kartiert. Nachfolgend werden im GIS-Programm die verschiedenen Datenebenen „verschnitten“. Im folgenden Anwendungsbeispiel wird für eine ausgewählte Fläche eine Vorgehensweise für eine GIS-gestützte Generierung einer kleinräumigen Feldbodenkarte dargestellt.

2 Material und Methode

Die Untersuchungsfläche „Eschkorn“ (11,7 ha) befindet sich in der Gemarkung Ebersdorf im Elbe-Weser-Dreieck. Die Fläche ist aus eiszeitlichem Geschiebedecksand und holozänem Moor entstanden. Entsprechend weist die Bodenschätzungskarte Teilflächen mit der Bodenart Sand (2,7 ha; Kurzform: S) bzw. Sand über Moor (6,7 ha; SMo) und mit dem Substrat Moor (1,9 ha; Mo) aus (s. Abb. 2). Seit ca. 30 Jahren wird die Fläche als Ackerland genutzt und ist teilweise tiefgepflügt. Zur Analyse werden die Messwerte des BOs-1EP (Messtiefe: 0 bis 8 cm) genutzt. Die Messung erfolgte am 21.04.2012. Die Bodenfeuchte kann als schwach feucht im Oberboden und feucht für den Unterboden beurteilt werden. Die Datenaufbereitung erfolgt mit dem GIS-Programm „OpenJump“. Die Messdaten liegen als linienhafte Punktstruktur vor. Im 1. Schritt werden die Messwerte mit Hilfe der Interpolationsmethode „Kriging“ gleichmäßig über die Fläche „verteilt“. Dieses geschieht zur besseren visuellen Interpretation der Messwerte. Mit Hilfe der Clusteranalyse (K-Mittelwert-Methode) werden die interpolierten EC-Werte im 2. Schritt klassifiziert. Der 3. Schritt ist die Festlegung der Kartierorte. Hierzu werden Orte anhand der Clusterklassen und EC-Werte ausgewählt. Im vorgestellten Anwendungsbeispiel werden Wiederholungen zur Überprüfung der Kartierungsergebnisse angelegt. Die erkannten Kartierorte bzw. Teilflächen werden im 4. Schritt feldbodenkundliche mit dem Bohrstock bis in ein Meter Tiefe kartiert. Es werden die Horizonte ermittelt und die Bodenarten per Fingerprobe der Horizonte angesprochen. Der Humusgehalt ist ein Schätzwert nach Bodenfarbe. Im 5. Schritt werden die Informationen mit Hilfe des GIS-Programmes „verschnitten“. Die Daten der EC-Wert-Messung, der Clusteranalyse und die feldbodenkundliche Aufnahme werden kombiniert und hieraus wird eine kleinräumige Feldbodenkarte generiert. Dieses bedeutet, dass den Clusterklassen die kartierten Bodenarten unter Berücksichtigung der Humusgehalte zugeordnet werden.

3 Ergebnis und Diskussion

Es zeigen sich für die sandige Oberbodenart mit geringeren Humusgehalten niedrigere EC-Werte im Vergleich zur humusreichen sandigen Oberbodenart. In den Bereichen mit einem humusreichen sandigen Oberboden sind mittlere EC-Werte erkennbar. Hohe EC-Werte weisen die Bereiche mit einer anmoorigen sandigen Oberbodenart auf. (s. Abb. 1) Ausnahmen bilden Kartierorte, welche als ein temporärer Lagerplatz für Stroh bzw. wirt-

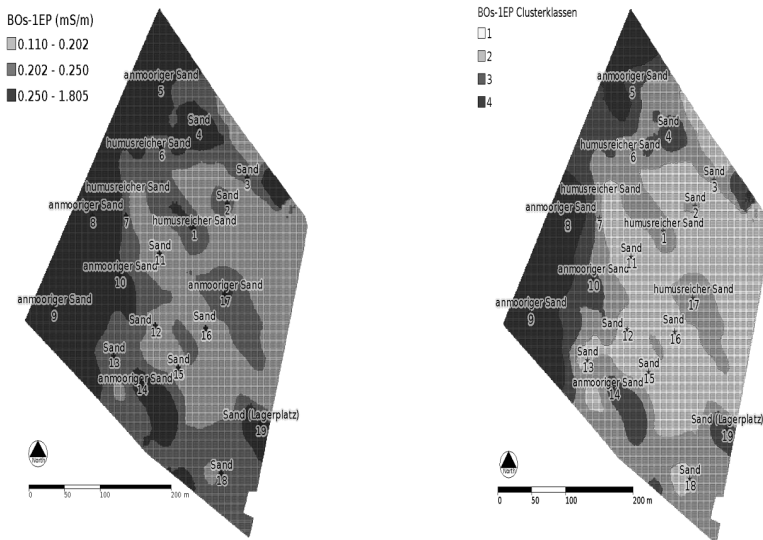


Abbildung 1: Räumliche Verteilung der EC-Werte (links) und Clusterklassen (rechts) mit der kartierten Oberbodenart

schaftseigene Dünger genutzt wurden. Diese Bereiche sind aufgrund der Angabe des Landwirts bekannt. Die Oberbodenart weist in diesen Bereichen Sand mit einem geringeren Humusgehalt aber mittlere bis hohe EC-Werte auf. Auch gilt es zu beachten, dass bei der Schätzung der Humusgehalte ein Schätzfehler möglich ist. Dennoch zeigen sich mit zunehmendem Humusgehalt steigende EC-Werte. Deutliche EC-Werte-Unterschiede weisen in der Regel stark differenzierte Humusgehalte innerhalb der Fläche aus. Die Clusteranalyse weist 4 Klassen aus (s. Abb. 1). Clusterklasse 1 entspricht dem Bereich mit niedrigen EC-Werten und mit der Bodenart Sand. Clusterklasse 2 ist in dem Bereich mit einem mittleren EC-Wert feststellbar und beschreibt die Bereiche mit einem humusreichen Sand sowie die Übergangsbereiche zum anmoorigen Sand. Die Bereiche mit einem anmoorigen Sand im Oberboden entsprechen den Clusterklassen 3 und 4 mit hohen EC-Werten. Die statistischen Kenngrößen (Medianwert (Med) und Vertrauensbereich (VB)) betragen für Cluster 1: Med = $0,678 \text{ mS m}^{-1}$ mit einen VB von $0,644$ bis $0,712 \text{ mS m}^{-1}$, Cluster 2: Med = $0,834 \text{ mS m}^{-1}$ mit einen VB von $0,801$ bis $0,885 \text{ mS m}^{-1}$, Cluster 3: Med = $1,032 \text{ mS m}^{-1}$ mit einen VB von $0,977$ bis $1,114 \text{ mS m}^{-1}$ und Cluster 4: Med = $1,506 \text{ mS m}^{-1}$ mit einen VB von $1,365$ bis $1,626 \text{ mS m}^{-1}$.

Die räumliche Darstellung der Bodenarten der kleinräumigen Feldbodenkarte (s. Abb. 2) ist wesentlich detaillierter im Vergleich zur Bodenschätzungskarte (BSK). Die sandige Teilfläche mit niedrigen Humusgehalten ist mit $6,6 \text{ ha}$ deutlich größer als in der BSK ($2,7 \text{ ha}$) angegeben. Das ausgewiesene Moor ($1,9 \text{ ha}$) in der BSK ist im Oberboden als anmooriger Sand kartiert worden und weist einen Teilflächenumfang von $3,6 \text{ ha}$ auf. Der Bereich mit SMO ist durch das Tiefpflügen nicht mehr vorhanden. Zwei kleinere Teilflächen mit $1,1 \text{ ha}$ sind als humusreicher Sand angesprochen worden. Die empfohlenen Ziel-pH-Werte sind auf dieser Fläche entsprechend des Humusgehalts unterschiedlich.

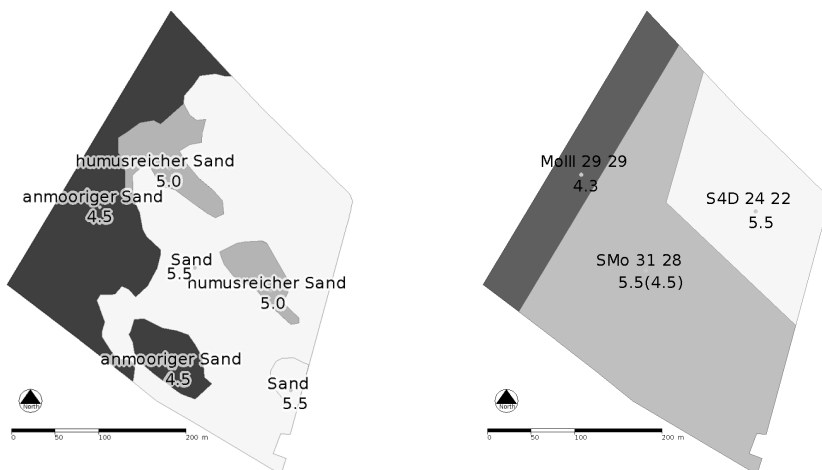


Abbildung 2: Vergleich der kleinräumigen Feldbodenkarte (links) mit der Karte der Bodenschätzung (rechts); obere Angabe: kartierte Bodenart bzw. Bodenart nach Bodenschätzung, untere Angabe: empfohlener Ziel-pH-Wert

4 Fazit

Mit Hilfe der EC-Werte kann eine wesentlich kleinräumigere Differenzierung der Bodenarten mit unterschiedlichen Humusgehalten im Vergleich zur BSK erkannt werden. In weiteren Bearbeitungsschritten sind die verschiedenen Informationsebenen im GIS-Programm zu kombinieren, um eine kleinräumige Feldbodenkarten zu generieren. Als sehr hilfreich hat sich die Kombination Clusteranalyse der EC-Werte und feldbodenkundliche Kartierung gezeigt. Das beschriebene Anwendungsbeispiel zeigt, als nur eine Möglichkeit, dass sich die kleinräumige Feldbodenkarte als Entscheidungsgrundlage für eine Optimierung der Kalkmengen auf Teilflächenbasis anbietet. Die Teilflächen mit unterschiedlichen Bodenarten und Humusgehalten sind erkannt. Mit weiteren Informationen, wie Ziel-pH-Wert und tatsächlichem pH-Wert, kann die optimale Kalkmenge zur Einstellung des empfohlenen pH-Wert auf den Teilflächen ermittelt werden.

Literaturverzeichnis

- [HE13] Hinck, S., Emeis, N., Mueller, K. (2013): Teilflächenmanagement – Vergleich von Bodenart, Ertrag und Nährstoffstatus. Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 2013, Rostock.
- [KM13] Kolata, H., Mueller, K., Hinck, S. (2013): Vergleich der räumlichen Verteilung von Bodenarten aus Bodenschätzung und Feldkartierung in Kombination mit EC-Werten. Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 2013, Rostock.

Dieses Projekt wurde gefördert von EFRE (EU & Niedersachsen, WA3 – 80125 081)



Grundlagenerarbeitung zur Implementierung eines On-Farm Energie Management Systems im Milchviehstall

Manfred Höld, Heinz Bernhardt, Anja Gräff, Jörn Stumpenhausen

Munich School of Engineering
Technische Universität München
Am Hofgarten 1
85354 Freising
manfred.hoeld@hswt.de
heinz.bernhardt@wzw.tum.de
anja.graeff@wzw.tum.de
joern.stumpenhausen@hswt.de

Abstract: Mit steigenden Energiekosten für Strom und Wärme ist es für die landwirtschaftlichen Unternehmen wichtig, deren Energieverbrauch zu kontrollieren und zu steuern. Um den Energieverbrauch im Milchviehstall möglichst mit betriebseigen produzierter Energie aus der Verstromung von Biogas oder aus Photovoltaik zu decken, ist es notwendig, die verschiedenen Energieverbraucher über ein zentrales Steuerungsmodul anzusprechen. Dieses zentrale Steuerungsmodul hat die primäre Aufgabe, Lastspitzen zu vermeiden, indem die Zuordnung von Energie nach bestimmten Algorithmen erfolgt. Bei der Festlegung dieser Algorithmen ist vor allem das Wohl der Milchkühe als wichtigstes Kriterium zu beachten.

1 Einleitung

Durch Förderung der Produktion von erneuerbarer Energie sind viele Landwirte mit dem Einstieg in die Stromproduktion aus Biogas, Photovoltaik, Windkraft neben dem klassischen Nahrungsmittelproduzenten auch zum Energieproduzenten geworden. Durch stetig sinkende Einspeisevergütungen für Strom nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und steigenden Preisen für Zukaufstrom ist es für landwirtschaftliche Betriebe sinnvoll, einen hohen Anteil am Gesamtstromverbrauch durch eigen produzierten Strom zu decken. Bereits gegen Ende der 1970er Jahren wurde von Prof. Dr. Wenner der Energieverbrauch im Milchviehstall untersucht und anschließend ausgewertet und veröffentlicht [We80]. Damals wurde schon auf Einsparmöglichkeiten hingewiesen.

Im zukünftig hochgradig technisierten und automatisierten Milchviehstall wird zunehmend Energie in Form von Strom und Wärme benötigt. Um einerseits einen hohen Anteil an eigen produziertem Strom am Gesamtstromverbrauch zu erreichen und andererseits die Belastung des öffentlichen Stromnetzes möglichst gering zu halten, wurde das Projekt: „Integrated Dairy Farming – Stall 4.0“ gestartet.

2 Struktur des Projekts „Integrated Dairy Farming – Stall 4.0“

Die Bezeichnung „Stall 4.0“ in Anlehnung an „Industrie 4.0“ wurde bewusst so gewählt, da durch die Vernetzung der einzelnen Energieverbraucher im Milchviehstall eine ähnliche Struktur wie in den Industriegebäuden entsteht. Warum nur ähnlich? Der große Unterschied besteht darin, dass bei dem Projekt „Integrated Dairy Farming – Stall 4.0“ ein weiterer Faktor, nämlich der Faktor „lebendiges Tier“ hinzukommt.

2.1 Teilprojekt: „Tier-Technik-Interaktion“

Es wäre ein großer Fehler, den Faktor „lebendiges Tier“ außer Acht zu lassen. Der Grund dafür ist, dass Milchkühe, trotz großer Anpassungsfähigkeit an ihre Umgebung, bei hochtechnisierten und automatisierten Milchviehställen eventuell nicht mehr mit dem Haltungssystem „automatisierter Milchviehstall“ klar kommen. Dies kann zu wirtschaftlichen Nachteilen führen. Dieser Zusammenhang zwischen dem Tier, im vorliegenden Fall der Milchkuh, und der Technik im Milchviehstall wird aktuell im Rahmen einer Dissertation von Frau Gräff am Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik der TU München untersucht.

2.2 Teilprojekt: „Energie Management System“

In diesem Teilprojekt sollen die Grundlagen erarbeitet werden, die zur Implementierung eines On-Farm Energie Management Systems im Milchviehstall notwendig sind. Als Basis wird ein Stall für 120 laktierende Milchkühen angenommen, in dem alle technischen bzw. automatischen Maschinen, die derzeit am Markt zur Verfügung stehen, eingebaut sind. Aufbauend darauf soll ein Prototyp eines zentralen Steuerungsmoduls entwickelt werden, welches im Milchviehstall den Energieverbrauch der einzelnen Verbraucher überwacht, aber auch die Zuteilung von Energie innerhalb bestimmter Systemgrenzen übernimmt.

3 Fragestellung zum Teilprojekt „Energie Management System“

Ziel des Projektes ist, im hochtechnisierten und automatisierten Milchviehstall eine effiziente Energieverteilung durch Einsatz eines Energie Management Systems (EMS) zu erlangen, ohne dabei den Kuhkomfort zu mindern. Dazu sind die drei folgenden Kernfragen zu beantworten:

1. Welche Parameter müssen berücksichtigt werden, um ein Energie Management System (EMS) im Milchviehstall installieren zu können, welches nicht direkt auf die jeweiligen Maschinensteuerungen zugreifen kann und wie kann das EMS über die Verbrauchsdaten der jeweiligen im Milchviehstall verbauten elektrischen Anlagen informiert werden?
2. Wie kann das EMS über zu erwartende eigenproduzierte Energiemengen informiert werden?

3. Wie muss eine „intelligente Netzanbindung“ mit dem Energieversorger aussehen?

4 Material und Methode

Anhand von Standardwerten auf der Seite der Energieproduktion, sowie Energieverbrauchswerten der einzelnen elektrisch betriebenen Anlagen auf Seite der Energieverbraucher werden digitale Datenblätter erstellt. Zudem können solche Datenblätter durch Energieverbrauchsmessungen einzelner Anlagen auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben erstellt werden. Die Datenblätter müssen von der Software des EMS eingelesen werden können.

Die Datenblätter müssen folgende Kennwerte der Energieverbraucher enthalten:

- Leistungskennwerte (z.B. elektr. Anschlusswerte),
- die Priorität mit der der Verbraucher mit Energie versorgt werden muss,
- die benötigte Energiemenge, sowie
- die zeitliche Flexibilität der jeweiligen Energieverbraucher.

Die Priorität ist insofern wichtig, als dass ein automatisches Melksystem (AMS) immer mit Energie versorgt werden muss, um die Anzahl der Melkungen pro Tag zu erreichen. Dagegen kann ein automatisches Fütterungssystem (AFS) von der Priorität niedriger als das AMS eingestuft werden, weil die Fütterungszeiten in einem gewissen Zeitkorridor verschoben werden können. Hier spielt die zeitliche Flexibilität eine Rolle um Lastspitzen im Milchviehstall zu vermeiden. Ein automatisches Einstreusystem, sowie eine Güllepumpe sind zeitlich sehr flexibel, da sie pro Tag meistens nur einmal arbeiten.

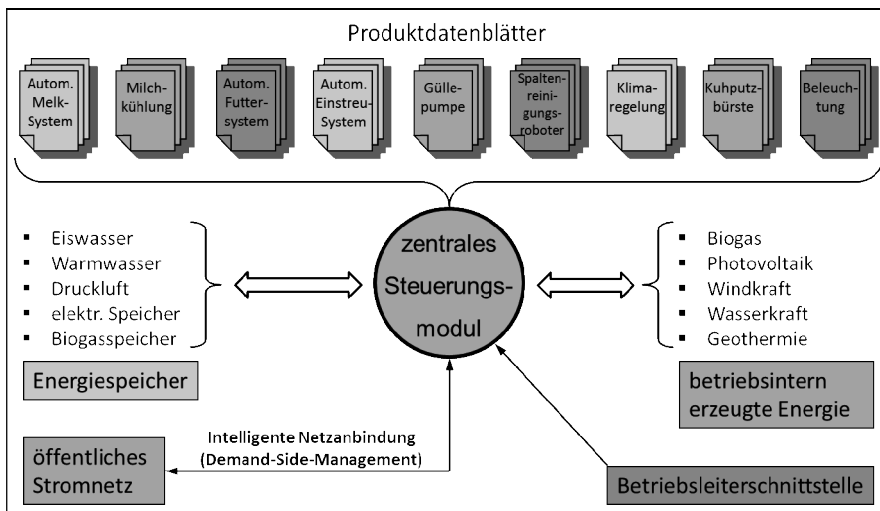


Abbildung 1: Aufbau und Schnittstellen des zentralen Steuerungsmoduls

Das EMS kann durch die Hintergrundinformation aus den Datenblättern, der „intelligenten Netzanbindung“, sowie durch die Prognosewerte der Energieerzeugungsanlagen selbstständig die Energieverteilung innerhalb des Milchviehstalles vornehmen, wobei der Landwirt jederzeit über den Zustand des Systems informiert, und in der Lage sein muss, das System zu übersteuern, wenn dies notwendig erscheint (vgl. Abb. 1).

Herzstück des Energie Management Systems soll ein zentrales Steuerungsmodul sein, das den Energieverbrauchern nach klar strukturierten Regeln Energie zur Verfügung stellt. Dieses zentrale Steuerungsmodul braucht dafür Kenntnis, welche Maschine aktuell arbeitet und wieviel Energie derzeit zur Verfügung steht, so dass ein ständiges Monitoring des Energieverbrauches aller Maschinen im Milchviehstall notwendig ist.

5 Aktuelle Ergebnisse

Derzeit liegen erste Ergebnisse im Bereich der Datenblättererstellung vor, nachdem Messungen auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben durchgeführt wurden. An Algorithmen, welche die Einbindung von elektrischen Speichern ermöglichen wird ebenfalls gearbeitet. Diese Algorithmen sollen den Speicher so befüllen, dass dieser in Abhängigkeit der Stromverfügbarkeit geladen wird, wozu wieder die Wettervorhersage ausschlaggebend ist, wann PV-Strom zur Verfügung steht.

Im Bereich der Energieerzeugungspotentiale sind für die Bereiche Strom aus Biogas, Photovoltaik auf dem Stalldach und Wärmerückgewinnung der Milchkühlung theoretisch errechnete Werte vorhanden.

Zudem sind erste Versuche über das Tierverhalten bei unterschiedlicher Fütterungshäufigkeit und bei Ausfall des Melkroboters über 4 Stunden durchgeführt worden.

6 Ausblick

Nach Abschluss des Projektes soll es möglich sein, aufgrund der Energieverbrauchs-kurven der eingesetzten Maschinen im Milchviehstall eine Abschätzung des Gesamtenergieverbrauchs vorzunehmen. Durch Überlagerung der einzelnen Lastgangkurven zu einer Gesamtlastgangkurve für den Milchviehstall werden Lastspitzen erkannt und können durch die zeitliche Verschiebung von zeitgesteuerten Vorgängen abgemildert bzw. sogar komplett eliminiert werden.

Literaturverzeichnis

[We80] Wenner, H.L.: Energieverbrauch in der Tierhaltung und Einsparmöglichkeiten. In: Der Tierzüchter, Turnier Verlag, Hildesheim, 1980, Heft 4, S. 158-161.

Auswirkung des Klimawandels auf den Water Footprint von Weizen in ausgewählten Regionen entlang eines Nord-Süd Transekts in Deutschland

Kurt Christian Kersebaum

Institut für Landschaftssystemanalyse
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
Eberswalder Str. 84
15374 Müncheberg
ckersebaum@zalf.de

Abstract: Der Klimawandel beeinflusst die Pflanzenproduktion sowie den damit verbundenen Wasserhaushalt. Neben Temperaturerhöhung und Veränderung der Niederschlagshöhe und -verteilung hat auch die erhöhte CO₂ Konzentration der Atmosphäre einen Einfluss auf die pflanzliche Biomasseerzeugung und den Wasserverbrauch. Der sogenannte Water Footprint kennzeichnet den Wasserverbrauch eines Produktes in m³ pro Tonne und soll als Indikator für die Nachhaltigkeit der Erzeugung dienen. Mit Hilfe des Agrarökosystemmodells HERMES wurde für 6 ausgewählte Regionen Deutschlands entlang eines Nord-Süd Transektes die standortspezifisch zu erwartenden Veränderungen der Weizenerträge sowie des Wasserverbrauchs ermittelt, um daraus Veränderung im Waterfootprint der Weizenerzeugung abzuleiten. Hierzu werden in einem GIS Bodenkarte und Landnutzung miteinander verschnitten. Für die einzelnen Regionen werden jeweils 3 Realisationen von 30-jährigen täglichen Wetterzeitreihen für die Vergangenheit (1961-1990) und die nähere Zukunft (2021-2050) für das A1B Szenario mit Hilfe des statistisch basierten Regionalen Klimamodells WETTREG generiert. Je nach Bodenverhältnissen, klimatischen und hydrologischen Gegebenheiten der einzelnen Regionen ergeben sich Veränderungen mit unterschiedlichen Vorzeichen. In den meisten Fällen nimmt der Water Footprint der Weizenerzeugung ab, was eine höhere Wassernutzungseffizienz gedeutet. Die projizierte Ertragsentwicklung ist in den einzelnen Regionen in Abhängigkeit vom Boden und Grundwasserflurabstand sehr unterschiedlich, sodass in fast allen Regionen Gewinner- und Verliererstandorte kleinräumig nebeneinander vorkommen.

1 Einleitung

Der Anstieg der atmosphärischen CO₂ Konzentration sowie der damit einhergehende Klimawandel haben Auswirkungen auf den Wasserhaushalt von Landschaften sowie das Pflanzenwachstum. Eine erhöhte CO₂ Konzentration der Atmosphäre erhöht einerseits die Fotosynthese von C3 Pflanzen und ermöglicht andererseits den Pflanzen auch bei höherem Stomatawiderstand einen ausreichenden CO₂ Fluss in das Blatt, wodurch die

Pflanze Wasser effektiver nutzen kann. Der sogenannte Water Footprint [Ho11] bezeichnet die für die Erzeugung einer bestimmten Menge eines Produktes notwendige Wassermenge in m³ pro Tonne. Er stellt somit den Kehrwert zur Wassernutzungseffizienz dar. Im Zuge des Klimawandels ist sowohl mit einer Veränderung des Wasserverbrauchs der Pflanzen als auch mit einer Änderung der Pflanzenerträge zu rechnen. Sind diese Veränderungen unterschiedlich in ihrer relativen Höhe oder sogar in ihrem Vorzeichen, verändert sich der Water Footprint als ein Kennwert der Nachhaltigkeit des Anbaus. Beispielhaft wurde in dieser Studie für ausgewählte Regionen in Deutschland die Auswirkung des Klimawandels auf die Erträge und den Wasserverbrauch von Winterweizen entlang eines Nord-Süd Transekts mit Hilfe von Modellrechnungen abgeschätzt.

2 Material und Methoden

Für die Studie wurden stationsbasierte tägliche Wetterdatenreihen für den Zeitraum 1962-1991 (Basisperiode) sowie 2021-2050 (Klimaszenario) verwendet, die mit Hilfe des statistisch basierten regionalen Klimamodells WETTREG [En05] für die vergangenen sowie die im A1B zu erwartenden Klimabedingungen generiert wurden. Grundlage des Klimaszenariums waren die Berechnungen des globalen Klimamodells ECHAM5/MPI-OMT63L31. Für die Simulationen wurden jeweils 3 Realisationen (trocken, normal, feucht) für die Simulation ausgewählt.

2.1 Datenbasis

Für die Studie wurden sechs Regionen in der Umgebung der Wetterstationen Schleswig, Rotenburg/Wümme, Hannover, Leinefelde, Würzburg und Dillingen entlang eines Nord-Süd Transekts ausgewählt. Ihre Lage und klimatische Charakterisierung für den Basiszeitraum sowie das Klimaszenario sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Lage und klimatische Charakterisierung der ausgewählten Regionen

Region	Breiten grad	Höhe ü. NN	Periode	Temperatur (°C)		Niederschlag (mm)					
				Jahres mittel	Δ abs./%	Jahres summe	Δ abs./%	Summe DJF	Summe MAM	Summe JJA	Summe SON
Schleswig	54°32"	43	1962-1991	8.2	0.7	742.4	28.7	178.4	152.1	190.8	221.1
			2021-2050	8.9	8.1%	771.2	3.9%	208.6	157.6	199.9	205.1
Rotenburg/W	53°08"	32	1962-1991	8.9	0.8	740.5	11.3	189.3	164.7	207.0	179.5
			2021-2050	9.7	9.0%	751.8	1.5%	210.9	173.5	196.8	170.6
Hannover	52°28"	55	1962-1991	9.1	0.8	625.1	-18.6	150.7	144.1	185.1	145.2
			2021-2050	9.9	8.8%	606.6	-3.0%	157.7	142.5	168.6	137.7
Leinefelde	51°24"	356	1962-1991	7.7	0.7	800.0	-33.4	189.2	198.3	234.0	178.6
			2021-2050	8.4	8.6%	766.6	-4.2%	201.3	201.7	198.6	165.0
Würzburg	49°46"	268	1962-1991	9.2	0.7	544.5	-10.6	117.2	128.6	169.5	129.2
			2021-2050	9.9	8.0%	533.9	-1.9%	137.5	131.9	152.7	111.9
Dillingen	48°34"	420	1962-1991	8.5	0.7	707.2	-42.2	127.7	160.7	256.9	161.7
			2021-2050	9.2	8.3%	665.0	-6.0%	147.8	160.8	215.7	140.7

Die digitale Bodenkarte 1:1.000.000 (BÜK 1000) von Deutschland [Ha95] wurde mit der CORINE 2000 Landnutzungskarte verschnitten, um die Flächen der Ackernutzung in den Regionen und ihre Böden herauszufiltern. Die Beschreibungen der Bodenprofile der einzelnen Bodeneinheiten wurden für die Simulation genutzt. Eventuelle Grundwassereinflüsse wurden über die Lage vorhandener Gleyhorizonte berücksichtigt, um dem kapillaren Aufstieg von Wasser in den Wurzelraum Rechnung zu tragen. Aussaat- und Erntetermine von Winterweizen wurden regionsspezifisch aus dem Beobachtungsnetz des Deutschen Wetterdienstes abgeleitet.

2.1 Verwendetes Modell

Die Simulationen wurden mit dem Modell HERMES durchgeführt, welches Pflanzenwachstum, Wasserhaushalt und Stickstoffdynamik von Ackerflächen auf der Basis täglicher Witterungsdaten beschreibt. Eine detailliertere Beschreibung der Methodik und des Modells ist bei [KN14] dargestellt. Die Simulationen wurden jeweils ohne Berücksichtigung des CO₂ Effekts sowie unter Verwendung einer Kombination eines Ansatzes nach [Mi95] für den CO₂ Effekt auf die Fotosynthese sowie eines Algorithmus zur Reduktion des Stomatawiderstands nach [Yu01] durchgeführt. Innerhalb einer Region wurden die einzelnen Bodeneinheiten mit den regionalen Klimareihen simuliert.

3 Ergebnis

Die Ergebnisse der Simulationen mit und ohne Berücksichtigung des CO₂ Effekts sind aggregiert für die Regionen in Tabelle 2 dargestellt. Die Veränderungen unter den projizierten Klimabedingungen gegenüber dem Basiszeitraum sind als flächengewichtete Mittel der einzelnen Bodeneinheiten und dem Durchschnitt der drei Realisationen dargestellt. Während ohne Berücksichtigung des CO₂ Effektes die Erträge unter den projizierten Klimabedingungen durchweg abnehmen und der Wasserverbrauch aufgrund der höheren Temperaturen in der Mehrheit zunimmt, werden bei Berücksichtigung des CO₂ Effektes in immerhin 2 Regionen sogar Ertragszuwächse berechnet, wohingegen die aktuelle Evapotranspiration mit Ausnahme der Region Schleswig eher zurückgeht. Während im ersten Fall die Veränderungen von Ertrag und Verdunstung gleichgerichtet sind und daher die Veränderung im Water Footprint unter 5% bleiben, nimmt der Wasserverbrauch bei Berücksichtigung des CO₂ Effekts stärker ab, was insbesondere bei einer berechneten Zunahme der Erträge zu einer deutlichen Abnahme des Water Footprints von bis zu -25% führt. Wenngleich der größte Ertragszuwachs im Norden und der größte Ertragsrückgang im Süden berechnet wurden, ist ein eindeutiger Trend entlang des Transektes nicht zu identifizieren. Dies liegt vor allem daran, dass die Auswirkungen der Klimaänderung stark von den Standorteigenschaften abhängig sind, die die regionalen Unterschiede in der Klimaentwicklung überlagern. Daher werden innerhalb der meisten Regionen Gewinner und Verlierer im Hinblick auf die Ertragsveränderung nebeneinander ermittelt. Während sandige Böden mit geringer Wasserspeicherfähigkeit meist negative Ertragsveränderungen aufgrund abnehmender Sommerniederschläge aufweisen, können die Pflanzen auf lehmigen und grundwassernahen Standorte in der Regel von den geänderten Klimabedingungen profitieren. Trotz zum Teil abnehmender Erträge

führt insbesondere der CO₂ Effekt zu einer durchgehend höheren Wassernutzungseffizienz und einer entsprechenden Abnahme des Water Footprint.

Tabelle 2: Simulierte relative Veränderungen von Weizenenerträgen, aktueller Evapotranspiration (ETA) und Water Footprint (WF) ohne (0) und mit (CO₂) Berücksichtigung des CO₂ Effekts.

Region	ΔErtrag ₀	ΔErtrag _{CO2}	ΔETA ₀	ΔETA _{CO2}	WF ₀	ΔWF ₀	ΔWF _{CO2}
	[%]	[%]	[%]	[%]	[m ³ t ⁻¹]	[%]	[%]
Schleswig	-3.6	7.4	4.4	0.8	619	-2.2	-15.2
Rotenburg/W.	-13.3	-5.2	1.6	-2.1	623	-2.5	-14.1
Hannover	-13.1	-2.4	1.3	-2.3	712	-3.9	-17.6
Leinefelde	-10.2	-1.7	2.4	-2.1	660	-4.8	-16.9
Würzburg	-15.8	3.8	-0.4	-3.2	1209	-5.2	-25.2
Dillingen	-21.2	-12.9	-2.3	-5.8	680	-0.1	-12.8

4 Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen von COST ES 1106 “Assessment of EUROpean AGRIculture WATER use and trade under climate change - EURO-AGRIWAT” durchgeführt sowie im Rahmen des JPI FACCE knowledge hub MACSUR durch das Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung gefördert.

Literaturverzeichnis

[En05] Enke, W.; Schneider, F.; Deutschländer, T.: A novel scheme to derive optimized circulation pattern classifications for downscaling and forecast purposes. Theor. Appl. Climatol. 82, 2005, S. 51-63.

[Ha95] Hartwich, R et al.: Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK1000) - Erläuterungen und Textlegende (Beiheft zur Karte). Hannover, 1995.

[Ho11] Hoekstra, A.Y. et al.: The Water Footprint Assessment Manual. Earthscan, London, 2011.

[KN14] Kersebaum, K.C.; Nendel, C.: Site-specific impacts of climate change on wheat production across regions of Germany using different CO₂ response functions. Eur. J. Agronomy 52, 2014, S. 22-32.

[Mi95] Mitchell, R.A.C. et al.: Effects of elevated CO₂ concentration and increased temperature on winter-wheat – Test of ARCWHEAT1 simulation model. Plant Cell Environ. 18, 1995, S. 736-748.

[YGW01] Yu, Q.; Goudriaan, J.; Wang, T.D.: Modelling diurnal courses of photosynthesis and transpiration of leaves on the basis of stomatal and non-stomatal responses, including photoinhibition. Photosynthetica 39, 2001, S. 43-51.

Kontextbasierte und nutzergerechte Maschinenbedienung

Anja Knöfel*, Ralph Stelzer, Rainer Groh*

*Professur für Mediengestaltung
Technische Universität Dresden
Nöthnitzer Straße 46
01069 Dresden
anja.knoefel@tu-dresden.de
ralph.stelzer@tu-dresden.de
rainer.groh@tu-dresden.de

Abstract: Im Bereich der Maschinenbedienung hat sich in den letzten Jahren die Tendenz zu einer vorwiegend visuellen Informationsrepräsentation weiter verstärkt. Dabei ist auch auf Grund der technologischen Entwicklungen eine zunehmende Fokussierung auf vollfarbige und berührungssensible Displays zu beobachten. Innerhalb des Beitrags werden einzelne Facetten der Informations- und Interaktionsgestaltung dargestellt und mögliche Interaktionskonflikte, welche durch die Nutzung berührungssensibler Displays entstehen, diskutiert.

1 Entwicklung von Maschinen und Maschinenbedienung

Wie in vielen industriellen Bereichen so ist auch in der Agrar- und Ernährungswirtschaft eine kontinuierliche Produktivitätssteigerung zu beobachten. Mobile Arbeitsmaschinen sind heute immer leistungsfähiger. Die Erzeugung qualitativ hochwertiger Lebensmittel erfolgt unter der Maßgabe eines möglichst sparsamen Einsatzes von Rohstoffen, Ressourcen und umweltbelastenden Stoffen. (vgl. u. a. [Bö12], [KR12]) Die Verbesserungen basieren dabei maßgeblich auf den situationsspezifisch verfügbaren Daten und entsprechenden technologischen Anpassungen der Maschinen. Die umfassende sensorische Erfassung und langfristige Sammlung von Daten im Bereich des Pflanzenbau über Böden, Witterungsbedingungen oder Schädlinge und die Integration dieser Daten in komplexe Datenmodelle, versprechen ökologische und ökonomische Verbesserungen für die zahlreichen Akteure in der Landwirtschaft. Tatsächlich entfalten kann sich dieser Mehrwert jedoch nur, wenn Anwender der Systeme die Datenflut überschauen und mit wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Maßnahmen reagieren können. Hier sind „Neue Wissenssysteme und anwenderfreundliche Technologien (...)“ ([Ha13] S.65) gefordert, um Landwirte in ihrem Arbeitsalltag zu unterstützen. Ergebnisse aktueller nutzerzentrierter Befragungen machen deutlich, dass Informationstechnologien und Automatisierung zu einer Veränderung der Anforderungen für Arbeitnehmer in der Landwirtschaft führen [Ha13]. Unternehmen reagieren darauf einerseits mit umfangreichen und individuellen anpassbaren Schulungsangeboten (vgl. u. a. CLAAS: Online-Simulator; Kverneland Group: IsoMatch InDemo & Simulator [DLG13]) und arbeiten andererseits

an der Optimierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Hier werden nach und nach verschiedene Visualisierungs- und Interaktionskonzepte der Mensch-Computer-Interaktion für die Steuerung von Arbeitsmaschinen adaptiert. Im Bereich mobiler Arbeitsmaschinen stellt sich das Maschineninterface aktuell als eine Ansammlung verschiedener Displays, Hebel, Knöpfe und Schalter dar. Bedingt durch den räumlich beschränkten Interaktionsbereich wird die weiter steigende Zahl an Sensoren und Stellmechanismen zukünftig kaum mehr vollständig über physische Interfaceelemente abbildbar sein. Daher wird die Verlagerung wesentlicher Aspekte der Maschinensteuerung auf eine digitale, displaybasierte Benutzeroberfläche weiter voranschreiten.

2 Technologietransfer

Die beschriebenen Entwicklungen führen voraussichtlich zur standardmäßigen Integration großer berührungssensibler Screens in Fahrerkabinen mobiler Arbeitsmaschinen. Die Übertragung typischer Interaktionsmuster aus dem Bereich der Datenverarbeitung scheint jedoch nur bedingt zielführend. Die Darstellung der steigenden Datenmenge und entsprechende Informationsräume über Displays stellt eine sinnvolle Erweiterung der Maschineninterfaces dar. Angesichts der unmittelbaren physisch realen Auswirkungen, welche Maschinenreaktionen verursachen, scheint eine zunehmende Verunsicherung der Maschinenbediener durch die Verschmelzung physisch begreifbarer und displaybasierte Maschinensteuerung jedoch nachvollziehbar. Die Bedienung von Maschinen und Anlagen unterscheidet sich grundlegend von der Bedienung computerbasierter Systeme im Bereich der Datenverarbeitung, da die physische Präsenz wesentlich spürbarer ist und Handlungsauswirkungen kaum revidierbar sind. Mobile Arbeitsmaschinen wie z. B. Mähdrescher zeichnen sich u. a. durch hierarchische Strukturen, unterschiedliche Konfigurationen und Interaktionen zwischen Einzelbaugruppen der Maschine, der Umwelt sowie dem Maschinenbediener aus. Sie können somit als komplexe technische Systeme betrachtet werden. [KA14] Bedingt durch die Komplexität der Systeme, die konkreten Arbeitssituationen und die Konsequenzen eventueller Fehlbedienung ergeben sich für die Maschinenbediener nur selten Möglichkeiten für einen explorativen und spielerischen Umgang mit den Systemen. Angesichts der steigenden Maschinenkomplexität und der „(...) Verschiebung des Anforderungsprofils in Richtung planerische(r) und überwachende(r) Tätigkeiten (...).“ ([Ha13] S. 65) wäre es jedoch sinnvoll den Maschinenbedienern zukünftig aufgabenbedingt auch einen freien und explorativen Umgang mit den Maschinen zu ermöglichen. Hier stellt sich die Frage inwieweit dies durch die sinnvolle Gestaltung von Software und Interface realisiert bzw. unterstützt werden kann.

3 Informations- und Interaktionsebenen am Beispiel Erntemaschine

Im Rahmen zweier studentischer Arbeiten wurden Interfaceentwürfe zur Einbindung von Assistenzinformationen im Terminal einer Erntemaschine erarbeitet. Anhand der Entwürfe wurden Vor- und Nachteile physischer und virtueller Interfaceelemente sowie eine mögliche sinnvolle Verflechtung beider Bereiche untersucht. Dabei lag der Fokus auf den Auswirkung der jeweiligen Interaktionsmodalitäten auf das Nutzererleben und dem

zielsicheren Umgang der Anwender mit den Maschinen. Die Maschinenbedienung eines Mähdreschers umfasst im Wesentlichen das Bewegen der Maschine im Straßenverkehr und dem Feld, die Konfiguration, Überwachung und Anpassung der Ernteprozesse und weiterverarbeitender Maschinenprozesse, die Überwachung logistischer Prozessschritte und Kommunikation mit beteiligten Akteuren sowie die Überwachung und Reaktion auf umweltbedingte Einflussfaktoren. Die Bedienhandlungen in den benannten Teilbereichen können einerseits in überwachende, planende und ausführende Handlungen unterschieden und andererseits hinsichtlich der Interaktion zwischen aktiven (planen und ausführen) und passiven (überwachen) Bediensituationen unterteilt werden. Aktive Bediensituationen ergeben sich im Bereich der Informationsverarbeitung sowie für reale Maschinenaktionen. Hinsichtlich der Informationsvisualisierung ergeben sich hierdurch für den Maschinenbediener verschiedene Informationsbereiche welche nachfolgen wiederum am Beispiel eines Mähdreschers dargestellt werden. Während der Maschinenbedienung muss der Fahrer Informationen aus drei wesentlichen Bereichen aufnehmen und verarbeiten: (1) physische reale und wahrnehmbare Aktion der Maschine, (2) umgebungsbedingte, wahrnehmbare Parameter (konstant) und Ereignisse (plötzlich eintretend) und (3) nicht oder eingeschränkt wahrnehmbare Parameter und Ereignisse. Die unter (3) zusammengefassten, nicht oder eingeschränkt wahrnehmbaren Parameter und Ereignisse werden vorzugsweise über visuelle Anzeigeelemente innerhalb der Maschinenkabine im Sichtbereich des Maschinenbedieners dargestellt. Sie können in folgende weitere Bereiche unterteilt werden: physische reale und nicht bzw. nur eingeschränkt wahrnehmbare Aktion der Maschine, mögliche zukünftige Aktion der Maschine, umgebungsbedingte nicht bzw. nur eingeschränkt wahrnehmbare Parameter sowie plötzlich eintretende, nicht wahrnehmbare Ereignisse.

4 Grenzen für den Transfer der Interaktionsmuster

Im Gegensatz zu Umgebungen, in denen computerbasierten Tools zur Datenverarbeitung eingesetzt werden, wurden Displays im Bereich mobiler Arbeitsmaschinen bisher in erster Instanz für die Informationswiedergabe zu aktuellen Zuständen genutzt. Hier ist aktuell eine Hardwarereduktion auf ein zentrales Display zu verzeichnen, wobei sich die Interaktion bisher auf die Navigation zwischen den einzelnen Informationsebenen und -bereichen beschränkte. Darüber hinaus werden Lösungen entwickelt, welche die direkte Anpassung konkreter Maschinenparameter über die Interaktion mit dem Display zu ermöglichen. Dabei existieren aktuell für die konkrete Einstellung, Aktivierung oder Deaktivierung der Maschinenparameter parallel auch physische Interaktionselemente in Form von Schaltern, Knöpfen und Hebeln. Zusätzlich wird daran gearbeitet, die betreffenden Maschinenparameter über die Interaktion mit dem Display ebenso auf einer simulativen Ebene zu verändern, um mögliche zukünftige Zustände abzuwägen und ideale Einstellungen zu ermitteln. In einer vierten Instanz wird die Interaktion mit dem Display genutzt, um dem Maschinenbediener Zusatzinformationen und Hilfestellungen für konkrete Bedienschritte zur Verfügung zu stellen. Für das konkrete Beispiel einer Erntemaschine bedeutet dies: Die Berührung der Schaltfläche für einen Maschinenparameter könnte erstens zur Anzeige einer Begriffsklärung sowie alternativer Bezeichnung, zweitens zur Darstellung der zugehörigen Einflussgrößen oder drittens zu einer Interaktionsebene auf welcher der Parameter variiert werden kann, führen. Die Anpassung der Werte

des konkreten Maschinenparameters über eine Skala oder eine numerische Angabe könnte einerseits zur realen Anpassung von Parametern in der Maschine führen oder aber zur Darstellung möglicher Auswirkungen und Zusammenhänge auf einer simulativen Ebene. Anhand dieses Beispiels wird deutlich, dass die Zusammenführung einzelner Aspekte der Maschinenbedienung auf Touchdisplays, zu einer Mehrfachbelegung der Interaktionselemente führt. Zur Unterscheidung könnten u. a. Anzahl und Fläche der Berührung sowie verschiedenen Interaktionsgesten unterschieden werden. Studien im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion machen jedoch deutlich, dass diese Interaktionsmuster erlernt werden müssen und daher nur bedingt intuitiv sind [NN10]. Darüber hinaus liegen bislang kaum Studien vor, die Aufschluss darüber geben inwieweit die gestenbasierte Interaktion in Umgebungen mit starken Vibrationen, geeignet ist. Ein zweiter Lösungsansatz kann in der gezielten Einbindung zusätzlicher Technologien und Geräte liegen. Nicht zuletzt besteht der wesentliche Lösungsansatz jedoch in einer konsistenten Gestaltung des Gesamtinterfaces. Dabei werden reale, physisch begreifbare Interaktionsschnittstellen auch zukünftig neben Displays ihre Berechtigung haben. Aus der Nutzerperspektive bedarf es jedoch konsistenter und ergonomischer herstellerübergreifenden Regeln und Muster für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion.

Literaturverzeichnis

- [Bo12] Böttinger, S.: Mähdrescher. In: (Frerichs, L., Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012; S. 1-14.
- [DLG13] Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG-Pressestelle Hrsg.); Agritechnica 2013: Vier Goldmedaillen und 33 Silbermedaillen für Neuheiten; <http://www.agritechnica.com/press-de.html?detail/agritechnica2013/10/1/6249>; zul. gepr. 25.11.2014.
- [Ha13] Haunberger, S.: Agrartechnik zwischen Autonomiegewinn und Anpassungszwang. In: Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis. 2. Jg., 2013; S. 63–66.
- [Ka14] Kautzmann, T.: Die mobile Arbeitsmaschine als komplexes System. KIT Scientific Publishing (Vol. 23), 2014.
- [KR12] Knechtges, H.; Renius, K.T.: Gesamtentwicklung Traktoren. In: (Frerichs, L., Hrsg): Jahrbuch Agrartechnik. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012; S. 1-9.
- [NN10] Norman, D.A.; Nielsen, J.: Gestural interfaces: a step backward in usability. In: interactions 17. Jg., Nr. 5, 2010; S. 46-49.

Die Publikation und die darin vorgestellte Untersuchung wurden im Rahmen des Forschungsprojektes – Cognitive Interface Technologies - CogITo (Projekt-Nr.: 100076040) – durchgeführt. Wir danken dem Europäischen Sozialfonds (ESF), der Europäischen Union und dem Freistaat Sachsen.

1-Bit Imaging mit Lichtschrankensensoren zur Ähren- und Grannen-Detektion von Getreide

Ivana Kovacheva, Daniel Mentrup, Simon Kerssen, Tobias Würschum,
Arno Ruckelshausen

iotec GmbH
Albert-Einstein-Str.1
49076 Osnabrück
Kovacheva.Ivana@iotec-Gmbh.de
Daniel.Mentrup@iotec-GmbH.de
Simon.Kerssen@iotec-GmbH.de
Tobias.Wuerschum@Uni-Hohenheim.de
A.Ruckelshausen@HS-Osnabrueck.de

Abstract: Bildgebende Lichtschrankensensoren vermessen die Seitenprofile, von Pflanzenbeständen, nach dem Schattenwurfprinzip. Morphologische Parameter von Getreide, wie Höhe oder Ährenlänge, können absolut vermessen werden. Mithilfe eines neuen Laserzeilensensors werden sogar die Grannen an den Ähren detektiert.

1 Einleitung

Die messtechnische Bestimmung von Pflanzenstrukturen ist heutzutage unerlässlich für die Berechnung von agronomisch relevanten Merkmalen, und folglich für die Optimierung der Zuchtmethoden. Die zerstörungsfreie Pflanzenphänotypisierung wird mithilfe von - überwiegend - bildgebenden Sensoren mit verschiedenen Selektivitäten ermöglicht. Durch eine Datenfusion wird der Einfluss der feldbedingten Störgrößen zur Ermittlung von Pflanzenparameter reduziert [BMM13].

Die meisten bildgebenden Sensoren, wie Farb- oder Hyperspektral-Kameras, erfassen den Bestand von Oben. Durch Lichtschrankensysteme werden Schattenprojektionen des Seitenprofils des Pflanzenbestandes erzeugt, dies ermöglicht die Messung der absoluten Höhe oder der Flächenbelegung ([BMM13] [Ko13]).

Der erste Einsatz einer spezifischen Variante von Lichtschrankensensoren („Lichtgitter“) in agrartechnischen Anwendungen wurde für die feldbasierte Unterscheidung von Nutzpflanzen und Beikräutern von den Autoren bereits 1998 realisiert [DKL98]. Die Weiterentwicklung eigener und kommerziell verfügbarer Systeme und des Datenmanagements haben maßgeblich zu weiteren Applikationen – wie Einzelpflanzendetektion [FHL05] und Feldphänotypisierung [BMM13] – beigetragen. Die Technologie wurde auch für andere Arbeitsgruppen für Labor- oder Feldmessungen bereitgestellt ([FBM14], [MTD11]).

Im Rahmen dieses Beitrags wird die Erkennung individueller Ähren mithilfe eines hochauflösenden Lichtgitters gezeigt. Als nächstes wird die Detektion von Grannen vorgestellt, die von einem ultrahochauflösenden Laserzeilensensor erfasst und durch entsprechende Bildverarbeitungsalgorithmen extrahiert werden.

2 Material und Methoden

2.1 Angewendete Sensorsysteme

Für die Zwecke dieses Beitrags werden zwei bildgebende Lichtschrankensensoren eingesetzt, die die Pflanzenbestände nach dem Schattenwurfprinzip vermessen. Befindet sich ein Objekt zwischen den Sensoreinheiten, werden die Lichtstrahlen an den entsprechenden Positionen unterbrochen. Wenn sich der Sensor bzw. das Messobjekt bewegt und die Daten kontinuierlich ausgelesen werden, wird ein endloses 1-Bit Bild erzeugt. Die Sensoren unterscheiden sich jedoch bezüglich Aufbau, Auflösung, Umwandlung und Auslesegeschwindigkeit der Daten.

Lichtgitter:

Für die Messungen auf dem Feld (Abbildung 1) und im Labor wird das Lichtgitter Infra-Scan vom Hersteller Sitronic GmbH eingesetzt. Der Sensor wird durch diskrete, übereinander angeordnete Lichtschranken aufgebaut. Der Sender ist dabei mit 288 Infrarotdioden ausgestattet, die mit einer effektiven Messrate von 330 Hz nacheinander durchgepulst werden. Der Empfänger besteht aus gleichvielen Silizium-PIN-Fotodioden, die parallel zum Sender angeordnet sind. In vertikaler Richtung wird dabei eine Auflösung von 2,5 mm erreicht. Die Daten werden durch einen Mikrocontroller umgewandelt und seriell ausgelesen. Diese Technologie hat sich bei der Bestimmung von Biomasse und absolute Höhe von Getreidebeständen als mächtiges Werkzeug erwiesen [BMM13]. Weiterhin ermöglicht die gute Auflösung die Erkennung einzelner Ähren und die Bestimmung von Ährenlänge und – Winkelstellung [Ko13] [KKM14].

