Hans Eisenmann-Zentrum

7. Agrarwissenschaftliches Symposium

22. September 2016

Digitale Landwirtschaft

Big Data – Smart Data - Datenmanagement

Tagungsband

Impressum

Herausgeber:
Hans Eisenmann-Zentrum
Zentralinstitut für Agrarwissenschaften der Technischen Universität München
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising
Tel: +49.8161.71.3464
Fax: +49.8161.71.2899
E-mail: Hans-Eisenmann-Zentrum@wzw.tum.de
Internet: www.hez.wzw.tum.de

Direktor:
Prof. Dr. Wilhelm Windisch

Redaktion:
Claudia R. Luksch

Prof. Dr. Wilhelm Windisch

Geschäftsführender Direktor
Zentralinstitut Hans Eisenmann-Zentrum für Agrarwissenschaften

Vorwort

In den Agrarwissenschaften verbinden sich unterschiedlichste Disziplinen zu einer komplexen Systemwissenschaft. Eine zukunftsweisende Schlüsseltechnologie ist dabei das Daten- und Informationsmanagement.
Die Bereitstellung von Lebensmitteln durch die Landwirtschaft und ihre Interaktion mit den gesellschaftlichen Leitthemen der Ernährungssicherung und – sicherheit, Klimawandel und Umweltschutz erfahren durch Digitalisierung und großräumige Vernetzung derzeit einen revolutionären Wandel. Intelligente „off-road"-Fahrzeugsteuerungen und Roboter, die „manuelle" Dienste an sensitiven Nutztieren ausüben, haben längst einen bedeutsamen Platz in der praktischen Landwirtschaft erobert.
Die Zusammenführung der immensen Datenströme in intelligenten Datenbanken und ihre Auswertung wird nicht nur produktionstechnische Aspekte grundlegend ändern, sondern auch die Wahrnehmung der Landwirtschaft in Politik und Gesellschaft.

Das 7. Agrarwissenschaftliche Symposium „Digitale Landwirtschaft: Big Data – Smart Data – Datenmanagement" greift diesen Themenbereich auf mit Fokus auf Phänotypisierung und Beobachtung in der agrarischen Praxis, Sensoren und Schnittstellen sowie Vernetzung von Daten und ihre praktische Nutzung.
Vorträge und Posterpräsentationen liefern fachkompetente und detaillierte Betrachtungen aus den verschiedenen Blickwinkeln dieses komplexen Themas.

Ich freue mich, Sie zum diesjährigen Agrarwissenschaftlichen Symposium des Hans Eisenmann-Zentrums in Weihenstephan begrüßen zu dürfen und wünsche Ihnen spannende, erkenntnisreiche Vorträge und anregende Diskussionen.

Das **Zentralinstitut Hans Eisenmann-Zentrum für Agrarwissenschaften** verbindet die agrarwissenschaftlich orientierten Professuren der Technischen Universität München. Schwerpunkte sind die Vernetzung der agrarwissenschaftlichen Forschung, die Initiierung gemeinsamer Forschungsvorhaben, die Vermittlung fachlicher Expertise und die Förderung des Wissenstransfers durch Vortragsveranstaltungen und Symposien für Wissenschaftler, Studierende, Praktiker und Experten der Agrarwirtschaft.

Programm

Begrüßung

- **09:15**
  Prof. Dr. Wilhelm Windisch
  Direktor des Hans Eisenmann-Zentrums
  Technische Universität München

Einführung

- **09:45 – 10:45**
  Prof. Dr. Achim Walter
  Institut für Agrarwissenschaften
  Department für Umweltwissenschaften, ETH Zürich
  Digitale Landwirtschaft – wohin wollen wir?

- **10:45 – 11:15 Kaffeepause/Postersession**

Phänotypisierung und Beobachtung in der agrarischen Praxis

- **11:15 – 11:45**
  Dr. Annette Freibauer
  Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
  Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
  Humusvorräte und Trends in landwirtschaftlichen Böden: Datenintegration für ein besseres Verständnis der Beiträge von Standort, Klima und Bewirtschaftung

- **11:45 – 12:15**
  Prof. Dr. Uwe Rascher
  Forschungsbereich Ecosystem Dynamics
  Forschungszentrum Jülich
  Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
  Phänotypisierung vom Blatt zum Satelliten – Datenintegration über verschiedene Skalen zum besseren Verständnis der raum-zeitlichen Dynamik der Photosynthese

- **12:15 – 14:15 Mittagspause/Postersession**

Sensoren und Schnittstellen

- **14:15 – 14:45**
  Dr. Wolfgang Junge
  Institut für Tierzucht und Tierhaltung
  Christian-Albrechts-Universität Kiel
  Vom Sensor im Stall zum Facebook für Milchkühe

- **14:45 – 15:15**
  Prof. Dr. Gabi Dreo Rodosek
  Kommunikationssysteme und Netzsicherheit
  Hochschule der Bundeswehr, München
  Von Sensordaten zu Smart Data: Ausgewählte Perspektiven

15:15 – 16:00 Kaffeepause/Postersession

Vernetzung und praktische Nutzung

- **16:00 – 16:30**
  Prof. Dr. Thomas Kolbe
  Lehrstuhl für Geoinformatik
  Technische Universität München
  Datenfusion für Smart Rural Areas

- **16:30 – 17:00**
  Prof. Dr. Hans W. Griepentrog
  Fachgebiet für Verfahrenstechnik und Pflanzenproduktion
  Universität Hohenheim
  Zukünftige Entwicklungen im Precision Farming

Abschlussvortrag

- **17:00 – 17:30**
  Dr. Holger Wittges
  Geschäftsführer Zentrum Digitalisierung.Bayern
  Die Rolle der Digitalisierung bei der Entwicklung disruptiver Geschäftsmodelle

Schlusswort

- **17:30**
  Prof. Dr. Wilhelm Windisch

Abstracts

Inhaltsverzeichnis Vorträge

Digitale Landwirtschaft: Wohin wollen wir?
Prof. Dr. Achim Walter **9**

Humusvorräte und Trends in landwirtschaftlichen Böden: Datenintegration für ein besseres Verständnis der Beiträge von Standort, Klima und Bewirtschaftung
Dr. Annette Freibauer **13**

Phänotypisierung vom Blatt zum Satelliten – Datenintegration über verschiedene Skalen zum besseren Verständnis der raum-zeitlichen Dynamik der Photosynthese
Prof. Dr. Uwe Rascher **17**

Vom Sensor im Stall zum Facebook für Milchkühe
Dr. Wolfgang Junge **21**

Von Sensordaten zu Smart Data: Ausgewählte Perspektiven
Prof. Dr. Gabi Dreo Rodosek **25**

Datenfusion für Smart Rural Areas
Prof. Dr. Thomas Kolbe **29**

Zukünftige Entwicklungen im Precision Farming
Prof. Dr. Hans W. Griepentrog **33**

Die Rolle der Digitalisierung bei der Entwicklung disruptiver Geschäftsmodelle
Dr. Holger Wittges **37**

Inhaltsverzeichnis Poster

Referencing laser and ultrasonic height measurements of barley cultivars by using a herbometer as standard
Gero Barmeier **41**

High-Throughput Phenotyping of Hybrid Wheat under Drought and Heat Stress
Elisabeth Becker **43**

Identifikation & Bewertung von Indikatoren zur Diagnose von subklinischen Erkrankungen bei Milchvieh und deren Einbettung in ein digitales Futtermittelberatungstool
Franz Faltermeier **45**

Spatio-temporal variability of erosivity estimated from highly resolved and adjusted radar rain data (RADOLAN)
Franziska Fischer **49**

Discriminating Nitrogen Uptake Parameters of Maize Cultivars with High-Throughput Phenotyping at the Reproductive Phase
Friederike Gnädinger **53**

Yield Modelling with the covariates soil electrical conductivity, topographical parameter and coordinates to improve the evaluation of field experiments
Kurt Heil **55**

Field based high-throughput phenotyping using proximal sensing and UAVs
Sebastian Kipp **57**

Identifikation von tierindividuellen Mustern in detaillierten Datensätzen zur Futteraufnahme
Peter Loibl **59**

Verhaltensmonitoring bei Rindern auf der Weide anhand von GPS- und Beschleunigungsdaten
Jan Maxa **63**

Spectral High-Throughput Phenotyping the Nitrogen Use Efficiency of German Hybrid and Line Wheat Cultivars
Lukas Prey **65**

Automatische Lahmheitserkennung bei Milchkühen mittels Leistungs- und Aktivitätsdatenanalyse
Katharina Schindhelm **67**

Remote sensing of soil properties by using the indicator function of plants to support site-specific farming
Thomas Selige **71**

Site-specific Crop Production and Precision Phenotyping for Water Limited Areas
Urs Schmidhalter **73**

Long-term effect of varying P fertilizer and lime applications on yield and P uptake of winter wheat, winter barley and sugar beet
Sabine von Tucher **75**

Learning from BIG DATA – Yield developments in Bavaria
Sibel Yildrim **77**

Prof. Dr. Achim Walter

Professor für Kulturpflanzenwissenschaften
Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zürich
Universitätstrasse 2, 8092 Zürich, Schweiz

Digitale Landwirtschaft: Wohin wollen wir?

Einleitung

Vor rund hundert Jahren begann die ‚Industrialisierung' der Landwirtschaft – heute erleben wir den Beginn ihrer Digitalisierung. Dieser Prozess bietet eine Fülle von Chancen, Risiken und Möglichkeiten. Technologische Weiterentwicklungen, Förderungen und Anreize von Politik und Markt, Nachhaltigkeitsaspekte, die Rolle von Konsumenten und Landwirten (es sind jeweils Frauen und Männer mit dieser Sprachform gemeint): All dies wirkt sich darauf aus, welche Facetten der Digitalisierung in welcher Geschwindigkeit realisiert werden. Meines Erachtens ist die Debatte eines ‚Leitbildes' von grosser Bedeutung, um die Digitalisierung der Landwirtschaft so zu gestalten, dass sie von möglichst vielen Stakeholdern unterstützt wird und uns als Gesellschaft voran bringt.

Technische Möglichkeiten

Landwirtschaft bildet eine der wichtigsten Grundlagen unserer Zivilisation. Auch heute ist die Weiterentwicklung unserer Gesellschaft daher immer noch mit einer Weiterentwicklung der Landwirtschaft verbunden. Die heutigen technischen Möglichkeiten erlauben es, Daten in Mengen zu speichern und zu verarbeiten, die noch vor wenigen Jahren unvorstellbar waren. Dies erlaubt wiederum die Konstruktion von Maschinen, die Arbeiten übernehmen, welche zuvor von Menschen ausgeführt wurden. Zudem können wesentlich mehr Entscheidungsprozesse basierend auf entsprechenden Modellen von Computern durchgeführt werden. Melkroboter, GPS-assistierte Traktorlenksysteme und Mähdrescher mit teilflächenspezifischer Ernteerfassung sind schon seit längerem im Einsatz. Dünger kann bereits seit Jahren basierend auf der Intensität der Grünfärbung eines Pflanzenbestandes ausgebracht werden. Satelliten erfassen seit Jahrzehnten regelmässig das Erscheinungsbild der Vegetation der Erdoberfläche. Ernte-, Handels- Anwendungs- und Liefermengen verschiedenster landwirtschaftlicher Hilfsstoffe und Produkte werden registriert und könnten miteinander in Zusammenhang gebracht werden. Drohnen und unbemannte Fluggeräte können heute Bilder von jeder gewünschten Situation erstellen, wenn ein Interesse

daran besteht. Die Pflanzenzüchtung beginnt, den ‚Züchterblick' mit der Analyse von Gensequenzen und von Bildmaterial zu ergänzen und wir erleben den Beginn der bildgestützten Krankheitserkennung.

Manche dieser technischen Fortschritte weisen Ähnlichkeiten mit Entwicklungen aus anderen Gebieten auf. Aus der Medizin sind bildgebende Analysen bei der Diagnose von Krankheitsbildern heute nicht mehr wegzudenken. Autos verfügen heute über Einparkhilfen, Abstandsassistenz-Systeme und ‚Autopiloten'. In unserer alltäglichen Kommunikation nehmen Filmclips, soziale Medien und Livestreams eine immer grössere Rolle ein. Wie wirken sich diese Veränderungen auf uns aus? Wir gewöhnen uns daran, dass Information immer und überall zu jedem Thema verfügbar ist. Wir gewöhnen uns daran, selbst komplexe Tätigkeiten an Roboter und Rechner zu delegieren. Wir gewöhnen uns daran, dass ein Ratschlag nicht mehr von einem Experten, sondern von Siri oder einer anderen computerbasierten Software gegeben wird. Bald werden vermutlich nicht nur Pokémons auf unserem Handybildschirm eingeblendet werden, wenn wir dessen Kamera auf ein Feld oder eine Kuh richten, sondern auch bunte Animationen von möglichen Krankheiten oder Problemen verbunden mit entsprechenden Ratschlägen, was zu tun ist. Diese Weiterentwicklungen sind aus Sicht von Technik und Forschung faszinierend; sie werden das Spektrum unserer Möglichkeiten erweitern und sie werden mit grossem Enthusiasmus voran gebracht werden. Wie bei allen Entwicklungen wird es jedoch Gewinner und Verlierer geben. Die Intensität der Veränderungen der Digitalisierung wird gross sein, weswegen es eine grosse Gefahr birgt, sich die möglichen Konsequenzen nicht vorab zu durchdenken. Ich glaube, ein breiter Diskurs über Chancen und Risiken ist notwendig: Wir sollten uns einmischen – auch in Bereichen, die uns vielleicht zunächst einmal nicht unmittelbar zu betreffen scheinen.

Risiken und Chancen

Die Gefahr, wenn wir uns nicht einmischen, besteht darin, dass sich die Landwirtschaft entlang bestehender Handlungsmuster weiterentwickeln wird. Das heisst, von der Digitalisierung werden vor allem die finanzstarken Agrarunternehmen profitieren, der Trend zu grösseren und einheitlicheren Landwirtschaftsbetrieben wird weltweit zunehmen und die Schere zwischen den Möglichkeiten der Landwirtschaft in der industrialisierten Welt und in Entwicklungsländern wird sich noch weiter öffnen. Eine Beschleunigung dieser Entwicklung wirft viele Fragen auf – unter anderem auch die nach dem Rückhalt für die Landwirtschaft in der Bevölkerung, nach ihrer Nachhaltigkeit und danach, welche Tätigkeiten und Entscheidungsfreiräume für den Landwirt noch übrig bleiben.

Wenn die Digitalisierung dagegen im positiven Sinn genutzt wird, um die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft, das Vertrauen und den Spass von Konsumenten und Landwirten an der Landwirtschaft zu vergrössern, käme dies einem Paradigmenwechsel gleich, der eine grosse Anzahl von positiven Nebenwirkungen mit sich bringen könnte: Minimierung des Hilfsstoff-Einsatzes, Verbesserung der Rückverfolgbarkeit von Produkten; Einbindung

von Landwirtschaft in Computerspiele und in virtual reality sowie das Kommunizieren und Beraten von Landwirten über weite Entfernungen hinweg via sozialer Medien würden die Landwirtschaft stark verändern. Die Landwirtschaft könnte dadurch näher an die Menschen heranrücken, nachhaltiger werden und einen besseren Status in unserem modernen Wertesystem erhalten.

Die unterschiedlichen Dimensionen der Digitalisierung

Die Digitalisierung schwappt, verglichen mit früheren technischen Entwicklungen, gerade wie eine Flutwelle über uns herein und sie durchdringt verschiedenste Bereiche des Alltags. Auf die Landwirtschaft bezogen sehe ich die folgenden Aspekte als relevant an bzw. als voneinander unterscheidbare ‚Dimensionen', in denen der Wandel seine Spuren hinterlässt und deren Weiterentwicklung uns beschäftigen sollte: Bildverarbeitung/Sensorentwicklung – Modellierung von Prozessen – Konstruktion von Maschinen – Speicherung von Daten – Vernetzung von Daten miteinander – Ableiten von Handlungsempfehlungen aus den Daten – Kommunikation von Konsumenten, Produzenten und Behörden innerhalb und zwischen den jeweiligen ‚peer groups', um zu einer Analyse und Verbesserung der Situation zu kommen. Wie diese Aspekte miteinander in Beziehung stehen, wie sie sich weiterentwickeln und welche Haltung wir dazu einnehmen, sollte uns beschäftigen und ich möchte in diesem Beitrag dazu appellieren, dies zu tun. Meines Erachtens ist eine der wichtigsten Voraussetzungen dafür die Existenz eines ‚Leitbildes', das in allgemeinen Kategorien beschreibt, wohin sich die Landwirtschaft entwickeln soll.

Ein mögliches Leitbild

Ich finde, ein Leitbild für die digitale Landwirtschaft muss beim Menschen ansetzen. Es muss zuallererst berücksichtigen, nach welchen Motivationen wir handeln und es darf weder die technische noch die ökonomische Sichtweise zuvorderst stellen. Landwirtschaft sollte zu allererst so praktiziert werden, dass sie ‚uns guttut'. Sie sollte ferner so gestaltet werden, dass sie möglichst lange in der gewählten Form betrieben werden kann, aber dass sie eben auch weiterentwickelt werden kann, wenn es Sinn macht. Schliesslich sollte Landwirtschaft so betrieben werden, dass sie uns als Gesellschaft Freiräume für anderes schafft.

Die folgenden sechs Thesen beschreiben dieses Leitbild:

1.) Das Berufsfeld der Landwirtschaft ist durch eine gesunde Mischung von körperlicher und geistiger Arbeit charakterisiert. Beide Aspekte sind für den Landwirt (oder die Landwirtin) fordernd aber nicht überfordernd.

