

Das „agriProKnow“-Projekt

Prozessbezogenes Informationsmanagement in Precision Dairy Farming

Michael Iwersen¹, Laura Lidauer², Alexandra Berger², Wolfgang Auer², Dana Kathrin Tomic², Michael Schrefl³, Dmitry Efrosinin⁴, Valentin Sturm⁴, Erika Gusterer¹, Marc Drillich¹ und Martin Wischenbart⁵

Abstract: Der zunehmende Einsatz von Präzisionstechnik in der Milchviehhaltung (z.B. Roboter-, Sensor-, Trackingsysteme) beinhaltet zahlreiche Herausforderung hinsichtlich der Integration und Analyse der erfassten Daten. Mit der im „agriProKnow“-Projekt entwickelten Decision-Support-Plattform ist es möglich, die zuvor geschilderten Hindernisse weitestgehend zu überwinden und LandwirtInnen und anderen Stakeholdern einen zusätzlichen operativen Nutzen zu bieten. In der Plattform werden Daten aus unterschiedlichen Quellen verschiedener Betriebe gesammelt, integriert und ausgewertet. Die Umsetzung und Evaluierung dieses Prototyps erfolgte in zwei strukturell unterschiedlichen Milchviehbetrieben mit 80 bzw. 2700 Kühen. Am Beispiel der bovinen Ketose werden die gewonnenen Daten derzeit zur Entwicklung eines Algorithmus genutzt, der eine Schätzung von Risikofaktoren und das Einleiten prophylaktischer Maßnahmen zur Verhinderung der Erkrankung ermöglichen soll.

Keywords: precision dairy farming, semantic data warehouse, data mining, ketosis

1 Einleitung

In der Milchviehhaltung lässt sich ein zunehmender Technikeinsatz beobachten. Heutzutage kommen neben der klassischen Melk- und Fütterungstechnik zahlreiche Sensoren zum Einsatz, die z. B. zur Brunsterkennung oder zur Regelung des Stallklimas genutzt werden [Ru13]. Im Vordergrund des Technikeinsatzes stehen die Gesundheitsüberwachung der Tiere, Qualitätssicherung der Produkte sowie eine Steigerung von Arbeitseffizienz und Ressourcenoptimierung sowie eine Reduktion der Umweltbelastung [Ea12]. Aufgrund der hohen Datenmengen, die oftmals in verschiedenen Formaten vorliegen, bleibt das Potenzial dieser Daten als Grundlage zur Überwachung sowie für Analysen und einer daraus resultierenden Automatisierung bisher weitestgehend ungenutzt. Um neue datenbasierte Prozesssteuerungsansätze als

¹ Vetmeduni Vienna, Universitätsklinik für Wiederkäuer, Abteilung Bestandsbetreuung, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien, Michael.Iwersen@vetmeduni.ac.at

² Smartbow GmbH, Jutogasse 3, A-4675 Weibern, office@smartbow.com

³ JKU Linz, Institut für Wirtschaftsinformatik – Data Knowledge Engineering, Altenbergerstraße 69, A-4040 Linz, Schrefl@dke.uni-linz.ac.at

⁴ JKU Linz, Institut für Stochastik, Altenbergerstraße 69, A-4040 Linz, Valentin.Sturm@lcm.at

⁵ Josephinum Research, Rottenhauser Straße 1, 3250 Wieselburg, Martin.Wischenbart@josephinum.at

Grundlage für Betriebs- und Herdenmanagement-Entscheidungen zu realisieren, müssen unter anderem folgende Herausforderungen bewältigt werden:

(I) Der innerbetriebliche maschinelle Datenaustausch und die Integration von Daten sind bisher nicht vollständig gelöst. Die mangelnde Interoperabilität und fehlende Schnittstellen erschweren den Zugriff auf Daten zahlreicher Geräte und erfordern häufig eine redundante Dateneingabe. Für diese Herausforderung gibt es bereits erste Lösungsansätze, die auf die prozessbezogene Nutzung von Daten im Rahmen des bestehenden Prozesswissens abzielt [To15]. (II) Obwohl eine Vielzahl von Produktionsparametern bereits erfasst wird, ist das Wissen über deren gegenseitige Beeinflussung und die Auswirkung auf Leistung und Tiergesundheit oftmals unbekannt. Eine zentrale Datenerfassung und -speicherung verschiedener (Sensor-)Technologien ermöglicht eine integrierte Datenanalyse und kann zu einem Erkenntnisgewinn beitragen. (III) Die Datennutzung durch landwirtschaftliche Betriebe beziehungsweise der Zugang zu Daten sowie die Datenanalyse von einer Vielzahl von Betrieben ist problematisch. Derzeit fehlt ein Konzept, das es den LandwirtInnen ermöglicht, einen selektiven Zugriff auf Betriebsdaten für verschiedene Interessengruppen (z. B. VeterinärmedizinerInnen, BeraterInnen und ForscherInnen) zuzulassen.