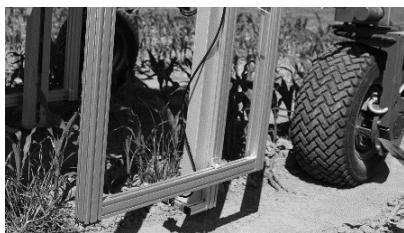


Abbildung 1: Integration des Lichtgitters in den Phänotypisierungsplattformen für Feldmessungen in Mais (BoniRob links) und in Triticale (BreedVision rechts)

Laserzeilensensor:

Um über weitere Algorithmen mehr Pflanzenparameter extrahieren zu können, wird eine höherauflösende Bildaufnahme benötigt. Dies kann durch das innovative Sensorsystem OEOS der iotec GmbH ermöglicht werden, dessen Technologie bisher nicht für Pflanzenphänotypisierung eingesetzt wurde. Der Sender besteht aus Lasern, welcher mittels

Optiken, einen parallelen Lichtvorhang erzeugt. Auf der Empfängerseite werden CCD-Zeilen, mit einer Auflösung in vertikaler Richtung von 64 μm eingesetzt. Die Datenaufnahme erfolgt über einen FPGA, dies ermöglicht ein paralleles Belichten und Auslesen der CCD-Zeilen. Durch die hohe Messrate von bis zu 4000 Hz kann in Bewegungsrichtung eine 10-mal höhere Bildauflösung als beim Vergleichssystem, bei gleicher Geschwindigkeit, erzielt werden. Durch die hohe Auflösung in vertikaler und horizontaler Richtung ist die Aufnahme von Ähren und Grannen möglich.

2.2 Algorithmen

Die Algorithmen für die Auswertung der Lichtgitterdaten wurden ausführlich in [KKM14] beschrieben. An dieser Stelle wird erläutert, wie die Ähren und ihre Grannen aus den Laserzeilensensordaten automatisch detektiert und gezählt werden.

Für die Detektion der Ähren werden zunächst Bildverarbeitungsoperatoren, wie Erosion und morphologische Öffnung, angewendet. Somit werden Halme, Blätter und Grannen entfernt und infolgedessen resultiert ein Bild, das nur die Ähren beinhaltet. Weiterhin werden die alleinstehenden Ähren automatisch erkannt und mithilfe der Koordinaten von Ährenanfang und -spitze die Pflanzenhöhe, Ährenlänge, Winkel zwischen den Ähren und dem Halm berechnet.

Die automatische Detektion der Grannen erfolgt durch eine zweite Reihe morphologischer Bildverarbeitungsoperatoren. Als erstes wird der Bereich um die schon erkannte Ähre aus der Originalaufnahme geschnitten. Mit einem bestimmten Strukturelement werden die Grannen wiederum durch Erosion entfernt. Danach wird das resultierende Bild expandiert und das Ergebnis wird von dem Originalbild abgezogen. Das somit erstellte Differenzbild beinhaltet die Grannen (siehe Abbildung 2d).

3 Ergebnisse

Die Messergebnisse von dem Lichtgitter (Abbildung 2b) und dem Laserzeilensensor (Abbildung 2c) unterscheiden sich, hinsichtlich der Bildauflösung, deutlich. Während die Lichtgitterdaten die Erkennung von Ähren und die Berechnung von Ährenlänge und -winkel ermöglichen, ist der Laserzeilensensor in der Lage, zusätzlich die Grannen zu erfassen. Durch die entsprechenden Bildverarbeitungsalgorithmen werden die Grannen extrahiert (Abbildung 2d).

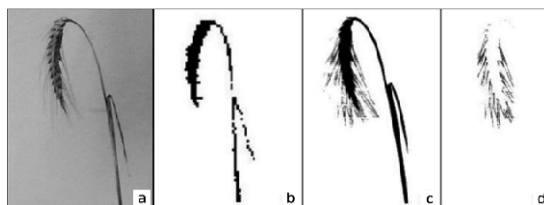


Abbildung 2: a- Triticale; b- Messergebnis vom Lichtgitter; c- Messergebnis vom Laserzeilensensor; d- Extraktion der Grannen aus dem Messergebnis des Laserzeilensensors

4 Fazit und Ausblick

Die im Rahmen dieses Beitrages vorgestellten bildgebenden Lichtschranken-sensoren ermöglichen das 1-Bit Imaging des Seitenprofils von Pflanzenbeständen. Mithilfe solcher Messungen kann die effektive Pflanzenhöhe, die Bestandsdichte und die Ähren vom Getreide zerstörungsfrei erfasst werden.

Dank des innovativen Laserzeilensensors können die Grannen an den Ähren detektiert werden. Diese Information kann für weitere wichtige Züchtungsparameter von Bedeutung sein, z.B. für die Schätzung der Anzahl Körner pro Ähre.

Über die aufgeführten Anwendungen hinaus bietet eine Sensorfusion des Laserzeilen-sensors (seitliche Sicht auf die Pflanzen) mit einer über den Pflanzen angeordneten Kamerasysteme (Draufsicht) die Option, selbst überlappende Pflanzen zu unterscheiden (siehe auch [Ko13], [KKM14]).

Literaturverzeichnis

- [BMM13] Busemeyer, L.; Mentrup, D.; Möller, K.; Wunder, E.; Alheit, K.; Hahn, V.; Maurer, H.P.; Reif, J.C.; Würschum, T.; Müller, J.; Rahe, F.; Ruckelshausen, A., „BreedVision- A Multi-Sensor Platform for Non-Destructive Field-Based Phenotyping in Plant Breeding,“ *Sensors*, pp. 2830-2847, 2013.
- [Ko13] Kovacheva, I., Bestimmung von Pflanzenparametern unter Anwendung bildgebender Lichtgittersysteme, Master Thesis, Osnabrück: HS Osnabrück, 2013.
- [DKL98] Dzinaj, T.; Kleine-Hörstkamp, S.; Linz, A. Ruckelshausen; A., Böttger, O.; Kemper, M.; Marquering, J.; Naescher, J.; Trautz, D.; Wisslerodt, E., „Multi-Sensor-System zur Unterscheidung von Nutzpflanzen und Beikräutern,“ *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVI*, pp. 233-242, 1998.
- [FHL05] Fender, F., Hanneken, M., Linz, A., Ruckelshausen, A., Spicer, M., „Messende Lichtgitter und Multispektralkameras als bildgebende Systeme zur Pflanzenerkennung,“ *Bornimer Agrartechnische Berichte*, Heft 40, pp. S 7-16, 2005.
- [FBM14] Fanourakis, D., Briese, C., Max, J., Kleinen, S., Putz, A., Fiorani, F., Ulbrich, A., Schurr, U., „Rapid determination of leaf area and plant height by using light curtain arrays in four species with contrasting shoot architecture,“ *Plant Methods*, 2014.
- [MTD11] Montes, J.M.; Technow, F.; Dhillon, B.S.; Mauch, F.; Melchinger, A.E., „High-throughput non-destructive biomass determination during early plant development in maize under field conditions,“ *Field Crops Research*, Bd. 121, Nr. 2, pp. 268-273, 2011.
- [KKM14] Kovacheva, I.; Kerssen, S.; Mentrup, D.; Rosemann, T.; Bilges, K.; Ruckelshausen, A., „Bildgebende Lichtschrankensensoren zur Detektion von Pflanzenhöhen, Ähren und Grannen,“ Osnabrück, 2014.

Anbindung von ISOBUS-Geräten an ein online Precision Farming System

Franz Kraatz, Frank Nordemann, Ralf Tönjes

Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik

Hochschule Osnabrück

Albrechtstr. 30

49076 Osnabrück

{f.kraatz, f.nordemann, r.toenjes}@hs-osnabrueck.de

Abstract: Die Nutzung von Sensorsystemen bei der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung eines Schlags steigert den Ertrag sowie die Wirtschaftlichkeit des Pflanzenanbaus. Dennoch tragen weitere Faktoren zur optimalen Nährstoffversorgung einer Pflanze bei, als sie von solch einem lokal arbeitenden System erfasst werden. Um die Effizienz dieser Precision Farming Systeme auszubauen ist der nächste, hier erfolgreich durchgeführte Schritt die Anbindung der mobilen Landmaschine über das Internet an eine regionsübergreifende Datenanalyseplattform und die Ausführung zeitkritischer Optimierungsfunktionen auf der Landmaschine.

1 Anforderungen an effizientes Precision Farming

Für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung des Schlags (Precision Farming) werden neben Applikationskarten, in denen z.B. Ausbringungsmengen von Produkten je Teilfläche hinterlegt sind, Sensorsysteme eingesetzt. Das Ziel ist eine an die Standortgegebenheiten angepasste Nährstoffversorgung der Pflanze sicherzustellen. Erfasste Daten, z.B. Ertrags- und Bodendaten, dienen den vor der Anwendung durchgeführten Analysen. Die Phasen Datenerfassung, -analyse und -anwendung bilden einen Precision Farming Regelkreis. Der Regelkreis kann durch die vorhandene Technik abgebildet, aber nicht ausreichend automatisiert werden. So ist der Datenaustausch zwischen Landmaschine und Analysesystem vielfach nur manuell möglich, eine Aktualisierung der Daten auf der Landmaschine zur Laufzeit einer Anwendung fehlt. Letzteres ist z.B. bei unzureichendem Vorrat des Düngers und dem damit verbundenen Produktwechsel notwendig.

Zur Effizienzsteigerung soll eine Datenanalyseplattform (online Precision Farming System, oPFS) die im Regelkreis erfassten Daten regionsübergreifend analysieren und Anwendungsberechnungen durchführen. Ziel des ISOCOM-Forschungsprojekts [IS14] ist es, Mechanismen zu schaffen, um ISOBUS-Geräte [IS07] auf der Landmaschine über das Internet mobil an dieses System anzubinden und Bestandteile des oPFS für zeitkritische Berechnungen zur Landmaschine zu verschieben. Ein kontinuierlicher Anpassungsprozess der Daten auf der Landmaschine durch den Regelkreis soll die optimale Nährstoffversorgung auch bei Änderungen der Anwendung gewährleisten.

2 Systemarchitektur der ISOBUS-Anbindung

Das oPFS bietet die für die Datenanalyse, -berechnung und -verwaltung notwendigen Ressourcen. Durch den mobilen Einsatz eines Landmaschinengespanns muss die Anbindung an das oPFS über ein flächendeckendes Mobilfunknetz erfolgen. Trotz der kontinuierlich steigenden Netzabdeckung gibt es weiterhin Gebiete mit schlechter oder unterbrochener Mobilfunkverbindung. Aus diesem Grund muss die Anbindung der ISOBUS-Geräte auch zwischenzeitliche Verbindungsausfälle kompensieren.

Des Weiteren lassen sich nicht alle Berechnungen auf dem oPFS durchführen, da die Verzögerungen durch die zusätzlichen Übertragungszeiten zwischen Landmaschine und oPFS für die zeitnahe Verarbeitung zu groß sind. Zur Einhaltung dieser Zeitanforderung und Kompensation von Verbindungsausfällen stellt das ISOCom Projekt Mechanismen für lokale Teilberechnungen auf der Landmaschine bereit. Da das oPFS die Algorithmen auf Basis der gesammelten Daten kontinuierlich optimiert, garantieren Aktualisierungsmechanismen die Verwendung der aktuellsten Algorithmen auf der Landmaschine.

2.1 Sensor- und Aktoreinbindung auf der Landmaschine

Die Einbindung von Sensoren und Aktoren auf der Landmaschine erfolgt über den ISOBUS mittels ECUs (Electronic Control Unit, Abbildung 1). Als zentrales Bindeglied zwischen ISOBUS und oPFS dient ein TC (Task-Controller) mit erweitertem Kommunikationsmodul im ISOBUS-Terminal. Eine Unterscheidung ist bei den in der Landtechnik verfügbaren Sensoren zu treffen. Einfache Sensoren (Abbildung 2a) stellen aufbereitete Daten zur weiteren Verarbeitung dem oPFS bereit. Intelligente Sensoren (Abbildung 2b) besitzen dagegen eigene Algorithmen und sind mit den vom oPFS bereitgestellten Daten in der Lage, den Aktor direkt mittels Peer-Control zu steuern. Bei der intelligenten Ausführung kann das oPFS jedoch keinen Einfluss auf die im Sensor verwendeten Algorithmen nehmen.

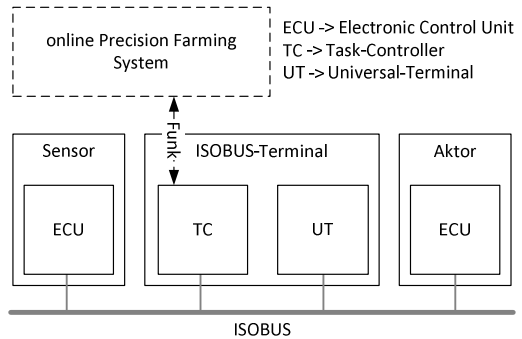


Abbildung 1: Systemarchitektur

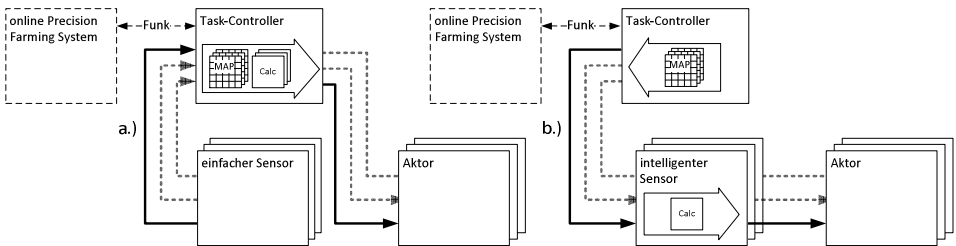


Abbildung 2: Kommunikationsbeziehungen der ISOBUS-Geräte

Die Kombination von Sensoren und die Erfassung von Sensorwerten sind bei intelligenten Sensoren nur eingeschränkt möglich, da Hersteller ihre Systeme geschlossen gestalten. Einfache Sensoren ermöglichen die Kombination von Sensoren in einem Anwendungsprozess und die zentrale Algorithmen- und Datenverwaltung im TC mit Erfassung der Messwerte. Wegen dieser Flexibilität wird dieser Typ favorisiert. Dennoch werden beide Varianten unterstützt. Für die Konfiguration der ISOBUS-Kommunikation fehlen im ISOBUS geometrische Information wie eine automatisch erfasste Anbauposition.

2.2 Online Datenaustausch

Die Anbindung der Landmaschine an das oPFS erfolgt über Mobilfunk. Die in ländlichen Bereichen oft eingeschränkte Übertragungsrate erfordert eine Optimierung der Datenübertragung. Damit ein sicherer Zugriff erfolgt, wird ein virtuelles privates Netzwerk mit OpenVPN [Op14] aufgebaut. Der Datenaustausch wird autorisiert und über eine verschlüsselte TLS-Verbindung durchgeführt. OpenVPN bietet zudem den Datenkompressionsalgorithmus Lempel-Ziv-Oberhumer (LZO). Um Übertragungen redundanter Daten zu vermeiden, werden die erfassten Punktdaten zu polygonbasierten Daten zusammengefasst. Die Neuberechneten Teilbereiche der Applikationskarten werden zur Landmaschine übertragen und mit der alten Applikationskarte zusammengeführt. Der ISOBUS sieht keine Aktualisierung der Auftragsdaten zur Anwendungslaufzeit vor. Im eingesetzten TC werden die Auftragsdaten durch einen parallelen Datenbankzugriff aktualisiert und stehen ohne Unterbrechung in der Anwendung zur Verfügung.

Das oPFS verbessert kontinuierlich eingesetzte Daten und Algorithmen. Ebenso entstehen neue Anwendungen, z.B. die teilflächenspezifische Ausbringung von Pflanzenschutz. Um neue Anwendungen mit unbekannten Parametern nutzbar zu machen, wird der Zugriff mit den standardisierten Web-Schnittstellen Web Feature Service [Vr14] und Web Processing Service [Sc07] des Open Geospatial Consortium [OG14] realisiert. Die Landmaschine stellt lediglich eine Umgebung zur Schnittstellenabfrage und Algorithmenausführung bereit. Für den optimierten Aktualisierungsprozess der verschobenen Daten und Algorithmen kapselt das oPFS Wissen in Algorithmenbausteine. Hierdurch ist die Aktualisierung einzelner Bausteine möglich und ein Verbindungsausfall kann mit einem temporären, lokalen Betrieb kompensiert werden.

3 Ergebnisse von Labor- und Feldtests

Das vorgestellte System wurde prototypisch realisiert und in Labor-/Feldtests verifiziert. Zunächst wurden Mobilfunkverbindungen in unterschiedlichen Netzen analysiert, gemittelte Durchsätze auf ländlicher Fläche zeigt Tabelle 1 a). OpenVPN erzielt unabhängig von der Funktechnologie (2G/3G) und der Netzabdeckung höhere Durchsätze. Grund ist die LZO-Komprimierung, die die Datengröße der übertragenen Daten effektiv minimiert. Die eigentliche Übertragungsrate der Verbindung ändert sich nicht. Kartendaten weisen eine Größenordnung von ca. 2 Mbyte je Hektar auf. Entsprechend den Feldtestergebnissen ist das Kartenformat (Shape/XML, Polygon/Raster) vernachlässigbar, da sich alle Formate stark komprimieren lassen (Ausgangsgröße ca. 1/3 - 1/10).

a)	Funktechnologien	VPN	Durchsatz	b)	Messung	Durchsatz
	HSDPA (3G)	aus	843,3 kBit/s		1	1.692 kBit/s
	HSDPA (3G)	an	2.352 kBit/s		2	2.026 kBit/s
	EDGE (2.5G)	aus	87,1 kBit/s		3	2.606 kBit/s
	EDGE (2.5G)	an	450 kBit/s		4	3.087 kBit/s

Tabelle 1: a) Durchsatzmessungen im Mobilfunk und b) adaptive LZ0-Kompression

Labortests haben zudem die adaptive Arbeitsweise der LZ0-Komprimierung verdeutlicht. Das Verfahren überprüft die zu übertragenden Daten und konfiguriert die Komprimierung anhand dieser. So steigt der Durchsatz in Tabelle 1 b) mit jeder Übertragungsmessung zum maximalen Komprimierungsfaktor an. Die Datenrate ist für die Übertragung komprimierter Karten ausreichend. Weiterhin erlaubte der erweiterte TC erstmals in einem Feldtest die Aktualisierung der Applikationskarte und/oder der Algorithmen zur Laufzeit der Anwendung. Ebenso konnten neue im oPFS erstellte Anwendungen direkt im Anschluss über die Schnittstellen auf der Landmaschine verwendet werden. Die vom oPFS auf die Landmaschine verschobenen Algorithmen garantieren auch bei unterbrochener Mobilfunkverbindung eine Ausführung der Anwendung.

4 Fazit

Die online Anbindung von ISOBUS-Geräten mit Sensorsystemen an ein oPFS ist der nächste Schritt für die teilflächenspezifische Bearbeitung in der Landwirtschaft. Neue Anwendungen können durch den dynamischen und flexiblen Aufbau des Systems zu jeder Zeit im oPFS eingebunden werden und stehen anschließend direkt auf der Landmaschine zur Verfügung. Das so gewonnene Wissen kann im oPFS wiederum anonymisiert für eine regionsübergreifende Analyse und Optimierung verwendet werden. Die Aktualisierung von Auftragsdaten und Algorithmen zur Laufzeit der Anwendung wird durch dieses System erstmals unterstützt. Die Ergebnisse der Feldtests zeigen den positiven Einfluss des Komprimierungsalgorithmus auf die effektive Übertragungsrate der mobilen Anbindung und das Optimierungspotenzial beim Austausch von Applikationskarten über eine eingeschränkte Verbindung. Ebenso werden Algorithmen und Applikationskarten erfolgreich zur Laufzeit der Anwendung auf die Landmaschine verschoben und in den Verarbeitungsprozess eingebunden.

Literaturverzeichnis

- [IS14] ISOCom – Precision Farming in the Remote Control Loop. <https://www.ecs.hs-osnabrueck.de/36967.html> (Zugriff am 08.12.14).
- [IS07] ISOBUS: ISO11783 Part 1-14 Tractors and machinery for agriculture and forestry – Serial control and communications data network. 2007.
- [Op14] OpenVPN. <https://openvpn.net/index.php/open-source.html> (Zugriff am 05.12.2014).
- [Vr14] Vretanos, P: OGC Web Feature Service 2.0 Interface Standard. 10.07.2014.
- [Sc07] Schut, P: OpenGIS Web Processing Service. 08.06.2007.
- [OG14] OGC: Open Geospatial Consortium. <http://www.opengeospatial.org/> (Zugriff am 06.12.2014).

Verarbeitung von Fernerkundungsdaten zur automatisierten Anbaugerätesteuerung in der Landwirtschaft im Projekt GeoFarm

Gerrit Kreuzer¹, Stefan Würzle¹, Matthias Leipnitz¹ Matthias Rothmund²

¹Abteilung Systementwicklung
geo-konzept GmbH
Gut Wittenfeld
85111 Adelschlag
gkruizer@geo-konzept.de
swuerzle@geo-konzept.de
mleipnitz@geo-konzept.de

²Horsch Maschinen GmbH
Matthias.Rothmund@horsch.com

Abstract: Mithilfe einer serverbasierten Web-Anwendung, die im Rahmen des Forschungsprojektes „GeoFarm – Precision Farming Systeme zur satellitenunterstützten Optimierung des Ressourceneinsatzes in der Landwirtschaft“ entwickelt wurde, ist ein System geschaffen worden, dessen Ziel eine automatisierte Prozesskette von der georeferenzierten Satellitenaufnahme bis zur maschinenlesbaren Management- bzw. Applikationskarte abbildet. Diese ermöglicht es dem Nutzer, Entscheidungen im Bereich des Pflanzenbaus leichter, komfortabler und fundierter treffen zu können. Wir sprechen somit von einem Tool zur Entscheidungsunterstützung in der Landwirtschaft.

1 Zielsetzung

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens war es, ein System zu entwickeln, bei dem auf einer Seite die Auftrags- und Dokumentationsverwaltung in einer Serveranwendung (geo-konzept) abgebildet wird und auf der anderen Seite die Auftragsverwaltung, -ausführung und -dokumentation im ISOBUS-System einer Sämaschine (HORSCH) stattfindet. Dabei geht es bei der serverbasierten Web-Anwendung im Schwerpunkt darum, Aufnahmen von Satellitendaten schlagbezogen auszuwerten, um Rückschlüsse auf das vorhandene Potenzial der landwirtschaftlich genutzten Flächen erhalten zu können. Neben der vollautomatisierten Auswertung multitemporaler Multispektraldaten (Berechnung von Pflanzenindizes) werden ebenfalls andere Inputfaktoren wie beispielsweise Ertragsdaten oder ähnliche (historische Daten) mit in Betracht gezogen. Diese Ergebnisse können dann in verschiedenen maschinenlesbaren Formaten an das jeweilige Gerät angepasst übertragen werden.

2 Methode

2.1 Technischer und wirtschaftlicher Nutzen

In den Bereichen satelliten- und bodengestützter Sensorik, Datenübertragung und -verarbeitung sowie GNSS-gestützter Ortung und Regelung hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung stattgefunden. Dabei haben sich diese Bereiche weitgehend unabhängig voneinander fortentwickelt. Aufgrund der großen Informationsvielfalt und -tiefe können Sensordaten und während der Arbeit erfasste Prozessdaten durch Bedienpersonal und Entscheider nicht mehr nutzbringend gehandhabt werden. Die Datenübertragung mittels Datenträgern führt vor allem auf großen landwirtschaftlichen Betrieben immer wieder zu zeitlichen Verzögerungen oder komplettem Datenverlust. Viele Betriebsleiter sind mit der Verarbeitung der Daten und dem Gewinn von Informationen im Büro überlastet, teils überfordert. Die automatische Übertragung und Verarbeitung von Satelliten-, Sensor- und Prozessdaten erlaubt dem Betriebsleiter, die auf einem Zentralrechner aus den Daten abgeleiteten Informationen als Entscheidungsunterstützung zu bewerten und beispielsweise in einer teilflächenspezifischen Aussaat umzusetzen. Diese können dann über das GeoFarm-System zeitnah auf Fahrzeuge und Geräte übertragen und umgesetzt werden.

2.2 Technische Umsetzung

Als Grundlage der Entwicklung der GeoFarm-Plattform wurde ein umfassendes Framework entwickelt. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf das Sicherheitskonzept gelegt. Auf Datenbankebene erfolgt die Steuerung der Berechtigungen für CRUD-Operationen auf Tabellenebene. Die Serverkommunikation zwischen Client und Server erfolgt verschlüsselt. Zudem gibt es eine reglementierte Anmeldung auf dem Server. Eine weitere sicherheitsrelevante Eigenschaft ist die Steuerung der Darstellung der Oberfläche in Abhängigkeit von den Benutzerberechtigungen. Ein weiterer die Sicherheit betreffender Punkt ist, dass gelöschte Daten auf der Datenbank wiederhergestellt werden können. Im Weiteren soll kurz auf die Komponenten von GeoFarm eingegangen werden.

2.2.1 Geodatenserver

Der Geodatenserver verwaltet die Geodaten (Schlaggrenzen, Fernerkundungsdaten, etc.) und kann diese den entsprechenden Metadaten zuordnen. Zudem stellt er die Schnittstellen für den Zugriff auf die Daten bereit. So gibt es einen WMS-Dienst, der für die Bildabfrage verantwortlich ist. Weiterhin gibt es einen WFS-Dienst mit dessen Hilfe die Datenabfrage als xml. möglich ist. Zudem bietet der Server GIS-Funktionen für die Abfrage räumlicher Informationen an. Als letzte sehr wichtige Funktionalität stellt der Geodatenserver eine komplette WebGIS-Funktionalität zur Verfügung.

2.2.2 Metadatenserver

Der Server katalogisiert das Satellitendatenarchiv. Zu den entsprechenden Bildern können Metadaten erfasst werden (z. B. Anbieter, Aufnahmekanal, Aufnahmedatum). Der Import der Bilddaten funktioniert voll automatisiert. Dabei erkennt der Metadatenserver den Extent (d. h. die geografische Ausdehnung) des Bildes und speichert diesen in der

Datenbank. Über zuvor definierte Schnittstellen erfolgt der Zugriff auf die Daten des Metadatenservers. Zudem bietet dieser Server eine erweiterte Suchfunktion an, mit der beispielsweise Funktionen wie Geosuche oder eine Suche über Metadaten selbst möglich ist. Durch die enge Kopplung von Meta- und Geodatenserver können die Aufnahmen zudem performant (in einer Kartenansicht) visualisiert werden.

2.2.3 Middletierserver

Der Middletierserver ist zuständig für die Integration der unterschiedlichen Serversysteme und stellt die Funktionalität der Einzelsysteme nach außen als Ganzes dar.

2.2.4 TC3-Server

Mit Hilfe des TC3-Servers wird die drahtlose Kommunikation mit der Maschine „auf dem Feld“ ermöglicht. Es ist somit die Voraussetzung geschaffen, Daten wie Managementzonenkarten aus dem System der GeoFarm-Plattform an die Maschine zu übersenden. Das Gleiche gilt für das Senden von Daten (Maschinendaten, Rückschreibungen) von der Maschine in das System.

2.2.5 GeoFarm

GeoFarm stellt das „Front-End“ für den Nutzer dar. Dabei gibt es verschiedene Nutzergruppen: Client, Administrator und SuperUser. Das Portal hat dabei verschiedene Funktionen. Zuerst dient es dem Anlegen von Kunden und dem Import der entsprechenden Daten (Schlaggrenzen, Anbau, etc.). Des Weiteren können über die Plattform entsprechende Multispektraldaten gesucht und ausgewählt werden. Nach Festlegung der zu verrechnenden Daten erfolgt eine automatisierte und normierte Verrechnung der Satellitendaten im System. Ergebnis ist eine Managementzonenkarte. Im Anschluss besteht für den Nutzer die Möglichkeit, die erstellten Ergebnisse per Datentransfer entweder zu downloaden oder direkt per Funk an die betreffende Maschine zu senden.

2.3 Workflow Managementzonenkartenerstellung

Erdbeobachtungsdaten liefern flächendeckende Informationen über Pflanze und Boden in der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung. Sie bilden den Grundbaustein für die Analyse eines Schlates und der damit verbundenen Kartierung zur Erstellung von Potenzial- bzw. Applikationskarten. Die Fernerkundungsdaten werden systematisch aufbereitet (georeferenziert, orthorektifiziert, atmosphärenkorrigiert) und strukturiert auf dem bereits genannten Metadatenserver weiterverarbeitet.

Die Recherche nach geeigneten Fernerkundungsaufnahmen begrenzt sich je nach Anwendung auf bestimmte Zeiträume, die vorrangig in der Hauptvegetationszeit (Juni bis September) liegen und den pflanzenbedeckten Boden zeigen.

Für die Erstellung von Ertragspotenzialkarten ist es wichtig, die Zeitpunkte der Aufnahmen so zu wählen, dass sie in die Nähe der Erntetermine fallen. Für die Auswertungen werden die abreifenden Flächen verwendet. In Trockenjahren, in denen Wasser eben nur limitiert vorhanden ist, reift das Getreide auf einem Schlag gleichmäßig ab. Dieses Abreifeverhalten läuft mit der Ertragsverteilung auf dem Schlag konform, sodass die Abreife der Kulturpflanzen mit den Ertragsaufzeichnungen korrelieren. In feuchten Jahren

kann das Abreifeverhalten des Bestandes dagegen anders sein, was eine Unterteilung der Ausgangsdaten voraussetzt. Bei gleichem Abreifemuster werden verschiedene Jahre miteinander verrechnet und zu einer Ertragspotenzialkarte umgesetzt. Je höher die Anzahl der Jahre, die zur Verrechnung herangezogen werden, desto sicherer sind die ertragsstabilen Zonen definiert. Dabei werden zunächst bestimmte Szenen aus einer höheren Anzahl (>3) bereits vorgefilterter Satellitenaufnahmen per Hand vorselektiert; anschließend werden diese als geeignet befundenen Aufnahmen mittels Korrelationskoeffizienten programmtechnisch automatisiert aufbereitet.

Die multitemporale Verarbeitung der Fernerkundungsdaten bedingt eine Normierung der Ausgangsdaten. Mit der sich anschließenden Verrechnung der Daten entsteht eine Managementzonenkarte, bei der die ausgewählten Fernerkundungsdaten zu gleichen Teilen einfließen: Alle verrechneten Jahre werden identisch gewichtet. Für die Weiterverarbeitung erfolgt je nach Anwendung eine Zonierung der Karte nach Standardwerten in fünf und mehr Klassen mit dem Ziel, die ertragsstabilen Niedrig- und Hohertragszonen herauszuarbeiten. Die Klassifizierung unterteilt den Schlag in Bereiche mit gleichen oder ähnlichen Qualitätsmerkmalen. Aus den statistischen Kenngrößen resultiert die Wertung des Schlages auf Heterogenität. Darauf aufbauend und mithilfe gemessener Merkmale (Ertrag, Bodenwerte) folgt eine Quantifizierung des Schlages und darüber hinaus die Zuordnung von Applikationsmengen und Produkten zur geplanten Maßnahme auf dem Feld.

2.4 Ergebnisse teilflächenspezifischer Aussaatversuche

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden neben der technischen Entwicklung des beschriebenen (teil-)automatisierten Entscheidungsunterstützungssystems parallel Pflanzenbauversuche in verschiedenen Kulturen durchgeführt. Hierbei wurde der Schwerpunkt auf die teilflächenspezifische Aussaat gelegt (unter der Voraussetzung, dass alle anderen erforderlichen Maßnahmen optimal nach guter fachlicher Praxis erfolgten). Die Versuche wurden auf einem Betrieb in Sachsen-Anhalt durchgeführt und beschränkten sich vorerst auf die Kulturen Körnermais und Winterweizen. Der Umfang der Aussaat belief sich auf ca. 2000 ha je Fruchtart. Nach vorläufiger Auswertung der Ergebnisse konnten gegenüber einer vormals betriebsüblichen (konstanten) Aussaatstärke die Erträge im Mittel um fünf bis zehn Prozent über den Komplettversuch gesteigert werden. Die erhaltenen Ergebnisse traten unter völlig heterogenen Bedingungen der Jahre auf („trocken“ bzw. „nass“). Somit trägt die GeoFarm-Prozesskette neben der Entscheidungsunterstützung zur Risikominimierung auf dem Betrieb bei. „Massenbilanzen“ liegen im Rahmen des Projekts bisher nicht vor.

Brix and chips: IT in the training and research winery of the Robert Mondavi Institute at UC Davis

James T. Lapsley, Rolf A.E. Mueller

Institut für Agrarökonomie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstrasse 40
24118 Kiel
jtlapsley@gmail.com
raem@agric-econ.uni-kiel.de

Abstract: The Department of Viticulture and Enology of University of California at Davis has recently been endowed with a new training and research (T&R) winery. The heart of the winery is the fermentation room which houses close to 170 fermentation tanks of various sizes. The high-tech fermentation tanks raise fermentation control to a new level. Each is equipped with digital sensors that were purpose-designed by a team of engineers led by a distinguished inventor and CEO of a semiconductor producing firm who also is a wine enthusiast. The sensors on a chip closely monitor fermentation and wirelessly transmit measurement data, e.g. data on Brix, to the winery's computers and into the cloud. In this paper we briefly introduce the winery and we then illustrate digital fermentation monitoring using monitoring of color and phenols in red wine fermentation as an example. We close our contribution with reflections on the transferability into practical enology of the digital sensors.

1 Introduction

In a modern university the applied sciences, like agriculture, enology, and other food sciences, serve mainly three functions: teaching, research, and the transfer of useful research results into industry. Moreover, two principles have proven their worth in applied research and teaching: (i) research and teaching, are best carried out in conjunction, and (ii) some applied research is best conducted not in a laboratory but on a scale that approximates the scale of operations in practice. The actual scale of such applied research is thereby often a compromise between several considerations, such as closeness to operational scales that prevail in practice, need for parallel experiments conducted by students, and costs. Moreover, such operational scale experiments often also serve demonstration purposes.

The Department of Viticulture and Enology of University of California at Davis has recently been endowed with a new training and research (T&R) winery that raises digital fermentation control to new levels. In our paper we briefly provide some general information on the new winery, and we describe its fermentation control based on digital

sensors using a specific application that was recently reported in the research literature [SH14]. We then discuss the potential value of the T&R winery for practical enology.

2 The T&R winery

The T&R winery is part of a teaching and research complex which consists of the winery, a brewery, and a food-processing facility. All three facilities are embedded in the Robert Mondavi Institute. The winery covers an area of 1,160 m² - nearly the area of an Olympic-sized swimming pool. Less than half of that area is occupied by the fermentation room, which houses 152 small fermentation tanks of 200 liters capacity and 14 larger tanks of 2,000 liters capacity each. Besides offices, a lab, and several cellaring rooms for bottles and barrels, the winery also has a "Schatzkammer" for special wine collections, a classroom with large windows towards the fermentation room, and, something that is rarely seen in other teaching and research wineries, a special room for the computers that process, store and make accessible the data captured by the sensors that are embedded in the fermentation tanks. Many of the data are, however, stored in the cloud and are accessible there for staff and students. The T&R winery is used by staff of the Dept. of Viticulture and Enology and by MSc-students of enology. At present, the number of students in a MSc-cohort is about thirty.

Prof. Roger Boulton, the godfather of the winery, is proud of the winery's status as the world's first LEED Platinum winery. LEED stands for Leadership in Energy and Environmental Design, a rating system for the design, construction and operation of "green" buildings that was developed by the U.S. Green Building Council (USGBC). Features of the winery that have contributed to its LEED status are the capture of carbon dioxide from all fermenters, the use of solar power for hot water generation, and the thorough insulation of the building, which has drastically reduced energy requirements for air-conditioning, even on Davis' hot summer days.

Even though the winery is operated as part of the public university system of the State of California, its construction was privately funded in full. A major donor was Robert Mondavi, the legendary Oakville wine promoter whose name the institute bears.

3 Digital fermentation monitoring

Wine fermentation is a highly complex process in which yeast cells convert sugar into CO₂ and alcohol, and during which a large but unknown number of aromas are generated or transferred from the grapes to the wine [BO12]. Fermentation has been described as chaotic, comparable to the weather or the stock market [FL94]. Chaotic complexity may have contributed to the evolution of considerable diversity in wine making processes that range from the laissez-faire of "natural" wine making, through moon-calendar guided biodynamic wine making, to high-intervention wine making. Improvements in wine fermentation that enhance the market value of a wine, or that reduce wine production

costs, are not achieved by poetically waxing about the wonders of natural wine making, or by adhering to moon calendars, or by stubbornly clinging to ancient wine making traditions. Rather, progress in wine making, as in the production of any other food and beverage, depends on the ability of producers to acquire knowledge of the scientific laws of enology and to turn this knowledge into superior production skills and products. This is why students of wine making are usually educated in scientific research and training facilities, and not in wine ashrams or wine museums.

In the natural and applied sciences new knowledge often arrives in the wake of new instruments for measurement. Miniaturized digital sensors are such new instruments and, by using digital sensors the T&R winery has raised fermentation monitoring and control to a new level. Each of the fermentation tanks is equipped with sensors that were purpose-designed by a semiconductor producing firm whose CEO also is a winery owner. The sensors on a chip closely monitor fermentation and wirelessly transmit measurement data, e.g. data on must temperature and Brix, to the winery's computers and into the cloud. Moreover, a digital sensor has been developed that allows online monitoring of color and total phenolics during fermentation of red wine [SH14].

Color, mouth-feel, and astringency are important quality attributes of red wines. Color results from extracting during fermentation color pigments from the grape skins. Mouth-feel, astringency, and bitterness of a wine are closely related to the presence of phenolic compounds that are extracted during fermentation from grape skins and from grape seeds.

For phenolic measurements either chromatography or spectroscopy are usually used. Color measurements are usually made using spectroscopy. Both measurement methods require taking samples manually on a regular schedule, refrigerated sample storage, and taking the measurements sometime after sampling. The measurement intervals – not the sampling intervals - may be longer than pump-over intervals and pump-over may occur even after desired levels of color and phenolics extraction have been attained or exceeded.

To allow inline measurement of color and phenolics in real-time during an ongoing fermentation a sensor on a chip was built. The sensor consists of a quartz transmission flow cell, UV and visible light LEDs for light of different wavelengths, photodiodes, analog to digital converters, printed circuit board, microcontroller, power supply, graphical user interface and USB interface. In total, the sensor is composed of more than 30 elements, most of which are available from electronic equipment suppliers.

The sensor was used to measure the evolution of color and total phenolics during fermentation in the T&R winery's research fermenters of grapes of various varieties. Measurements taken by the sensor were compared with measurements taken conventionally and both types of measurements correlated highly, for color as well as for total phenolics.

4 Discussion

Monitoring data are valuable for fermentation management when the data can be processed by decision routines or heuristics that enable wine makers to better control fermentation. This suggests that fermentation monitoring data need to be combined with fermentation process models that in turn can be embedded into decision models or fermentation management heuristics. Neither process nor decision models exist at this time, but research on such models is under way. Moreover, both digital data capture and decision heuristics would have to be integrated into winery work flows to assure continued adoption. Finally, the cost of digital sensors, which are at present custom-made and priceless, would have to fall to a level where their use becomes economical. Given that digital sensors are a capital investment which incurs fixed costs, their use is more likely to be economical when they are imbedded in large fermentation tanks.

New technologies regularly incur revenge effects, which are “ironic unintended consequences of ... ingenuity” and which happen “because new structures, devices and organisms react with real people in real situations in ways we could not foresee” [TE97]. A typical revenge effect of new methods of measurement and quantification is the “McNamara fallacy”, that is the human tendency to attach more weight and attention to things that can be quantified than to things that cannot, but that may be more important. In wine production, where many wine attributes that determine the wine experience by a drinker cannot be measured, the consequences of this fallacy may be comparable to the fallacy of reducing female beauty to the measurements of bust, waist, and hip.

5 Closing remark

Still, beauty is in the eye of the beholder and wine is more a good than it is an art form. While no one set of measurements will ever capture the many dimensions of fine wine, this new tool will allow winemakers to more consistently produce wines of specific extraction levels. Like other advances in the science of winemaking, on-line measurement of color and phenolics should result in better wines at reduced prices, thus benefiting wine drinkers across the globe.

References

- [BO12] Boulton, R. B.; Singleton, V. L.; Bisson, L. F.; Kunkee, R. E: Principles and Practices of Winemaking. Springer Verlag, New York, 2012.
- [FL94] Flitsch, W: Wein. Springer Verlag, Berlin, 1994.
- [SH14] Shrake, N.L.; Amirtharajah, R.; Brennenman, C.; Boulton, R.: Knoesen, A: In-line measurement of color and total phenolics during red wine fermentation using a light-emitting diode sensor. American Journal of Enology and Viticulture, Published online before print October 2014.
- [TE97] Tenner, E: Why Things Bite Back. Vintage Books, New York, NY, 1997.

Landmodell: Ein semantisches 3D + t Datenmodell als Integrationsplattform zur Analyse der Agrarlandschaft und ihrer raumzeitlichen Veränderungsprozesse

Thomas Machl, Andreas Donaubauer, Thomas H. Kolbe

Lehrstuhl für Geoinformatik
Technische Universität München
Arcisstraße 21
80333 München

{thomas.machl, andreas.donaubauer, thomas.kolbe}@tum.de

Abstract: Der landwirtschaftliche Strukturwandel und nicht zuletzt auch die Ausweitung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe für die energetische Nutzung haben in den vergangenen Jahrzehnten zu einer deutlichen Veränderung der Agrarlandschaft beigetragen und diese nachhaltig geprägt. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die Forschungslinie '3D + t Landmodellierung' am Lehrstuhl für Geoinformatik der TU München mit der Entwicklung eines umfassenden und zunächst anwendungsneutralen Informationsmodells zur Abbildung der Agrarlandschaft als komplexes System interagierender und sich verändernder Elemente. Neben grundlegenden Objekten der Agrarlandschaft und deren Eigenschaften beschreibt das semantische Datenmodell auch Konzepte zur vollständigen Abbildung raum-zeitlicher Aspekte. Durch Kopplung des semantischen Datenmodells mit komplexen Analysemethoden dient das Datenmodell als interdisziplinäre Integrationsplattform zur umfassenden und tiefgreifenden Analyse der Agrarlandschaft.

1 Hintergrund und Zielstellung

Ziel der Forschungslinie '3D + t Landmodellierung' am Lehrstuhl für Geoinformatik der TU München ist die umfassende Abbildung der Agrarlandschaft als komplexes System interagierender und sich verändernder Elemente in einem konzeptuellen Datenmodell. Durch die klare semantische Definition von Objekten und Attributen sowie der Konformität zu bestehenden Standards der ISO 19100 Serie bietet das semantische Datenmodell eine solide, formal beschriebene und maschineninterpretierbare Grundlage für die Entwicklung komplexer Werkzeuge zur umfassenden und tiefgreifenden Analyse der Agrarlandschaft. In Anlehnung an den internationalen Standard CityGML [OGC12] bietet das semantische Datenmodell zudem die Möglichkeit zur semantischen Anreicherung bzw. anwendungsspezifischen Erweiterung über sog. Application Domain Extensions (ADEs). Klarer Fokus der Datenmodellierung liegt insbesondere auf einer vollständigen Integration der Dimension Zeit sowie der expliziten Abbildung raum-zeitlicher Veränderungen im konzeptuellen Datenmodell. Dadurch ist es möglich, sowohl die Zustände der

Objekte zu einem bestimmten Zeitpunkt abzubilden als auch Veränderungen über Epochen hinweg zu analysieren.

Eine wesentliche Kernidee besteht in der Kopplung des semantischen Datenmodells mit komplexen Analysemethoden (vgl. Abbildung 1). Dadurch ist es möglich, die während der jeweiligen Analyseprozesse gewonnenen Informationen zur semantischen Anreicherung der gemäß des Datenmodells erzeugten Objekte zu nutzen und entsprechend in die Datenbank als Integrationsplattform zurückzuführen. Die gewonnenen Ergebnisse stehen damit auf Ebene der betreffenden Objekte für weiterführende Analysen zur Verfügung.

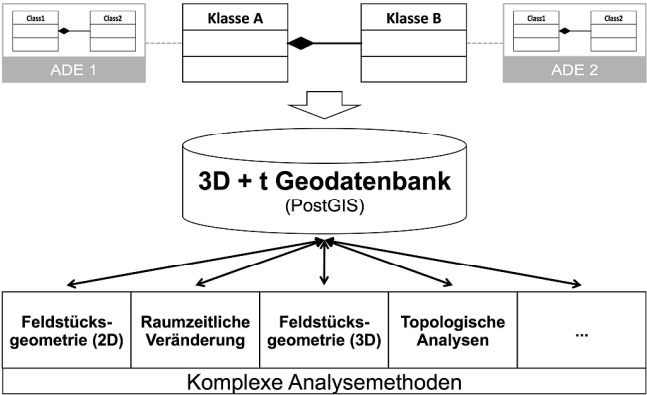


Abbildung 1: Kopplung von semantischem Datenmodell und komplexen Analysemethoden

Um ein hohes Maß an Interoperabilität zwischen Analysewerkzeugen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen, sowie Datenhaltungs-, Bereitstellungs- und Visualisierungskomponenten aus dem GIS-Bereich zu erlangen, wird das Datenmodell auf konzeptueller Ebene mit UML und unter Berücksichtigung der ISO 19100 Normenserie beschrieben. Gemäß des Model Driven Architecture Paradigmas [OMG03] können so aus dem konzeptuellen Modell z.B. Datenbankschemata und Datentransformate automatisch hergeleitet werden. Die Herstellung der Interoperabilität zwischen den beteiligten Komponenten erfordert dann lediglich eine Formatkonvertierung, eine aufwändige und möglicherweise verlustbehaftete Modelltransformation kann entfallen. Für die hier beschriebene Implementierung des konzeptuellen Modells wurde ein objektrelationales Datenbankschema gewählt.

2 Datengrundlagen und verwendete Software

Datengrundlage sind neben Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) und des Amtliches Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) insbesondere Auszüge des Land Parcel Identification Systems (LPIS) als Teil des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS). Die in jährlichen Zeitscheiben bereitgestellten LPIS-Daten enthalten neben der Geometrie der rund 1,9 Mio. Feldstücke in Bayern insbesondere auch umfangreiche Sachinformationen u.a. zu Bewirtschaftung und zu verschiedenen ökologischen Aspekten.

Die Implementierung des konzeptuellen Datenmodells erfolgt mithilfe des objektrelationalen Datenbankmanagementsystems PostgreSQL mit der Erweiterung PostGIS zur Verarbeitung und Speicherung raumbezogener Daten. Die Entwicklung der Analysewerkzeuge erfolgt sowohl datenbankseitig als auch zu großen Teilen mit der Software FME des Herstellers Safe Software Inc..

Im folgenden Abschnitt erfolgt exemplarisch die Vorstellung eines bereits entwickelten Werkzeugs zur arbeitswissenschaftlichen Analyse der Feldstückgeometrie.

3 Anwendungsbeispiel: Analysewerkzeuge zur arbeitswissenschaftlichen Beschreibung der Geometrie landwirtschaftlicher Parzellen

Mit der zunehmenden Verbreitung immer schlagkräftigerer Landtechnik haben sich auch die Ansprüche an bestehende Feldstrukturen gewandelt: neben der Größe landwirtschaftlicher Parzellen sind es insbesondere die Form sowie deren geometrische Eigenschaften (Länge, Breite, etc.), die für eine optimale Auslastung der Maschinen und damit für einen wirtschaftlichen Maschineneinsatz entscheidend sind. Bislang beschränkte sich die Beschreibung regionaler Feldstrukturen auf die Analyse von Feldstücks- bzw. Schlaggrößen, Angaben zu regional vorherrschenden Feldstücksformen und deren arbeitswissenschaftlich relevanten geometrischen Eigenschaften fehlten vollständig.

Vor diesem Hintergrund wurden basierend auf dem konzeptuellen Datenmodell Werkzeuge zur flächendeckenden Beschreibung und Klassifikation der Form landwirtschaftlicher Parzellen sowie zur Analyse arbeitswissenschaftlich relevanter geometrischer Parameter entwickelt. Die Klassifikation erfolgt hier mithilfe eines mehrstufigen indikatorbasierten Algorithmus (vgl. [MDAK13]).

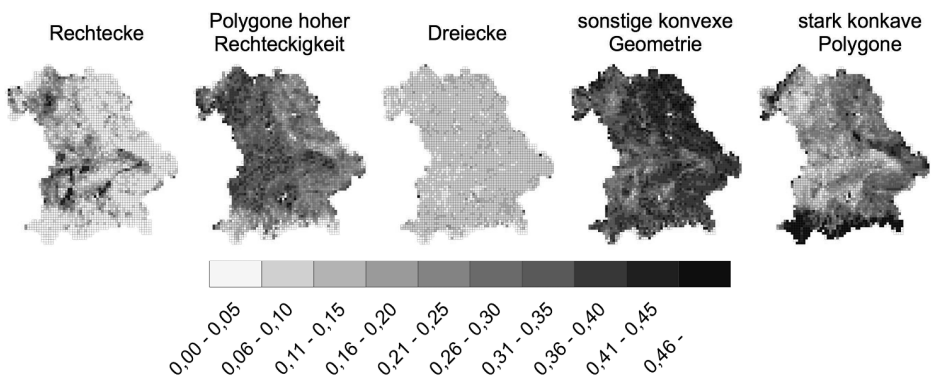


Abbildung 2: Regionale Anteile versch. Formklassen in Bayern (Aggregation auf 5-km Raster)

Die während des Analyseprozesses gewonnenen Informationen dienen zur semantischen Anreicherung der gemäß des konzeptuellen Datenmodells erzeugten Objekte und werden in die Datenbank zurückgeführt. Damit stehen alle Informationen zu Form und den o.g. arbeitswissenschaftlich relevanten Parametern auf Ebene der einzelnen Objekte (in die-

sem Fall Feldstücke) für weiterführende Analysen sowie für eine flächendeckende statistische Beschreibung und dynamische Aggregation zur Verfügung. Damit lassen sich beispielsweise regionale Anteile einzelner Formklassen sichtbar machen (Abbildung 2).

4 Fazit und Ausblick

Das in diesem Beitrag beschriebene semantische Datenmodell bildet den Kern eines (zunächst anwendungsneutralen) Informationsmodells für ein flächendeckendes Monitoring der Agrarlandschaft. Durch die Möglichkeit der anwendungsspezifischen Erweiterung sowie dem Konzept der Kopplung des konzeptuellen Datenmodells mit komplexen Analysemethoden und der damit einhergehenden semantischen Anreicherung des Datenmodells mit Analyseergebnissen bildet das semantische Datenmodell ein solides, formal beschriebenes und interdisziplinär nutzbares raum-zeitliches Informationsmodell für eine umfassende Analyse der Agrarlandschaft und ihrer Veränderungsprozesse. Im Gegensatz zu meist üblichen lokal und einmalig durchgeführten Untersuchungen erlaubt der beschriebene Ansatz ein fortlaufendes, (bayernweit) flächendeckendes und gleichzeitig hochaufgelöstes Monitoring.

Die derzeit auf Basis des Landmodells entwickelten bzw. in Entwicklung befindlichen Analysemethoden umfassen neben Werkzeugen zur flächendeckenden Beschreibung arbeitswissenschaftlich relevanter geometrischer Parameter der Feldstückgeometrie auch Werkzeuge zur Analyse von Fahrwegbeziehungen sowie Analysewerkzeuge zur Erkennung und Dokumentation der zeitlichen Veränderung einzelner Entitäten. Beispielhaft seien hier Aspekte wie die Zusammenlegung landwirtschaftlicher Parzellen zu größeren Bewirtschaftungseinheiten oder pflanzenbauliche Aspekte wie Fruchtfolgen genannt.

Dank

Die Finanzierung des Projekts '2D + t Landmodellierung' erfolgt durch die Verwaltung für Ländliche Entwicklung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung Landwirtschaft und Forsten. Weitere Projektpartner sind folgende Einrichtungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft: Abteilung Informations- und Wissensmanagement, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur sowie das Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz.

Literaturverzeichnis

- [MDAK13] Thomas Machl, Andreas Donaubaue, Hermann Auernhammer und Thomas H. Kolbe. Shape and Ergonomics: Methods for Analyzing Shape and Geometric Parameters of Agricultural Parcels. In EFITA-WCCA- CIGR Conference "Sustainable Agriculture through ICT Innovation. EFITA, WCCA, CIGR, Juni 2013.
- [OGC12] OGC. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard 2.0. Open Geospatial Consortium, 2012.
- [OMG03] OMG. MDA Guide Version 1.0, 2003.

