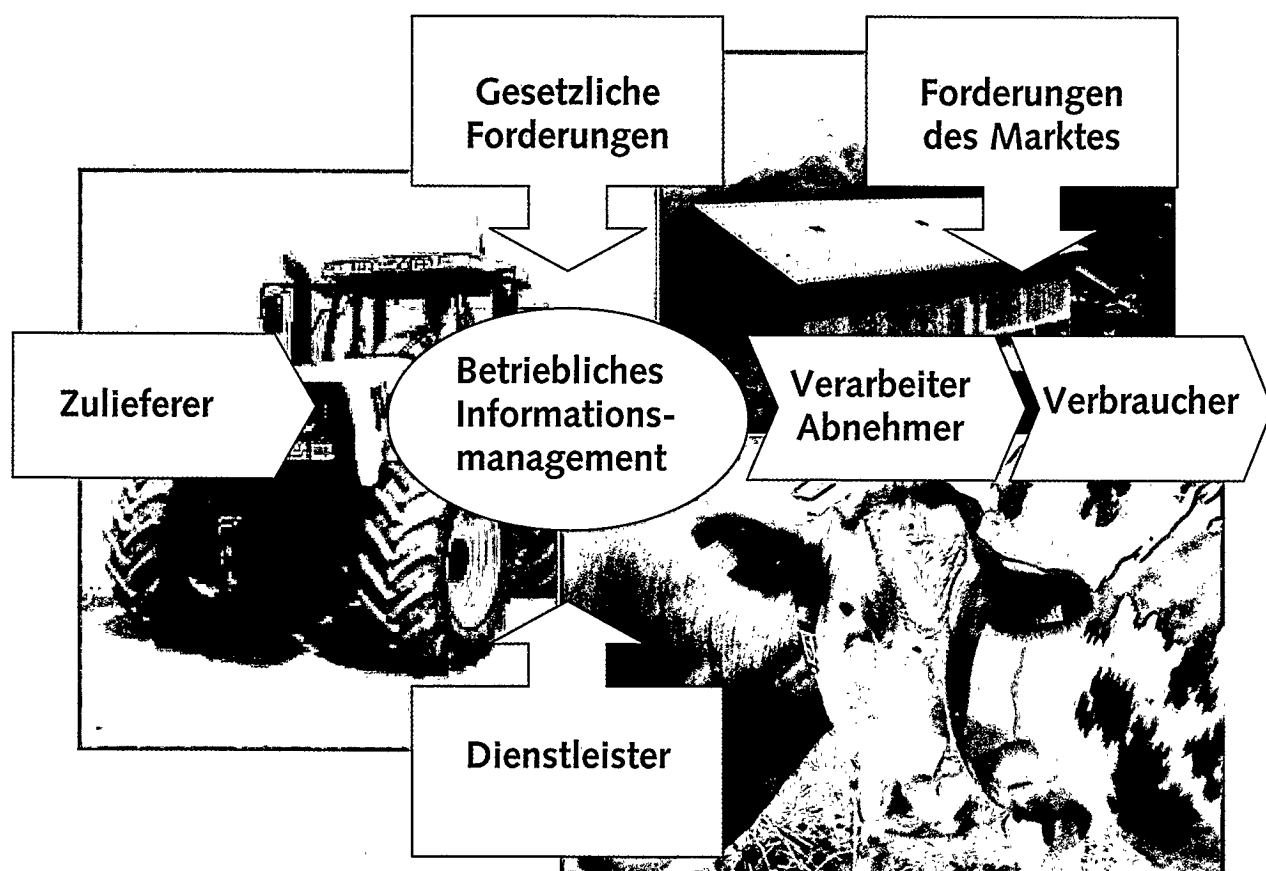




FAT-Schriftenreihe Nr. 59

ELEKTRONIK IN DER LANDTECHNIK

Robert Kaufmann (Redaktion)



Robert Kaufmann (Redaktion)

ELEKTRONIK IN DER LANDTECHNIK

Möglichkeiten und Nutzen für die Schweizer Landwirtschaft?

Weiterbildungskurs des Schweizerischen Verbandes Ingenieur-AgronomInnen und der Lebensmittel-IngenieurInnen (SVIAL), in Zusammenarbeit mit Agroscope FAT Tänikon, der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Ettenhausen

Unter Mitwirkung der SVIAL-Fachkommissionen Landtechnik (Robert Kaufmann), Pflanzenbau (Dr. Walter Richner) und Tierproduktion (Marc Boessinger)

16.-18. Juni 2004

2004

 **agroscope**
FAT TÄNIKON

Eidgenössische Forschungsanstalt für
Agrarwirtschaft und Landtechnik
CH-8356 Ettenhausen

Direktor: Prof. Dr. Walter Meier

Hinweis:

Die fachliche und inhaltliche Verantwortung für die Vorträge liegt bei den Autoren.

Inhalt

Vorwort

*Prof. Dr. Walter Meier, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt
für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Ettenhausen3*

Der Beitrag der Informationstechnologie zu Produktionsmanagement, Qualitätssicherung und Rückverfolgbarkeit in der Agro-Food-Chain - Notwendigkeit, Strategien und Perspektiven

*Prof. Dr. Reiner Doluschitz, Fachgebiet Agrarinformatik und Unternehmensführung,
Universität Hohenheim, Stuttgart (D)5*

Informationstechnologie und Elektronik zur Optimierung des Unternehmensmanagements - Stand der Technik und Ausblick

Dr. Stefan Böttinger, Agrocom GmbH & Co. Agrarsystem KG, Bielefeld (D)27

Von der elektronischen Tierkennzeichnung zum Gesundheitsmanagement

*Dr. Michael Klindtworth, Fakultät Agrarwissenschaften & Landschaftsarchitektur,
Fachhochschule Osnabrück (D)33*

Traktor als multifunktionelle Plattform - Kommunikation trifft Automation

*Martin Holpp, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für
Agrarwirtschaft und Landtechnik, Ettenhausen47*

Die automatisierte Datenerfassung und ihre Nutzanwendung im Pflanzenbau

*Dipl. Ing. agr. Matthias Rothmund, Technische Universität München, Fachgebiet Technik
im Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan (D)59*

Virtuelle Flurbereinigung und das wirtschaftliche Potential

*Auszug aus der Diplomarbeit von Michael Schlatter (2003). Betreuung: Dr. Bruno Durgiai,
Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen73*

Vorwort

War bisher mit dem Elektronikeinsatz in der Landwirtschaft vor allem das Stichwort Precision Agriculture speziell im Pflanzenbau gekoppelt, haben sich heute die Akzente in zwei Richtungen verschoben. Zum einen beschränkt sich Precision Agriculture nicht auf die pflanzliche Produktion, sondern schliesst im Sinne des Precision Farming auch die tierische Produktion mit ein, zumal die Elektronik auch dort längst Eingang gefunden hat. Zum andern hat man die Möglichkeiten der Elektronik in der ganzen Wertschöpfungskette (Agro-Food-Chain, Filière agro-alimentaire) erkannt und nutzt diese vermehrt auch zur Qualitätssicherung der Produktion bis zum Konsumenten. Die Konsumenten messen der Sicherheit, Qualität und Gesundheit bei den Nahrungsmitteln einen besonderen Stellenwert bei und wollen mehr über die Herkunft und die Produktionsbedingungen der Lebensmittel wissen. Die Rückverfolgbarkeit (traceability) der Nahrungsmittelproduktion und die Produktdifferenzierung auf der ganzen Nahrungsmittelkette sind wichtige Elemente der Qualitätssicherung für die Produktion und die verarbeitende Stufe.

Auch seitens der Öffentlichkeit besteht Bedarf an Informationen und Daten im Zusammenhang mit Direktzahlungssystemen und seuchenhygienischen Vorschriften (Tierverkehrsdatenbank). Der Betrieb selber möchte zudem seine Produktion vermehrt auf der Basis von Echtzeitdaten steuern und in Hinblick auf Qualitäts- und Ertragskennziffern optimieren.

Zur Lösung all dieser Anliegen schafft die verfügbare Informationstechnologie die technischen Voraussetzungen.

Es darf aber auch nicht unterschätzt werden, dass trotz vielfältigem Angebot an technischen Hilfsmitteln noch sehr viele Fragen offen sind und dringend bearbeitet werden müssen. Diese liegen nicht in erster Linie in der Informationstechnologie, sondern in ganz elementaren kausalfunktionalen Zusammenhängen erfassbarer Daten und den daraus abzuleitenden Massnahmen.

Der Landwirt steht an einer Schlüsselposition. Er muss versuchen, mit minimalem Aufwand die betrieblichen und die externen Informationsbedürfnisse in folgerichtige unternehmerische Entscheidungen umzusetzen. Ein wichtiges Problem in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass heute sehr viele Insellösungen zu speziellen Teilaspekten auf dem Markt sind. Die Integration in ein kohärentes Informationssystem ist die grösste Herausforderung und wird die Forschung und Entwicklung in naher Zukunft zunehmend beschäftigen.

Dieser Tagungsband gibt einen Überblick über den Stand und die Probleme des Elektronikeinsatzes und der Informationstechnologie in der Tier- und Pflanzenproduktion, wie er an der Weiterbildungstagung des SVIAL vom 16.-18. Juni 2004 an der Forschungsanstalt Tänikon vermittelt wurde.

Prof. Dr. Walter Meier, Direktor Agroscope FAT Tänikon

Der Beitrag der Informationstechnologie zu Produktionsmanagement, Qualitätssicherung und Rückverfolgbarkeit in der Agro-Food-Chain - Notwendigkeit, Strategien und Perspektiven

Prof. Dr. Reiner Doluschitz, Fachgebiet Agrarinformatik und Unternehmensführung, Universität Hohenheim, Stuttgart (D)

Hintergrund und Probleme

Die Agrar- und Verbraucherpolitik bestimmt maßgeblich den Rahmen betrieblicher Entwicklungen von Unternehmen entlang der Agro-Food-Chain. Sie ist in der Europäischen Union derzeit von einer hohen Dynamik gekennzeichnet und aktuell maßgeblich geprägt von der EU-Osterweiterung, den WTO-Verhandlungen sowie von gesellschaftlichen Veränderungen in Richtung Tier-, Umwelt- und Verbraucherschutz. In diesem Zusammenhang ist insbesondere auch auf die neuen lebensmittelrechtlichen Basisbestimmungen der EU (Rückverfolgbarkeit im Sinne der Art. 18-20 der VO EG 178/2002) hinzuweisen. Es ist davon auszugehen, dass betriebsübergreifende Qualitätssicherung künftig zum zentralen Wettbewerbsfaktor in der Agrar- und Lebensmittelbranche wird. Diese Situation trifft in zahlreichen Regionen auf eine Agrarstruktur kleinbetrieblicher Prägung in den Bereichen der Primärproduktion, z.T. aber auch in den vor- und nachgelagerten Bereichen, einschließlich der Entwickler branchenspezifischer Software.

Die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Daten aus den landwirtschaftlichen Produktionsprozessen der Unternehmen ist grundsätzlich und insbesondere von technischer Seite her sehr gut und künftig durch die zunehmende Durchdringung der Prozesse seitens Technologien aus dem Bereich „Precision Agriculture“ wachsend (Doluschitz und Spilke 2002). In den Unternehmen weit verbreitete „Software-Insellösungen“ (insbesondere Ackerschlagkartei und Kuhplanersysteme sowie Buchführungsprogramme) führen in Verbindung mit den Daten- und Informationsanforderungen von außerhalb des Betriebes (Geschäftspartner, öffentliche Einrichtungen) zu einem hohen Grad an Redundanz auf Unternehmensebene und behindern mangels Kompatibilität und Interoperationalität teilweise eine unternehmensinterne und vertikal unternehmensübergreifende Daten- und Informationspolitik. Diese ist jedoch im Sinne einer Qualitätssicherung und lückenlosen Rückverfolgbarkeit der Produkte zwingend erforderlich.

Vergleichsweise große Defizite herrschen hingegen noch bezüglich eines systematischen Daten- und Informationsmanagements auf der Ebene landwirtschaftlicher Primärproduktionsbetriebe sowie auch entlang der Partner der Agro-Food-Chain (Doluschitz und Pape 2001; Emmel et al. 2003).

Es scheint unwahrscheinlich, dass es den Unternehmen ohne kompetente wissenschaftliche Begleitung gelingt, die künftig an sie herangetragenen Anforderungen insbesondere im Bereich der Daten- und Informationsverarbeitung zu erfüllen. Aktuell entstehen unterschiedliche, einschlägige Vorstöße verschiedener Partner, u.a. integrierte Pakete (z.B. von den Softwarehäusern Landdata Eurosoft, Helm, PROGIS), Führungsinformationssysteme (Zuckerwirtschaft, Kartoffeln, Gemüseverarbeitung), Beziehungsmanagementsysteme (Saatgutwirtschaft), Prozessoptimierung, Kontroll- und Nachweissysteme (z.B. GIS, Tierkennzeichnungssysteme) oder Qualitäts-

sicherungssysteme (z.B. GQS-BW der Landesanstalt für die Entwicklung des Ländlichen Raumes in Baden-Württemberg; <http://www.infodienst-mlr.bwl.de/gqs/start.htm>). Jeder der genannten Ansätze beinhaltet sinnvolle Komponenten, deckt aber lediglich Teilaspekte ab. Eine Wertschöpfungsketten übergreifende Integration der „Software-Inseln“ sowie ein Datenformatstandard bestehen derzeit noch nicht bzw. lediglich in Ansätzen (KTBL 2004), woraus sich die Herausforderung für künftige Entwicklungen ergibt.

Anliegen dieses Beitrages ist es vor diesem Hintergrund, den Informationsbedarf landwirtschaftlicher Unternehmen (inner- und überbetrieblich) zu skizzieren. Dabei werden neben den Anforderungen seitens des betrieblichen Managements sowie die durch Qualitätssicherungs- und Rückverfolgbarkeitsbestrebungen entstehenden, als auch die von öffentlicher Seite an die Landwirtschaft herangetragenen Daten- und Informationsnachfragen berücksichtigt. Diesem Informationsbedarf wird die Informationsverfügbarkeit (technisch möglich bzw. praktisch umgesetzt) gegenübergestellt und es werden Defizite erkennbar gemacht. Technische Lösungen zur Auflösung dieser Defizite sind verfügbar und werden neben geeigneten Implementierungsstrategien vorgestellt, bevor dann schließlich künftige Entwicklungspfade exemplarisch aufgezeigt werden.

Informationsbedarf

Betriebliches Management

Die Ziele des Informationsmanagements auf betrieblicher Ebene lassen sich in allgemeiner Form wie folgt abgrenzen:

- Prozessüberwachung,
- Ablaufplanung von Produktionsprozessen und Betriebszweigen,
- Dokumentation und Integration (horizontal und vertikal),
- Controlling von Betriebszweigen, Gesamtbetrieb und Umwelt,
- Planung und Optimierung von Betriebszweigen, Produktionsmitteleinsatz, Gesamtbetrieb und Umwelt,
- Effizienzsteigerung bei der Geschäftsabwicklung, beim Büromanagement und bei der Kommunikation.

Klassische informationsverarbeitende Managementaufgaben sind Controlling-Maßnahmen. Dies sind systematisch geordnete, regelmäßig durchgeführte informationsverarbeitende Prozesse zur Ermittlung von Abweichungen zwischen Plan- und Vergleichsgrößen und beinhalten zudem die Analyse dieser Abweichungen (vgl. u.a. auch Doluschitz 1997 sowie die dort angegebene weiterführende Literatur). Ihre Ergebnisse können einerseits als Frühwarnungen verstanden werden, die in diesem Sinne auch die Unternehmensziele und die entsprechenden Planungsergebnisse hinterfragen. Darüber hinaus dienen Kontrollergebnisse insbesondere in Unternehmen mit größeren Mitarbeiterstäben auch der Mitarbeiterinformation und -motivation.

Damit sollte die Kontrolle auch ohne besonderen Anlass als fester, in regelmäßigen Abständen durchzuführender Bestandteil des Unternehmensführungsprozesses betrachtet werden. Außerordentliche Kontrollmaßnahmen sollten zusätzlich bei besonderen Anlässen stattfinden. Solche Anlässe sind z.B.:

- offensichtliche Fehler in der Planung und Durchführung eines Produktionsablaufes,
- Veränderungen bezüglich der wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen (z.B. Einführung oder Änderungen von Garantiemengenregelungen),
- ein verbesserter Informationsstand über das Umfeld von Unternehmen (z.B. jeweils aktuelle Milchertragsschätzungen, Preisprognosen, Zinsverläufe),
- Veränderungen bezüglich Zahl, Inhalten oder Hierarchien in den Unternehmenszielen (z.B. Übergang zum Zu- oder Nebenerwerb, Umstellung auf ökologischen Landbau u.ä.).

Wachsende Umweltstandards, umfangreichere Nachweispflichten, steigende Qualitätssicherungsbestrebungen sowie Maßnahmen zur Krisenprophylaxe erhöhen künftig den Controlling- und damit auch den Daten- und Informationsbedarf in landwirtschaftlichen Unternehmen.