Das Ziel des interdisziplinären Forschungsprojektes agriProKnow war es, die oftmals komplex und heterogen vorliegenden Daten eines landwirtschaftlichen Betriebes zusammenzuführen, um daraus (Risiko-)Faktoren identifizieren zu können, die sich sowohl für ein innerbetriebliches Herdenmanagement als auch für die überbetriebliche Beratung nutzen lassen. Als Anwendungsbeispiel wurde die Ketose bei Milchkühen gewählt. Das Auftreten der Ketose bei Milchkühen ist ein weltweites Problem. Als Hauptrisikofaktoren für das Auftreten der Erkrankung werden die Anzahl der Laktationen der Tiere, das Fütterungsmanagement, frühere Erkrankungen und die Körperkondition genannt [Gr90] [Du00] [In06]. Die Überwachung dieser Faktoren sowie die Identifizierung zusätzlicher Risikofaktoren für das Auftreten der bovinen Ketose ist Teil des Projekts. Das Monitoring von Risikofaktoren erlaubt vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen, die teilweise automatisiert werden können. Hierzu zählt beispielsweise ein häufigeres Vorlegen und Heranschieben von Futter, das zur Krankheitsvermeidung beitragen kann. Ziel ist es, die Tiergesundheit und das Tierwohl, aber auch die Produktion zu verbessern bzw. auf hohem Niveau zu erhalten.

2 Material und Methoden

Insgesamt wurden für das Kooperationsprojekt 500 Milchkühe aus zwei strukturell unterschiedlichen Milchviehbetrieben in die Studie aufgenommen. Als Versuchsbetriebe dienten das Lehr- und Forschungsgut der Veterinärmedizinischen Universität Wien (80 Fleckvieh-Kühe) und ein kommerzieller Betrieb in der Slowakei (2700 Holstein-Friesian-Kühe). Die Tiere wurden zur Überwachung der Aktivität, des Wiederkäuens und der Lokalisation im Stall mit der sensorbestückten Ohrmarke SMARTBOW

(Smartbow GmbH, Weibern, Österreich) ausgestattet. Der Gesundheitsstatus der Tiere wurde vom Zeitpunkt des Trockenstellens (ca. 40 Tage vor der Kalbung) bis 70 Tage nach der Kalbung engmaschig überwacht. Dazu zählten unter anderem die Erhebung von Daten zum Energiestoffwechsel, insbesondere die Erfassung der Blutkonzentrationen von freien Fettsäuren (NEFA) eine Woche vor dem errechneten Kalbetermin und β -Hydroxybutyrat (BHB) am 3., 5. und 8. Tag nach der Kalbung. Diese Parameter sind speziell zur Erkennung der bovinen Ketose geeignet. Für die BHB-Messung wurde ein elektronisches Schnelltestgerät verwendet, das, vergleichbar mit der Blutzuckermessung am Menschen, direkt am Patienten eingesetzt werden kann. Des Weiteren wurden Rektaltemperatur, Pansenfüllung, Pansenaktivität und Kotkonsistenz täglich innerhalb der ersten acht Tage nach der Kalbung erhoben. Zu ausgewählten Zeitpunkten erfolgte darüber hinaus die Beurteilung der Körperkondition anhand der Rückenfettdickenmessung und mittels Body-Condition-Scoring (BCS). Zur Erfassung von Luftfeuchtigkeit und Temperatur im Stall wurden Klimadatenlogger (TinyTag 2 Plus, Gemini Data Loggers Ltd, Chichester, West Sussex, Vereinigtes Königreich) installiert. Zusätzlich wurden Daten zur Rationszusammensetzung, Futteraufnahme und Milchleistung erhoben. Die Architektur der im agriProKnow-Projekt verwendeten Plattform ist in Abbildung 1 dargestellt.