KTBL-Planungsdaten auf dem Weg in die Zukunft – Bereitstellung über Linked Open Data

Daniel Martini, Esther Mietzsch, Mario Schmitz, Daniel Herzig, Günter Ladwig

Team Datenbanken und Wissenstechnologien
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49
64289 Darmstadt
d.martini@ktbl.de
e.mietzsch@ktbl.de
m.schmitz@ktbl.de
herzig@searchhaus.net
ladwig@searchhaus.net

Abstract: Das KTBL liefert Daten für die Planung landwirtschaftlicher Produktion – in der Vergangenheit in Büchern und Tabellenwerken, seit einigen Jahren aber auch in Webanwendungen. Nun wurden Dienste implementiert, die Daten nach den Prinzipien und technischen Methoden des Semantic Web und Linked Open Data bereitstellen. Das nun aufgesetzte Produktivsystem ersetzt den im Rahmen der letzten GIL-Jahrestagung präsentierten Prototypen. Daten und Dienste beschreiben sich selbst und ein Abruf in maschinenlesbaren Formaten im Sinne von Webservices ist möglich. Der Beitrag zeigt die genutzten Komponenten und geht auf die Erfahrungen ein, die in der Umsetzung gemacht wurden.

1 Zielsetzung

Das KTBL liefert seit Langem Daten für die Planung von Produktion, Arbeitsvorgängen und Investitionen für die Landwirtschaft. Seit einigen Jahren werden diese Daten auch in interaktiven Webanwendungen bereitgestellt. In letzter Zeit wurde jedoch von Datenkonsumenten zunehmend Bedarf nach flexiblen Auswertungsmöglichkeiten und Einbindung in externe Anwendungen (z. B. Farmmanagement-Informationssysteme) formuliert. Daher wurden Dienste implementiert, die Daten jetzt auch nach den Prinzipien und technischen Methoden des Semantic Web und Linked Open Data bereitstellen. Die verwendeten semantischen Technologien bieten für den Anwender einen komfortableren Zugriff mit individueller Zusammenstellung benötigter Daten. Außerdem liefern sie selbstbeschreibende Daten und Dienste durch Nutzung von Standardvokabularen und den Abruf in maschinenlesbaren Formaten über einen Webdienst, um eine Einbindung in weitere Applikationen zu ermöglichen. Durch die für Linked Open Data typische Zuweisung von URLs an Entitäten können die Daten schließlich weltweit mit anderen Datensätzen verknüpft werden.

Das nun aufgesetzte Produktivsystem ersetzt den im letzten Jahr im Rahmen der GIL-Tagung bereits präsentierten Prototypen und bietet eine Reihe von zusätzlichen Funktionalitäten [MKH14].

2 Aufbau des Systems

Abbildung 1 zeigt die grundlegende Architektur des gesamten Systems mit allen seinen Komponenten. Letztere erfüllen dabei jeweils eine spezielle Funktionalität und haben eine klar definierte, meist standardisierte Schnittstelle, sodass diese grundsätzlich gegen andere Implementationen austauschbar sind. Im Vorfeld wurde jedoch eine von der Firma SearchHaus erstellte Übersicht und Empfehlung zu am Markt befindlichen Werkzeugen, die die Kernanforderungen berücksichtigte, ausgewertet und verschiedene Zusammensetzungen von Komponenten erprobt. Betrachtet wurden dabei die Teilbereiche „Erstellung eines semantisch angereicherten Datenbankextrakts“, „Graphenorientierte Speicherung und SPARQL-Abfrageendpoint“ sowie „ReSTful http-Webservice zur Datenbereitstellung“.

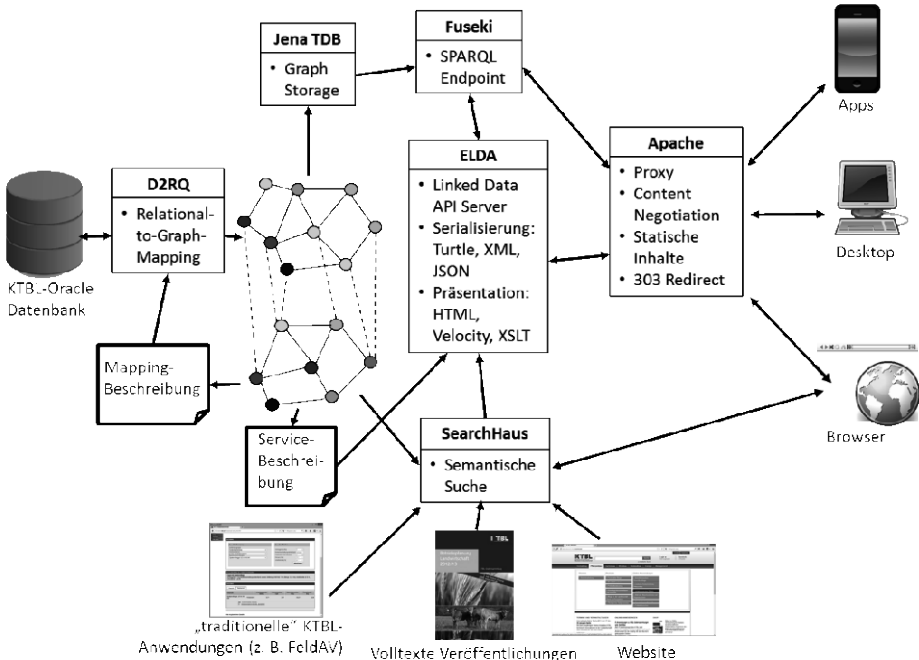


Abbildung 1: Architektur des Linked Open Data Services mit Suchserverkomponente

Grundlage des Linked Open Data Services sind die Daten aus der Oracle-Datenbank des KTBL, die auch für die interaktiven Online-Anwendungen genutzt werden. Aus diesen Daten wird mittels des Mappingwerkzeuges d2rq [DR14] eine in der Turtle-Syntax des

Ressource Description Framework (RDF, [CWL14]) abgebildete Graphenrepräsentation erstellt. Notwendig hierfür ist eine Mappingbeschreibung, die spezifiziert, wie Datenbanktabellen und -spalteninhalte in RDF-Klassen und -Eigenschaften zu überführen sind. Derzeit erfolgt anschließend eine automatisierte, skriptgesteuerte Nachbearbeitung mit gängigen UNIX-Textprocessing-Werkzeugen, die bestimmte Konstrukte ergänzen, die von d2rq nicht unterstützt werden. Die Klassen und Eigenschaften selbst werden in einer einfachen Ontologie ebenfalls in Turtle-Syntax beschrieben.

Sowohl der Datenbankdump als auch die Ontologie wird anschließend in einen sogenannten Triple-Store geladen, auf den der SPARQL-Server Apache Fuseki [Fu14] aufgesetzt. Die Abfragesprache SPARQL [HS13] ermöglicht das gezielte Auffinden von Knoten und Kanten im RDF-Graphen. Auch komplexe Abfragen, die in einem relationalen Datenbanksystem nur mit umfangreichen JOIN-Operationen oder über eine serielle Abarbeitung mehrerer Queries möglich wären, können hiermit einfach und effizient formuliert werden.

Um Daten jedoch auch im Sinne gängiger Prinzipien von Linked Open Data und über einfache URI-Aufrufe in ReSTful Webservices ohne die Notwendigkeit der Nutzung von SPARQL zugänglich zu machen, wurde hierauf eine weitere Serverkomponente aufgesetzt. Zum Einsatz kommt dabei ELDA (Epimorphics Linked Data API, [El14]), eine Implementierung der offenen Spezifikation des Linked Data API [El14]. Die Daten können hiermit in einer Reihe von Formaten, unter anderem auch in der bei Entwicklern derzeit beliebten Java Script Object Notation (JSON) [Br14], abgerufen werden. Für den interaktiven Aufruf über den Browser steht eine HTML-Ansicht zur Verfügung. Diese wird mit Hilfe des Apache Velocity Template Engines [Ve14] erzeugt und kann daher durch Erstellung entsprechender HTML-Vorlagen, die dann zur Laufzeit entsprechend befüllt werden, beliebig angepasst werden. ELDA selbst wird über eine ebenfalls in RDF abgebildete API-Spezifikation gesteuert, die beschreibt, welche Daten in welcher Form ausgeliefert werden sollen.

Zudem sind dieselben Daten über einen semantischen Suchserver, der von SearchHaus implementiert wurde, zugänglich. Dieser erlaubt die gezielte Suche nach Schlüsselwörtern. Zusätzlich kann er bestimmte Eigenschaften darstellen, die semantisch mit seinem Suchbegriff verknüpft sind, und spontan Verknüpfungen zwischen den Datensätzen folgen. Vorgeschaltet ist dem ganzen System ein Apache Webproxy, der für Funktionalitäten wie die bei ReSTful Webservices übliche Content Negotiation und bestimmte Redirects zuständig ist.

3 Ergebnisse und Ausblick

Die gewählte Zusammenstellung von Komponenten für die o. g. Teilbereiche „Datenbankextrakt“, „Graphenorientierte Speicherung“ und „Webservice“ spiegelt im Rahmen der gegebenen funktionalen Anforderungen und Rahmenbedingungen hinsichtlich Datenumfang, vorhandener Serverinfrastruktur, verfügbarer Ressourcen für Wartung und Pflege usw. derzeit die einfachste und effizienteste Lösung wider. Mittelfristig ist für die Datenbankextraktion jedoch geplant, auf das Werkzeug db2triples umzusteigen, da

dieses die vom W3C spezifizierte Standardsprache R2RML unterstützt und bestimmte im Datensatz notwendige Konstrukte – z. B. sogenannte language tags an Textfeldern, die über einen Tabellen-JOIN generiert werden oder blank nodes – ohne Zwischenschritte erzeugt werden können.

Mit überschaubarem Aufwand können auch große Datenmengen aus bestehenden relationalen Datenbanken semantisch aufbereitet und für Abfragen, Suchvorgänge und über Webdienste zugänglich gemacht werden, die bislang nur sehr umständlich umzusetzende Funktionalitäten und Auswertungen auf einfache Art und Weise ermöglichen. Zudem hat sich gezeigt, dass sich sämtliche Abläufe in der oben beschriebenen Architektur nahezu vollständig automatisieren lassen. Bei einer Ergänzung von Daten sind keinerlei Anpassungen an Serverkomponenten notwendig. Das Hinzufügen von weiteren Klassen und Eigenschaften erfordert lediglich das Einfügen einiger Zeilen in die Mappingbeschreibung für d2rq und in die API-Spezifikation für ELDA. Mittelfristig ist geplant, auch den letzteren Schritt weitgehend zu automatisieren. Zur Verfügung zu stellende Service-URLs können nämlich auch aus der zu den Daten gehörenden Ontologie bereits erkannt werden. Durch den Linked Open Data Service werden die KTBL-Daten so aufbereitet, dass Anwendungsentwickler sie direkt in ihre Applikationen einbinden können und Endnutzern neue und komfortable Suchen ermöglicht werden.

Literaturverzeichnis

- [Br14] Bray, T. (2014): The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format, RFC 7159. <https://tools.ietf.org/html/rfc7159>, aufgerufen am 12.11.2014.
- [CWL14] Cyganiak, R., Wood, D., Lanthaler, M. (2014): RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax. W3C Recommendation. <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>, aufgerufen am 20.11.2014.
- [DR14] The D2RQ Platform – Accessing Relational Databases as Virtual RDF Graphs. <http://d2rq.org/>, aufgerufen am 12.11.2014.
- [El14] Elda 1.3.0 An implementation of the linked-data API, Elda quickstart. <http://epimorphics.github.io/elda/docs/E1.3.0/index.html>, aufgerufen am 20.11.2014.
- [Fu14] Apache Jena - Fuseki: serving RDF data over HTTP. http://jena.apache.org/documentation/serving_data/, aufgerufen am 12.11.2014.
- [HS13] Harris, S., Seaborne, A. (2013): SPARQL 1.1 Query Language. W3C Recommendation. <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>, aufgerufen am 20.11.2014.
- [LD14] linked-data-api – API and formats to simplify use of linked data by web developers. <https://code.google.com/p/linked-data-api/wiki/Specification>, aufgerufen am 20.11.2014.
- [MKH14] Martini, D., Kunisch, M., Herzig, D., Ladwig, G. (2014): Planungsdaten schnell finden und einfach nutzen: Linked Open Data und semantische Suche im Einsatz für das KTBL-Datenangebot. In: Referate der 34. GIL-Jahrestagung; GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI); Bonn, 2014; S. 225-228.
- [Ve14] Apache Velocity User Guide. <http://velocity.apache.org/engine/releases/velocity-1.7-/user-guide.html>, aufgerufen am 20.11.2014.

Data-Mining zur Bestimmung von Makronährstoffen (P) auf Basis kleinräumig erhobener Variablen

Michael Marz, Peter Wagner, Thomas Chudy

Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Karl-Freiherr-von-Fritsch-Straße 4
06120 Halle (Saale)
michael.marz@landw.uni-halle.de

Abstract: Ausgehend vom kleinräumig erhobenen pH-Werten als Variable, sollen geeignete Methoden und Modelle des Data-Mining eruiert, angewandt und ggf. (weiter-)entwickelt werden, um die Makronährstoffe Phosphor und Kalium zu schätzen. Im Fokus dieses Beitrages stehen die Eingrenzung numerischer Modelle und Inputparameter, welche für weitere Schritte die bestmöglichen Ergebnisse zur Abschätzung von Phosphorgehalten im Boden versprechen. Die Untersuchungen zeigen, dass der Klassifizierungs- und Regressionsbaumknoten und das künstliche Neuronale Netz die geeignetsten Modelle sind, um die P-Gehalte im Boden anhand des pH-Wertes, der Bodenart (0-25cm) und des feldfruchtspezifischen Phosphorentzugs zu ermitteln.

1 Einleitung

Die kleinräumige Ermittlung von Phosphor (P)- und Kaliumgehalten (K) im Boden ist für eine effiziente Düngung von Schlägen relevant, um zum einen optimale Erträge erzielen und zum anderen möglichst ressourcenschonend wirtschaften zu können. Dauerversuche auf einem Testschlag verdeutlichen eine lokale Varianz zwischen 1,7 bis 25mg P/100g bzw. 4,5 bis 34,7mg K/100g Bodenprobe. Eine üblicherweise gleichmäßige Düngung orientiert sich nicht am realen Nährstoffbedarf: Das Ertragspotential wird nicht ausgeschöpft bzw. Dünger wird verschwendet und belastet die Umwelt. Gängige Methoden zur Bestimmung eines kleinräumigen Düngebedarfs dieser Makronährstoffe stützen sich auf eine Probennahme vor Ort und eine anschließende Laboranalyse [TH12]. Diese arbeits- und kostenintensiven Verfahren könnten dahingehend sowohl in wirtschaftlicher Hinsicht als auch in der räumlichen Auflösung verbessert werden, indem die Analyse sensorgestützt vor Ort zum Zeitpunkt der Befahrung bzw. Begehung erfolgt. Praxisrelevante Lösungsansätze zur vor-Ort-Analytik von P und K, wie es bei anderen für den Ackerbau relevanten Parametern möglich ist, existieren jedoch noch nicht. Die vorgestellte Arbeit gliedert sich ein in ein Projekt zur Entwicklung eines robusten Messsystems zur vor-Ort-Analytik des pH-Werts direkt bei der Bodenprobenahme im teilflächenbezogenen Ackerbau. Ausgehend vom kleinräumig erhobenen pH-Wert als Variable sowie weiteren parametrisierten statischen Größen und dynamischen Prozessen, sollen

geeignete Methoden und Modelle des Data-Mining eruiert, angewandt und ggf. (weiter-) entwickelt werden, um die Makronährstoffe P/K zu schätzen. Im Fokus dieses Beitrages zum Zeitpunkt der initialen Projektphase stehen die Eingrenzung numerischer Modelle und Inputparameter, welche für weitere Schritte die bestmöglichen Ergebnisse zur Abschätzung von Phosphorgehalten im Boden versprechen.

2 Methoden

Der hier vorgestellte Arbeitsablauf (Abbildung 1) der initialen Projektphase beschreibt die Schritte einer Vorauswahl relevanter Eingangsparameter sowie numerischer Modelle bei der eine bestmögliche Abschätzung von Phosphorgehalten im Boden zu erwarten ist. Mit den gewonnenen Erkenntnissen wird eine Grundlage für eine umfangreichere sowie detailliertere Untersuchung geschaffen.

Die Basis für alle Versuche der initialen Projektphase ist ein 64 Hektar großer Schlag bei Görzig in Sachsen-Anhalt. Für dieses Feld existieren im Rahmen des Monitorings jährliche Messungen der Parameter pflanzenverfügbarer Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und pH an 46 (bis 2010) bzw. 45 (ab 2011) Probenahmepunkten. Für die gleichen Messgrößen stehen Daten von kleinräumigen Messungen mit 1079 (2007), 314 (2011) und 508 (August 2011) Probenahmen zur Verfügung. Die verwendeten Eingangsdaten werden in Primär- und Sekundärparameter gegliedert. Die Primärparameter P und pH werden als projektrelevante Größen immer berücksichtigt. Als Sekundärparameter werden Eingangsgrößen klassifiziert, die laut Literatur eine besondere Gewichtung bei der Verfügbarkeit von Phosphor aufweisen, jedoch bei der Modellierung wechselnd inkludiert werden. Diese umfassen Bodencharakteristika (Bodenart- und typ) aller Horizonte als Mischwert bzw. nur die des Oberbodens (0 – 25cm), scheinbare elektrische Leitfähigkeit (ECa) sowie natürliche Bedingungen die in der allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) zusammengefasst bzw. auch in den einzelnen Faktoren (Regenerositätsfaktor - R, Bodenerodierbarkeitsfaktor - K, Hanglängen- und Hangneigungsfaktor - LS) ausgedrückt werden. Die Ergebnisfindung orientiert sich an der (räumlichen) Datenstruktur der Punkteingangsdaten der Primärparameter. Darüber hinaus unterscheiden sich die gewählten Sekundärparameter in ihrer räumlichen Auflösung und Verortung der Ausgangsinformationen. In der Konsequenz werden für eine Kongruenz zum Primärinput die Werte der Sekundärparameter durch Spline-Interpolation räumlich angeglichen. Die numerische Modellierung hat die Erklärung der Zielgröße P anhand verschiedener Eingangsgrößen bzw. Inputparameter zum Ziel. Eine zu Beginn ergebnisoffene Auswahl verschiedener numerischer Modelle soll dabei helfen, den besten Lösungsansatz zu identifizieren. Nach ihrer Eignung getestet werden künstliche neuronale Netze (KNN) [Ro93], Klassifikations- und Regressionsmethoden der Support Vector Machines (SVM) sowie k-Nearest-Neighbor (k-NN), einfache (lineare) Regressionsanalysen sowie darüber hinaus entscheidungsbaumbasierende Algorithmen Chi-square Automatic Interaction Detectors (CHAID) und ein Klassifizierungs- und Regressionsbaumknoten (C&R - Classification & Regression) [Lo11]. Die Ergebnisgüte wird anhand des Bestimmtheitsmaßes zwischen der Zielgröße P und des modellierten Parameters $\hat{P}$ bestimmt.

Beginnend (Abbildung 1) mit einer (1) explorativen Gesamtdatenanalyse werden je Datensatz alle Primär- und Sekundärparameter bei einer numerischen Modellierung von P-Gehalten berücksichtigt. Im Vordergrund steht die Selektion der Parameter hinzu einem Minimalinput für geeignete Modelle. Im Anschluss (2) erfolgt eine detaillierte kleinräumige Evaluierung mit dem Ziel der Auswahl geeigneter Modelle unter einer möglichst praxisnahen Ausgangssituation. Diesbezüglich werden weitere, jedoch in der Datenbasis noch nicht jährlich verfügbare Parameter der ECa sowie des feldfruchtspezifischen P-Entzugs (fPe) in numerische Modelle überführt. Darüber hinaus erfolgt die Evaluierung unter dem Gesichtspunkt der Modellstabilität. Nach der Feststellung, welche Inputparameter und numerische Modelle bestmögliche Ergebnisse erreichen können, werden (3) exemplarische Evaluierungen zur Abschätzungsgenauigkeit durchgeführt. Die gewählten Modelle werden zunächst mit Werten eines Ausgangsjahres trainiert. Im Anschluss erfolgt eine Abschätzung der Ziel- bzw. Kontrollgröße P mit Daten eines Folgejahres. Mit einer Korrelation zwischen realen und modellierten Zielgrößen kann eine erste Aussage über die Modellgüte getroffen werden.

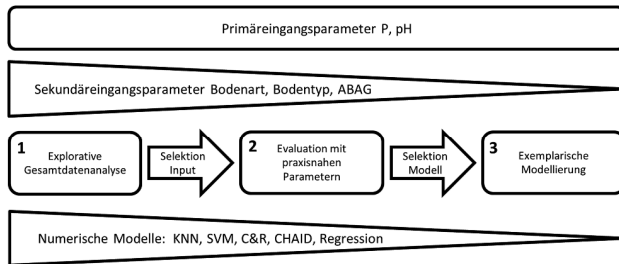


Abbildung 1: Arbeitsablauf – Selektive Wahl von Inputparametern und numerischen Modellen

3 Ergebnisse

In der explorativen Gesamtanalyse wurden verschiedene Datensätze (nach Jahr) des Monitoring und der Großuntersuchungen mit den zugehörigen Primär- sowie variierende Sekundärparameter einbezogen. Es hat sich gezeigt, dass für die Abschätzung des P-Gehaltes unter Einbezug des pH-Wertes hohe Bestimmtheitsmaße erreicht werden können, wenn als Sekundärparameter mindestens Bodencharakteristika des Oberbodens (0 bis 25cm) berücksichtigt werden. Dies inkludiert die Bodenart als nominale Kategorie sowie die prozentuale Korngrößenverteilung (Ton, Schluff, Sand). Das im Vergleich höchste Bestimmtheitsmaß für einen Datensatz unterscheidet sich nicht nennenswert und steht in keinem erkennbaren Zusammenhang zu weiteren Sekundärparametern. Bei der Gegenüberstellung der Datensätze des Monitoring beträgt das jeweils höchste Bestimmtheitsmaß $r^2 \geq 0,901$ (CHAID). Im Vergleich erreichen die numerischen Modelle mit den Datensätzen der Großuntersuchungen Bestimmtheitsmaße von $r^2 \geq 0,755$ (k-NN). Die im Anschluss erfolgte detaillierte kleinräumige Evaluierung identifiziert bestmöglich geeignete Modelle unter Einbezug des zuvor ermittelten Minimalinputs und zusätzlich praxisrelevanter Parameter der ECa und des fPe. Werden bei den Monitoring-datasets die ECa und der fPe in der Analyse berücksichtigt, so erreicht der C&R-

Baum ein Bestimmtheitsmaß von 0,976 und das KNN als zweitbestes Modell 0,962. Ein Ausschluss der ECa führt zu keiner signifikanten Veränderung. Das KNN erreicht beim Datensatz der Großuntersuchungen mit Abstand das beste Ergebnis ($r^2=0,835$). An zweiter Stelle ist CHAID ($r^2 = 0,709$) zu nennen. Ohne Berücksichtigung der ECa sinkt das Bestimmtheitsmaß des KNN auf 0,792. In beiden Fällen erhöht die Inkludierung des fPe das Bestimmtheitsmaß. Dies ist plausibel, da die P-Gehalte im Boden u.a. von der Entnahme durch die Feldfrüchte beeinflusst werden. Die Untersuchungen ergeben, dass der C&R-Baum und KNN die geeignetsten Modelle sind, um die P-Gehalte im Boden anhand des pH-Wertes, der Bodenart und des fPe zu ermitteln. Darauf aufbauend wurden zwei Tests zwischen unterschiedlichen Jahren durchgeführt: Die mit den Eingangsdaten des Monitoring aus dem Jahr 2008 trainierten Modelle erreichen für das Evaluierungsjahr 2010 die Bestimmtheitsmaße 0,717 (KNN) sowie 0,855 (C&R). Die zweite Evaluierung basiert auf zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Datensätzen zwischen 2011 und 2012. Hierbei bildet das zuvor bessere Modell C&R-Baum die P-Gehalte wesentlich schlechter ab ($r^2=0,233$). Im Vergleich ist das KNN das bessere Modell ($r^2=0,698$).

4 Diskussion und Ausblick

Der Vergleich der Bestimmtheitsmaße aus den vorangegangenen Untersuchungen zwischen den Datensätzen der Monitoringpunkte und Großuntersuchungen deutet darauf hin, dass eine Maßstababhängigkeit zwischen Eingangsdaten (P-Gehalt, pH) in Bezug auf die Sekundärdaten (Bodenart) besteht. Eine Interpolation von Punktdaten, um eine räumliche Anpassung zu erreichen, wirkt sich scheinbar nicht positiv auf die Ergebnisse aus. Die Untersuchungen zeigten, dass der Klassifizierungs- und Regressionsbaumknoten und das künstliche Neuronale Netz die geeignetsten Modelle sind, um die P-Gehalte im Boden anhand des pH-Wertes, der Bodenart (0-25cm) und des feldfruchtspezifischen Phosphorentzugs zu ermitteln. In zukünftigen Projektschritten ist die Betrachtung räumlicher Zusammenhänge und eine Untersuchung der Struktur der Eingangsdaten besonders wichtig, um Fehlerquellen der Modellierung bestmöglich ausschließen zu können. Ein genereller Ausschluss von Fehlerquellen ist nicht möglich, da bereits die Datensammlung (Feldbeprobung, Laboranalyse) eine gewisse Ergebnisstreuung aufzeigt. Des Weiteren ist im Rahmen der Raum- und Datenanalyse eine konditionsgesteuerte Wahl von numerischen Modellen denkbar.

Literaturverzeichnis

- [Lo11] Loh, W.-Y.: Classification and regression trees. In Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 2011, 1; S. 14–23.
- [Ro93] Rojas, R.: Theorie der neuronalen Netze. Eine systematische Einführung. Springer-Verlag, Berlin, New York, 1993.
- [TH12] Thun, R.; Hoffmann, G.: Die Untersuchung von Böden. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2012.

Analyse von Einflussfaktoren auf Befahrungsstrategien im Feld

Michael Mederle, Valentin Heizinger, Heinz Bernhardt

Technische Universität München
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
Am Staudengarten 2
85354 Freising
michael.mederle@wzw.tum.de

Abstract: Die landwirtschaftliche Transportlogistik zum und vom Feld hat in den letzten Jahren merklich an Bedeutung gewonnen. Auch für die Navigation auf den Schlägen gibt es erste Ansätze. Der dabei entscheidende Punkt ist die Systematik, nach der auf der Fläche navigiert werden soll und auf welchen Faktoren diese beruht. Aktuell arbeiten die meisten Betriebe entlang der Feldgrenzen von außen nach innen. Dies soll in der Untersuchung hinterfragt werden. In verschiedenen Regionen Deutschlands und in Kanada werden auf Betrieben unterschiedlicher Größen Flächenbefahrungsmuster bei der Getreideernte und bei anderen Arbeitsschritten mittels GNSS-Datenloggern erfasst. Die Analyse umfasst sämtliche Arbeits-, Ernte-, Überlade- und Transportfahrzeuge und soll Erkenntnisse bezüglich Fahrstrecken, Wendevorgängen und Arbeitszeiten liefern. Darüber hinaus werden Landwirte zu den Gründen ihrer Befahrungsstrategien befragt. Auf Grundlage dieser Datenbasis sollen Rückschlüsse auf die verschiedenen Einflussfaktoren für bestimmte Befahrungsmuster gewonnen werden. Anschließend werden diese Erkenntnisse in Kombination mit ihrer jeweiligen Einflussgröße als Entscheidungskriterien in ein Navigationstool integriert, wodurch sich die Infield-Logistik für sämtliche Arbeitsschritte optimieren lässt.

1 Einleitung

Das Logistikaufkommen in der modernen Landwirtschaft steigt seit geraumer Zeit enorm an. Bedingt ist dies einerseits durch wachsende Betriebe, deren Feld-Hof-Entfernungen kontinuierlich zunehmen. Darüber hinaus erfordern aber auch neue Betriebszweige wie z.B. die Biogaserzeugung stetig steigende Substrattransporte jeglicher Art [BE13].

Von besonderer Bedeutung ist dabei die optimale Auslastung sämtlicher eingesetzter Maschinen, gerade vor dem Hintergrund nicht vorhersehbarer Witterungseinflüsse. Je mehr Maschinen in verschiedenen Prozessketten miteinander interagieren, desto größer ist auch das mögliche Optimierungspotential der dahinterstehenden Logistik [SHB14]. Diverse Softwarelösungen wirken bereits unterstützend bei der Planung und Einteilung

komplexer Arbeitsabläufe in der Landwirtschaft. Ganze Prozessketten werden simuliert, auf Effizienz untersucht und schließlich theoretisch optimiert. Die bisherige Forschung auf diesem Gebiet befasst sich v.a. mit der Logistik auf öffentlichen Straßen sowie Wirtschafts- und Feldwegen bis zum Feldrand.

Um das Potential leistungsfähigerer Maschinen voll ausschöpfen zu können, wird eine exakte Prozessorganisation zukünftig immer wichtiger. Dabei bietet neben der Navigation zum Feld auch die Navigation auf dem Feld bedeutende Effizienzreserven, die es zu erschließen gilt. Die Infield-Logistik rückt v.a. dann in den Fokus, wenn mehrere Maschinen auf einem Schlag tätig sind und es darum geht, optimal aufeinander abgestimmt zu sein.

2 Erläuterung des Forschungsvorhabens

Bei der Navigation auf öffentlichen Straßen und Wirtschaftswegen handelt es sich um reine Linienlogistik, bei der der anzufahrende Schlag den definierten Zielpunkt darstellt. Im Gegensatz dazu versteht sich die Infield-Logistik als Flächenlogistik. Der Landwirt kann eine unendliche Anzahl möglicher Spuren zur Bearbeitung seines Schlages wählen, aber nur ein gewisser Teil davon ist auch realistisch. Die Systematik, nach der Flächen abgearbeitet werden, beruht auf diversen Einflussfaktoren, die wissenschaftlich kaum erforscht sind. Die Gründe für die gewählten Befahrungsstrategien sollen im geplanten Forschungsvorhaben aufgedeckt, analysiert und bewertet werden.

2.1 Beispielszenarien

Die drei Szenarien in Abbildung 1 zeigen einen rechteckigen Schlag, der rechts und links mit Feldwegen, sowie oben und unten mit benachbarten Äckern umgeben ist. Arbeitsgänge, welche keine direkte Zu- oder Abfuhrlogistik benötigen, z.B. die Bodenbearbeitung, werden i.d.R. in langen Zügen durchgeführt, um Wendezeiten zu reduzieren (Szenario A). Die Feldwege und die benachbarten Flächen haben keinen Einfluss. Bei Gülle- oder Pflanzenschutzapplikationen muss das ausbringende Fahrzeug immer wieder an einen bestimmten Punkt am Feldrand kommen, um wieder aufzufüllen, bzw. den Schlag verlassen, um Gülle oder Spritzbrühe vom Hof zu holen. Wirtschaftswege oder andere schlagbegrenzende Elemente beeinflussen somit die Befahrungsstrategie und führen dazu, dass durchaus kürzere Spurlängen akzeptiert werden. Üblicherweise dominiert dieser Einfluss jedoch so stark, dass auch die Bodenbearbeitung eher in den kurzen Zügen durchgeführt wird. Die Systematik, nach welcher der Beispielschlag aus Abbildung 1 in puncto Pflanzenschutz oder Gülleausbringung abgearbeitet wird, hängt des Weiteren von Faktoren wie Applikationsmenge, Arbeitsbreite, Behältervolumen oder Bestandsaufwuchs ab. Verringert man bei der Gülleausbringung die Arbeitsbreite (z.B. bei der Applikation auf dem abgeernteten Stoppel), so kann eine längere Fahrspur gedüngt werden. Es sind keine weiteren Wendevorgänge im Feld nötig, sodass der Traktor mit dem leeren Güllefass den Schlag unmittelbar verlassen kann (Szenario B). Ist die Arbeitsbreite dagegen im wachsenden Bestand über Fahrgassen vorgegeben, reicht ein Fass möglicherweise nur zu zwei Dritteln (Fass 1 und 2 sowie Fass 4 und 5) und die gleiche Spur

muss noch einmal von der anderen Seite befahren werden (Fass 3 und 6), es sei denn, der Landwirt akzeptiert eine dementsprechend geringere Ausbringungsmenge pro Hektar (Szenario C).

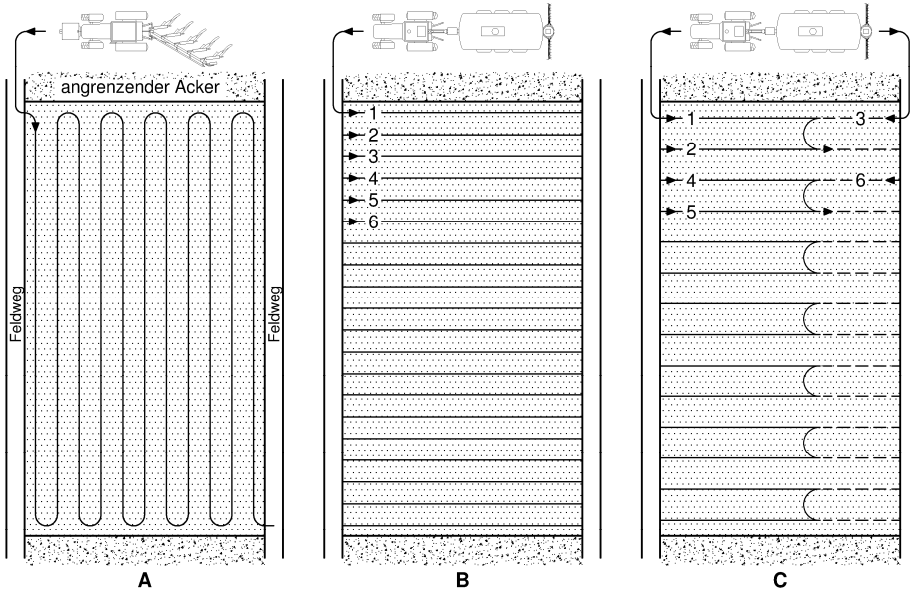


Abbildung 1: Unterschiedliche Befahrungsstrategien in Abhängigkeit verschiedener Arbeitsgänge

2.2 Geplante Methodik

Im ersten Schritt werden mittels GNSS Datenlogger Flächenbefahrungsmuster mehrerer Betriebe in verschiedenen Regionen Deutschlands aufgezeichnet und so die Ist-Situation analysiert. Diese Datenbasis soll dazu dienen, mögliche Einflussfaktoren auf Befahrungsstrategien in verschiedenen Kulturen (u.a. Getreide, Mais, Zuckerrüben), sowie bei allen Arbeitsschritten von der Bodenbearbeitung, über die Aussaat und die Bestandesführung bis hin zur Ernte aufzudecken und das Ausmaß ihres Einflusses zu quantifizieren. Abbildung 2 zeigt dies exemplarisch anhand der Getreideernte. Erfasst wurden dabei zwei Mähdrescher (schwarze und graue Fahrspuren) sowie ein Überladewagen (weiße Spur), welche im Anschluss auf Fahrspuren, Prozess- und Stillstandszeiten, sowie Interaktionen untereinander untersucht werden.

Der zweite Teil des Forschungsvorhabens beinhaltet eine Befragung von Betriebsleitern unterschiedlichster landwirtschaftlicher Strukturen und Voraussetzungen. Wiederum sollen die Ist-Situationen erfasst und analysiert werden. Weiterführend werden aber auch definierte Beispielszenarien abgearbeitet, um zu untersuchen, wie unterschiedliche Betriebsleiter bestimmte Sachverhalte bewerten und welche Strategien sie daraus ableiten.

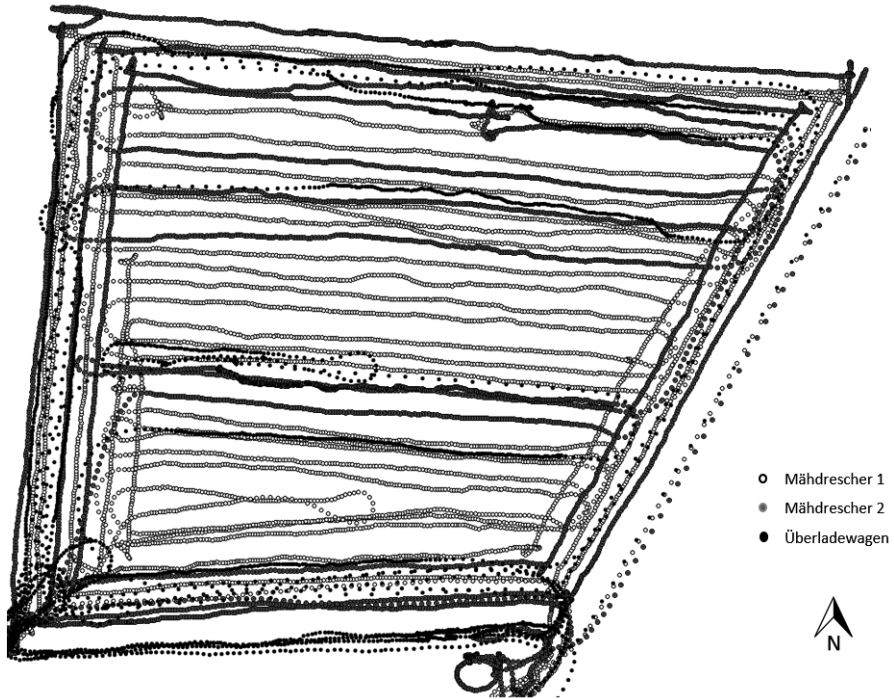


Abbildung 2: Mittels GNSS aufgezeichnete Fahrspuren in der Getreideernte

2.3 Erste Ergebnisse und Ausblick

Erste Auswertungen der aufgezeichneten Daten in der Getreideernte zeigen, dass Entscheidungsfaktoren für bestimmte Befahrungsstrategien grundsätzlich in zwei Kategorien eingeteilt werden können. Einerseits gibt es Einflüsse, die nicht veränderbar sind, wozu u.a. Schlaggeometrie, Zufahrtsmöglichkeiten oder verschiedene Landschaftselemente zählen. Auf der anderen Seite stehen „weiche“ Faktoren, wie z.B. Witterungseinflüsse, mehrere Sorten auf einem Schlag oder auch unterschiedliche Fähigkeiten der Maschinenführer. Genauere Analysen hierzu werden in folgenden Publikationen behandelt.

Literaturverzeichnis

- [BE13] Bernhardt, Heinz; Engelhardt, Dirk: Logistik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014, S. 1-9.
- [SHB14] Streicher, Gabriel; Heizinger, Valentin; Heinz, Bernhardt: Optimierungsansätze der Infield-Logistik im Mähdruschprozess. In: Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (Hrsg.): 19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium des VDI-MEG Arbeitskreises Arbeitswissenschaften im Landbau, 2014, S. 146-157.

Datenmanagement für Ultra-High-Precision-Phenotyping in Feldversuchen

Kim Möller, Arno Ruckelshausen

Competence Center of Applied Agricultural Engineering (COALA)

Hochschule Osnabrück

Albrechtstraße 30

49076 Osnabrück

K.Moeller@hs-osnabrueck.de

A.Ruckelshausen@hs-osnabrueck.de

Abstract: Diese Arbeit stellt die Realisierung eines Datenmanagements für Multi-Sensor-Phänotypisierungs-Plattformen vor. Mit der vorgestellten Form der Datenaufnahme, einem hochauflösendem Drehgeber und entsprechenden Auswertungstools auf Basis von Matlab ist es möglich, orts- und zeitdiskrete Sensor- und Datenfusionen in einem Bereich von wenigen Millimetern umzusetzen und damit die Datenbasis zur Bestimmung von Pflanzenparametern bereitzustellen.

1 Einleitung

Bei der Entwicklung von feldbasierten Multisensor-Phänotypisierungssystemen für Getreideparzellen und Reihenkulturen stellt das Datenmanagement eine Schlüsselkomponente für die Ermittlung von Pflanzenparametern dar. Eine Abspeicherung von hochgenauen Zeit- und Ortsinformationen zu den Daten bildet dabei die Grundlage für die Sensor- und Datenfusion im Bereich von wenigen Millimetern sowie das Wiederfinden einzelner Pflanzen in Reihenkulturen (z.B. Mais) zu mehreren Messzeitpunkten. In einem Multi-Sensor-System gibt es dabei mehrere Herausforderungen: Verschiedene – überwiegend bildgebende – Sensoren haben sowohl unterschiedlichen Datenraten als auch unterschiedlich große Datenpakete („Frames“). Die Daten von allen Systemen müssen zeitgleich aufgenommen werden, sind räumlich versetzt angeordnet und haben häufig unterschiedliche Schnittstellen. Es werden, je nach Anzahl und Art der Sensorsysteme, mehrere Rechnersysteme benötigt, die entsprechend synchronisiert werden müssen. Die gesamten Messdaten müssen den Pflanzenreihen oder Versuchspartzen eindeutig zugeordnet werden. Die hochaufgelöste räumliche und zeitliche Zuordnung wird dadurch realisiert, dass jedes Datenpaket eines einzelnen Sensors in präzise Zeit- und Ortsinformationen eingebettet werden kann, wodurch alle Sensoren mit einer Genauigkeit von wenigen Millimetern exakt auf den gleichen Ort im Feld zurückgeführt werden können.

2 Systemaufbau

Ein System das die o.g. Voraussetzungen erfüllt wird seit 2009 entwickelt. Es wurde erstmals in den Forschungsprojekten *BoniRob* [Wu12] und *BreedVision* [Bu13] eingesetzt und im aktuellen Projekt *predbreed* weiterentwickelt. Die Grundlage für das Aufnahmesystem bildet die selbstentwickelte Software *BSystem*, die auf einem Industrie-PC installiert ist und Datensätze, der an das System angeschlossenen Sensoren, empfängt und in eine MySQL-Datenbank schreibt. Die Nutzung eines Datenbankservers hat verschiedene Vorteile gegenüber einer rein filebasierten Speicherung: Besonders hervorzuheben sind Geschwindigkeitsvorteile beim Schreiben, Lesen und Auffinden bestimmter Datensätze, Unabhängigkeit bei der Wahl von Betriebssystem und Programmiersprache sowie der einfache Zugriff von mehreren Arbeitsplätzen auf dieselben Daten. Für eine spätere orts- und zeitdiskrete Datenzusammenführung ist eine systemweit gleiche Zeit (im ms-Bereich) notwendig, die mit einem standardisierten Zeitserver per Network Time Protocol (NTP) realisiert wird.

Die Sensoren können über vielfältige Schnittstellen in das System integriert sein:

- Direkt an dem PC angeschlossen (USB, seriell), z.B. GPS-Empfänger, Webcam.
- Per Ethernet über ein Entwicklungsboard oder Router an denen mehrere Sensoren angeschlossen sein können. Auf den Systemen läuft eine Software, die die Rohdaten der angeschlossenen Sensoren mit einem Zeit- (und Orts-) Stempel labelt und per Ethernet an den PC weiterleitet. Die Anschlüsse der Sensoren reichen dabei von Analogausgängen, RS232- und RS485-Schnittstellen über Ethernet-basierte Datenschnittstellen. Die Sensoren sind z.B. Triangulationssensoren, Lichtgitter, 3D-Kameras und RTK-GPS Systeme.
- Direkt per lokalem Ethernet-Anschluss für Sensoren mit hohen Datenraten, i.d.R bildgebende Systeme (Kameras) mit dem GigE-Vision-Standard.
- Per EtherCAT, ein von der Firma Beckhoff Automation initiiertes Echtzeit Ethernet, an dem über sog. „Klemmen“ Sensoren mit verschiedenen Schnittstellen angeschlossen werden können. Dieses System löst die o.g. Entwicklungsboards ab und bietet einen zuverlässigen Industriestandard.
- Über einen weiteren Industrie-PC an dem Sensoren direkt angeschlossen sind. Ein weiterer PC kann notwendig sein wenn in dem Aufnahmesystem mehrere bildgebende Sensoren integriert sind und die Kapazität eines Rechners nicht mehr ausreichend ist. Das sog. *Slave*-System empfängt Steuersignale von einem *Master*-System und speichert die Sensordaten auf einem (weiteren) lokalen MySQL-Server, die anschließend auf einem zentralen Server zusammengefügt werden.

3 Datenablage

Die Daten des Sensorsystems werden wie oben beschrieben, in einer oder mehrerer Datenbanken gespeichert. Der Aufbau der Datenbank sieht wie in Abbildung 1 dargestellt

aus. Für die Konfiguration des Systems sind Basistabellen angelegt, wie Messdatentyp, angeschlossene Sensoren, in der u.a. die Befestigungscoordinate und Blickrichtung gespeichert werden, sowie bei Bedarf Konfigurationstabellen für die Sensoren in der weitere benutzerdefinierte Daten (z.B. Brennweite einer Kameralinse) abgelegt werden können. Eine weitere Tabelle speichert Einträge der Messungen (Rowmarker) mit einer lfd. Nummer sowie Start- und Endzeitpunkt um die Aufnahmedaten später einer bestimmten Messung zuordnen zu können. Für die Datenspeicherung wird für jeden Sensor eine eigene Tabelle angelegt deren Aufbau sehr ähnlich ist. Neben einer laufenden ID gibt es eine Spalte für den Zeitpunkt der Messung und der Aufnahmedauer, bei Bedarf (s.u.) einen Ortsstempel und Distanz die bei der Aufnahme zurückgelegt wurde und den bzw. die Aufnahmewert(e). Dabei kann es sich um die Rohdaten eines Sensors handeln oder auch ein Verweis auf eine Datei (z.B. Bild- oder Videodatei). Die Aufnahmedaten von verteilten Systemen werden auf einem zentralen MySQL-Server nach der Messung wieder zusammengefügt.

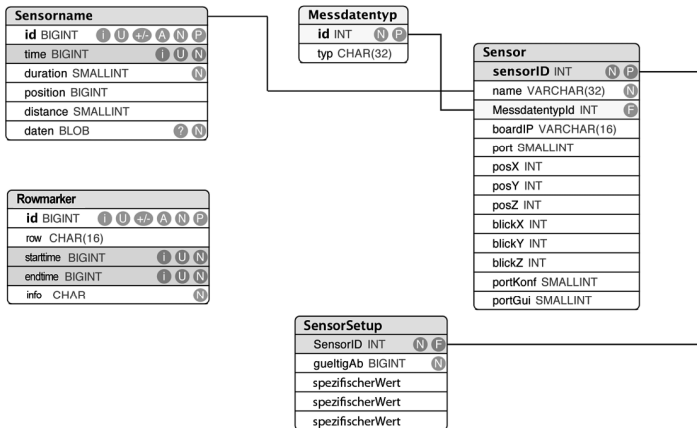


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Datenbank

4 Sensor- und Datenfusion

Für eine Sensor- bzw. Datenfusionen im Bereich weniger Millimeter ist es notwendig einen *Hilfssensor* einzusetzen der die zurückgelegte Wegstrecke möglichst genau abbildet. Hierzu wird ein Drehgeber verwendet, der an einem oder mehreren möglichst nicht angetriebenen Rädern einer Sensorplattform befestigt wird und eine Auflösung von ca. 1mm hat. Für die Speicherung der Drehgeberwerte gibt es zwei unterschiedliche Konzepte die jedoch zum gleichen Ergebnis führen. Bei der ersten Möglichkeit wird der Drehgeberwert direkt mit zu dem Datensatz eines Sensors gespeichert, bei der zweiten Möglichkeit werden die Drehgeberwerte mit einem Zeitstempel in einer eigenen Tabelle gespeichert. Die Kombination von Zeit und Weg ist somit etwas aufwändiger, jedoch im Sinne der Datenhaltung konsistenter da die Daten nicht mehrmals abgelegt werden.

Damit lassen sich in Kombination von Zeit, Drehgeberwert und der Sensorbefestigungspunkte mit „Blickrichtung“ des Sensors, verschiedene Sensoren bzw. Daten auf einem Bereich von wenigen Millimetern fusionieren [Mi07].

5 Anwendung

Für das Auslesen und (Weiter-)Verarbeiten der Daten gibt es vielfältige Möglichkeiten. Aufgrund der Komplexität der Phänotypisierungsdaten wurde ein umfangreiches und für neue Sensoren und Auswertungsmethoden erweiterbares Tool auf Matlab-Basis geschrieben. Mit diesem Werkzeug wurden Möglichkeiten zur Multisensor-Datenfusionen mit der Phänotypisierungsplattform *BreedVision* in Getreide [Bu13] und der autonomen Feldroboterplattform *BoniRob* in Mais [Wu12] geschaffen und angewendet.

Eine Sensordatenfusion und statistische Datenfusion wurden im Forschungsprojekt *BreedVision* realisiert [Bu13]. Mit der Fusion dreier Sensoren (Triangulationssensor und zwei Lichtgittern) wird die Höhe von Getreide bestimmt. Durch die Kombination mehrerer Sensorwerte (Höhe, mittlere Eindringtiefe (Triangulationssensor), Flächenbelegung der Lichtgitter und der Feuchtigkeitsbestimmung mit Hilfe eines Spectral Imaging-Systems) wird die Feucht- und Trockenbiomasse einer Getreideparzelle berechnet.

Eine weitere Anwendung wurde mit der Feldroboterplattform *BoniRob* umgesetzt. Mit ihr ist eine Einzelpflanzenbonitur in Mais möglich. Mit Hilfe eines RTK-GPS-Systems, einem Drehgeber und eines Lichtgitters können einzelne Maispflanzen mehrmals pro Wachstumsperiode wiedergefunden und vermessen werden. Damit kann der Entwicklungsverlauf jeder einzelnen Pflanze dargestellt werden [Wu12].

Danksagung: Das Vorhaben *BoniRob* wurde vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefördert, das Vorhaben *BreedVision* vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Das Forschungsprojekt *predbreed* wird vom Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) und der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP) gefördert.

Literaturverzeichnis

- [Bu13] Busemeyer, L. et al.: Precision phenotyping of biomass accumulation in triticale reveals temporal genetic pattern sofregulation, Scientific Reports 3 (Nature Publishing Group), ArticleNumber 3442, 2013, doi:10.1038/srep02442.
- [Mi07] Mitchell, H. B.: Multi-sensor Data Fusion – An Introduction, Springer-Verlag, Berlin, 2007.
- [Wu12] Wunder, E. et al.: GIS- and sensor-based technologies for individual plant agriculture, Landtechnik 67 (1/2012), S. 37-41.

spicture – eine smartphone-App zur einfachen mobilen Erfassung von Fotos und Metainformationen

Dirk Nordwig

dawin GmbH
Belgische Allee 50
53842 Troisdorf
nordwig@dawin.de

Abstract: Die mobile Datenerfassung insbesondere von operativen und heterogenen Informationstypen und Fotos sowie deren Weiterverarbeitung in einem Backendsystem ist aufwändig und durch mehrere Medienbrüche fehleranfällig. Die smartphone-App spicture ermöglicht bei einfachster Bedienung die Kommentierung von Fotos und/oder weiteren Metainformationen im Sprachdiktat. Die verknüpften und aufbereiteten Ergebnisse werden dem Anwender nahezu in Echtzeit über ein Webinterface zur Verfügung gestellt. spicture ist für den Einsatz in den verschiedensten Branchen der Industrie und Praxis geeignet.

1 Mobile Datenerfassung – Ausgangssituation

Die Erfassung von (unstrukturierten) Prozess- und Analysedaten ist unter mobilen Bedingungen (Feld, Wald, Außenbereiche, Produktionsanlagen, Lagereinrichtungen) und in unvorhergesehenen Situationen (ad hoc Erfassung von Eigenschaften oder Zuständen) ist kompliziert und aufwändig. Zunehmend werden in allen Bereichen der Wirtschaft Fotodokumentationen bei Inspektionen oder Bonituren genutzt. Diese oft separat aufgenommenen Fotos (Digitalkamera) müssen nachträglich mit weiteren beschreibenden und kategorisierenden Informationen verknüpft und anschließend in einem Backend-System (z.B. QM-System, WWS-System, LMS etc.) geeignet gespeichert und weiter verarbeitet werden.