2.) Landwirtschaft wird von vielen Personen betrieben – auch in Teilzeit, während kurzen Zeitabschnitten oder in der Freizeit; in der realen wie in der virtuellen Welt.

3.) Der Konsument versteht, was das Besondere an dem Produkt ist, das er vom Landwirt erworben hat. Er schätzt die Vorzüge dieses Produkts und er geniesst dessen Konsum.

4.) Die Nachhaltigkeit einer bestimmten Produktionsform wird immer wieder auf den Prüfstand gestellt und sie spiegelt sich im Preis des Produkts und in der staatlichen Unterstützung für den Landwirt wider.

5.) Das Führen eines diversen Betriebes, z.B. mit vielfältiger Fruchtfolge, wird belohnt. Neben den Vorteil, den Betrieb in der Art und Weise und mit den Kulturen so weiterzuführen, wie man es gewohnt ist, etabliert sich ein Anreiz, in gewissen Grenzen Neues auszuprobieren und der Vielfalt Raum zu geben.

6.) Das Wissen und die Erfahrungen, die Landwirte und Konsumenten erwerben, beinhalten die Verpflichtung zur Weitergabe dieser Informationen. Neben den existierenden staatlichen Beratungsdiensten für Landwirte und Konsumenten sowie den Informationen durch Firmen und Verbände etabliert sich eine Art ‚Peer Review' Netzwerk mit ausbalancierten, zeitgemässen Kontrollmechanismen, das nationale und internationale Kontakte mit einschliesst.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Menschen sind fasziniert von Neuerungen. Die technologischen Möglichkeiten der Digitalisierung bieten enorme Chancen, aber auch das Risiko, die Landwirtschaft weiter vom Menschen und der Natur zu entfremden. Ohne eine Diskussion und bewusste Formulierung eines Leitbildes, was Landwirtschaft in unseren Gesellschaften zukünftig leisten soll, wird es zu einer Fortschreibung der bisherigen Entwicklungsmuster kommen. Das würde bedeuten, dass die grosse Mehrheit der Konsumenten billigere Produkte bevorzugen wird; dass die Möglichkeiten der Digitalisierung lediglich dazu eingesetzt werden, um Lebensmittel ökonomisch effizienter herzustellen und dass die Innovation vor allem durch wenige grosse Unternehmen realisiert wird. Diese Gefahr zu erkennen könnte eine Chance dafür sein, die Möglichkeiten der Digitalisierung so zu nutzen, dass Landwirtschaft weltweit insgesamt nachhaltiger wird und der Konsument bereit ist, mehr Geld für die Produktion von Lebensmitteln zu investieren, weil er dieser Produktion Wertschätzung entgegenbringt.

Dr. Annette Freibauer
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Lange Point 12, 85354 Freising

[Bis 31.03.2016 und für die Inhalte des Vortrags mit Koautoren
Rene Dechow, Sören Gebbert, Cora Vos, Christian Weiser
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
Bundesallee 50, 38106 Braunschweig]

Humusvorräte und Trends in landwirtschaftlichen Böden: Datenintegration für ein besseres Verständnis der Beiträge von Standort, Klima und Bewirtschaftung

Einleitung

Humus schafft fruchtbare Böden, denn Humus speichert Nährstoffe und Wasser und sorgt für eine stabile Bodenstruktur mit ausreichend Luftzufuhr zu den Pflanzenwurzeln. Welche Faktoren bestimmen, wie hoch die Humusvorräte in verschiedenen Böden sind? Verändern sich die Humusvorräte derzeit durch die Nutzung oder den Klimawandel? Derartige Fragen stellen sich im Bodenmonitoring bereits seit Langem. Humus reagiert sehr träge auf äußere Einflüsse, so dass es Jahrzehnte dauern kann, bis Änderungen in den Humusvorräten nachgewiesen werden können. Ausreichend lange Bodendauerbeobachtungen gibt es nur an wenigen hundert landwirtschaftlichen Standorten in Deutschland, die nicht vollständig die Vorräte erfassen und nicht flächenrepräsentativ sind.

Das Thünen-Institut für Agrarklimaschutz führt derzeit die bundesweite Bodenzustandserhebung Landwirtschaft durch (www.bze-landwirtschaft.de). Dieses Projekt umfasst eine räumlich repräsentative Einmalerhebung der Humusvorräte in Acker- und Grünlandböden Deutschlands. Im Folgenden werden die Datenintegration, Herausforderungen und aktuelle Zwischenergebnisse zum Humus in landwirtschaftlichen Böden Deutschlands und Bayerns dargestellt.

Die Daten und ihre Unsicherheiten

Die Daten umfassen die im Projekt erhobenen Punktdaten sowie zusätzliche Geodaten aus vielfältigen Quellen. Zu jedem der über 3000 Beprobungspunkte werden ca. 20 Geländeinformationen und ca. 20 Bodeninformationen für 7 Tiefenstufen erhoben. Bodenproben der 7 Tiefenstufen in 9 Replikaten werden im Bodenlabor auf bis zu 20 Kenngrößen analysiert. Zu jedem Punkt werden mindestens 5 Dokumentationsfotos archiviert. Die Betriebsfragebögen pro Beprobungspunkt umfassen bis zu mehreren

Hundert Einzeldaten. Die Projektdatenbank umfasst viele Millionen Originaleinträge. Jeder dieser Einträge wurde umfassend qualitätsgesichert, dokumentiert und enthält Zusatzdaten zur Messgenauigkeit bzw. Unsicherheit.

Geodaten aus vielfältigen Quellen wurden verarbeitet, um erklärende Faktoren für den Humus zu generieren. Je nach Datenquelle und Zielgröße kamen unterschiedliche Rastergrößen zum Einsatz. Die Genauigkeit der Geodaten hat erhebliche Auswirkungen auf die erzielbaren Ergebnisse. Es ist aber weitgehend unbekannt, wie die Unsicherheiten wirken. Daher wurde in Testregionen untersucht: (1) Wie wirken sich räumliche Unsicherheiten auf die Humusschätzung aus, wenn die Geodaten in feiner bzw. grober räumlicher Differenzierung vorliegen? Die Effekte der räumlichen Unsicherheit sind stark faktorabhängig und nicht generalisierbar. (2) Wie wirken sich Aggregationsunsicherheiten aus? Bodenkarten enthalten lediglich Informationen zu Bodenklassen oder Gruppen von Bodenklassen sowie klassifizierte Bodenkenngrößen, die eigenen Messwerte sind sehr viel differenzierter. Bei den Aggregationsunsicherheiten kann nicht ohne weiteres gesagt werden, dass wenige Klassen ungenauer sind als viele. Vielmehr bestimmt die Art der Auswertung, wie stark Aggregationsunsicherheiten das Ergebnis beeinflussen.

Humusvorräte verstehen und regionalisieren

Zwei Forschungsansätze werden parallel verfolgt: (1) statistische und geostatistische Analysen mit multivariaten, nichtlinearen Ansätzen und (2) Bodenkohlenstoffmodelle.

(1) Die statistischen Analysen beschreiben empirische Zusammenhänge zwischen Standort, Klima und Nutzung und den Humusvorräten. Diese Ansätze werden auch in der digitalen Bodenkartierung eingesetzt und eignen sich daher gut, um eine Konzeptbodenkarte der Humusvorräte in den landwirtschaftlichen Böden Deutschlands zu erstellen. Dabei kann die gesamte Vielzahl möglicher Erklärungsgrößen zugrunde gelegt werden. Viele dieser Erklärungsgrößen haben starke logische oder zufällige Kovarianzen, die vorab geklärt werden müssen. Erste Zwischenergebnisse weisen darauf hin, dass erwartungsgemäß die Humusvorräte im Grünland höher sind als im Acker. Innerhalb der Nutzungskategorien Acker bzw. Grünland erklären die Standorteigenschaften den größten Teil der Variabilität in den Humusvorräten. Klima- und Bewirtschaftungseinflüsse spielen offensichtlich nur eine untergeordnete Rolle, wie in Untersuchungen in Bayern (Capriel 2010) und an den deutschen Acker-Bodendauerbeobachtungsflächen (Marx et al. 2016) übereinstimmend gezeigt wurde.

(2) Bodenkohlenstoffmodelle gibt es in unterschiedlicher Komplexität. Da alle wichtigen Eingangsdaten zu Standort, Klima, Nutzung und Bewirtschaftung einschließlich der Kohlenstoffeinträge bekannt sind, können sie ermitteln, wie hoch die Humusvorräte an den Beprobungspunkten im Gleichgewicht mit der aktuellen Nutzung und Bewirtschaftung sind. Um Fehlinterpretationen durch Modellunsicherheiten auszuschließen, wird der Ansatz der Ensemblemodellierung verfolgt, der sich bereits in der Modellierung des Klimawandels durchgesetzt hat. Mehrere Modelle kommen parallel zum Einsatz, die wahrscheinlichsten Humusvorräte und die Schätzunsicherheiten werden aus den verschiedenen Ergebnissen abgeleitet. Die Eingangsdaten sind modellspezifisch und müssen entsprechend aus den erhobenen Daten berechnet werden.

Humustrends modellieren, Risiken für Humusverluste erkennen

Erste Modellergebnisse mit verschiedenen Modellen zeigen, dass die derzeit in der landwirtschaftlichen Praxis verwendete Humusbilanzmethode zu niedrige Empfehlungen für die Kohlenstoffzufuhr macht, um die aktuellen Humusgehalte langfristig zu sichern. Umgekehrt sind aber auch komplexe Bodenmodelle nicht überall zuverlässig.

Zur Kalibration der Modelle werden Dauerversuche und die Bodendauerbeobachtung verwendet: die gemessenen Humus-Zeitreihen sichern die Modellergebnisse empirisch ab. Die LfL verfügt über 127 Bodendauerbeobachtungsflächen auf Acker- und Grünlandstandorten, die seit 1986 regelmäßig auf Humusgehalte untersucht werden. Im Mittel blieben die Humusgehalte stabil. 40% der Ackerböden zeigten aber signifikante Zu- oder Abnahmen der Humusgehalte. Die Ursachen dafür blieben aber weitgehend unklar. Die Modelle werden zur Zeit noch kalibriert, so dass Ergebnisse noch abzuwarten sind. Das Ziel, robuste standort-spezifische Handlungsempfehlungen für den Erhalt der Humusvorräte in landwirtschaftlichen Böden zu geben, ist noch einige Jahre entfernt.

Literatur

Marx M., C. Schilli , J. Rinklebe, M. Kastler, C. Molt, C. Kaufmann-Boll, S. Lazar, G. Lischeid, M. Körschens (2016) Erarbeitung fachlicher, rechtlicher und organisatorischer Grundlagen zur Anpassung an den Klimawandel aus Sicht des Bodenschutzes Teil 3: Bestimmung der Veränderungen des Humusgehalts und deren Ursachen auf Ackerböden Deutschlands. UBA-TEXTE 26/2016, Dessau-Roßlau März 2016, http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erarbeitung-fachlicher-rechtlicher-0.

Capriel P. (2010): Standorttypische Humusgehalte von Ackerböden in Bayern, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 05/2010, ISSN 1611-4159, Freising-Weihenstephan.

Prof. Dr. Uwe Rascher
Institut für Bio- und Geowissenschaften, IBG-2:
Pflanzenwissenschaften
Forschungszentrum Jülich
Leo-Brandt-Str, 52425 Jülich

Phänotypisierung vom Blatt zum Satelliten – Datenintegration über verschiedene Skalen zum besseren Verständnis der raum-zeitlichen Dynamik der Photosynthese

Einleitung

Die Photosyntheseleistung von Nutzpflanzen passt sich variable an die sich ständig ändernde Umweltbedingungen an. Hohe Photosyntheseraten, die auch unter ungünstigen Umweltbedingungen aufrechterhalten werden können, sind eine wesentliche Grundlage hoher Erträge. Methodisch ist die Photosynthese jedoch nur durch aufwendige und auf einzelne Blätter beschränkte manuelle Messungen zu erfassen, weshalb ein schnelles und routinemäßige Screening ganzer Bestände zurzeit noch nicht möglich ist.

In den letzten Jahren wurden jedoch hyperspektrale Reflexionsmessungen und Fluoreszenzverfahren deutlich weiter entwickelt, so dass heute ein neuartiges Methodenspektrum zur Verfügung steht, welches für die landwirtschaftliche Produktion und für die Züchtung neuer Arten verwandt werden kann.

Methodik

Neue nicht-invasive Messverfahren erlauben die Erfassung der Bestandreflexion und der Fluoreszenzemission von der Skala einzelner Pflanzen (‚top-of-canopy' Messungen) bis zur großflächigen Kartierung mittels Flugzeugen oder Satelliten. Im Einzelnen werden momentan folgend Messverfahren erprobt:

- Aktive Fluoreszenzmessungen auf Blattebene mittels PAM (Rascher et al. 2000)
- Aktive Fluoreszenzmessung auf Bestandsebene mittels LIFT (Pieruschka et al. 2014, Raesch et al. 2014)
- Bildgebende Spektroskopie (hyperspektrale Reflexionsmessung) und bildgebende Fluoreszenzkartierung von einzelnen Plots und Feldern [bodengestützte Messung] (Rascher et al. 2011, Pinto et al. 2016)
- Bildgebende, flugzeuggestützte Spektroskopie und Kartierung der Fluoreszenzemission (Rascher et al. 2016)
- Globale Kartierung der Reflexion und Fluoreszenzemission – FLEX Satellit (Drusch et al. in press)

Eine intelligente Integration der verschiedenen Messmodi erlaubt die Auflösung von raum-zeitlichen Dynamiken der Photosynthese. Eine Skalierung der photosynthetischen Energiewandlung vom Blatt bis zum Bestand wird dadurch ermöglicht (Abb. 1)

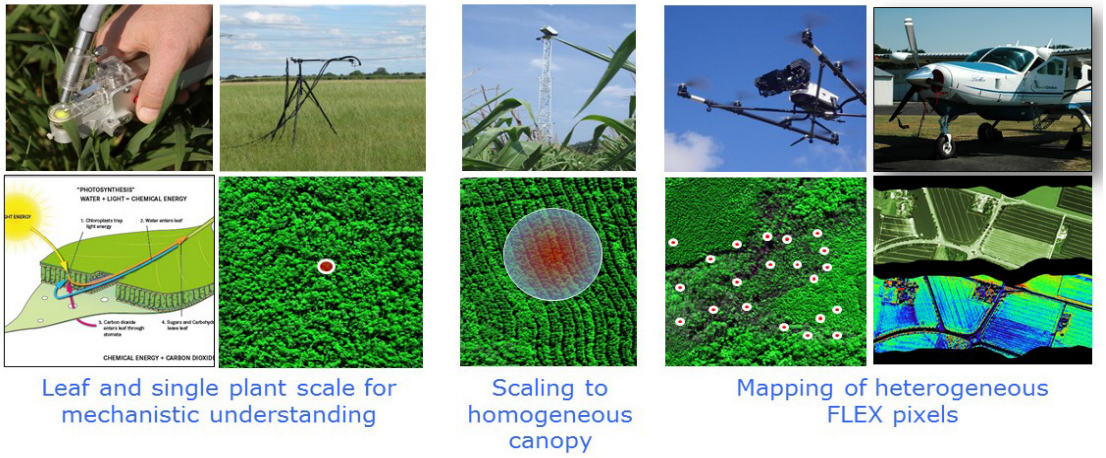


Abb. 1: Die einzelnen Elemente der Photosynthesemessung vom Blatt bis zum Feld.

Integrierte Nutzung der Daten

Die aktuelle Photosynthese ist ein guter Indikator für den Zustand der Pflanzen. Ungünstige Umweltbedingungen, biotischer Stress und andere Stressoren können die Photosyntheseleistung reduzieren, was sich letztendlich in Ertragseinbußen zeigt.

Auf dem Maßstab einzelner Plots und Felder stehen heute bereits eine Reihe von Messverfahren zur Verfügung, die er erlauben die Photosynthese nicht-invasiv zu erfassen. Durch die Auswahl der FLEX Satellitenmission[1] wird es zukünftig möglich sein, bodengebundene Daten zusammen mit Satellitendaten (Sentinel-2 Datenprodukte und FLEX Fluoreszenzkarten) für ein integriertes Bestandsmanagement zu verwenden.

Literatur

Pieruschka R., Albrecht H., Berry J.A., Klimov D., Kolber Z. & Rascher U. (2014) Daily and seasonal dynamics of photosynthetic efficiency in tree canopies. Tree Physiology, 34, 674-685.

Pinto F., Damm A., Schickling A., Panigada C., Cogliati S., Müller-Linow M., Ballvora A. & Rascher U. Sun-induced chlorophyll fluorescence from high-resolution imaging spectroscopy data to quantify spatio-temporal patterns of photosynthetic function in crop canopies. Plant, Cell & Environment, 39, 1500-1512.

Raesch A.R., Muller O., Pieruschka R. & Rascher U. (2014) Field observation with Laser Induced Fluorescence Transient (LIFT) method in barley and sugar beet. Agriculture, 4, 159-169.

Rascher U., Alonso L., Burkart A., Cilia C., Cogliati S., Colombo R., Damm A., Drusch M., Guanter L., Hanus J., Hyvärinen T., Julitta T., Jussila J., Kataja K., Kokkalis P., Kraft S., Kraska T., Matveeva M., Moreno J., Muller O., Panigada C., Pikl M., Pinto F., Prey L., Pude R., Rossini M., Schickling A., Schurr U., Schüttemeyer D., Verrelst J. & Zemek F. (2015) Sun-induced fluorescence - a new probe of photosynthesis: First maps from the imaging spectrometer HyPlant. Global Change Biology, 21, 4673–4684; doi: 10.1111/gcb.13017.