Gesetzliche Forderungen

Abbildung 1 zeigt zusammengefasst die an landwirtschaftliche Unternehmen herangetragenen Informationsanforderungen seitens der Qualitätssicherung und der Rückverfolgbarkeit (Internet-Quellenangaben zu den einzelnen Ansätzen finden sich in der Literaturlauswahl).

Die sich daraus ergebenden Daten- und Informationsanforderungen lassen sich für eine Auswahl dieser Ansätze wie folgt zusammenfassen:

HACCP:

Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) steht für „Gefährdungsanalyse der kritischen Kontrollpunkte“. Die Anwendung dieses Systems ist nach der EU Lebensmittelhygiene-Verordnung für alle Betriebe, die außerhalb der landwirtschaftlichen Urproduktion mit Lebensmitteln arbeiten, Pflicht. Es setzt auf die Wahrung der Lebensmittelsicherheit durch Fehlervermeidung im Vorfeld sowie durch Eigenkontrolle. HACCP sieht eine Prozessanalyse, Identifizierung von Risiken, Prüf- und Überwachungsverfahren sowie eine regelmäßige Überprüfung des ganzen Verfahrens vor.

INVEKOS:

Das INVEKOS (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) fordert von den EU-Mitgliedstaaten die Einrichtung informatisierter Datenbanken im Bereich bestimmter gemeinschaftlicher Beihilferegelungen. Das integrierte System umfasst eine informatisierte Datenbank, ein alphanumerisches System für die Kennzeichnung und Registrierung von Tieren, Beihilfeanträgen sowie ein integriertes Kontrollsystem. Beispielsweise werden betriebliche Daten wie Angaben zur Flächennutzung, Erfassung der Tierbestände etc. über das INVEKOS verwaltet. Neu wird ab 2005 die GIS-gestützte Flächenzuordnung gefordert.

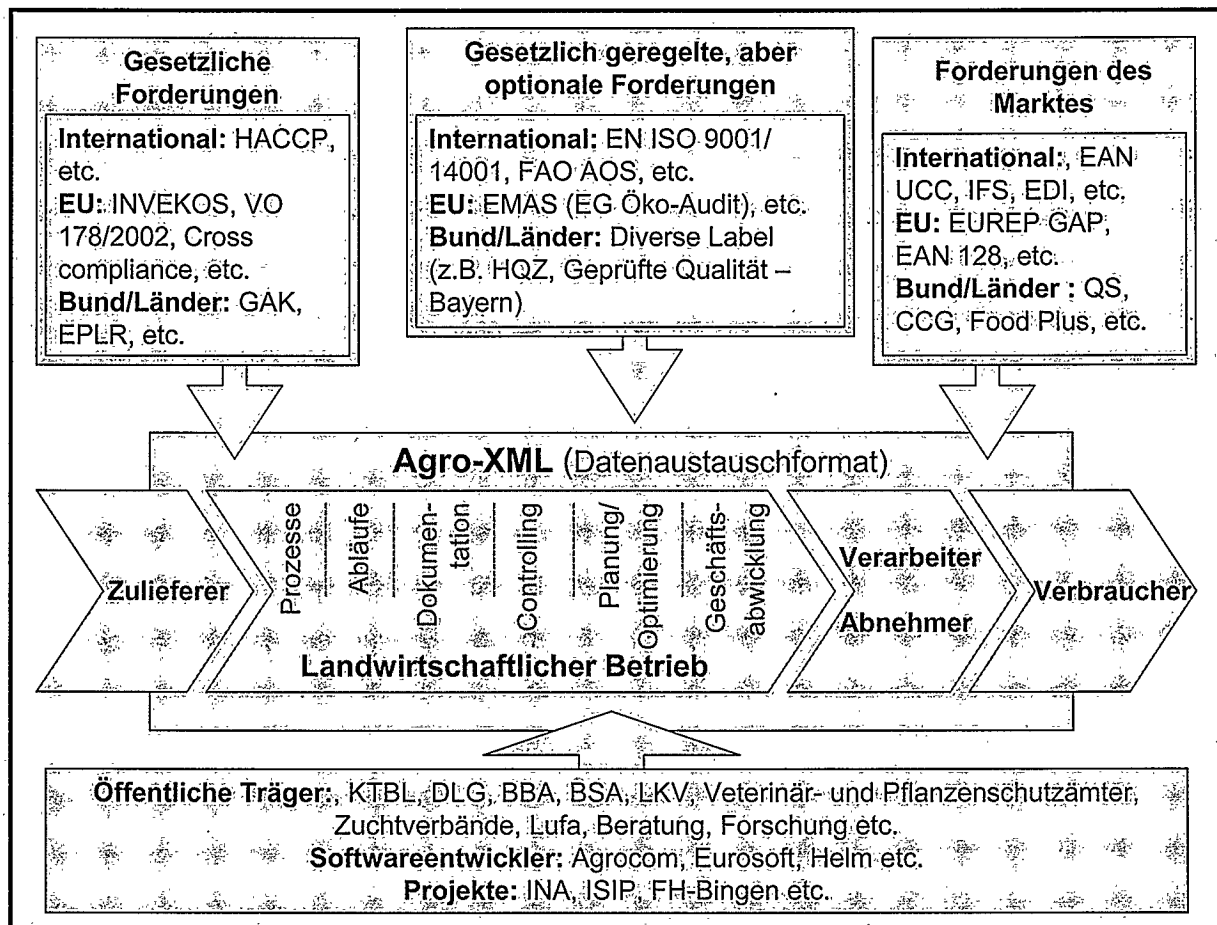


Abb. 1: Daten- und Informationsanforderungen an das Agribusiness

VO 178/2002:

Die Verordnung (EG) 178/2002 (Art. 18-20 Rückverfolgbarkeit) will ein gezieltes Vorgehen bei Problemen der Lebensmittelsicherheit ermöglichen. Dabei wird Rückverfolgbarkeit über alle Stufen der Wertschöpfungskette gefordert und diese unternehmensübergreifende Aufzeichnung wird zur Pflicht für alle Lebensmittel- und Futtermittelunternehmen. Hierfür sind geeignete Systeme und Verfahren einzurichten und eine ausreichende Kennzeichnung der Waren ist sicherzustellen.

Cross Compliance:

Im Rahmen von Cross Compliance wird die volle Gewährung von Direktzahlungen an landwirtschaftliche Betriebe auch an die Einhaltung verbindlicher Vorschriften in Bezug auf die landwirtschaftlichen Flächen, die landwirtschaftliche Erzeugung und die landwirtschaftliche Tätigkeit geknüpft. Diese Einhaltung von Vorschriften (z.B. Verbot des Umbruchs von Dauergrünland) ist aufzuzeichnen und ggf. vorzulegen. Es ist festgelegt, dass neben den eigentlichen Forderungen auch Nebenbedingungen erfüllt werden müssen.

GAK:

Die Gemeinschaftsaufgabe für Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) hat die Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes sowie der Lebensverhältnisse im ländlichen Raum zum

Ziel. Ein breites Maßnahmenpektrum (z.B. Förderung besonders umweltgerechter und nachhaltiger Produktionsverfahren, Bewältigung der Schäden durch Hochwasser, markt- und standortangepasste Landbewirtschaftung, Verbesserung der Produktions- und Vermarktungsstrukturen, nachhaltige Landbewirtschaftung) macht sie zur Schnittstelle zwischen ländlicher Entwicklung sowie Umwelt- und Naturschutz.

Gesetzlich geregelte optionale Forderungen

Die sich aus diesen Forderungen heraus ergebenden Daten- und Informationsanforderungen lassen sich für eine Auswahl dieser Ansätze wie folgt zusammenfassen:

EN ISO 9001/ 14001:

Diese Standards bieten einen weltweit gültigen, branchen- und industrieneutralen Katalog zur Entwicklung und Implementierung von Qualitätsmanagementsystemen sowie von Umweltmanagementsystemen. Sie sollen die Transparenz der qualitäts- und umweltpolitischen Bemühungen von Unternehmen gegenüber Nachfragern steigern. EN ISO 9001/14001 ist verglichen mit EMAS mit weniger Aufwand verbunden.

EMAS:

Die EMAS-Verordnung (Eco-Management and Audit Scheme; <http://www.emas-logo.de>) stellt ein Umweltmanagementsystem dar, an dem sich Unternehmen und Organisationen freiwillig beteiligen können. Es hilft den Unternehmen, ihren betrieblichen Umweltschutz eigenverantwortlich und kontinuierlich zu verbessern und geht in seinen Forderungen über die gesetzlichen Regelungen hinaus. Gefordert werden u.a. regelmäßige Umwelterklärungen, in denen die eigene Umweltpolitik und das Umweltprogramm mit den konkreten Zielen für die Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes festgelegt sind, verbunden mit einer umfassenden, möglichst zahlenmäßigen Darstellung und Bewertung der Umweltauswirkungen eines jeden Standorts und der bereits erzielten Verbesserungen. Jede Umwelterklärung muss von einem unabhängigen, staatlich zugelassenen Umweltgutachter in festgelegten Zeitabständen überprüft werden (Auditierung). In der überarbeiteten Form EMAS II (VO EG 761/2001) ist das Angebot neben gewerblichen Unternehmen auch Dienstleistungsunternehmen und Unternehmen der Bau- und Landwirtschaft zugänglich.

HQZ:

Das überarbeitete baden-württembergische Qualitätszeichen für Agrarprodukte „gesicherte Qualität - Baden-Württemberg“ ehemals „Herkunfts- und Qualitätszeichen Baden-Württemberg“ ist für die Erzeuger mit erhöhten Anforderungen verbunden. Es umfasst 14 Produktbereiche beziehungsweise Produktgruppen und verlangt höhere Qualitätsstandards, als es die jeweiligen Fachgesetze vorsehen. Die Qualitäts- und Kontrollanforderungen sind auf andere Bundesländer übertragbar.

Öffentliche Anforderungen

Die sich aus diesen Forderungen heraus ergebenden Daten- und Informationsanforderungen lassen sich für eine Auswahl dieser Ansätze wie folgt zusammenfassen:

EAN:

EAN ist ein Identifikationsverfahren, das weltweit Verwendung findet und basiert auf einem Nummernsystem. In seinem Kern besteht der "EAN-Standard" heute aus den großen drei Nummern- und Codiersystemen, der Internationalen Lokationsnummer (ILN), der Internationalen Artikelnummer (EAN) und der Nummer der Versandeinheit (NVE), deren internationaler Name Serial Shipping Container Code (SSCC) ist. Er besteht darüber hinaus aus weiteren flankierenden Anwendungen, Kennzeichnungen und Nachrichtenstandards.

EUREP GAP:

EUREP GAP ist ein Qualitätssystem für die Landwirtschaft, an dem ca. 10 000 Erzeuger weltweit beteiligt sind. Es beinhaltet als Kriterien das jeweilige nationale Fachrecht, die gute Agrarpraxis, eine Verminderung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes, die Dokumentation der Lagerführung und definiert Mindestanforderungen in den Bereichen Lebensmittelsicherheit, Rückverfolgbarkeit, Arbeitsschutz, Sozialbedingungen und Umwelt. Es ist ein vollwertiges, akkreditiertes Zertifizierungssystem.

QS:

Das stufenübergreifende Qualitätssicherungssystem Qualität und Sicherheit (QS) verfolgt die Steigerung des Verbraucherschutzes. Die Anforderungen richten sich mindestens nach den gesetzlichen Bestimmungen und liegen somit teilweise auch darüber. Auflagen sind die systemeigenen Kriterien für die gesamte Produktionskette, Eigenkontroll- und Dokumentationswesen der Betriebe und Prüfung durch neutrale Kontrollstellen. Alle Betriebe entlang der Agro-Food-Chain können theoretisch an QS teilnehmen, jedoch sind noch nicht alle Produkte integriert.

Insgesamt wird erkennbar, dass der Informationsbedarf von verschiedenen Seiten groß und durch das Hinzukommen neuer Anforderungen wachsend ist. Zudem zeigen sich Bedarfsüberlappungen, die zu unerwünschter Redundanz bei der Aufzeichnung führen können und die Notwendigkeit einer Datenintegration deutlich machen.

Informationsverfügbarkeit

Während „Precision Agriculture - Technologien“ von technischer Seite her nahezu unbegrenzte Möglichkeiten der Datenverfügbarkeit schaffen, bestehen vergleichsweise große Defizite im Bereich der Auswertung und zielorientierten Aufbereitung und Auswertung dieser Daten, also im Bereich der Software und deren Nutzung.

Precision Farming

„Precision Farming“ steht bei betriebswirtschaftlicher Betrachtung für eine Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen unterhalb gegebener Flächenaggregate, etwa von Teilflächen gleicher Bodenfruchtbarkeit oder - anders ausgedrückt - gleicher Ertragsleistung sowie auch von künstlichen Flächenaggregaten im Sinne einer „virtuellen Flurbereinigung“ (Doluschitz 2003; Doluschitz 2002 a und b; KTBL 2002 a und b; Ludowicy et al. 2002).

Das hierzu notwendige technische Instrumentarium wurde vor einigen Jahren maßgeblich seitens der Ingenieurwissenschaften und der Informatik sowie den dazugehörenden Industriepartnern als induzierter technischer Fortschritt der Landwirtschaft vorgestellt und in den vergangenen Jahren stetig weiter entwickelt und erweitert. Vergleichsweise spät wurde dabei ermittelt, dass „Precision Farming“ in der entwickelten Form unter Praxisbedingungen einen relativ hohen Kapitalbedarf verursacht, mit hohen jährlichen Kosten verbunden ist und diese auf eine Phase der agrarmarktpolitischen Kurskorrektur treffen, in welcher die Wirtschaftlichkeit des Ackerbaus immer weniger von den Erträgen und Produktpreisen als vielmehr von flächengebundenen Prämienzahlungen geprägt wird.

Diesem Kapitalbedarf und den daraus resultierenden Kosten standen und stehen in Ermangelung wissenschaftlich fundierter Aussagen vergleichsweise unsichere Kosteneinsparungsmöglichkeiten gegenüber. Diese basieren insbesondere auf einer Produktionsoptimierung (Betriebsmitteleinsparung, Ausschöpfung lokaler Ertragspotenziale, Erhöhung der Ertragssicherheit, Qualitätssteigerung bei den Ernteprodukten (Inhaltsstoffe, Homogenität) sowie dem Schutz der Umwelt, einschl. Gewässer- und Luftkontaminierung), und auf einer Erfassung der Variabilität (Erträge, Bodenqualität, Nährstoffversorgung, Unkrautbonituren sowie Bodenverdichtungen). Dabei liegen quantitative Ergebnisse auch heute noch lediglich in begrenztem Umfang vor.

Aus ökologischer Sicht wird eine Verminderung der Ausbringungsmengen an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und damit die Verminderung der Stoffbelastung von Böden und Gewässern erreicht. Da der wirtschaftliche Einsatz der beschriebenen Technik andererseits Mindest-Schlaggrößen voraussetzt, ist damit die Tendenz zur Verarmung vormals abwechslungs- und biotopreicher Kulturlandschaften sowie evtl. auch einer Erhöhung der Erosionsgefahr grundsätzlich nicht auszuschließen.

Die Vorbehalte und Gegenstimmen gegenüber dieser Technologie werden lauter und zahlreicher. Hierbei werden Probleme des Mangels an konkreten Konzepten und Anwendungsempfehlungen sowie einer Reduzierung des notwendigen Kapitalbedarfs vor allem auch Unterstützung bei der betriebswirtschaftlichen Systembewertung, beim Datenmanagement und bei der Anwendung geeigneter Auswertungssoftware genannt.

Eine Teilflächenbewirtschaftung wird bei derzeitigem Kenntnisstand landläufig dann empfohlen, wenn signifikant heterogene große Schläge vorherrschen, wenn es auf möglichst umfangreichen Flächen eingesetzt und damit Degressionseffekte in möglichst großem Umfang ausgeschöpft werden können. Besonders geeignet scheint der Einsatz dieser Technik deshalb in überbetrieblicher Form, z.B. im Rahmen von Maschinenringen oder Lohnunternehmer-Dienstleistungen.

Positiver ist die Entwicklung in der Tierhaltung einzustufen (Brunsch 2001; Doluschitz et al. 2003; Doluschitz und Moriz 2003; Moriz und Doluschitz 2002; Moriz, 2002). Das System des Precision Dairy Farming, stellvertretend für Systeme des Precision Livestock Farming, stellt einen umfassenden konzeptuellen Ansatz für eine ökonomisch und ökologisch nachhaltige Milcherzeugung dar, die sich an hohem Qualitätsstandard und hohen Graden an Umwelt-, Tier- und Verbraucherschutz orientiert. Basis dieser Techniken ist - als Pendant zur satellitengestützten Ortung im Ackerbau - die Identifizierung von Einzeltieren an allen Orten gängiger Tierhaltungs-

systeme. Praxisreif, wirtschaftlich und somit weit verbreitet sind entsprechende Techniken in den Arbeitsbereichen „Melken“ und „Kraftfuttermittelvorgabe“, darüber hinaus im Bereich der Lebendmassebestimmung.