Die mobile Erfassung von Metadaten und beschreibenden (unstrukturierten) Informationen erfordert viel Nacharbeit zur bedarfsgerechten Aufbereitung. Zur Verfügung stehende Software-Tools und dazu notwendige Hardware sind oft kompliziert, nicht aufeinander abgestimmt und teuer.

2 spicture – eine smartphone-App zur unkomplizierten mobilen Erfassung von Fotos und Metainformationen

Die App spicture wurde für handelsübliche Smartphones (IOS, Android) entwickelt. Bei

der Entwicklung dieser App stand die einfache Bedienung der App ohne Schulungs- oder Trainingsaufwand im Vordergrund. Die Bedienoberfläche ist selbsterklärend, die Funktionen sind auf das absolut notwendige Minimum beschränkt:

Fotografieren – Kommentieren (Sprachdiktat) – Senden

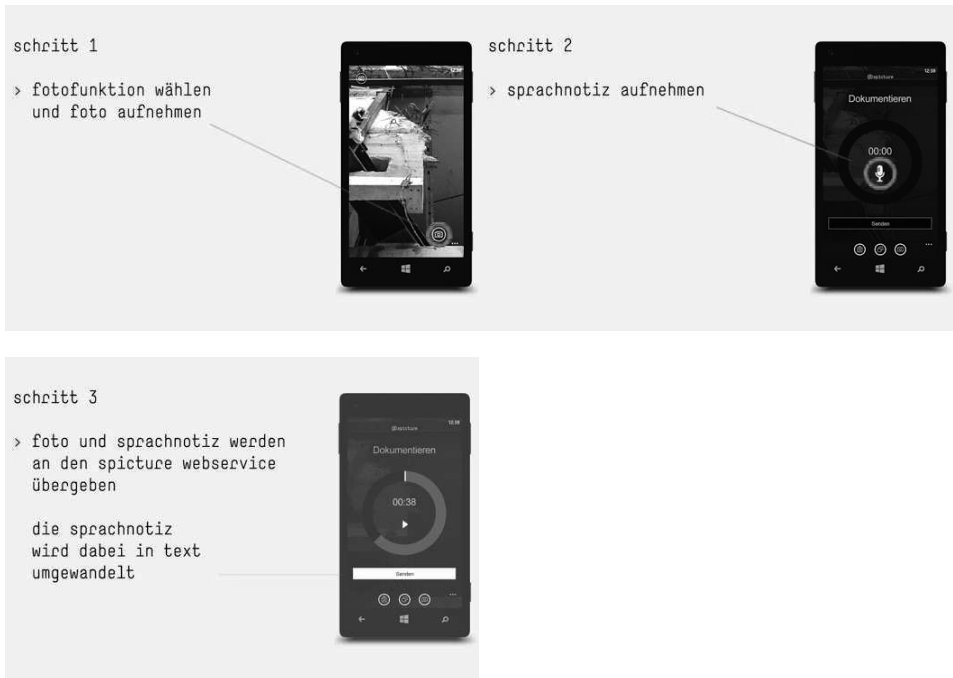


Abbildung 1: Bedienoberfläche der App

Die Steuerung der einfachen Funktionen ist auch mit Sprachkommandos möglich (hands-free), so dass die App auch in Umgebungen genutzt werden kann, in denen eine Bedienung mit den Fingern nicht möglich ist (Schutzhandschuhe, verschmutzte Umgebungen, spezielle Hygienische Anforderungen, beide Hände nicht frei).

Mit spicture können aktuelle Fotos von der Smartphonekamera oder aus der Fotogalerie mit diktierten Metainformationen (Kommentare, Kategorisierungen, Detailbeschreibungen) kombiniert werden. Die Länge dieses Freitextkommentars beträgt maximal eine Minute, bei Bedarf kann ein weiterer Kommentar zum aktuellen Bild aufgenommen werden. Diese Informationen werden anschliessend digitalisiert, mit dem Foto verknüpft und können in nahezu Echtzeit an ein Backendsystem übergeben werden..

3 Leistungsumfang, Datenfluss und Weiterverarbeitung der mobilen Daten

Spicture besteht aus zwei Komponenten, einer leicht zu installierenden Smartphone-App für die Betriebssysteme Android und IOS sowie aus einem spicture-Webportal, auf dem die Anwender auf Ihre Ergebnisse zugreifen und bei Bedarf im Excel-Format herunterladen können.

Foto und Kommentare werden auf dem Smartphone im Sprachdialog oder per Touchscreen erfasst, die diktierten Kommentare und Beschreibungen werden als freier analoger Audiotext aufgenommen. Bei der Erfassung der Informationen muss keine Internet-Verbindung zur Verfügung stehen, die Informationsblöcke werden im Smartphone so lange gepuffert, bis eine Verbindung zur Übertragung an den spicture-Server verfügbar ist.

Nach dem Versenden der Informationen an den spicture – Server wird die Audio-Aufnahme durch ASR-Software (automatic speech recognition) in digitalen Text transkribiert. Der transkribierte Text sowie weitere verfügbare Metainformationen (GPS-Standortinformationen, Datum, Uhrzeit, ggf. weitere Sensordaten) werden mit dem Foto verknüpft und über ein Webinterface dem Anwender zur Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt.

Auf dem spicture-Webportal kann der Nutzer seine Ergebnisse einsehen (Foto und weitere Metainformationen), neben dem transkribierten Text steht dem Nutzer auch noch die ursprüngliche Audioaufnahme zum jeweiligen Foto zur Verfügung. Der Anwender kann sich seine Ergebnisse auswählen und im Excel-Format für seine individuelle Weiterverarbeitung herunterladen.

Die Datenerfassung erfolgt weitgehend unstrukturiert (Freitexterfassung der Beschreibungen und Kommentare), in einem zweiten Schritt können diese Informationen strukturiert und für die Verarbeitung in einem Backendsystem des Anwenders angepasst werden.

4 Erste Tests und Anwendungsszenarien im professionellen Bereich

spicture wird aktuell in verschiedenen Bereichen der Industrie und Wirtschaft in konkreten Praxisanwendungen getestet, um aus diesen Tests reale Anforderungen für die Weiterentwicklung des Funktionsumfangs sowie des Bedienkonzeptes ableiten zu können. Aktuelle Beispiele aus dem Bereich Landwirtschaft / Nahrungsmittelindustrie sind:

- Mobile Erfassung von Inspektionsdaten bei Hygienekontrollen und Maschinenprüfungen in der Lebensmittelproduktion (Griesson de Beukelaer)
- Mobile Erfassung von Gesundheits- und Qualitätsinformationen in der Nahrungsmittelindustrie (Schlachtvieh – Fleischverarbeitung) im Rahmen eines Projektes aus

dem Bereich präventives Gesundheitsmanagement des Instituts für Tierwissenschaften der Universität Bonn.

- Operative Erfassung von Qualitätsparametern von Obst und Gemüse innerhalb der Lebensmittel-Lieferkette (Bio-Großhandel).

5 Ausblick auf weitere Entwicklungen der Funktionen und Interfaces

Die mobile Applikation spicture wird aktuell entsprechend der Erfahrungen aus den Praxistests weiter entwickelt. Schwerpunkte der Weiterentwicklung sind

- Die weitere Verbesserung des Interaktionskonzeptes und der Nutzeroberfläche, so dass die App auch unter komplizierten Anwendungsbedingungen so einfach und so intuitiv wie möglich zu bedienen ist.
- Integration weiterer Metainformationen (Barcodes, 2D-Codes, Geotagging und Beacon-Technologie) in den spicture-Informationsblock.
- Erweiterung der nachträglichen Strukturierung der freien Kommentartexte durch Methoden des NLP (Natural-language-Prozessing) je nach Prozessbedingungen und Kundenanforderungen.
- Gewährleistung des Datenschutzes und des Schutzes personenbezogener Informationen durch entsprechende Systemarchitekturen (public und private Cloud-Technologie, Varianten von on-Board-Texterkennung auf dem mobilen Gerät oder geschützter serverbasierter Transkription, VPN-technologien bei der Datenübertragung).

Literaturverzeichnis

- [Ru14] Margit Rübner-Bahne: Bildsprache für Faule, dawin Magazin #3, (c) dawin GmbH Troisdorf, Oenel-Verlag Köln, 2014

IT-basierte Planungsinstrumente in der Landwirtschaft – Grundlage der Agrar-BSC-Entwicklung

Margit Paustian, Katharina Schlosser, Marie Wellner, Ludwig Theuvsen

Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
margit.paustian@agr.uni-goettingen.de
Theuvsen@uni-goettingen.de

Abstract: In landwirtschaftlichen Betrieben wird routinemäßig eine Vielzahl von Planungshilfen eingesetzt. Gegenstand dieses Beitrags ist es aufzuzeigen, welche IT-basierten Planungsinstrumente im Einzelnen aktuell in landwirtschaftlichen Betrieben Anwendung finden und wie häufig diese genutzt werden. Die Ergebnisse lassen Anknüpfungspunkte für die Implementierung einer Agrar-Balanced Scorecard (BSC) als entscheidungsorientiertes Planungs- und Controlling-Instrument in landwirtschaftlichen Betrieben erkennen.

1 Einleitung

In den letzten Jahren hat eine rasante Entwicklung im Bereich der technischen Ausstattung landwirtschaftlicher Betriebe stattgefunden. Bedingt durch große Wachstumsschritte und eine zunehmende Professionalisierung im Bereich der Betriebsführung setzt sich der Einsatz von IT-basierten Planungshilfen im betrieblichen Alltag zunehmend durch. Die eingesetzte Software reicht von der Ackerschlagkartei über den Kuhplaner bis hin zur Buchführungssoftware. Die verfügbaren Anwendungen sind oft problemlösungsorientiert auf einzelne betriebliche Aspekte zugeschnitten [Sa12]. Die vermehrte Nutzung von IT für das Betriebsmanagement soll zu einer Effizienzsteigerung führen und die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe verbessern [HT14].

In diesem Beitrag wird der Status Quo des Einsatzes von Planungshilfen in der Landwirtschaft vorgestellt. Anhand von Ergebnissen zweier empirischer Untersuchungen zu Strategien, Kennzahleneinsatz und Anwendung von Planungshilfen in Ackerbau- und Milchviehbetrieben werden die auf den landwirtschaftlichen Betrieben zur Anwendung gelangenden Planungshilfen und deren Nutzungshäufigkeit vorgestellt. Es ist festzustellen, dass sich der Einsatz von IT-gestützten Planungshilfen in Abhängigkeit von Betriebsgröße und Betriebszweig unterscheidet. Aus den Ergebnissen werden Hinweise auf

mögliche Anknüpfungspunkte im Bereich der Datennutzung durch eine Agrar-BSC⁹ abgeleitet.

2 Planungshilfen in der Landwirtschaft

Auch in der Landwirtschaft ist der Übergang vom Industrie- zum Informationszeitalter zu spüren. Der Einsatz neuer Technologien und Methoden macht dementsprechend auch vor der Landwirtschaft nicht Halt. Im Gegenteil, in einigen Bereichen wie z. B. beim Precision Farming, nimmt die Landwirtschaft eine Vorreiterrolle hinsichtlich der Entwicklung neuer Technologien ein [Se14]. Die Nutzung von IT in der Landwirtschaft wird aber auch durch von staatlicher Seite angeordnete Dokumentationspflichten von Betriebsprozessen gefördert. Hierdurch nahm die Nutzung von IT-gestützter Software, wie z. B. Ackerschlagkartei, Sauenplaner und Kuhplaner, erheblich zu [Mü06]. Der zunehmenden IT-Nutzung entsprechend, ist das Vorhandensein eines Internetanschlusses mittlerweile eher Selbstverständnis als Ausnahme in der Landwirtschaft [RW06]. Durch die Nutzung von IT-gestützten Planungshilfen entsteht andererseits eine große Datenflut, so dass weder Kosten- und Zeitersparnisse noch Informationszuwächse durch den Einsatz von Softwarelösungen garantiert sind. Ohne entsprechende Speicherung, Zusammenführung, Auswertung und Analyse sind die computergestützten Informationen keine Hilfe für die Betriebsführung [St12]. Vor diesem Hintergrund wird nachfolgend aufbauend auf zwei empirischen Untersuchungen von Ackerbau- bzw. Milchviehbetrieben vorgestellt, welche Planungshilfen in der Landwirtschaft eingesetzt werden und wie groß die Nutzungshäufigkeit ist.

2.1 Einsatz von IT-basierten Planungshilfen in Ackerbaubetrieben

Es wurden 265 Betriebsleiter und Hofnachfolger von Ackerbaubetrieben zur Anwendung und Nutzungshäufigkeit von Planungshilfen befragt. Zu den typischen Planungshilfen auf diesen Betrieben gehören Ackerschlagkartei, Precision Farming, Flächenantrag, Düngeplanung, GIS-Informationssysteme, Teilflächenmanagement und Flottenmanagement. Außerdem wurden die Nutzung von Online-Banking, Buchführungssoftware und IT-Unterstützung für Vertragsmanagement und Personalführung in die Untersuchung einbezogen. Zur Ermittlung des Einflusses der Betriebsgröße wurden die Betriebe in vier Größenklassen eingeteilt: < 100 ha, 100-299 ha, 300-499 ha und über 500 ha. Es zeigte sich, dass die Nutzungshäufigkeit von Planungshilfen stark variiert. Die am häufigsten eingesetzten Anwendungen sind Ackerschlagkartei, Buchführungsprogramme und Online-Banking. Zu den Planungshilfen, die bislang wenig Verbreitung in den Betrieben gefunden haben, gehören Personalplanungssoftware, Teilflächenmanagement, GIS-Informationssysteme und Flottenmanagement. Der Einsatz von neuen Technologien im

⁹ Wir danken der Landwirtschaftlichen Rentenbank für die finanzielle Förderung und dem Landwirtschaftlichen Buchführungsverband für die Unterstützung des Projekts „Die Agrar-Balanced Scorecard als Steuerungsinstrument in der Landwirtschaft“. Das Vorhaben leiten Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, und Prof. Dr. Hans-Hennig Sundermeier, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel bzw. Landwirtschaftlicher Buchführungsverband, Kiel.

Bereich der Produktionstechnik wie Precision Farming nimmt mit wachsender Betriebsgröße zu (Abbildung 1).

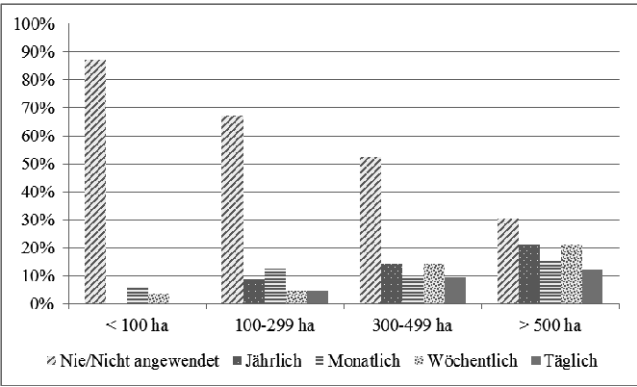


Abbildung 1: Anwendung und Nutzungshäufigkeit von Precision Farming in Ackerbaubetrieben in Abhängigkeit von der Betriebsgröße

2.2 Einsatz von IT-basierten Planungshilfen in Milchviehbetrieben

Im Bereich der Milchviehhaltung wurden 127 Betriebsleiter zu ihrer Nutzung von Planungshilfen befragt (N = 127). In Abbildung 2 ist die Nutzungshäufigkeit der wichtigsten Planungshilfen in Milchviehbetrieben dargestellt. Die Abstufung der Nutzungshäufigkeit gliederte sich in täglich, wöchentlich, monatlich, jährlich und nie bzw. nicht angewendet.

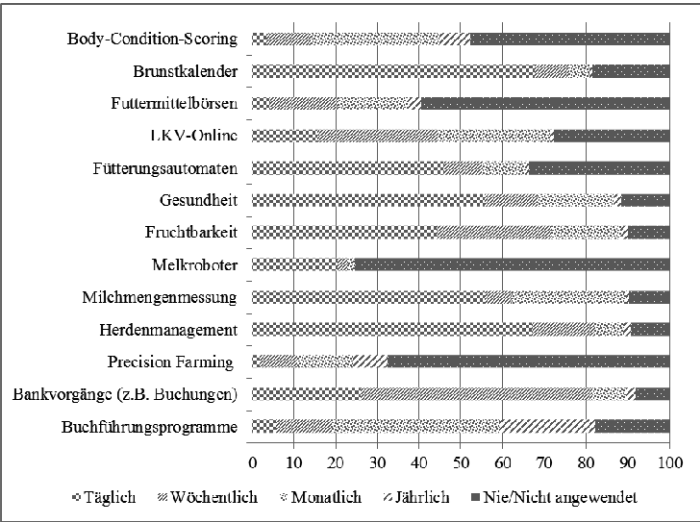


Abbildung 2: Anwendung und Nutzungshäufigkeit ausgewählter Planungshilfen in Milchviehbetrieben. Darstellung der Nutzungshäufigkeit in Prozent.

Wie zu sehen ist, werden Planungshilfen zu betrieblichen Produktionsprozessen mit „Tierkontakt“ von einem großen Prozentsatz der Probanden täglich angewendet. Dazu gehören Brunstkalender, Fütterungsautomaten, Gesundheitsmanagement, Fruchtbarkeit, Milchmengenmessung und Herdenmanagement. Auf der anderen Seite spielen einige Anwendungen in vielen Betrieben immer noch keine große Rolle, wie z. B. Futtermittelbörsen, Melkroboter und Precision Farming.

3 Fazit und Ausblick

Der in den empirischen Erhebungen festgestellte Status Quo zeigt, dass es Unterschiede hinsichtlich der Anwendung und Nutzungshäufigkeit von Planungshilfen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße und dem Betriebszweig gibt. So ist die Nutzung entsprechender Planungshilfen in der Milcherzeugung häufiger als im Ackerbau und in größeren Betrieben verbreiteter als in kleineren Betrieben. Ferner ist festzustellen, dass die Betriebe im Bereich Buchführung und Finanzen weitgehend unabhängig von der Betriebsgröße zum größten Teil IT-gestützte Planungshilfen einsetzen.

Die Ergebnisse lassen Anknüpfungspunkte für die Nutzung der bereits vorhandenen Daten in einer Agrar-BSC erkennen. Planungshilfen wie Tierplaner, Fütterungssoftware, Precision Farming und Ackerschlagkartei liefern vielfältige, bislang nicht integrierte Informationen für die Betriebsleitung. Die Agrar-BSC könnte vor diesem Hintergrund die Aufgabe übernehmen, im Sinne eines „Unternehmens-Cockpits“ die vorhandenen Daten zu integrieren sowie übersichtlich und entscheidungsorientiert aufzubereiten. Die Nutzungshäufigkeit der Planungshilfen, die Daten und Informationen für die BSC liefern, gibt dann zugleich den Aktualisierungsrhythmus der Kennzahlen in der Balanced Scorecard vor.

Literaturverzeichnis

- [HT14] Heise, H.; Theuvsen, L.: Erfolgsfaktoren in der Landwirtschaft: Status Quo und Bedeutung der IT für die Wirtschaftlichkeit der Betriebe. GIL-Tagungsband 2014: 77-80.
- [Sa12] Sattler, H.: IT-Einsatz in der Landwirtschaft – ein Überblick. Landinfo, Ausgabe 5, 2012: 5-6.
- [Mü06] Müller, R.A.E.: Landwirtschaftliche Management-Innovationen im Informationszeitalter: Staatlich induziert oder unternehmerisch motiviert? Vortrag anlässlich DLG-Kolloquiums Berlin, 2006.
- [RW06] Rosskopf, K.; Wagner, P.: Vom Daten- zum Wissensmanagement: Wofür verwenden Landwirte einen Computer? GIL-Tagungsband 2006: 225-228.
- [St12] Steigenberger, G.J.: Methodische Untersuchungen zur Integration automatisch erfasster Prozessdaten von mobilen Arbeitsmaschinen in ein Informationsmanagementsystem „Precision Farming“. Dissertation Technische Universität München 2012.
- [Se14] Sentker, A.: Ernten via Satellit. ZEIT Online, URL: <http://www.zeit.de/2014/04/landwirtschaft-technisierung-nachhaltigkeit>, Abrufdatum: 03.11.2014.

Kennzahleneinsatz in der Landwirtschaft – Ergebnisse empirischer Untersuchungen

Margit Paustian, Katharina Schlosser, Marie Wellner, Ludwig Theuvsen

Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
margit.paustian@agr.uni-goettingen.de
Theuvsen@uni-goettingen.de

Abstract: Für das erfolgsorientierte Controlling und die Betriebsplanung sind die Anwendung und Nutzung von Kennzahlen Standard. Neben den aus Buchführung, Jahresabschluss und Betriebsvergleich bekannten Finanzkennzahlen werden in der landwirtschaftlichen Praxis auch viele weitere Kennzahlen genutzt. Dieser Beitrag stellt – basierend auf zwei empirischen Erhebungen – die Bewertung verschiedener Kennzahlen durch Landwirte getrennt nach den aus der (erweiterten) Balanced Scorecard bekannten Dimensionen „Finanzen“, „Interne Prozesse/Produktion“, „Markt und Kunden“, „Lernen und Entwicklung“ sowie „Lifestyle“ dar.

1 Ausgangssituation und Zielsetzung

In der landwirtschaftlichen Praxis gibt es eine Fülle von Kennzahlen, die in der betrieblichen Analyse und Planung sowie beim Vergleich mit anderen landwirtschaftlichen Unternehmen Verwendung finden. Kennzahlen dienen im betrieblichen Alltag der Überprüfung des Erfolgs und der Zielerreichung. Je nach Betriebsstruktur und Strategie werden andere Kennzahlen verwendet. Vor diesem Hintergrund wurde in zwei empirischen Erhebungen die Nutzung von Kennzahlen in verschiedenen landwirtschaftlichen Betriebszweigen untersucht. Die Ergebnisse¹⁰ für die Betriebszweige Pflanzen- und Milchproduktion werden in diesem Beitrag vorgestellt. Basierend auf dem Konzept der Balanced Scorecard (BSC) [KN97] wurde abgefragt, welche Kennzahlen in den verschiedenen BSC-Perspektiven von den befragten Landwirten, Führungskräften, Beratern und Hofnachfolgern als geeignet zur Planung und Kontrolle des Betriebserfolgs angesehen werden. Es wurden nicht nur Finanzkennzahlen, wie z.B. der Reinertrag und das Betriebs-

¹⁰ Wir danken der Landwirtschaftlichen Rentenbank für die finanzielle Förderung und dem Landwirtschaftlichen Buchführungsverband für die Unterstützung des Projekts „Die Agrar-Balanced Scorecard als Steuerungsinstrument in der Landwirtschaft“. Das Vorhaben leiten Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, und Prof. Dr. Hans-Hennig Sundermeier, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel bzw. Landwirtschaftlicher Buchführungsverband, Kiel.

einkommen, erfasst, sondern auch Kennzahlen aus den Perspektiven „Interne Prozesse/Produktion“, „Markt/Kunden“, „Lernen und Entwicklung“ sowie „Lifestyle“ abgefragt. Die Analyse der empirischen Daten wurde mit Hilfe des Programmpakets IBM SPSS Statistics 22 durchgeführt [Bü08]. Dabei kamen uni- und bivariate Analysemethoden zum Einsatz. In diesem Beitrag soll aufgezeigt werden, welche Kennzahlen in Ackerbau- und Milchviehbetrieben in den genannten Dimensionen von Bedeutung sind.

2 Status Quo des Kennzahleneinsatzes in Ackerbau- und Milchviehbetrieben

In zwei empirischen Erhebungen wurden Betriebsleiter, Angestellte mit Führungsaufgaben, Betriebsnachfolger und Berater mittels standardisierter Online-Fragebögen zu Strategien, Erfolgsfaktoren und Kennzahleneinsatz in der Pflanzen- und Milchproduktion befragt. Der Untersuchungszeitraum war August/September 2014 und es beteiligten sich 227 Ackerbaubetriebe sowie 125 Milchviehbetriebe an der Umfrage. Die Probanden wurden zu ihren Einschätzungen der Wichtigkeit verschiedener Kennzahlen zur Überprüfung des Betriebserfolgs befragt. Die Abfrage erfolgte mit Hilfe einer fünfstufigen Likert-Skala von 1=sehr wichtig bis 5=sehr unwichtig. Die Ergebnisse spiegeln die Präferenzen der Teilnehmer und den Status Quo des Kennzahleneinsatzes in der landwirtschaftlichen Betriebsführung wider.

2.1 Pflanzenproduktion

Im Folgenden wird ein Überblick über die Bewertung der verschiedenen Erfolgskennzahlen aus Sicht der Landwirte gegeben. Es werden jeweils die drei bedeutendsten Kennzahlen für jede Perspektive vorgestellt. Die drei wichtigsten Finanzkennzahlen sind der Deckungsbeitrag (MW¹¹=1,74), der Unternehmensgewinn (MW=1,98) und der Cash-Flow (MW=2,04). In der Marktperspektive werden der erzielte Preis bei Verkauf des Ernteproduktes (MW=1,57), die Preise der Produktionsmittel (MW=1,78) und der Anteil langfristiger Pachtverträge (>5 Jahre) (MW=2,12) als am bedeutendsten angesehen. Die Bewertung der Kennzahlen der Prozessperspektive ist sehr auf den Produktionsprozess bezogen. Als am wichtigsten wurde der Ertrag (MW=1,67) herausgestellt; daran schlossen sich der Düngeaufwand (MW=2,12) und der Pflanzenschutzaufwand (MW=2,13) an. Auffällig bei den Ergebnissen zu den Kennzahlen dieser Perspektive ist, dass die Berater (MW=1,82) den Arbeitszeitbedarf in AKh/ha als deutlich wichtiger bewerteten als die Landwirte (MW=2,24) dies taten. In der Lern- und Entwicklungsperspektive stellten sich die persönliche Weiterbildung (MW=1,53), die Mitarbeiterzufriedenheit (MW=1,72) und die Zeit für die persönliche Abstimmung mit den Mitarbeitern (MW=1,88) als wichtigste Erfolgskenngrößen heraus. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die aus Sicht der Landwirte wichtigsten Kennzahlen für die vier BSC-Perspektiven Finanzen, Markt, interne Prozesse sowie Lernen und Entwicklung. Als weitere Faktoren, die vor allem Bedeutung für die in Abbildung 1 nicht berücksichtigte Work-Life-Balance haben, wurden noch Zeit für Freizeitaktivitäten mit der Familie (MW=1,77) und

¹¹ MW = Mittelwert der Daten

außerlandwirtschaftliche Hobbys genannt (MW=2,22). Diese Faktoren tragen eher indirekt zum Betriebserfolg bei, da sie Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Betriebsleiters und der übrigen Familienangehörigen haben.

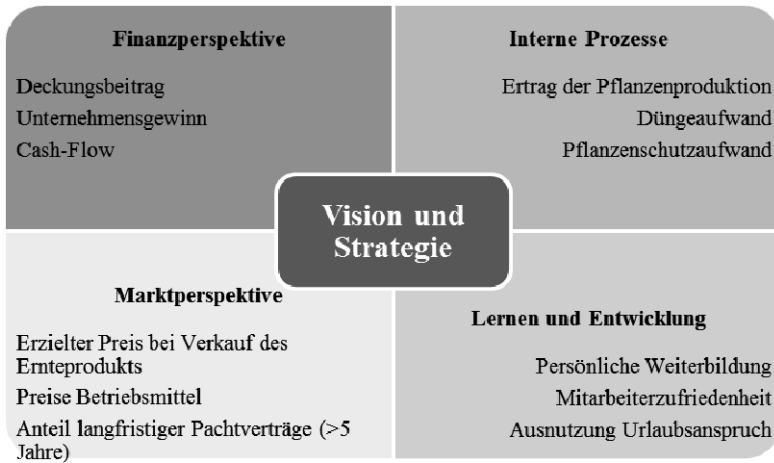


Abbildung 3: Kennzahlen mit der besten Bewertung durch die Landwirte (N=227)

2.2 Milchproduktion

Die nachfolgend aufgeführten Kennzahlen zur Überprüfung des Betriebserfolgs, die sich den vier in der BSC berücksichtigten Perspektiven zuordnen lassen, spiegeln die Einschätzung ihrer Eignung für das Betriebsmanagement durch die befragten Leiter von Milchviehbetrieben wider. Gegenüber dem klassischen Modell der BSC von Kaplan und Norton [KN97] mit lediglich vier Perspektiven wurden für Milchviehbetriebe weitere relevante Perspektiven aufgedeckt. So wurden die Prozess- und die Kundenperspektive um Produktions- bzw. Marktaspekte erweitert. Neu hinzugekommen ist die Lifestyle-Perspektive, die eher weiche Kennzahlen wie „Mittagessen mit der Familie“ umfasst. Weiche Erfolgsgrößen lassen sich nicht direkt monetär bewerten, dennoch tragen sie im Rahmen von Ursache-Wirkungs-Beziehungen zum Erreichen der Unternehmensstrategie und -ziele bei, beispielsweise durch ihren Einfluss auf die Leistungskraft und Ausgeglichenheit der Familienarbeitskräfte. Die Bedeutung ausgesuchter Kennzahlen wird in Tabelle 1 dargestellt.

Die Betriebe werden hierbei in drei Gruppen in Abhängigkeit von der Herdengröße (<100 Kühe, 100 bis 200 Kühe und > 200 Kühe) unterteilt. Bei den Finanzkennzahlen zeigt sich, dass Betrieben mit unter 100 Kühen die direktkostenfreie Leistung und der Deckungsbeitrag (DB)/Kuh/Jahr als besonders geeignet erscheinen. Dagegen betrachten Betriebe mit 100 bis 200 Kühen eher den DB/kg Milch. Höhere Zustimmung zur Eignung der Kennzahlen Gewinn/kg Milch, Vollkosten/kg Milch, Cash-Flow, Liquidität, Eigenkapitalveränderung und Unternehmensgewinn ergab sich durch Betriebe mit über 200 Kühen, aber auch durch Betriebe mit 100 bis 200 Kühen. Die Ergebnisse zur Bewertung der Finanzkennzahlen zeigen, dass die Komplexität der Überwachung finanzieller

Kennzahlen mit zunehmender Betriebsgröße steigt und diese Kennzahlen damit für das Betriebsmanagement zunehmend an Bedeutung gewinnen. In der Produktions- und Prozessperspektive sind Nutzungsdauer, Milchleistung und Arbeitsproduktivität zu nennen. Auch hier zeigt sich im Vergleich der Gruppen tendenziell eine stärkere wahrgenommene Bedeutung der Kennzahlen durch die größeren Betriebe. In der Markt- und Kundenperspektive spielen das Rating bei Banken und Kreditinstituten und der Zinssatz für Fremdkapital eine wichtige Rolle. Dies ist besonders in den größeren Betrieben wichtiger, da diese häufig auch kapitalintensiver sind und einen höheren Verschuldungsgrad aufweisen. In der Lern- und Entwicklungsperspektive sind in Milchviehbetrieben Kennzahlen wie persönliche Weiterbildung und Mitarbeitermotivation wichtig. In der Lifestyle-Perspektive stimmten Betriebe mit Herdengrößen von 100 bis 200 Milchkühen, welche oft noch als klassische oder sogenannte erweiterte Familienbetriebe geführt werden, der Eignung der genannten Kennzahlen zum Teil deutlich mehr zu als größere Betriebe. Letztere sehen hingegen die Möglichkeit der kurzfristigen Verantwortungsübergabe an Mitarbeiter eher als wichtige Kennzahl an als kleinere Betriebe.

Perspektive		Herdengröße		
Finanzperspektive	MW	< 100 Kühe (N=41)	100-200 Kühe (N=55)	>200 Kühe (N=28)
Gewinn/kg Milch	1,81	1,93	1,82	1,64
Vollkosten/kg Milch	1,81	1,98	1,76	1,64
Cash-Flow	1,94	2,29	1,84	1,64
Produktions-und Prozessperspektive				
Nutzungsdauer	1,73	1,73	1,78	1,64
Milchleistung (Kuh/Jahr)	1,82	1,68	1,95	1,79
Arbeitsproduktivität (kg Milch/AKh)	1,86	1,93	1,89	1,68
Markt-und Kundenperspektive				
Rating bei Banken/Kreditinstituten	1,88	2,02	1,76	1,89
Zinssatz für Fremdkapital	1,97	2,00	2,00	1,86
Lern-und Entwicklungsperspektive				
Persönliche Weiterbildung	1,61	1,8	1,62	1,32
Mitarbeitermotivation	1,69	1,73	1,65	1,68
Lifestyle-Perspektive				
Freizeitaktivitäten mit der Familie	1,75	1,73	1,76	1,79
Mittagessen mit der Familie	1,79	1,88	1,55	2,14

Tabelle 1: Wichtige Kennzahlen in Milchviehbetrieben (N=125)

Literaturverzeichnis

[Bü08] Bühl, A.: SPSS 16: Einführung in die moderne Datenanalyse, 11. Auflage, München 2008.

[KN97] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen. Stuttgart 1997.

Agrar-Balanced Scorecard – Anforderungen an eine zeitgemäße IT-Architektur

Margit Paustian, Hans-Hennig Sundermeier, Ludwig Theuvsen

Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
margit.paustian@agr.uni-goettingen.de
hsundermeier@lbv-net.de

Abstract: Der Beitrag skizziert Überlegungen für eine IT-Systemarchitektur zur Einführung, zum Betrieb und zur Nutzung einer Agrar-Balanced Scorecard (Agrar-BSC). Zeitgemäße, intuitiv zu bedienende und leistungsfähige IT-Systeme sind in der heutigen Zeit der Schlüssel bzw. die Basis für neue Geschäftsprozesse. Ansatzpunkte zur Zusammenführung von Daten, die für den Betrieb einer Agrar-BSC notwendig sind, stehen dabei im Vordergrund.

1 Einführung

Die Balanced Scorecard (BSC) ist ein auf Kaplan und Norton [KN92; KN96] zurückgehendes Planungs- und Steuerungsinstrument, das monetäre und nicht-monetäre Kennzahlen im Sinne eines Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs miteinander verknüpft. Die Anwendung der BSC ist für das Agribusiness [Fr10] und – nach entsprechender Modifikation – auch für die Landwirtschaft vorgeschlagen worden [Du06; Pa15]

Neben einer inhaltlichen Anpassung des BSC-Konzept¹² an die Verhältnisse und Bedingungen der Landwirtschaft in Deutschland und einer fachkundigen Wegbereitung und Einführung durch speziell ausgebildete Experten sollten möglichst frühzeitig Überlegungen zu einer zeitgemäßen IT-Infrastruktur angestellt bzw. prototypische Realisierungen angegangen werden. Es ist zu vermuten, dass ein modernes, attraktives und Plattform-unabhängiges Agrar-BSC-Softwaresystem die Einführung des Konzepts der Agrar-BSC stark fördern würde.

¹² Wir danken der Landwirtschaftlichen Rentenbank für die finanzielle Förderung und dem Landwirtschaftlichen Buchführungsverband für die Unterstützung des Projekts „Die Agrar-Balanced Scorecard als Steuerungsinstrument in der Landwirtschaft“. Das Vorhaben leiten Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, und Prof. Dr. Hans-Hennig Sundermeier, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel bzw. Landwirtschaftlicher Buchführungsverband, Kiel.

Die Anforderungen der Betriebe an eine IT-gestützte Lösung sind hoch. Erwartet wird neben einer einfach zu bedienenden, kompakten, optisch ansprechenden und individuell anpassbaren Lösung ein System, das im Idealfall sowohl Daten aus den bereits im landwirtschaftlichen Unternehmen vorhandenen Planungs- und Informationssystemen als auch aus außerbetrieblichen Datenquellen übernehmen kann, und das überall, zu jeder Zeit und auf unterschiedlichen Endgeräten verfügbar ist.

Viele landwirtschaftliche Unternehmen ergänzen ihr eigenes Management-Know-how durch spezialisierte Beratungskräfte. Sollen Berater bzw. Beratungsorganisationen die aktuelle Lagebeurteilung und Entscheidungsfindung wirkungsvoll unterstützen, müssen sie in die betrieblichen Informationssysteme einbezogen sein. Für schnelle Reaktionszeiten und zur Vermeidung unnötiger Fahrzeiten sollten Berater von Beginn an im Anforderungsprofil für eine IT-Systemarchitektur berücksichtigt werden.

Der Formalisierungsgrad der Unternehmensführung und Betriebsleitung ist in vielen landwirtschaftlichen Unternehmen noch sehr niedrig; Beschlussfassungen oder Entscheidungsbegründungen werden in der Regel nicht schriftlich festgehalten. Einfache Protokollierungs- und Kommentarfunktionen im Agrar-BSC-Softwaresystem bieten eine Erleichterung gemeinschaftlicher Absprachen und machen Entscheidungsprozesse für Maßnahmenbeschlüsse transparenter. Die Möglichkeit, von verschiedenen Orten und Geräten zeitgleich Zugriff auf Daten und Änderungen zu haben, verbessert die Entscheidungsqualität betrieblicher Planungen. Gegenwärtig gibt es kein System, das auch nur näherungsweise künftige Praxisanforderungen erfüllen könnte.

2 Agrar-BSC-Prozessunterstützung

Die BSC-Grundidee sieht vor, eine langfristige Vision bzw. ein strategisches Entwicklungsziel für das Unternehmen zu formulieren, eine überschaubare Zahl von strategischen Einzelzielen daraus abzuleiten und für die Einzelziele aus unterschiedlichen Betrachtungsperspektiven operationale Ziele und Messgrößen zur Überprüfung der Zielerreichung festzulegen.

Gerade diese ersten Schritte, die Unternehmensführung einem übergeordneten Ziel unterzuordnen und transparent zu strukturieren, sind in der Praxis erfahrungsgemäß besonders schwer. Neben produktionsrichtungs- bzw. betriebszweigtypischen Musterformulierungen und Kennzahlenbündeln könnte hier ein modular aufgebauter „Textbaustein-Katalog“ mit Vorschlägen zu Kennzahlen den Einführungsprozess erleichtern. Auch die Auswahl der Perspektiven sollte individuell entschieden werden und anzupassen sein. Ein Beispiel hierfür wäre die Einbeziehung der Privatsphäre durch die Perspektive „Leben – Lifestyle – Familie“. Diese Perspektive wird nicht in jedem Fall auf Zustimmung treffen, aber zum Beispiel für Familienbetriebe mit hoher Arbeitsbelastung und zwischenmenschlichen Problemen einen Schlüssel zum langfristigen Erfolg des Betriebes bedeuten.

3 Datenquellen

Ein Schlüsselement für den erfolgreichen und dauerhaften Betrieb einer Agrar-BSC ist ein einfaches, kostengünstiges und sicheres Verfahren zur Bereitstellung aller im Implementierungsprozess als notwendig erachteten Indikatoren. Übersteigen die Aufwendungen für Monitoring, Datenbereitstellung und -aufbereitung, Ursachenanalyse, Entscheidungsfindung und -kommunikation den erwarteten Steuerungsnutzen, wird der Betrieb einer Agrar-BSC schnell zum Erliegen kommen.

3.1 Datenquellen im Betrieb

Die Datensammlung über das aktuelle Betriebsgeschehen lässt sich zwei Bereichen zuordnen: Neben der Finanz-Buchführung als Dokumentationsprozess für die externe Rechnungslegung liegen für die interne Rechnungslegung eine Vielzahl verschiedener Instrumente vor. Üblich sind Schlagkartei-, Herdenmanagement- oder andere Monitoring-Systeme, die z. T. durch mobile Endgeräte in Echtzeit mit einer Zentrale verbunden sind. Handheld-PCs oder Smartphones kommen hier zum Einsatz. Das noch in der Entwicklung befindliche System 365FarmNet (<https://www.365farmnet.com>) weist diesbezüglich eine zukunftssträchtige Systemarchitektur aus.

Kommen die Systeme von unterschiedlichen Herstellern, ist selten eine Schnittstelle vorhanden, die eine Datenübergabe zu einem Fremdsystem unterstützt. Ausnahmen bilden hier Systeme, die teilflächenspezifisch Dünger- und Pflanzenschutzmittelausbringung steuern oder Erntemengen erfassen und aufzeichnen.

3.2 Datenquellen beim Handels- oder Dienstleistungspartner

Weitere wichtige Datenquellen für eine Agrar-BSC liegen außerhalb des Unternehmens (z. B. Abrechnungen von Molkereien oder Schlachthäusern, Tierleistungsprüfungen, Kontrollverband, Markt- und Preisinformationssysteme) oder stehen nach der Erledigung einer Dienstleistung zur Verfügung (z. B. Agrarmonitor der betriko GmbH). Von wenigen Ausnahmen abgesehen (z. B. versehen einige Landhandelsunternehmen ihre Rechnungspositionen mit Daten, die eine digitale Vorkontierung erlauben), bestehen kaum semantisch unterstützte Datenschnittstellen beispielsweise zur Finanz- und Naturalbuchführung, in die ja letztlich alle betriebs- und unternehmensrelevanten Aufzeichnungen münden könnten.

Die Finanz- und Naturalbuchführung erfolgt derzeit nur bei ungefähr einem Viertel der landwirtschaftlichen Unternehmen auf dem Hof. In diesen Fällen ist allerdings ein regelmäßiger Datenfluss bzw. ein Datenaustausch mit dem Dienstleister (hier: Steuerberater) anzutreffen. In den übrigen Fällen liegt das Leitsystem für die Datenhaltung zumeist beim Handelspartner oder Dienstleister.

3.3 Zusammenführung der Daten

Die große Zahl und die Vielfalt der für eine Agrar-BSC potentiell nutzbaren Datenquellen, Systemplattformen, datenhaltenden Organisationen usw. türmen hier einen Problemkomplex auf, der in absehbarer Zeit kaum überschaubar bzw. zu strukturieren sein dürfte. Die hierfür notwendigen einheitlichen Ordnungsbegriffe und -schemata sowie Schlüssellisten sind kaum aufeinander abgestimmt. Von wenigen Ausnahmen abgesehen (z. B. KTBL), gibt es in der Landwirtschaft nur wenige Gremien bzw. Unternehmen, die eine technische bzw. semantische Standardisierung als Voraussetzung für automatisierte Datenflüsse vorantreiben. Auf lange Sicht liegt hier ein Kernproblem, das die Einführung einer Agrar-BSC erschweren oder sogar verhindern wird.

4 Cloubasierte Datenhaltung

Mittlerweile gibt es komfortable Webdienste für Dateiaustausch, ortsunabhängige Zusammenarbeit und vom Endgerät unabhängige Speicherung (z. B. Dropbox, Skydrive u. ä.); jedoch benutzen nur wenige spezielle Sicherheitsmechanismen (z. B. IDGUARD). Plattformen, die landwirtschaftliche Beratungsprozesse unterstützen, sind dagegen noch äußerst selten.

Richtungsweisend sind hier Content-Management-Systeme wie AgPlan (<https://www.agplan.umn.edu>) oder AgTransitions (<https://www.agtransitions.umn.edu>), die spezielle Aufgaben der Unternehmensführung bzw. der Unternehmensnachfolge unterstützen und Dritten Einsichts- und Kommentarrechte einräumen. Die Arbeitsweise und das Potenzial dieser Systeme wurden in ersten Fallstudien ausgelotet, so z. B. durch Decker [De13].

Literaturverzeichnis

- [De13] Decker, M.: Portalgestützte Nachfolgeplanung für landwirtschaftliche Familienunternehmen – Fallstudie auf Basis von „AgTransitions“; Masterarbeit am Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2013.
- [Du06] Dunn, B.H.; Gates, R.N.; Davis, J.; Arzeno, A.: Using the Balanced Scorecard for Ranch Planning and Management: Setting Strategy and Measuring Performance. South Dakota State University, 2006.
- [Fr10] Frentrup, M.; Festag, R.; Speckmann, H.; Voss, A.; Theuvsen, L.: Kennzahlensysteme für Performance Measurement und Benchmarking im Viehhandel. In: B. Petersen, A. Spiller, L. Theuvsen (Hrsg.): Vom Viehvermarkter zum Dienstleistungsprofi, Bonn 2010: 255-269.
- [KN92] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: The Balanced-Scorecard – Measures that drive Performance. In: Harvard Business Review, January-February 1992: 71-79.
- [KN96] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Cambridge, MA, 1996.
- [Pa15] Paustian, M.; Sundermeier, H.-H.; Theuvsen, L.: Von der Balanced Scorecard (BSC) zur Agrar-BSC – Stand der Forschung und Entwicklungsbedarf (in diesem Band).

Balanced Scorecard – Unternehmenssteuerung mit Kennzahlen

Margit Paustian, Hans-Hennig Sundermeier, Ludwig Theuvsen

Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
margit.paustian@agr.uni-goettingen.de
hsundermeier@lbv-net.de

Abstract: Die Balanced Scorecard¹³ ist ein Planungs- und Steuerungsinstrument, das in den 1990er Jahren von Kaplan und Norton in den USA entwickelt wurde. Dieses Managementkonzept sollte dazu beitragen, die Unzulänglichkeiten klassischer – vornehmlich finanzbuchführungsbasierter – Kennzahlensysteme zu beseitigen, indem eine umsetzungsorientierte Steuerung bei Bezugnahme auf die formulierten Ziele des Unternehmens ermöglicht wird. Die Grundidee besteht in der Zusammenführung von Performance-Messwerten über die finanziellen Zielsetzungen eines Unternehmens hinaus unter Einbeziehung der Kundenanforderungen, der internen Prozesse und der Lernfortschritte im Unternehmen. Alle Messgrößen sind konsequent auf die Vision und Strategie eines Unternehmens ausgerichtet („business alignment“). Die Leistung eines Unternehmens spiegelt sich damit als Gleichgewicht („Balance“) zwischen den vier Perspektiven auf einer übersichtlichen Anzeigetafel („Scorecard“) wider.

1 Einleitung

Die Rahmenbedingungen für die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland haben sich in den letzten Jahren stark verändert. Der anhaltende Strukturwandel wirkt sich in Form einer stetig abnehmenden Zahl der Betriebe aus. Der Wettbewerbsdruck auf die landwirtschaftlichen Betriebe ist durch vielfältige Faktoren, wie Globalisierung, Öffnung der Märkte, schwankende Erzeugerpreise und wachsende Konkurrenz um den essentiellen und knappen Produktionsfaktor Boden, fortgesetzt erhöht worden. Für den Betriebsleiter erwächst aus diesen Veränderungen die Notwendigkeit, einen Überblick über die

¹³ Wir danken der Landwirtschaftlichen Rentenbank für die finanzielle Förderung und dem Landwirtschaftlichen Buchführungsverband für die Unterstützung des Projekts „Die Agrar-Balanced Scorecard als Steuerungsinstrument in der Landwirtschaft“. Das Vorhaben leiten Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, und Prof. Dr. Hans-Hennig Sundermeier, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel bzw. Landwirtschaftlicher Buchführungsverband, Kiel.

Entwicklungen des Marktes, die Finanzen des Betriebes, die internen Betriebsabläufe, die Beziehungen zu Stakeholdern, wie Anwohnern oder Geschäftspartnern, zu behalten und gleichzeitig die Ansprüche von Familie und Betrieb auszutarieren. Vor diesem Hintergrund steigen die Anforderungen an den Betriebsleiter und das betriebliche Management [MH10]. Ein anpassungsfähiges, leistungsstarkes und betriebsindividuelles Managementsystem erleichtert es Betriebsleitern, externe Einflussfaktoren auf den Betriebserfolg zu berücksichtigen und die eigenen Ressourcen bestmöglich für den Unternehmenserfolg einzusetzen [In06]. Mit der Balanced Scorecard (BSC) haben Kaplan und Norton Anfang der 1990er Jahre ein Managementinstrument vorgeschlagen, das die Unternehmensleitung bei der Ausrichtung eines Betriebs auf langfristige Ziele unterstützt. Die Unternehmensvision wird – so der Grundgedanke der BSC – mit der betrieblichen Strategie verknüpft; daraus werden Ziele abgeleitet, deren Erreichung mithilfe von Messgrößen überprüft wird [KN97]. Dieser Beitrag skizziert die Grundidee der BSC.

2 Aufbau und Grundkonzept der Balanced Scorecard

Das Konzept der BSC wurde 1992 erstmals in der Harvard Business Review vorgestellt [KN92]. Ausgehend von der zunehmenden Kritik an den bis dahin vorherrschenden, überwiegend vergangenheitsbasierten Finanzkennzahlensystemen wurde das Konzept der BSC als Instrument zur Messung und Beurteilung des Erfolgs und der Leistung von Unternehmen unter Einbeziehung aller auf den Unternehmenserfolg wirkenden Einflussgrößen entwickelt. Die Umsetzung der zuvor formulierten Vision und Strategie eines Unternehmens im operativen Geschäft wurde als wesentliche Schwierigkeit erkannt und steht aus diesem Grund im Zentrum des BSC-Konzepts. Zusätzlich zu den zuvor bereits genutzten Finanzkennzahlen werden in der BSC weitere Kennzahlen berücksichtigt, um das Unternehmen umfassender im Blick zu behalten. Kaplan und Norton betrachten die Unternehmensabläufe aus vier Perspektiven. Neben der Finanzperspektive werden die Kundenperspektive, die internen Prozesse und die Lern- und Entwicklungsperspektive berücksichtigt [KN97]. Der Grundaufbau der BSC ist in Abbildung 1 abgebildet.

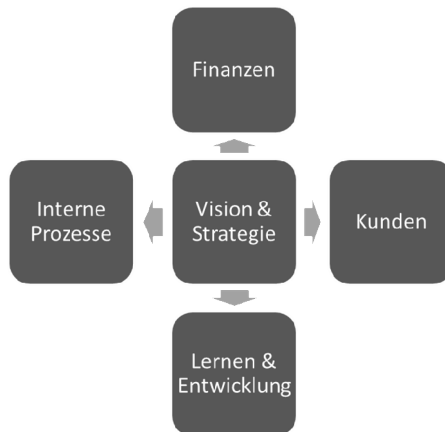


Abbildung 4: Grundaufbau der Balanced Scorecard nach Kaplan und Norton [KN92]

Die BSC ist flexibel anpassbar an das Unternehmen und kann je nach Komplexität für das ganze Unternehmen oder für einzelne strategische Geschäftseinheiten entwickelt werden. Die BSC ist dabei immer auf die Umsetzung der Strategie ausgerichtet. Wenn mehrere Strategien durch unterschiedliche Geschäftseinheiten verfolgt werden, müssen mehrere BSC entwickelt werden [KN97]. Die *Vision* eines Unternehmens gibt der operativen Tätigkeit einen Sinn und steht über der Strategie und den Zielen. Sie visualisiert das geistige Bild von dem, was erreicht werden soll, dient als Leitlinie für Entscheidungen und gibt so bspw. auch Mitarbeitern die Möglichkeit, den Weg zum Erreichen der Vision aktiv mitzugestalten [We12]. Die *Strategie* ist der Wegweiser für die Entwicklungsrichtung des Unternehmens. Sie beschreibt die langfristige Ausrichtung aller Aktivitäten auf ein bestimmtes Ziel und bietet einen Orientierungsrahmen für längerfristige Entscheidungen [In06]. Durch die BSC werden die Vision und die Strategie transparent und greifbar. Sie bietet die Möglichkeit die Unternehmensstrategie ganzheitlich abzubilden und die Erreichung lang- und kurzfristiger Ziele durch Ergebniskennzahlen und Leistungstreiber zu überprüfen und so ein umfassendes Bild aller Aktivitäten eines Unternehmens zu erzeugen [Du06]. Die langfristige Ausrichtung auf eine Unternehmensstrategie erfolgt unter Berücksichtigung der vier Perspektiven Finanzen, Kunden, interne Prozesse sowie Lernen und Entwicklung.

Die *Finanzperspektive* umfasst die klassischen Finanzkennzahlen. Sie geben einen Überblick über die finanziellen Auswirkungen vorangegangener Entscheidungen und liefern Informationen zur aktuellen wirtschaftlichen Situation. Die Kennzahlen, die hier berücksichtigt werden, sollen alle nötigen Informationen liefern, die auch potenzielle Kapitalgeber erwarten [HK98]. Alle Kennzahlen der anderen Perspektiven müssen letztendlich einen Zusammenhang zu Kennzahlen der Finanzperspektive aufweisen, damit die BSC wirksam werden und zum Unternehmenserfolg beitragen kann. Verbesserungen hinsichtlich der Erfolgsgrößen der anderen Perspektiven resultieren letztlich auch in einer Verbesserung der Ausprägung der Finanzkennzahlen [KN97].