[1] http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/New_satellite_to_measure_plant_health

Rascher U., Blossfeld S., Fiorani F., Jahnke S., Jansen M., Kuhn A.J., Matsubara S., Märtin L.L.A., Merchant A., Metzner R., Müller-Linow M., Nagel K.A., Pieruschka R., Pinto F., Schreiber C.M., Temperton V.M., Thorpe M.R., Van Dusschoten D., Van Volkenburgh E., Windt C.W. & Schurr U. (2011) Non-invasive approaches for phenotyping of enhanced performance traits in bean. Functional Plant Biology, 38, 968-983.

Rascher U., Liebig M. & Lüttge U. (2000) Evaluation of instant light-response curves of chlorophyll-fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. Plant, Cell & Environment, 23, 1397-1405.

Dr. Wolfgang Junge
Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
24098 Kiel
E-Mail: wjunge@tierzucht.uni-kiel.de

Vom Sensor im Stall zum Facebook für Milchkühe

Die moderne Milcherzeugung ist ohne den Einsatz vielfältiger Sensorsysteme heute nicht mehr vorstellbar. Die Entwicklung von Sensortechniken, die Messwerte über die individuelle Milchkuh liefern, ist eng mit der Einführung von drahtlosen Erkennungstechniken (RFID) verbunden, die zunächst keine Energiequelle am Tier benötigten, heute aber so energiesparend ausgeführt werden, dass eine Energieversorgung über Jahre hinweg sichergestellt werden kann.
Die Hersteller von Sensorsystemen benennen Zielmerkmale, deren Erfassung das Management der Milchvieherden erleichtern soll. Es werden Kennwerte über die Produktionsleistung, über Fruchtbarkeits- und Gesundheitswerte erfasst oder aber der Tierverkehr und andere technische Prozesse gesteuert. In letzter Zeit werden vermehrt Systeme zur Überwachung des Tierverhaltens sowie Techniken der Bildverarbeitung eingesetzt.
Alle Sensorsysteme sollen die Entscheidungsprozesse im Herdenmanagement erleichtern, objektivieren und somit zu einer besseren Tiergesundheit, höherer Produktionseffizienz und schließlich zu einer steigenden Wertschöpfung auf der Produktionsstufe führen. Die ökonomischen Vorteile von Betrieben mit Sensorsystemen sind jedoch bisher nicht nachweisbar (STEENEVELD et al., 2015).

Milcherzeugerbetriebe in Deutschland setzen zur Produktionsüberwachung Systeme zur automatischen Milchmengenmessung ein. In automatischen Melksystemen ist diese Technik unverzichtbar und misst teilweise sogar die Viertelgemelksmengen. Daneben sind Systeme zur Onlinemessung von Milchinhaltsstoffen (Fett- und Eiweißgehalt) verfügbar, aber nicht sehr verbreitet.
Zur Überwachung der Milchqualität werden Leitfähigkeits- sowie Farbmessungen (Blut in der Milch) und automatisierte California-Mastitis Testsysteme angeboten.
In den letzten Jahren sind sehr viele Systeme zur Brunsterkennung (Aktivitätsmesser) auf den Milchviehbetrieben installiert worden. Über die Analyse des Tierverhaltens können Brunstereignisse mit hoher Genauigkeit detektiert werden und unterstützen den Milcherzeuger beim Fruchtbarkeitsmanagement.

Weiterhin werden Kennwerte des Tierverhaltens (Liegedauer, Abliege- und Aufstehvorgänge, zurückgelegte Wegstrecke, Futteraufnahmedauer über Kopfhaltung und Bewegung) durch die elektronische Bestimmung der Position der Kuh im Stall und den Einsatz von Beschleunigungssensoren am Tier bestimmt.

Breiten Raum in der Sensortechnik nimmt die Überwachung der Tiergesundheit ein. Neben den schon genannten Werten aus der Produktionsüberwachung, den Brunsterkennungssystemen und der Kennwerte des Tierverhaltens werden auch direkte Messwerte wie die Körpertemperatur, die Wiederkaudauer oder der pH-Wert im Pansen durch einen Bolus bestimmt. Drucksensoren oder optische Systeme detektieren Lahmheit.
Außerdem werden 3-D Kameras zur Erfassung von Veränderungen in der Körperkondition oder zur Vermessung des Exterieurs der Kühe entwickelt.
Die Akzeptanz von Sensorsystemen ist stark abhängig von der Genauigkeit der Vorhersage einer Abweichung und deren Verknüpfung mit Zielereignissen wie beispielsweise Erkrankungen. Viele Sensorsysteme liefern in den Warnlisten deutlich zu viele falsch positive Hinweise und sind deshalb nicht sehr weit verbreitet (MIEKLEY et al., 2012).

In wissenschaftlichen Auswertungen wird deutlich, dass genaue Managementhinweise nur durch die Nutzung einer Kombination von Daten aus Sensorsystemen mit Daten aus der Milchanalyse sowie weiteren Tierdaten möglich sind. Teilweise werden solche Datenzusammenführungen von den Herdenmanagementsystemen im Erzeugerbetrieb vorgenommen. Auch die Milchleistungsprüforganisationen versuchen Datensätze zu kombinieren und Auswertungen möglich zu machen.

Zunehmend werden jedoch die Sensordaten über das Internet auch in herstellereigenen oder herstellerübergreifenden sogenannten „Clouds“ gespeichert. Als Beispiel kann man die Speicherung von Aktivitäts- und Ruminationsdaten des System HeatTime (SCR™) oder die Entwicklung eines gemeinsamen internetbasierten Managementsystems für alle Betriebszweige der Firma 365farmnet.com™ anführen.
Bei der Überführung von einzeltierbezogenen Daten in „Clouds“ und der Verknüpfung von Daten mehrerer Betriebe werden Fragen der Datensicherheit, der Verwaltung der Zugriffsrechte und der vertraglichen Vereinbarung zur Datennutzung für den Milcherzeuger immer wichtiger. Werden keine Vereinbarungen getroffen, ist es möglich, gezielt auf den Einzelbetrieb abgestimmte Werbeangebote zu schalten oder den Produkteinsatz von Zulieferfirmen (Sperma, Mineralfutter etc.) gezielt zu analysieren und Vermarktungskonzepte darauf aufbauend zu etablieren. Ein Facebook für Milchkühe erscheint denkbar.

Eine Reihe von Sensorsystemen werden in der Milchproduktion für Überwachungs- und Managementzwecke genutzt. Weitverbreitet sind die Brunsterkennung über Aktivitätsmessungen, die tierindividuelle Milchmengenmessung sowie Kraftfutterabrufanlagen. Die ökonomischen Auswirkungen solcher Systeme für die Betriebe sind nicht einfach zu ermitteln.
Weiterhin sind vielfältige Messsysteme auf der Basis des Tierverhaltens und der Bestimmung von Faktoren, die mit Erkrankungen assoziiert sind, entwickelt worden. Der Einsatz in den Betrieben wird teilweise dadurch gehemmt, dass zu viele falsch-positive Warnhinweise generiert werden.

Vorteilhaft für die Auswertung der Sensordaten ist eine Zusammenführung aller vorhandenen Informationen in einer Datenbasis. Es existieren heute

Herdenmanagementsysteme auf Betrieben; Milchleistungsprüforganisationen und kommerzielle Anbieter nutzen internetbasierte „Cloud“-Lösungen. Durch die Zusammenführung von Sensordaten auf überbetrieblicher Ebene werden Fragen der Datensicherheit, der Datennutzung und der Datenweitergabe verstärkt in den Fokus der Diskussion stehen. Die Grundlagen für ein Facebook für Milchkühe sind bereits entwickelt.

Literatur

MICKLEY, B., I. TRAULSEN und J. KRIETER (2012): Detection of mastitis and lameness in dairy cows using wavelet analysis. Livestock Science, 148, 227-248.

STEENEVELD, W., H. HOGEVEEN und A: G: J. M. OUDE LANSINK (2015): Economic consequences of investing in senso systems on dairy farms. Computers and Electronics in Agriculture, 119, 33-39.

Gabi Dreo Rodosek
Lehrstuhl für Kommunikationssysteme und Netzsicherheit
Universität der Bundeswehr München
Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579 Neubiberg

Von Sensordaten zu Smart Data: Ausgewählte Perspektiven

Einleitung

Die immense Menge von Daten, die im Internet of Things (IoT) produziert werden, ist eine der größten Herausforderung für die digitale Gesellschaft. Das massive Datenwachstum wird insbesondere durch Daten beschleunigt, die von verschiedensten Sensoren gemeldet werden. EMC prognostiziert, dass die weltweite Datenmenge bis 2020 um den Faktor 10 wachsen wird [1]. Die Digitalisierung der Wirtschaft und der Gesellschaft sorgt dafür, dass die Datenmengen regelrecht explodieren und Big Data Analytics in allen Bereichen der Gesellschaft Einzug findet und damit die Basis der digitalen Wertschöpfungsstrategie wird. Gewinner dieser digitalen Transformation kann aber nur sein, wer diese Daten zu nutzen weiß und Manipulationen rechtzeitig erkennt.

Begriffsdefinition und Herausforderungen

Daten sind gleichermaßen Rohmaterial und wertvollstes Gut der digitalen Gesellschaft. Aus der Bündelung und Auswertung von Daten, dem so genanntnen Analytics-Prozess, entstehen neue Geschäftsmodelle und neues Wissen. Dabei sind die wissenschaftlichen Herausforderungen mannigfaltig, ebenso wie die unterschiedlichsten Forschungsgebiete. Hinzu kommt, dass durch die Verschmelzung von realer und virtueller Welt in Cyber-Physischen Systemen („Industrie 4.0“) Daten generiert werden, die bisher nicht erfasst und mangels Vernetzung und Rechenleistung erst recht nicht weiterverarbeitet werden konnten. Daten sind auch die Basis für viele Bereiche, u.a. selbstfahrenden Traktoren im Bereich des Smart Farmings.

Die Komplexität von Big Data wird bereits durch die Definition des Begriffs verdeutlicht. Big Data wird durch ein 3-V-Modell [2] bzw. genauer mittels eines 5-V-Modell [3] beschrieben. Die drei Dimensionen beziehen sich auf das ansteigende *Volumen* (Volume) der Daten, die *Geschwindigkeit* der Verarbeitung (Velocity) und auf eine steigende *Vielfalt* (Variety). Im 5-V-Modell wurden diese Dimensionen durch den *Wert* (Value) und die *Glaubwürdigkeit* (Veracity) ergänzt. Die Erweiterung auf fünf Dimensionen zeigt bereits die vielfältige Bedeutung der Daten, insbesondere aber auch deren zunehmende Bedrohung durch Manipulation und Verfälschung, was ein vertrauenswürdiges Maß für deren Aktualität und Glaubwürdigkeit erfordert. Dabei liegt die eigentliche

Herausforderung darin, nicht nur Big Data zu verarbeiten, sondern auch Smart Data zu gewinnen, also diejenigen Essenzen zu extrahieren, die beispielsweise zur IT-basierten Entscheidungsunterstützung benötigt werden. Die Komplexität des gesamten Forschungsbereichs spiegelt sich in einigen beispielhaften Fragestellungen:

- Da die enormen Datenmengen es ermöglichen, Zusammenhänge und Abhängigkeiten zu erkennen, die nicht offensichtlich und a priori unbekannt sind, ist es nun möglich, innovative Ansätze für die automatische Erkennung insbesondere von dynamischen Abhängigkeiten in vernetzen Systemen zu entwickeln und somit gänzlich neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. Beispielsweise lassen sich Bodeninformationen, Wetterdaten und Wachstumsinformationen korrelieren, um optimale, gemäß vorgegebener Zielfunktionen, Düngestrategien zu finden.

- Wie kann die Vertrauenswürdigkeit der Daten und der Analytics bewertet und sichergestellt werden? Cyberkriminelle entdecken immer mehr das lukrative Geschäftsmodell der Erpressung, in dem sie alle wichtigen Daten mit Ransomware verschlüsseln.

Einen Ansatz für Vertrauenswürdigkeit von Sensordaten in sicherheitskritischen drahtlosen Sensornetzen wird in [4] diskutiert. Im Allgemeinen ist dies jedoch ein nach wie vor offener Forschungsbereich.

In Abbildung 1 wird die Problematik potentiell manipulierter Sensordaten in einer Smart Factory (Industrie 4.0), die entweder durch eine manipulierte Maschine, einem Schadcode oder einem Innentäter generiert werden, dargestellt. Smart Farming als hochkomplexe, digitale Produktionsoptimierung in der Landwirtschaft muss sich den gleichen Herausforderungen der Smart Factories stellen, mit einem mindestens genauso hohen Anspruch – der Qualität unserer Nahrungsmittel.

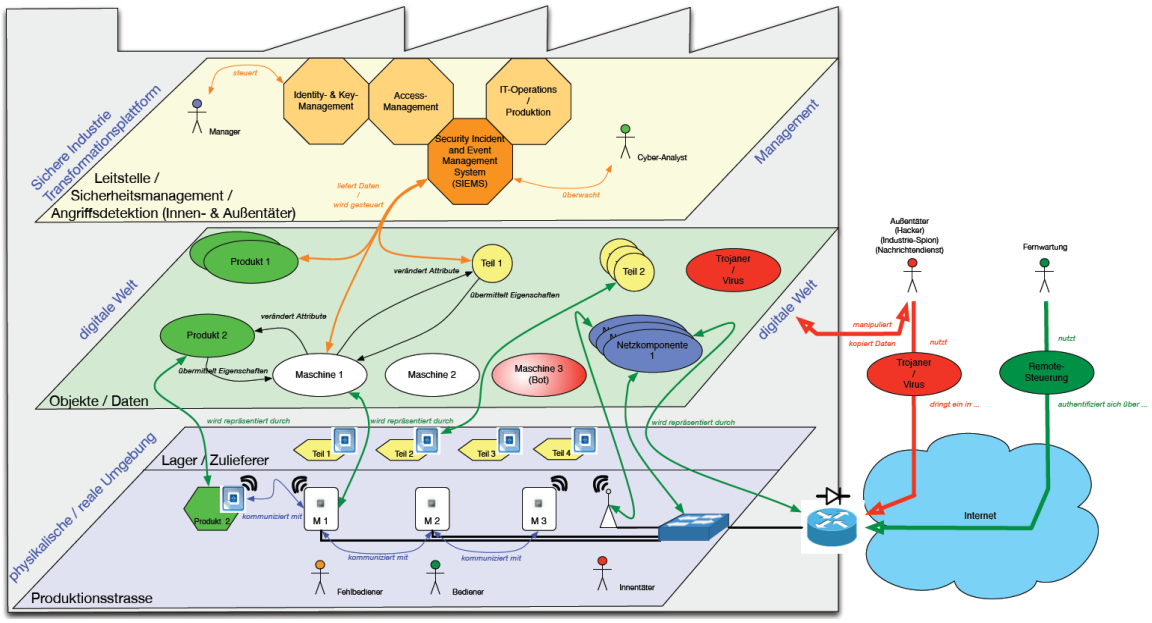


Abbildung 1: Industrie 4.0: Mögliche IT-Sicherheitsbedrohungen

- Wie kann die Datenqualität beurteilt bzw. sichergestellt werden? Da Daten aus unterschiedlichen Quellen stammen, inhomogen und somit nicht leicht zu analysieren sind, ist die Datenqualität eine zentrale, gerade im Rahmen der digitalen Landwirtschaft lebenswichtige, Herausforderung, die nach praxisorientierten und einfach nutzbaren Lösungen verlangt.

- Wie kann Datensicherheit in einer im Prinzip unsicheren IT-Umgebung gewährleistet werden? Wie kann trotz der umfassenden Nutzung von digitalen Technologien und deren fortschreitende Durchdringung der Gesellschaft die Privatsphäre des Einzelnen geschützt werden?

- Wie kann aus einer Masse von Daten der wertvolle Inhalt (Smart Data) generiert werden? Welche Daten werden für die Lösung bestimmter Problemstellungen benötigt? Welche Problemstellungen sind die Antworten auf die verfügbaren Daten? Wie „gut“ sind die Analytics-Ergebnisse?

- Da in einer digitalen Gesellschaft digitale Identitäten (Person, Auto, Maschine, Haus, ...) mit einander vernetzt sind, ist auch hier die Vertrauenswürdigkeit von digitalen Identitäten eine grundlegende Voraussetzung für die digitale Gesellschaft.

Die Daten, ob Big oder Smart, ermöglichen die Entwicklung neuartiger digitaler Geschäftsmodelle. Eine zentrale Herausforderung ist jedoch den Spagat zwischen ökonomischen Nutzen, Vertrauenswürdigkeit und Privatsphäre erfolgreich zu meistern.

Literatur

[1] http://www.tecchannel.de/a/datenmengen-explodieren-durch-sensordaten,2056615, abgerufen 10.9.2016

[2] M. Bayer, Gartner Says Solving “Big Data” Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data, http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916, abgerufen 10.09.2016

[3] Shen Yin, Okyay Kaynak, Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends, Proceedings of the IEEE, pp. 143 – 146, ISSN 0018-9219, 2015

[4] Björn Stelte, Vertrauenswürdigkeit von Sensordaten in sicherheitskritischen drahtlosen Sensornetzen”, Dr. Hut, Dissertation, 2013, ISBN-10: 3843911673

Prof. Dr. Thomas Kolbe
Lehrstuhl Geoinformatik, Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt
Technische Universität München
Arcisstr. 21
80333 München
Tel.: +49.89.289.22578
E-Mail: thomas.kolbe@tum.de

Datenfusion für Smart Rural Areas

Einleitung

Die Digitalisierung der Landwirtschaft vollzieht sich seit vielen Jahren. So ist beispielsweise das Precision Farming schon länger im Einsatz und ermöglicht die örtlich differenzierte und Arten-spezifische Düngung und Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Zudem haben Sensoren nicht nur Einzug in die Landmaschinen gefunden sondern auch in den Stall und auf der Weide bei der Tierhaltung. Die unmittelbare Kopplung von Produktionstechnik mit Sensoren hat die Produktivität deutlich gesteigert.