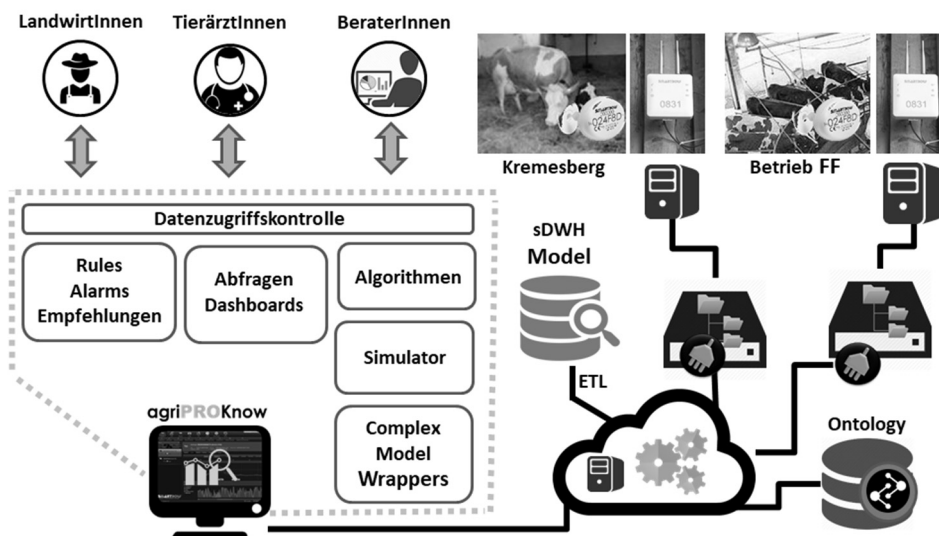


Abb. 1: Architektur-Übersicht der agriProKnow-Plattform (©Smartbow GmbH, Weibern)

In den Studienbetrieben wurde jeweils ein lokaler Farm-Computer („Repository“) für die Sammlung von Daten der Melktechnik, der Fütterungssysteme, der Herdenmanagementsoftware, der Klimadatenlogger sowie des SMARTBOW-Systems installiert. „Plug-Ins“ übernehmen dabei die Sammlung und Speicherung der Daten aus

den jeweiligen Systemen. Zudem wurden Plug-Ins für Abfragen weiterer externer Quellen (z. B. von Zucht- und Kontrollverbänden) entwickelt. Diese Plug-Ins liefern Daten über semantische Web-Services mit klar definierten Schnittstellen an den Farm-Computer. Lokale Komponenten auf dem Farm-Computer und ein Back-End-Server in der Cloud bilden schließlich die Plattform zur Interpretation und Transformation der Daten in RDF, einem standardisierten Format für semantische Beschreibungen. Methoden zur Datenbeschaffung bilden neben statistischen, stochastischen und semantischen Datenanalysen den Kern der Methodik. Zur Realisierung wurden unter anderem Informationsmanagement-Methoden für große Datenmengen, Data-Mining-Algorithmen, semantische Modellierung, Data Warehouse Technologien, regelbasiertes Reasoning, semantische Web-Services und Ontologie-basiertes Schnittstellendesign verwendet.

3 Ergebnisse

Eine bereits existierende Ontologie [To15] wurde zur Annotation der betrieblichen Daten erweitert. Die Definitionen wurden hinsichtlich der Interoperabilität und Erleichterung der Datenintegration mit Querverweisen auf etablierte Vokabulare und Ontologie versehen und zusätzlich mit Referenzen auf Fachliteratur ergänzt. Diese semantischen Beschreibungen von Maßzahlen und Begriffen erleichtert deren automatisierte Verarbeitung und ermöglicht die Verwendung zur Erklärung von vordefinierten Abfragen oder zur Spezifikation von Analyse- und Steuerregeln. Um die Verwendung von Begriffen für EndbenutzerInnen weiter zu vereinfachen, wurden auf Basis dieser Definitionen wiederverwendbare Prädikate spezifiziert. Zusätzlich konnten unter Verwendung mathematischer und statistischer Operatoren abgeleitete Maßzahlen definiert werden, um diese direkt im Data Warehouse zu berechnen und in Abfragen zu verwenden. Basierend auf der OWLIM-Technologie auf dem Back-End-Server wird die Ontologie in einem semantischen Repository verwaltet. Die gesammelten RDF transformierten Daten werden von dort weiter über eine REST-Schnittstelle, gemäß einer eigens definierten Daten-Ladeansicht des ETL-Prozess (Extract, Transform, Load), an das semantische Data Warehouse geschickt, welches den zentralen Bestandteil bildet. Für die Umsetzung des umfangreichen und erweiterbaren multidimensionalen Datenmodells im semantischen Data Warehouse wird zwischen der bereits genannten Ladeansicht und der Analysenansicht unterschieden. Die Ladeansicht gleicht einem Datenmodell in Anlehnung an die Daten der Quellsysteme, zum Beispiel Milchmengentabellen aus dem Melkstand. Die Analyseansicht kombiniert verschiedene Tabellen aus der Ladeansicht in zusammengesetzte Tabellen zur Erleichterung der Datenanalyse. Zudem werden OLAP-/Daten-Würfel zur bewusst redundanten Datenspeicherung für eine einfachere interaktive Datenanalyse verwendet. Mittels RDF-Vokabulars (QB/QB4OLAP) werden Abfrageergebnisse zurückgegeben. Über Analyse- und Steuerungsregeln als auch über regelbasierte Schlussfolgerungen werden Abfragebasierte Schnittstellen als auch die Bereitstellung von Managementempfehlungen für

EndbenutzerInnen ermöglicht. In Abbildung 2 ist exemplarisch das Auftreten von Hitzestress („Temperature-Humidity-Index“, $THI \geq 68$) in den Sommermonaten in einem der Studienbetriebe dargestellt.