Die Beziehungen und Verflechtungen des Unternehmens mit den Kunden- und Marktsegmenten werden in der *Kundenperspektive* abgebildet. Bei der Identifizierung von relevanten Kennzahlen müssen hier die Kundenanforderungen an die Leistungen des Unternehmens berücksichtigt werden. Kundenzufriedenheit und Marktanteil sind Beispiele für Erfolgsgrößen dieser Perspektive [KN96]. Die Perspektive der *internen Prozesse* bezieht sich auf die betriebsinternen Abläufe der Leistungserstellung. Als Orientierungshilfe bei der Kennzahlenerstellung für diese Perspektive gilt die Frage „Bei welchen Prozessen müssen wir Hervorragendes leisten?“. Die internen Prozesse haben sowohl Auswirkungen auf die Sicherstellung der Kundenperspektive als auch der Finanzperspektive. Innerhalb der Prozessperspektive werden die drei Hauptprozesse Betriebsprozesse, Innovationsprozesse und Kundendienstprozesse unterschieden. Für den Erfolg der BSC ist es wichtig, dass in dieser Perspektive besonders darauf geachtet wird, die erfolgskritischen Prozesse zu berücksichtigen und mit Hilfe von Kennzahlen zu messen. Dabei sollten kurzfristige Produktionsziele ebenso Berücksichtigung finden wie langfristige Innovationsziele [KN97]. In der vierten Perspektive, *Lernen und Entwicklung*, werden die Unternehmenspotenziale berücksichtigt, die die Wettbewerbsfähigkeit beeinflussen. Unternehmen müssen sich kontinuierlich weiterentwickeln und verbessern, um dauerhaft am Markt bestehen zu können. Bei der Entwicklung der Kennzahlen dieser

Perspektive müssen die Menschen, Systeme und Prozesse im Unternehmen besonders berücksichtigt werden [HK98]. Damit bildet diese Perspektive die Grundlage für das langfristige Fortbestehen von Unternehmen, auf der die anderen Dimensionen aufbauen.

3 “Strategy Maps” – Verknüpfung von Strategie und Wirklichkeit

Für eine erfolgreiche Umsetzung der BSC im Unternehmen ist es entscheidend, dass alle Mitarbeiter, von der Geschäftsführung bis zur ausführenden Ebene, die Vision und Strategie verstanden haben. Eine „Strategy Map“ kann hierbei hilfreich für die Visualisierung der Zusammenhänge zwischen der Strategie und den Zielen in den vier Dimensionen sein. Der Erfolg der BSC hängt von der ausgewogenen Verknüpfung von Steuerungsgrößen und Erfolgskennzahlen ab [KN04]. Durch die Abbildung der Ursache-Wirkungsbeziehungen in der „Strategy Map“ werden die Kennzahlen der verschiedenen Perspektiven miteinander verknüpft. Hierdurch kann sichtbar gemacht werden, dass z. B. geschulte Mitarbeiter (Lernen und Entwicklung) zu gutem Service (interne Prozesse) und steigenden Verkaufszahlen und mehr Kundentreue (Kundenperspektive) führen, die letztendlich bewirken, dass sich die Rentabilität (Finanzperspektive) des Unternehmens erhöht [HK98]. Die „Strategy Map“ gibt somit einen Überblick über die Unternehmensstrategie, die Erfolgskennzahlen und die Maßnahmen. Die Umsetzung der Ziele mithilfe materieller und immaterieller Ressourcen in messbaren Output wird sichtbar und verbessert so die Unternehmenssteuerung sowie die Kommunikation im Unternehmen.

Literaturverzeichnis

- [Du06] Dunn, B.H.; Gates, R.N.; Davis, J.; Arzeno, A.: Using the Balanced Scorecard for Ranch Planning and Management: Setting Strategy and Measuring Performance. South Dakota State University, Brookings, 2006.
- [HK98] Horváth, P.; Kaufmann, L.: Balanced Scorecard – ein Werkzeug zur Umsetzung von Strategien. In: Harvard Business Manager, 1998 (5): 39-49.
- [In06] Inderhees, P.G.: Strategische Unternehmensführung landwirtschaftlicher Haupteinwerbsbetriebe: Eine Untersuchung am Beispiel Nordrhein-Westfalens. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen 2006.
- [KN92] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: The Balanced-Scorecard – Measures that Drive Performance. In: Harvard Business Review, January-February 1992: 71-79.
- [KN96] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Cambridge, MA, 1996.
- [KN97] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen. Stuttgart 1997.
- [KN04] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: Having Trouble with Your Strategy? Then Map It. In: Harvard Business Review, September-October 2004: 50-60.
- [MH10] Mußhoff, O.; Hirschauer, N.: Modernes Agrarmanagement. Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren, 2. Auflage, München 2010.
- [We12] Weissmann, A.; Augsten, T.; Artmann, A.: Das Unternehmenscockpit: Erfolgreiches Navigieren in schwierigen Märkten. Wiesbaden 2012.

Von der Balanced Scorecard (BSC) zur Agrar-BSC – Stand der Forschung und Entwicklungsbedarf

Margit Paustian, Hans-Hennig Sundermeier, Ludwig Theuvsen

Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
margit.paustian@agr.uni-goettingen.de
hsundermeier@lbv-net.de

Abstract: Das Konzept der Balanced Scorecard (BSC) ist relativ schnell nach den ersten Veröffentlichungen weltweit in die Führungsetagen vieler Unternehmen eingezogen. Auch in der Landwirtschaft scheint es als effizientes Controlling-Assistenzsystem erfolgversprechend. Der Beitrag skizziert die besonderen Anforderungen an die Entwicklung und Einführung einer Agrar-BSC¹⁴, um dieses Konzept für die landwirtschaftliche Praxis nutzbar machen zu können.

1 Stand der Forschung

Nach den ersten Veröffentlichungen durch Kaplan und Norton [KN92] hielt das Balanced Scorecard-Konzept überraschend schnell Einzug in die praktische Unternehmensführung. Viele Fallstudien beschreiben als „Success Stories“ die weltweit erfolgreiche Implementierung in Unternehmen unterschiedlicher Größen und Branchen. Zahlreiche Consulting-Unternehmen bieten BSC-Einführungs-Workshops an, und in vielen betriebswirtschaftlichen Lehrbüchern und -plänen hat dieses spezielle Controlling-„Assistenzsystem“ schnell einen Stammplatz erhalten. Das BSC-Konzept ist längst dem Experimentierstadium entwachsen und hat die Laborküchen verlassen. Auch für die Landwirtschaft scheint bereits ein praxisnaher Reifegrad erreicht zu sein – dies suggeriert zumindest der sehr populär und anschaulich geschriebene Leitfaden von Dunn et al. [Du06]. Insofern wäre es eigentlich überflüssig, über den „Stand der Forschung“ zu berichten. Gleichwohl ist die Verbreitung der Balanced Scorecard in der landwirtschaftlichen Unternehmensführung alles andere als ein „Selbstgänger“. Eine Ursache hierfür ist der in der „Szene“ (Unternehmer, Familienmitglieder, Mitarbeiter, Beratung, Ausbil-

¹⁴ Wir danken der Landwirtschaftlichen Rentenbank für die finanzielle Förderung und dem Landwirtschaftlichen Buchführungsverband für die Unterstützung des Projekts „Die Agrar-Balanced Scorecard als Steuerungsinstrument in der Landwirtschaft“. Das Vorhaben leiten Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, und Prof. Dr. Hans-Hennig Sundermeier, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel bzw. Landwirtschaftlicher Buchführungsverband, Kiel.

derung) fehlende Bekanntheitsgrad des Konzepts. Die folgenden Ausführungen skizzieren weitere allgemeine und spezifische Einführungserschwernisse.

2 Welche Einsatzaspekte erschweren die Praxiseinführung?

Unternehmen, die ihre Entwicklung strategisch planen, überflügeln oft ähnlich gelagerte Unternehmen in Bezug auf den wirtschaftlichen Erfolg. Obwohl der Nutzen einer systematischen, formalisierten Betriebsentwicklungsplanung nicht bezweifelt wird, findet ihre Umsetzung in der Landwirtschaft häufig nur auf äußere Veranlassung (z. B. bei der Beantragung von Fördermitteln oder Finanzierungen) statt.

Solange die Zielgruppe die (strategische) Planung nicht als selbstverständliche Routineaufgabe der landwirtschaftlichen Unternehmensführung ansieht, wird deren Praxiseinführung fehlschlagen [Sh03]. Häufig angeführte Ablehnungsargumente sind u. a.: Die Unternehmen seien zu klein, eine formalisierter Führungsprozess fehle, der Aufwand hierfür sei nicht vertretbar, Monitoring-Systeme zur Erfolgskontrolle seien zu teuer, nicht vorhanden oder lieferten die Ergebnisse zu spät; da Führung und Ausführung bei der gleichen Person lägen, sei eine Formalisierung überflüssig; eine Vorstellung von der gemeinsamen Vision der Unternehmerfamilie und vom Geschäftsmodell als ihrer Lebensgrundlage fehle, Ursache-Wirkungs- und Werttreiberbeziehungen seien unklar, aus strategischen Zielen seien konkrete Schritte nicht abzuleiten, eine kausale Verbindung zwischen Betriebsgeschehen und Privatleben der Unternehmerfamilie fehle.

Ein Scheitern einer BSC-Einführung speziell in kleinen Unternehmen sei zu erwarten, wenn neue Produkte oder Betriebszweige eingeführt würden, sich die Geschäftsstrategie ändere, viele der ursprünglich festgelegten Indikatoren obsolet würden, keine Software existierte oder die benötigten Daten gar nicht erst gesammelt würden [Ro11].

3 Kritische Erfolgsfaktoren für die Implementation einer Agrar-BSC

Als kritische Erfolgsfaktoren für die Einführung einer BSC gelten a) das Design der BSC (nicht zu viele und nicht zu wenige Messgrößen; für kleine Unternehmen sollten wenige Schlüssel-Kennzahlen identifiziert werden), b) Klarheit des Unternehmensleitbildes („mission statement“), c) Bekenntnis der Unternehmensführung zur BSC und ihrem Einführungsprozess, d) Einbeziehung der Mitarbeiter (im Design-Stadium und auch bei der Einführung), e) Kommunikationsprozesse (Transparenz für alle Beteiligten), f) Kürze des Entwicklungsprozesses, g) Bereitstellung von Zeit und Ressourcen und h) geeignete IT-Unterstützung.

Erste eigene Tastversuche zur Entwicklung und Einführung von BSCs in der landwirtschaftlichen Praxis waren ernüchternd; sie verliefen zeitlich sehr langsam, offenbarten wenig Kreativität bezüglich der Entwicklung von Kennzahlen zur Erfolgs- bzw. Fortschrittsmessung und entwickelten keine Eigendynamik durch die Beteiligten [Bä12], [He12]. Mit einer Fortführung aus eigenem Antrieb ist nicht zu rechnen.

Die Einführung einer Agrar-BSC umfasst den Aufbau einer „Modell-Kaskade“: ein aus dem Unternehmensleitbild abgeleitetes strategisches Zielbündel; ein betriebswirtschaftliches operatives Ursache-Wirkungsmodell zur Zielerreichung; die Formulierung des spezifischen Geschäftsmodells („business engine“); die Identifizierung von geeigneten Messgrößen („you can’t manage what you can’t measure“) für die Perspektiven Finanzen, Kunden, natürliche Ressourcen, Produktion, Lifestyle, Potenzial & Entwicklung; die Auswahl der Messgrößen im Hinblick auf die direkte Ableitbarkeit von Maßnahmen zur (Gegen-)Steuerung, die Einrichtung eines Monitoring-Systems zur Sammlung und Aufbereitung der Messgrößen und die Erläuterung der Systemzusammenhänge für alle Beteiligten (Unternehmensführung, Mitarbeiter, Familienmitglieder, Beratung). Nach erfolgter Einführung dieses Controlling-„Assistenzsystems“ ist seine Nutzung zu etablieren (z. B. durch regelmäßige Anwendung in kurzen Intervallen); gleichwohl sollten auch Effektivität und Effizienz regelmäßig überprüft und ggfs. verbessert werden.

3.1 Standardisierte versus unternehmensspezifische Agrar-BSC

Die kennzahlengestützte Unternehmensanalyse hat in der Landwirtschaft eine lange Tradition. Im Landwirtschaftlichen Buchführungsverband beispielsweise reichen die Anfänge des Betriebsvergleichs in die 1930er Jahre zurück. Der landwirtschaftliche Betriebsvergleich hat seither eine zentrale Bedeutung für die Informationsversorgung der Betriebsleitung bei der Schwachstellenanalyse und Erfolgsverbesserung erlangt. Verbesserungsempfehlungen münden regelmäßig in Forderungen nach einer starken Reduzierung der Zahl und Standardisierung der Indikatoren. Die Darstellung von Betriebszweig- und Produktionsprozessanalysen wurde lediglich für „stärker interessierte Betriebsleiter“ empfohlen [RS97].

Diese traditionelle Neigung zur Vereinfachung und Standardisierung erlaubt einerseits zwar eine kostengünstigere Informationsversorgung; andererseits stehen Standards in krassem Widerspruch zu den BSC-Grundprinzipien der individuellen Visions- und Zielformulierung, der Beachtung der spezifischen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, der Ausrichtung auf den speziellen Informationsbedarf der Betriebe sowie auf die individuellen Informationsbedürfnisse der beteiligten Personen.

Der Entscheidungs- und der Informationsbedarf unterscheiden sich zwischen den landwirtschaftlichen Betriebszweigen erheblich: saisonunabhängige Tierproduktions- und Veredelungsprozesse benötigen andere Routineentscheidungen und abweichende zeitliche Muster als die jahreszeitlich gekoppelte Acker- und Futterproduktion. Die Einzelfallorientierung bei der Zielformulierung und Kennzahlenspezifikation wird noch bedeutsamer, wenn die Dimension „(Familien-)Leben“ oder „Lifestyle“ einbezogen wird. Diesbezügliche Ziele und Kennzahlen liegen außerhalb der betriebswirtschaftlich Denk- und Betrachtungsweise.

3.2 Umfänglicher Vorlauf für Entwicklung, Test und Schulung

Ein Siegeszug der BSC durch landwirtschaftliche „Führungsetagen“ ist bisher ausgeblieben. Eine erfolgreiche „Quick-and-Dirty-Adaption“ des industriellen Vorbilds an

landwirtschaftliche Verhältnisse scheint nach jetzigem Kenntnisstand ausgeschlossen. Will man das eigentlich erfolversprechende Konzept auch in der Landwirtschaft zum Durchbruch führen, so scheinen umfängliche wissenschaftliche Vorarbeiten und eine systematische Wegbereitung unumgänglich. Hierzu gehören Untersuchungen über die Verknüpfungen von Unternehmen und Familie, Kataloge von adaptierbaren Geschäfts- und Produktionsmodellen, Entscheidungshierarchien und Kennzahlen, bewährte Best Practice-Vorbilder sowie umfängliche Schulungs- und Informationsangebote für Unternehmer, Mitarbeiter, Familienangehörige und Beratung. Separat im Vorfeld aufzubauen wäre eine IT-Systemarchitektur, die Monitoring und Datenaufbereitung effektiv unterstützt, einfach bedienbar und mit vertretbarem Aufwand einzusetzen ist.

Selbst nach umfänglichen Entwicklungsarbeiten besteht keine Erfolgsgarantie – insbesondere, wenn die Einführung in Eigenregie oder durch nicht ausreichend geschulte Berater erfolgt. Um den Ruf einer Agrar-BSC nicht durch laienhafte Einführungsprozesse zu gefährden, wäre ggfs. eine Sachkundeprüfung bzw. Zertifizierung von speziellen Beratern anzustreben.

4 Fazit und Ausblick

Eine Agrar-BSC würde die Defizite im Hinblick auf eine strukturierte Unternehmensführung spürbar mildern und erfolgreiche Betriebsentwicklungen beschleunigen. Der besser ausgebildete Führungskräftenachwuchs könnte hier eine Pionierrolle übernehmen. Professionelle Entwicklung, Einführung, Wegbereitung und IT-Unterstützung münden in einen erheblichen Forschungsbedarf.

Literaturverzeichnis

- [Du06] Dunn, B.H.; Gates, R.N.; Davis, J.; Arzeno, A.: Using the Balanced Scorecard for Ranch Planning and Management: Setting Strategy and Measuring Performance, South Dakota State University, 2006.
- [Bä12] Bäumer, A.: Die Balanced Scorecard als Kennzahlensystem in der Landwirtschaft: Eine Fallstudie. Masterarbeit, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen 2012.
- [He12] Hesse, J.-H.: Balanced Scorecard als Führungskonzept für Familienbetriebe – Fallstudie für einen Familienbetrieb, Bachelorarbeit, Institut für Agrarökonomie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 2012.
- [KN92] Kaplan, R.S.; Norton, D.P.: The Balanced-Scorecard – Measures that Drive Performance. In: Harvard Business Review, January-February 1992: 71-79.
- [RS97] Riebe, K.; Sundermeier, H.-H.: Der Betriebsvergleich als Analyse-Instrument in der Landwirtschaft. In: Kühn-Archiv 91(2), 1997: 265-285.
- [Ro11] Rompho, N.: Why the Balanced Scorecard Fails in SMEs: A Case Study. In: International Journal of Business and Management, 6(11), 2011: 39-46.
- [Sh03] Shadbolt, N.M.; Beeby, N.; Brier, B.; Gardner, J.W.G.: A Critique of the Use of the Balanced Scorecard in Multi-Enterprise Family Farm Businesses. Proceedings 14. International Farm Management Congress, Western Australia, Perth, 2003.

Remote Task Control im Projekt Geo Farm

Vinzenz Petr, Matthias Rothmund, Stefan Würzle

Systemtechnik
Horsch Maschinen GmbH
Sitzenhof 1
92421 Schwandorf
vinzenz.petr@horsch.com
matthias.rothmund@horsch.com
swuerzle@geo-konzept.de

Abstract: Die Anwendung Remote Task Control entstand in Zusammenarbeit der Firmen HORSCH und geo-konzept im Forschungsprojekt Geo Farm und ermöglicht eine durchgängig automatisierte Prozesskette von der Bereitstellung und Archivierung georeferenzierter Applikationskarten und Datenübertragung zur Landmaschine bis zur Ausführung und Dokumentation des variablen Applikationsprozesses im Feld. Das Projekt Geo Farm wurde im Zeitraum 2012 bis 2014 durch das Bundesministerium für Wirtschaft gefördert.

1 Zielsetzung

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ist es ein System zu entwickeln, bei dem auf einer Seite die Auftrags- und Dokumentationsverwaltung in einer Serveranwendung (geo-konzept) abgebildet wird und auf der anderen Seite die Auftragsverwaltung, -ausführung und -dokumentation im ISOBUS-System einer Sämaschine (HORSCH) stattfindet. Dazwischen liegt als gemeinsame Zielstellung die standortfreie und flexible Datenübertragung aller anfallenden Daten. Die Datenübertragung soll dabei so einfach gehalten sein, dass der Endbenutzer sich nur um die eigentliche Abarbeitung der Aufträge kümmern muss und nicht um die Organisation der Daten.

2 Methode

Zur einfacheren Umsetzung wurde das Projekt in drei Teillösungen aufgetrennt. Teillösung 1 beschäftigt sich mit der serverbasierten Datenverwaltung (Geo-Farm-Server). Wie in Abbildung 1 dargestellt übernimmt ein standortunabhängiger Webserver die Bereitstellung der Aufträge für eine beliebige Anzahl von Clients (Telemetrie-Module innerhalb der Sämaschine). Außerdem ermöglicht dieser Server gleichzeitig allen verfügbaren Clients eine Archivierung der auf dem Feld anfallenden Dokumentationsdaten.

Teillösung 2 übernimmt die Datenübertragung aller anfallenden Daten zwischen Server und Clients. Es wurde eine C++ Bibliothek (Geo-Farm-Lib) erstellt die alle Aufgaben innerhalb der Datenübertragung übernimmt. Dieser Programmcode wird auf einem Telemetrie-Modul innerhalb der Sämaschine ausgeführt.

Die Ansteuerung der Geo-Farm-Lib, die Abarbeitung der Auftragsdaten durch die Ansteuerung einer Sämaschine mit Hilfe des ISOBUS Protokolls sowie die Generierung der Dokumentationsdaten wird als Teillösung 3 angesehen. Es wird dazu ein im Telemetrie-Modul implementierter ISOBUS Task Controller verwendet. Ein weiterer Programmteil dieser Teillösung stellt eine grafische Bedienoberfläche für das Virtuelle Terminal (ISOBUS UT) dar.

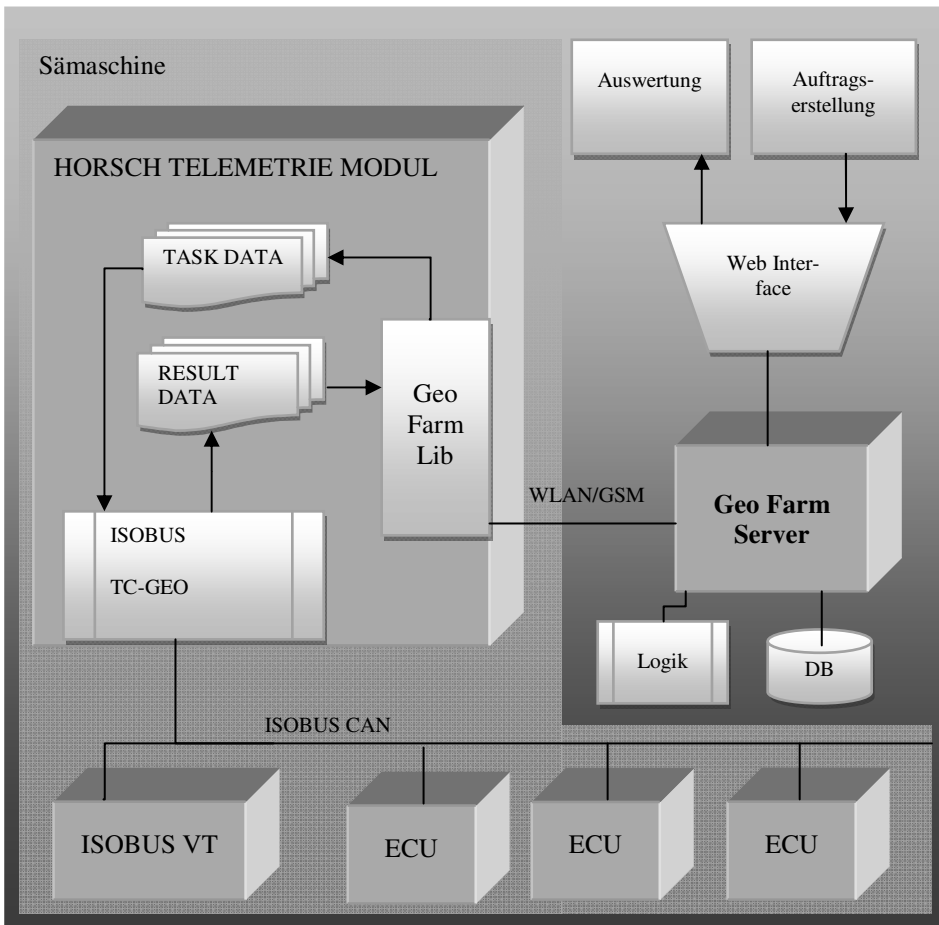


Abbildung 1: Komponenten im System

2.1 Workflow

Der Workflow wurde für den Endbenutzer so einfach wie möglich gehalten. Es können Aufträge mit beliebigen Softwaresystemen erstellt werden und müssen lediglich als gepacktes ZIP Archiv verfügbar sein. Diese Archive können dann mit Hilfe eines beliebigen Web-Browser an den Geo-Farm-Server übermittelt werden. Die Auftragsdaten werden immer nur einem bestimmten Client zugewiesen. Sobald ein Telemetrie Modul eine Verbindung zum Server aufbaut und die Identifizierung des Clients erfolgreich war, werden automatisch alle für diesen Client verfügbaren Auftragsarchive auf das Telemetrie Modul übertragen und lokal zwischengespeichert.

Mit Hilfe eines ISOBUS-Terminals kann der Maschinenfahrer zu einem beliebigen Zeitpunkt aus einer Liste aller verfügbaren Aufträge einen Auftrag starten. Der ISOBUS Task Controller wird dann den Auftrag ausführen und anhand der im Auftrag enthaltenen Applikationskartendaten und der ermittelten GPS-Position Kommandos an die Sämaschine via ISOBUS übermitteln (ISOBUS TC-GEO). So wird die Ausbringmenge anhand der Auftragsdaten variabel gesteuert.

Sobald die Abarbeitung des Auftrages abgeschlossen wurde, kann der Maschinenfahrer am Terminal die Fertigstellung des Auftrages bestätigen und alle angefallenen Dokumentationsdaten werden automatisch an den Geo-Farm-Server übermittelt. Die übertragenen Dokumentationsdaten sind dann als ZIP Archiv auf dem Server gespeichert und können dann ebenfalls per Web-Browser weiterverarbeitet werden.

2.2 Geo-Farm-Server & Geo-Farm-Lib

Als Serversystem wird eine Microsoft WebFarm Umgebung eingesetzt welche problemlos bei steigenden Anforderungen skaliert werden kann.

Die C++ Bibliothek Geo-Farm-Lib fungiert als Client zum Geo-Farm-Server und kapselt den Datenaustausch zwischen Server und der eigentlichen Applikation.

2.3 Applikation auf HORSCH Telemetrie-Modul

Das für die Tests eingesetzte Telemetrie-Modul (TM) ist ein embedded System mit einem 32bit 400MHz Prozessor. Das System hat eine physische Anbindung an die CAN-Busse der Maschine. Das TM verfügt über eine GSM-Verbindung und besitzt eine herausgeführte RS232 Schnittstelle für die Anbindung externer GPS Empfänger. Die Integration der Geo-Farm-Lib erfolgt als C++ Shared-Object-Library und läuft in einem eigenständigen Hintergrundprozess. So kann sichergestellt werden, dass zu jeder Zeit die maximal verfügbare Bandbreite der GSM-Verbindung ausgenutzt wird. Sobald das TM mit Strom versorgt wird, beginnt der Verbindungsaufbau zum Geo-Farm-Server und alle verfügbaren Aufträge werden in den Flash-Speicher heruntergeladen und zwischengespeichert. Gleichzeitig werden etwaige vorhandene Dokumentationsdaten an den Server gesendet.

Die Task Controller (TC) Implementierung ist ebenfalls in der Programmiersprache C++ geschrieben und arbeitet nach Teil 10 der Norm ISO 11783 [ISO10]. Mit Hilfe der bereitgestellten grafischen Bedienoberfläche für das Virtuelle Terminal (ISOBUS UT) kann der Bediener Aufträge starten bzw. stoppen. Der TC kann anhand der enthaltenen Applikationskartendaten und der GPS-Position Kommandos an die Sämaschine via ISOBUS übermitteln. So wird die Ausbringmenge anhand der Auftragsdaten variabel gesteuert.

3 Ergebnis, Schlussfolgerung und Ausblick

Das beschriebene Gesamtsystem wurde unter realen Bedingungen im Oktober 2014 mit verschiedenen Aufträgen getestet. Sowohl der Datenaustausch zwischen dem Geo-Farm-Server und dem Telemetrie-Modul als auch das eigentliche Abarbeiten der Aufträge funktionierte wie erwartet.

Grundsätzlich sind bereits Ansätze bekannt, die einen Austausch von ISOBUS-Aufträgen ohne den Einsatz von portablen Speichermedien ermöglichen, wie zum Beispiel die Anwendung Farmpilot, die für einige marktverfügbare ISOBUS erhältlich ist.

Ziel des Projektes Geo Farm war es jedoch, eine durchgängig automatisierte Prozesskette von den Ausgangsdaten wie Bodenkarten, Feldprozessdaten und Satellitendaten über die Verarbeitung zu Applikationskarten und deren Anwendung im maschinellen Prozess bis hin zu Dokumentation als Basis für Folgeprozesse darzustellen und umzusetzen. Der hier gezeigte Ansatz fügt sich in die dafür im Projekt Geo Farm konzipierte Architektur ein.

Nach Ende des Forschungsprojekts werden entlang dieser Prozesskette serienreife Produkte entstehen. Dabei wird auch eine weitere Automatisierung der im Projekt nicht betrachteten Aspekte wie zum Beispiel die Feldderkennung und Zuweisung von Aufträgen erfolgen.

Literaturverzeichnis

- [ISO10] ISO, 2009: ISO 11783-10:2009(E). Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communication data network, Part 10: Task controller and management information system data interchange, Geneva.
- [BOOST] Boost Filesystem Library - The Boost Filesystem Library provides portable facilities to query and manipulate paths, files, and directories., <http://www.boost.org/doc/libs/>, 2014.
- [ZLIB] zlib - A Massively Spiffy Yet Delicately Unobtrusive Compression Library <http://www.zlib.net/>, 2014.

Zur Wirtschaftlichkeit der automatisierten Fütterung in der Rinderhaltung

Guido Recke, Hanna Strüve

Landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre
Hochschule Osnabrück
Oldenburger Landstraße 24
49090 Osnabrück
g.recke@hs-osnabrueck.de
h.strueve@hs-osnabrueck.de

Abstract: In der Rinderhaltung werden zunehmend automatisierte Fütterungssysteme eingesetzt. Neben der Arbeitersparnis ist für die Betriebsleiter die Wirtschaftlichkeit der automatisierten Systeme ein wichtiges Entscheidungskriterium, ob ein solches System eingesetzt werden soll. Anhand eines typischen Familienbetriebs mit Rinderhaltung, wurden im Rahmen einer Projektarbeit an der Hochschule Osnabrück Analysen durchgeführt, die zeigen, dass Investitionskosten, die Zeiten, die für die Fütterung aufgebracht werden, sowie weitere Verfahrenskosten in der Fütterung die Wirtschaftlichkeit bestimmen.

1 Einleitung

Neben automatischen Melksystemen und anderen technischen Innovationen sind für die Rinderhaltung halbautomatische und automatische Fütterungssysteme in landwirtschaftlichen Betrieben entwickelt worden, die zunehmend auch in den rinderhaltenden Betrieben eingesetzt werden. In diesem Beitrag soll untersucht werden, ob sich ein automatisches Fütterungssystem (AFS) im Vergleich zu einem System mit Futtermischwagen betriebswirtschaftlich rechnet. Bei den automatischen Fütterungssystemen werden verschiedene technische Lösungen unterschiedlicher Unternehmen angeboten. So gibt es neben schienengeführten Systemen auch selbstfahrende Systeme wie z. B. von dem Unternehmen Lely [Ve04, Bo04]. Dieses System ist in der folgenden Abbildung 1 zu sehen. In dem AFS der Firma Lely wird das Futter zunächst von dem Fahrsilo in den Futtervorratsbereich befördert. Dort wird der Fütterungsroboter über einen Greifer mit dem Futter befüllt. Von dort fährt der Fütterungsroboter in die einzelnen Ställe, füttert dort die Rinder und schiebt dabei auch das Futter an. Der Fütterungsroboter ist batteriebetrieben und mit Sensorsystemen ausgestattet, die es ermöglichen, einzelbetrieblich Routen für die Fütterung zu programmieren. Geworben wird für dieses automatische Fütterungssystem insbesondere mit einer Arbeitseinsparungen von über acht Stunden pro Woche und niedrigen Betriebskosten [Le04].

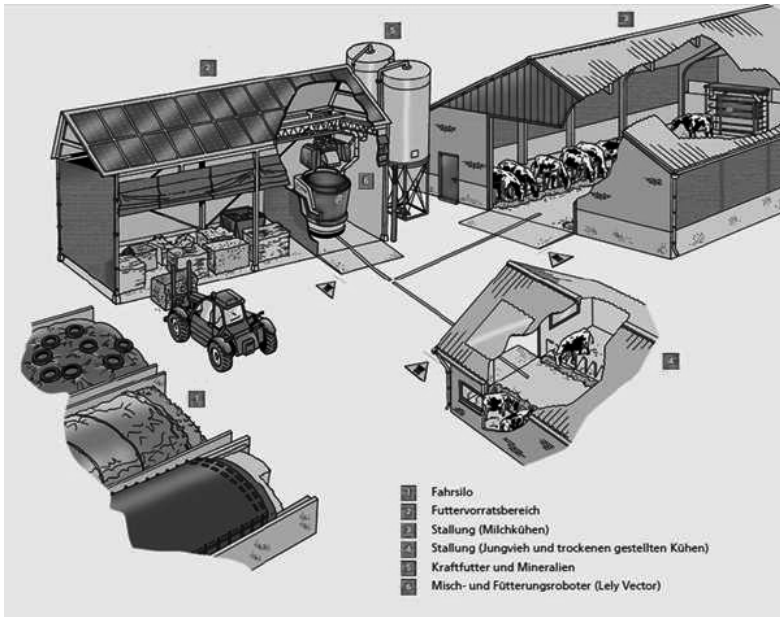


Abbildung 1: Schema einer automatisierten Fütterung [Le04]

2 Methodischer Ansatz

Um der Frage nachzugehen, ob und bei welchen Betrieben automatische Fütterungssysteme aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll eingesetzt werden können, wird bei einem typischen landwirtschaftlichen Familienbetrieb mit Rinderhaltung eine betriebswirtschaftliche Analyse durchgeführt. Als Rechenansatz wird die approximative Kostenkalkulation [Br92] angewendet. Um die Kosten beispielhaft für einen Milchviehbetrieb mit Nachzucht und Bullenmast und 210 GV zu ermitteln, sind Arbeitszeiten und alle weiteren Verfahrenskosten für den Einsatz eines automatisierten Fütterungssystems und einer Fütterung mit einem Futtermischwagen über betriebsbezogene Daten, Herstellerangaben und KTBL-Daten im Rahmen einer Projektarbeit an der Hochschule Osnabrück erfasst worden. Diese Berechnungen sind um Sensitivitätsanalysen [Br92] erweitert worden, um die Wirkungen von einzelnen Faktoren auf die Wirtschaftlichkeit des AFS zu ermitteln.

3 Ergebnisse

Erste Ergebnisse zeigen, dass ein automatisches Fütterungssystem bei dem untersuchten landwirtschaftlichen Familienbetrieb mit 210 Rinder-GV trotz hoher Investitionskosten von über 150.000,- Euro allein für das AFS, einem Lohnansatz von 15,- Euro pro Stunde und einer durch das Unternehmen angegebenen Laufzeit des Roboters von 15 Jahren

wirtschaftlicher als ein Fütterungsverfahren mit Futtermischwagen ist. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, ergeben sich für den untersuchten Betrieb selbst bei der Kalkulation mit einer Vollaussstattung des AFS jährliche Durchschnittskosten von ca. 35.000,- Euro im Gegensatz zu ca. 49.500,- Euro bei einer Mechanisierung mit einem Futtermischwagen und ergänzender Technik. Die Ergebnisse hängen von mehreren wichtigen Faktoren ab, deren Werte über die Investitionszeit gesehen zum Teil größere Unsicherheit aufweisen. So gibt es in der Praxis noch keine Erfahrungswerte hinsichtlich der Nutzungsdauer der AFS, da diese in der jetzigen Form noch keine 20 Jahre eingesetzt werden. Außerdem sind je nach Betrieb die Lohnkosten bzw. Lohnansätze sehr unterschiedlich, die sich im Laufe der Zeit auch durch geänderte Arbeitsorganisationen erheblich ändern können. Für die Wirtschaftlichkeit entscheidend ist auch die Größe der Betriebe mit den zu fütternden Tieren. Hierzu sind bislang keine Untersuchungen vorgenommen worden. Es ist zu erwarten, dass bei ausgelasteten Fütterungssystemen die Kosten pro Einheit niedriger sind als bei wenig ausgelasteten Systemen. Allerdings bietet das Fütterungssystem mit Futtermischwagen die Möglichkeit, auf mehreren Betrieben eingesetzt zu werden.

Tabelle 1: Auswirkungen unterschiedlicher Lohnansätze auf die Durchschnittskosten der Fütterung

Lohnansatz	Durchschnittliche Kosten/Jahr „Lely Vector“ Vollaussstattung	Durchschnittliche Kosten/Jahr Futtermischwagen (neue Technik)
10 /h	31.948,60	43.079,38
15 /h	35.012,27	49.526,66
20 /h	38.075,94	55.973,94
25 /h	41.139,60	62.421,22
30 /h	44.203,27	68.868,49

Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, wie sehr die durchschnittlichen Kosten für das automatische Fütterungssystem und das Fütterungssystem mit Mischwagen von den Arbeitskosten und der Höhe des Lohnansatzes abhängen. Der Effekt ist beim Futtermischwagen höher als bei dem AFS, was sich durch die weniger eingesetzten Stunden erklärt.

Tabelle 2: Auswirkungen der veränderten Nutzungsdauer des AFS auf die Durchschnittskosten der Fütterung

Nutzungsdauer AFS	Durchschnittliche Kosten/Jahr „Lely Vector“ Vollaussstattung
5 Jahre	52.345,60
10 Jahre	39.345,60
15 Jahre	35.012,27
20 Jahre	32.845,60

In Tabelle 2 wird der Effekt einer veränderten Nutzungsdauer des AFS deutlich. Es zeigt sich, dass eine kürzere Nutzungsdauer mit 5 Jahren die Kosten auf über 50.000,- Euro ansteigen lässt. Die zusätzliche Kostensenkung durch längere Laufzeiten fällt im Vergleich dazu niedriger aus.

Tabelle 3: Auswirkungen von Preisveränderungen bei den Anschaffungskosten des AFS auf die Durchschnittskosten der Fütterung

Prozentuale Veränderung	Durchschnittliche Kosten/Jahr „Lely Vector“ Vollausrattung
-10%	33.740,60
-5%	34.376,44
0%	35.012,27
5%	35.648,10
10%	36.283,94

Tabelle 3 zeigt, dass die Durchschnittskosten auch deutlich von Preisveränderungen der Anschaffungskosten des AFS abhängen und neben anderen Faktoren, wie dem eingesparten Arbeitskosten und der Nutzungsdauer der Anlage, einen Effekt auf die Durchschnittskosten haben. Diese Ergebnisse zeigen sich auch in den Untersuchungen und Ergebnissen von Haidn et. al. [Ha13].

4 Zusammenfassung

In dem Beitrag wird untersucht, ob automatische Fütterungssysteme neben arbeitsorganisatorischer auch wirtschaftliche Vorteile besitzen. Erste Ergebnisse zeigen, dass neben den Investitionskosten, die Größe der Tierbestände, die Arbeitsabläufe und dabei insbesondere die Zeiten, die für die Fütterung aufgebracht werden sowie die Arbeitskosten pro Stunde wichtige bestimmende Faktoren für die Wirtschaftlichkeit sind. Die Entscheidung, welches Fütterungssystem am wirtschaftlichsten ist, muss einzelbetrieblich in Abhängigkeit von der vorhandenen Mechanisierung, den Arbeitskosten und der Arbeitsorganisation der Fütterung getroffen werden.

Literaturverzeichnis

- [Bo04] Bonsels, T. (2014): Die Fütterung aufmischen. dlz primus rind 3/2014: 19-23.
- [Br92] Brandes, W.; Odening, M. (1992): Investition und Finanzierung in der Landwirtschaft. Ulmer, Stuttgart.
- [Ha13] Haidn, B.; Lund, H.; Böhm, A. (2013): Automatisches Füttern im Milchkuhbetrieb. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL) (Hrsg.), Freising-Weihenstephan.
- [Le04] LELY (2014): Prospekt: Lely Vector Automatisches Fütterungssystem http://www.lely.com/uploads/original/documents/Brochures/Feeding/Vector/Vector_brochure_DE_nw.pdf (Download vom 16.11.2014).
- [Ve04] Veauthier, G.; Ostermann-Palz, B. (2014): Automatische Fütterungssysteme im Praxis-scheck. Elite 3/2014: 38-49.

Automatisierte Zustandserfassung von Güterwegen – Bedienbarkeitsaspekte des Instrumentariums

Daniela Rommel, Martin Ziesak

Waldwissenschaften
Berner Fachhochschule / Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften
Länggasse 85
CH-3052 Zollikofen
daniela.rommel@bfh.ch
martin.ziesak@bfh.ch

Abstract: Mithilfe einer neu entwickelten, IT-gestützten Messlanze soll es zukünftig möglich sein, den Zustand von Güterstraßen (derzeit: Forststraßen) automatisiert, objektiv, kostengünstig und ohne großen Extraaufwand zu ermitteln. Hierzu dienen eine an die Anhängerkupplung eines PKW/LKW montierbare Messlanze, zwei Radsensoren sowie eine Auswertesoftware. Aufgrund der Konstruktion und der ergebnisorientierten Software ist die Methode nicht auf einzelne Nutzer beschränkt, sondern lässt sich von einem breiten Anwenderkreis bedienen.

1 Hintergrund

Güterstraßen in ihrer üblicherweise bindemittelfreien Bauweise unterliegen einer permanenten Abnutzung. Aufgrund von Witterungsbedingungen, Erosion und verkehrsbedingtem Verschleiß ändert sich der Wegezustand recht dynamisch. Wegeunterhaltsmaßnahmen beheben diese z.T. erheblichen Schäden am Straßenkörper.

Insbesondere im Forstbereich ist die Kenntnis des aktuell vorliegenden Wegezustandes Voraussetzung für eine effektive Planung und Durchführung von Unterhaltsmaßnahmen. Derzeit werden Schäden an Forststraßen nach subjektiven Bewertungskriterien, verbunden mit hohen Kosten und in grober zeitlicher Auflösung erfasst.

Aufgrund dieser Tatsachen sowie ausgehend von der Dokumentation und Erprobung von vergleichbaren Systemen wie *Opti-Grade®* [Co13], *Pavement Profile Scanner* [FroJ] etc. wurde ein eigenes Messinstrument entworfen, welches den Zustand von Forststraßen automatisiert ermitteln kann. Die Entwicklung erfolgte im Rahmen eines zu gleichen Teilen von ThüringenForst AöR und vom Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein Westfalen finanziell unterstützten Forschungsvorhabens an der Schweizer Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen.

2 Zielsetzung

Auf Basis der neu entwickelten Messmethodik soll es zukünftig möglich sein, Entscheidungen zum Straßenunterhalt sowohl zu automatisieren, den Zeitpunkt bzw. -raum für die anstehende Wegeunterhaltsmaßnahme (im Forstbereich: Ausbau oder Wiederinstandstellung) präzise zu kalkulieren als auch die Zuordnung des Unterhaltsbudgets transparent zu gestalten. Das Hauptaugenmerk liegt für die einzelnen Forstbetriebe aber ganz klar in der Kostensenkung und der einfachen Diagnostik des Wegezustandes.

3 Grundkonzeption

Das System für ein möglichst umfassendes Wegemonitoring besteht aus mehreren elektronischen Messsensoren, welche die generierten Daten an einen *headless embedded PC* übermitteln (siehe Abb. 1). Separat dazu existiert eine Auswertesoftware, die eine Klassifizierung der Daten vornimmt.

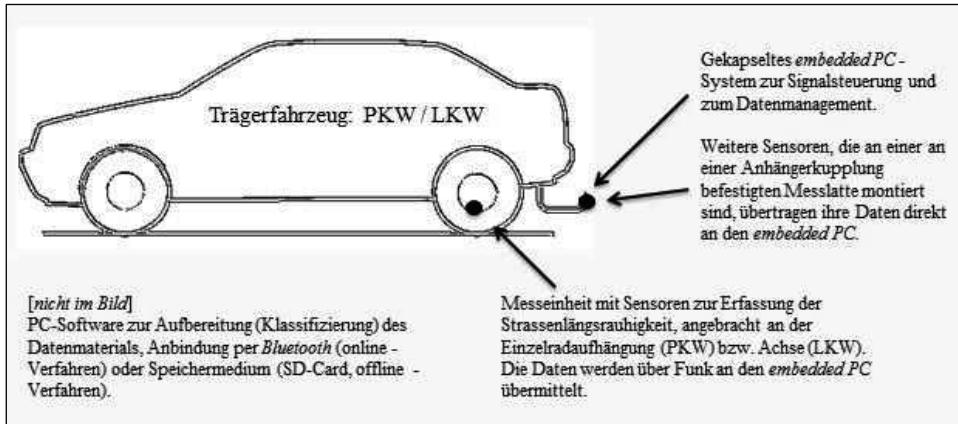


Abbildung 1: Schemabild der Komponenten, verändert nach [Pa14]

Das System Messlanze besteht aus unterschiedlichen Bestandteilen. Zur Erfassung des Straßenquerprofils sind zum einen verschiedenen Sensoren (bestimmte Anzahl an Ultraschallsensoren, Neigungsmesser, GPS, Kreiselkompass) integriert, zum anderen ist ein leistungsfähiges, bedienelementfreies Linux-Rechensystem verbaut, welches für „Kommunikation, Steuerung und Datenaufbereitung“ [Zi14] zuständig ist (siehe Abb. 2).

Zur spurgenaugen Erfassung der Oberflächenrauigkeit in Längsrichtung wird ein 3-achs Beschleunigungssensor mit einer Abtastrate von 100 Hz genutzt [Zi14]. Die Radsensoren werden jeweils an der rechten und linken Radaufhängung der Hinterachse mittels U-Schelle montiert. In regelmäßigem Turnus muss der darin integrierte Akku geladen werden. Dieser Vorgang richtet sich insbesondere nach der Nutzungsintensität. Die Signalübertragung an den *headless embedded PC* erfolgt kabellos (siehe Abb. 3).

Die Windows-basierte Auswertsoftware bereitet den gelieferten Datensatz (live oder zeitversetzt) so auf, dass eine Zuordnung der Straßenzustandsparameter auf die vom Nutzer frei definierbare Straßenkategorien erfolgt und dass die Daten in einem Geoinformationssystem (GIS) analysiert und dargestellt werden können [Zi14].

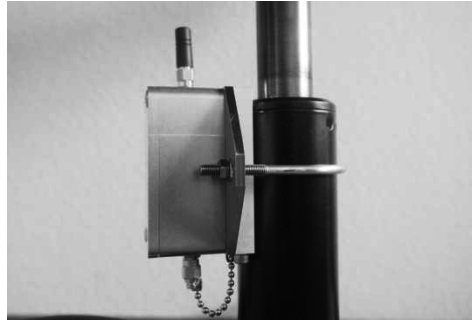


Abbildung 2 (links): Messlanze, montiert an der Anhängerkupplung eines Trägerfahrzeugs (R. Baula); Abbildung 3 (rechts): Beschleunigungssensor mit Antenne und Akku (D. Rommel)

4 Nutzerführung / Interaktion mit dem Anwender

Das Messinstrumentarium ist derart konzipiert, dass es weitestgehend autokalibrierend arbeitet. So wird beispielsweise eine nicht exakt horizontale Montage der Messlanze an der Anhängerkupplung ebenso registriert und korrigiert wie ein ungünstig gewählter Montagepunkt, etwa bei einseitig geneigter Straße [Zi14]. Nach der Kalibrierung und der Fixierung an Anhängerkupplung und Hinterachse ist das System ohne weitere Interaktion seitens des Anwenders betriebsbereit.

Zudem profitiert der Nutzer von der automatischen Übermittlung und Vorverarbeitung der erhobenen Messwerte auf dem *embedded PC*. Das Messsystem kann solange am Trägerfahrzeug verbleiben, bis die Akkus der Radsensoren je nach Nutzungsdauer aufgeladen werden müssen. Da die während der Fahrt erfassten Daten auf einem mobilen Datenträger zwischengespeichert werden, muss nicht zwingend ein Laptop mit Auswertesoftware mitgeführt werden. Das Auslesen des *embedded PC* via Bluetooth und das Kategorisieren der Parameter kann auch zeitverzögert im Zuge der Nachbearbeitung durch einen IT-affinen Nutzer stattfinden. Die „live“-Kategorisierung (sprich während der Messfahrt) bietet allerdings den Vorteil, dass der Fahrer auf einem einfachen Kartendisplay seines Laptops eine direkte Rückmeldung zum aktuellen Straßenzustand erhält.

Eine Weiterverarbeitung und Zuordnung der ermittelten Straßenschäden zu Kategorien, welche frei definiert werden können, erfolgt in der dafür entwickelten Auswertungssoftware. Dieser letzte Schritt kann – wie bereits erwähnt - je nach Belieben entweder parallel während der Erfassung oder im Nachgang erfolgen. Dem Anwender steht offen, die Kategorien selbst festzulegen. Je nach Parameter (Schlaglochtiefe, Häufigkeit von

Schlaglöchern auf einem bestimmten Untersuchungsperimeter, Tiefe von Furchen/ Wellen und Fahrspurrillen etc.) können verschiedene Schwellwerte und Schad-abstufungen (z.B. Straßenzustand gut, mittel, schlecht) definiert und mit Farbkodierung im GIS oder mittels Attributtabelle angezeigt werden.

5 Erstes Anwenderfazit

Aus den Ergebnissen einer ersten Anwendungsstudie in Form einer Bachelorarbeit von Schuler (2014) geht hervor, dass das System in der Lage ist, relevante Parameter wie Querprofil und Längsrauigkeit zu erfassen. Durch weitere Anpassungen scheint es möglich, die Entscheidung zum Straßenunterhalt zu automatisieren und in die üblichen Revierfahrten ohne großen zusätzlichen Aufwand für den Revierbeamten zu integrieren. Die IT-gestützte Nachbearbeitung kann im Büro durch eine weitere Person erfolgen.

Neben den Einflussgrößen, die den Straßenzustand definieren, können zeitgleich auch Permanentparameter von Güterwegen erhoben werden. So lässt sich beispielsweise die Längsneigung einer Straße sehr präzise vermessen.

6 Ausblick

Um die Handhabbarkeit des Systems noch einfacher zu gestalten, werden bei der nächsten Fertigungsreihe Leuchtdioden verbaut, die den aktuellen Status der Messlanze anzeigen sollen.

Literaturverzeichnis

- [Co13] Conrad, L.: Automatisierte Zustandserfassung von Forststraßen mit Opti-Grade®. Bachelorarbeit, HAFL, Zollikofen, 2013; 73 S.
- [FroJ] Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik IPM: Pavement Profile Scanner PPS. o.J.; 2 S.
http://www.ipm.fraunhofer.de/content/dam/ipm/de/PDFs/produktblaetter/OFM_Optische_Fertigungsmesstechnik/BMT_Bahnmesstechnik/PPS_dt_web.pdf. [abgerufen November 2014].
- [Pa14] Patentanmeldung DE 102014213424.2. BFH. ThüringenForst AöR. „System zur Ermittlung des Zustandes von insbesondere unbefestigten Fahrtrassen, wie z.B. Forststraßen oder Güterwegen.“ Angemeldet am 10.07.2014.
- [Sc14] Schuler, S.: Erfassung des Unterhaltszustandes von Waldstraßen. Überprüfung und Kalibrierung eines neuen IT-gestützten Tools. Bachelorarbeit, HAFL, Zollikofen, 2014; 47 S.
- [Zi14] Ziesak, M.: Automatisierte Zustandserfassung von Forststraßen bzw. Güterwegen. Konzeption & Beschreibung einer Messeinrichtung für den Einsatz an PKW oder LKW als Trägerfahrzeug. Interne Dokumentation. Zollikofen, 2014; 16 S.

Controlling von Biogasbetrieben: Praxistest eines LP-gestützten Optimal-Planungs-Systems

Mathias Sauß, Hans-Hennig Sundermeier

Institut für Agrarökonomie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
24098 Kiel
sauss@t-online.de
hsundermeier@lbv-net.de

Abstract: Eine Vielzahl von prozessbiologischen, technischen und wirtschaftlichen Prozesskonstituenten entscheidet über den technisch und wirtschaftlich erfolgreichen operativen Betrieb von Biogasanlagen. Ein zuvor entwickeltes LP-Modell zur Optimalplanung von Biogasbetrieben ([Ot12], [St12]) wurde um zusätzliche Substratalternativen ergänzt und für neuere EEG-Varianten und Geschäftsmodellalternativen erweitert. Die praktische Erprobung erfolgt durch Expertenurteile spezialisierter Biogas-Betriebsberater, Parametrisierung von Annahmen sowie durch Akzeptanztest bei Anlagenbetreibern.