Nicht zuletzt anlässlich des Aufbruchs zur Industrie 4.0, des flächendeckenden Ausbaus der Breitband-Internetversorgung, dem Anschluss und der Vernetzung von Geräten und Sensoren über das Internet (Internet of Things, IoT) und der Entwicklung von ganzheitlichen Systemen zur nachhaltigeren Entwicklung von Städten (Smart Cities) wird die Entwicklung weiterführender Konzepte für die Landwirtschaft als wesentlicher Folgeschritt zum Smart Farming gesehen. Eine entsprechende Perspektive wird in dem Positionspapier zur „Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0“ präsentiert (Leibniz-Forschungsverbund 2016). Dabei sollen insbesondere die gesellschaftlichen Interessen und Qualitätsanforderungen der Gesellschaft und der Verbraucher mit Produktions-aspekten gekoppelt werden. Darüber soll eine größere Transparenz der Verarbeitungskette erzielt und Produktionsprozesse intelligent miteinander vernetzt werden. Gleichsam zur Industrie 4.0 sollen auch IoT und Big-Data-Analysen zur Produktivitätssteigerung bei gleichzeitig steigender Flexibilisierung verwendet werden.

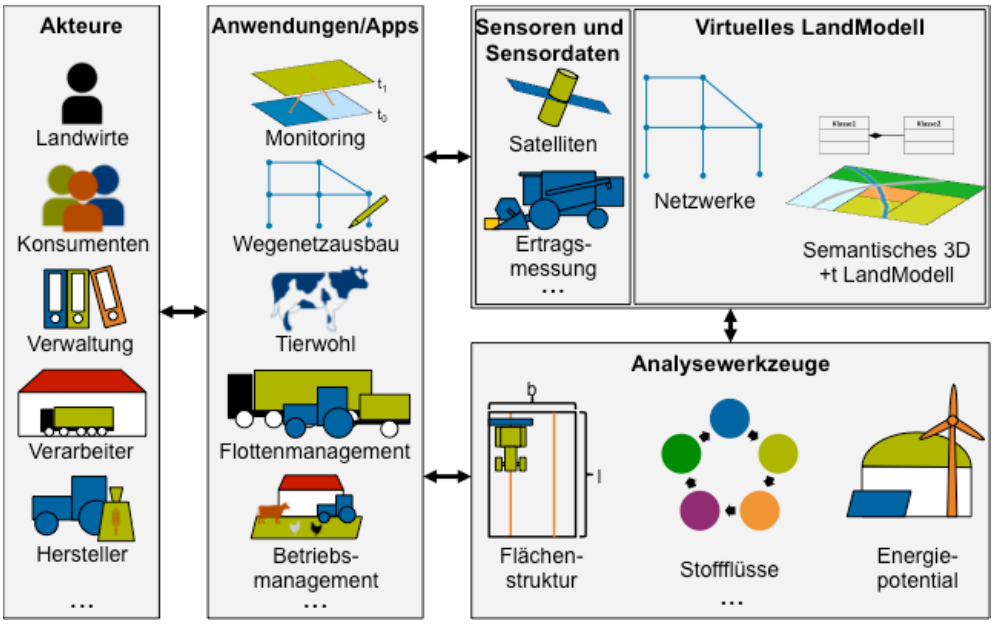
Diese stärkere Kopplung von Prozessen sowie die disziplin- und systemübergreifende Vernetzung erfordert nicht nur die technische und interoperable Integration der vielen Daten (wie in (Bitkom 2016) beschrieben); vielmehr müssen aus den Daten sinnvolle und bedeutungsklare Informationen gewonnen werden. Da es aus der Sicht des Autors nicht nur um die Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität, sondern gleichzeitig um die Berücksichtigung von Aspekten der Ökologie, des Tierwohls, der Mobilität, des Transports und der Logistik, der Gestaltung des ländlichen Raumes, der Energie und weiteren Ressourcen sowie der Akzeptanz durch Landwirte, Unternehmen, Verwaltungen und Bürger gehen muss, sollte dies in der weitergehenden Integration

Berücksichtigung finden. Diese Betrachtung weist starke Überlappungen mit Aspekten von Smart-City-Konzepten auf. Es wird deshalb vorgeschlagen, diese Untersuchung unter dem analogen Begriff „Smart Rural Areas“ zu betreiben. Dieser Begriff wurde bereits vom Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE aufgebracht, wird in den bisher vorgestellten Projekten aber eher zur Übertragung von Smart-City-Konzepten auf den ländlichen Raum verwendet.

Der Autor versteht unter „Smart Rural Areas“ einerseits die Entwicklungen in Richtung Landwirtschaft 4.0 bei gleichzeitiger Berücksichtigung der im vorigen Abschnitt genannten Smart-City-Aspekte und damit auch die explizite Berücksichtigung des ländlichen Raumes und seines Zustands. Um die unterschiedlichen Interessen der verschiedenen beteiligten Akteure einerseits sowie die verschiedenen Systeme und Hersteller (bei Landtechnik, Tierhaltung, Sensoren, Bodenbewirtschaftung, Energie, Mobilität und Transport) andererseits zusammenführen zu können, wird der Aufbau einer integrative Datenplattform – die Smart Rural Area Data Infrastructure (SRADI) – vorgeschlagen.

Smart Rural Area Data Infrastructure (SRADI)

Die Vernetzung der beteiligten Akteure und fachlichen Disziplinen erfordert den Aufbau einer modularen, verteilten Dateninfrastruktur auf der Basis von offenen Standards. Um die benötigten Funktionalitäten festlegen zu können, sind die verschiedenen Akteure, ihre Rollen und ihre Bedürfnisse genau zu untersuchen. Die verschiedenen Gruppen haben jeweils konkrete Aufgaben und Ziele, deren Erreichen durch entsprechende Anwendungen (Apps) unterstützt werden sollen. Diese beziehen die verschiedenartigen Informationsquellen und Datenflüsse ein und werten diese durch eine Kombination von Analysewerkzeugen aus. Essenzielle Informationsquellen sind dabei einerseits die verschiedenen Sensoren – vom Satellit bis hinunter zu Sensoren in Landmaschinen oder an den Nutztieren – und andererseits ein virtuelles Modell der physikalischen Realität. Letzteres bildet die verschiedenen Netze und ihre Ströme (Stoff-, Energie-, Wasser-, Abfallströme etc.) sowie die räumlich-thematische Zerlegung der Kulturlandschaft auf ein semantisches 3D/4D-Landmodell ab. Die Objekte des virtuellen Landmodells wie z.B. Feldstück, Straße, Gewässer, Betrieb können um fachliche Informationen unterschiedlicher Disziplinen (Ökologie, Ökonomie, Energie, soziale Aspekte etc.) angereichert werden, und realisieren dadurch die eindeutige Verknüpfung von Fachdaten unterschiedlicher Bereiche. Man könnte auch sagen, dass die Objekte des Landmodells als „gemeinsamer Nenner“ fungieren. Die Analysewerkzeuge bestehen aus einem beliebig erweiterbaren Werkzeugkasten, der Softwarekomponenten wie die Berechnung von Indikatoren sowie vielfältige Simulationen und Abschätzung von Kennzahlen bereitstellt. Das virtuelle Landmodell stellt dabei zum einen die wesentliche Datengrundlage für Simulationen und Berechnungen dar. Zum anderen wird es mit den Berechnungsergebnissen angereichert, die dann für Folgeberechnungen oder Ko-Simulationen zur Verfügung stehen. Die folgende Abbildung illustriert die Komponenten der „Smart Rural Area Data Infrastructure“ (SRADI):



Die oben skizzierte Infrastruktur basiert auf einer langjährigen Entwicklung, die der Lehrstuhl für Geoinformatik der TUM bereits im Kontext von Smart-City-Projekten zum Stadtumbau in London, Paris, Utrecht und Berlin entwickelt hat. Das dazu entwickelte Modell heißt „Smart District Data Infrastructure“ (SDDI) und wurde jüngst als Preisträger im Wettbewerb „Deutschland – Land der Ideen“ ausgezeichnet (vgl. SDDI 2016). Der Prozess zur Entwicklung des SDDI wird in (Moshrefzadeh & Kolbe 2016) beschrieben.

Ein erstes Datenmodell für das semantische 3D+t Landmodell wurde in (Machl et al. 2015) bereits vorgestellt. Erste Analysewerkzeuge sind die Abschätzung der Form und geometrischer Parameter von Feldstücken und ihrer Auswirkung auf die Bewirtschaftung (Machl et al. 2013) sowie die Untersuchung der landwirtschaftlichen Transportbeziehungen bis hinunter auf die einzelnen Wege und Straßen (Machl et al. 2016). Beide Analysewerkzeuge wurden vom Amt für ländliche Entwicklung (ALE) bereits flächendeckend für ganz Bayern angewendet.

Es stellt sich vielleicht die Frage, warum ausgerechnet die Geoinformatik ein solches Rahmenwerk entwickelt und vorschlägt. Die Gründe dafür sind vielfältig. Zunächst einmal haben fast alle Informationen einen Raumbezug, und der ist sowohl für die Strukturierung der vielfältigen Daten als auch die Berücksichtigung der ortsspezifischen Aspekte der Analyse und Planung zentral. Auch bei dem Monitoring von Landmaschinen und Nutztieren spielt der Aufenthaltsort eine wichtige Rolle; jeder Sensor hat eine Position. Lokalisierung, Navigation und Fernerkundung gehören zum Themenspektrum der Geodäsie und Geoinformatik. Hinsichtlich der Visualisierung der Informationen ermöglichen interaktive Karten oder 3D-/4D-Darstellungen eine intuitive Darstellung der Daten und ihrer räumlichen Zusammenhänge. Dann stehen mit den Geodateninfrastrukturen (GDI) bereits etablierte internationale Normen und Standards für die interoperable Modellierung, den Webservice-basierten Austausch und Zugriff auf objektstrukturierte Daten, Sensoren, Berechnungsprozesse sowie Visualisierungs- und Katalogdienste zur Verfügung (vgl. OGC 2016). Schließlich werden in der Landwirtschaft, von der Landes- und Katastervermessung sowie durch Crowdsourcing-Projekte wie Open Streetmap flächendeckende Daten über die Kulturlandschaft erhoben, bereitgestellt und

verlässlich fortgeführt, wobei praktisch kein Risiko für den Wegfall dieser Daten besteht.

Nächste Schritte

Um die Funktionalität und Praktikabilität des SRADI-Konzepts zu demonstrieren, ist die Umsetzung in konkreten Projekten mit Beispielszenarien und -regionen notwendig. Dabei folgt der eingehenden Untersuchung der verschiedenen Akteure eine Auswahl von Anwendungsszenarien, idealerweise unter Beteiligung mehrerer Fachdisziplinen. Danach werden die dazu erforderlichen Daten ermittelt und diese – gemeinsam mit den Prozessen und Analysewerkzeugen – auf die Komponenten des SRADI abgebildet. Möglicherweise ist dazu das Modell um die explizite Repräsentation von Prozessen und ihrer Relationen mit den Akteuren, Sensoren und dem virtuellen Landmodell zu erweitern. Schließlich sollen Demonstratoren unter Verwendung und Kopplung existierender Softwaresysteme erstellt werden. Dabei müssen auch interoperable Schnittstellen zu den proprietären Systemen der Landtechnikhersteller implementiert werden.

Literatur

Bitkom (2016): Positionspapier zur Digitalisierung in der Landwirtschaft – Handlungsempfehlungen für eine digital gestützte Pflanzenproduktion und Tierhaltung. Online verfügbar unter https://www.bitkom.org/Publikationen/2016/Positionspapiere/Digitalisierung-in-der-Landwirtschaft/Bitkom-Positionspapier-Digitalisierung-in-der-Landwirtschaft.pdf

Leibniz-Forschungsverbund (2016): Positionspapier der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0. Online verfügbar unter http://www.atb-potsdam.de/fileadmin/docs/Temporaer/170518_Positionspapier_Landwirtschaft_4.0_f.pdf

Machl, T.; Donaubauer, A.; Auernhammer, H.; Kolbe, T. H. (2013): Shape and Ergonomics: Methods for Analyzing Shape and Geometric Parameters of Agricultural Parcels. EFITA-WCCA- CIGR Conference "Sustainable Agriculture through ICT Innovation

Machl, T.; Donaubauer, A.; Kolbe, T. H. (2015): Landmodell = CityGML für die Agrarlandschaft? In: Kolbe, T. H.; Bill, R.; Donaubauer, A. (Hrsg.): Geoinformationssysteme 2015 – Beiträge zur 2. Münchner GI-Runde. Wichmann Verlag

Machl, T.; Ewald, W.; Donaubauer, A.; Kolbe, T. H. (2016): Entwicklung eines Werkzeugs zur landesweit flächendeckenden Analyse landwirtschaftlicher Transportbeziehungen in Bayern. zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Nr. 3/2016

Moshrefzadeh, M.; Kolbe, T. H. (2016): Smart Data Infrastructure for Smart and Sustainable Cities. Proceedings of the 3th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning in Eindhoven, The Netherlands

OGC (2016): International Standards of the Open Geospatial Consortium (OGC): http://www.opengeospatial.org/standards

SDDI (2016): Smart District Data Infrastructure. Homepage: http://www.gis.bgu.tum.de/projekte/sddi/

Prof. Dr. Hans W. Griepentrog
Lehrstuhl Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion
Universität Hohenheim
Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart

Zukünftige Entwicklungen im Precision Farming

Einleitung

Precision Farming (PF) hat in vielen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion grundlegend neue Verfahren bereitgestellt. Die Grundideen von PF waren zum Teil altbekannt, aber erst mit der Verfügbarkeit und Kombination von Satellitenortung und - nicht zu vergessen - robuster Steuerungselektronik konnten neue Verfahren technisch realisiert werden. PF hat es ermöglicht, landwirtschaftliche Produktionsbedingungen besser zu erfassen, zu beschreiben, zu analysieren und dadurch besser zu verstehen. Herausragend neu ist heute, dass PF neben Erfolgen in der generellen Automatisierung, zuverlässige Informationen, sogar in Echtzeit, über heterogene Produktionsprozesse liefert und präzis variable Applikationstechniken bereitstellt. PF hat diese Techniken in die Lage versetzt, die hohe Arbeitsqualität gegen Störungen unempfindlicher zu gestalten und die Bestandsunterschiede kleinräumiger anzusprechen.

Die frühen Precision Farming-Systeme waren aufgrund fehlender integrierender Software schwer handhabbar. Die zusätzlichen raum- und zeitbezogenen Daten und andere relevante Informationen konnten nicht ohne Probleme in neue Strategien zur Bestandes- oder der allgemeinen Betriebsführung genutzt werden. Hier gibt es heute Fortschritte bezüglich des allgemeinen Datenmanagements im PF. Hersteller bieten Lösungen an, die das Erfassen und Analysieren von Daten automatisieren und den Landwirt dadurch nicht durch zusätzlichen Arbeitsaufwand belasten. Dabei bleiben die Abläufe auch transparent, und der Landwirt kann Eingreifen und Korrigieren.

Positionierungssysteme

Von grundlegender Bedeutung für PF ist die Positionierung oder Ortung: Zum Georeferenzieren von Bestandes- und Bodeneigenschaften, zum Applizieren von Betriebsmitteln und zum Navigieren von Fahrzeugen. Dabei werden Sensoren genutzt, die absolute Koordinaten mittels Satellitenortung oder relative Koordinaten mittels Kamera- und Lasersystemen liefern. Beide Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile und werden heute zunehmend kombiniert (Sensorfusion).

Neueste Entwicklungen einiger Hersteller gehen bei optischen Sensoren weit über die Fähigkeiten von in der Praxis eingesetzten Stereokamerasystemen hinaus und bieten 360-Grad-Kameras an, die eine komplette Rundumsicht um die Arbeitsmaschine erlauben.

Dem Bediener wird erstmals ermöglicht, die Fahrzeugumgebung inklusive bisher nicht einsehbarer Bereiche (tote Winkel) oder das Fahrzeug selbst aus verschiedenen Blickwinkeln – auch von außerhalb der Maschine! - zu betrachten und beispielsweise bei der Fahrt sogar die Fahrspuren in das Bild zu projizieren. Die Rundumsicht wird für den Maschinenbediener erheblich verbessert und damit auch die Einsatzeffizienz der Maschine durch Vermeiden von Reparaturen und Unfällen (Arbeitserleichterung und Arbeitssicherheit).

Neu sind auch Laserscanner, die als vorausschauendes Erkennungssystem das Maschinenumfeld nach vorne und zur Seite hin abtasten, somit erfassen und ein Flächenmodell erstellen. Applikationen als auch die Maschinennavigation können Informationen des Flächenmodells nutzen, um beispielsweise Gestänge in Lage und Höhe anzupassen, aber sie können auch Kollisionen mit Hindernissen verhindern, indem die Steuerung der Maschine automatisch eine Bremsung auslöst.