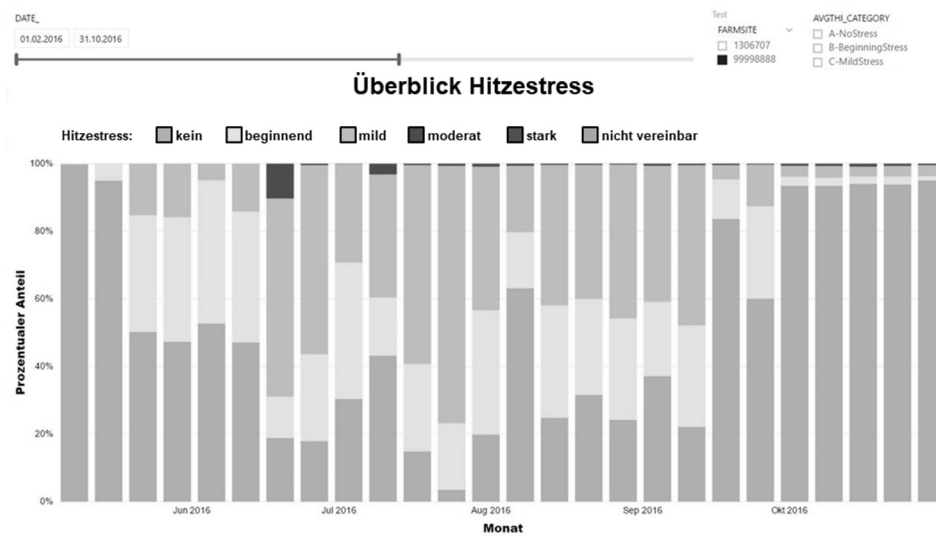


Abb. 2: Auftreten von Hitzestress im Milchviehstall eines Betriebes

Der für die einzelnen Funktionsbereiche des Milchviehbetriebes ermittelte THI kann durch eine automatisierte Regelung von Ventilatoren zur Stallklimagegestaltung genutzt werden. Ein THI-basiertes Heranschieben von Futter, das zu einer Maximierung der Grundfutteraufnahme beitragen kann, soll in Folgestudien getestet werden.

4 Fazit und Ausblick

Ein erster Prototyp für ein optimiertes Informationsmanagement im Precision Dairy Farming wurde erfolgreich implementiert. Unter Verwendung von offenen Schnittstellen und Ontologien wurde eine Plattform in einem semantischen Data Warehouse zur überbetrieblichen Datenintegration von verschiedenen Milchviehbetrieben unterschiedlicher Struktur entwickelt. Aus den gewonnenen Daten werden derzeit in einem integrierten Ansatz Risikofaktoren für das Auftreten der bovinen Ketose ermittelt. Einzelne bzw. die Kombination von Risikofaktoren können dann auf Herdenebene dazu genutzt werden, prophylaktische Maßnahmen (z. B. Stallklimagegestaltung, veränderte Rationszusammensetzung) einzuleiten. Auf Einzeltierebene lassen sich Kühe identifizieren, die auf das Vorliegen der subklinischen Ketose, z. B. durch Messung der BHB-Konzentration im Blut, getestet werden sollten. Die Effizienz des Systems muss in zukünftigen Feldstudien getestet werden.

Literaturverzeichnis

- [Du00] Duffield, T.: Subclinical Ketosis in Lactating Dairy Cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 16, S: 231-253, 2000.
- [Ea12] Eastwood, C.R.; Chapman, D.F.; Paine, M.S.: Networks of practice for co-construction of agricultural decision systems: Case studies of precision dairy farms in Australia. *Agric. Syst.* 108, S. 10-18, 2012.
- [Gr90] Gröhn, Y.T. et al.: Epidemiology of reproductive disorders in dairy cattle. Associations among host characteristics, disease and production. *Prev. Vet. Med.* 8, S. 25-39, 1990.
- [In06] Ingvarsen, K.L.: Feeding- and management-related diseases in the transition cow. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126 (3-4), S. 175-213, 2006.
- [Ru13] Rutten, C.J. et al.: Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96 (4), S. 1928-1952, 2013.
- [To15] Tomic, D.; Drenjanac, D.; Wöber, W.; Hörmann, S.; Auer, W.: Enabling Semantic Web for Precision Agriculture: a Showcase of the Project agriOpenLink. *SEMANTICS (Posters and Demos), CEUR Workshop Proceedings Vol. 1*, S. 26-29, 2015.