1 Einleitung und Problemstellung

Der GIL-Beitrag von Otte et al. [OS13] skizziert ein die Lineare Programmierung (LP) nutzendes Modell für die operative Optimal-Planung von Biogasbetrieben. Die Planungshilfe ist als gemischt-ganzzahliges, mehrperiodiges Maximierungsproblem angelegt. Otte et al. berücksichtigen exemplarisch das Regelwerk des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2009 im Gleichungssystem für einen Beispielbetrieb. Zur Maximierung des Gesamtdeckungsbeitrages werden neben den wirtschaftlichen Ressourcen insbesondere auch prozessbiologische und technische Restriktionen beachtet. Details des Gleichungssystems beschreibt Otte [Ot12]. LP-Ergebnislisten typischer Problemgrößen bestehen aus Zahlenkolonnen, die sich auf 60 bis 70 A4-Seiten erstrecken können. Derartige Rohergebnisse sind für Laien ohne Kenntnisse der Modellierungsdetails nicht verständlich und daher nicht zumutbar. Steffens [St12] konzentrierte sich daher auf eine ansprechende Ergebnispräsentation durch Verdichtung der Rohergebnis-Daten zu einem Planungs-Report, der auf ein A3-Faltblatt passt.

Die nachfolgenden Ausführungen erläutern vorgenommene Modellerweiterungen, Verbesserungen für eine automatisierte Handhabung sowie erste Ergebnisse einer Erprobungsphase. Vor einem Routineeinsatz sollte das Optimalplanungssystem gründlich erprobt werden, um es in der Beratungspraxis komfortabel, effizient und zuverlässig einsetzen zu können und um „Fehlberatungen“ mit hoher Wahrscheinlichkeit zu vermeiden.

2 Modellentwicklung

Investitionspläne für Biogasanlagen beruhen oft auf einem „Korridor“ von biologisch-technischen, mengenmäßigen und pretialen Annahmen, die in der Regel für eine Wertschaftsperiode gleich bleiben. Anstoß für die Entwicklung eines unterjährigen operativen Optimalplanungsmodell war die Überlegung, dass „jährlich konstante Gleichgewichte“ eher die Ausnahme sein dürften als die Regel. Insbesondere auf der Beschaffungsseite werden die Mengen pflanzlicher Substrate, deren Verfügbarkeit sowie deren Preise bei durch Ernteausfälle notwendigem Ergänzungsbedarf erheblichen Schwankungen unterliegen (Einzelheiten s. [OS13]). Das LP-gestützte operative Optimalplanungsmodell für Biogasbetriebe zielt darauf ab, bei diesen wechselnden Bedingungen das jeweils bestmögliche wirtschaftliche Jahresergebnis im Biogasbetrieb auszuschöpfen. Die Motivation für das Vorgehen liegt in der Annahme, dass die vielfältigen (Wechsel-) Beziehungen kaum mit simplen Ceteris-Paribus-Budgetierungsansätzen zu überblicken geschweige denn auszuschöpfen sind. Abbildung 1 zeigt vereinfacht die im operativen Planungsmodell berücksichtigten Modellkonstituenten.

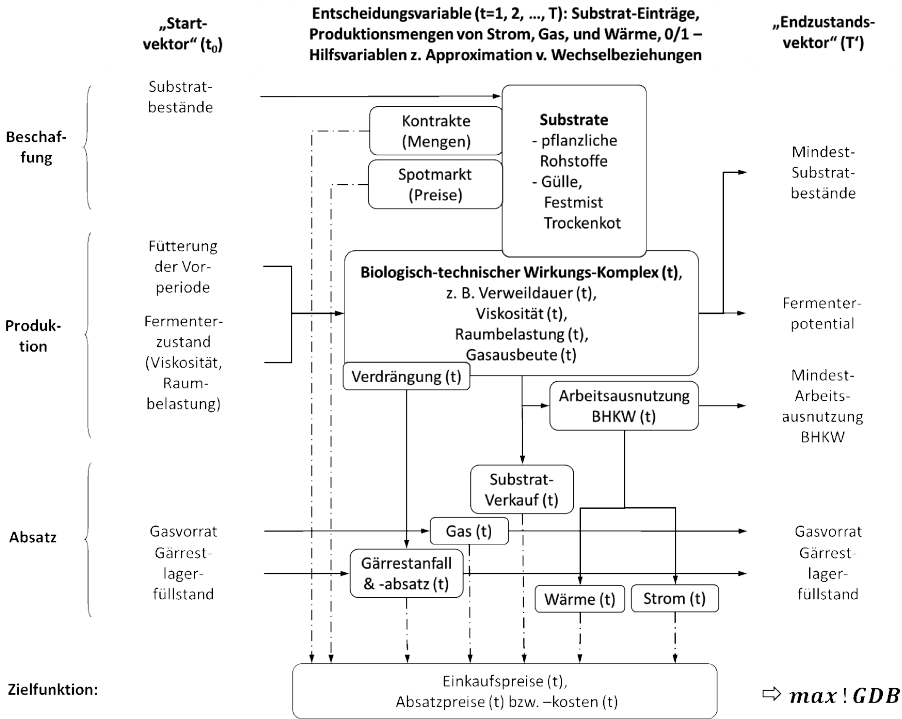


Abbildung 1: Problemkonstituenten einer Biogasanlage (vereinfacht)

Die zeitliche Struktur des Modells besteht aus Monatsintervallen, so dass insbesondere jahreszeitlich unterschiedliche Knappheiten und Verwertungen zu berücksichtigen sind.

Für die optimale Allokation der Substrate unter Berücksichtigung der Substratpreise im

Zeitverlauf spielen neben dem Preis auch Qualität und Zusammensetzung des Substrates eine große Rolle. So wird beispielsweise die Gasausbeute des Substratmixes von der Futtermenge und der Größe des Fermenters stark beeinflusst. Das produzierte Gas kann nach Aufbereitung verkauft oder direkt für die Strom- und Wärmeproduktion genutzt werden. Auch eine eventuelle standortverlagerte Nutzung des Gases durch Satelliten-BHKWs wurde im erweiterten Gleichungssystem berücksichtigt.

Eine besondere Herausforderung für die Nutzung des Modells entsteht durch die hohe Individualität der Anlagen. Die Dateneingabe (in Excel) wird erleichtert durch vordefinierte Auswahlfelder und Eingabemasken [Sa14]. Der Einsatz kann zu beliebigen Zeitpunkten erfolgen. Für die Einbettung der Startbedingungen dient in der LP-Matrix ein „Startvektor“, der die aktuelle Fütterung und die Lagerbestände abbildet. Für den Ablauf der Planungsperiode wird in der Regel ein Fortlaufen der Anlage angenommen. Dieser Zustand zum Ende des Planungszeitraums wird durch einen „Endzustandsvektor“ den Restriktionen hinzugefügt [Ot12]. Die vielen teilweise gekoppelten Restriktionen führen zu Matrizen Größen von ca. 850 Aktivitäten und über 900 Restriktionen. Zur Approximation nichtlinearer Wirkungszusammenhänge dienen zahlreiche Hilfsvariable, von denen einige 0/1-Variable sind. Mit der Zielfunktion wird der Gesamtdeckungsbeitrag maximiert [Sa14].

3 Test an Praxisdaten

Die Praxisteststudie [Sa14] untersuchte das Modellverhalten für zehn tatsächlich existente Biogas-Betriebe. Jedes Optimierungsergebnis wurde von Biogas-Spezialberatern auf Plausibilität und Umsetzbarkeit geprüft. Einen schnellen Überblick geben dabei auch Parametrisierungs-Rechenläufe mit unterschiedlichen Preisannahmen (s. Abbildung 2).

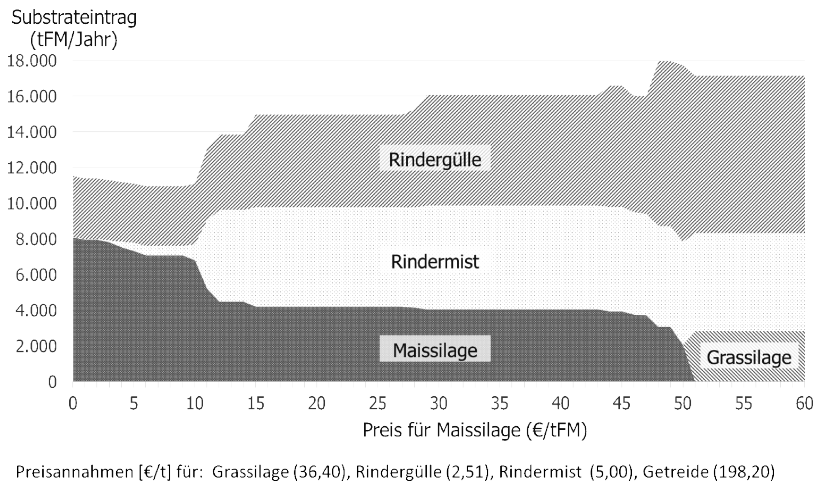


Abbildung 2: Biogas-Substrat-Anteile bei variiertem Preis für Maissilage

Einfluss auf die Ergebnisse der verschiedenen Monate haben auch die verschiedenen graduellen Änderungen des Prozesswärmebedarfs, der Wärmeabnehmer, der Gärrestaubringung und die unterschiedlichen Substratverdrängungen. Die wirtschaftlichen Folgen erreichen folgende Größenordnungen: Im Mittel über die betrachteten Anlagen konnte ein Deckungsbeitrags-(DB)-Zuwachs um 7 % durch Optimalplanung generiert werden. Bei einem Jahres-DB von 360.000 bedeutet das ein Plus von ca. 25.000 . Der durch den LP-Einsatz zu erwartende Erfolgszuwachs dürfte den entstehenden Beratungsaufwand fast in jedem Fall rechtfertigen. Die Ergebnisse der Optimalplanung weichen vom Ist-DB 2013 in einer Bandbreite von -5 % bis +60% ab. Die einzelne negative Abweichung war auf fehler- bzw. lückenhafte Datenlieferung des Betriebs zurückzuführen.

4 Diskussion und Ausblick

Mit der aktuellen Modellversion ist es möglich, die praktische Planung vieler Biogasbetriebe zu verbessern. Besonders gut funktioniert dies für Betriebe, die den älteren EEGs von 2000 bis 2009 unterliegen. Die Flexibilitätsprämie und die Managementprämie der neueren EEGs führen zu sehr individuellen, schlechter planbaren jahresabhängigen Effekten, die die aktuelle Modellversion nur unbefriedigend abbildet. Die bisherige Erprobung erfolgte in Zusammenarbeit mit einem kommerziellen Beratungsunternehmen in Norddeutschland, das u. a. auf die Intensivberatung von Biogasbetrieben spezialisiert ist. Nach Sichtung der modellgestützten Ex-Post-Planungen, die durch die anschauliche Ergebnispräsentation sehr einfach nachvollziehbar sind, entschied sich das Beratungsteam für einen Praxiseinsatz und eine (zunächst begrenzte) kommerzielle Nutzung des Systems für Biogasbetriebe in Norddeutschland ab 2015. Trotz der nach Expertenansicht schon erreichten praxistauglichen Abbildung bleiben immer noch Ansatzpunkte für weitere Verfeinerungen. Modellverbesserungen wie z. B. die explizite Berücksichtigung von Produktions- und Preisrisiken, die Verlängerung des Planungshorizonts zur Verminde- rung von rekursiven Wirkungen der Annahmen im Endzustandsvektor sowie die durch die neuen EEGs entstandenen Geschäftsmodellvarianten sind beabsichtigt.

Literaturverzeichnis

- [OS13] Otte, A.; Steffens, J.; Sundermeier, H.-H.: LP-gestützte operative Optimal-Planung von Biogasbetrieben. Clasen, M.; Kersebaum, A.; Meyer-Aurich K. C.; Theuvsen, B.: Mas- sendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Referate der 33. GIL-Jah- restagung in Potsdam: GI-Edition Lecture Notes in Informatics – Proceedings 211, 2013. S. 259-262.
- [Ot12] Otte, A.: Matrizengenerierung für eine LP-gestützte operative Optimalplanung von Biogasbetrieben (Prototyp)“. Masterarbeit am Institut für Agrarökonomie der Christian- Albrechts-Universität zu Kiel, 2012.
- [Sa14] Sauß, M., Weiterentwicklung und Praxistest eines LP-gestützten operativen Optimierungs-Modells für Biogasbetriebe. Masterarbeit am Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2014.
- [St12] Steffens, J.: Ergebnisaufbereitung und Szenarienkalkulation für eine LP-gestützte operative Optimalplanung von Biogasbetrieben (Prototyp). Masterarbeit am Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2012.

Vereinfachung des Pflanzenschutzprozesses durch Datenintegration und Automation – Das Projekt PAM

Martin Scheiber, Christoph Federle, Johannes Feldhaus, Burkhard Golla,
Bernd Hartmann, Benno Kleinhenz, Daniel Martini, Manfred Röhrig

ZEPP - Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme
im Pflanzenschutz

Rüdesheimer Str. 60-68

55545 Bad Kreuznach

scheiber@zepp.info

federle@zepp.info

feldhausjohannes@johndeere.com

burkhard.golla@jki.bund.de

bernd.hartmann@basf.com

kleinhenz@zepp.info

d.martini@ktbl.de

roehrig@isip.de

Abstract: Das Ziel des Projektes *Pesticide Application Manager (PAM)* ist es, wichtige Prozesse der Planung von Pflanzenschutzapplikationen durch Zusammenführung und Integration einer Reihe von Daten aus verschiedenen öffentlichen und privaten Quellen zu automatisieren bzw. zu optimieren. Im Zentrum steht die Unterstützung des Landwirts bei der Einhaltung von Abstandsaufgaben zu Gewässern und Saumstrukturen wie z.B. Hecken. Im Rahmen des Projektes wird ein internet-basiertes Planungssystem entwickelt, das schlag- und produktspezifisch maschinenlesbare Applikationskarten erstellt. Diese Karten weisen Bereiche innerhalb eines Schlags aus, in denen Pflanzenschutzmittel unter den gegebenen Umständen nicht ausgebracht werden dürfen. Dies ermöglicht es, oben genannte Prozesse von der Planung über die Applikation bis hin zur Dokumentation weitgehend zu automatisieren.

1 Einleitung

Durch eine Reihe von Vorschriften, Rahmenbedingungen und Anforderungen an Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation ist der Pflanzenschutz eine der informationsintensivsten Maßnahmen in der Pflanzenproduktion überhaupt. Die Planung und Umsetzung von Pflanzenschutzmittelanwendungen, die Einhaltung von Abstandsaufgaben und deren Dokumentation liegen derzeit jedoch meist allein in der Zuständigkeit des Fahrers, der die Pflanzenschutzmaßnahme durchführt. Ein großer Teil dieser Tätigkeiten wird hierbei immer noch manuell und ohne Unterstützung durch Infor-

mationstechnologie durchgeführt. Dies führt zu einem erhöhten Aufwand in den Betrieben und zu Fehlern.

Im Rahmen des PAM Projektes wird ein internetbasiertes Entscheidungshilfesystem entwickelt, das schlag- und produktspezifisch maschinenlesbare Applikationskarten erstellt, die schützenswerte Bereiche am bzw. im Schlag ausweisen, in denen aufgrund von Abstandsauflagen keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden dürfen. Hierfür werden Informationen aus verschiedenen öffentlichen Datenbanken mit Informationen der Pflanzenschutzmittelhersteller und des Landwirts (z.B. zur verwendeten Düsentchnik) kombiniert. Abbildung 1 stellt den Vorgang bildlich dar.

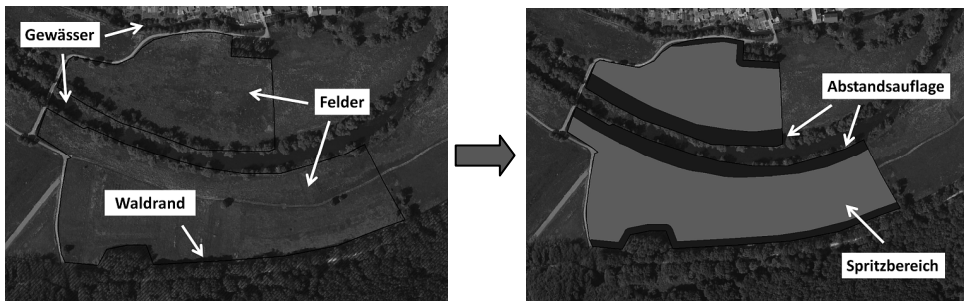


Abbildung 1: Erstellung einer Applikationskarte

2 Funktionsweise des Entscheidungshilfesystems

Das PAM-Entscheidungshilfesystem läuft in einem sechsstufigen Prozess ab (Abb. 2). Die Umsetzung erfolgt über Web-Services, die in Farmmanagement Informationssysteme (FMIS) integriert bzw. über Webinterface (isip.de) bedient werden können. Die einzelnen Teilschritte werden in den folgenden Unterkapiteln erläutert.

2.1 GNSS/GPS - Vermessung

Um hochgenau Abstandsauflagen berechnen zu können, sind ebenso hochgenaue Geodaten über die Lage von Schlägen, Gewässern und Saumstrukturen notwendig. Im Rahmen des Projektes durchgeführte Vergleichsmessungen haben gezeigt, dass die für Landwirte verfügbaren öffentlichen Geodaten nicht die erforderliche Genauigkeit und Vollständigkeit aufweisen, um eine Unterstützung einer maschinengesteuerten Pflanzenschutzmittel-Applikation zu ermöglichen. Somit ist eine einmalige, separate Einmessung notwendig. Im Rahmen des Projektes wird hierfür ein für Landwirte einfach umsetzbares Verfahren entwickelt.

2.2 Dateneingabe

Um den Prozess der Applikationskartenerstellung zu starten, sind zunächst einige Informationen über die geplante Applikation notwendig (z.B. Anbaufrucht, Pflanzenschutzmittel). Diese können über die Ackerschlagkartei oder ein Webinterface eingegeben werden.

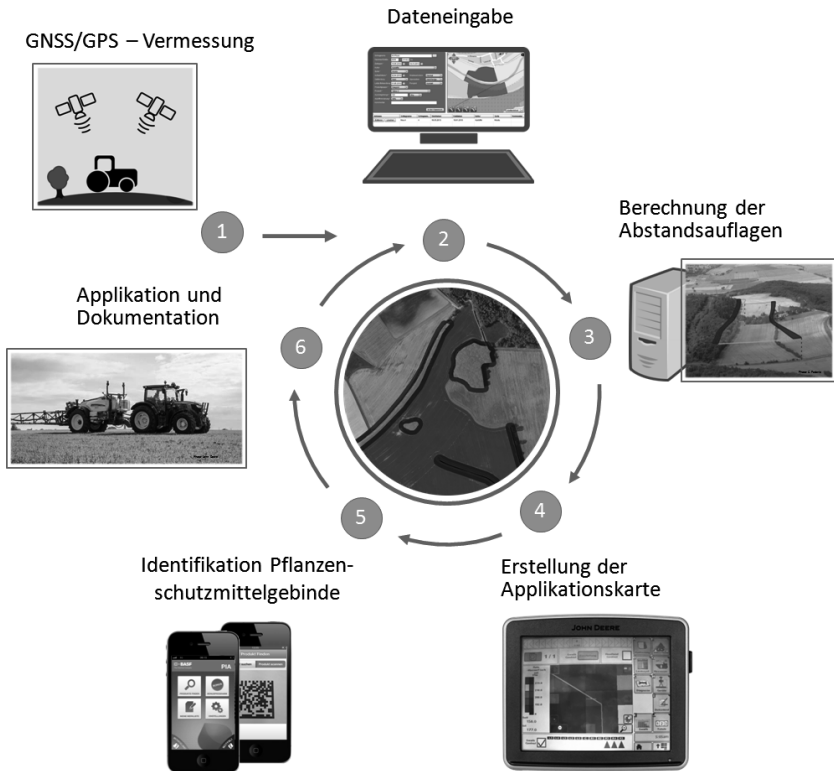


Abbildung 2: Pesticide Application Manager - Entscheidungshilfesystem

2.3 Berechnung der Abstandsauflagen

Anschließend werden Bereiche eines Schlags berechnet, in denen aufgrund von Abstandsauflagen Pflanzenschutzmittel nicht ausgebracht werden dürfen. Hierfür werden zusätzlich öffentliche Daten verwendet wie:

Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis der zugelassenen Pflanzenschutzmittel [BVL13]

- Verzeichnis regionaler Kleinstrukturen des Julius-Kühn Instituts
- Wassergesetze der Bundesländer

Das Ergebnis wird als Applikationskarte ausgegeben.

2.4 Erstellung der Applikationskarte

Die Applikationskarte ist editierbar, wird im herstellerunabhängigen ISO-XML-Format (ISO 11783-10) [ISO09] bereitgestellt und kann auf das Terminal übertragen werden.

2.5 Identifikation Pflanzenschutzmittelgebinde

Während der Befüllung kann mit einer Smartphone App durch Scannen des Etikett-Codes die Auswahl des Pflanzenschutzmittels verifiziert und zusätzliche herstellerspezifische Anwendungshinweise aufgerufen werden.

2.6 Applikation und Dokumentation

Durch GPS und Teilbreitensteuerung ist eine automatisierte Abarbeitung der Applikationskarte möglich. Bewegt sich die Pflanzenschutzspritze in einen Teil des Schlages, in dem die Applikation nicht erlaubt ist, schalten die entsprechenden Teilbreiten selbstständig ab. Zudem können Applikationsdaten mit dem Terminal dokumentiert werden. Für eine vollständig automatisierte Abarbeitung ist Precision Farming Technologie notwendig. Doch auch wenn ein Betrieb nicht über die nötige Technik verfügt, kann das System unterstützen. Alleine die Information und bildliche Darstellung der einzuhaltenden Abstände helfen dem Landwirt bzw. Fahrer bei der Applikation.

3 Fazit

Mit Hilfe des PAM-Entscheidungshilfesystems ist es möglich, zentrale Prozesse im Pflanzenschutz von der Planung über die Applikation bis hin zur Dokumentation weitgehend zu automatisieren.

PAM wird von einem Konsortium aus öffentlichen und privaten Organisationen unter Leitung der Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) umgesetzt. Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Literaturverzeichnis

- [BVL13] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (Ed.): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 2013, Teil 1-7. Braunschweig, Saphir Verlag, 61. Ed. 2013.
- [ISO09] ISO 11783-10:2009: Tractors and machinery for agriculture and forestry -- Serial control and communications data network -- Part 10: Task controller and management information system data interchange, 2009.

Entwicklung eines idealisierten Bedienkonzeptes für Ackerschlepper auf Grundlage einer Most Frequent Case und Worst Case Analyse aktueller Bedienkonzepte

Timo Schempp, Stefan Böttinger

Institut für Agrartechnik,
Universität Hohenheim, Stuttgart
Garbenstraße 9
70599 Stuttgart
timo.schempp@uni-hohenheim.de
boettinger@uni-hohenheim.de

Abstract: Anhand eines Most-Frequent-Case und eines Worst-Case Bedienszenarios bei Feldarbeiten mit dem Ackerschlepper wurde jeweils die Gesamt-Usability zweier Interfacesysteme über eine objektive Bewertungsmethode bestimmt. Bewertet wurden die Bedeutungs- und Bewegungskompatibilität sowie die Bedienbarkeit bzw. Erreichbarkeit der Interfaceelemente der Baureihen Fendt Vario 900 (Baujahr 2012) und Claas Axion 800 (Baujahr 2012). Die Bewertungsergebnisse zeigen herstellerübergreifende Potenziale deren Ausschöpfung verbunden mit eigenen Ideen als Anforderungen an ein neu gestaltetes Interfacemodul gesehen wurden.

1 Motivation

Für den Ackerschlepper (AS) wird eine universelle Einsetzbarkeit postuliert, wofür er mit entsprechenden Geräten gekoppelt werden muss. Die Vielzahl an möglichen Arbeiten und dafür passenden Geräten ergibt entsprechend viele und wechselnde Bedienszenarien. Folglich sind die Anforderungen an die Varianz der Bedienung beim AS sehr hoch.

Bei der Entwicklung von Interfacesystemen (Summe aller Interfaceelemente (IE) und Interfacemodule) werden bekannte Bedienszenarien berücksichtigt und führen dann meistens zu Kompromissen in der Gestaltung. Diese Kompromisslösungen müssen die komplexe Funktionsvielfalt aller Bedienszenarien abbilden und stellen Fahrer deswegen immer wieder vor neue Herausforderungen in der Erfassung der Bedienlogik, der Bedienableläufe und der Zuordnung von Interfaceelementen (z. B. einzelnes Stellteil, Taste, Button oder Anzeige) zu Funktionen.

Mittels Adaptivität bei IEs bezüglich Anordnung, Form, Farbe und Grafik besteht in Interfacesystemen die Möglichkeit in einzelnen Bedienszenarien das jeweilige Optimum zu realisieren und die Komplexität zu Gunsten der Bedienbarkeit zu reduzieren.

Eine Usabilitybewertung von Interfacesystemen kann kompromissbehaftete IEs identifizieren. Zurzeit wird eine Methode entwickelt, mit der die identifizierten IEs in einem zweiten Schritt systematisch in adaptive IEs überführt werden können, um die Bedienung zu vereinfachen. Ein Konzeptbeispiel für ein adaptives Interfacemodul (Summe gruppierter IEs; z. B. Fahrhebel mit Daumentasten) ist in Kapitel 3 beschrieben.

2 Die methodische Ermittlung der Gesamt-Usability

Sämtliche Bedienszenarien mit dem AS sind - wie in Abb.1 - in den Dimensionen relativer Zeitanteil und Schwierigkeit darstellbar. Der Zeitanteil kann objektiv ermittelt werden, die Bewertung der Schwierigkeit ist subjektiv beeinflusst. Ein Most Frequent Case (MFC) und ein Worst Case (WC) sollen exponierte Bedienszenarien darstellen und für sämtliche Bedienszenarien repräsentativ sein. Der eigentliche Inhalt der Szenarien muss gewiss in Abhängigkeit der zu untersuchenden Ackerschlepperleistungsklasse (ALK) definiert werden. Innerhalb einer ALK kann es eine weitere Differenzierung in Abhängigkeit des Einsatzzieles wie Ackerbau, Futterbau, Viehhaltung, Dauerkultur et cetera geben. Für eine konkrete Anwendung der Methode wurde in unserem Fall für die zwei AS Claas Axion 800 und Fendt Vario 900 im Ackerbau nach [Bi81] und [Ol91] das Pflügen als MFC und über eine nicht repräsentative Umfrage das Säen als WC gewählt.

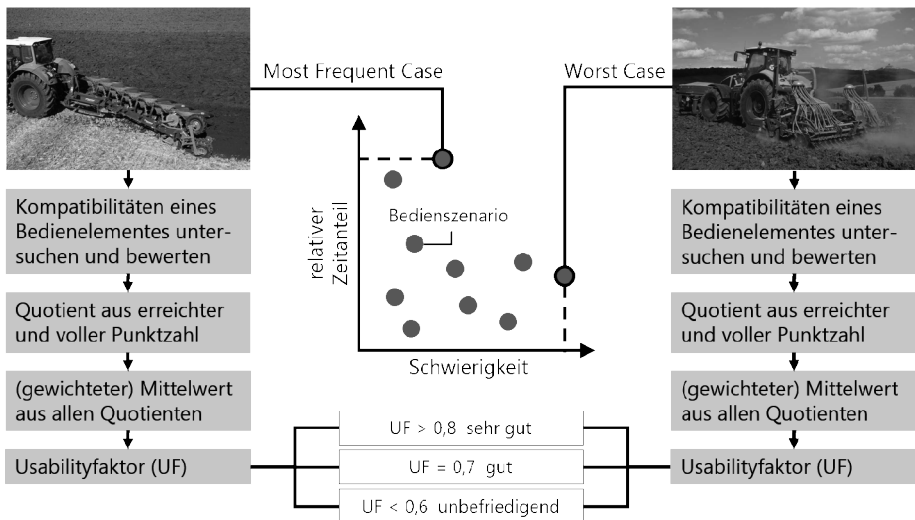


Abbildung 1: Methodik zur Ermittlung der Gesamt-Usability

Die Methode bietet in der Wahl des zu bedienenden Gerätes für den MFC oder WC Freiheitsgrade, die sich ohne Zweifel auf die Bewertung auswirken können. Durch eine Festlegung standardisierter Bedienfunktionen an einem fiktiven und idealisierten Gerät können diese Freiheitsgrade eingeschränkt werden.

Die Bewertung der IEs nach den in [Bu94] definierten Bedeutungs-, und Bewegungskompatibilitäten und nach Bedienbarkeit respektive Erreichbarkeit erfolgt mit dem neu-

en Bewertungsansatz für Fahrzeugcockpits von Schmid [Sc06]. Die IEs können dabei sowohl mechanisch oder elektromechanisch als auch softwarebasiert auf einem Touchscreen gestaltet sein. Dazu wird der MFC und WC mit dem jeweiligen Gerät auf das Interfacesystem des zu untersuchenden AS oder der zu vergleichenden AS abgebildet. Für jedes IE ergibt sich ein Bewertungsquotient. Der (gewichtete) Mittelwert aller Bewertungsquotienten ergibt einen Gesamt-Usabilityfaktor für das Interfacesystem. Abb. 1 zeigt die Klassierung des Faktors und die zugehörigen Aussagen.

Die in Abb. 2 dargestellten Bedienabschnitte bei Feldarbeiten mit einem AS sind die Grundlage für die Festlegung der zu bewertenden Bedienschritte. In jedem Abschnitt sind bestimmte Bedienschritte auszuführen, was eine Zuordnung der IEs in die Abschnitte bewirkt. Zum einen können Bedienabschnitte dadurch gezielt untersucht und bewertet werden. Zum anderen ist in Abhängigkeit der Häufigkeit, mit der Bedienabschnitte bei Feldarbeiten mit dem AS vorkommen, eine Gewichtung von Bedienabschnitten und somit der IEs bei der Bestimmung der Gesamt-Usability möglich.

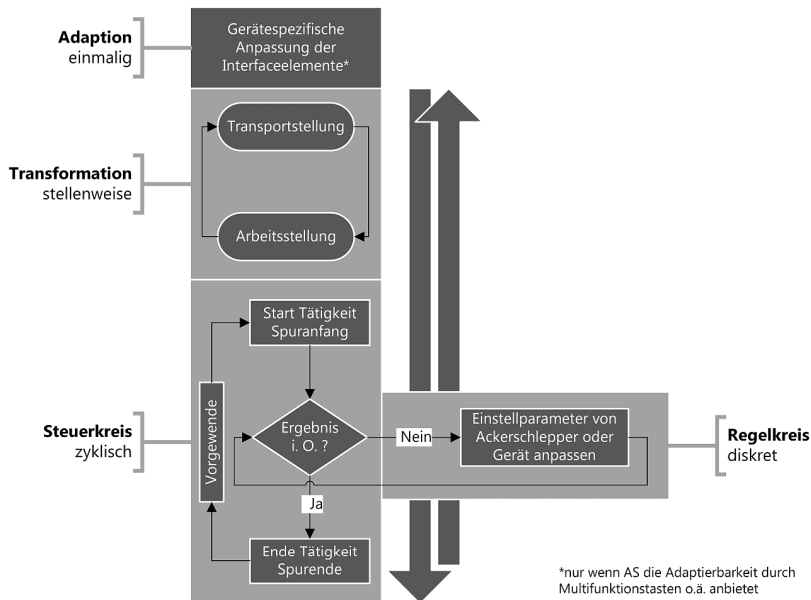


Abbildung 2: Bedienabschnitte bei Feldarbeiten mit einem Ackerschlepper

Die eingangs erwähnten Potenziale der Interfacesysteme haben wir hauptsächlich in der Bedienung der Hydraulik festgestellt. Folgende Schwachstellen wurden identifiziert:

- Die Bedienung ist auf das Aus- und Einfahren eines Hydraulikzylinders abgestimmt und nicht auf die tatsächliche Nutzaufgabe. Der Fahrer will aber beispielsweise den Pflug wenden (Nutzaufgabe) und nicht den Hydraulikzylinder ein- oder ausfahren.
- Eine Wirkteilpositionsanzeige (z.B. aktuelle Pflugarbeitsbreite) und die Kenntlichmachung welches Gerätehydraulikstellteil welchem Wirkteil zugeordnet ist fehlen.
- Diskrete Funktionswerte (z.B. Pflug links/rechts) und kontinuierliche Funktionswerte (z.B. Pflugarbeitsbreite) werden mit dem gleichen Bewegungsmuster bedient.

3 Konzept für ein adaptives Bedienmodul

Die in Kapitel 2 aufgelisteten Schwachstellen galten als Anforderungen an die Gestaltung eines Konzeptes für ein neues und adaptives Interfacemodul. Das Multifunktionsmodul in Abb. 3 deckt neben traktoreigenen Funktionen auch die Steuerung der Gerätehydraulik ab. Auf den Seitenleisten sind Schnellauswahltasten verschiedener Funktionen angeordnet. Die adaptive Symbolik der Gerätehydrauliktasten macht die Zuordnung der Wirkteile in Abhängigkeit des gekoppelten Gerätes kenntlich. Nach einer Auswahl gibt der angezeigte Funktionsname zusätzliches Feedback. Mittels einer adaptiven Skala gelingt die kontextsensitive Darstellung der Wirkteilposition bzw. Nutzeraufgabe während der Bedienung. Über das mittig angeordnete Touch-Display können zur gewählten Hauptfunktion Unterfunktionen ausgewählt werden. Ein Ändern, Auslösen oder Eingeben erfolgt mit aufgelegter und deshalb ruhiger Hand über einen adaptiven Drehschalter, der in Abhängigkeit der gesteuerten Funktion diskrete oder kontinuierliche Bewegungsmuster abbilden kann. Eine intensive Kommunikation des AS mit dem Gerät über Software und ISO-Bus ist Voraussetzung für die Adaptivität der IEs.

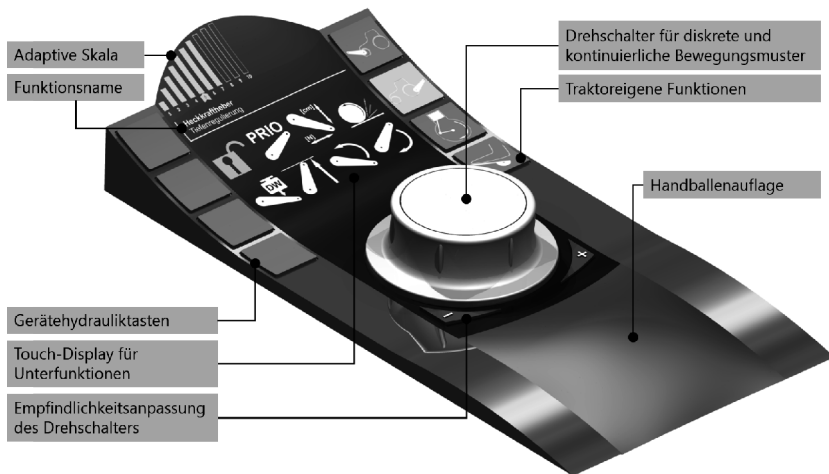


Abbildung 3: Adaptives Multifunktionsmodul

Literaturverzeichnis

- [Bi81] Biller, R.H.: Einsatzzeiten von Ackerschleppern auf Großbetrieben. Landtechnik 36 (1981) H.1, S. 19-21.
- [Bu94] Bullinger, H.J.: Ergonomie. Stuttgart: Teubner 1994.
- [Ol91] Olfe, G.: Schlepperausstattung und Schlepperverwendung in der Landwirtschaft bei unterschiedlichen betrieblichen Verhältnissen. Dissertation Technische Universität München, 1991, Forschungsbericht Agrartechnik der VDI-MEG Nr. 195.
- [Sc06] Schmid, M.: Neuer Bewertungsansatz für Fahrzeugcockpits. In (Maier, T. Hrsg.): Festschrift 70. Geburtstag von Prof. Hartmut Seeger und 40 Jahre Technisches Design. Stuttgart, 2006; S. 95–108.

Automated Pollinator Monitoring for Crop Farming

Volker Steinhage

Institute of Computer Science 4
University of Bonn
Friedrich-Ebert-Allee 144
53113 Bonn
steinhage@cs.uni-bonn.de

Abstract: Pollinating bee species face an increased risk of extinction worldwide. The annual value of this pollination service in the U.S. is calculated at US \$ 15 billion and the estimate worldwide is US \$ 65 – 70 billion. But, endeavors on pollinator monitoring and management must build on reliable surveillance and monitoring of pollinator species. This contribution presents the ABIS toolset for species identification pollinating bees as a mobile location-based service that can operate in scientific collections as well as in the field.

1 Problem statement

One-third of the world's crops demand for pollination to set seed and fruits. The great majority of them are pollinated by many of the estimated 25 000 species of bees. The annual value of this service in the U.S. is calculated at US \$ 15 billion and the estimate worldwide is US \$ 65 – 70 billion for the year 2009 [MC00], [ARS14], [FWS14]. But, all the bee species face an increased risk of extinction worldwide due to loss of habitat and forage, rapid transfer of parasites and diseases, air and soil pollution, pesticides etc.

In the meantime, there is a worldwide increasing public awareness of pollinator, esp. of bees fostered by international initiatives (e.g. the International Pollinator Initiative (IPI)). In Germany, for example, the SPIEGEL news magazine published three articles on national and international pollinator and especially bee decline in January, April, and June 2014. BBC news launched at least two contributions on pollinator protection in June and November 2014. CNN news launched at least two contributions on pollinator distinction and protection in May and June 2014. The contribution of June 2014 reported that president Obama announced a plan to save honey bees. Thereby, a fact sheet of the *White House* on "The Economic Challenge Posed by Declining Pollinator Populations" updated the role of pollinators stating that "pollinators contribute more than \$24 billion to the United States economy, of which honey bees account for more than \$15 billion through their vital role in keeping fruits, nuts, and vegetables in our diets." The fact sheet also states that "since 2006, commercial beekeepers in the United States have seen honey bee colony loss rates increase to an average of 30% each winter" [TWH14].

In the US, some institutions think that other pollinating bee genera like the bumble bees or mason bees might replace the endangered honey bees [ARS14]. However, all bee species face the general pollinator decline and pollinators cannot be exchanged on a one-for-one basis, as various bee species settle, nest, feed, and pollinate in different ways.

Therefore, a serious approach to any kind of national and even international endeavors on pollinator monitoring and management must build on *reliable surveillance and monitoring of pollinator species*.

2 Automated Bee Identification System

At Bonn University, we developed an automated fingerprinting approach to identify bee species, the Automated Bee Identification System (ABIS) [St06], [St07]. ABIS is based on a structural analysis of images of the forewings of the bees. ABIS can be used on a conventional notebook and needs a digital camera mounted on a microscope. Therefore, ABIS goes as a mobile location-based service that can operate *in situ* and *in vivo*. ABIS comes today along as a Java-implemented stand-alone program J-ABIS that can be supported for data management by a MySQL database management system with a Java-based front-end called AbisCommander (cf. fig. 1). ABIS performs a fully automated analysis of images taken from the forewings of bees. The images of the forewings show opaque veins (that appear dark) and transparent cells (that appear bright). ABIS shows the following processing pipeline: first, the contours of the veins are extracted via edge extraction; second, the vein contours are grouped such that a network of veins results where loops of veins enclose the wing cells; third, morphometrical features like angles between veins and surface area ratios between neighbored cells are used to form a feature vector; fourth, the species identification is performed via a supervised classification based on the extracted feature vectors of the forewings. The complete processing chain is explicitly described in [St07].

This fully automated analysis is the outstanding quality of ABIS compared with all other approaches, which demand for intensive interactive processing of each specimen, especially that of [GOG00] or [Ro04] which are the most competitive approaches. The approach of [GOG00] demands to cut off the forewings of the bees and to position the forewing for image taking interactively to create a normalized image of the forewings with respect to orientation. The approach of [Ro04] demands to mark interactively the junction points of the veins. Both interactions are not necessary in ABIS since ABIS employs in its processing pipeline an explicit generative model of the structure and geometrical variations of the forewings of bees. This generative model guides the extraction of the veins from the forewing image as well as the derivation of the feature vectors. The generative model of the venation network of the bee forewings as well as the classification model (fourth step of the processing pipeline) is learned within a training step of ABIS. This training step is done once and in an automated way. After training, ABIS can be used for identification of all species that it was trained for. In the training step ABIS needs about 20 – 30 forewing images of specimen per species to learn the generative model of the structure and geometrical variations of the forewings of bees and the classification model.

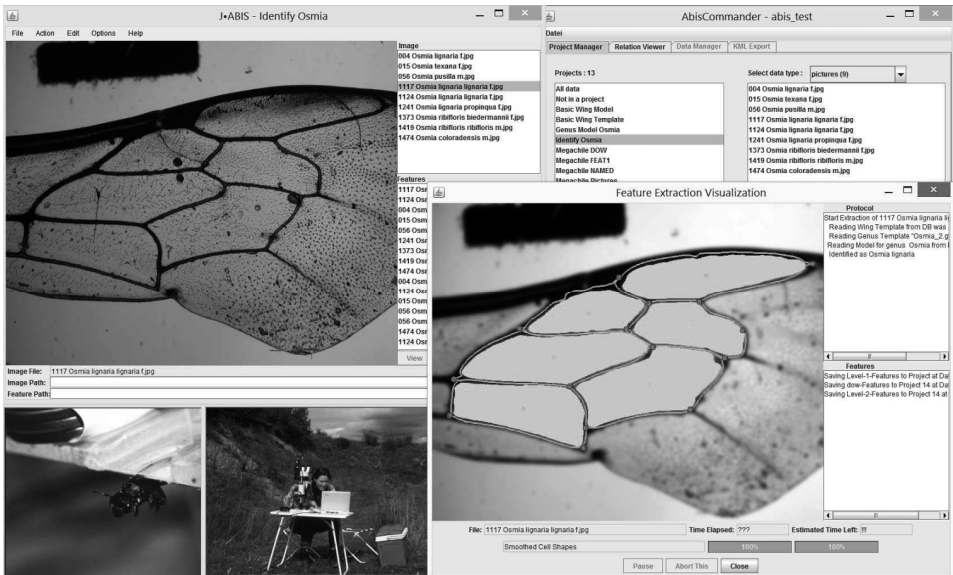


Figure 1: A densely packed computer screenshot showing the GUI of J-ABIS (TL), the GUI of AbisCommander (TR), a GUI showing results of processing a wing image and the result of species identification (BR), and two pictures showing the application in the field (BL).

3 Applications and outlook

ABIS has been implemented and successfully applied to species identification in Germany, Brazil and the U.S. Even the very difficult to distinguish species *Bombus sylvarum* und *Bombus veteranus* could be identified with a correct classification rate of 99 % using a leave-one-out cross validation procedure.

In Brazil, ABIS was also employed within a research project to identify even subspecies! And even in this challenging application, ABIS revealed a recognition rate of about 94% (leave-one-out cross validation), which was on the one hand “only” 94% due to the very close relationship of all subspecies groups, but on the other hand sufficient and clearly better than results of other morphometric approaches and in line with results obtained on genetic markers [Fra09].

Up to now, all these results were achieved in projects on biodiversity and systematics. But, the impressive results suggest employing the ABIS toolset also in projects to support monitoring and management of pollinators in agriculture.

Acknowledgements

The ABIS project was funded by the German Research Council (Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG) and as part of the EDIS initiative (Entomological Data

Information System) of the BIOLOG programme by the Ministry of Education and Research (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF). The ABIS project was an interdisciplinary cooperation of the Institute of Computer Science and the Institute of Agricultural Zoology and Bee Biology, both of Bonn University, Germany.

References

- [ARS14] U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.: Colony Collapse Disorder. <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=15908> (Sept. 12, 2014).
- [Fra09] Francoy, T.M., Wittmann, D., Steinhage, V., Drauschke, M., Müller, S., Cunha, D.R., Nascimento, A.M., Figueiredo, V.L.C., Simoes, Z.L.P., De Jong, D., Arias, M.C., Gonçalves, L.S.: Morphometric and genetic changes in a population of *Apis mellifera* after 34 years of Africanization, *Journal Genetics and Molecular Research*, Vol. 8, No. 2, 709-717, 2009.
- [FWS14] U.S. Fish & Wildlife Service. Pollinators. <http://www.fws.gov/pollinators/Index.html> (Sept. 12, 2014).
- [GOG00] Gauld, I.D., O'Neill M.A., Gaston, K.J.: Driving Miss Daisy: the performance of an automated insect identification system. In: Austin, A.D., Dowton M. (eds.): *Hymenoptera: Evolution, Biodiversity and Biological Control*. CSIRO, Canberra (2000) 303–312.
- [MC00] Morese, R.; Calderone, N.: *The Value of Honey Bees as Pollinators of U.S. Crops in 2000*, Cornell University.
- [Ro04] Rohlf, F.J.: tpsDig, digitize landmarks and outlines, version 2.0. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook (2004).
- [St06] Steinhage, V.; Schröder S.; Roth, V.; Cremers, A. B.; Drescher, W.; Wittmann, D.: The Science of "Fingerprinting" Bees. *Magazine of the Deutsche Forschungsgesellschaft german research*, Vol. 1/2006, 19-21, 2006.
- [St07] Steinhage, V.; Schröder S.; Lampe, K.-H.; Cremers, A. B.: Automated Extraction and Analysis of Morphological Features for Species Identification. In N. MacLeod (Ed.): *Automated Taxon Identification in Systematics: Theory, Approaches and Applications*. The Systematics Association Special Volume Series 74. Chapter 8, 115-129, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007.
- [TWH14] The White House - Office of the Press Secretary: Fact Sheet: The Economic Challenge Posed by Declining Pollinator Populations. <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/06/20/fact-sheet-economic-challenge-posed-declining-pollinator-populations>. (Sept. 12, 2014).

Automated Reconstruction of 3D Plant Architecture Applied to Grapevine Phenotyping

Volker Steinhage, Florian Schöler

Institute of Computer Science 4
University of Bonn
Friedrich-Ebert-Allee 144
53113 Bonn
steinhage@cs.uni-bonn.de

Abstract: We propose an approach to automated 3D reconstruction of plant architecture followed by a precise derivation of phenotypic traits. We applied and evaluated our approach within a grapevine phenotyping project. The reconstruction results and the derived phenotypic traits could be shown to be in line with given ground truth data. Furthermore, our approach that combines a generative modelling of plants with a probabilistic sampling of the space of reconstruction hypotheses seems to be a promising framework that could potentially improve automated plant reconstruction and automated phenotyping in a broader field of applications.

1 Introduction

For efficient plant breeding, both, efficient genotyping and phenotyping are needed. For phenotyping the challenge lies in achieving an efficient high-throughput procedure. This is not possible with current methods. In general, botanical ratings are done manually and in coarse categorizations, resulting in the so-called phenotyping bottleneck [FT11].

Within the interdisciplinary research network CROP.SENSE.net of *Bonn University* and the *Research Centre Jülich* several subprojects worked together on the non-destructive and quantitative screening of plant phenotype throughout plants' lifecycles. Different subprojects worked on different target plants. The target plant of subproject D2 was the grapevine and plant samples were provided by subproject partners of the *Julius-Kühn Institute for Grapevine Breeding*.

In grapevine breeding, low density of grape clusters (OIV descriptor 204) is an important breeding objective with respect to higher yields and higher resistance against the boletus destructor. To achieve this breeding aim efficiently, a fast and automated assessment of traits in lab and field was in demand to avoid time consuming and personnel-intensive screening of plant phenotype.

In this contribution, we report on the development of an automated sensor-based method for the 3D-reconstruction of grape cluster’s architecture for the purpose of a detailed and precise phenotyping [SSB12], [SS12].

2 Sensor-based 3D reconstruction of grape clusters

Recently, RGB-D sensors, 3-D laser scanners and multi-view stereo approaches have made it possible to acquire 3-D sensor data in terms of 3-D point sets representing samplings plant’s surfaces. Our reconstruction approach used 3-D point sets that were generated by laser rangefinder measurements showing a measurement accuracy of 0.024 mm. A typical 3-D point set of a grape cluster comprised ca. 250 000 points.

To meet the challenges of occlusions and self-occlusions in sensor data generation, we employed a model-based approach using the concept of *Relational Growth Grammars* (RGG) [Kn08] where graph structures represent growth stages of plants and rewriting rules model physical and functional processes and interactions of plant components.

Based on training data, we learned and constructed characteristic geometrical and relational descriptions of grape cluster’s components (berries, pedicels, twigs, rachis, peduncle, etc.) and their structures of interconnectivity, i.e., their structural architecture. Furthermore, we learned in an automated approach the variations of the geometrical and structural parameters in terms of statistical distributions [BSS13], [SBS13]. This knowledge about grape clusters was encoded as graph structures and rewriting rules in an RGG model.

Our reconstruction approach is governed by a global coarse-to-fine strategy to improve the reconstruction results stepwise. The first step starts from the exterior plant components of a grape cluster (i.e., the peduncle and the outer berries) that are “visible” in a generated 3-D point set. The peduncle is reconstructed in terms of a sequence of frustums while the berries are reconstructed in terms of spheres or ellipsoids (depending on the given grapevine cultivar). In the second step an initial model-driven hypothesis of an interior standard structure of stem and branches is fitted into the set of reconstructed berries starting from the reconstructed peduncle. The third step iteratively optimizes this initial hypothesis with respect to the knowledge about the structures and geometries of grape cluster encoded in our RGG model on the one hand (defining the so-called model-induced constraints) and with respect to the measured data (defining the so-called data-induced constraints). Figure 1 illustrates the steps of this reconstruction approach.

In general, the space of hypotheses representing all possible 3D reconstructions of a given grape cluster is of infinite size due to the combinatorics given by all structural and geometrical parameters in the RGG model of grape clusters. Therefore, an exhaustive search for the best fitting reconstruction hypothesis is not possible. Instead, we defined a probability distribution over the elements of the hypotheses space and drew samples from this probability distribution in order to find the optimal reconstruction hypothesis. Since different reconstruction hypotheses can show different numbers of components (i.e., different numbers of twigs, berries, etc.), we employed a probabilistic sampling

approach that can deal with this so-called different dimensions of the overall hypotheses space. The method of choice is called *Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo* (RJMCMC) [Gre95], [Gre03].

For sampling the space of hypotheses, the RJMCMC method employs so-called jumps. Every jump defines a transformation from one reconstruction hypothesis to another one. Via acceptance probabilities, the RJMCMC method supports the acceptance of those hypotheses that fit the model-induced and data-induced constraints well. To enforce convergence the RJMCMC sampling toward an optimum of the underlying distribution,, we combined RJMCMC with Simulated Annealing [KGV83]. The challenge in using the RJMCMC method is the design of the set of jumps. This set must be one the one hand complete for exploring the complete hypotheses space in general. Therefore, the set of jumps must allow modifying all plant components and their parameters. On the other hand, the size of the set of jumps should be small for the sake of efficiently sampling the space of hypotheses.

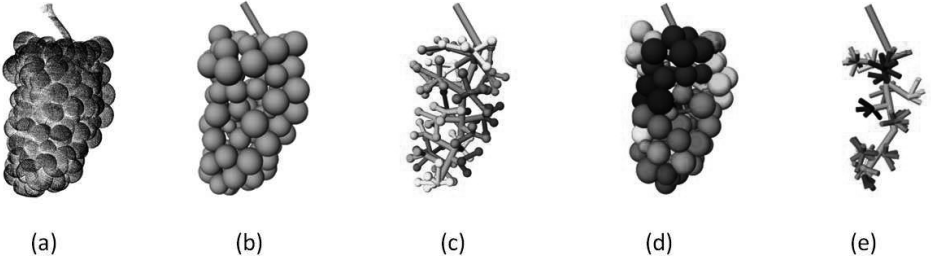


Figure 1: (a) Measured point set, (b) step 1: reconstructed berries and peduncle, (c) step 2: initial hypothesis of interior architecture, (d) complete reconstruction result after optimization in step 3, (e) final interior architecture after optimization in step 3.

3 Results, conclusion and outlook

For a quantitative evaluation of the approach, we applied our approach on fully ripe Riesling grape clusters that show a significant amount of self-occlusions. Within a comprehensive and detailed evaluation we had shown that the reconstruction results and the derived phenotypic traits were in line with given ground truth data [Sch14].