Durch wachsende Anforderungen seitens höherer Umweltstandards, erweiterter Nachweispflichten und stärkerer Qualitätsbestrebungen wird das Einsatzspektrum der beschriebenen Technologien und damit auch der durch diese gestiftete Nutzen erweitert, wodurch sich zusätzlich Akzeptanz und Implementierungsdruck ergeben.

Hardware-Ausstattung

Abbildung 2 macht deutlich, dass der Durchdringungsgrad von landwirtschaftlichen Unternehmen und mittelständischen agrargewerblichen Unternehmen mit EDV-Hardware und branchenneutraler Standardsoftware vergleichsweise hoch und im Vergleich über die drei genannten Gruppen hinweg relativ ähnlich ist (Doluschitz und Pape 2001).

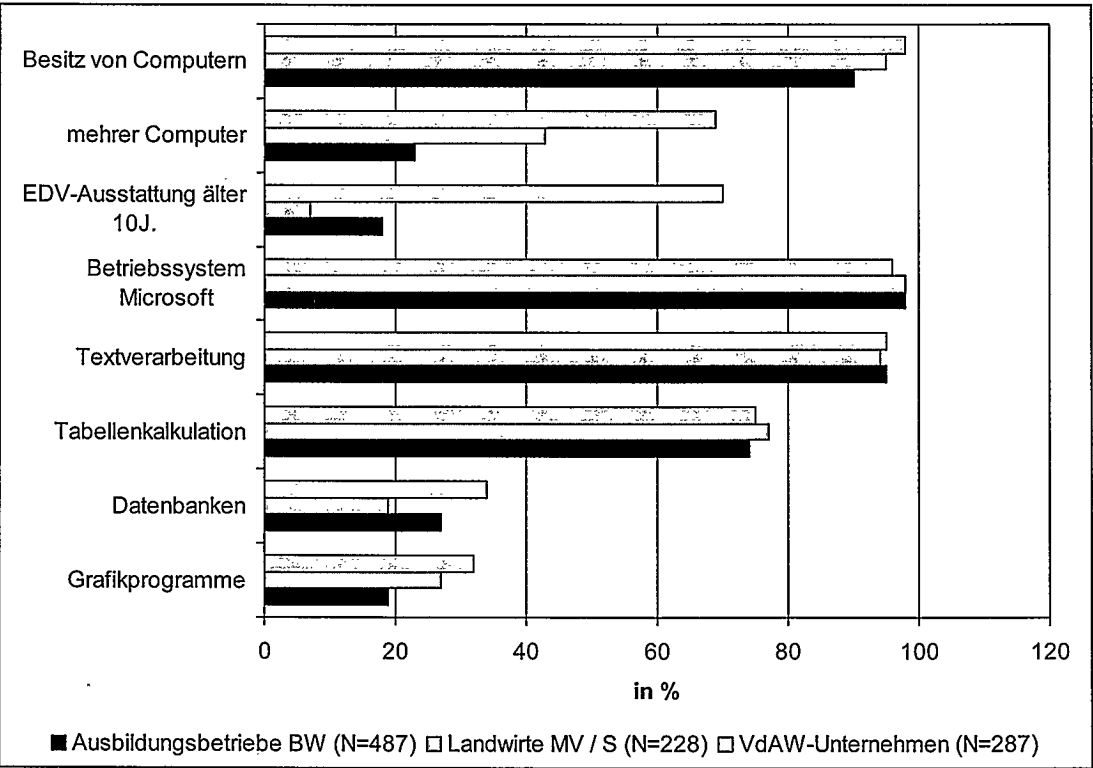


Abb. 2: Ausstattung mit Hardware und Standardsoftware 2000 in landwirtschaftlichen Ausbildungsbetrieben in Baden-Württemberg (BW), Mecklenburg-Vorpommern (MV) sowie in mittelständischen agrargewerblichen Unternehmen (VdAW) (Quelle: Doluschitz und Pape 2001)

Die Ausstattung mit Software aus dem branchenneutralen Bereich wird eindeutig dominiert von Microsoft-Produkten (Betriebssystem Windows und Office-Paket).

Branchensoftware

Ausgehend von obigen Ausführungen wächst auch der Druck hinsichtlich eines effizienteren Daten- und Informationsmanagements erheblich, wobei auf der anderen Seite die landwirt-

schaftliche Praxis traditionell hinsichtlich der Durchführung sog. „Schreibtischarbeiten“ vergleichsweise eher zurückhaltend ist (vgl. u.a. Doluschitz und Spilke 2002a und b); Emmel et al. 2003 sowie die dort jeweils angegebene weiterführende Literatur).

Die chronologische Entwicklung von Informationssystemen in Unternehmen der landwirtschaftlichen Primärproduktion findet ihren Ursprung in manuellen Systemen, die einem chronologischen Aufbau folgten und ihren Ausdruck in Notiz- und Tagebüchern fanden. Diese Instrumente haben eine lange Tradition sowohl in den Bereichen des Ackerbaus, als auch in der Tierhaltung. Während diese Systeme als Aufzeichnungs- und Dokumentationssysteme durchaus flexibel einsetzbar waren, zeigen sie auf Grund ihres chronologischen Aufbaus insbesondere Probleme bei der Datenzusammenführung und -auswertung.

Die Ziele des Einsatzes geeigneter Anwendungssoftware in Unternehmen der landwirtschaftlichen Primärproduktion entsprechen weitgehend den bereits weiter oben beschriebenen Anforderungen an das betriebliche Informationsmanagement, wie es in Abbildung 3 systematisch beschrieben ist. Sie umfassen die Prozessüberwachung, Ablaufplanung von Produktionsprozessen und Betriebszweigen, die Dokumentation und Integration (horizontal und vertikal), das Controlling von Betriebszweigen, Gesamtbetrieb und Umwelt, die Planung und Optimierung von Betriebszweigen, Produktionsmitteleinsatz, Gesamtbetrieb und Umwelt sowie die Effizienzsteigerung bei der Geschäftsabwicklung, beim Büromanagement und bei der Kommunikation.

Dieses Zielspektrum lässt erkennen, dass sowohl Systeme mit Aufgabenbereichen auf der Ebene von Betriebszweigen als auch solche mit Aufgaben auf gesamtbetrieblicher Ebene benötigt werden, solange das Problem der gesamtbetrieblichen Integration noch nicht abschließend gelöst ist.

Der Bereich des Ackerbaus ist informationstechnisch umfassend und am besten abgedeckt (Abbildung 4). Das zentrale Instrument integrierter Systeme stellt hier die Ackerschlagkartei dar, deren Einzelmodule das Flächenmanagement, die Düngung, den Pflanzenschutz, Bonituren, die Arbeitserledigung, Betriebswirtschaft, Nachweisführung, Lagerhaltung sowie die Verwaltung von Wetterdaten übernehmen und die darüber hinaus über Schnittstellen die Kommunikation zu den Produktionsprozessen (z. B. „Precision farming“), zu anderen Software-Systemen des Betriebes und in überbetrieblicher Hinsicht sicherstellt.

Bei der Rinderhaltung sind bzgl. der informationstechnischen Umsetzung Unterschiede zwischen der Milch- und Rindfleischherzeugung festzustellen. Maßgeblicher Grund hierfür ist die Tatsache, dass Milchkühe über einen längeren Produktionszyklus im Betrieb sind als dies bei Masttieren der Fall ist.

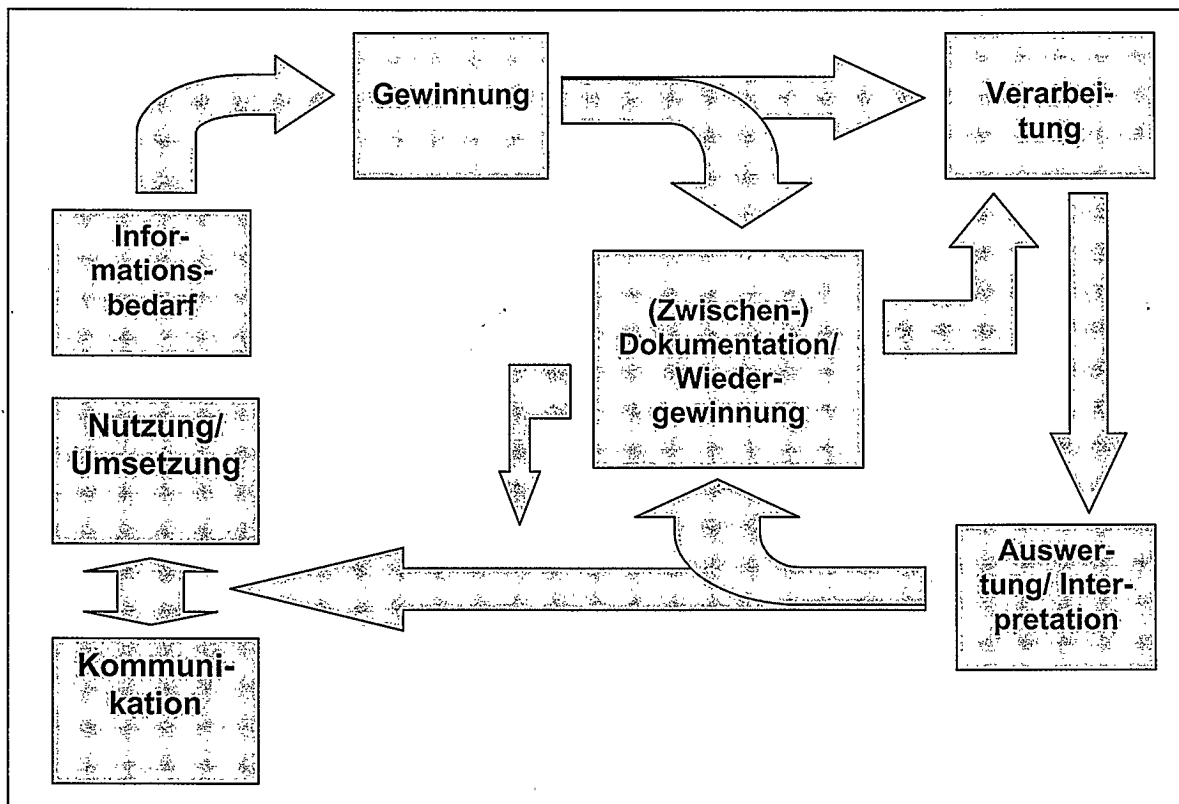


Abb. 3: Stufen eines systematischen Informationsmanagements

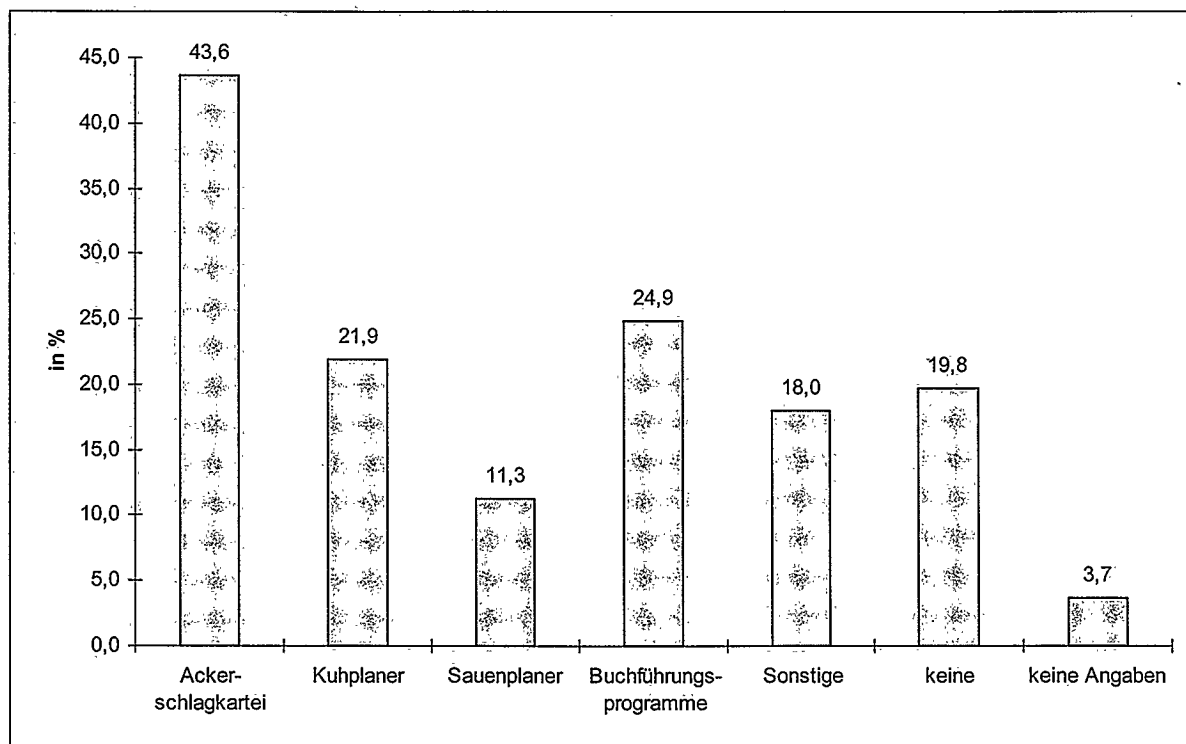


Abb. 4: Verbreitung von Branchensoftware in landwirtschaftlichen Ausbildungsbetrieben in Baden-Württemberg 2000 (Quelle: Doluschitz und Pape, 2001)

Neben der Einzeltierkarte als zentrales Dokumentationsinstrument übernehmen Informationssysteme für die *Milcherzeugung* Kalenderfunktionen, organisieren das Herdenmanagement, optimieren die Fütterung, überwachen die Tiergesundheit und leisten Unterstützung bei betriebswirtschaftlichen Auswertungen, Antragsverfahren und bieten darüber hinaus entsprechende Schnittstellen, eine Kontaktschiene zu Produktionsprozessen, zu vorhandener Software zu anderen Betrieben in horizontaler Ebene und zu im Bereich der Milcherzeugung tätigen Organisationen in vertikaler Linie.

Im Bereich der *Rindfleischerzeugung* werden vorwiegend gesamte Bestände oder Tiergruppen gemeinsam verwaltet. Bestandsregister und Herdenkalender bilden die Basis für diese Aufgabe. Darüber hinaus verfügen spezielle Informationssysteme über Module zur Maststrategie, zur Planung, zur Optimierung der Fütterung, zur Überwachung der Tiergesundheit und unterstützen betriebswirtschaftliche Auswertungen in verschiedener Hinsicht. Zusätzliche Module befassen sich mit der Schlachtabwicklung. Hier werden die entsprechenden Abrechnungen abgewickelt und kontrolliert. Schnittstellen schaffen Kontakt zu anderer vorhandener betrieblicher Software sowie zu anderen Mastbetrieben.

Ähnlich wie in der Rinderhaltung ist auch in der Schweinehaltung eine Differenzierung zwischen der Ferkelerzeugung und der Schweinemast bzgl. des Leistungsspektrums bei Informationssystemen feststellbar. Der Grund liegt auch hier darin, dass Muttersauen i. d. R. über mehrere Produktionsperioden im Betrieb sind.

Ähnlich wie bei der Milchproduktion bilden auch bei der *Muttersauenhaltung* Einzeltierkarten und Herdenkalender die zentrale Basis für Informationssysteme, die darüber hinaus die Fütterung und die Tiergesundheit überwachen und betriebswirtschaftliche Auswertungsmöglichkeiten bieten. Über Schnittstellen sind die Produktionsprozesse, andere Software des Betriebes erreichbar und es ist ein enger Kontakt zu anderen Betrieben und Organisationen möglich. Dies ist in der Schweinehaltung von besonderer Bedeutung, da hier mehr als in anderen Betriebszweigen arbeitsteilige Wirtschaftsformen zu finden sind, bei denen mehrere Betriebe in engem Kontakt zueinander stehen müssen. Darüber hinaus wird auch von der Beratungsseite über Ferkelerzeugerringe eine enge Kommunikation zwischen Betrieben einerseits und übergeordneten Einrichtungen andererseits gepflegt.

Im Rahmen der Einbindung in arbeitsteilige Betriebsabläufe ist auch die Schweinemast in überbetriebliche Netzwerke integriert. Darüber hinaus finden wir im Mastbereich - ähnlich wie in der Rindermast - Informationssysteme, die Tiergruppen verwalten, Maststrategien erstellen, das Fütterungsmanagement übernehmen, Möglichkeiten zur betriebswirtschaftlichen Auswertung bieten und die Schlachtabwicklung unterstützen und kontrollieren.

Sonstige Betriebszweige lassen sich ebenfalls mit Hilfe spezifischer Software unterstützen. Es handelt sich dabei um das Management von Grünländereien, von Forstanlagen, gartenbauliche Betriebszweige, den Obst- und Weinbau und in der Tierhaltung in nennenswerter Form der Bereich der Geflügelhaltung.