Bodensensorik

Obwohl Sensoren zur Charakterisierung eines Pflanzenbestandes sehr viel Aufmerksamkeit erhalten, ist die Erfassung von Bodenparametern nicht minder von Bedeutung. Ganz im Gegenteil, die Änderung von Bestandseigenschaften ist meist eine zeitversetzte Reaktion auf beispielsweise veränderte bodenchemische oder -physikalische Prozesse. Mit der Verfügbarkeit von sensorisch erfassten Informationen über aktuelle räumlich variierende Bodeneigenschaften und Nährstoffgehalte könnte ein Bestand wesentlich effektiver und effizienter geführt werden.

Neueste Bodensensorik erfasst heute Bodendichte, Bodenfeuchte und Bodenart des Oberbodens, auch differenziert nach der Bodentiefe. So erstellte 3D-Bodenkarten können Offline zur Datenaufzeichnung für die Ackerschlagkartei genutzt werden. Aber Bodensensorik kann auch in Echtzeit, beispielsweise im Frontanbau zur Steuerung der Bearbeitungstiefe eines Bodenbearbeitungsgerätes, genutzt werden. Beide Verfahren haben ein großes Potenzial zur Effizienzsteigerung von Betriebsmitteln wie von Energie oder Düngemittel.

Applikationstechniken

Auch Applikationstechniken wurden weiter verbessert, hier insbesondere die variable und präzise Dosiermenge und die gleichmäßige Verteilung und Ablagetiefe bei Dünger und Saatgut. Insbesondere bei der Betriebsmittelverteilung während der Applikation wurden Über- und Unterdosierungen weiter reduziert. Bisher wurden bei der Säarbeit infolge der zeitlichen Verzögerung zwischen Einschalten der Dosierung und dem Austreten der Körner am Schar Lücken und Überlappungen am Vorgewende erzeugt. Neueste Sensortechnik kann den Förderbeginn des Saatguts direkt am Scharaustritt messen und so die Förderzeit des Saatgutes ermitteln. Auch auf Änderungen im

Förderverhalten des Saatgutes wird so reagiert, da die Förderzeit abhängig von der Geometrie der Förderstrecke, der Gebläsedrehzahl und den Flugeigenschaften des Saatgutes ist. Infolge der sich einstellenden realen Förderzeit kann der optimale Zeitpunkt für die automatische Start- und Stoppsignale der Maschinensteuerung der Dosierung am Vorgewende bestimmt werden.

Informationsverarbeitung

Zunehmend wird eine zentrale Datenverwaltung über sogenannte Cloud-Systeme für bestimmte Applikationen genutzt. Die Nutzung erfolgt mit automatisierter Datenerfassung, Übertragung und Speicherung von Informationen, die dann von mehreren mobilen Geräten abrufbar sind. Cloud-Systeme haben den Vorteil, dass externe Datenquellen als auch Datenanalysen von Dienstleistern genutzt werden können, was damit deutlich die Informations- und Entscheidungsqualität erhöht. Darüber hinaus werden Harmonisierungsprobleme der Datenformate gelöst und der Landwirt hiermit von diesem Problem befreit. Das Vertrauen in die Datensicherheit wird dabei zu einem Wettbewerbsvorteil der Dienstleister werden, was ebenfalls dem Landwirt zu Gute kommt, denn er entscheidet, wem er die Daten und in welchem Umfang anvertraut.

Allgemein kann neueste Software wichtige Prozesse zur Planung von Applikationen durch Vernetzung und Integration einer Reihe von Daten aus verschiedenen öffentlichen und privaten Quellen automatisieren bzw. zu optimieren. Bei der Dünung und dem Pflanzenschutz stehen die Unterstützung des Landwirts bei der Einhaltung von Abstandsauflagen zu Gewässern und Saumstrukturen, wie zum Beispiel Hecken, im Zentrum. Hersteller bieten heute Software an, die internetbasierte Planungssysteme darstellen, die schlag- und produktspezifische und maschinenlesbare Applikationskarten generieren können. Diese Karten weisen Bereiche innerhalb eines Schlages 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.

Momentan stehen die ungelösten Fragen zur Datensicherheit einer umfassenden Softwarenutzung von Precision Farming im Wege. Der Landwirt muss im Besitz der Daten bleiben und sicher sein können, dass seine Daten nicht weitergegeben oder für Geschäftsmodelle Dritter genutzt werden. Die Datensicherheit sollte insgesamt erheblich verbessert werden. Es muss sichergestellt sein, dass auf die Daten nur der Adressat, also beispielsweise der Dienstleister, Zugriff und die Erlaubnis hat, diese Daten für einen bestimmten Auftrag zu nutzen.

Fazit

Precision Farming hat in vielen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion grundlegend neue Verfahren bereitgestellt. Die Digitalisierung wird diese Verfahren weiter optimieren aber auch erweitern. Dem Landwirt wird dadurch ermöglicht, intensiv und nachhaltiger und umweltschonender zu wirtschaften. Er muss allerdings die Nutzung der digitalen Technologien annehmen und die Zusammenarbeit mit den Dienstleistern kritisch begleiten.

Der Landwirt wird auch in Zukunft, trotz Automatisierung, wichtigster Teil des Betriebs-Managementsystems bleiben, weil die Systemkomplexität groß ist und eine hohe Entscheidungskompetenz verlangt. Die Technik und insbesondere die automatisierte Technik kann ihn aber effektiv unterstützen, indem sie sich ihm und dem Produktionsprozess anpasst, um sowohl Effizienzsteigerungen beim Betriebsmitteleinsatz als auch Fortschritte bei den Arbeitskosten, der Umweltschonung und der Produktqualität zu erreichen.

Cloudlösungen für das Datenmanagement zur Integration innovativer Sensortechniken und neuester Softwareentwicklungen werden ihm dabei helfen, wenn Probleme der Datensicherheit gelöst sind.

Dr. Holger Wittges

Geschäftsführer
ZD.B | Zentrum Digitalisierung.Bayern
Lichtenbergstraße 8, 85748 Garching
Tel.: +49 (89) 248 807-110
E-Mail: Holger.wittges@zd-b.de

Die Rolle der Digitalisierung bei der Entwicklung disruptiver Geschäftsmodelle

Mit dem Zentrum Digitalisierung.Bayern (ZD.B) bündelt die Bayerische Staatsregierung bestehende Aktivitäten im Bereich der Digitalisierung und entwickelt sie zukunftsfähig weiter. Sitz der Geschäftsstelle des Zentrum Digitalisierung.Bayern ist Garching bei München. Die im Rahmen des Zentrum Digitalisierung.Bayern geplanten Maßnahmen werden in ganz Bayern umgesetzt.

Der Vortrag erläutert die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Realwirtschaft durch digitale, disruptive Geschäftsmodelle und gibt Anregungen, wie Unternehme die riesigen Potentiale der Digitalisierung für sich erschließen können.

Wichtige Treiber der Digitalisierung sind u.a. die exponentielle Leistungssteigerung bei gleichzeitigem Kostenverfall, die umfassende Vernetzung durch das Internet der Dinge, die zunehmende mobile Verfügbarkeit und Nutzung von Diensten, die zunehmende Dominanz von Software, die Verfügbarkeit von Big Data Lösungen, die zunehmende Automatisierung sowie die zunehmende Bedeutung von digitalen Plattformen und Eco Systemen.

Kernbotschaften

Die Digitalisierung ist im Unternehmensalltag angekommen und bringt massive Veränderungen mit sich

Um die Digitalisierung nutzen zu können, müssen Unternehmen offen für neue Arbeits- und Kooperationsmodelle sein.

Die Qualifizierung der eigenen Mitarbeiter in Bezug auf die Treiber der Digitalisierung wird eine große Herausforderung, die angegangen werden muss.

Auch die akademische Welt muss sich für die mit der Digitalisierung einhergehenden organisatorischen und inhaltlichen Themen erneuern. Dafür ist die Zusammenarbeit mit Unternehmen von zentraler Bedeutung.

Das Zentrum Digitalisierung.Bayern unterstützt mit seinen Partnern bayerische Unternehmen bei den Herausforderungen der Digitalisierung.

http://www.zentrum-digitalisierung.bayern/

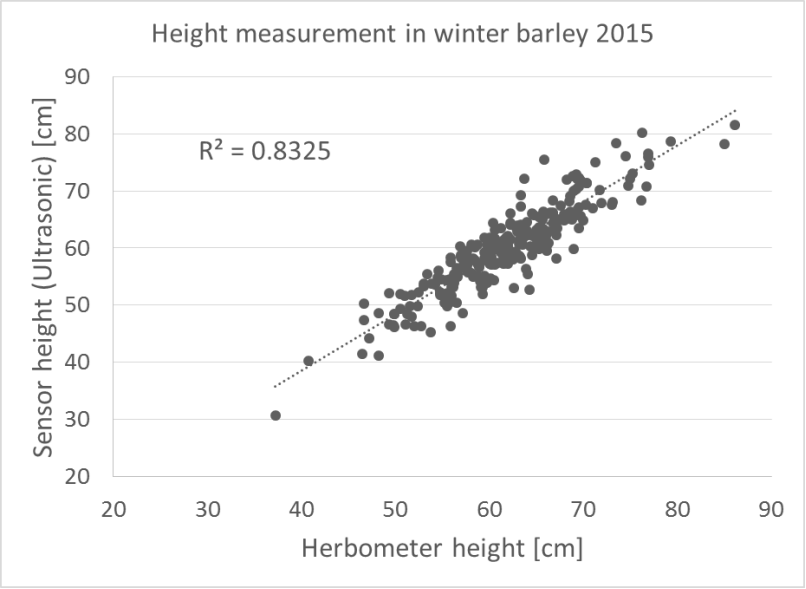
Abstracts Poster

Referencing laser and ultrasonic height measurements of barley cultivars by using a herbometer as standard

Gero Barmeier, Urs Schmidhalter

Chair of Plant Nutrition, Technical University of Munich (TUM), Munich

Assessment of plant height is an important factor for agronomic and breeder decisions; however, current field phenotyping, such as visual scoring or using a ruler, is time consuming, labour intensive, costly and subjective. For agronomists and plant breeders, the most common method used to measure plant height is still a meter stick. In a 3-year-study, we have, for the first time, adopted a herbometer as a reference method to obtain the weighted plant height of barley cultivars and to evaluate vehicle-based ultrasonic and laser distance sensors. Sets of 30 spring barley cultivars and 14 and 60 winter barley cultivars were tested in 2013, 2014 and 2015, respectively. The herbometer was well suited as a reference method allowing for an increased area and was easy to handle. Good and close relationships (R^2 = 0.59, 0.76, 0.80) between the herbometer and the ultrasonic distance sensor measurements were observed in the years 2013, 2014 and 2015, respectively, demonstrating also increased values of heritability. Both sensors were able to differentiate among barley cultivars in standard field trials with no further treatment differentiation. For the sensors, we observed a four-fold faster operating time and six-fold increase of measurement points compared to the herbometer measurement. Based on these results, we conclude that distance sensors represent a powerful and economical high-throughput phenotyping tool for breeders and plant scientists to estimate plant height and to differentiate cultivars for agronomic decisions and breeding activities. Particularly, ultrasonic distance sensors may reflect an agronomically and physiologically relevant plant height information.



Autorenanschrift

Gero Barmeier
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: barmeier@wzw.tum.de

High-Throughput Phenotyping of Hybrid Wheat under Drought and Heat Stress

Elisabeth Becker, Urs Schmidhalter

Chair of Plant Nutrition, Technical University of Munich (TUM), Munich

Abstract

Drought and heat represent one of the major limiting factors of plant growth and production worldwide and hence play a crucial role in global food security (Turner et al. 2011). With a rising population, the pressure of food production on arable land available per capita is increasing. Due to the progress of climate change, this problem is becoming increasingly serious. In most countries cereals, especially wheat, are the basis of daily carbohydrate intake (Shiferaw et al. 2011). Therefore, breeders all around the world are focusing on the development of tolerant wheat cultivars regarding drought and heat stress. Wheat hybrids seem to be promising and occasional reports exist, indicating an enhanced drought stress tolerance. Heterosis is leading to an increased grain yield and to an advantage regarding yield stability to abiotic stress (Jordaan 1996). It is to be expected that yield increases under drought due to heterosis in hybrids do not only depend on a single mechanism but also on a combination of various properties. However, detailed data about responsible mechanisms have not yet been elucidated. At present, breeding efforts are considerable and prospective varieties need to be tested in multi-annual field experiments. Spectral and thermal measurements offer new approaches to make non-destructive measurements of, e.g. the plant water status (Hackl et al., 2014). In 2014 and 2015, 14 high performance wheat varieties and six wheat hybrids were grown under a rain-out shelter at the research station Dürnast in Bavaria. Drought stress was conducted during anthesis and grain filling by withholding rainfall. Heat stress was generated under the shelter during warm and sunny days. To compare the impact of drought and heat stress, control plants were grown outside the shelter. During the stress period morphological and physiological parameters such as plant ground cover, relative leaf water content, N-translocation, carbon-isotope discrimination and plant height were measured. Furthermore, plant reflection was assessed with 5 passive and active sensors in a high-throughput mode with the mobile phenotyping platform PhenoTrac 4 (Erdle et al., 2011), developed by the Chair of Plant Nutrition from the Technical University of Munich. Additionally, plant temperature was measured with a thermal camera and IR-Sensors. Results, illustrating the drought and heat tolerance of wheat hybrids and lines, will be presented.

Literatur

Erdle , Mistele B, Schmidhalter U, 2011. Comparison of active and passive spectral sensors in discriminating biomass parameters and nitrogen status in wheat cultivars. Field Crops Research, 124: 74-84.

Hackl H, Hu Y, Schmidhalter U, 2014. Evaluating growth platforms and stress scenarios to assess the salt tolerance of wheat plants. Functional Plant Biology 41: 860-873.

Jordaan JP, 1996. Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers. Mexico, D.E. 66-74

Shiferaw B, Prasanna B, Hellin J, Bänziger M, 2011. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. Food Security, 3: 307-327.

Turner N C, Li F M, Xiong Y C, Siddique K H M, 2011. Climate change and agricultural ecosystem management in dry areas. Crop and Pasture Science, 62: i-ii.

Autorenanschrift

M.Sc. Elisabeth Becker
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
Tel.: 08161-71-5948
Fax: 08161-71-4500
e-Mail: ebecker@wzw.tum.de

Identifikation & Bewertung von Indikatoren zur Diagnose von subklinischen Erkrankungen bei Milchvieh und deren Einbettung in ein digitales Futtermittelberatungstool

Franz Faltermeier

Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierernährung
mit Unterstützung der BayWa AG, München

Seit einigen Jahren erhalten Smart Farming Technologien verstärkt Einzug in deutsche Landwirtschaft. Somit gibt es auch in der Tierhaltung bzw. in der Milchviehhaltung im Speziellen schon viele verschiedene Bereiche, in denen die modernen Lösungen Anwendung finden und den Landwirt unterstützen die Effizienz seines Betriebes zu steigern. Allerdings gibt es noch viel Entwicklungsbedarf. Aus diesem Grund war Ziel der Masterarbeit mittels Literaturrecherche zunächst einmal Indikatoren zur Diagnose einer subklinischen Pansenacidose und einer subklinischen Ketose zu ermitteln, welche sich eignen, in eine digitale Anwendung zur Präventionsunterstützung schwerer Erkrankungen der Tiere eingebunden zu werden. Kriterien für die Indikatoren waren neben einem vertretbaren finanziellen und zeitlichen Aufwand, sowie der einfachen Art der Erhebung, ein hohes Maß an Sensitivität, um möglichst alle betroffenen Tiere zu erkennen und ein hohes Maß an Spezifität, um eine Falschdiagnose zu vermeiden. Im nächsten Schritt sollte erarbeitet werden, ob und in welcher Form sich die ermittelten Indikatoren in eine Softwarelösung integrieren lassen und wo Schwächen und Grenzen der Digitalisierung liegen. Letztendlich sollte geklärt werden, welche Vorgehensweise im Gesundheitsmanagement in Bezug auf die subklinische Pansenacidose und Ketose im Rahmen des Smart Farming sinnvoll ist.

Die Recherche hat gezeigt, dass noch mehr Sensoren eingesetzt werden müssen, um mehr Stall- und Tierparameter automatisch und digital erfassen zu können. Außerdem müssen bessere Schnittstellen geschaffen werden, welche es ermöglichen die vorhandenen Datenmengen an einem Punkt zusammenzuführen und die Komponenten auf dem Betrieb besser zu vernetzen. Weiterhin erwartet man von der Agrarwirtschaft die Bereitstellung von intelligenten Softwarelösungen für eine automatische Kombination, Auswertung und Interpretation der Daten.

Speziell im Gesundheitsmanagement bei Milchkühen bieten Smart Farming Anwendungen viel Potential. Sie können helfen, bedeutende Rinderkrankheiten wie Pansenacidose und Ketose in ihrer subklinischen Form frühzeitig zu diagnostizieren. Viele in der Praxis angewandte Methoden, wie die Kontrolle des Fett-Eiweiß-Quotienten der Milch, sind oft nicht zuverlässig genug. Für die eindeutige Bestimmung von subklinischer Pansenacidose hat sich die direkte pH-Wertmessung des Pansensaftes als besonders geeignet herausgestellt. Ein Bolus-Sensor im Pansen des Tieres ermittelt dabei stetig den pH-Wert und sendet die Ergebnisse drahtlos an einen Server, wo sie zum Abruf bereit stehen. Eine andere Möglichkeit Rückschlüsse auf den Pansen-pH-Wert zu ziehen, wäre eine automatische Verrechnung von vielen verschiedenen Parametern mit einer weniger hohen Aussagekraft zu einem Wert mit einer höheren Zuverlässigkeit. Dazu ist es seitens

der Wissenschaft noch nötig für möglichst viele Parameter Gewichtungsfaktoren zu definieren und daraus eine geeignete Berechnungsmethodik zu entwickeln. Einen guten Ansatz stellt hierfür schon die Methode der Bestimmung der physikalisch effektiven neutralen Detergenzfaser dar (peNDF).