Additionally, derived phenotypic traits are now stated precisely in the form of quantified measures instead of informal descriptions, thereby forming the groundwork for the development of new traits and correlations between traits.

In our experiments, we applied our model-based 3D reconstruction of plant architecture followed by the derivation of phenotypic traits to grape clusters. But, we believe that this approach is worth to be investigated with respect to applications to other plants. Of course, the extraction of plant components from sensor data will be different for other plants and must be designed carefully with respect to occlusions etc. But the combination of an RRG-modelling approach with the probabilistic RJMCMC sampling seems to

be an appropriate framework that could potentially improve the automated plant reconstruction and the automated derivation of phenotypic traits in a broader field of applications.

Acknowledgements

This work was partially done within sub-project D2 of the research network CROP.SENSE.net. CROP.SENSE.net was supported by the German Federal Ministry of Education and Research (funding code: 0315529) and the European Union Funds for regional development (funding code: z1011bc001a). We thank all partners of sub-project D2 for valuable discussions and common work. Especially, we thank Reinhard Töpfer and Katja Herzog from the Julius-Kühn-Institute, Siebeldingen, Germany for providing the plant samples. We thank Heiner Kuhlmann and Stefan Paulus from the Department of Geodesy of the University of Bonn, Germany for generating the laser rangefinder measurements.

References

- [BSS13] Balfer, J.; Schöler, F.; Steinhage, V.: *Semantic Skeletonization for Structural Plant Analysis*. Intern. Conf. on Functional-Structural Plant Model, 2013, pp. 42-44.
- [FT11] Furbank, R. T.; Tester, M. (2011). Phenomics – technologies to relieve the phenotyping bottleneck. *Trends in Plant Science*, 16 (2), 635–644.
- [Gre95] Green, P. J.: *Reversible jump Markov chain Monte Carlo computation and Bayesian model determination*. *Biometrika*. 1995, Vol. 82, 4, pp. 711-732.
- [Gre03] Green, P. J.: *Trans-dimensional Markov chain Monte Carlo*. In Green, P. J., Hjort, N. L., Richardson, S. (Eds.): *Highly Structured Stochastic Systems*. Oxford University Press, 2003, pp. 179-198.
- [KGV83] Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D., Vecchi, M. P.: *Optimization by Simulated Annealing*. *Science*. 1983, Vol. 220(4598), pp. 671–680.
- [Kn08] Kniemeyer, O.; Barczik, G.; Hemmerling, R.; Kurth, W.: *Relational Growth Grammars - A Parallel Graph Transformation Approach with Applications in Biology and Architecture*. In Gasteratos, A.; Vincze, M.; Tsotsos, J. K. (Eds.): *Computer Vision Systems*, LNCS, vol. 5008 pp. 152–167, 2008, Springer.
- [SBS13] Schöler, F.; Balfer, J.; Steinhage, V.: *Automated Parameter Estimation for a Plant Architecture Model*. Int. Conf. on Functional-Structural Plant Models, 2013, pp. 22-24.
- [Sch14] Schöler, F.: *3D Reconstruction of Plant Architecture by Grammar-based Modeling and Markov Chain Sampling*. Ph.D. thesis, University of Bonn, Department of Computer Science, 2014.
- [SSB12] Steinhage, V.; Schöler, F.; Balfer, J.: *A Model-Based Approach to High Performance Phenotyping*. Intern. Conf. on Informatics for Environmental Protection (EnviroInfo), 2012, pp. 303-310.
- [SS12] Schöler, F.; Steinhage, V.: *Towards an Automated 3D Reconstruction of Plant Architecture*. Schürr, A., Varró, D., Varró, G. (eds.): *AGTIVE 2011*. LNCS, vol. 7233, pp. 51-64, Springer, 2012.

In-Field-Labeling-HMI für automatische Klassifizierung bei der Pflanzen- und Erntegutcharakterisierung mittels bildgebender Sensordaten

Wolfram Strothmann, Vadim Tsukor, Arno Ruckelshausen

Competence Center of Applied Agricultural Engineering
Hochschule Osnabrück
Albrechtstraße 30
49076 Osnabrück
w.strothmann@hs-osnabrueck.de

Abstract: Im praktischen Feldeinsatz aufgenommene Daten bildgebender Sensorensysteme unterliegen in der Regel erheblichen, schwer vorherzusagenden Schwankungen. Diese führen häufig zu Problemen beim Feldeinsatz von Bildverarbeitungssystemen und erfordern vielfach eine Anpassung der Bildverarbeitung an die jeweilige Feldsituation. Hierbei tritt allerdings das Problem auf, dass unerfahrene, landwirtschaftliche Nutzer meist nicht in der Lage sind komplexe Bildverarbeitungsalgorithmen zu parametrisieren. Deshalb ist ein schnelles und einfaches Verfahren zur Anpassung der Bildverarbeitung an die jeweilige Feldsituation erforderlich, welches durch die hier vorgestellte Infrastruktur aus Markierungstool, Bild- und Metadatenverwaltung sowie pixelbasiertem Klassifizierer ermöglicht wird.

1 Einleitung

Im Feldeinsatz aufgenommene Sensordaten bildgebender optischer Systeme unterliegen häufig erheblichen Schwankungen [HR01]. Diese können durch verschiedenste Faktoren verursacht werden, beispielsweise durch die lokalen Feldbedingungen (z.B. Bodenart, Versorgungszustand, Sorte), Witterungseinflüsse (z.B. Feuchtigkeit, Fremdlicht) oder Einsatzbedingungen (z.B. Bewegungsgeschwindigkeit, Vibrationen). Vor allem in ihrer Gesamtheit sind diese Faktoren sehr schwer vorherzusagen, weshalb die durch sie verursachten Schwankungen zu Problemen beim Feldeinsatz von Bildverarbeitungsverfahren führen. In vielen Fällen wird die Problematik durch die Einführung komplexer Parametersätze angegangen. Diese erfordern aber meist eine Anpassung der Parameter an die jeweilige Feldsituation [BRT09]. Allerdings sind praktische, landwirtschaftliche Anwender, insbesondere unerfahrene Kräfte, in der Regel nicht in der Lage, komplexe Bildverarbeitungsalgorithmen zu parametrisieren. Eine einfache und schnelle Möglichkeit, mittels derer auch ein nicht algorithmisch geschulter Anwender das Bildverarbeitungssystem an die jeweilige Feldsituation anpassen kann, ist daher erforderlich.

2 Material und Methoden

Die hier vorgestellte Infrastruktur aus einem Markierungstool, Bild- und Metadatenverwaltung sowie pixelbasiertem Klassifizierer erlaubt eine parameterfreie, d. h. einfache, flexible und schnelle Anpassung der automatischen Klassifizierung im Feld. Hierbei kann der Nutzer signifikante Stellen in live aufgenommenen Bilddaten auf dem Feld markieren und seine Markierungen frei festzulegenden Objektgruppen zuweisen. Aus diesen Bild- und Labeldaten kann dann sehr schnell ein Pixelklassifizierer generiert werden, der weitere aufgenommene Bilder unmittelbar automatisch klassifiziert.

2.1 Datenverwaltung

Zur Datenverwaltung wird das ImageMap-Framework genutzt [SKT13]. Dieses erlaubt es Bilddaten zusammen mit Markierungsdaten und Metainformationen abzuspeichern, wobei als Backend für die Speicherung eine Datenbankanbindung oder XML-basierte Serialisierung möglich sind. Das ImageMap-Framework kann für beliebige Bilddaten eingesetzt werden. Das ImageMap-Framework erlaubt es hierbei beliebige Markierungen – auch unverbundene Bildsegmente (z. B. bei Überlappungen) - zu speichern und diese mit Objekten zu verknüpfen. Dies wird ermöglicht, indem über das Originalbild eine ImageMap-Matrix als Overlay gelegt wird, bei der jeder Pixel ID-basierte Informationen enthält: Der 8-Bit Pixel enthält zum einen in einem Bit die Information, ob der Pixel durch einen Algorithmus zugeordnet wurde (bzw. ein Standardwert ist) oder ob er durch die Markierung eines Anwenders einem Objekt zugeordnet wurde. Zum anderen ist in den folgenden 7 Bit die ID des jeweiligen Objektes, dem der Pixel zugeordnet ist, kodiert. Auf diese Weise lassen sich pro Bild alle Pixel unabhängig voneinander bis zu 126 verschiedenen Objekten zuweisen [SKT13]. Weiterhin können die Objekte beliebigen Objektgruppen zugewiesen werden. Die Festlegung dieser Objektgruppen, in die im Folgenden klassifiziert wird, ist dabei zur Laufzeit möglich. Für das ImageMap-Framework waren bereits aus vorangegangenen Arbeiten ein Web-basiertes Frontend für den Einsatz auf Internet-Servern und ein App-basiertes Frontend für den Einsatz auf Android-basierten mobilen Endgeräten vorhanden. Für die Anwendung des Rübenzustandsschätzer [TSW14] wurde weiterhin ein Qt-basiertes Frontend umgesetzt, um den Standalone-Einsatz in PC-Anwendungen zu ermöglichen.

2.2 Klassifizierung

Für die Klassifizierung wurde ein Pixelklassifizierer entwickelt, der auf Basis eines Naive Bayes-Classifiers und Parameterhistogrammen arbeitet [SMR12]. Während der Trainingsphase erstellt der Klassifizierer Farbwerthistogramme der markierten Regionen pro Objektgruppe und Bildkanal. Anschließend während der automatischen Klassifizierung, werden die bedingten Wahrscheinlichkeiten für jeden Pixel zu einer Objektgruppe zu gehören unter der Bedingung seines Pixelwertes pro Bildkanal erfasst und die bedingten Wahrscheinlichkeiten aller Bildkanäle mittels des Bayes-Filters fusioniert. Der Pixelklassifizierer kann N-Kanal-Bilder beliebiger numerischer Datentypen verarbeiten, ist somit nicht auf RGB-Farbbilder (3-Kanal-UInt8) festgelegt.

2.3 Systemaufbau

Die hier vorgestellte Infrastruktur nutzt das ImageMap-Framework mit dem Qt-basierten Frontend und XML-basiertem Backend zur Labeldatenerzeugung und -verwaltung. Der Klassifizierer ist in einer Bildverarbeitungspipeline integriert. Er kann hier mit den Labeldaten aus dem ImageMap-Framework trainiert werden und dann einen Stream von Bildern klassifizieren. Zur Kommunikation der einzelnen Module miteinander und mit dem Kameratreiber wird die Middleware ROS (Robot Operating System)[QCG09] eingesetzt. Bei der Bildverarbeitung wird die Bibliothek OpenCV genutzt [Br00].

3 Ergebnisse

Die vorgestellte, flexible Klassifizierungsinfrastruktur wurde erfolgreich am Beispiel der Klassifizierung der Oberflächen von Rüben bei der Reinigungsqualitätskontrolle auf einem Rübenvollernter unter Feldbedingungen getestet (Rübenzustandsschätzer) [Ts14].

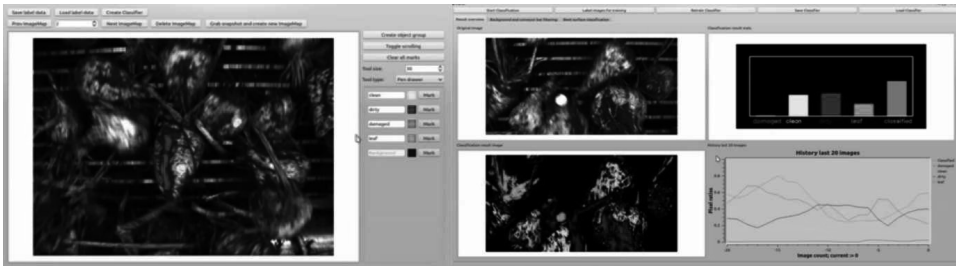


Abbildung 1: Ansichten des Rübenzustandsschätzers (links: Labeling-Ansicht; rechts: Ansicht während der automatischen Klassifizierung)

Hierbei werden die Rübenpixel in Bildern einer RGB-Kamera in die Gruppen “Verschmutzt”, “Sauber” und “Beschädigt” klassifiziert. Die Verhältnisse der Pixelsummen dieser Gruppen geben dann einen Anhaltspunkt, ob die Reinigungseinheit des Vollernters korrekt eingestellt wurde. Durch die Markierung signifikanter, sauberer/verschmutzter/beschädigter Stellen in einzelnen Beispielbildern, kann dabei ein Anwender die Bildverarbeitung schnell und einfach auf die jeweiligen Feldbedingungen anpassen, ohne dabei Details der Bildverarbeitung zu kennen. Optional ist das Hinzufügen weiterer Gruppen zur Laufzeit möglich, bspw. wenn evtl. mitgefördertes Blattmaterial separat klassifiziert werden soll. Durch die pixelweise Klassifizierung geben bereits kleinflächige Markierungen für den Klassifizierer eine große Anzahl von Trainingsbeispielen. Durch die schnelle und einfache Trainierbarkeit mit Felddaten vor Ort, lässt sich der Klassifizierer hochaktuell halten und kann daher die Robustheit eines des menschlichen Auges gegen situationsbedingte Schwankungen für sich nutzen.

4 Diskussion

Aufgrund der erfolgreichen Tests unter verschiedenen Feldbedingungen bei der Rübenzustandsschätzung und des sehr flexiblen Aufbaus, sowohl bzgl. der zu klassifizierenden Gruppen, als auch der hinsichtlich des Typs der Bilddaten, ist geplant die Systeme in Kürze für weitere Anwendungen zu testen, beispielsweise für die Klassifikation von Bilddaten von Pflanzen oder die Klassifikation von Objekten in Sensordaten eines “Multiwavelength Laser Line Profile Sensing“ Systems [SRH14].

Danksagung

Die vorgestellten Arbeiten fanden im Rahmen der Projekte RemoteFarming.1 (gefördert durch BMEL/BLE) und SmartBot (gefördert durch EU Interreg EDR und Euregio) statt.

Literaturverzeichnis

- [Br00] Bradski, G.: The OpenCV library. Dr. Dobb's Journal 25 (11), 2000, S. 122-125.
- [BRT09] Burgos-Artizzu, X. P., Ribeiro, A., Tellaache, A., Pajares, G., Fernández-Quintanilla, C.: Improving weed pressure assessment using digital images from an experience-based reasoning approach. Computers and Electronics in Agriculture 65 (2), 2009, S.176-185.
- [HR01] Hemming, J., Rath, T.: Computer-vision-based weed identification under field conditions using controlled lighting. Journal of Agricultural Engineering Research, 78 (3), 2001, S.223–243.
- [QCG09] Quigley, M., Conley, K., Gerkey, B., Faust, J., Foote, T.B., Leibs J., Wheeler, R., Ng, A.Y.: ROS: an open-source Robot Operating System, in: ICRA workshop on Open-Source Software, 2009.
- [SMR12] Strothmann, W., Morisse, K., Ruckelshausen, A.: Smartphone-basierte Bildverarbeitung zur Erfassung der Querverteilungsgenauigkeit von Zentrifugaldüngerstreuern, Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 78, 2012, S. 124-132.
- [SKT13] Strothmann, W., Kielhorn, A., Tsukor, V., Trautz, D., Ruckelshausen, A.: Interactive Image Segmentation for Model Adaption and Decision Support; 9th European Conference on Precision Agriculture, Book of Posters, 2013, S.95-96.
- [SRH14] Strothmann, W., Ruckelshausen, A., Hertzberg, J.: Multiwavelength laser line profile sensing for agricultural crop characterization, Proc. SPIE 9141, Optical Sensing and Detection III, 91411K (May 15, 2014); doi:10.1117/12.2052009.
- [TSW14] Tsukor, V., Strothmann, W., Wunder, E., Schwamm, W., Ruckelshausen, A.: Cost efficient surface condition determination system for sugar beets for a harvester cleaning control using an industrial RGB camera, 18th World Congress of CIGR, CIGR2014, Beijing, China, Sept.16-19, 2014, paper book.

Bereitstellung amtlicher Geoinformationen für mobile Anwendungen eines 3D-Präzisionsweinbaus

Matthias Trapp¹, Christian Kotremba¹, Wolfgang Schneider²

¹Institut für Agrarökologie - RLP AgroScience GmbH
Breitenweg 71
67435 Neustadt
matthias.trapp@agrosience.rlp.de
christian.kotremba@agrosience.rlp.de

²Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum R-N-H, Bad Kreuznach
wolfgang.schneider@dlr.rlp.de

Abstract: Vorgestellt werden die in Rheinland-Pfalz laufenden Aktivitäten zur Ermittlung des Geodatenbedarfs im Weinbau als Raumkultur. Speziell im Steillagenweinbau gewinnen Informationen zur Beschreibung des Reliefs an Wert, wenn es um die Entwicklung standortspezifischer Entscheidungshilfen geht. Die technischen Weiterentwicklungen des Präzisionsweinbaus (Precision Viticulture) profitieren von speziell aufbereiteten 3D-Geländedaten. Hierzu werden beispielhaft erste Ergebnisse der in Rheinland-Pfalz entwickelten Prozessierung von hochauflösenden Geländedaten vorgestellt. Dieses neuartige Informationsangebot ist im Präzisionsweinbau nicht nur zur Umsetzung der GPS-gestützten Mechanisierung hilfreich, sondern liefert auch wertvolle Beiträge zur hochauflösenden Charakterisierung und Bewirtschaftung von Rebflächen.

1 Hochauflösende Geländedaten für GPS-gestützte Mechanisierung

Mit der Einrichtung des Mobilien AgrarPortals (MAPrlp) bereitet Rheinland-Pfalz als erstes Bundesland die kostenlose Bereitstellung aller Geobasisinformationen für Landwirte und Winzer vor. Diese „Geodaten-Flatrate“ erleichtert die Speicherung und Offline-Nutzung von amtlichen Geodaten auf mobilen Endgeräten und Maschinenterminals. Flankierend zur Auslieferung amtlicher Geodaten laufen in Rheinland-Pfalz Aktivitäten zur Erweiterung des Geodatenangebots für den Weinbau als Raumkultur.

Die technischen Weiterentwicklungen des Präzisionsweinbaus, insbesondere die für den Steillagenweinbau interessanten GPS-gestützten, quasi-autonomen Mechanisierungssysteme ohne Fahrer [LI13], profitieren von speziell aufbereiteten 3D-Geländedaten. Diese können beispielsweise durch Laserscan-Befliegungen gewonnen werden. Laserscans zur hochauflösenden dreidimensionalen Abbildung der Geländeoberfläche ermöglichen die Ableitung von Digitalen Geländemodellen (DGM) im Submeter-Bereich. Im Geoinformationssystem (GIS) lassen sich aus diesen DGM mittels digitaler Reliefanalyse präzise

Reliefinformationen für den (Steillagen-)Weinbau ableiten. Ziel ist insbesondere die Bereitstellung speziell aufbereiteter 3D-Geländedaten für eine optimale Spurführung von GPS-gestützten, quasi-autonomen Mechanisierungssystemen. Hier können Reliefparameter, wie Hangneigung, Senken, Oberflächenrauigkeit oder reale Fläche (3D) [WH14] ein wichtiges Hilfswerkzeug darstellen.

Die reale (dreidimensionale) Fläche nimmt mit steigender Reliefvielfalt bzw. Hangneigung gegenüber der planaren (zweidimensionalen) Fläche deutlich zu und erreicht in folgendem Beispiel Flächenunterschiede bis 10% (Abb. 1). Als Basis diente ein aus LIDAR-Daten erzeugtes Digitales Geländemodell mit einer Auflösung von 1m.

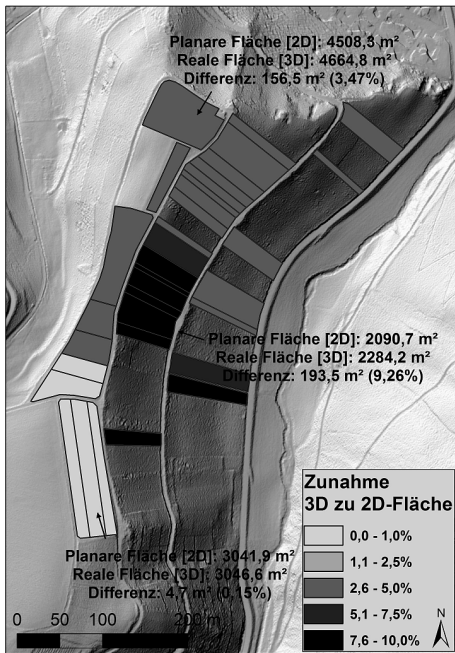


Abb. 1: Unterschied zwischen planarer (2D) und realer (3D) Fläche

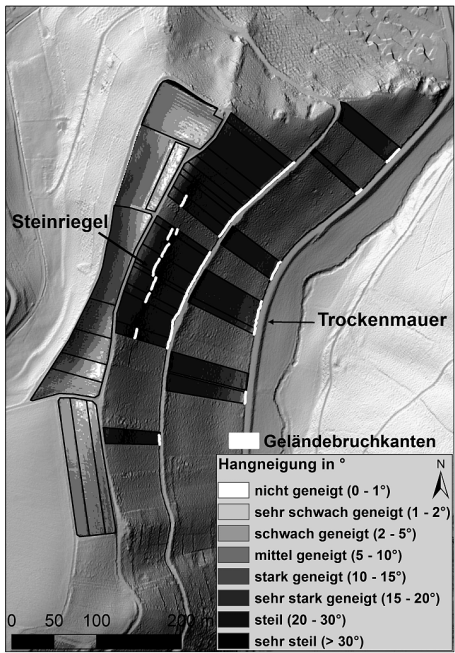


Abb. 2: Hangneigung [in °] mit Geländebruchkanten an der Nahe

Darüber hinaus ermöglichen 3D-Geländedaten die Detektion von Bruchkanten im Gelände, wie z.B. Trockenmauern oder Fels- und Steinriegel (Abb. 2). Im Kontext der Förderung von CrossCompliance-relevanten Landschaftselementen wurde ein rheinland-pfalz-weiter semi-automatischer Algorithmus zur hochauflösenden Detektion von Geländekanten entwickelt. Hierdurch lassen sich Reliefsprünge hochauflösend lokalisieren und somit auch mögliche Hindernisse und Gefahrenstellen für quasi-autonome Mechanisierungssysteme effizient ermitteln (Abb. 1). Der in Rheinland-Pfalz verbreitete Steillagenweinbau könnte von der Bereitstellung speziell aufbereiteter 3D-Geländedaten profitieren, indem die Einführung von GPS-gestützten Technologien des Präzisionsweinbaus gefördert wird. Zusätzlich bietet eine GPS-gestützte, quasi-autonome Bearbeitung in Steillagen eine erhöhte Arbeitssicherheit.

2 Geländedaten zur hochauflösenden Flächencharakterisierung

Die Aktivitäten des Präzisionsweinbaus werden sich zukünftig stärker auf die Folgen des Klimawandels ausrichten. Aufgrund niedriger projizierter Niederschläge und ganzjährig höheren Temperaturen sind verstärkte Trockenstressprobleme zu erwarten. In Trockenphasen kann eine exakte Kenntnis der standortrelevanten Eigenschaften von Relief und Boden die zielgerichtete Ausrichtung von Bewirtschaftungsmaßnahmen im Präzisionsweinbau verbessern. Das Institut für Agrarökologie der RLP AgroScience hat für Rheinland-Pfalz einen auf Geodaten basierenden flurstückscharfen Trockenstressindex entwickelt [TTK13] (Abb. 3).



Abb. 3: Topographische Trockenstressgefährdung an der Mittelmosel

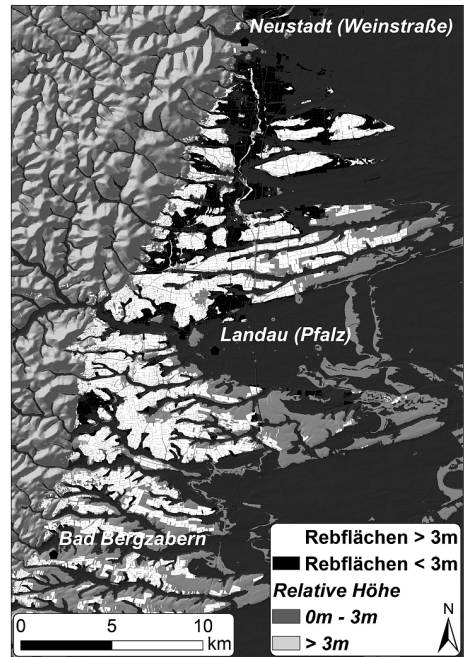


Abb. 4: Potentielle (Spät-)Frostgefährdung in der Vorderpfalz

Zur Abwehr von Frostschäden im Weinbau wird seit einigen Jahren die gezielte Luftumwälzung mit Hubschraubern eingesetzt. 3D-Geländedaten tragen dazu bei, diese kostspielige Methode des Präzisionsweinbaus räumlich zu optimieren. Der Geländeparameter Höhe über Tiefenlinie beschreibt die Höhe einer Rasterzelle über der ihr zugehörigen Tiefenlinie (Talgrund) und erlaubt eine Abschätzung der potentiellen Spätfrostgefährdung in Weinbergslagen. Besonders frostgefährdete Lagen befinden sich in Höhen < 3m über Tiefenlinie [KO14](Abb. 4).

Auf regionaler Ebene wird eine Zunahme von Starkniederschlägen projiziert. Dies könnte höhere Bodenabträge für den Weinbau bedeuten. Im GIS lassen sich basierend auf hoch aufgelösten Geodaten flächenhafte Bodenabträge und besonders erosionsgefährdete Abflussbahnen flurstückscharf simulieren (Abb. 5).

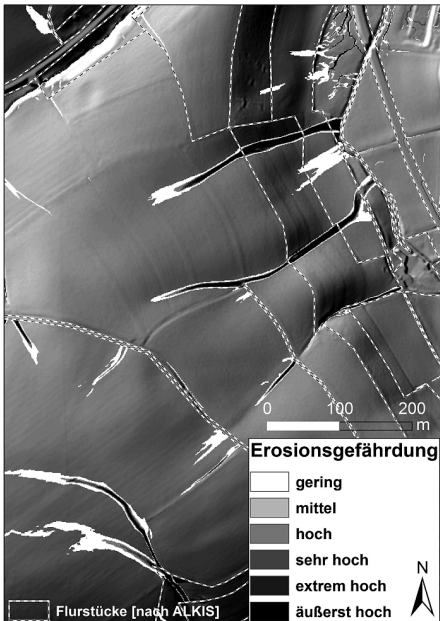


Abb. 5: Gefährdungsrisiko durch erosionswirksame Abflussbahnen

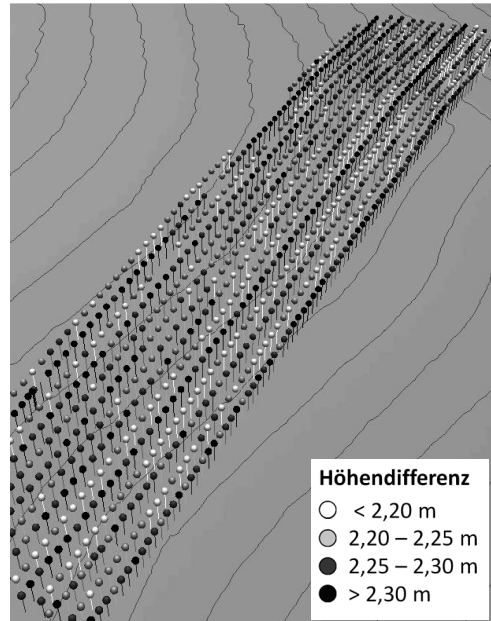


Abb. 6: Höhendifferenz Laubschneider (GPS) zur Rebmasse (DGM) am Seitenhang

3 Fazit und Ausblick

Die technischen Weiterentwicklungen des geodatenbasierten Präzisionsweinbaus können unter Nutzung hochaufgelöster amtlicher Geodaten im (Steillagen-)Weinbau in vielerlei Hinsicht zu einer Optimierung beitragen. Die bewirtschaftungsrelevanten Auswertungen der in Rheinland-Pfalz verfügbaren 3D-Geländedaten lassen sich noch verbessern, wenn Winzer zukünftig eine präzise GPS-Vermessung der über Jahrzehnte angelegten Rebzeilen beisteuern (Abb. 6). Aus der Kombination von öffentlichen und privaten Daten lassen sich kleinräumige Bewirtschaftungszonen praxisrelevant und nachhaltig für diverse mobile Anwendungen des informationsgestützten Präzisionsweinbaus ableiten.

Literaturverzeichnis

- [KO14] Kotremba, C.: Spätfrostgefährdung des Weinanbaugebiets Pfalz – eine klimatologische und reliefbasierte Betrachtung. In: Deutsches Weinbau Jahrbuch 2015; S. 19-28.
- [LI13] Lind, K.: Innovationen in der Obst- und Weinbautechnik, 2013. In: <http://www.obstwein-technik.eu/1020/Details?fachbeitragID=378>, Abruf: 20.11.2014.
- [TTK13] Trapp M.; Tintrup gen. Suntrup, G., Kotremba, C.: Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft und den Weinbau in Rheinland-Pfalz. – Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen [Hrsg.]: 170 S. 2013.
- [WH14] Walz U. & Hoechstetter S.: 3D Landscape metrics for a raster-based landscape analysis. GIS Science 03/2014.

Harvesting process optimization for SPFH Operators

Zeynep Tuncer*, Oleg Rostanin*, Karlheinz Köller, Georg Kormann*

*John Deere GmbH & Co. KG

Straßburger Allee 3

67657 Kaiserslautern

{TuncerZeynep, RostaninOleg, KormannGeorg} @JohnDeere.com

Karlheinz.Koeller@uni-hohenheim.de

Abstract: As precision farming technologies are on the rise and witness a tremendous development, consequently, machine settings and harvesting machines themselves are getting more and more complex. Although the Ag contractor business is growing in whole, the number of fulltime employees is permanently reduced at the same time. As a consequence, farmers depend more and more on seasonal workers who are not as qualified and who are, particular with regard to machine operation, not trained and inexperienced. This paper introduces an overall concept for streamlining harvesting operations via a logical step-by-step guidance routine, which is started at the current job, navigates the operator to the correct field and provides support in the setup of the machine via a single application.

1 Introduction

Due to high personnel turnover and sinking numbers of fulltime employees [BP 14] agricultural contractor companies [SB 14] are forced to hire seasonal workers who are in most cases not as qualified as required. As a rule, contractors do not provide training to seasonal workers, which is why production is not as effective, rather time consuming and characterized by a low machine performance, which also results in a low product quality and a waste of fuel.

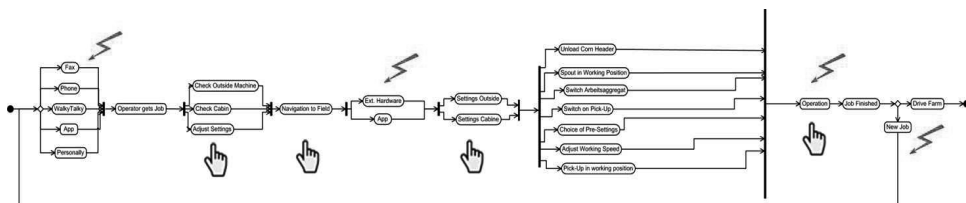


Figure 1: Harvesting process for the SPFH Operator

The current standard procedure for handing over agricultural job plans to the machine operator is via phone, fax or paper. Naturally, this procedure is error-prone and not optimized regarding efficiency. During the previous years, so-called Farm Management

Information Systems (FMIS) were introduced and are currently more and more in use for work scheduling, although these FMIS do not offer complete job execution procedures, nor do they provide navigation features or machine set up configuration tools. Generally speaking, there is no infrastructure or solution available which supports the operator so that he does not have to change hardware or faces physical or logical constraints.

The solution is should be an overall harvesting process optimization app for the operator, which supports the process.

As a consequence, a so-called overall harvesting machine app was developed to support inexperienced operators when setting up harvesting machines. In addition, on-road agricultural navigation is introduced as a new feature for optimizing Ag processes – which range from soil cultivation to harvesting and transport. This paper presents a concept to support the operator during the entire harvesting process with a single, logical step-by-step application, which does not require the operator to use different user interfaces which will finally overstrain him. The concept features a mobile app on a tablet which is integrated in the machine cab. The app logs into a cloud portal, from where it obtains the current job assignment data and job descriptions which contain all required data for forage harvesting operations, e.g., recommended length of cut, kernel processor-space or cutting height. Additional data regarding field location (optimal entry point) or obstacles in the field are also provided by the app. The operator is not any longer required to use the mobile phone or walky-talky to retrieve information, neither does he have to type in parameters into the machine display. The smoothly integrated and adjusted navigation app guides the operator automatically to the field entry point.

When arriving at the field entry point, the operator is provided with logical step-by-step instructions to enter the recommended machine settings.

This paper focuses on the SPFH operator and presents a conceptual study.

2 Related Work

In agriculture, task assignments are currently forwarded to the operator by phone, fax or paper. As previously explained, these types of task assignments are error-prone. The AgDNA mobile app [AD14] can be used for farm planning, record keeping, boundary mapping, worked area mapping, live equipment tracking and scouting observations. AO Lohnunternehmer by Land-Data Eurosoft [LDE14] provides a FMIS which is able to manage job information. The cloud portal also provides a wireless job data exchange feature.

The combination of a FMIS, wireless task transfer and general purpose navigation software (e.g., [TE14] combined with Google Maps App under Android) is a unsophisticated solution which tends to lead to poor navigation experiences if applied in the Ag domain. Existing car navigation solutions do not meet the requirements in the Ag sector because oversized machine dimensions, weight, connected implements, trailers, hazardous chemicals etc. have to be taken into consideration. In this respect, Ag navigation is

similar to navigation solutions for trucks (e.g.,[CG14]). However, the road network which is available for Ag vehicle differs considerably from the public road network for cars and trucks: most of Ag vehicles are prohibited on freeways whereas they have to travel on smaller field and forest roads that are mostly ignored by commercial map suppliers because of the relatively small number of potential users as compared to those in automotive areas. Lacos[LC14] is a pioneer in providing Ag specific navigation solutions which take vehicle weight and height into account. The software monitors assigned jobs and navigates the operator to the field entry. However, there are no features for entering machine settings available. Various solutions for integrated machine displays which assist the user during machine setup do exist. Nevertheless, there is no integrated solution, which combines job assignment, navigation to the field and step-by-step machine setup support currently available.

3 Material and Methodology

Questionnaire

In an poll in 2014, twenty-one experts regarding field choppers and operators rated by 66% rapid configuration, fast menu navigation, easy interaction, clear usage concepts, error messages in text form as the most important settings , if they could optimize Forage Harvester/Self-Propelled Forage Harvesters.

In order to receive feedback from experts or advanced drivers, a concept has to be developed which will support the operator during the completion of the assigned jobs in the best and easiest possible way.

Prototype

Based on interview results, a generic workflow for assisting a SPFH operator was designed which is illustrated in Figure 1. A mobile app for an Android tablet which is integrated in the machine cab and is based on the Sokolova, K Architecture Model for Android Application Development, was developed. [SA et al]. After login into the cloud portal, the operator receives the job information including field location and machine setup.

The app has to feature also a simple and intuitive user interface supporting forage harvesting operation. A logical step-by-step wizard guides the operator through the harvesting process (Figure 2).

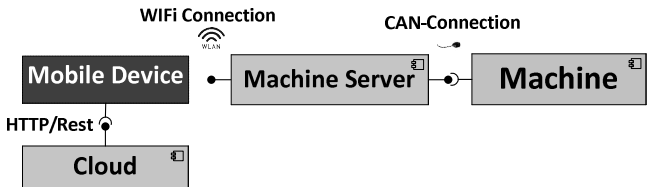


Figure 2: System Overview

The described concept is illustrated in this architecture, where a cloud portal is able to provide the job data. The tablet application retrieves the data from the cloud. Thus, the application displays the job data on the tablet user interface. The tablet directly retrieves

the machine data from server or from the cloud to set up the machine. The figure shows the interface connections which have logical step-by-step and smooth interfaces.

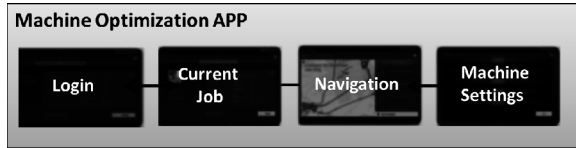


Figure 3: Screen flow of the Machine Optimization App

The concept of this app contains the entire user interface logic.

4 Conclusions

The study showed that there is a high demand for an overall single application solution as described, but further verification and validation is to be done.

First evaluations regarding the interface were positively rated by the users. The next step is to develop a concept validation in a long term user study. Additional to that, the implementation of the communication between the mobile devices and other applications such as navigation application will be verified as well as the communication via the machine CAN-Bus.

Acknowledgments

The work presented in this paper was funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) in the context of the Software-Cluster project SINNODIUM (www.software-cluster.org) under the grant number 01IC12S01J. The authors assume responsibility for the content.

References

- [AD14] <https://agdna.com/>.
- [LDE14] <http://www.eurosoft.de/software/ao-lohnunternehmer.html>.
- [TE14] <http://www.trecker.com>.
- [EG14] <http://copilotgps.com/uk/truck>.
- [LC14] <http://www.lacos.eu>.
- [SA et al] Sokolova, K.; Lemercier, M.; Garcia, L. (2013): Android Passive MVC: a Novel Architecture Model for Android Application Development, The Fifth International Conferences on Pervasive Patterns and Applications, Valencia, Spain.
- [SB14] Carlos Arthur B. da Silva, The growing role of contract farming in agri-food systems development: drivers, theory and practice. Url: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ah924e/ah924e00.pdf>, 2005 FAO.
- [BP14] Pierre Antoine Barthelemy. Changes in agricultural employment. Agriculture, Environment, Rural Development - Facts and Figures. http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/emplo_de/report_de.htm.

Evaluation of Multi-Touch Gestures

Zeynep Tuncer*, Mohamed Selim, Marcus Liwicki, Georg Kormann*

*John Deere GmbH & Co. KG
Straßburger Allee 3
67657 Kaiserslautern
{TuncerZeynep,KormannGeorg}@JohnDeere.com
{selim,liwicki}@dfki.uni-kl.de

Abstract: Interaction possibilities are perceived as being diverse and self-evident, especially caused by rapid technology developments. The availability of interaction possibilities is not consciously experienced as something special but it rather appears as an unconscious perception. The process of interaction via touch gestures is nowadays a standard in many technologies. Additional technologies, such as head- and eye-tracking have become of great interest regarding agriculture adoption, and they were apparent shown at the Agritechnica 2013- the world's largest trade fair for agricultural machinery and equipment- in Hannover, Germany. The study "Evaluation of Multi-Touch Gestures" was conducted in co-operation between John Deere GmbH & Co. KG(Intelligent Solutions Group) and the DFKI GmbH (German Research Center for Artistic Intelligence GmbH). The research objective was to find out, if multi-touch gestures on machines - with a particular focus on tractors - will be applicable for users. In this study, users who used different gestures, while the machine was not moving and while they were driving on the field were interviewed afterwards. To receive their impressions/ and to analyze the results, users had to answer a questionnaire including 5 additional further questions to explicate write down their individual feedback. . Users reacted positively towards the applications of gestures. The entire range of testing for this study, the results, a summary, as well as an outlook will be presented in this paper.

1 Introduction

With each passing day, people are becoming more acquainted with touch devices, such as mobile phones, tablets, laptops, ATMs, etc. The interaction via touch and voice entry in head- and eye-tracking devices are becoming in the focus of attention, while touch technologies are constantly being developed and improved. First, they were limited to single or dual touch systems and nowadays they are most likely multi-touch enabled. Various touch technologies include Resistive, Capacitive, Surface Acoustic Wave (SAW), IR, and vision-based technologies. In particular, Resistive, SAW and IR touch displays can support single or dual touch detection as well as limited gestures since they might be noise-sensitive. In contrary to resistive touch displays, capacitive ones, such as the Projected Capacitive, not only support natural gesturing, intuitive gesturing and multi-touch detection but also are highly durable as they can be protected by protection sur-

faces without suffering any problems in functioning properly. Most new smart phones, tablets, and multi-touch laptops have them.

Research approaches on the topic "Mobile End Devices in Agriculture" have confirmed that there are just a few publications or analyses of applying gestures during the standstill and the ride on the field. For this reason, a survey was conducted in collaboration with John Deere GmbH & Co. KG and the DFKI GmbH (German Research Center for Artificial Intelligence GmbH) in order to find out if the touch gestures, during the standstill of the machine and during the ride through the field, are applicable. Afterwards, the twenty test persons had to fill out a multiple choice questionnaire and respond to five open questions which should evaluate their sensations during the ride. During the process, it became obvious that gesture applications during standstill of the machine are applicable without restrictions and that the test persons despite of different impacts while driving, had a positive attitude towards the applications. This article will take a closer look at their study and its results.

2 Material and Methodologies

In order to conduct the implementation of the study in a device-independent manner, the test persons were provided with the tablet Asus Eee Slate EP121 including a 12,1 inch display which is similar to today's displays in the tractor cabs. The test persons' familiarization with these technologies should be guaranteed and kept within a limit. Furthermore, the tablet was located in a position where the cab display is also found in modern standard tractors. After selecting the appropriate hardware for the experiment, the software¹⁵ was implemented for the next step. The gestures in the study varied in the level of attention required to perform them and they were applied by scrolling up and down, rotating objects, zooming in or out, dragging or pulling objects from different directions on the display, drawing a check mark, and wiping the screen. Moreover, gestures that need high attention were also included, such as tracing a straight and a wavy line.

A total of fourteen different tasks have been tested which were carried out while driving and while the machine was at a stop. For practical reasons and due to the comprehensibility, a questionnaire was used within the framework of the study for the evaluation and analysis of the test persons' assessments. The questionnaire was divided into two separate parts and was available to be answered on a laptop on-site right after the test phase. The first part consists of a questionnaire with a total of ten closed questions. Each question is rated with a scale ranging from 1: "does not apply at all" to 5: „fully applies." Consequently, the test person had to answer five open questions in order to receive data about the expectations and the related user satisfaction. The experiment was conducted with twenty persons ages twenty-five to fifty-seven. These persons were classified within the framework of the study, according to their experiences with tractors (beginner, advancer and expert) and their experiences dealing with multi-touch gestures (no experi-

¹⁵ There are many operating systems, such as Android, Web OS, IOS, Win7, which offer the possibility to use gesture applications for the respective technologies. In this context, it is significant to note that depending on the operating system not all of the gestures can be used. However, it is possible that these gestures could be used in the future.

ences, beginner, advancer and expert). The evaluation took place via self-assessment of the participant. All test persons received a short introduction of the test procedure. During the explanation of the test procedure, the test persons became familiar with the test phases consisting of Phase I (stop of the vehicle) and Phase II (drive on the field). After conducting test phase I, the questionnaire with the closed and open questions was available for the test persons on a laptop on-site. Consequently, the test persons completed phase II and filled in the questionnaire again.

3 Results

To receive the feedback from the test persons, ten closed questions were formulated. In this part of the study different answers are compared with each other. The greatest frequency of the test persons' responses to the assessment is found in the middle area and was conducted from seventeen users who want to use such technologies on a regular basis. Only two of twenty persons who would not use such a system while driving the vehicle on the field did not have any difficulties using them while the machine was at a stop. One of the persons who would not use the gestures while driving was a fifty-se year old male test person who does not have any experiences with gesturing. At first sight it was unusual for him using gestures during the drive; however, he had no difficulties using them when the machine was stopping. In his individual answers he wrote that he would be willing to use such systems after getting used to them. Based on this result, a general statement can be made, that test persons have not experienced any difficulties using the multi-touch systems during the stop of the vehicle. Since in this test not only more easier gestures are being used, such as Drag-Flick with the finger to the right or left but also rotating or zooming of images. Moreover, it was significant to find out if the test persons experienced the gestures that were selected for the test as unnecessarily complex.

Most of the test persons experienced the gestures both during the stop of the vehicle and while driving in the field as being too complex. In this context, the aspect of familiarity with the gestures in advance plays a major role. Test persons who knew the gestures but had less to not any experiences with tractors, experienced the gestures as being not that difficult. However, using them while driving the tractor was more difficult for them. Another remarkable aspect was that the concentration of the respective test person increased when it came to using the gestures and so they drove more slowly because of that. One direct comparison to it can be demonstrated with how long the test persons needed to use the gestures during a stop of the vehicle and while driving. This is shown in the next table which highlights the selected gestures for the test.

Based on this information, the question arose if another person is needed in order to complete the gestures. This person would initiate the gestures so that a secure application can be guaranteed. All test persons with one exception, however, were of the opinion that they could complete the gestures without external assistance. Another question was posed if there were any gestures missing and the double tap and the touch & hold gestures were mentioned in their responses.

Gesture	Still [sec]	Field [sec]	Gesture	Still [sec]	Field [sec]
Trace straight line	1.41	2.13	Drop	1.35	1.78
Trace wavy line	2.46	2.87	Drag-Flick left (One finger)	0.54	0.7
Rotate	2.73	2.42	Drag-Flick left (Two fingers)	0.6	1.03
Scroll down	1.32	1.44	Pull image out	1.07	1.12

Table 1: Time required for completing the gestures

To sum up, one can say that the test persons were very open-minded about using the gestures and have felt especially more safe and comfortable after repeatedly using the gestures. This was confirmed with the answers during the stop of the machine, such as "I felt more safe in using the gestures". And only two persons did not feel safe while driving and using the gestures. The most pleasant gestures were scrolling (down), dragging, pulling out, check mark, and zooming in and out. The most analogous statements were "I would continuously use such a system as long as the user surface is easy and the gestures in the applications are intuitive" and "I experienced the gestures as being very intuitive in their application. It was like using a smartphone." One test person noted the following in the open part of the questionnaire and this data should not be disregarded for subsequent studies: "Using the gestures while driving through road traffic can become very dangerous because one not only needs the concentration on the screen but also simultaneously pay attention to the road." Indeed, regarding the gesture applications especially with machines which have to follow the field lines on the field with GPS so that the user does not have to pay 100% attention to the field, should not cause any problems for the participants of this study.

4 Conclusions

Most of the test persons, irrespective of whether or not they were beginners or experts, were very open-minded about the multi-touch applications. Without losing sight of the aspect regarding safety, they would also use such systems while driving on the field. In this research field there is still a very great need for further research. Multi-touch applications for agricultural devices should be examined and evaluated with regards to acceptance, added-value and safety despite increasing acceptance within society.

References

- [Pe12] Petrov, A. (2012): Usability-Optimierung durch adaptive Bediensysteme. Stuttgart, Universität, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Dissertation.
- [Paetal14] Paravati, G.; Bianco, M.D.; Sanna, A.; Lamerti, F. A. (2010): Multi-touch Solution to Build Personalized Interfaces for the Control of Remote Applications. Second International ICST Conference, UC Media 2010, Springer Verlag, 10-19.

Verbesserte Betriebsplanung mit Linearer Programmierung durch parzellenspezifische Fruchtfolgenmodellierung und Verknüpfung mit der Finanzbuchführung

Mandes Verhaagh, Hans-Hennig Sundermeier

Institut für Agrarökonomie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
24098 Kiel
mandes@verhaagh.de
hsundermeier@lbv-net.de

Abstract: Wirtschaftlich optimale Fruchtfolgen sind seit langem Gegenstand agrarökonomischer Forschung. Die bisher für die Lineare Programmierung entstandenen Modelle erachteten die Fruchtfolge abstrakt als betriebsbezogenes Modellkonstrukt. Die für diesen Beitrag prototypisch entwickelte Modellierung sieht das Fruchtfolgeproblem parzellenspezifisch in kombinatorischer bzw. sequenzieller Sichtweise für mehrere Planungsperioden. Weitere Überlegungen erstrecken sich auf die Verknüpfung von LP-Planungsmodell und Finanzbuchhaltung in einem vereinheitlichten übergreifenden Datenmodell.

1 Einleitung und Akzeptanzproblem

Bereits George B. Dantzig, der amerikanische Pionier der Linearen Programmierung (LP), sah in der Bearbeitung des landwirtschaftlichen Fruchtfolgeproblems („crop rotation“) ein fruchtbares Anwendungsgebiet für seine neue mathematische Lösungsmethode [Da63]. In Deutschland ist die einzelbetriebliche Investitions- und Produktionsprogrammplanung mit LP seit den Anfängen (z. B. bei Riebe [Ri75]) ein fester Bestandteil der agrarökonomischen Forschung und Ausbildung. Besondere Beachtung fand dabei die Modellierung standort- und fruchtartspezifischer Fruchtfolgeaspekte. Die anwendungsnahe Weiterentwicklung mündete schließlich z. B. in Farm-Boss®, einer professionellen Planungssoftware für landwirtschaftliche Betriebe (s. Münch und Gocht [MG06]). Trotz Adressierung vielfältiger Routineaufgaben landwirtschaftlicher Betriebsplanung (z. B. Verfahrensoptimierung für die Arbeitserledigung, Nährstoff- und Futterbilanzierung) sowie komfortabler Bedienbarkeit, ist die massenhafte Verbreitung derartiger Systeme in der Praxis bisher ausgeblieben. Das gilt auch für parzellenspezifische Problemauffassungen und Lösungsansätze (z. B. [AD11], [ADG11]). Die unbefriedigende Akzeptanz von LP-basierter Planungssoftware in der Praxis führen wir u. a. einerseits auf nicht dem tatsächlichen Sachproblem adäquate Modellformulierungen (insbesondere der Fruchtfolge) zurück [Ve14]. Eine „betriebsbezogene“ Fruchtfolge – wie vielfach formuliert – gibt

es nicht. Aufgrund der tatsächlich vorhandenen betrieblichen Struktur oder der geographischen Gegebenheiten ist die folgende Umsetzung der „Optimal“-Lösungen oft nicht praktikabel. Des Weiteren werden Wirkungen von Vor- und Nachfruchtbeziehungen unzureichend beachtet, die aber in der landwirtschaftlichen Praxis von herausragender Bedeutung sind. Weiterhin bleibt trotz vielfältiger Vereinfachung und Nutzung von Planungsdaten-Katalogen (z. B. KTBL) der Aufwand zur Datenbeschaffung und –aufbereitung bei der Nutzung vorhandener Planungssoftware für den Betriebsleiter oder Berater sehr hoch. Als Quellen dienen hier verschiedene betriebliche Unterlagen (u. a. Ackerschlagkartei) oder Erfahrungswerte, die manuell erfasst werden müssen. Ein mehr oder weniger „automatisierter“ Controlling-Zyklus, in dem Planung, Realisierung, Dokumentation, Soll-Ist-Abgleich inhaltlich miteinander verzahnt sind und auf einer gemeinsamen Datenhaltung basieren, ist uns nicht bekannt.

2 Modellierung von parzellenspezifischen Fruchtfolgen

Der Schwerpunkt der hier vorgeschlagenen prototypischen Modellierung zur operativen Betriebsplanung liegt auf der Formulierung parzellenspezifischer Fruchtfolgen, die eine realitätsnähere Abbildung des eigentlichen Sachproblems ergeben (s. Abbildung 1). Diese präzisere Modellierung erstreckt sich über den gesamten Planungshorizont.