Auf der *Gesamtbetriebsebene* werden die für einzelne Betriebszweige vorgestellten Informationssysteme zusammengeführt und mit Informationssystemen auf Führungsebene koordiniert. Integrierte Systeme, die den Gesamtbetrieb abdecken, befinden sich in der Entwicklung. We-

sentlicher Problembereich hierbei ist die Tatsache, dass bei diesen Systemen die Datenstrukturen aus dem steuerlichen Rechnungswesen, die von außen vorgegeben sind, und derjenigen einzelner Betriebszweige aufeinanderprallen und bzgl. ihrer unterschiedlichen Zielstellung nur bedingt gegeneinander abgleichbar sind.

Die Systeme auf der Führungsebene lassen sich wie folgt systematisch von einander abgrenzen:

- Controlling und Dokumentation,
- Planung und Optimierung,
- betriebliches Umweltmanagement,
- Geschäftsabwicklung mit Office-Software,
- Vernetzung und Kommunikation,
- Büromanagement mit Office-Software.

Im Bereich *Controlling* und *Dokumentation* dominieren EDV-gestützte Buchführungssysteme. Diese übernehmen die Aufgaben der laufenden Buchführung, der Kostenrechnung sowie der Betriebsanalyse und bilden eine Schnittstelle zum BML-Jahresabschluss. Darüber hinaus sind Controlling- und Dokumentationssysteme für die Bereiche des Flächenmanagements und des Fuhrparkmanagements verfügbar. Systeme zum Flächenmanagement bedienen sich der Software aus dem Bereich Geographischer Informationssysteme (GIS), die im folgenden Abschnitt ausführlicher beschrieben werden.

Zur *Planung* und *Optimierung* liegen Voranschlagsprogramme vor, die vom Grundsatz her auf der Technik von Tabellenkalkulationsprogrammen aufbauen. Darüber hinaus gibt es traditionell einen wichtigen Bereich der Optimierungsprogramme, die auf der Basis mathematischer Optimierungsalgorithmen aufgebaut sind.

Zur Strukturierung und Unterstützung des *betrieblichen Umweltmanagements*, das in den vergangenen Jahren immer stärker an Bedeutung gewonnen hat und im Rahmen von gesetzlichen und betrieblichen Aktivitäten konkrete Formen annimmt, liegen eine Reihe von Spezialprogrammen für Unternehmen der landwirtschaftlichen Primärproduktion vor, die die Bereiche der Fruchtfolgeplanung, der mineralischen und organischen Düngung, des Pflanzenschutzes und der Fütterung abdecken.

Die *Geschäftsabwicklung* spielt insbesondere in direktvermarktenden landwirtschaftlichen Betrieben eine besondere Rolle, ist aber auch Element von betrieblichen Abläufen in landwirtschaftlichen Unternehmen, die an zwischengeschaltete Handelsstufen liefern. Office-Software kann in diesen Bereichen in vielfacher Hinsicht recht flexibel eingesetzt werden. Anzusprechen sind die Bereiche der Investitionen der Finanzierung, des Marketings, des Vertriebs, des Personalmanagements und - als Bestandteil vom Personalmanagement - die Lohn- und Gehaltsabrechnung.

Zur effizienten Gestaltung einer inner- und überbetrieblichen Vernetzung und der Gewährleistung einer reibungslosen *Kommunikation* sind Informationssysteme zur Netzunterstützung notwendig. Bezüglich der globalen Vernetzung im Rahmen des Internet bilden Browser und E-Mail-Programme die Basis für eine reibungslose Kommunikation.

Schließlich sind allgemeine *Büroaufgaben* wesentlicher Bestandteil einer effizienten Unternehmensführung und müssen demgemäss ebenfalls seitens der Informationstechnik unterstützt werden. Zu nennen sind hier das Management der Kontakte des Unternehmens (z.B. Adressenverwaltung), die Abwicklung der Korrespondenz und die allgemeine Büroorganisation, die ebenfalls mit geeigneter Office-Software unterstützt werden kann.

Technische Entwicklungserfordernisse

Precision Agriculture

Die weiter oben beschriebene Entwicklung beim Komplex „Precision Agriculture“ zeigt, dass bei der Entwicklung solch komplexer technischer Neuerungen, deren Vorteile nicht sofort offen auf der Hand liegen, die ggf. auch Risiken in sich bergen, das frühzeitige intensive Zusammenwirken zwischen den Bereichen Entwicklung (Ingenieure), Anwenden (Landwirten) und Bewerten (Betriebswirten) etabliert werden sollte und unabdingbar ist.

Integration

In konsequenter Weiterentwicklung der in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Informationssystemen auf Betriebszweig- und Gesamtbetriebsebene stehen mittlerweile integrierte bis hoch integrierte Informationssysteme für komplette Betriebszweige bzw. gesamte Betriebe sowie Aufgaben auf der Führungsebene an der Schwelle der Implementierung in die Praxis zur Verfügung (vgl. auch Doluschitz und Spilke 2002a).

Im Sinne der Wiederherstellung eines Ganzen sollen die einzelnen Elemente des Systems „landwirtschaftliche Primärproduktion“, die voneinander abhängig sind, ineinander greifen oder zusammenwirken, verstanden werden. Dabei handelt es sich um all diejenigen Elemente, die im weitesten Sinne Informationen darstellen und im Rahmen der Kommunikation auch übermittelt werden können.

Auf operationaler Ebene sollte die Integration die folgenden Ziele im Auge haben:

- Zurückdrängung künstlicher organisatorischer Unternehmensstrukturen,
- Reduktion des personellen Inputs,
- Realisierung moderner betriebswirtschaftlicher Konzeptionen (u.a. auch elektronische Geschäftsabläufe),
- Minimierung von Datenerfassungsfehlern,
- Minimierung des Vergessens von Tatbeständen,
- Minimierung der Datenredundanz und damit des Speicher- und Dokumentationsaufwandes,
- Fehlervermeidung.

Gegenstände einer systematischen Integration sind dabei Daten, Funktionen und Programme.

Datenintegration führt *Daten* logisch zusammen. In der einfachsten Form übergeben Teilsysteme Daten automatisch an andere. In ausgeprägteren Formen werden die Daten für mehrere oder alle Programme in gemeinsamen Datenbanken bereitgehalten. Diese Aufgabe wird dadurch unterstützt, dass in nahezu allen landwirtschaftlichen Betriebszweigen sich Daten teil- bzw. vollautomatisch erfassen lassen.

Die Integration von *Funktionen* beinhaltet, dass diese informationstechnisch miteinander verkettet werden. Beispielsweise werden die im Produktionsprozess erfassten Naturaldaten nach Durchführung einer Plausibilitätskontrolle im Rahmen von Software auf Betriebszweigebene zu wertorientierten Daten verarbeitet (z.B. im Rahmen der Deckungsbeitragsrechnung) und von dort aus betriebszweigübergreifend oder auf gesamtbetrieblicher Ebene (z.B. im Rahmen des Rechnungswesens oder der Betriebsplanung) weiter verwendet.

Programmintegration stellt auf die Abstimmung einzelner *Programme* - begriffen als Software-Bausteine - im Rahmen eines integrierten Systems ab. Während die Funktionsintegration das fachlich-inhaltliche Geschehen im Unternehmen abbildet, ist das Ziel der Programmintegration die DV-technische Realisierung der verschiedenen Komponenten.

Wesentlicher Problembereich bei der Integration zwischen der Betriebszweig- und der Gesamtbetriebsebene ist die Tatsache, dass bei diesen Systemen die Datenstrukturen aus dem steuerlichen Rechnungswesen, die von außen vorgegeben sind, und derjenigen einzelner Betriebszweige aufeinanderprallen und bzgl. ihrer unterschiedlichen Zielstellung nur bedingt gegeneinander abgleichbar sind.

AgroXML als Standardformat

Defizite und Hemmnisse für eine hinreichende Integration auf horizontaler Ebene insbesondere im innerbetrieblichen Bereich und vertikal entlang der Agro-Food-Chain entstehen durch nicht verfügbare oder unzureichende Datenstandards. Mit AgroXML (KTBL, 2004) können und sollen solche Datenstrukturen und -formate als open-source erstellt und abgestimmt werden, die den Datenaustausch auf der Produktions- und Lieferkette ermöglichen und zusätzlich unterschiedlichen Datendienstleistern als Standard dient.

Implementierungsstrategien

(Fallbeispiel: Führungsinformationssystem für die Zuckerwirtschaft)

Ziel des entsprechenden Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines anwenderfreundlichen, umfassenden, datenintegrierenden und schlagbezogenen Führungsinformationssystems (FIS) für die Zuckerwirtschaft, das Geographie-, Fernerkundungs- und Attributdaten beinhaltet (Laudien 2004; Laudien et al. 2004; Laudien et al. 2003a und b).

Das Führungsinformationssystem basiert auf der Software ArcGISTM 8.3 der Firma ESRI®. Grundlage des FIS bildet eine relationale Geodatenbank (= Daten werden in Tabellen verwaltet, die über einen Schlüssel miteinander verknüpft sind), die neben den Sach-/Attributdaten auch die Geometriedaten verwaltet. Kleinste geographische Einheit des Systems ist der digitalisierte Zuckerrübenschlach, der durch Geometrie und Datenbankschlüssel eindeutig identifizierbar ist.

Das Hauptaugenmerk bei der Entwicklung des Systems liegt in der schlagbezogenen Dokumentation aller einzelnen Prozesse der Wertschöpfungskette „Zuckerrübe“ innerhalb eines Anbaujahrs. Mit Hilfe des FIS kann jeder Schritt, von der Bodenanalyse bis zur Anlieferung der Rüben an die Zuckerfabrik, nach- und zurückverfolgt werden. Um dies zu ermöglichen, sind neu entwickelte GIS Komponenten in das FIS integriert worden:

- Das Identifikationswerkzeug erzeugt und visualisiert die schlagspezifische Dokumentation durch Anklicken eines Flurstückes.
- Die tägliche Rübenanfuhr einer Zuckerfabrik umfasst 600-800 Fuhren. Um schlagspezifische Qualitätsaussagen treffen zu können, musste die Zuordnung der Ladungen zu den einzelnen Schlägen gewährleistet werden. Dies ermöglicht ein eigenes WinCE-Programm, das LKW-Parameter während der Beladung in einer Datenbank speichert und im Nachhinein mit den Ergebnissen der Rübenanalysen verknüpft.
- Eine weitere Aufgabe besteht in der Prüfung von Wuchsanomalien unter Verwendung von hyperspektralen Messungen, um biotische (Krankheiten) oder abiotische Faktoren abschätzen zu können. Hierfür wurden spektrale Reflexionen auf Parzellen eines künstlich mit *Rhizoctonia solani* var. *betae* inokulierten Versuchsfelds mit Hilfe eines Feldspektroradiometers erhoben und eine Spektralbibliothek angelegt. Um die Felddaten in eine größere Region übertragen zu können, wurden zusätzlich traktor- und flugzeuggestützte hyperspektrale Messungen durchgeführt.

Unter Verwendung des FIS können alle gespeicherten Informationen den zugehörigen Schlägen zugeordnet werden. Dies ermöglicht die vollständige Nach- und Rückverfolgbarkeit, kann somit zur Dokumentation und Qualitätssicherung herangezogen werden und liefert auch Informationsinput für die betrieblichen Managementaufgaben.

Perspektiven

Die Koordinationsaufgabe, die existierenden „Software-Insellösungen“ des Agrar- und Lebensmittelsektors miteinander zu einem Informationsverbund zu vernetzen, stellt neben der Schaffung von Datenstandards angesichts der Besonderheiten sowohl bei der Erzeugung von Lebensmitteln über mehrere Fertigungsstufen hinweg als auch der im Vergleich zur Industrie hohen Variabilität der Agro-Food-Chain besondere Anforderungen. Die Variantenvielfalt an Lieferkettenkonfigurationen, die Tatsache dass Produzenten zugleich Lieferanten ihrer eigenen Lieferanten sein können (z.B. org. Dung, Tiermehl) schafft komplexe Lieferbeziehungen, denen eine Vernetzung der Systeme entsprechen muss. Auch der hohe Mobilitätsbedarf (insbesondere im Bereich der pflanzlichen Erzeugung) erschwert die Problemlösung. Hinzu kommt, dass aktuell für die Darstellung der Agro-Food-Chain keine Repräsentationssprache existiert, die eine Rückverfolgung von Maßnahmen bzw. deren Auswirkungen am Produkt über mehrere Fertigungsstufen und Unternehmensgrenzen hinweg in ausreichendem Maße gestattet.

Vision künftiger Forschungsvorhaben und Umsetzungsbestrebungen muss es sein, durch Kapselung und Datenstandards der existierenden Unternehmenssoftwares auf semantischer Ebene zueinander interoperable Softwarekomponenten entstehen zu lassen, die die Funktionalität der

Kernsysteme einerseits beibehalten und andererseits so weit als sinnvoll Interoperabilität zwischen den vormals „Software-Insellösungen“ ermöglichen. Eine Planung, Steuerung und Kontrolle der Agro-Food-Chain wird so durch einen dezentral organisierten Softwareverbund unterstützt. Methoden und Verfahren der künstlichen Intelligenz gestatten es den Kapselhüllen, als intelligente Fassaden Funktionen und Dienste komplexer Kernsysteme für andere Komponenten in einer Form zugänglich zu machen, die eine dynamische und weitgehend autonome Rekonfiguration des Softwareverbundes gestattet.

Konkrete Zielstellung muss es vor diesem Hintergrund sein, einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung einer komponentenbasierten Softwarearchitektur zur Planung, Steuerung und Kontrolle der Agro-Food-Chain, sowie zum Entwicklungsprozess der so entstehenden vernetzten Softwareverbunds zu leisten. Dabei sollten für beteiligte Softwareentwickler frei verfügbare Kapselungskonzepte, Migrationstrategien, Konfigurationsverfahren und Werkzeuge sowie eine Auswahl an Software-Fertigbausteine bereit gestellt werden, die es diesen erlauben, ihre Produkte zu Komponenten des Softwareverbunds ohne tief greifende Änderungen im Code der Kernsysteme zu erweitern.

Folgende Herausforderungen werden vor dieser Gesamtzielstellung vom Projektvorhaben adressiert:

Datenmodellierungsproblematik: Es muss ein semantisches Referenzmodell auf der Grundlage einer logikbasierten semantischen Repräsentationssprache bereit gestellt werden, das es den Softwarehäusern und insgesamt allen am System Beteiligten gestattet, kooperativ an der Bildung des gemeinsamen Softwareverbunds unter Beachtung der domänenspezifischen Forderung nach Rückverfolgbarkeit und Qualitätssicherung entlang der Agro-Food-Chain zu arbeiten.

Komponenten- und Systemarchitektur: Ausgehend von der Struktur und der Charakteristika der „Software-Insellösungen“ sowie den Anforderungen, die sich aus der Planung, Steuerung und Kontrolle der Food Chains ergeben, sind Architekturen, Methoden, Verfahren sowie Kapselungs- und Kompositions-Werkzeuge, aber auch Migrationsstrategien bereitzustellen, anhand derer die Komposition des Softwareverbunds durch die Softwarehäuser erfolgen kann.

Semantische Interoperabilität: Aufbauend auf abstrakten Begriffen und Beziehungen muss eine domänen- und problemspezifische Ontologie (z.B. AgroXML; vgl. auch KTBL, 2004) bereitgestellt werden, die als Grundlage für die semantische Integration der Softwarekomponenten ebenso dient, wie sie Basis für die Rahmenarchitektur und Komponentendokumentation ist. Zielsetzung ist ein ganzheitlicher semantischer Ansatz, der eine effiziente Nutzung aller Komponenten bzw. deren Dokumentation durch Menschen und Software gleichermaßen gestattet.

Ökonomie: Zusätzlich zum Druck, der von Seiten der Kunden bzw. vom Gesetzgeber ausgeht, ist es notwendig, Softwarehäusern wie Nutzern aus der Agro-Food-Chain die betriebswirtschaftlichen Vorteile der Komponentisierung bestehender Systeme und damit der Schaffung eines vernetzten Softwareverbunds anhand der Bereitstellung von Referenzimplementierungen, Analyseergebnissen und Vorschlägen für Geschäfts- wie Erlösmodelle zu verdeutlichen.

Zusammenfassung

Die Agrar- und Verbraucherpolitik der EU ist aktuell maßgeblich u.a. von gesellschaftlichen Veränderungen in Richtung Tier-, Umwelt- und Verbraucherschutz geprägt. In diesem Zusammenhang ist insbesondere auch auf die neuen lebensmittelrechtlichen Basisbestimmungen der EU (Rückverfolgbarkeit im Sinne der Art. 18-20 der VO EG 178/2002) hinzuweisen. Es ist davon auszugehen, dass betriebsübergreifende Qualitätssicherung künftig zum zentralen Wettbewerbsfaktor in der Agrar- und Lebensmittelbranche wird. Diese Situation trifft in zahlreichen Regionen auf eine Agrarstruktur kleinbetrieblicher Prägung in den Bereichen der Primärproduktion, z.T. aber auch in den vor- und nachgelagerten Bereichen, einschließlich der Entwickler branchenspezifischer Software.