Für die Ketose gibt es aktuell noch keine zufriedenstellenden Systeme, welche automatisch vor Ketose warnen. Am zuverlässigsten ist es eine subklinische Ketose auf Stallebene mit einem Blut- oder Urinschnelltest zu bestimmen. Ein selbstständiges Frühwarnsystem könnte jedoch mit der automatischen Erfassung und Kombination von Parametern zum Fressverhalten der Tiere vor der Abkalbung erstellt werden. Auch hier gibt es noch Forschungsbedarf.

Insgesamt erwartet man sich als Anwender kurzfristig eine weitere Verbreitung von Smart Farming Lösungen, wie zum Beispiel der direkten pH-Wertmessung. Mittelfristig sollten die Softwareprodukte mit der Integration von Schnittstellen besser kompatibel werden und den Austausch von Datensätzen ermöglichen. Langfristig gesehen müssen die Softwareprodukte die erzeugten Informationen und Datenmengen kombinieren und automatisch auswerten, um direkt konkrete Empfehlungen ausgeben zu können.

Literatur

Bercovich, A., Edan, Y., Alchanatis, V., Moallem, U., Parmet, Y., Honig, H., . . . Halachmi, I. (2013). Development of an automatic cow body condition scoring using body shape signature and Fourier descriptors. Journal of Dairy Science, S. 8047-8059.

Duffield, T., Lissemore, K., McBride, B., & Leslie, K. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. Journal of dairy Science, S. 571-580.

Fessler, S. (Januar 2013): Die Datenflut steigt – wie können wir sie nutzen? Datareport.

Garrett, E. F., Pereira, M. N., Nordlund, K. V., Armentano, L. E., Goodger, W., & Oetzel, G. R. (1999). Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. Journal of Dairy Science, S. 1170-1178.

Gasteiner, J. (2012). Neue Ansätze zur Messung und Stabilisierung des Vormagen-pH-Wertes beim Rind.

Goldhawk, C., Chapinal, N., Veira, D. M., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. G. (2009). Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. Journal of Dairy Science, S. 4971-4977.

Guerrini, F. (2. Februar 2015). The Future Of Agriculture? Smart Farming. Forbes Technology.

Hofmann, W. (2005). Rinderkrankheiten - Innere und chirurgische Krankheiten. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Iwersen, M., Klein-Jöbstl, D., Pichler, M., Roland, L., Fidlschuster, B., Schwendenwein, I., & Drillich, M. (2013). Comparison of 2 electronic cowside tests to detect subklinical ketosis in dairy cows and the influence of the temperature and type of blood sample in the test results. Journal of Dairy Science, S. 7719-7730.

Kamphues, J., Iben, C., Pallauf, J., Wanner, M., Coenen, M., Kienzle, E., . . . Zentek, J. (2008). Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Hannover: M. & H. Shaper GmbH

Kirchgeßner, Roth, Schwarz, & Stangl. (2008). Tierernährung. DLG-Verlags-GmbH.

Lean, I. J. (2011). Non-Infectious Diseases: Ketosis. Camden, NSW, Australia: Elsevier.

Martens, H. (2012). Die Milchkuh - Wenn die Leistung zur Last wird. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. Journal of Dairy Science.

Autorenanschrift

Franz Faltermeier
Niederhöning 1
84405 Dorfen
E-Mail: Franz.faltermeier@baywa.de

Spatio-temporal variability of erosivity estimated from highly resolved and adjusted radar rain data (RADOLAN)[1]

Franziska Fischer[1,2,3], Julia Hauck[2], Robert Brandhuber[1], Elmar Weigl[3], Harald Maier[3] & Karl Auerswald[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, IAB 1a, Freising
[2]Technische Universität München, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Freising
[3]Deutscher Wetterdienst, Offenbach/ Weihenstephan

Introduction

Rains with a maximum 30 min intensity of at least 10 mm h^{-1} or more than 10 mm daily rain depth are strong enough to erode soil. The potential of these rains to erode soil is called erosivity. Erosivity is considered as the so called R factor, one of six factors, in the calculation of the average long-term soil loss by the Universal Soil Loss Equation[2](USLE). Up to now, the R factors in Bavaria are based on rain data from the 1960s of 18 rain gauge stations[3]. Now, the German Weather Service provides highly resolved and adjusted radar rain data (1x1 km², 5 min), called RADOLAN (RADarOnLineANeichung). This data base offers the opportunity for new detailed estimations of erosivity. Thus, the spatial and temporal pattern of erosive rain, which has the power to erode soil, and its erosivity occurring in an area mainly in the Tertiary Hills in Bavaria (~15 000 km²) in the years 2011 and 2012 was estimated.

Material and Methods

The German Weather Service offers radar rain data with a spatial resolution of 1x1 km² and a temporal resolution of 5 min and 1 h. The hourly radar rain data are routinely adjusted by a dense network of rain gauges (~1300 stations in Germany)[4]. These data were used to calculate the erosivity of one erosive rain event R_e (N h^{-1}) by the product of the maximum 30 min intensity I_{max30} and the sum of kinetic energy E of the total erosive rain[2,3]. R_e was calculated for each erosive 1x1 km² pixel (>10 mm daily rain depth or I_{max30} of ≥ 10 mm h^{-1}). E was calculated in kJ m^{-2} for each 1 mm of rain depending on the rain intensity of each 5 min interval.

The spatial structure of daily rain depth and R_e was estimated by fitting Gaussian or spherical models to experimental semivariograms. The variability within the rain and erosivity cells was then determined by the deviation (square root of variance) per distance which is the ratio of the maximum variance without micro-scale variation (partial sill) and the distance of autocorrelation (range). For the temporal structure, the diurnal pattern of rain intensity and the probability of I_{max30} occurrence was calculated[1].

Results and Discussion

On 170 days in 2011 and 2012, an erosive rain occurred on at least one pixel (1x1 km²) in the study area. 70% of all erosive rains occurred between May and August indicating a pronounced seasonal pattern. A pronounced diurnal pattern was shown by rain intensity with a clear peak late in the afternoon. Analogously, the highest probability of I_{max30} occurrence was around the peak of rain intensity. Dry spells longer than six hours are the criterion to separate rains to different rain events. These dry spells occurred in 24% of all erosive events. In these cases, erosive rain depth was lower than daily rain depth. In contrast, 36% of all erosive events lasted over midnight. This implies that erosive rain depth was larger than daily rain depth. These two different cases operate contrarily and reduce the deviation between daily rain depth and event specific rain depth.

Geostatistical analysis resulted in a high spatial variability of erosive rain and an even higher variability of erosivity, the potential of the erosive rain to erode soil. The spatial extension was smaller and the changes per distance were about four times steeper for erosivity than for erosive rain. To catch this high variability, the high spatial resolution of rain data delivered by RADOLAN is necessary, especially for the interest of single events. The variability of erosivity did neither level out in the annual sums of erosivity nor in the biennial mean of erosivity for both years (2011 and 2012). Therefore, clearly more than two years are necessary for the estimation of characteristic average long-term erosivity which is used for calculations of average long-term soil loss by the USLE.

Conclusions

The high spatial and temporal variability of erosivity clarified the need and also the great advantage to use highly resolved and adjusted radar rain data for the estimation of erosivity. In Germany, such database is delivered by the German Weather Service with RADOLAN (1x1 km², 5 min). To get spatially and temporally characteristic erosivities, data sets of several years are necessary to level out the high event specific variability of erosivity.

Literature

[1] Fischer F., Hauck J., Brandhuber R., Weigl E., Maier H., Auerswald K. (2016) Spatio-temporal variability of erosivity estimated from highly resolved and adjusted radar rain data (RADOLAN), Agricultural and Forest Meteorology, 223; pp 72-80.

[2] Wischmeier W.H., Smith D.D. (1958) Rainfall energy and its relationship to soil loss, Transactions American Geophysical Union, 39; pp 285-291.

[3] Schwertmann U., Vogl W., Kainz M. (1990) Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Ulmer, Stuttgart.

[4] Bartels H., Weigl E., Reich T., Lang P., Wagner A., Kohler O., Gerlach H. (2004) MeteoSolutions GmbH, Projekt RADOLAN: Routineverfahren zur Online-Aneichung der Radarniederschlagsdaten mit Hilfe von automatischen Bodenniederschlagsstationen (Ombrometer) DWD.

Autorenanschrift

Franziska Fischer
Landesanstalt für Landwirtschaft
Lange Point 6, 85354 Freising
e-Mail: Franziska.Fischer@tum.de
Telefon: 08161-71 5324

Discriminating Nitrogen Uptake Parameters of Maize Cultivars with High-Throughput Phenotyping at the Reproductive Phase

Friederike Gnädinger, Urs Schmidhalter

Chair of Plant Nutrition, Technical University of Munich (TUM), Munich

Key Words

Hyperspectral, Nitrogen Content, Nitrogen uptake, Nitrogen Nutrition Index, Phenotyping

Abstract

With the continuous rise of the world population better performing and resilient cultivars are required to match the needs for food, feed and fibre. The application of mineral nitrogen fertilizers is the most important input factor to achieve high yields of biomass and grain. However, high N-input farming associated with low nitrogen use efficiency (NUE) may lead to great N-losses affecting the environment, whereas low input farming systems rely strongly on the soil fertility and lead in the long-run to nutrient depletion. The aim of this work is to develop efficient phenotyping procedures to assess differences in nitrogen uptake and nitrogen use efficiency at the reproductive stage of maize cultivars grown at different nitrogen levels. Both, active and passive sensor systems were tested to assess such traits and the spectral information was related to destructively determined parameters of the aboveground biomass and nitrogen uptake at flowering, the kernel dough stage and at grain harvest. In general, spectral indices obtained from the hyperspectral sensor were better related to the biomass or the nitrogen uptake of maize cultivars than those obtained from active sensors. Among the active sensors, only the CropCircle (Cc) exhibited a weak correlation, with no correlations being observed for the other tested active sensors Greenseeker and ALS. The best correlations were obtained at wavebands around 700 nm at flowering and the kernel dough stage with improved correlations being observed at the kernel dough stage. In general nitrogen uptake could better be detected than biomass at flowering and at the kernel dough stage with enhanced relationships found at the latter stage. During flowering better relationships were found for total biomass compared to leaf biomass, however, this was reversed at the kernel dough stage (Table 2). PLSR models were calculated for two experimental years, using data from 2015 as calibration data set and from 2014 as validation data set and allowed to predict leaf nitrogen uptake with R^2 = 0.70 and an RMSE of 10.8 kg N ha^{-1}. The results illustrate that spectral indices are useful for describing the nitrogen status of maize canopies at the reproductive stage until maturity with the nitrogen nutrition index providing particularly useful information, by valuing the nitrogen uptake in relation to the aboveground biomass.

The phenotyping platform PhenoTrac 4 from TUM allowed to obtain enhanced information of the complex traits nitrogen uptake and nitrogen use efficiency. In combination with improved algorithms using both optimized indices as well as PLSR models promising results were obtained to further narrow the gap between genomics and phenomics.

Autorenanschrift

M.Sc. Friederike Gnädinger
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: Friederike.Gnaedinger@wzw.tum.de

Yield Modelling with the covariates soil electrical conductivity, topographical parameter and coordinates to improve the evaluation of field experiments

K. Heil *, U. Schmidhalter

Technical University of Munich, Department of Plant Sciences, Chair of Plant Nutrition, D-85354 Freising, Germany

To investigate fertilisation questions field trials are the common accepted method. Nevertheless, variability in site conditions as water holding capacity, storage and content of nutrients and rooting depth have a great influence on the outcome of these trials. One way to explain such experimental residual variations is the use of spatial covariates, such as proximally sensed data in the statistical modelling of the target variable.

The purpose of this study was to determine if soil electrical conductivity (measured with the devices EM38 and EM38-MK2), topographical parameters, and coordinates (expressed as Gauß-Krüger) could be used for the spatial and temporal characterization of yield of wheat within a long-term fertilisation experiment (six different N-fertilizer and three fertilisation levels).

This investigation aimed furthermore to propose statistical strategies to deal with this background variation (ANOVA (Analysis of variance) and ANCOVA (Analysis of covariance)).

ANCOVA with soil ECa, cordinates and topographic parameters as covariates improved the accuracy of estimates of yield for every treatment of the multi annual means. R2 and also RMSD with the covariates were smaller than those of the analysis without these independent variables (fertilised plots ANOVA: R2=0.185, RMSD= 3.26 dt ha-1, ANCOVA: R2=0.87, RMSD=1.29 dt ha-1) . Beside the factor fertilisation level and fertiliser the dominating covariates were here ECa (MK2-h-0.5). This statement has also validity for the caculations of many single years. ECa measured with different sensors and configurations were significant independent variables (mainly MK2-h-0.5, but also EM38-v, MK2-h-1.0). The predictor plancurvature dominated the independent variables from the relief parameters.

Different conclusions were drawn regarding treatment effects and covariates:

- The position of the plots has no influence on the distribution of the yield.

- Nevertheless the influence of ECa and relief parameters on the yield indicates that the site of this relatively small investigation area is not homogenous regarding to the growing parameters.

- The dominance of ECa (MK2-h-0.5) admits the conclusion, that the conditions at the soil surface are more important in comparison to deeper soil ranges.

- The significant influence of more three dimensional relief parameters indicates that the slope character of this area enhanced the site heterogeneity.

Autorenanschrift

Dr. Kurt Heil
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: kheil@wzw.tum.de

Field based high-throughput phenotyping using proximal sensing and UAVs

Sebastian Kipp[1], Johannes Seidl-Schulz[2] and Urs Schmidhalter[1],*

[1]Chair of Plant Nutrition, Technical University of Munich, Freising, Germany
[2]geo-konzept GmbH, Adelschlag, Germany

Proximal hyperspectral/multispectral sensing or aerial phenotyping using UAVs represent high-throughput and non-invasive phenotyping methods which can be applied in large breeding field trials. Both methods have their pros and cons in terms of high-throughput and accuracy, but finally the method`s selection depends on the specific plant traits to be observed.

High-throughput phenotyping on the field level in winter wheat was performed using the mobile phenotyping platform PhenoTrac 4 and an octocopter-based UAV. Hyperspectral/multi- spectral measurements or digital imaging were tested with the respective platforms to assess phenotypic differences among a set of 50 winter wheat cultivars.

The phenotyping platform PhenoTrac 4 developed by the Chair of Plant Nutritoin, TUM, represents an optimised solution for a time-saving, non-destructive and high- throughput phenotyping of plant traits, where a high resolution is necessary. In comparison the UAV platform enables an even higher throughput, but at a lower resolution. Developments in camera technologies will provide low weight and high-resolution hyperspectral cameras in the near future to overcome such limitations.

Literatur

Kipp, S., Mistele, B. Schmidhalter, U. 2014 Identification of stay-green and early-senescence phenotypes in high-yielding winter wheat and their relationship to grain yield and grain protein concentration using high-throughput phenotyping techniques. Functional Plant Biology 41, 227-235.

Kipp, S.; Mistele, B.; Baresel, P.; Schmidhalter, U. 2014 High-throughput phenotyping early plant vigour of winter wheat. European Journal of Agronomy 52, 271-278.

Kipp, S.; Mistele, B.; Schmidhalter, U. 2014 The performance of active spectral reflectance sensors as influenced by measuring distance, device temperature and light intensity. Computers and Electronics in Agriculture 100, 24-33.

Autorenanschrift

Prof. Dr. Urs Schmidhalter
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: schmidhalter@wzw.tum.de

Identifikation von tierindividuellen Mustern in detaillierten Datensätzen zur Futteraufnahme

Peter Loibl[1], Wolfgang Preißinger[1], Wilhelm Windisch[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
[2]Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung

Einleitung

Zur Erfassung tierischen Wohlbefindens sind nur wenige, leicht messbare Indikatoren etabliert (Bracke 2002). Die Beurteilung des Tierwohls erfolgt deshalb meist über die Untersuchung der Haltungsumwelt (Anzahl Tiere pro Quadratmeter, Art und Qualität des Bodens, Luftqualität usw.; Duncan 2005). Im vorliegenden Projekt soll an Schweinen untersucht werden, wie das Einzeltier im Futteraufnahmeverhalten auf externe Stressoren reagiert. Ziel ist es, die Eignung tierindividueller Futteraufnahmeparameter als potentielle Indikatoren des Tierwohls zu überprüfen um künftig eine bessere Einschätzung des Wohlbefindens einzelner Individuen innerhalb einer Herde zu ermöglichen.

Material und Methoden

Am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Schwarzenau wurde ein Schweinemastversuch durchgeführt. Es wurden 96 Tiere nach Geschlecht, Abstammung und Gewicht gleichmäßig über acht Buchten verteilt (n = 12 Tiere/Bucht). Einer Kontrollgruppe wurden drei Behandlungsgruppen gegenübergestellt (2 Buchten je Gruppe). Es wurden Störungen der Fütterungstechnik, Fehler in der Futterbereitung und Störungen in der Tiergruppenzusammensetzung und der Tränkewasserversorgung simuliert. Diese Störungen beschränkten sich auf maximal 48 Stunden, um eine praxisnahe Simulation zu. Sie wurden am Ende der Anfangsmast (Mastwoche 5) und am Ende der Mittelmast (Woche 9) durchgeführt. Unabhängig von versuchsbedingten Anpassungen wurden die Tiere über ein dreiphasiges Mastsystem mit einer Ration aus Gersten-, Weizen- und Sojaschrot und einem handelsüblichen Mineralfutter gefüttert (Energiegehalt: 13,5 - 13,8 MJ ME; Rohproteingehalt: 16,5 % - 14,3 %). Neben den tierindividuellen Messungen der wöchentlichen Zunahmen und der täglichen Futtermenge wurde von jedem einzelnen Besuch an der jeweiligen automatischen Abrufstation der Startzeitpunkt und die pro Besuch verzehrte Futtermenge erfasst.