Problemauffassung	Traditionell	Parzellenspezifische Betrachtung
Flächen Pflanzenproduktion	Betriebsfläche insgesamt	einzelne Parzellen [Größe, Hofentfernung, spez. Ertragspotential, Bewirtschaftungsschwernisse bzw. -ausschlüsse]
Historie des laufenden Betriebs	?	Vorfrucht: [ggfs. Vor-Vorfrucht]
Optimierungstyp	optimale Allokation betrieblicher Ressourcen	parzellenspezifisch optimale Allokation betriebl. Ressourcen mit kombinator. Nebenbedingungen
Ergebnisinhalt	Fruchtartanteile an Betriebsfläche	parzellenspezifische Fruchtfolge
Ergebnisnachbereitung	Aufteilung der Fruchtarten auf die einzelnen Parzellen	- entfällt! -
Bezugnahme auf Vor- und Folgeperiode	?	parzellenspezifisch: Vorfrucht, Folgefrucht Gesamtbetrieb: Start- bzw. Endzustandsvektor
Datenquellen	[BMEL-] Jahresabschluß, weitere	angestrebt: Datenmodell Buchführung in Verbindung mit Management-Informations-System

Abbildung 1: Folgen parzellenspezifischer Modellierung für die Betriebsplanung mit LP

Aus der Aufteilung der verschiedenen für den jeweiligen Standort geeigneten Pflanzenbau-Prozessalternativen auf die einzelnen Parzellen ergeben sich über die Modellierung der Parzellen hinaus weitere Konsequenzen für eine sachgerechte Abbildung weiterer partieller Entscheidungsprobleme. Alle Anbaualternativen auf allen Parzellen haben Ansprüche an Arbeitszeit, vorhandene Arbeitskräfte und Maschinenkapazitäten. Das Allokationsproblem der betrieblichen Ressourcen ist also erheblich komplexer. Die neue parzellenspezifische Fruchtfolgemodellierung sollte daher künftig die bisher verwendete betriebsbezogen abstrahierte Fruchtfolgeformulierung ablösen. Betrachtungsgegenstand für die Entscheidung über eine Anbaualternative im Planungsjahr ist die einzelne Parzel-

le mit ihrer Anbauhistorie (den Vorfrüchten) und einer potentiellen Nachfrucht in der auf das Planjahr folgenden Planungsperiode. Zu modellieren sind also alle potenziellen Fruchtartsequenzen innerhalb des Planungshorizonts – und zwar für jede einzelne Parzelle. Aus diesen einzelnen schlagspezifisch optimierten Fruchtfolgen ergibt sich dann unter Berücksichtigung aller weiteren betrieblichen Zusammenhänge und Restriktionen eine Gesamtaufstellung der fruchtartspezifischen Anteile an der Gesamtfäche („Fruchtfolge des Betriebs“). Diese Betrachtungsweise birgt ferner den Vorteil, dass die vorangegangenen parzellenspezifischen Fruchtfolge-Historien im Einzelnen erfasst werden, und damit die betrieblichen Ausgangsrestriktionen minutiös berücksichtigt werden. Die zeitliche Grobstruktur haben wir auf zwei Planjahre fixiert. Die im Lösungsprozess iterativ ermittelte optimale Fruchtart-Parzellenkombination aus der ersten Planungsperiode dient wiederum - wie die dem Planungszeitpunkt vorgelagerte Vorfrucht-Historie - als „Startvektor“ für die zweite Periode.

3 Verknüpfung von Planungsmodell und Finanzbuchhaltung

Der zeitlichen Strukturierung des neu entwickelten operativen Planungsmodells liegen die üblichen Stichtage des landwirtschaftlichen Wirtschaftsjahrs (z. B. 30.06.) bzw. die monatlichen Erfassungs- und Berichtsintervalle der Finanzbuchführung zugrunde. Diese zeitliche Strukturkongruenz birgt große Vorteile, da aus dem Ergebnisbericht einer operativen Optimalplanung (oder ggfs. auch einer Investitionsplanung) unmittelbar die Planwerte eines PLAN-Geldrückberichts bzw. einer PLAN-Erfolgsrechnung abgeleitet werden können. Die meisten der aktuell gebräuchlichen Anwendungssysteme für die Buchführung in der Landwirtschaft sehen in ihren Datensätzen Felder für „Menge“ (kg, dt) und „Stück“ (z. B. Tierzahl) vor. Die Buchführungssoftware WIKING des Landwirtschaftlichen Buchführungsverbands, Kiel, weist hier ein Einzelstellungsmerkmal auf: zu jedem Datensatz sind bis zu 30 sogenannte „Zusatz-Naturalfelder“ individuell definierbar und belegbar. Diese Felder wurden ursprünglich eingerichtet, um weitere Eigenschaften der Produkte erfassen zu können (z. B. Fett- und Eiweißgehalt, Zellzahl der Milch, Ausschachtungsergebnisse und Fleischklassifizierung etc.). Diese Eingabemöglichkeiten werden derzeit allerdings kaum genutzt und böten daher Raum für die Datenhaltung vieler weiterer technischer Koeffizienten (z. B. Vorfrucht, Vor-Vorfrucht; saisonale (monatliche) Arbeits- und Überstunden-Kapazitäten und Urlaubsansprüche). In der bisher angefertigte Machbarkeitsstudie [Ve14] spielte dieser Aufgabenbereich eine untergeordnete Rolle. Die diesbezüglichen Vorüberlegungen ließen jedoch die Überzeugung reifen, dass der größte Teil der benötigten Planungsdaten, Faktormengen und Annahmen durch Nutzung der für die Buchführung benutzten Ordnungs- und Schlüsselbegriffe (Standardisierte Branchenkontenrahmen zur landwirtschaftlichen Buchführung) strukturierbar ist.

4 Erste Ergebnisse und Ausblick

Mit parzellenspezifischer Fruchtfolgemodellierung kann ein Hauptgegenstand der operativen landwirtschaftlichen Betriebsplanung mit LP systematisch, zieladäquat und rea-

litätsnah bearbeitet werden. In einer Machbarkeitsanalyse [Ve14] wurde die vorgeschlagene Formulierung exemplarisch erprobt. Das System OpenSolver (Open Source Software für die Lineare Programmierung) erlaubte Testrechnungen für einen fiktiven Betrieb mit bis zu acht Parzellen. Die Fruchtfolgenmodellierung ergab plausibel nachvollziehbare Fruchtartsequenzen. Betriebe mit mehr Parzellen wurden bisher nicht bearbeitet, da die technischen Möglichkeiten von OpenSolver ausgeschöpft waren. Es besteht aber kein Zweifel, dass mit leistungsfähigerer kommerzieller Software (z. B. Frontline Premium Solver Platform) Betriebe mit 50 und mehr Schlägen bearbeitbar sind. Mit dem parzellenspezifischen Modellierungskonzept lassen sich sowohl die Bewirtschaftungsnachteile weiter entfernt liegender Parzellen oder Betriebsteile als auch z. B. schlagspezifisch und zeitlich großer Unterschiede in der Vorzüglichkeit von Wirtschaftsdüngerapplikationen realitätsnah abbilden [Su80]. Selbstverständlich lassen sich auch die üblichen Fragestellungen der Potentialplanung (Neu-, Ersatz-, Rationalisierungs- oder Erweiterungsinvestitionen), von Verfahrensänderungen, der Arbeitserledigung (Eigenmechanisierung, Lohnunternehmer, Fremdbewirtschaftung), Änderungen der Produktionsrichtung (Betriebszweige) und der Produktionsweise (konventionell, ökologisch) sachgerecht abbilden. In weiteren Entwicklungsschritten planen wir eine einfache Berücksichtigung von Risiko bzw. Unsicherheit in den Daten der Zielfunktion und der technischen Koeffizienten des Gleichungssystems.

Auch die systematische betriebsindividuelle Datengenerierung aus einem erweiterten Datenmodell der landwirtschaftlichen Finanzbuchführung wurde konzeptionell angerissen und ausgelotet. Die ersten (fragmentarischen) Tastschritte in diese Richtung waren erfolgversprechend. Gegenwärtig scheint die wichtigste betriebliche Datenquelle noch nicht ausgeschöpft zu sein. Ansatzpunkte für eine systematische Verknüpfung wären z. B. eine übergreifende Terminologie (Nutzung des Kontenrahmens) sowie eine konzeptuelle Verschmelzung von Finanz- und detaillierter Naturalbuchführung (Schlagkarteien bzw. Managementsysteme).

Literaturverzeichnis

- [AD11] Aurbacher, Joachim; Dabbert, Stephan: Generating Crop sequences in land-use models using maximum entropy and Markov chains. *Agricultural Syst.* 104 (2011), S. 470-479.
- [ADG11] Akplogan, Mahuna; Dury, Jérôme; de Givry, Simon; Quesnel, Gauthier; Joannon, Alexandre; Reynaud, Arnaud; Bergez, Jaques Éric; Garcia, Frédéric: A Weighted CSP approach for solving spatio-temporal farm planning problems. 11th Workshop on Preferences and Soft Constraints, Perugia 2011, S. 1-15.
- [Da63] Dantzig, George B.: *Linear Programming and Extensions*. Princeton, 1963.
- [MG06] Münch, T.; Gocht, A.: *Farm Boss® – Software zur strategischen Beratung landwirtschaftlicher Betriebe*, 2006.
- [Ri75] Riebe, Klaus: Standardformulierungen von LP-Matrizen als Grundlage der Betriebsplanung in der Wirtschaftsberatung. *Berichte über Landwirtschaft* 53, Heft 4, 1975, S. 517-548.
- [Su80] Sundermeier, Hans-Hennig: *Düngungskostenminimierung*. Diss., Kiel, 1980.
- [Ve14] Verhaagh, Mandes: *Betriebsplanung mit Linearer Programmierung - Könnte parzellenspezifische Fruchtfolgenmodellierung die Akzeptanz in der Praxis verbessern?* Bachelorarbeit, Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2014.

Entwicklung einer ISOBUS-Bedienoberfläche für Feldspritzen

Martina Weiß, Matthias Rothmund

Systemtechnik
HORSCH Maschinen GmbH
Sitzenhof 1
92421 Schwandorf
martina.weiss@horsch.com
matthias.rothmund@horsch.com

Abstract: Im Rahmen der Entwicklung einer neuen Steuerungs- und Regelungstechnik für Feldspritzen wurde ein neues Bedienkonzept erdacht und umgesetzt. Das bestehende Spannungsfeld zwischen „intuitiv“ und „schön“ brachte im Laufe der Entwicklung veränderte Rahmenbedingungen und Anforderungen mit sich und erforderte eine iterative Überarbeitung des Konzepts.

1 Einleitung

Die Gestaltung eines Human Machine Interface (HMI) für eine Feldspritze verlangt eine detaillierte Ausarbeitung des Designs der Bedienoberfläche und der Bedienlogik. Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Funktionen gewinnen die Bedienbarkeit und die Ästhetik der Bedienkonzepte zunehmend an Bedeutung um die Leistungsfähigkeit von Mensch und Maschine nutzen zu können. Die wachsende Bedeutung von User Interaction und User Experience innerhalb der Elektronik im Bereich der Automobilindustrie, der Nutzfahrzeuge und der mobilen Arbeitsmaschinen spiegelt sich dabei im Anteil der Veröffentlichungen in diesem Umfeld wieder. So behandelten beispielsweise bei der diesjährigen VDI Elektronik-Konferenz in Baden-Baden 2014 ca. 30% der Vorträge das Thema HMI [HMI 14]. Für die Umsetzung eines ISOBUS kompatiblen Bedienkonzepts in der Landtechnik sind verschiedene Rahmenbedingungen gegeben. Trotz verschiedener Vorgaben ist darauf zu achten, dass der Bedienkomfort sowie der von den Nutzern geforderte „Joy of Use“ gewährleistet werden kann. Für die Entwicklung des Bedienkonzepts, der neuen Feldspritze der Firma HORSCH, wurden zu Beginn des Projektstarts die Anforderungen und Rahmenbedingungen definiert. Bei der Ausarbeitung hat sich an verschiedenen Punkten ein Spannungsfeld zwischen Design, Funktionalität und Umsetzbarkeit herausgestellt. Eine zielführende Entwicklung konnte nur innerhalb eines iterativen Überarbeitungsprozesses stattfinden. Mittels herausgegriffener Beispiele wird der Prozess von der Idee bis hin zur Umsetzung mit den entsprechenden Hürden dargestellt.

2 Ausarbeitung und Umsetzung des Bedienkonzepts

Grundsätzlich war bei der Entwicklung des Bedienkonzepts ein beschleunigter Entwicklungsprozess fokussiert, um das Konzept frühzeitig in das Feld zu bringen. Die Evaluierung des Projekts kann am erfolgreichsten durch den Anwender erfolgen. Es wurde eine vollständige ISOBUS kompatible Bedienlogik sowie eine durchgängige graphische Darstellung für eine Touchoberfläche ausgearbeitet und programmiert. Das Bedienkonzept ging gemeinsam mit dem Prototypen in den Feldeinsatz. In einem veränderten Entwicklerteam wurden neue Ideen, das Feedback aus der Praxis, diskutiert und das bestehende Konzept überarbeitet.

2.1 Strukturierung der Bedienoberfläche

Ziel bezüglich der Strukturierung der Bedienoberfläche ist die Reduzierung der Anzeigeelemente entsprechend ihrer Notwendigkeit und das Erreichen von Zusatzinformation über möglichst kurze Bedienabfolgen, sowie ausreichend große bedienbare Flächen. Zur Strukturierung der Bedienlogik wurden sukzessiv die verschiedenen Funktionen der Feldspitze betrachtet und nach geschätzter Häufigkeit der Verwendung priorisiert und angeordnet. Anzeigewerte wurden digital angezeigt und waren direkt editierbar. Neben der voreingestellten Anordnung einer begrenzten Anzahl verschiedener funktionaler Elemente war für Elemente mit ähnlicher Priorität die Möglichkeit einer benutzerindividuellen Zusammenstellung der Bedienoberfläche gegeben. Der Zugang zu Zusatzinformationen, sowie die Bedienmöglichkeit der Elemente, welche selten während der Fahrt auf dem Feld benutzt werden, wurden über eine Zoomfunktion der einzelnen Elemente realisiert. Im Rahmen der Überarbeitung des Konzepts kam man zu dem Entschluss, die digitalen Anzeigewerte um einen Bargraph zu ergänzen, um somit auch eine visuell schnell erfassbare Größe bereitstellen zu können. Aufgrund dieser Erkenntnis wurde die Arbeitsmaske neu strukturiert. Auf der Arbeitsmaske befinden sich nun acht verschiedene bedienbare Bereiche mit den jeweiligen Anzeigeobjekten. Werden diese Bereiche angewählt, gelangt man zu deren Unterseiten, von dort aus können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden. Durch die Einführung der Unterseiten wurde die Zoomfunktion ersetzt. Die individuelle Strukturierung der einzelnen Funktionselemente auf der Hauptmaske entfällt, da die Informationsgehalte auf die Hauptseite oder auf eine thematisch passende Unterseite verlagert wurden.

2.2 Zustandsanzeige der Funktionen und intuitive Bedienbarkeit

Ziel war es hier Zustandsanzeigen und Bedienvorgänge mit klaren und wenig unterschiedlichen Anzeige- und Bedienarten darzustellen, um mittels Durchgängigkeit, gelernte Vorgänge auf weitere Bedienvorgänge übertragen zu können.

Die Funktionen des Bedienkonzepts fordern eine Darstellungsmöglichkeit für drei verschiedene Zustände. Funktionen, welche nicht ausgewählt und aktiviert werden können, Funktionen, welche nicht aktiv sind, aber aktiviert werden können, sowie bereits aktive Funktionen. Die Darstellung nicht aktivierbarer Funktionen wird bereits in verschiedenen Projekten der Industrie identisch vorgenommen. Die Symbole werden ausgegraut

dargestellt (vgl. Abb. 1). Dies ist eine für den Benutzer bekannte Darstellungsweise. Für die Unterscheidung von aktivierbaren und aktiven Symbolen wurden zwei verschiedene Möglichkeiten betrachtet. Der erste Ansatz basiert auf der Invertierung der Farben zwischen Symbol und Hintergrund. Für den Zustand „aktivierbar“, wurden ein farbiges Symbol und ein grauer Hintergrund gewählt. Für die Darstellung eines aktiven Zustands wird die Farbe des Symbols als Hintergrundfarbe verwendet und das Symbol weiß eingefärbt.

Das Feedback aus dem Feld zeigte, dass die Unterscheidung der Symbole zwischen aktivierbar und aktiv, nicht immer eindeutig erkennbar ist. Daher wurde im Rahmen der Überarbeitung des Konzepts ein weiterer Ansatz in Anlehnung an die Automobilindustrie gewählt. Im Bereich der Automobilindustrie ist der aktive Zustand physikalischer Schalter oftmals durch eine Beleuchtung des Schalters gekennzeichnet. Touchflächen, welche aktivierbar sind, fungieren als virtueller Schalter. Ist eine Funktion aktiv, so wird neben dem betreffenden Symbol eine virtuelle LED in Form eines grünen Rechtecks angezeigt. In den Diskussionen während der Einarbeitung der Kennzeichnung in das Gesamtkonzept wurde deutlich, dass dieses Element die intuitive Bedienbarkeit steigert, jedoch eher zu Lasten der Ästhetik des Designs geht.



Abbildung 1: Verschiedene Darstellungsweisen der Zustände der Symbole

2.3 Symbolik

Im Bereich der Symbolik wurde zu Beginn die Anforderung gesetzt, das gesamte Bedienkonzept sprachunabhängig zu gestalten. Bei der Gestaltung der Symbole stellt sich die grundsätzliche Frage, bis zu welchen Grad Funktionen und Zustände mit Hilfe der Symbolik verständlich und eindeutig darzustellen sind. So musste die Anforderung keinen Text zu verwenden, im Laufe des Projekts an verschiedenen Stellen hinterfragt werden.

Eine weitere Anforderung, welche sich während der Überarbeitungsphase herauskristallisiert hat, ist die Entwicklung maschinenübergreifender Symbole. Funktionen, welche an verschiedenen Maschinen auftreten, sollen immer mittels der gleichen Symbolik dargestellt werden. Häufigstes Beispiel stellt hier das Symbol der Klappfunktion dar.



Abbildung 2: Verschiedene Vorschläge für das Symbol mit der Bedeutung "Ausklappen"

Eine Lösung, welche die beiden Anforderungen intuitiv und maschinenübergreifend bewerkstelligt, konnte für die Klappfunktion noch nicht gefunden werden.

2.4 Farbschema

Die Farbwahl ist für Ästhetik und intuitive Bedienung von Bedeutung. Um optisch einen angenehmen Eindruck zu erzeugen, ist es wichtig, dass harmonisierende und etwas dezente Farbtöne gewählt werden. Gewohnheitsbedingt, und um somit auch dem Anspruch intuitiver Bedienung gerecht werden zu können, müssen bei der Farbwahl für Alarme und Warnungen die Farbtöne Orange bis Rot, sowie für die Darstellung positiver/guter Zustände die Farbe Grün reserviert werden. Jedoch müssen bei der Farbwahl auch die technischen Hintergründe berücksichtigt werden. Im Rahmen des ISOBUS sind die Anzahl verschiedener Farbtöne und deren Abstufung limitiert.

Darüber hinaus sind indirekt weitere Anforderungen bei der Farbwahl zu berücksichtigen. ISOBUS Terminals können flexibel in der Kabine angeordnet werden, je nach Terminalqualität und Sonneneinstrahlung ist die Anzeigequalität unterschiedlich. Bei der Entwicklung des Bedienkonzepts ist vor allem auf eine kontrastintensive Farbwahl zu achten, um damit schlechten Sichtverhältnissen aufgrund der Sonneneinstrahlung entgegen zu wirken. Des Weiteren sind die entgegengesetzten Lichtverhältnisse während der Arbeit in der Nacht zu berücksichtigen. Um hier dem Nutzer eine angenehme Arbeitsweise zu ermöglichen, muss ein Wechsel in einen Nachtmodus möglich sein. Als weiteres Kriterium sollte geprüft werden, was rot-grün blinde Menschen erkennen können und an welchen Stellen Probleme auftreten, sofern Farben als Zustandsbeschreibung verwendet werden.

Der Erstentwurf wurde in den kontrastreichen Farben grün, blau und grau gestaltet. In der Überarbeitungsphase wurde von Seiten des Produktmanagements eine Farbreduzierung, um der Darstellung mehr Eleganz zu verleihen, gefordert.

3 Fazit

Betrachtet man die Gegenüberstellung aus Entwurf und überarbeiteten Konzept, zeigt sich, dass nur wenige grafische Elemente aus dem Erstentwurf unverändert übernommen wurden. Innerhalb des Entwicklungsprozesses wurde jedoch deutlich, dass die funktionalen Elemente, welche erarbeitet wurden, größtenteils bestehen bleiben mussten. Die Darstellung sowie die Abfolge und Anordnung der einzelnen Bedienschritte wurde verändert. Die einzelnen, innerhalb des Projekts vorgenommenen Schritte, von der Ideengenerierung und der Definition der funktionalen Elemente als Basis der Neuentwicklung, bis hin zur Überarbeitung aufgrund des Feedbacks aus dem Feld, erfordern Ausdauer über die Projektlaufzeit hinweg, sind jedoch unabdingbar.

Literaturverzeichnis

[HMI14] Marktplatz Elektronik 2014, VDI-Wissensforum, Düsseldorf, ISBN: 978-3-945435-02-1.

Entwicklung eines auf semantischer Technologie basierenden Analysesystems zur Überwachung der Wasserversorgung von landwirtschaftlichen Nutzflächen

Wilfried Wöber¹, Supper Georg¹, Christian Aschauer¹, Andreas Gronauer¹,
Dana Tomic, Sandra Hörmann

¹ Institut für Landtechnik
Universität für Bodenkultur
Gregor-Mendel-Straße 33
1180 Wien, Österreich
wilfried.woeber@boku.ac.at
tomic@FTW.at
sandra.hoermann@josephinum.at

Abstract: Eine ressourcenschonende Bewässerung von Nutzpflanzen wird durch den Klimawandel in den nächsten Jahren immer größere Bedeutung gewinnen. Eine Möglichkeit, das für Pflanzen zur Verfügung stehende Wasserpotential beurteilen zu können, ist die Nutzung von klimatischen Faktoren und Computermodellen. In diesem Beitrag wird die Entwicklung eines auf dem Forschungsprojekt *agriOpenLink* basierten Softwaresystems zur Abschätzung der Evapotranspiration auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche beschrieben. Der Fokus dieses Berichts liegt auf dem Softwareframework, welches auf semantischer Technologie basiert und formalisiertes landwirtschaftliches Wissen sowie Computermodelle zur Abschätzung der Evapotranspiration beinhaltet. Es werden erste experimentelle Ergebnisse diskutiert und die semantische Technologie bezüglich praktischer Nutzung evaluiert.

1 Einführung

Der Klimawandel wird immer häufiger als Grund für den vermehrten Wasserverbrauch für die Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzflächen genannt [PJK11, p. 63]. Die Entwicklung eines Systems zur Planung von Beregnungsprozessen wird daher immer wichtiger. In diesem Beitrag wird die noch laufende Entwicklung eines solchen Systems beschrieben. Dabei bildet das Framework *agriOpenLink* [To14, Wö14] die Basis.

Dieser Beitrag ist folgendermaßen gegliedert. Kapitel 2 beschreibt die verwendeten Computermodelle zur Berechnung des pflanzenverfügbaren Wassers und das entwickelte Softwarekonstrukt. Kapitel 3 diskutiert erste Ergebnisse und evaluiert die Technologie. Kapitel 4 fasst einerseits diesen Beitrag zusammen und gibt andererseits einen Überblick über weiteres Vorgehen.

2 Materialien und Methoden

Die Analyse der Wasserbewegung in Böden bzw. die Abschätzung des pflanzenverfügbaren Wassers ist längst kein innovativer Ansatz mehr [B110, Pa10, PJK11]. So wird in [Zo14] die wetterbasierte Berechnung der Evapotranspiration beschrieben. In Verknüpfung mit dem Vegetationsstatus lässt sich mittels Korrekturfaktoren [AF03] die tatsächliche Evapotranspiration und somit die zur Verfügung stehende Wassermenge berechnen. Mit Hilfe dieser Evapotranspiration kann in Verbindung mit einer einmaligen Feuchtigkeitsmessung und einer klimatischen Wasserbilanz [AF03, B110] das pflanzenverfügbare Wasser geschätzt werden.

Der hier beschriebene Prozess lässt erahnen, dass die Einbindung verschiedener Modelle und Parameter die Abschätzung des pflanzenverfügbaren Wassers exakter gestalten kann. Daher ist das Verlangen nach einem flexiblen Softwaresystem hoch. Ein solches System wird im Forschungsprojekt *agriOpenLink* [To14, Wö14] entwickelt. *agriOpenLink* basiert auf semantischer Technologie und erlaubt dynamisches Einbinden von Geräten, Modellen und anderen Informationsquellen. *agriOpenLink* dient als Kommunikations- und Diagnoserückgrat, welches Informationen in einer Wissensbasis [RN12 p. 250] ablegt, Informationen der Wissensbasis hinzufügt und durch logische Verknüpfungen Klassifizierungen durchführt. Dadurch kann Wissen generiert werden.

Um die Realität in dem Softwaresystem abzubilden, müssen landwirtschaftliches Wissen und die Realität selbst digitalisiert werden. Wissen kann durch Techniken der künstlichen Intelligenz, den sogenannten Ontologien, formal beschrieben werden. Ontologien [Ca97, St11] enthalten Klassen- und Datenstrukturen von Domänen sowie logische Verknüpfungen. Diese logischen Verknüpfungen können Instanzen einer Klasse anhand von Datenelementen einer Subklasse zuordnen. Dieser Prozess wird als „Klassifizierung“ bezeichnet. Nutzflächen können zum Beispiel als Instanzen einer Klasse **Boden** dargestellt werden. Um die Evapotranspiration einer Instanz schätzen zu können, müssten Instanzen der Klasse **Boden** mit zur Verfügung stehenden Informationen „befüllt“ werden. Dies geschieht in *agriOpenLink* durch die Verwendung eines im Projekt entwickelten semantischen Web-Service Framework welches auf SADI Web-Services aufsetzt [To14b, Wi10]. Solche Services sind definiert durch ihre OWL Eingangs- und Ausgangsklassen. So ist in diesem Fall ein Service, welches Wetterinformationen einer Instanz anhängt, beschrieben durch die Eingangsklasse **Boden** und der Ausgangsklasse **Boden_BefülltMitWetter**. Das Ergebnis dieses Services kann durch ein weiteres Service zur Berechnung der Evapotranspiration weitergegeben werden. Dieses Service kann beispielsweise durch die Eingangsklasse **Boden_BefülltMitWetter** und der Ausgangsklasse **Boden_HatEvapotranspiration** beschrieben werden. Die Verknüpfung von mehreren SADI Services wird als „workflow“ bezeichnet [VMW10, Wi10].

Durch die Nutzung von SPARQL [WC314] und der in *agriOpenLink* implementierten Diagnose-Engine, welche das SHARE Framework [VMW10, Wi10] integriert, ist die autonome und dynamische Erzeugung von Datenanalyse- sowie Steuerungsworkflows möglich. Die Erzeugung des workflows basiert auf einer in SPARQL definierten Abfrage. Vereinfacht ausgedrückt kann das System nach allen Instanzen in der

Wissensbasis suchen, welche einer in der Ontologie definierten Klasse angehören (z.B.: eine Bodenfläche mit einer Evapotranspiration größer als 10 mm). Das System verwendet die in der Ontologie definierte Klassenhierarchie und erzeugt autonom einen workflow um alle Instanzen der Wissensbasis auf Zugehörigkeit zu der in der Abfrage definierten Klasse zu prüfen. Diese autonome Erzeugung des workflows führt zu einer erheblichen Erleichterung der Einbindung neuer Informationen. Neues Wissen muss lediglich in der Ontologie definiert und in Form von SADI Services registriert werden.

3 Ergebnisse und Evaluierung

Bestehende Modelle zur Berechnung der Evapotranspiration sowie eine klimatische Wasserbilanz wurden bereits in *agriOpenLink* integriert. Zur Berechnung der Evapotranspiration wurde die Penman-Monteith Methode verwendet [Zo14]. Die benötigten Wetterdaten wurden durch die ZAMG [Za14] zur Verfügung gestellt. Die entwickelte Ontologie beschreibt die vorhandenen Wetterdaten, eine Klassenhierarchie sowie logische Beziehungen zwischen den Klassen. Erste Ergebnisse liegen bereits vor. So wurde die Evapotranspiration mit der beschriebenen Methode auf Basis von einerseits stündlichen Wetterdaten und andererseits über den Tag gemittelten Wetterdaten berechnet. Die durch die Mittelung verlorenen Extremwerte der Wetterdaten zeigten in diesen Experimenten die Vorteile der stündlichen Berechnung der Evapotranspiration.

In dieser Arbeit wird die semantische Technologie für eine „Verknüpfung“ von Messdaten mit Modellen und logische Klassifizierung für die Erkennung von Subklassen verwendet. So kann eine Bodenfläche in die Klassen **Boden_Trocken** bzw. **Boden_Feucht** klassifiziert werden. Durch die Verwendung von semantischer Technologie werden allerdings auch die Nachteile der logischen Klassifizierung in Kauf genommen. Diese Nachteile basieren vor allem auf Datenunsicherheiten und sogenannten theoretischen und praktischen Unsicherheiten [RN12]. Sind komplexe Entscheidungen zu treffen, sind probabilistische Modelle [Ca97, RN12] vorzuziehen.

Eine weitere Einschränkung des hier vorgestellten Softwarekonstrukts ist die statische Betrachtung des Bodens. Der Einfluss des Bodens und der Pflanzen werden lediglich durch Korrekturfaktoren berücksichtigt. Diese Problematik könnte durch die Einbindung komplexerer Sensoren, Modelle sowie statistischer Lernmethoden [RN12] allerdings behoben werden. So konnte bereits in ersten Experimenten der Pflanzenkorrekturfaktor durch statistische Lernmethoden berechnet werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Bericht wird die Anwendung vom semantischen Framework *agriOpenLink* zur Berechnung der Evapotranspiration von Nutzflächen diskutiert. Das entwickelte Softwaresystem definiert eine Reihe von SADI Web-Services, um physikalische Größen der digitalisierten Realität zuzuordnen. Basierend auf der dynamischen Erzeugung eines

workflows ist eine flexible Verwendung unterschiedlicher Modelle und Prozessinformationen möglich.

Die nächsten Schritte sind der Aufbau von Experimenten zur Evaluierung des Systems, die Einbindung und Evaluierung verschiedener Evapotranspirationsmodelle sowie die Nutzung probabilistischer Modelle zur Berechnung von Korrekturfaktoren. Ziel ist ein Empfehlungssystem zu erstellen, welches autonom Berechnungsaufgaben erzeugt.

Danksagung

Das Projekt wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Programms "IKT der Zukunft" teilgefördert.

Zudem möchten wir uns an dieser Stelle bei der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) [Za14] zur Bereitstellung der benötigten Wetterdaten bedanken.

Literaturverzeichnis

- [AF03] Aguila, M.; Francisco, M.: Entwicklung eines vollautomatischen Bewässerungsregelungssystems für den Freilandgemüsebau. Grauer, Stuttgart, 2003.
- [B110] Blume, H.P. et.al.: Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2010.
- [Ca97] Cawsey, A.: The Essence of Artificial Intelligence, Prentice Hall Europe, 1997.
- [Pa10] Paschold, P.J.: Bewässerung im Gartenbau, Stuttgart, 2010; S. 81-116.
- [PJK11] Patt, H.; Jürging, P.; Kraus, W.: Naturnaher Wasserbau - Entwicklung und Gestaltung. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2011.
- [RN12] Russel, S.; Norvig, P.: Künstliche Intelligenz. Pearson Studium, München, 2012.
- [Sa14] SADI, SADI, (online) <http://sadiframework.org> (letzter Zugriff: 29.8.2014).
- [St11] Stuckenschmidt, H.: Ontologien: Konzepte, Technologien und Anwendungen (Informatik im Fokus), Springer, Berlin Heidelberg, 2011.
- [To14] Tomic, D. et.al: Semantische Technologien für Produktionsprozessinnovationen in der Landwirtschaft. In: e&i Elektrotechnik und Informationstechnik, 2014.
- [To14b] Tomic, D., et- al: agriOpenLink: Semantic services for adaptive processes in livestock farming, International Conference of Agricultural Engineering, AgEng 2014, Zürich.
- [VMW10] Vandervalk, B.; McCarthy, L.; Wilkinson, M.: SHARE & the Semantic Web - This Time it's Personal!. In: Proceedings of the 7th International Workshop on OWL: Experiences and Directions (OWLED 2010), 2010.
- [WC314] WC3, SPARQL Query Language for RDF, (online) <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (letzter Zugriff: 29.8.2014).
- [Wi10] Wilkinson, D.M. et.al.: SADI, SHARE, and the in silico scientific method: Proceedings of the 11th Annual Bioinformatics Open Source Conference (BOSC), 2010.
- [Wö14] Wöber, W. et al.: agriOpenLink: Adaptive Agricultural Processes via Open Interfaces and Linked Services. In: Referate der 34. GIL-Jahrestagung - IT-Standards in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Fokus: Risiko- und Krisenmanagement, Bonn, 2014; S. 157-160.
- [Za14] ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, (online) <http://www.zamg.ac.at> (letzter Zugriff: 28.8.2014).
- [Zo14] Zotarelli, L. et.al.: Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method), (online) <http://edis.ifas.ufl.edu/ae459> (letzter Zugriff: 28.8.2014).

Bewertung der Befahrbarkeit von Böden mit CCMod2 – ein Service auch für die Landwirtschaft

Petra Zieger¹, Joachim Biermann¹, Ralf Hedel²

¹Abteilung Sensordaten- und Informationsfusion
Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Information und Ergonomie FKIE
Fraunhoferstraße 20
53343 Wachtberg
petra.zieger@fkie.fraunhofer.de
joachim.biermann@fkie.fraunhofer.de

²Abteilung Strategie und Optimierung
Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI
ralf.hedel@ivi.fraunhofer.de

Abstract: Bei der Planung der Bewirtschaftungsmaßnahmen in den kommenden Tagen muss der Landwirt die Wettervorhersage zwingend berücksichtigen. Die daraus abzuleitende Bewertung der Befahrbarkeit ist in vielen Fällen schwierig. Ein Internet-Service könnte es dem Landwirt ermöglichen, für die Befahrbarkeit seiner Schläge Go/NoGo-Karten für die kommenden Tage zu erstellen. Ein Modell zur Befahrbarkeitsbewertung mit einer einfachen Mensch-Maschine-Schnittstelle und dessen Einsatzmöglichkeit in der Landwirtschaft werden erläutert.

1 Einführung

Das Wissen um den Feuchtezustand des Bodens ist in der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung von großer Relevanz. Bei Befahrung des Bodens unter zu feuchten Bedingungen droht dieser irreversibel zu verdichten. Damit verschlechtern sich die Standortbedingungen erheblich, vor allem in Hinblick auf Entwässerung und Belüftung [DLG08] und können Ertragseinbußen die Folge sein [DPS95].

Bei der Planung der Bewirtschaftungsmaßnahmen für die kommenden Tage muss der Landwirt die Wettervorhersage berücksichtigen. Insbesondere für Landwirte, die auf größeren Schlägen mit Übergängen zwischen verschiedenen Bodenarten wirtschaften, ist es schwierig, vom vorhergesagten Niederschlag auf die sich einstellende Bodenfeuchte und die dadurch bedingte Befahrbarkeit zu schließen.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) bietet für Landwirte den agrarmeteorologischen Dienst *agrowetter* Prognose © an¹⁶. Dieser Dienst prognostiziert die Bodenfeuchte an

¹⁶ <http://www.dwd.de/agrowetter>

etwa 500 ausgewählten Wetterstationen für einen Zeitraum von 7 Tagen. Das zugrundeliegende Modell AMBAV wurde am Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung (ZAMF) entwickelt [Lö83]. Der Dienst stellt die Bodenfeuchte als Prozentangabe bezogen auf die nutzbare Feldkapazität (nFK) für die Texturen sandiger Lehm und lehmiger Sand bereit [DWD14]. Da das Feuchte-Profil lediglich für die Nutzung Gras berechnet wird und zudem ein unmittelbarer Rückschluss aus der Prozentangabe der nFK auf die Befahrbarkeit des Bodens nicht möglich ist, bleibt es auch für den Abonent dieses DWD-Services schwierig, die Befahrbarkeit seiner Schläge zu beurteilen.

Die erfolgreiche Vermarktung des im Jahre 2004 eingeführten Dienstes¹ *agrowetter* Prognose © spricht dafür, dass seitens der Landwirte Interesse an der Nutzung agrarmeteorologischer Dienste besteht. Optimal für die Beurteilung der Befahrbarkeit wäre ein Service, der die Schläge des Landwirtes mit den zugehörigen Kulturen sowie anhand der tatsächlichen Bodentexturen bewertet. Im Folgenden wird ein geeignetes Modellkonzept vorgestellt.

2 Befahrbarkeitsmodell CCMoD2

Das Fraunhofer FKIE hat im Auftrag des Zentrums für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw) das „Cross-Country-Modell in der Version 2“ (CCMoD2) in ArcGIS entwickelt (Abbildung 1), das Wettervorhersagen des DWD berücksichtigt und die Befahrbarkeit eines frei wählbaren Raumausschnittes und Zeitpunktes in den kommenden drei Tagen in Abhängigkeit vom gewählten Fahrzeug prognostiziert [Zi14].

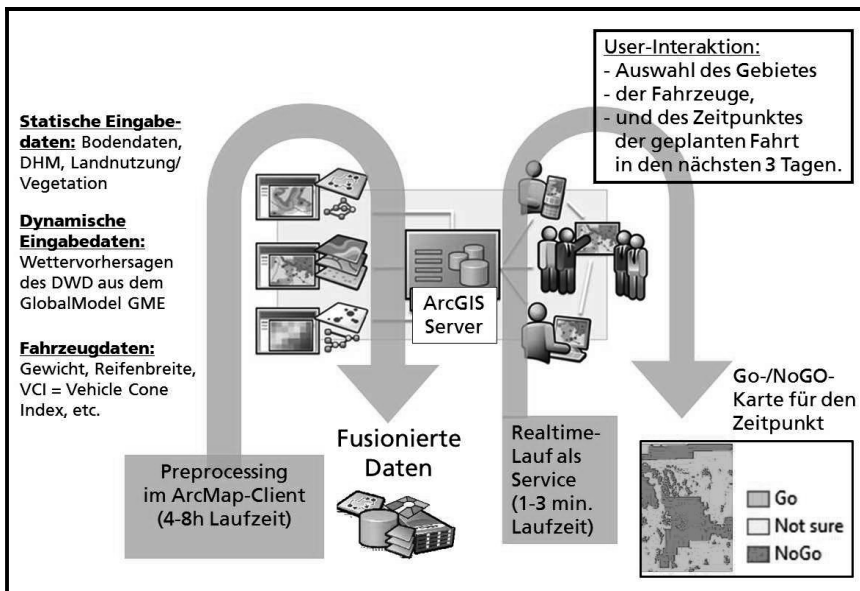


Abbildung 1: Überblick über das Model CCMoD2

Das Modell CCMoD2 zeichnet sich dadurch aus, dass die hochkomplexen hydrologischen Prozesse in einem „Preprocessing“ ausgelagert sind. Innerhalb von ca. 4 bis 8 Stunden Laufzeit wird die Datenbasis der Befahrbarkeitsanalyse für einen Raumausschnitt von etwa 100.000 km² generiert (Abbildung 1 – linker Teil). Aufsetzend auf diese fusionierte Datenbasis wurde ein einfach bedienbarer ArcGIS-Service implementiert, der beispielsweise innerhalb von 3 bis 4 Minuten Laufzeit die Go-/NoGo-Karte eines Gebietes von 1.500 km² berechnet (Abbildung 1 – rechter Teil). Bei der Auslegung der Mensch-Maschine-Schnittstelle des sogenannten Realtime-Laufes stand die einfache Bedienbarkeit im Vordergrund (Abbildung 2).

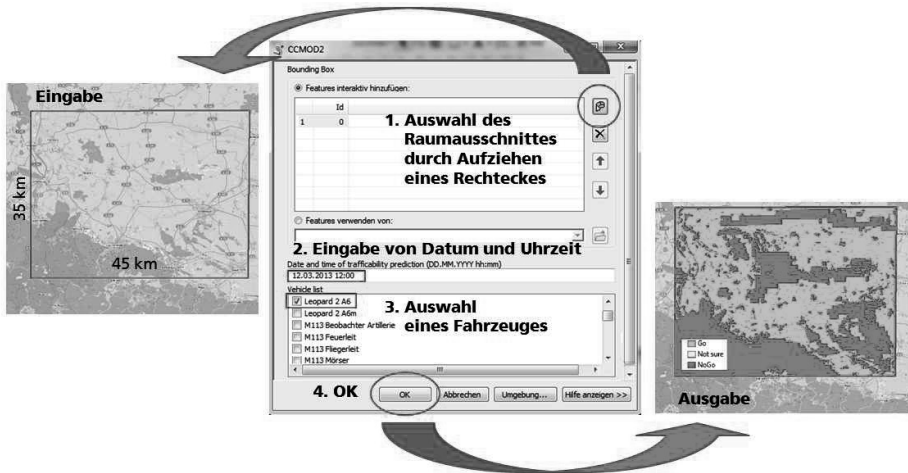


Abbildung 2: Einfach konzipierte Mensch-Maschine-Schnittstelle für den Endanwender

Der auf dem Server des Anbieters ablaufende ArcGIS-Service kann vom Endanwender aus einer ArcGIS-Arbeitsumgebung (ArcMap 10.x) oder aber auch über einen Browser genutzt werden. Über das Intranet oder Internet werden die Eingaben des Endanwenders zum ArcGIS Server gesendet. Der ArcGIS-Server berechnet die finale Go-/NoGo-Karte basierend auf den fusionierten Daten des Preprocessing und liefert dem Endanwender eine Befahrbarkeitskarte im tif-Format, die automatisch im ArcGIS-Client zusammen mit der topographischen Lage angezeigt wird. In Analogie dazu könnte die finale Karte auch im Browser visualisiert werden. In diesem Service findet der empirische WES-Ansatz¹⁷ Anwendung [Hi01]. Anhand der Bodeneigenschaften (Bodenart, Steingehalt, Gehalt an organischer Substanz) wird zunächst die USCS-Bodenklasse (ASTM85) bestimmt. Für jede USCS-Bodenklasse wird final die Befahrbarkeit des Bodens, der sogenannte Cone Index (CI), berechnet und mit dem hinterlegten Vehicle Cone Index (VCI) des Fahrzeuges verglichen: Liegt der VCI-Wert des Fahrzeuges unter dem CI-Wert des Bodens, so kann das Fahrzeug das Gelände passieren (Go-Situation).

Das Modell konnte bereits erfolgreich in verschiedenen Testgebieten eingesetzt werden. Zur Validierung wurden zu verschiedenen Zeitpunkten an verschiedenen Standorten Bo-

¹⁷ WES steht für die Abteilung „Waterways Experiment Station“ des US Corps of Engineers, welche diesen empirischen Ansatz basierend auf umfangreichen Untersuchungen in den 60er bis 90er Jahren entwickelt hat.

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 and 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, Wolfrid 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 1st 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 3rd 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 1st International Working Conference on Business Process and Services Computing BPSC 2007
- P-117 Ryszard Kowalczyk (Ed.) Grid service engineering and management The 4th 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.)
9th 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.)
10th 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.)
3rd 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.)
9th International Conference on Innovative Internet Community Systems
I²CS 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 Kirm, 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 3rd 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 Brömme, 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 Brömme, 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.)
10th International Conference on Innovative Internet Community Systems (I²CS) – 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.)
4th 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.)
6th 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.)
11th International Conference on Innovative Internet Community Systems (I²CS)
- 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 Landwirtschaft
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 11th 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.)
12th International Conference on Innovative Internet Community Systems (I²CS 2012)
- P-205 Manuel J. Kripp, Melanie Volkamer, Rüdiger Grimm (Eds.)
5th 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-212 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)
BIOSIG 2013
Proceedings of the 12th International Conference of the Biometrics Special Interest Group
04.–06. September 2013
Darmstadt, Germany
- P-213 Stefan Kowalewski, Bernhard Rumpe (Hrsg.)
Software Engineering 2013
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-214 Volker Markl, Gunter Saake, Kai-Uwe Sattler, Gregor Hackenbroich, Bernhard Mitschang, Theo Härder, Veit Köppen (Hrsg.)
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW) 2013
13. – 15. März 2013, Magdeburg
- P-215 Stefan Wagner, Horst Lichter (Hrsg.)
Software Engineering 2013
Workshopband
(inkl. Doktorandensymposium)
26. Februar – 1. März 2013, Aachen
- P-216 Gunter Saake, Andreas Henrich, Wolfgang Lehner, Thomas Neumann, Veit Köppen (Hrsg.)
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW) 2013 – Workshopband
11. – 12. März 2013, Magdeburg
- P-217 Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek (Hrsg.)
6. DFN-Forum Kommunikationstechnologien
Beiträge der Fachtagung
03.–04. Juni 2013, Erlangen
- P-218 Andreas Breiter, Christoph Rensing (Hrsg.)
DeLFI 2013: Die 11 e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
8. – 11. September 2013, Bremen
- P-219 Norbert Breier, Peer Stechert, Thomas Wilke (Hrsg.)
Informatik erweitert Horizonte
INFOS 2013
15. GI-Fachtagung Informatik und Schule
26. – 28. September 2013
- P-220 Matthias Horbach (Hrsg.)
INFORMATIK 2013
Informatik angepasst an Mensch, Organisation und Umwelt
16. – 20. September 2013, Koblenz
- P-221 Maria A. Wimmer, Marijn Janssen, Ann Macintosh, Hans Jochen Scholl, Efthimios Tambouris (Eds.)
Electronic Government and Electronic Participation
Joint Proceedings of Ongoing Research of IFIP EGOV and IFIP ePart 2013
16. – 19. September 2013, Koblenz
- P-222 Reinhard Jung, Manfred Reichert (Eds.)
Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2013)
St. Gallen, Switzerland
September 5. – 6. 2013
- P-223 Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel (Hrsg.)
Open Identity Summit 2013
10. – 11. September 2013
Kloster Banz, Germany
- P-224 Eckhart Hanser, Martin Mikusz, Masud Fazal-Baqaie (Hrsg.)
Vorgehensmodelle 2013
Vorgehensmodelle – Anspruch und Wirklichkeit
20. Tagung der Fachgruppe Vorgehensmodelle im Fachgebiet Wirtschaftsinformatik (WI-VM) der Gesellschaft für Informatik e.V.
Lörrach, 2013
- P-225 Hans-Georg Fill, Dimitris Karagiannis, Ulrich Reimer (Hrsg.)
Modellierung 2014
19. – 21. März 2014, Wien
- P-226 M. Clasen, M. Hamer, S. Lehnert, B. Petersen, B. Theuvsen (Hrsg.)
IT-Standards in der Agrar- und Ernährungswirtschaft Fokus: Risiko- und Krisenmanagement
Referate der 34. GIL-Jahrestagung
24. – 25. Februar 2014, Bonn

- P-227 Wilhelm Hasselbring,
Nils Christian Ehmke (Hrsg.)
Software Engineering 2014
Fachtagung des GI-Fachbereichs
Softwaretechnik
25. – 28. Februar 2014
Kiel, Deutschland
- P-228 Stefan Katzenbeisser, Volkmar Lotz,
Edgar Weippl (Hrsg.)
Sicherheit 2014
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
Beiträge der 7. Jahrestagung des
Fachbereichs Sicherheit der
Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
19. – 21. März 2014, Wien
- P-230 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.)
BIOSIG 2014
Proceedings of the 13th International
Conference of the Biometrics Special
Interest Group
10. – 12. September 2014 in
Darmstadt, Germany
- P-231 Paul Müller, Bernhard Neumair,
Helmut Reiser, Gabi Dreö Rodosek
(Hrsg.)
7. DFN-Forum
Kommunikationstechnologien
16. – 17. Juni 2014
Fulda
- P-232 E. Plödereder, L. Grunske, E. Schneider,
D. Ull (Hrsg.)
INFORMATIK 2014
Big Data – Komplexität meistern
22. – 26. September 2014
Stuttgart
- P-233 Stephan Trahasch, Rolf Plötzner, Gerhard
Schneider, Claudia Gayer, Daniel Sassiat,
Nicole Wöhrle (Hrsg.)
DeLFI 2014 – Die 12. e-Learning
Fachtagung Informatik
der Gesellschaft für Informatik e.V.
15. – 17. September 2014
Freiburg
- P-234 Fernand Feltz, Bela Mutschler, Benoît
Otjacques (Eds.)
Enterprise Modelling and Information
Systems Architectures
(EMISA 2014)
Luxembourg, September 25-26, 2014
- P-235 Robert Giegerich,
Ralf Hofestädt,
Tim W. Nattkemper (Eds.)
German Conference on
Bioinformatics 2014
September 28 – October 1
Bielefeld, Germany
- P-236 Martin Engstler, Eckhart Hanser,
Martin Mikusz, Georg Herzwurm (Hrsg.)
Projektmanagement und
Vorgehensmodelle 2014
Soziale Aspekte und Standardisierung
Gemeinsame Tagung der Fachgruppen
Projektmanagement (WI-PM) und
Vorgehensmodelle (WI-VM) im
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik der
Gesellschaft für Informatik e.V., Stuttgart
2014
- P-237 Detlef Hühnlein, Heiko Roßnagel (Hrsg.)
Open Identity Summit 2014
4.–6. November 2014
Stuttgart, Germany
- P-238 Arno Ruckelshausen, Hans-Peter
Schwarz, Brigitte Theuvsen (Hrsg.)
Informatik in der Land-, Forst- und
Ernährungswirtschaft
Referate der 35. GIL-Jahrestagung
23. – 24. Februar 2015, Geisenheim

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

denfeuchten mit TDR-Sonden und Cone Indizes mit dem GPS-Penetrometer gemessen. Modellerte Go-Situationen konnten durch Messungen bestätigt werden. NoGo-Situationen kamen wetterbedingt im Projektzeitraum selten vor und hielten zu kurz an, um validiert zu werden (Abbildung 3). Weitere Validierungen sind bereits in Planung.

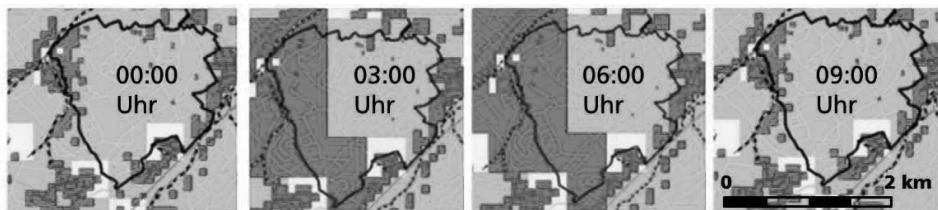


Abbildung 3: Go/NoGo-Karten im 3h-Abstand (Go = Grün, NoGo = Rot, Unklar = Gelb)

3 Ausblick - Einsetzbarkeit in der Landwirtschaft

Auf Basis der Erfahrungen aus der Entwicklung des Befahrbarkeits-Modell CCMo2 sieht sich das Fraunhofer FKIE in der Lage, Befahrbarkeitsbewertungen auch für die Landwirtschaft zu berechnen. Die Konzeption der Architektur könnte in Anlehnung an die CCMo2-Software erfolgen. Für die Anpassung an landwirtschaftliche Anwendung sind bislang verwendete Eingangsdaten durch räumlich und thematisch feiner aufgelöste Daten zu ersetzen (z. B. Boden: ALK + Bodenschätzung; Landnutzung: InVeKoS). Zudem könnte der WES-Ansatz durch das Schweizer Nomogramm zum bodenschonenden Maschineneinsatz ersetzt werden (Uri2007).

Literaturverzeichnis

- [ASTM85] ASTM International: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), Philadelphia, D2487, 2011.
- [DLG08] DLG e.V.: Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen, DLG-Merkbl. 344, 2008.
- [DPS95] Dürr, H.-J.; Petelkau, H. und Sommer, C.: Literaturstudie "Bodenverdichtung". - UBA-Texte 55/95, 203 S., 1995.
- [DWD14] <http://www.dwd.de/agrowetter> – Parameter Bodenfeuchte, 2014.
- [Lö83] Löpmeier, F.-J.: Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung der aktuellen Verdunstung (AMBAV), Dt. Wetterdienst, 1983.
- [Hi01] Hirt, R.: Grundlagen des forstlichen Ingenieurwesens, Boden als Untergrund, Baugrund, Baustoff, <http://www.lue.ethz.ch/docs/Skripte/FIW.pdf>, Vorlesungsskript, 2001.
- [Uri2007] Umweltfachstellen des Kantons Uri (Schweiz): Umgang mit Boden, Merkblatt, http://www.ur.ch/dl.php/de/4fedc2adad74b/01_umgang_mit_boden.pdf, 2007.
- [ZH14] Zieger, P. und Hedel, R.: Entwicklung eines Algorithmus zur Prognose von Geländemobilität, Teilprojekt B, Abschlussbericht - Handbuch zu CCMo2, unveröffentlicht, 2014.