Die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Daten aus den landwirtschaftlichen Produktionsprozessen der Unternehmen ist grundsätzlich und insbesondere von technischer Seite her sehr gut. Vergleichsweise große Defizite herrschen hingegen noch bezüglich eines systematischen Daten- und Informationsmanagements auf der Ebene landwirtschaftlicher Primärproduktionsbetriebe sowie auch entlang der Partner der Agro-Food-Chain.

Anliegen dieses Beitrages ist es vor diesem Hintergrund, den Informationsbedarf landwirtschaftlicher Unternehmen (inner- und überbetrieblich) zu skizzieren. Dabei werden neben den Anforderungen seitens des betrieblichen Managements sowie die durch Qualitätssicherungs- und Rückverfolgbarkeitsbestrebungen entstehenden, als auch die von öffentlicher Seite an die Landwirtschaft herangetragenen Daten- und Informationsnachfragen berücksichtigt. Diesem Informationsbedarf wird die Informationsverfügbarkeit (technisch möglich bzw. praktisch umgesetzt) gegenübergestellt, und es werden Defizite erkennbar gemacht. Technische Lösungen zur Auflösung dieser Defizite sind verfügbar und werden neben geeigneten Implementierungsstrategien vorgestellt, bevor dann schließlich künftige Entwicklungspfade exemplarisch aufgezeigt werden.

Résumé

Comment les technologies de l'information peuvent améliorer la gestion de la production, la garantie de la qualité et la traçabilité dans la filière agro-alimentaire - nécessité, stratégies et perspectives

Les politiques communautaires menées à l'heure actuelle par l'UE dans les domaines de l'agriculture et de la consommation suivent pour l'essentiel l'évolution de la société, laquelle attache une importance croissante à la protection des animaux, de l'environnement et des consommateurs. On soulignera à cet égard l'existence de nouvelles dispositions-cadre dans la législation alimentaire de l'UE (traçabilité au sens des articles 18-20 du Règlement (CE) N° 178/2002). Il faut considérer que la garantie de la qualité au-delà de l'entreprise isolée est appelée à jouer un rôle concurrentiel déterminant dans le secteur agro-alimentaire. Or il se trouve que dans bien des régions, le secteur agricole est structuré en petites entreprises, notamment au niveau de la production primaire, mais en partie aussi dans les autres secteurs, si-

tués aussi bien en amont qu'en aval, sans oublier les entreprises qui mettent au point les logiciels spécifiques à ces secteurs de l'économie.

La disponibilité de données de qualité élevée provenant des entreprises et concernant les processus de production agricole est très bonne en général et en particulier du point de vue technique. Par contre, il subsiste d'assez graves lacunes s'agissant de la systématisation de la gestion des données et de la gestion de l'information à l'échelon des entreprises agricoles actives dans la production primaire et de toutes les étapes de la filière agro-alimentaire.

La présente contribution se propose donc de caractériser brièvement les besoins en information des entreprises agricoles (informations internes à chaque entreprise et informations interentreprises). Nous prenons en compte les demandes de données et d'information sur le secteur agricole, qu'elles soient dictées par les exigences de la gestion d'entreprise ou par le souci de garantir la qualité et d'établir la traçabilité, ou qu'elles émanent des autorités compétentes. Cette liste des besoins est ensuite confrontée aux informations disponibles (c'est-à-dire qu'il est techniquement possible de fournir ou qui sont effectivement collectées), ce qui fait apparaître les lacunes existantes. Des solutions techniques, que nous présentons dans ces pages, permettent de combler ces lacunes; notre contribution décrit ensuite les stratégies d'implémentation qui conviennent et donne, en conclusion, des exemples concrets illustrant l'évolution qui se dessine pour l'avenir.

Summary

The contribution of information technology to production management, quality assurance and traceability in the agro-food chain: need, strategies and prospects

EU agricultural and consumer policy is currently shaped, in particular, by social changes connected with animal, environmental and consumer protection. Mention has to be made in this respect of the new EU basic provisions concerning food law (traceability in accordance with Art. 18-20 of Regulation (EC) no. 178/2002). It may be assumed that agricultural quality assurance will in future be a key competitive factor in the agricultural and food sector. In many regions, this situation comes up against an agricultural structure characterised by small farms on the primary production side, and in some cases also in upstream and downstream areas, including branch-specific software developers.

The availability of high-quality data from agricultural production processes is very good in principle and especially as far as the technical aspect is concerned. Comparatively wide gaps still persist, though, as regards systematic data and information management at the level of primary producers in agriculture and other enterprises along the agro-food chain.

This paper sets out to describe the information requirement of agricultural businesses (inside the farm and between businesses). As well as the requirements of farm management and those deriving from quality assurance and traceability endeavours, account is also taken of data and information demands from public authorities to the agricultural industry. This need for information is compared to the availability of information (technically possible and/or implemented in

practice) and shortfalls are identified. Technical solutions to solve these problems are available and these are presented together with appropriate strategies for implementation, before going on to point up future development paths with reference to examples.

Literatur

Brunsch R., 2001. Produktionsmanagement im Kuhstall - Möglichkeiten und Anforderungen. Vortrag anlässlich des GIL-Workshop „IT-Anwendungen im Agrarmanagement - Aktueller Stand und Perspektiven“ am 5. und 6. April 2001 in Berlin.

Doluschitz R., 2003a. Informationsmanagement in Milchviehbetrieben als Grundlage für ein systematisches Controlling. Vortrag beim Rinderzuchtverband Mecklenburg-Vorpommern am 30. Januar 2003.

Doluschitz R., 2003b. Precision Agriculture - Applications, Economic Considerations, Experiences and Perspectives. Paper and Proceedings of the EFITA 2003, Debrecen, Hungary, pp. 690-698.

Doluschitz R., 2002a. Rechnet sich Precision Farming (Streiflicht). Landtechnik 57 (6).

Doluschitz R., 2002 b. Precision Farming - Stand der Technik und Anwendung, Erfahrungen und Perspektiven. Lithuanian University of Agriculture International Scientific Conference „Information Technologies in Agriculture: Research and Development“, October 16-17, 2002.

Doluschitz R., 2000. Beurteilung und Qualitätssicherung von Agrarsoftware - Ein pragmatischer Ansatz aus Anwendersicht. Zeitschrift für Agrarinformatik 8 (2000; H. 4), 73-79.

Doluschitz R., 1997. Unternehmensführung in der Landwirtschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Doluschitz R. und Pape J., 2001. Der Einsatz von EDV und Internet in der Agrarwirtschaft. Ber. Ldw. 79 (2), 251-274.

Doluschitz R. und Moriz Ch., 2003. Computergestützte Milchproduktion - Möglichkeiten und Chancen. Proceedings of the 6th Conference - Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming 2003, Georg-August-Universität Göttingen, S. 206-210.

Doluschitz R., Spilke J., Büscher W., Fahr R.-D., Lehner W., 2003. Precision Dairy Farming - Integrativer Ansatz für eine nachhaltige Milcherzeugung. Zeitschrift für Agrarinformatik 11, S. 19-25.

Doluschitz R. und Spilke J., 2002a. Agrarsoftware auf dem Weg zur integrierten Lösung. Vortrag anlässlich des GIL-Workshops „Information und Kommunikation im Dienste landwirtschaftlicher Betriebe“ im Rahmen der Agrar-Computer-Tage am 03. März 2002 in Göttingen.

Doluschitz R. und Spilke J., 2002b. Agrarinformatik. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Emmel M., Pape J. and Stricker S., 2003. Situation of Agricultural Information and Communication Technology (ICT) in Germany. Proceedings of the EFITA-Conference 2003, Debrecen, Ungarn, pp. 690-698.

<http://www.q-s.info>
<http://www.qualityfood.be/de/pages/dframset.htm>
<http://www.haccp.de>
<http://www.iso.ch/iso/en/ISOOnline.frontpage>
<http://www.eurep.org>
<http://www.kompaktnet.de>
<http://www.rueckverfolgbarkeit.de>
<http://www.verbraucherministerium.de>
<http://www3.verbraucherministerium.de/index-00045F6102CB1ECAB2CB6520C0A8E066.html>
<http://www.emas-logo.de>
http://europa.eu.int/comm/food/fs/efa/index_de.html
<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/lmhv/index.html>
<http://www.ean.de>
<http://www.ccg.de>
<http://www.food-care.info>
<http://www.qs-systems.de>
<http://www.fao.org/agris/aos>
<http://www.qualitaet.bayern.de/>
<http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/l33034.htm>
<http://www.infodienst-mlr.bwl.de/gqs/start.htm>

Moriz C., 2002. Datenflussorientiertes Herdenmanagement als Grundlage der Kostenrechnung und Leistungsbewertung in der Milchviehhaltung. Diplomarbeit aus dem Fachgebiet Agrarinformatik und Unternehmensführung der Universität Hohenheim, Stuttgart.

Moriz C. und Doluschitz R., 2002. Intensives Herdenmanagement - Grundlage der Kostenrechnung in der Milchviehhaltung. Landtechnik 57 (6).

KTBL 2004. AgroXML. Arbeitspapier der Arbeitsgemeinschaft „Planungsdaten und Bewertungsgrundlagen.

KTBL, EDT. 2002a. Precision Agriculture – Herausforderung an Integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis. Darmstadt 2002.

KTBL, EDT.; 2002b. Precision Farming im Pflanzenschutz. Darmstadt 2001.

Laudien R., 2004. Entwicklung eines Führungsinformationssystems für die Zuckerwirtschaft. Dissertation aus dem Fachgebiet Agrarinformatik und Unternehmensführung, Universität Hohenheim (in Vorbereitung).

Laudien R., Bareth G. and Doluschitz R., 2004. Comparison of remote sensing based analysis of crop diseases by using high resolution multispectral and hyperspectral data - Case study: Rhizoctonia Solani in sugar beet. Proc. 12th Int. Conf. on Geoinformatics: Bridging the Pacific and Atlantic. Univ. of Gävle, Sweden, 7-9 June 2004.

Laudien R., Bareth G. and Doluschitz R., 2003a. High resolution satellite images for land use classification. Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture (Berlin).

Laudien R., Bareth G. and Doluschitz R., 2003b. Analysis of hyperspectral field data for detection of sugar beet diseases. Paper and Proceedings of the EFITA 2003, Debrecen, Hungary, pp. 275-381.

Ludowicy C., Schwaiberger R. und Leithold P., 2002. Precision Farming – Handbuch für die Praxis. DLG-Verlag Frankfurt/Main 2002.

Informationstechnologie und Elektronik zur Optimierung des Unternehmensmanagements - Stand der Technik und Ausblick

Dr. Stefan Böttinger, Agrocom GmbH & Co. Agrarsystem KG, Bielefeld (D)

Möglichkeiten der Optimierung

Bereits heute ist der Einsatz von Agrarsoftware wie Ackerschlagkartei, Kuhplaner oder Buchführungsprogramme weit verbreitet. Insbesondere für größere Betriebe sind diese Programme die Basis für deren Unternehmensmanagement und für zukünftige Anforderungen hinsichtlich Dokumentation der Produktion. Ihr Nutzen ergibt sich vor allem bei zeitnaher Dateneingabe und darauf aufbauender Analyse. Zur Entlastung bei der Dateneingabe und zur Beschleunigung der Optimierungsprozesse wird eine weitestgehende Anbindung der Bordcomputer von Landmaschinen angestrebt, damit deren erfasste Daten automatisiert in die Programme übernommen werden können.

Zukünftige Optimierungsmöglichkeiten entstehen für den Maschineneinsatz und die Feldnutzung. Dies wird erreicht werden durch einen verstärkten Elektronikeinsatz auf den Maschinen einerseits, und andererseits mittels einer durchgängigen und umfassenden datentechnischen Verknüpfung von unterschiedlichen Anwendungen beim Landwirt bzw. entlang der Produktionskette (siehe hierzu den Beitrag von Prof. Doluschitz) und von Büroanwendungen mit den Maschinen auf dem Feld.

Optimierung des Maschineneinsatzes

Die Möglichkeiten zur Optimierung des Maschineneinsatzes lassen sich prinzipiell wie folgt einteilen:

- Optimierung der Einzelmaschine durch
 - Erhöhung der installierten Leistung
 - bessere Nutzung der installierten Leistung durch
 - Vereinfachung der Bedienung
 - Regelung einzelner Prozesse der Maschine
 - Prozessübergreifende Regelungen
- maschinenübergreifende und logistische Optimierung

Die Erhöhung der installierten Leistung in Landmaschinen ist auf jeder landwirtschaftlichen Messe offensichtlich: das Größenwachstum der Maschinen ist ungebrochen und das Wachstum der Motorleistung z.B. von Mähdreschern und Selbstfahrhäckslern ist über die Jahre kontinuierlich linear ansteigend (Abb. 1). Die Verbesserung der Arbeitselemente, wie z.B. Mehrtrommel-Dreschwerke bei Mähdreschern, erhöht ebenfalls die Leistungsfähigkeit.

Anzeige- und Bediensysteme, bis hin zu elektro-hydraulischen Bedienelementen wie die Multifunktionsgriffe bei Selbstfahrern (Abb. 2), vereinfachen die Maschinenbedienung. Vermehrt

werden die Fahrer von der Bedienung einzelner Arbeitsprozesse vollständig entlastet. Regelungen z.B. für die Schneidwerke von Mähdreschern oder zukünftig für die Lenkung von Traktoren ermöglichen dem Fahrer, sich verstärkt auf die Einstellung der Maschinen zu konzentrieren. Die internationale Einführung von ISOBUS durch alle Hersteller wird eine maschinenübergreifende Bedienung ermöglichen. Durch die standardisierte Kommunikation zwischen Traktor, Anbaugerät und einem Terminal werden einerseits einheitliche Terminals für unterschiedliche Maschinen ermöglicht und dadurch Kosten eingespart. Andererseits können maschinenübergreifende Steuerungen und Regelungen, Stichwort „Gerät steuert Traktor“, realisiert werden.

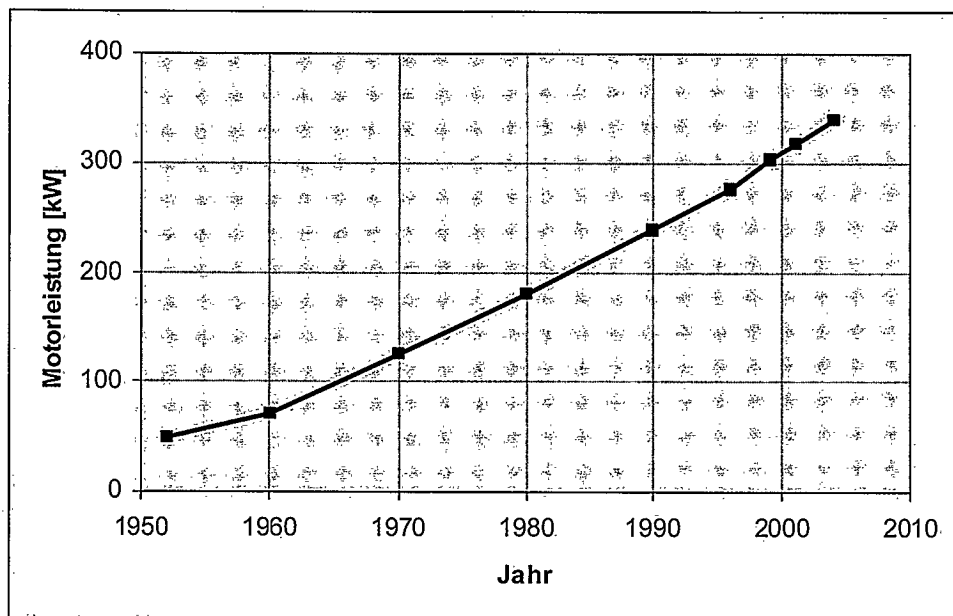


Abb. 1: Entwicklung der maximalen Motorleistung von Mähdreschern, nach Kutzbach

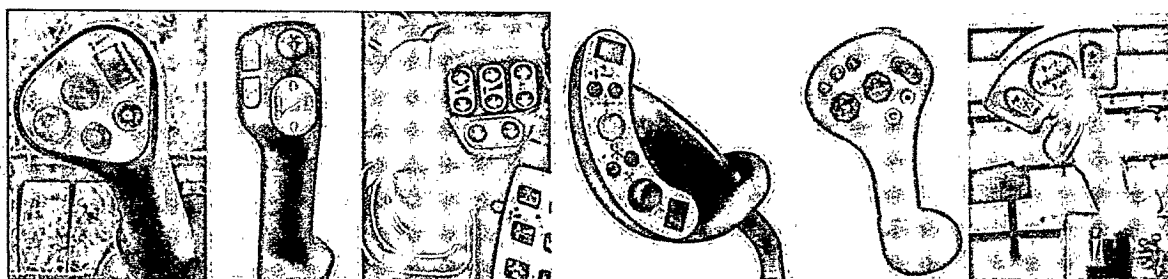


Abb. 2: Multifunktionsgriffe von Mähdreschern (Case AF, Claas Lexion, Deutz-Fahr, Fendt-MF, John Deere CTS, New Holland TF)

Der Einsatz komplexer elektronischer Systeme in Landmaschinen stellt natürlich auch eine zusätzliche Fehlerquelle dar. Deshalb wurden von den Herstellern auch umfassende Diagnosesysteme entwickelt. Neben der so genannten On-Board-Diagnose, einer in der Elektronik integrierten Eigendiagnosefähigkeit, sind der Kundendienst und die Werkstätten mit Diagnosesystem ausgerüstet. Über Steckverbindungen werden diese direkt mit der Elektronik der Maschinen

verbunden werden. Zukünftig wird durch den Einsatz von Mobilfunk auch die Diagnose einer Maschine über große Distanzen hinweg möglich sein.