Ergebnisse und Diskussion

Die Störungen hatten keinen Einfluss auf die zootechnischen Leistungen (nicht dargestellt). Der Vergleich der Besuchszahlen über die Mastabschnitte (Tabelle1) machte zwar Gruppenunterschiede deutlich, ein sinnvoller Zusammenhang mit den induzierten Störungen war aber nicht zu erkennen. Hinzu kam, dass diese Besuchsdaten nicht normalverteilt waren. Aus diesen Gründen wurde der aus der Verhaltensbiologie

stammenden Theorie, dass eine Mahlzeit ein Cluster mehrerer Futteraufnahmephasen (Besuche), die durch kurze Pausen (z. B. trinken) unterbrochen werden können, entsprochen (Biegelow und Houpt 1988). Zur Zusammenfassung der Besuche wurde ein Mahlzeitenkriterium (MZK) nach Tolkamp und Kyriazakis (1999) definiert. Das MZK gibt die maximale Pausenlänge an, bis zu der Besuche zu einem Mahlzeitenkomplex gehören. Hierfür werden in das Histogramm der logarithmierten Pausenlängen zwei oder drei gauß'sche Glockenkurven eingefügt. Das MZK ergibt sich dann als der Schnittpunkt zwischen den zwei oder zwischen der zweiten und der dritten Kurve. Es lag im vorgestellten Versuch bei 58 Minuten und deckt sich mit Angaben aus der Literatur (z.B. Kallabis 2012). Die Ausprägungen der Mahlzeiten waren normalverteilt. Die Vereinheitlichung der Gruppen im Vergleich zur Anzahl der Besuche pro Tag war klar ersichtlich (Tabelle 1). Auffällig war, dass die Anzahl an Mahlzeiten mit dem Mastfortschritt abnahm. Jedoch ließen diese wiederum keine Rückschlüsse auf die Störungen zu.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der der Mittelwerte (LS-Means) der Anzahl Besuche (Bes.) und Mahlzeiten (MZ) pro Tag in den einzelnen Behandlungsgruppen über die drei Mastperioden (AM = Anfangsmast, MM = Mittelmast, EM = Endmast)

	Behandlung									
Abschnitt	Kontrolle		Fütterungstechnik		Mischungsfehler		Tränke/Tiertausch		SEM	
	Bes.	MZ	Bes.	MZ	Bes.	MZ	Bes.	MZ	Bes.	MZ
AM	13,7[a]	6,61[a]	15,0[b]	6,93[bc]	13,8[a]	6,96[b]	17,2[c]	6,86[c]	5,4	1,28
MM	14,1[a]	5,82[a]	15,1[b]	5,78[a]	11,8[c]	5,75[ab]	17,1[d]	5,70[b]	5,2	1,10
EM	15,7[a]	5,06[a]	15,3[a]	4,94[b]	12,2[b]	5,11[a]	18,4[c]	5,20[c]	6,0	1,01
gesamt	14,5[a]	5,93[a]	15,1[b]	6,03[b]	12,7[c]	6,08[c]	17,6[d]	6,04[bc]	5,6	1,27

Hochbuchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0.05$) zwischen den Gruppen innerhalb des jeweiligen Parameters; SEM = Standard Error of means als Maß für die gepoolte Streuung der Teilmittelwerte des linearen Modells.

Die graphische Betrachtung der Verteilung der Besuche/Mahlzeiten (nicht dargestellt) machte aber eine eindeutige Reaktion des Einzeltieres in der Futteraufnahme sichtbar.

Dies statistisch nachzuweisen ist auf Basis der detaillierten, großen und tierindividuellen Datensätze nun das Ziel des vorgestellten Projektes im weiteren Verlauf. Durch die Zusammenfassung der Besuchsdaten zu Mahlzeiten scheint sich die Auflösung der Datenverteilung drastisch zu erhöhen, was die Zeitreihenanalyse vereinfacht.

Zusammenfassung

Bei der Untersuchung sehr detaillierter Futteraufnahmedaten stößt konventionelle statistische Methodik sehr schnell an ihre Grenzen. Die Beschreibung tierindividuellen Verhaltens erfordert die Einbeziehung des Parameters Zeit. Dies wird mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die Zeitreihenanalyse möglich werden.

Literatur

Bigelow, Judith A.; Houpt, T. Richard (1988): Feeding and drinking patterns in young pigs. In: *Physiology & Behavior* 43 (1), S. 99-109. DOI: 10.1016/0031-9384(88)90104-7.

Bracke; Marc B.M. (2002): Modelling of animal welfare. The development of a decision support system to assess the welfare status of pregnant sows. Wageningen: Wageningen University

Duncan, I.J.H. (2002): Science-based assessment of animal welfare: farm animals. In: *Scientific and Technical Revies of the Office International des Epizooties* 24 (2), S. 483-492.

Kallabis, Konstanze E. (2012): Verhaltens- und Leistungsmerkmale rohfaserreich gefütteter Mastschweine. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin. Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät.

Tolkamp, B.J.; Kyriazakis, I. (1999): To split behavior into bouts, log-transform the intervals. In: *Animal Behavior* 57 (4), S. 807 – 817. DOI: 10.1006/anbe.1998.1022

Autorenanschrift

Peter Loibl
Lehrstuhl für Tierernährung
Technische Universität München
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising
e-Mail: ploibl@wzw.tum.de

Verhaltensmonitoring bei Rindern auf der Weide anhand von GPS- und Beschleunigungsdaten

Jan Maxa, Stefan Thurner, Miriam Käss, Georg Wendl

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Einleitung

Tierortung wird bereits seit mehreren Jahrzehnten mit verschiedenen Techniken praktiziert. Als erste Pionierstudie gilt die Untersuchung von Craighead (1982) mit dem Einsatz von Radiohalsbändern zur Ortung von Grizzlybären. Seit der Möglichkeit der Nutzung des Globalen Navigationssystems GPS für zivile Zwecke wurde weltweit verstärkt an Ortungssystemen für verschiedene Tierarten gearbeitet. Handicaps bei der Nutzung dieser Systeme waren bisher der hohe Stromverbrauch und die relativ hohen Kosten für die Technik, wodurch der Einsatz vor allem auf die Forschung an Wildtieren beschränkt war. In den letzten Jahren ergaben sich Kostenreduktionen bei der GPS-Technologie durch deren weite Verbreitung und auch neue Entwicklungen im Bereich der Stromspeichertechnologie, wodurch es vermehrt zur Anwendung auch bei domestizierten Tieren wie z. B. Rindern kam (Thurner et al., 2011; Maxa et al., 2015). Eine Kombination von GPS-Positionsdaten mit Daten aus anderen Sensoren, wie einem Beschleunigungssensor, ermöglicht ferner ein Monitoring des Verhaltens der Tiere auf Weideflächen und öffnet damit ein großes Potenzial zur Optimierung des Tier- und Weidemanagements. Daher war es Ziel dieser Studie, eine Analyse des Verhaltens von Rindern auf der Weide anhand von GPS- und Beschleunigungssensordaten mit anschließender Entwicklung von Klassifizierungsalgorithmen zur Erkennung spezieller Verhaltensmerkmale durchzuführen.

Material und Methoden

Zur Analyse des spezifischen Tierverhaltens mittels GPS- und Beschleunigungssensordaten wurden sechs Färsen der Rassen Limousine und Fleckvieh mit Prototypen des Ortungssystems der Firma Blaupunkt Telematics ausgestattet und gleichzeitig verschiedene Verhaltensmerkmale mittels Direktbeobachtungen erfasst (continuous-sampling über 4 Tage mit max. 8 Stunden pro Tag). Die Ortungssysteme erfassten die GPS-Positionen mit 1 Hz und die Beschleunigungssensordaten (3 Achsen) mit 3 Hz. Anschließend wurden die GPS- und die Beschleunigungssensordaten mit den Direktbeobachtungsdaten in Intervallen von 10 s zusammengefasst und für jedes Intervall von allen Daten jeweils der Mittelwert mit Standardabweichung berechnet. Zur Identifikation von Unterschieden zwischen verschiedenen Verhaltensmerkmalen wurden Regressionsmodelle mit gemischten Effekten mit SAS (Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC) verwendet. Schließlich wurden Histogramme erstellt und Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen (WDF) an diese angepasst. Die Grenzwerte zur Unterscheidung der Verhaltensmerkmale der Tiere anhand der GPS- und

Beschleunigungssensordaten wurden abschließend über die Schnittpunkte der WDF's berechnet. Die beschriebenen Auswertungen wurden für die wichtigsten Verhaltensmerkmale in Bezug auf das Tier- und Weidemanagement nämlich Grasen, Wiederkauen und Liegen, durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen zeigten, dass die Verhaltensmerkmale Grasen, Liegen und Wiederkauen anhand der Daten der X-Achse des Beschleunigungssensors voneinander unterschieden werden konnten ($P<0,05$). Weiterhin wurden signifikante Unterschiede ($P<0,05$) zwischen den Verhaltensmerkmalen Grasen und Liegen anhand der GPS-Positionsdaten festgestellt. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden für die weitere Berechnung der Grenzwerte zwischen den Verhaltensmerkmalen nur die Werte der X-Achse des Beschleunigungssensors verwendet. Dieser Klassifizierungsalgorithmus resultierte in einer mittleren bis sehr hohen Sensitivität für die Verhaltensmerkmale (Grasen: 99,4 %, Wiederkauen: 71,3 % und Liegen: 55,5 %). Die Spezifität des Klassifizierungsalgorithmus war ebenfalls hoch bis sehr hoch (Grasen: 80,8 %, Wiederkauen: 83,6 % und Liegen: 98,2 %).

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Studie belegen, dass man anhand von GPS- und Beschleunigungssensordaten die entscheidenden Verhaltensmerkmale von Rindern für die Optimierung der Weidewirtschaft voneinander unterscheiden kann. Diese Ergebnisse sind sehr vielversprechend, müssen aber durch weitere Untersuchungen und eine Sensorfusion weiter optimiert werden. Für den praktischen und dauerhaften Einsatz dieser Technologien im Weidebetrieb bestehen jedoch hohe Ansprüche an die Akkulaufzeit, die Datenübertragung und auch das Datenmanagement. Dies erfordert weitere Entwicklungen und Anpassungen der Ortungstechnologie zur Umsetzung des Einzugs des Precision Livestock Farming auf der Weide.

Literatur

Craighead, F. C. 1982. Track of the grizzly. New York: Random House.

Maxa J., Thurner, S., Wendl, G. 2015. Evaluation of different global navigation satellite tracking systems and analyses of movement patterns of cattle on alpine pastures. Agric Eng Int: CIGR Journal, Special issue: 18th World Congress of CIGR, 326-335.

Thurner, S., Neumaier, G., Wendl, G. 2011. Erste Erfahrungen zum Weidemanagement bei Jungrindern auf Almen mit einem GPS- und GSM-basierten Trackingsystem. 10. Tagung: Bau, Technik und Umwelt, Kiel, 1-9.

Autorenanschrift

Dr. Jan Maxa
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Vöttinger Str. 36
85354 Freising
e-Mail: Jan.Maxa@lfl.bayern.de

Spectral High-Throughput Phenotyping The Nitrogen Use Efficiency Of German Hybrid and Line Wheat Cultivars

Prey, L., Hu, Y., Schmidhalter, U.

Department of Plant Sciences, Chair of Plant Nutrition, Technische Universität München

Improving nitrogen use efficiency (NUE) for crop production is becoming increasingly important in order to overcome economic, ecological and regulatory constraints. Hybrid wheat cultivars have shown the potential to gain more stable grain yield than line cultivars under unfavorable conditions. There is evidence for heterosis effects also under nitrogen deficiency (Garnett *et al.* 2015; Górny *et al.* 2011). NUE is determined by uptake and translocation of nitrogen and the efficiency of its use for grain formation (Noulas *et al.* 2013). Still, little is known about the performance of commercial hybrid wheat cultivars under field conditions. Spectral phenotyping has proven useful for identifying traits of nitrogen nutrition and biomass (Erdle *et al.* 2011). In a multi-annual field experiment, we are assessing traits of NUE of hybrid and line wheat cultivars and the potential of detecting these traits using spectral phenotyping methods.

Eighteen high-performance line cultivars and six hybrid cultivars were grown in a field experiment with three nitrogen fertilization rates (N1: 30/30/40 kg N/ha, N2: 60/60/40 kg N/ha, and N3: 90/90/40 kg N/ha, applied at the beginning of vegetation, and at Zadoks growth stages 32 and 45, respectively) in 4 replications at the TUM research station Dürnast in 2014/2015. Biomass was sampled at flowering, milk ripeness, dough ripeness and maturity in N2 and N3. Plant samples were separated into leaves, culms, grains and chaff. During grain filling, canopy spectral reflectance was measured almost weekly using a passive bi-directional hyperspectral spectrometer mounted at a mobile tractor platform (PhenoTrac 4). Samples were oven-dried, weighted and ground. Total nitrogen content was analyzed using NIR spectroscopy. Translocation of nitrogen and dry matter into grains was calculated as difference in the nitrogen content and dry matter of the above-ground vegetative organs between anthesis and maturity. NUE defined as the product of uptake efficiency and utilization efficiency for grain yield was calculated. We are developing partial least squares regression (PLSR) models for estimating nitrogen uptake, partitioning and NUE, and will present the results with respect to the evaluated nitrogen rates and cultivar groups. Preliminary results show pronounced differences among cultivars in grain nitrogen uptake by 40 and 50 kg N/ha for N1 and N3, respectively. However, the ranking of cultivars for NUE differed substantially with nitrogen levels, suggesting there is a need for cultivars to be tested under different nitrogen regimes. For N1, nitrogen uptake was highest for two hybrid cultivars but no general differentiation in NUE could be found by cultivar groups. Spectral phenotyping appears promising for identifying NUE traits for breeding and cultivar testing. The conclusions will be reassessed by the follow-up experiment in 2016.

Literatur

Erdle, Klaus, Bodo Mistele, and Urs Schmidhalter. "Comparison of active and passive spectral sensors in discriminating biomass parameters and nitrogen status in wheat cultivars."; *Field Crops Research* 124.1 (2011): 74-84.

Garnett, T., Plett, D., Heuer, S., & Okamoto, M. (2015). Genetic approaches to enhancing nitrogen-use efficiency (NUE) in cereals: challenges and future directions. *Functional Plant Biology*, *42*(10), 921-941.
Górny, Andrzej G., et al. "Inheritance of the efficiency of nitrogen uptake and utilization in winter wheat (Triticum aestivum L.) under diverse nutrition levels." *Euphytica* 177.2 (2011): 191-206.

Noulas, C., Alexiou, I., Herrera, J. M., & Stamp, P. (2013). Course of dry matter and nitrogen accumulation of spring wheat genotypes known to vary in parameters of nitrogen use efficiency. *Journal of plant nutrition*, *36*(8), 1201-1218.

Autorenanschrift

Lukas Prey
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: prey@wzw.tum.de

Automatische Lahmheitserkennung bei Milchkühen mittels Leistungs- und Aktivitätsdatenanalyse

Katharina Schindhelm[1], Bernhard Haidn[1], Sven Reese[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung
[2]Ludwig-Maximilians-Universität München

Einleitung

Lahmheiten stellen in Bayern die dritthäufigste Abgangsursache bei Milchkühen dar [1]. Landwirte unterschätzen die Lahmheitsprävalenz im eigenen Milchviehstall jedoch um bis zu 80 % [4]. Hinzu kommt das mit der wachsenden Größe moderner Milchviehherden sinkende Tier-Betreuer-Verhältnis, das eine ausreichende Einzeltierüberwachung erschwert. Je früher eine auftretende Klauenerkrankung erkannt und behandelt wird, desto geringer sind die Auswirkungen auf das Wohl der Tiere und deren Leistungsfähigkeit [2], [3]. Aus diesem Grund soll eine Methode entwickelt werden, um mithilfe automatisch erhobener Leistungs- und Aktivitätsdaten Lahmheiten bei Milchkühen automatisch zu erkennen.

Material und Methoden

In der Milchviehherde der LfL-Versuchsstation Grub (65 Fleckviehkühe) wurden während der Zeit von März 2014 bis Mai 2015 kontinuierlich Leistungs- und Aktivitätsdaten erhoben. Ein automatisches Melksystem (AMS) mit integrierter Tierwaage erfasste die Milchleistung und das Tiergewicht, automatische Wiegetröge lieferten Informationen über das Futteraufnahmeverhalten und am Vorderfuß der Tiere befestigte Pedometer erfassten das Liegeverhalten und die Aktivität. Gleichzeitig wurde wöchentlich über einen Locomotionscore (LMS) der Lahmheitsstatus jedes Tieres festgestellt. Täglich wurden über die verschiedenen Sensoren pro Tier 92 Datensätze erhoben (entspricht 33.580 Datensätzen pro Tier und Jahr) und in eine PostgreSQL-Datenbank importiert. Über Datenbankabfragen wurden 23 Tages-Parameter berechnet und mit den Informationen über Lahmheitsstatus und weiteren Tierkennzahlen zu einem Datensatz pro Tier und Tag („Tagesdatensatz“), also 365 Tagesdatensätze pro Tier und Jahr, aggregiert.