Terminals mit GPS für die Positionsbestimmung und Datenschnittstelle über Speicherkarte oder Datenfunk bilden die Basis für weitergehende Optimierungsmöglichkeiten im Bereich Logistik und für die Feldnutzung durch Precision Farming.

Aus Untersuchungen zur Einsatzzeit ist bekannt, dass beim Mähdrusch die Hälfte der zur Verfügung stehenden Zeit durch Nebenzeiten wie Wenden und Abtanken, durch Rüst- und Wegezeiten verwendet wird. Allerdings streuen diese Werte sehr stark und nicht alle Verlustzeiten sind vermeidbar. Das in der logistischen Optimierung liegende Potential wird noch deutlicher, wenn man berücksichtigt, dass für Großmährescher eine Minute Warten ca. fünf Euro entspricht.

Die Aufzeichnung der Einsatzdaten und Übertragung in entsprechende Logistikprogramme dient als erster Schritt zu einer Analyse der Ist-Situation des Maschineneinsatzes auf dem landwirtschaftlichen Betrieb oder Lohnunternehmen. Häufig ist in der Praxis das Erstaunen über die tatsächlich auftretenden Verlustzeiten sehr groß (Abb. 3). Auf Basis dieser Daten kann z.B. der Betriebsleiter durch eine Einsatzplanung, einer besseren Abstimmung von Verfahrensketten und durch eine Überwachung des Maschinenzustands die Einsatzzeiten erhöhen und die Nebenzeiten reduzieren.

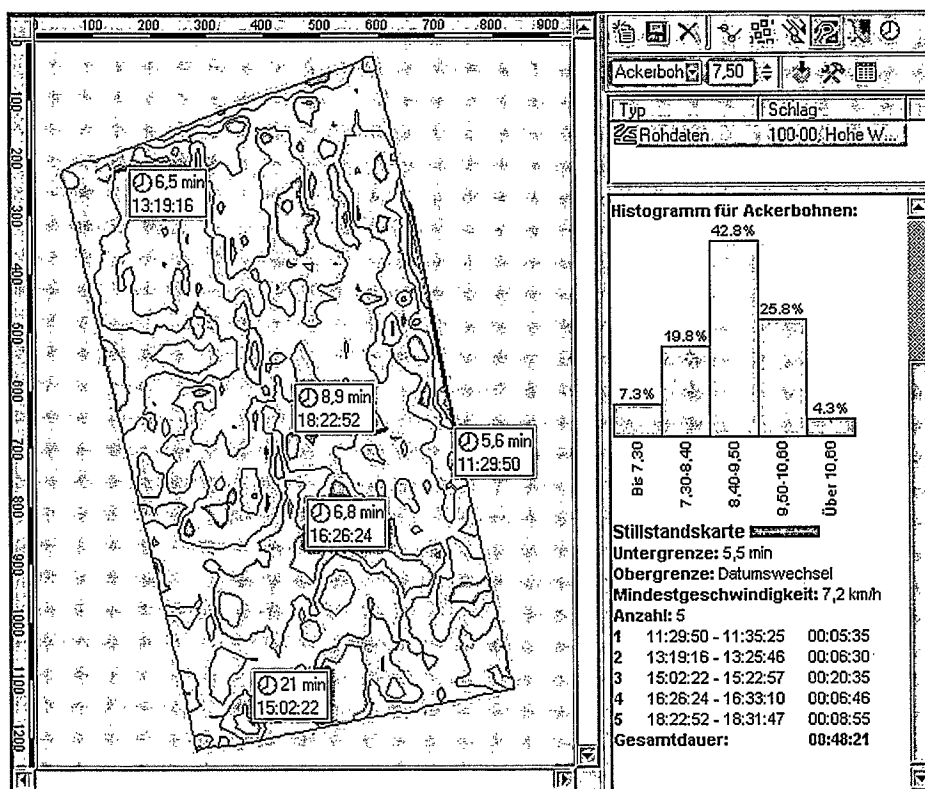


Abb. 3: Stillstandszeitanalyse eines Mähreschers auf Basis von Ertragskartierungsdaten

Optimierung der Feldnutzung/Precision Farming

Landwirte streben immer die nach ihrer jeweiligen Strategie günstigste ökonomische/ökologische Bewirtschaftung der Felder an. Mit Hilfe von Ackerschlagkarteien wird diese Optimierung schlagspezifisch unterstützt. Die Entwicklung und kostengünstige Verfügbarkeit von GPS für eine genaue Positionierung ermöglichte die Einführung von teilschlagspezifischen Bewirtschaftungsweisen. Zuerst eingeführt bei Mähreschern für die Ertragskartierung, findet heute die GPS-Anwendung in der Landwirtschaft eine breite Aufmerksamkeit. Die Umsetzung dieser Technik in der Praxis erfolgt allerdings noch nicht auf breiter Front.

Die teilschlagspezifische Datenerfassung führt zu komplexeren EDV-Programmen und zu weitergehenden Anforderungen an die Bediener dieser Systeme. Nach Überwindung von eventuellen Einstiegshürden eröffnen sich dem Anwender aber eine Vielzahl von bisher nicht für möglich gehaltenen Methoden zur Datenerfassung und -analyse, aber auch zur Ableitung und Planung von weitergehenden Verfahrensgängen auf den Feldern. Für die Planung z.B. werden von Pflanzenbauexperten Software-Module entwickelt, die auf Basis bisher erfasster Daten Bewirtschaftungsvorschläge erstellen. Offene Schnittstellen zwischen diesen Expertenmodulen und den Büro-Anwendungen der Landwirte ermöglichen die Anbindung von Programmteilen verschiedener Hersteller (Abb. 4).

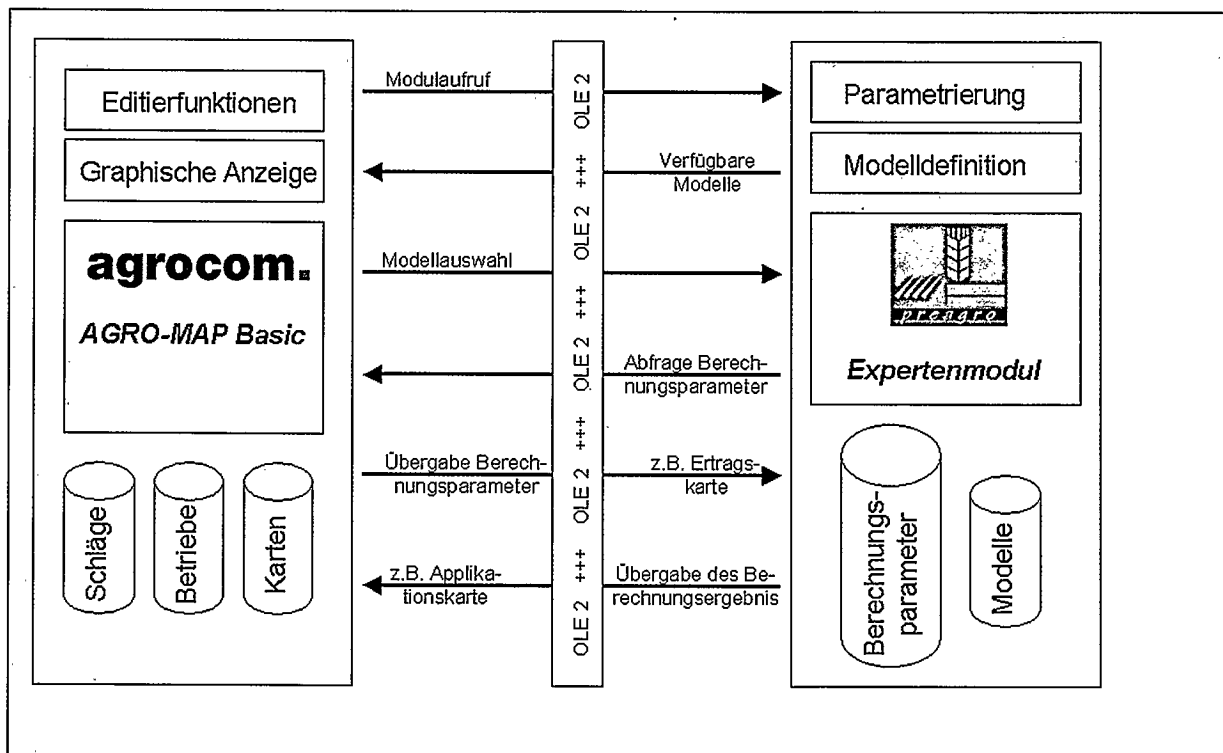


Abb. 4: Anbindung von einem Expertenmodul an eine Software für Precision Farming, ein Resultat des preagro-Projekts.

Unter pflanzenbaulichen Gesichtspunkten werden durch den Einsatz von Precision Farming viele neue bzw. zusätzliche Fragen aufgeworfen. Der nun mögliche Blick auf das Detail ruft nicht nur

beim Wissenschaftler, sondern auch beim Fachmann den Drang nach erweiterten und fundierten Antworten hervor.

Für viele Anwender von Precision Farming konnte bisher der ökonomische Vorteil noch nicht nachgewiesen werden. Allerdings sind sich die meisten einig, dass durch die zusätzliche Informationsgewinnung heute ihre Betriebsführung nun auf Fakten anstatt Bauchgefühlen beruht. Die Optimierung nach ökonomischen/ökologischen Kriterien ist mit Einsatz von Precision Farming auch dokumentiert und gegenüber dem Verbraucher und dem Abnehmer nachweisbar.

Die Kombination von Maschinenmanagement und Precision Farming durch den Einsatz von vielen gemeinsam nutzbaren Komponenten führt zu einem nachweisbaren ökonomischen Vorteil. Sie stellt allerdings an den Betriebsleiter neue, erweiterte Anforderungen nicht nur im Bereich Pflanzenbau und Maschinentechnik. Die Fähigkeiten zur Unternehmensführung, dem Management von Ressourcen und dem Umgang mit Mitarbeitern und Partnern, gewinnt gravierend an Bedeutung. Diese Fähigkeiten können zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil werden.

Ausblick

Der Einzug der Elektronik in der Landwirtschaft ist nicht aufzuhalten. Der frühzeitige Einstieg in diese Technik wird zu Vorteilen in den landwirtschaftlichen Betrieben führen, da mit diesen Hilfsmitteln die Unternehmen und ihre Ressourcen optimal gemanagt werden können. Durch den Einsatz von sich neu entwickelnden Dienstleistern können auch kleinere Unternehmen an dieser Technik partizipieren.

Verstärkt wird über standardisierten und automatisierten Datenaustausch, über datentechnische Vernetzung, die Wartung und Sicherheit von komplexen elektronischen Systemen nachgedacht werden müssen, damit die erfolgreiche und breite Umsetzung dieser Technik in der Landwirtschaft gelingen wird.

Zusammenfassung

Wie in jedem Unternehmen wird auch in der Landwirtschaft kontinuierlich an der Optimierung des jeweiligen gesamten Betriebes gearbeitet. Die sich durch den Einsatz von Elektronik ergebenden Möglichkeiten sind vielfältig und berücksichtigen alle Bereiche: die Innenwirtschaft, den Pflanzenbau und den Maschineneinsatz in der Außenwirtschaft. Vielfältige Softwarelösungen unterstützen hierbei den Landwirt und Lohnunternehmer. Insbesondere durch den Einsatz von GPS und Datenfunk ergeben sich für Precision Farming und das Maschinenmanagement deutliche Optimierungspotenziale. Um diese Potenziale auszuschöpfen sind seitens des Anwenders neue, erweiterte Fähigkeiten beim EDV-Einsatz und beim Betriebsmanagement gefordert.

Résumé

Comment optimiser la gestion d'entreprise grâce aux technologies de l'information et à l'électronique - état de la technique et perspectives d'avenir

Dans le secteur agricole comme dans tous les secteurs de l'économie, chaque entreprise travaille sans discontinuer à optimiser l'ensemble de ses activités. Le recours à l'électronique offre des possibilités multiples dans tous les domaines, qu'il s'agisse des travaux à l'intérieur de la ferme, de la production végétale ou encore de l'utilisation des machines dans les travaux des champs. Il existe de nombreux logiciels conçus pour faciliter la tâche aux agriculteurs et aux entrepreneurs de travaux agricoles. L'utilisation du GPS et des réseaux radioélectriques réservés aux données offre des potentiels appréciables pour l'agriculture de précision et pour la gestion des machines. Mais pour pouvoir tirer tout le profit possible de ces potentialités, il faut que l'utilisateur acquière des compétences supplémentaires en matière d'informatique et de gestion d'entreprise.

Summary

Information technology and electronics as tools for optimising business management - State of the Art and prospects

As in any business, a continuous effort is made in agriculture to optimise farming operations overall. The use of electronics opens up a range of possibilities covering all aspects of farming: stable and yard work, plant production and the use of machinery in arable farming. A variety of software solutions are available to assist the farmer and the agricultural contractor. Use of GPS and radio data transmission in particular create significant potential for optimisation for precision farming and machine management. In order to utilise that potential fully, users require new, expanded knowledge and skills in terms of information technology and farm management.

Von der elektronischen Tierkennzeichnung zum Gesundheitsmanagement

Dr. Michael Klindtworth, Fakultät Agrarwissenschaften & Landschaftsarchitektur, Fachhochschule Osnabrück (D)

Einleitung

Der Strukturwandel in der europäischen Landwirtschaft ist durch einen anhaltenden Rückgang der Zahl der Betriebe und durch ein Anwachsen der mittleren Betriebsgröße gekennzeichnet. In der Tierhaltung ist damit eine steigende Anzahl zu betreuender Tiere je Arbeitskraft und eine starke Spezialisierung verbunden.

Es ist zu erwarten, dass der beschriebene Trend auch zukünftig von gezielter Automatisierung bzw. Rationalisierung begleitet wird, wobei die Informationstechnologie (IT) eine zentrale Stellung einnehmen wird, um auch bei erhöhter Arbeitsbelastung des Betreuungspersonals den Bedürfnissen sensibel reagierender Tiere gerecht zu werden. Die Entwicklung vom Anbindestall zum Außenklima-Laufstall für Rinder ist ein klassisches Beispiel dafür, wie die artgerechte Gruppenhaltung mit individueller Kraftfuttermittellage am Automaten kombiniert werden kann und gleichzeitig die Arbeitsbedingungen für den Menschen verbessert werden. Eine wichtige Komponente in diesem System ist die automatische Identifizierung der einzelnen Milchkuh. Sie ermöglicht einerseits die sichere Zuordnung relevanter Parameter (z.B. Milchleistung) und andererseits eine zielgerichtete Reaktion der Prozesstechnik (Zuteilung von Kraftfutter an der Abrufstation). Da biologische Prozesse jedoch nicht mit einfachen Input : Output Relationen beschrieben werden können, liegt zwischen der Milchleistung und der dosierten Kraftfuttermenge eine vielschichtige Struktur von Entscheidungen, die beim derzeitigen Stand der Technik nicht vollständig von Computern übernommen werden kann. Vielmehr ist der Tierhalter gefordert, die verfügbaren Informationen zielorientiert zu verwerten, um die physiologischen und ökonomischen Erfordernisse in Einklang zu bringen, ohne dabei die Gesundheit des Tieres zu gefährden.

Merkmalerfassung und Merkmalszuordnung

Ausgehend von diesem vereinfachten Beispiel der Nutzung der elektronischen Tiererkennung auf betrieblicher Ebene, können für die flächendeckende Einführung eine Reihe von Anforderungen abgeleitet werden, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- „robustes“, tiergerechtes Kennzeichnungsmedium
- einfache Handhabung in allen Alterstufen
- fälschungssicher
- weltweit einzigartig und international standardisiert
- möglichst verlustfrei bzw. verlustarm, damit individuelle Parameter sicher zugeordnet werden können

- preiswerte Identifizierung des Tieres an allen Bedarfsstellen eines vertikalen Verbundsystems vom Erzeuger bis zum Vermarkter
- einfache, schnelle, sichere Datenübertragung, -speicherung und -ausgabe.