Anhand dieser Datensätze erfolgte mit der Software R Studio™ eine ROC (Receiver Operating Characteristic)-Kurven-Analyse aller Parameter, um festzustellen, welches Merkmal am besten geeignet ist, zwischen lahmen und nicht lahmen Tieren zu unterscheiden. Die besten Parameter wurden dann in einem auf Wichtung unterschiedlich sensitiver Parameterwerte basierendem Berechnungsmodell kombiniert, um die Bestimmungsgenauigkeit zu erhöhen. Der Datenfluss ist schematisch in **Abbildung 1** dargestellt.

Ergebnisse

Als die besten Parameter, um zwischen lahmen und nicht lahmen Kühen zu unterscheiden, erwiesen sich die Futteraufnahmedauer, die Anzahl der Besuche am Trog, die durchschnittliche Dauer eines Liegeereignisses und die Gesamtliegedauer mit einer Area under the (ROC-)Curve (AUC) von jeweils 0,75, 0,72, 0,74 und 0,69. Nach Integration dieser im kombinierten Berechnungsmodell konnte die AUC auf 0,84 gesteigert werden. Sensitivität, Spezifität und Erkennungsgenauigkeit betrugen jeweils 70 %, 92 % und 91 %.

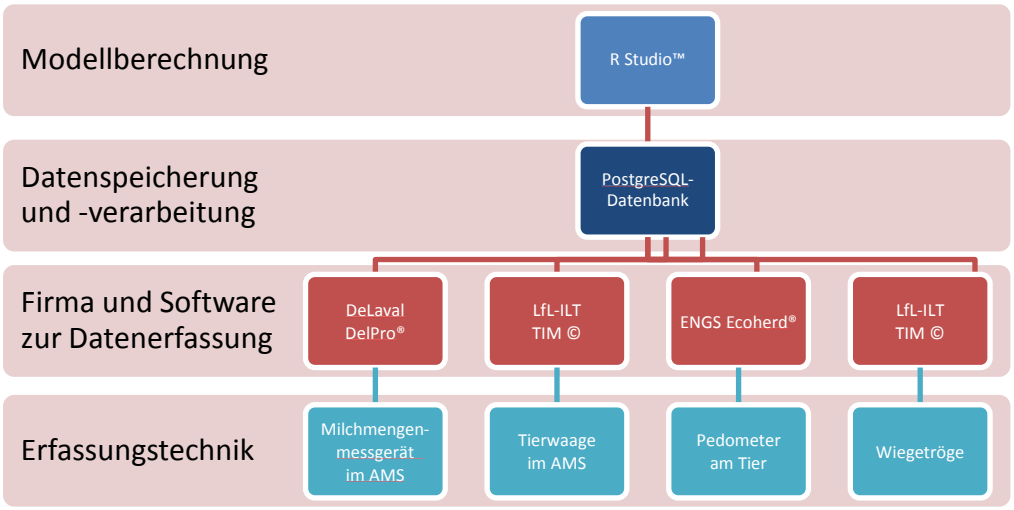


Abbildung 1: Darstellung der Datenverarbeitung

Diskussion und Schlussfolgerung

Im Versuch konnten mithilfe der Verhaltensparameter Liegedauer, durchschnittliche Dauer eines Liegeereignisses, Anzahl der Besuche am Trog und Dauer der Futteraufnahme Lahmheiten detektiert werden. Die mit der Futteraufnahme assoziierten Parameter wurden im Versuchsbetrieb mit kostenintensiven und daher nicht praxisrelevanten Wiegetrögen erfasst. Moderne Pedometer können diese Parameter jedoch durch Tiererkennung über eine am Futtertisch installierte Induktionsschleife ebenfalls erfassen. Die Analyse automatisch erfasster Futteraufnahme- und Liegeverhaltensdaten stellt demnach eine praktikable und relativ einfach und kostengünstig in einen bestehenden Betrieb zu integrierende Möglichkeit zur Lahmheitsdetektion dar. Das hier entwickelte Modell ist jedoch an einer größeren Zahl von Tieren und in unterschiedlichen Haltungssystemen zu validieren.

Literatur

[1] Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (2015): Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern 2014, Ergebnisse und Auswertungen

[2] Ossent, P.; Lischer, C. J. (1996): Theories on the pathogenesis of bovine laminitis. In: M. Rachel (Hrsg.) Proceedings of the 9th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit and The International Conference on Lameness in Cattle, Jerusalem, Israel: Conference Secretariat, Ortra Limited S. 15

[3] Ozswari, L.; Barna, R.; Visnyei, L. (2007): Economic Losses Due to Bovine Foot Diseases in Large-Scale Holstein-Friesian Dairy Herds. In: Magyar Allatorvosok Lapja 129 Nr. 1, S. 23 - 28

[4] Šárová, R.; Stehulová, I.; Kratinová. P.; Firla,; Firla, P.; Spinka, M. (2011): Farm managers underestimate lameness prevalence in Czech dairy herds. In: Animal Welfare Nr. 20, S. 201 -204

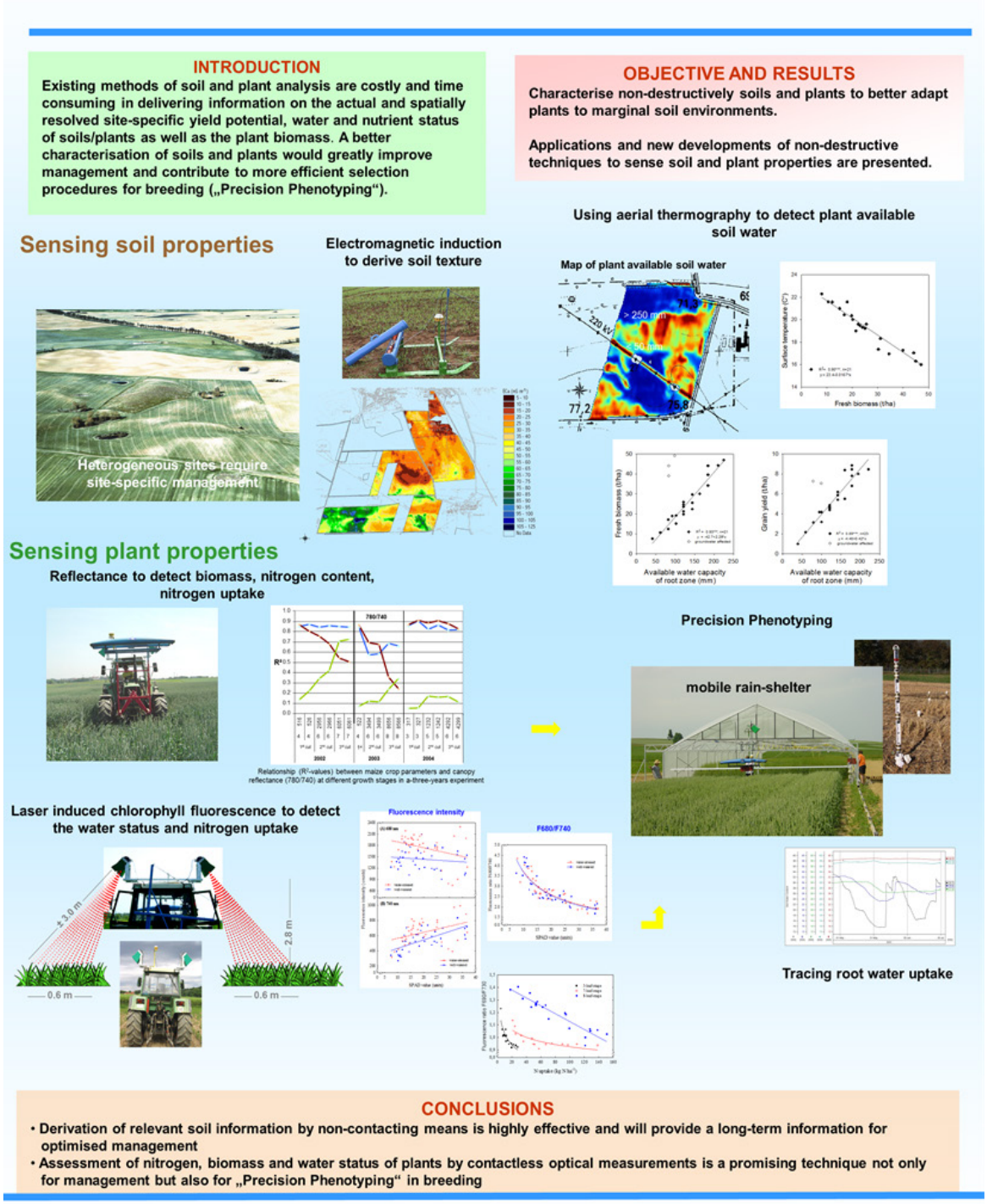
Autorenanschrift

Katharina Schindhelm
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Prof.-Duerrwächter-Platz 2
85586 Poing Grub
e-Mail: katharina.schindhelm@lfl.bayern.de

Site-specific Crop Production and Precision Phenotyping for Water Limited Areas

Urs Schmidhalter

Chair of Plant Nutrition, TUM, Freising



Literatur

Bredemeier, C. and Schmidhalter, U. 2005 Laser-induced fluorescence sensing to determine biomass and nitrogen uptake of winter wheat under controlled environment and filed conditions. In: Precision Agriculture´05, ed. JV.Stafford, Wageningen Academic Publishers, 273-280

Geesing, D., Bachmaier, M. and Schmidhalter, U. 2004 *Field calibration of a capacitance soil water probe in heterogeneous fields. Australian Journal of Soil Research, 42, 289-299*

Mistele, B., Gutser, R. and Schmidhalter, U. 2004 *Validation of Field-Scaled Spectral Measurements of the Nitrogen Status in Winter Wheat. Proc. of the 7th International Conference on Precision Farming 1187-1195*

Neudecker, E., Schmidhalter, U., Sperl, C. and Selige, T. 2001 *Site-specific soil mapping by electromagnetic induction. 3rd. Europ. Conference Precision Agriculture, Montpellier, 271-276*

Selige, T. and Schmidhalter, U. 2001 *Characterizing soils for plant available water capacity and yield potential using airborne remote sensing . In: Tupper, G. (Ed.) Proc. of the Australian Geospatial Information and Agriculture Conference incorporating Precision Agriculture in Australasia 5th Annual Symposium NSW Agriculture, Orange, NSW, Australia, 308-314*

Autorenanschrift

Prof. Dr. Urs Schmidhalter
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: schmidhalter@wzw.tum.de

Remote sensing of soil properties by using the indicator function of plants to support site-specific farming

Thomas Selige[1,2] and Urs Schmidhalter[1],*

[1]Chair of Plant Nutrition, Technical University of Munich, Freising, Germany

Crop stands in heterogeneous fields are frequently characterised by a pattern of varying canopy temperatures due to differences in evapotranspiration. A feed-forward response establishes a chronic, non-reversible adaptation to the growth of crop stands due to the spatial varying plant available water capacity of soil (PWC). In regions with a temporary negative climatic water balance during the vegetation period the PWC has been identified to be the fundamental soil parameter limiting crop yield. This feed-forward soil-crop response mechanism allows inferring the PWC from the surface temperature of sensitive crops, e.g. winter wheat, during specific, so called 'bio-indicative', crop development stages. Surface temperature recorded by remotely sensed thermography allows detecting the pattern of PWC heterogeneity. Consequently, it is possible to produce precise and spatially detailed maps of PWC and consequently the site-specific yield potential of individual fields even on the sub-field level can be determined. This suggests having significant impacts on the establishment and the extension of Precision Agriculture as well as on the planning and controlling of enhanced irrigation regimes. Based on these maps leveraging up empirical crop management towards a controlled and targeted crop management is feasible.

Literatur

Selige, T., Schmidhalter, U. 2001 *Characterizing soils for plant available water capacity and yield potential using airborne remote sensing. In: Tupper, G. (Ed.) Proc. of the Australian Geospatial Information and Agriculture Conference incorporating Precision Agriculture in Australasia 5th Annual Symposium NSW Agriculture, Orange, NSW, Australia, 308-314*

Selige, T., Schmidhalter, U. 2000 *Nutzung von spektralen Signaturen der Pflanzenbestände zur Ermittlung des Bodenwasserspeichers. In: Managementsystem für den ortspezifischen Pflanzenbau. Verbundprojekt pre agro. Zwischenbericht 2000. KTBL Sonderveröffentlichung 32: 104-108*

Autorenanschrift

Prof. Dr. Urs Schmidhalter
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: schmidhalter@wzw.tum.de

Long-term effect of varying P fertilizer and lime applications on yield and P uptake of winter wheat, winter barley and sugar beet

Sabine von Tucher[1], Dorothea Hörndl[1], Urs Schmidhalter[1]

[1] Chair of Plant Nutrition, TUM, Freising

Most of the agricultural soils in Germany are sufficiently or even highly supplied with P, in particular in regions with intensive livestock husbandry, the latter posing a high risk for P losses to water bodies. However, in soils where P application was low or even omitted in the last decades, the P availability may have become too low for a sufficient crop production. For such situations it remains to be answered which soil P concentrations are adequate and up to which level farmers should increase the soil P level by fertilizer application. This question is also crucial in regard to a sustainable utilization of finite global rock phosphate resources. Due to the different strategies to mobilize sparingly soluble soil P, plant species differ in their susceptibility to low soil P values. In addition, soil P binding and P release behavior is dependent on soil pH and may therefore be affected by liming.

The effects of different P application and liming doses on the yield and P uptake of winter wheat, winter barley and sugar or forage beet were therefore analyzed in this study using data from a long-term factorial phosphorus and liming experiment which was started in 1978. Located in the Bavarian tertiary hills the experimental site is characterized by an annual precipitation of 790 mm and an average temperature of 8.4°C. The silty loam contains 1.1% C_{org} and 0.12% N_t. Soil pH differs according to the liming treatments between about 5.0 (no liming), 6.2 (lime level 1) and 6.6 (lime level 2). Besides the control treatment receiving no P water soluble P fertilizer was annually applied with 22 or 44 kg P ha^{-1}. The crop rotation generally includes winter wheat, winter barley and sugar or forage beet. The application of N, K, Mg and S was kept at adequate levels.

The analysis of the results from the long-term trials indicates that compared to the limed and P fertilized treatments the reduction of yield and P uptake by omitted P application was more pronounced with beet than with barley. Winter wheat yield and P uptake over time were neither affected by a low soil pH nor the reduced soil P level.

In the most recent crop rotation cycle from 2012 to 2014 the yields and P uptake of all three crops were significantly reduced by both the omitted liming and omitted P application, but no yield difference between the two levels of either liming or P fertilization was observed. The relationship between soil P content as obtained by CAL extraction and crop yield showed that very low soil P levels decreased yields especially at low, suboptimal soil pH values. But it is also evident that in the investigated soil P levels lower than currently recommended will be sufficient to achieve adequate yields if soil pH is kept at a site-specific optimal level. Crop specific requirements should be included into future P fertilizer recommendations.

Autorenanschrift

Dr. Sabine von Tucher
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: tucher@wzw.tum.de

Learning from BIG DATA – Yield developments in Bavaria

Sibel Yildirim, Kurt Heil, Christine Jasper, Urs Schmidhalter

Chair of Plant Nutrition, Technical University of Munich

Climate change is expected to influence yields in Bavaria as well. An improved understanding of climate-induced variations in yield allows for a better adaptation in agriculture. To this end statistical models are developed that should predict future crop yields based on historical yield developments and its interaction with meteorological data and soil conditions. As a first step we analyzed historical yields from wheat and maize in Bavaria on the county level, covering the years 1986-2015. Furthermore we gathered daily observations of climate stations in Bavaria for the same time period. Finally the plant available water capacity was deducted on a spatial resolution of 1 km by 1 km. To enable yield estimates independent of technological developments, linear equations were derived for each county and subsequently the results were subtracted for each county and year from the record of the related yield. These so called residuals deliver information whether the weather and climatic conditions exert negative or positive effects on yields for a single county in a specific year. The share of the influence of climate factors and soil properties on yields will be determined by a stepwise multiple regression, which will also include a test of autocorrelation.

Detrending of yield data reveals, that the yields for winter wheat over Bavaria were lowest in 2003 and 1987 and highest in 2004 and 1988. Low yields in 2003 are related to the fact that a 100-year drought event was observed[1]. Differences in yields between counties can be ascribed to spatially diverse soil properties, since each county suffered from water deficit in 2003.

Using the available large data sets for yield predictions offers the possibility to gain a deeper insight in climate-induced variations. Knowledge about the interdependency of yields, weather/climate and soil conditions may be used for improved adaptation strategies to decrease negative effects exerted by future climate changes. Combining the analysis of big data sets and the ability to extract relevant data interacting with yields will help to develop enhanced models to predict climate change induced alterations of yields and allow for a minimization of the production risk.

Literatur

[1] Beck, C., Grieser, J., Trömel, S. (2003): Die Trockenperiode des Jahres 2003 in Deutschland im Kontext langzeitlicher Niederschlagsvariabilität. Ed: Deutscher Wetterdienst in: Klimastatusbericht 2003. P.144

Autorenanschrift

Sibel Yildirim
Technical University of Munich
Chair of Plant Nutrition
Emil-Ramann-Straße 2
85350 Freising-Weihenstephan, Germany
e-Mail: Yildirim@wzw.tum.de

Wir danken den Sponsoren für ihre Unterstützung!