Die dargestellte Anforderungsliste lässt offen, ob Sensoren zur Erfassung gesundheitsrelevanter Merkmale unmittelbar mit der Kennzeichnung kombiniert sein sollten oder nicht. Technisch ist eine solche Kombination möglich. Auch die derzeit gültigen Standards für die elektronische Tierkennzeichnung (ISO 11 784 und ISO 11 785) sind so definiert, dass Sensordaten zusammen mit einer Tiernummer übertragen werden könnten (Wendl 2004). Es ist jedoch offensichtlich, dass mit jedem zusätzlich integrierten Sensor das Gesamtverfahren der Kennzeichnung und Identifizierung verteuert wird. Insofern kann eine Trennung von Sensor und Tierkennzeichnung ökonomisch sinnvoll sein. Wichtig ist deshalb vor allem, dass die vom Sensor erfassten Daten einer Tieridentität eindeutig zugeordnet werden können. Diese individuelle Parametrisierung stellt die Basis für Datenaufzeichnungen und -auswertungen sowie Bewertungen und sich daran anschließende Maßnahmen dar (Abb. 1). So wird z.B. das Merkmal „Milchleistung“ zunächst durch die tägliche Milchmengenmessung erfasst und der einzelnen Kuh zugeordnet. Diese Zuordnung kann manuell auf Listen erfolgen oder teil- bzw. vollautomatisiert im PC einschließlich der notwendigen Hard- und Software realisiert werden. Zwischenlösungen mit Kleincomputern (PDA, Pocket-PC) sind ebenfalls möglich. Die gespeicherten Daten können für unterschiedliche Fragestellungen gezielt aggregiert werden. So können Aussagen zum Verlauf der Milchleistung pro Kuh und Laktation, bzw. zur Herde, für einen bestimmten Zeitraum etc. abgeleitet werden. Diese Informationen können im angeführten Beispiel dazu genutzt werden, die Effizienz der eingesetzten Futtermittel zu überprüfen. Die Wirkung der veränderten Grund- und/oder Kraftfutterdosierung kann über die Erfassung der Milchleistung kontinuierlich kontrolliert werden und damit zur Optimierung im Sinne eines „Regelkreises“ beitragen.

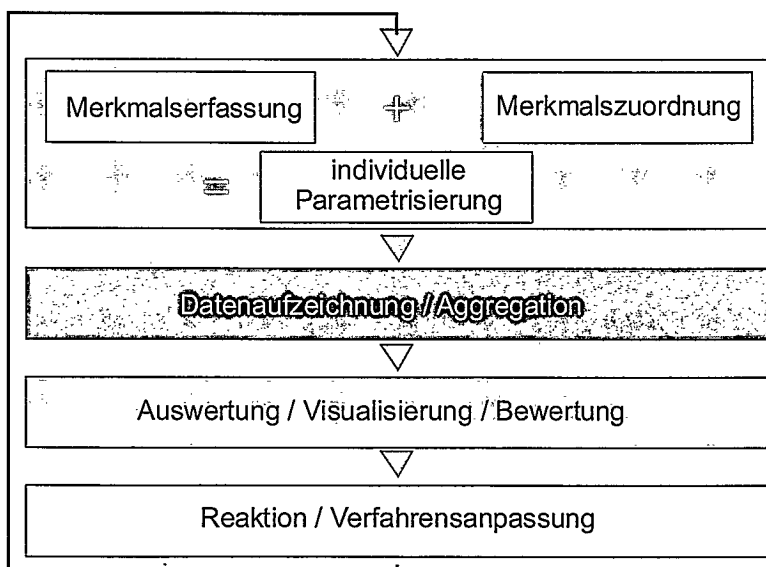


Abb. 1: Individuelle Datenerfassung und weitere Verwendung

Bei den nachfolgenden Ausführungen wird davon ausgegangen, dass eine elektronische Tierkennzeichnung in Form von Transpondern vorliegt. Dabei werden verschiedene Bauarten bzw. Baugrößen unterschieden. Vorzugsweise kommen „passive“ Transponder zum Einsatz, die im Gegensatz zu „aktiven“ Transpondern keine Batterie enthalten und damit zeitlich nahezu unbegrenzt nutzbar sind. Kommt der Transponder in die Nähe einer Erkennungseinheit, wird er aktiviert und sendet ein verschlüsseltes Signal aus. Die Erkennungseinheit entschlüsselt dieses Signal und gibt es an den Prozessrechner weiter.

Zur Kennzeichnung von Rindern stehen heute Transponder in Form von Hals- oder Fußbändern, elektronischen Ohrmarken, Injektaten oder Bolus-Transpondern zur Verfügung. Insbesondere bei Injektaten und Bolus-Transpondern kann es sinnvoll sein, den elektronischen Schaltkreis (IC) um Sensoren für physiologisch relevante Parameter (Temperatur, Gefäßdruck, etc.) zu erweitern, da sie im Inneren des Tieres abgelegt werden. Der Sensor wird folglich in den IC des Transponders integriert. Bei den äußerlich angebrachten Transpondern in Form von Hals- oder Fußbändern werden dagegen eher Beschleunigungssensoren oder „Impulssensoren“ verwendet, mit denen z.B. das Aktivitätsverhalten von Tieren erfasst werden kann (Abb. 2).

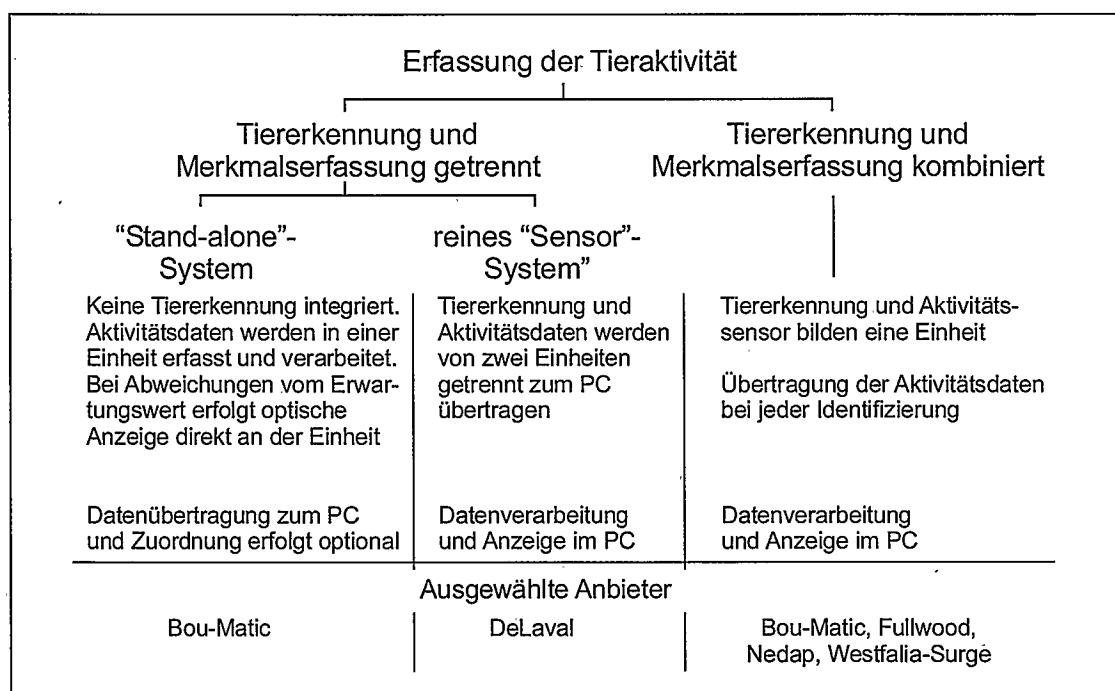


Abb. 2: Tiererkennung und Aktivitätserfassung zur Brunsterkennung bei Milchkühen (verändert nach Wendl, 2000)

Begrifflich werden Sensoren von Datenloggern unterschieden. Sensoren erfassen in der Regel einen Parameter als „Momentaufnahme“ und geben ihn ohne Zwischenspeicherung weiter. Datenlogger speichern die Daten eines Sensors ab und geben diese bei Abruf weiter. Das Beispiel der Tieraktivität zeigt, dass Impulse, die von einer Hals- oder Fußbewegung ausgehen, gezählt und gespeichert werden. Hierzu ist ein beschreibbares Speichermedium (z.B. ein RAM-Speicher) und eine Energiequelle notwendig. Diese Energiequelle ist üblicherweise eine Batterie mit der auch der Sensor versorgt werden kann. Je nach Anwendung sind auch Zwischenformen

denkbar bzw. realisiert, bei denen anstelle oder zur Ergänzung der Batterie ein induktiv geladener Kondensator zum Einsatz kommt. Dies verlängert die mögliche Nutzungsdauer erheblich und ist insbesondere bei Sensoren im Inneren des Körpers von Vorteil, weil hier die Batterie nur mit Hilfe eines operativen Eingriffes ersetzt werden kann.

Für die Überwachung der Gesundheit von Einzeltieren bzw. für das Gesundheitsmanagement ganzer Herden ist es erforderlich, mit dem Wohlbefinden der Tiere direkt oder indirekt zusammenhängende Größen zu erfassen und bei Abweichung von Normalzuständen bzw. -entwicklungen anzuzeigen (Schön 1993). Indirekte Messgrößen können z.B. Futter- oder Wasseraufnahme, Veränderungen der Lebendmasse, Liegeverhalten und/oder die Tieraktivität sein. Als direkte Messgrößen zur Einordnung des Gesundheitsstatus wird häufig die Körpertemperatur herangezogen. Ergänzend könnten aber auch Puls, Blutdruck und Atemfrequenz erfasst werden.

Monitoring in der Kälberhaltung

Seit ca. 20 Jahren wird die Gruppenhaltung von Kälbern mit computergesteuerten Tränkeautomaten praktiziert. Da die Aufzucht von Kälbern häufig von Durchfall- und Atemwegserkrankungen beeinträchtigt wird, wurde von Beginn an nach technischen Möglichkeiten gesucht, mit denen der Gesundheitszustand am Tränkeautomaten mit erfasst werden kann. Mit vergleichsweise geringem Aufwand lässt sich die Anzahl Besuche und die Aufenthaltsdauer der Tiere am Automaten über die elektronische Tiererkennung festhalten. Über einen Soll/Ist Vergleich der aufgenommenen Tränkemenge in Abhängigkeit zur Tränkezeit (Sauggeschwindigkeit) kann ein wichtiges Indiz für eventuelle Krankheiten geliefert werden. Eine zu hohe Sauggeschwindigkeit kann in Zusammenhang zu Durchfallerkrankungen stehen, eine zu niedrige Sauggeschwindigkeit deutet auf eventuelle Atemwegserkrankungen hin (Käck 2004)

Je nach Ausstattung des Automaten können neben den wichtigen Daten zum Tränkeablauf/Saugverhalten auch Informationen zum Gewichtsverlauf gewonnen werden. Aus der Kontrolle des Wachstumsverlaufs über Teil- bzw. Vollgewichtswaagen lassen sich Hinweise auf Gesundheitsstörungen erfassen (Schön 1993).

Als besonders wertvolles Merkmal der Gesundheitskontrolle wird die Temperaturerfassung angesehen. Schrag und Singer (1987) stellten bereits frühzeitig die Bedeutung von Temperaturmessungen bei Viruserkrankungen heraus. Hierbei folgt einem ersten kurzen Fieberschub zunächst ein Temperaturabfall, an den sich ein zweiter Fieberschub anschließt (Abb. 3). In der Praxis wird der erste Fieberschub häufig übersehen. Der zweite wird häufig nicht sofort ernst genommen und es kann zu kritischen, bakteriellen Sekundärinfektionen kommen. Allerdings können diese typischen Temperaturverläufe nur dann erkannt werden, wenn regelmäßig gemessen wird.

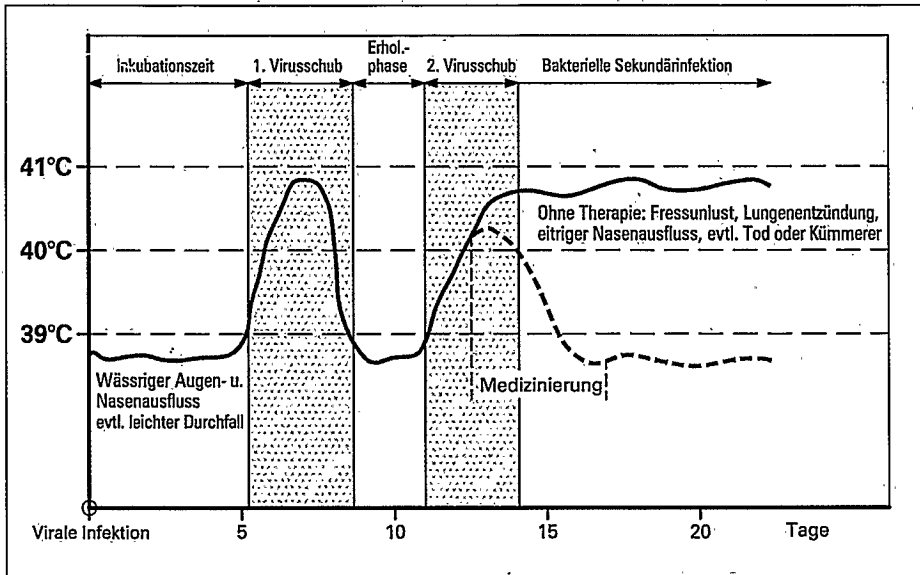


Abb. 3: Typischer Verlauf der Körpertemperatur bei Virusinfektionen (verändert nach Schrag und Singer, 1987)

Zur Dokumentation von Temperaturverläufen ist die manuelle Messung im Rektum bei größeren Beständen nicht zu realisieren. Daher wurden in den vergangenen Jahren automatisierte Verfahren zur Temperaturmessung entwickelt. Dabei kann die Messung der Körpertemperatur entweder über einen Sensor an der Saugstelle des Automaten erfolgen (Hildenbrand et al. 2001) oder es kann ein injizierbarer Transponder mit Temperatursensor bei jedem Einzeltier eingesetzt werden (Klindtworth et al. 2002 a). Die Temperaturmessung über den Tränkenuckel wurde von der Fa. Förster-Technik entwickelt. Messprinzip ist die Erfassung der Zungentemperatur am Saugnuckel während der Tränkeaufnahme. Vorteilhaft ist, dass ein Sensor für mehrere Tiere einer Gruppe bzw. für mehrere aufeinander folgende Gruppen genutzt werden kann. Dadurch können Kosten für die Hardware reduziert werden. Aufgrund des möglichen Verschleiß werden jedoch hohe Ansprüche an Sensor und Nuckel gestellt. Ebenfalls werden hohe Anforderungen an die Plausibilität der erfassten Temperaturwerte gestellt, weil die Messwerte von äußeren Faktoren wie Tränketemperatur, Umgebungstemperatur, Luftströmungen im Bereich des Sensors etc. beeinflusst werden können (Hildenbrand et al., 2001).

Die derzeit verfügbaren injizierbaren Transponder mit integriertem Temperatursensor (Idento Electronics, 2004) arbeiten passiv. Sie erfordern deshalb eine stationäre Auslesetechnik an einem Ort, der von den Tieren mehrfach am Tag frequentiert wird. Bewährt hat sich die Injektion des Temperaturtransponders unter dem Dreiecksknorpel (Scutulum) am Ohr in Kombination mit der Auslesung an der Wassertränke. Wendl und Klindtworth (1997) berichten bei Fressern von 7-9 Besuchen an der Tränke pro Tag, wobei vergleichbare Werte zur zweimal täglich gemessenen Rektaltemperatur ermittelt wurden. In Studien, bei denen eine kontrollierte Hyperthermie induziert wurde, lieferte der Sensor Temperaturwerte mit einer hohen Korrelation zur gleichzeitig gemessenen Rektaltemperatur (Kamann 2000). Allerdings wird auch berichtet, dass die gemessene Temperatur von der Sonneneinstrahlung und der Aussentemperatur beeinflusst werden kann (Kamann 2000; Brehme 2002). Nachteilig ist, dass die Tiere bei Fieber u.U. ihre tägliche

Aktivität verändern und seltener zur Tränke gehen als zuvor. Dadurch werden gerade in diesen Phasen weniger Werte erfasst.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse eines europäischen Großversuches zur Einführung der elektronischen Tierkennzeichnung, dem so genannten „IDEA-Projekt“ (Klindtworth et al. 2002 b), kommt der Verwendung von Bolus-Transpondern eine besondere Bedeutung zu, weil sie eine hohe Fälschungssicherheit und geringe Verlustraten aufweisen. Bolus-Transponder werden besonders für Schafe und Ziegen favorisiert (Caja et al. 1999), sie können aber grundsätzlich bei allen Wiederkäuern zur Kennzeichnung eingesetzt werden.

Der Bolus-Transponder liegt nach der Applikation im unteren Bereich des Netzmagens (Retikulum) und könnte in Kombination mit einem Temperatursensor zur Messung der Körpertemperatur genutzt werden. Erste Untersuchungen von Fröhner (2003) an trockenstehenden, fistulierten Milchkühen befassten sich mit Körpertemperaturen im Retikulum im Vergleich zu denen in der Vagina. Hierzu wurden Prototypen (Fa. Holz) verwendet, mit denen die Umgebungstemperatur des Sensors über ca. 24 h gespeichert werden konnte. Dieser Sensor wurde mit entsprechenden Anpassungen bei der „Verpackung“ sowohl im Retikulum als auch in der Vagina eingesetzt. Die erfassten Daten im Retikulum zeigten im Vergleich zur Referenzmessung in der Vagina größere Temperaturschwankungen, die nach den Fütterungszeiten besonders auffällig waren (Abb. 4). Es wird deutlich, dass bis zur praktischen Nutzung von Retikulum-Temperaturwerten noch weitere Verbesserungen notwendig sind. Diese betreffen sowohl die Weiterentwicklung der Hardware (Sensor, Verpackung) als auch entsprechende Algorithmen und Filter zur Datenaufbereitung.

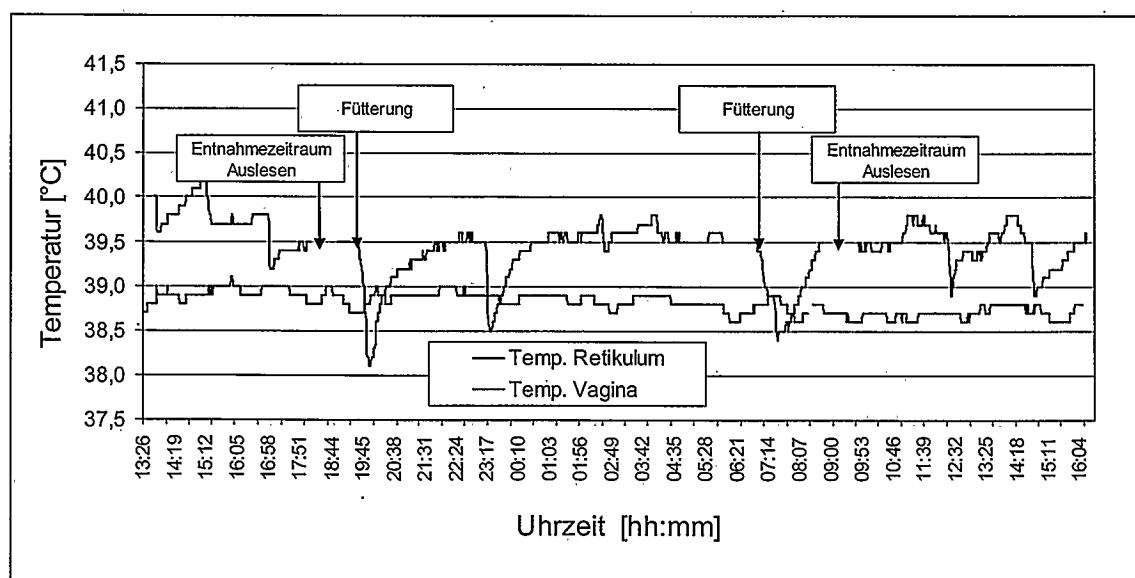


Abb. 4: Verlauf der Temperaturen im Netzmagen (Retikulum) und in der Vagina einer fistulierten Milchkuh (nach Fröhner 2003)

Monitoring in der Milchviehhaltung

Die Messung der Körpertemperatur stellt sowohl in der Kälberaufzucht als auch bei der Haltung von Milchvieh ein wichtiges Merkmal zur Beurteilung des Gesundheitszustandes dar. Bei Kühen könnte die Körpertemperatur auch zur Brunsterkennung mit herangezogen werden. In der Praxis findet dieses Verfahren jedoch bisher kaum Anwendung, weil einerseits kaum kommerzielle Sensoren am Markt zur Verfügung stehen und andererseits mit Hilfe der Aktivitätsmessung insgesamt gute Hinweise auf eine Brunst gegeben werden können. Bahr und Brehme (2003) konnten zeigen, dass mit speziellen Sensoren das Geburtsverhalten (Liegephase und Liegeposition) bei Mutterkühen aufgezeichnet und analysiert werden kann. Besondere Situationen erfordern vom Tierhalter besondere Aufmerksamkeit. So wurden beispielsweise auch Sensoren zur Messung der Herzfrequenz untersucht, um Hinweise auf Stressbelastungen bei Nutztieren abzuleiten (De Jong et al. 2002).

Die automatisierte Erfassung der Fruchtbarkeit und der Milchleistung wurde in der Vergangenheit von vielen Autoren intensiv untersucht, weil hier eine besondere wirtschaftliche Bedeutung gegeben ist, die sich unmittelbar in quantifizierbaren Ergebnissen (u.a. Milch-, Fett- und Eiweißmenge) darstellt. Vor dem Hintergrund von Qualitätssicherungsmaßnahmen gewinnen qualitative Merkmale der Milch und deren Dokumentation an Bedeutung. Die von Sensoren erfassten Messwerte lassen sich nur dann sinnvoll interpretieren, wenn sie in Relation zu einem Grenzwert, einem Erwartungswert oder einem anderen „Standardwert“ gestellt werden. De Mol (2000) beschreibt vergleichend die Komplexität zur Berechnung der notwendigen „Standardwerte“ für die Milcherzeugung. Er stellt dar, welche Messvariablen absolut bzw. relativ genutzt werden können und teilt die Algorithmen zur Erarbeitung eines Standardwertes in drei Klassen ein. Dabei unterscheidet er einfache Rechenvorgänge, die auf direkten Messergebnissen basieren, von denen, die vor der Interpretation zunächst noch transformiert werden müssen oder nur mit komplexen mathematischen Algorithmen verrechnet werden können (Tab. 1). De Mol (2000) weist darauf hin, dass bei einer weiteren Automatisierung, z. B. beim Einsatz automatischer Melksysteme, zunehmend komplexe Berechnungsverfahren Anwendung finden.

Es ist offensichtlich, dass für zahlreiche biologische Messvariablen nur „unscharfe“ Standardwerte bzw. Wertebereiche vorgegeben werden können, wobei zum Teil umfangreiche Fachkenntnisse von Experten erforderlich sind. So stellt beispielsweise eine gemessene Körpertemperatur von 38,9°C noch kein sicheres Indiz für eine Krankheit dar. Vielmehr ist es erforderlich, diesen Parameter über längere Zeit zu erfassen und den Verlauf in Abhängigkeit zur Außentemperatur, Fütterung, Alter, Rasse, Geschlecht etc. in einem Bereich um ca. 38,5°C zu bewerten. Das oben genannte Beispiel zur Erfassung der Körpertemperatur mit Bolus-Transpondern hat gezeigt, dass es sinnvoll sein kann, „Rohdaten“ vor der weiteren Interpretation aufzubereiten. Hierzu können entweder statistische Verfahren (Mittelwert, Ausreißertest, Interpolation) oder mathematische bzw. logische Ansätze (Filterung, Plausibilitätskontrolle) genutzt werden (Artmann 2002). Köhler und Kaufmann (2003) untersuchten unterschiedliche Milch- und Melkparameter zur Beurteilung der Eutergesundheit in automatischen Melksystemen, wobei verschiedene statistische Methoden zum Einsatz kamen. In ihren Untersuchungen führten unschar-

fe Rechenalgorithmen (Fuzzi Logic-Modelle) zu vergleichsweise guten Ergebnissen bei der Erkennung von Eutererkrankungen und gleichzeitig zum geringsten Anteil an Fehldiagnosen.

Tab. 1: Vergleich von Kalkulationen für die Berechnung von „Standardwerten“ zur besseren Einordnung von Messvariablen in Managementsystemen der Milchviehhaltung (nach de Mol 2000)

Messvariable	Standard basiert auf ... Werten		Messwertverarbeitung zur Berechnung eines „Standardwertes“
	absolut	relativ	
Milchleistung	x	x	transformierend
Milchtemperatur		x	transformierend
elektrische Leitfähigkeit der Milch	x		komplex
Zellzahl	x	x	transformierend
Rückstände von Antibiotika in der Milch	x		einfach
Niveau Progesterongehalt in der Milch	x		transformierend
Fettgehalt der Milch	x		einfach
Eiweißgehalt der Milch	x		einfach
Ergebnis der bakteriologische Untersuchung	x		einfach
Tieraktivität		x	transformierend
Tierverhalten		x	transformierend
Kraftfutteraufnahme	x	x	transformierend
Grundfutteraufnahme	x	x	transformierend

einfach = basierend auf dem direkten Messergebnis
transformierend = Messwert muss zur Interpretation transformiert werden
komplex = komplexe mathematische Algorithmen (und Erfahrung) zur Bewertung des Messwertes notwendig

Für die sachgerechte Interpretation wird zunehmend auf die Unterstützung von Experten und Software zurückgegriffen. Dabei gibt es bereits heute moderne Softwaresysteme, die eine Art „künstliche Intelligenz“ darstellen. Sie können mit Daten und den daraus abgeleiteten Entscheidungen angelernet werden und sind anschließend in der Lage, Zusammenhänge selber zu erkennen und die verfügbaren Daten entsprechend zu gewichten (Holzleitner 2003). Artmann (2002) nennt folgende Verfahren zur Analyse und Datenverarbeitung:

- Normalisierung von Daten
- Fuzzi-Logik
- Neuronale Netze
- Statistik

Damit wissenschaftlich erarbeitete Erkenntnisse der Landwirtschaft bei der Beurteilung von Messdaten mit zur Verfügung stehen und für die Entscheidungsfindung mit genutzt werden können, müssen sie dem Tierhalter zugänglich gemacht werden bzw. in die Computersysteme integriert werden.

Zentrale/Dezentrale Datenverwaltung und Informationsbereitstellung

Für die Milchviehhaltung stehen bereits eine Vielzahl von Managementprogrammen zur Verfügung, die meistens auf einem Betriebs-PC installiert sind. Der PC ist somit auf dem landwirtschaftlichen Betrieb das vorrangige Instrument der Datenverwaltung. Die Kombination mit einem mobilen Kleincomputer (PDA, Pocket-PC) ist ebenfalls möglich und dient der Datenerfassung am Tier. Die Merkmale dieses dezentralen Datenmanagements können wie folgt beschrieben und bewertet werden:

Vorteile:

- alle Daten auf einem lokalen Datenträger gespeichert
- Daten unmittelbar verfügbar
- kurze Zugriffszeiten auf Daten
- Daten vor unberechtigtem Zugriff geschützt
- Daten für spezifische Auswertungen in Standard-Tabellenkalkulationen exportierbar
- Datenexport in zentrale Datenbanken über Internet meist möglich
- gleiche Hardware für verschiedene Anwendungen (Steuerung der Anlage, Datenerfassung, Auswertung, Darstellung etc.).

Nachteile:

- Anwender ist für kontinuierliche Updates der Software selbst verantwortlich
- regelmäßige Datensicherung durch den Landwirt notwendig
- automatisierte Verfahren der Datensicherung häufig nicht installiert
- bei Ausfällen der Hardware teilweise Datenverlust
- installierte, funktionierende Software wird in der Praxis nur selten gewechselt oder angepasst, dadurch technischer Fortschritt verzögert
- aufwändiger Support für Hersteller.
- Kombination aus PC und PDA macht ständige Synchronisation mit hierarchischer Struktur notwendig
- Eventuelle Plausibilitätsprobleme, wenn zum gleichen Tier sowohl am PC als auch am PDA Eingaben erfolgen

Mit zunehmender Nutzung des Internet in der Landwirtschaft stehen auch zentrale Datenbanken und zentral geführte Managementsoftware zur Diskussion. Das zentrale Datenmanagement kann mit folgenden Merkmalen beschrieben werden:

Derzeit werden im Internet verschiedene Plattformen (Datenbanken/Expertensysteme) zur gemeinsamen Nutzung zur Verfügung gestellt und getestet (NN, 2002). Die Plattform ist das zentrale Instrument der Datenverwaltung. Alle Daten und Informationen werden dort (üblicherweise via Internetverbindung) abgelegt, wobei unterschiedliche Datenquellen in Frage kommen können. U.a. können Tierhalter, beteiligte Tierärzte, Zuchtunternehmen, Behörden, Gerätehersteller etc. Einträge vornehmen. Datenerfassung und Datenverfügbarkeit werden über definierte Zugriffsrechte verwaltet. Der betriebliche PC dient als Anzeigeeinstrument und kann

für die Datenübertragung mit genutzt werden. Bei entsprechender technischer Ausstattung kann die Internetverbindung innerhalb des Betriebes auch kabellos bis zu einem mobilen Datenerfassungsgerät weitergeleitet werden (Projekt ITek; Brinkmann 2004).

Vorteile:

- kostengünstige Nutzung ohnehin vorhandener Datenbankstrukturen und Server
- gemeinsame, überbetriebliche Nutzung bereits eingegebener Daten
- Doppelerfassung wird bei zentraler Erfassung und Verwaltung vermieden
- Updates können mit geringem Aufwand an der Plattform realisiert werden
- Landwirt verfügt immer über aktuelles System und aktuelle Software
- Datensicherung kann automatisiert zentral erfolgen
- Kopplung zu nationalen und internationalen Datenbanken ist unter Berücksichtigung des Datenschutzes (anonymisierte Daten) möglich
- Tierdaten können unmittelbar nach Transfer plausibilisiert werden, weil überbetriebliche Daten Berücksichtigung finden
- Internet gestütztes Feedback von Experten
- Möglichkeit zu überbetrieblichen Vergleichen

Nachteile:

- System abhängig von der Verfügbarkeit und Geschwindigkeit des Internet
- Hohe Anforderungen an die Flexibilität der Plattform. Sie muss allen Ansprüchen von Nutzern, unterschiedlichen Softwaresystemen und verschiedenen Hardwaregenerationen gerecht werden
- Kosten für die Kommunikation mit der zentralen Datenbank
- Fehleinträge wirken sich nicht nur auf einzelne Anwendungen, sondern auf Gesamtsystem aus
- Zugriffsrechte müssen individuell definiert und regelmäßig geprüft werden
- In Abhängigkeit der „Sensibilität“ der Daten u.U. aufwändige Maßnahmen für den Datenschutz und Datensicherheit notwendig

Es wird deutlich, dass die zentrale Datenverwaltung für kleinere und mittlere Betriebe sinnvoll sein kann, wenn die anfallende „Datenmenge“ überschaubar ist und der Nutzen größer ist als die erwarteten Kosten. Hierzu zählen u.a. die Kosten für betriebseigene Software und deren laufende Aktualisierung sowie die Kosten für den Datentransfer zum bzw. vom zentralen Server. In diesem Zusammenhang darf auch der Zeitaufwand und die Motivation zur Einarbeitung des Personals nicht unterschätzt werden. Bei Betriebsleitern besteht teilweise noch eine Hemmschwelle zur Nutzung moderner EDV. Hier könnten zukünftig überbetriebliche Dienstleistungen angeboten werden, bei denen Dateneingabe und -pflege mit einer Betriebsberatung kombiniert werden könnten.

Mit zunehmender Spezialisierung und daraus resultierender intensiver, täglicher Datennutzung für Steuerungs- und Managementaufgaben ist eine sichere Datenverfügbarkeit vor Ort not-

wendig. Dies ist mit dezentralen Managementprogrammen, die auf dem Betriebs-PC installiert sind, in der Regel gegeben. Dies setzt jedoch voraus, dass sich der Betriebsleiter selbst um die Aktualität der Software und die Datensicherheit kümmert.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Nutzung der elektronischen Tierkennzeichnung in der Rinderhaltung erhält durch den anhaltenden Strukturwandel und die damit verbundene Rationalisierung und Automatisierung eine ständig wachsende Bedeutung. Es ist zu erwarten, dass sie sich als feste Komponente etablieren wird und damit als Basistechnologie für die automatisierte Zuordnung von Sensordaten zur Verfügung steht. Mit anhaltender Weiterentwicklung der Mikroelektronik und deren Massen Anwendung stehen zunehmend Sensoren auch für die Landwirtschaft zur Verfügung. Damit können direkte und indirekte Parameter zur Beurteilung der Tiergesundheit (z. B. Körpertemperatur, Aktivität, Milchleistung, Leitfähigkeit der Milch, Tiergewicht, Kraft- und Grundfutteraufnahme sowie Liegeverhalten) erfasst werden.

Biologische Abläufe sind in der Regel sehr komplex und von zahlreichen Wechselwirkungen geprägt. Sensorbasierte Daten können deshalb nicht als Einzelparameter betrachtet, sondern müssen in der Gesamtheit interpretiert werden. Hierzu ist Fach- und Expertenwissen notwendig, das bei der Verrechnung und Analyse von Datenreihen verschiedener Sensoren mit einfließen sollte, um Entscheidungen abzuleiten. Zukünftige Entwicklungen im Bereich der Hard- und Software werden darauf ausgerichtet sein, nicht nur den aktuellen Status Quo möglichst exakt zu erfassen. Vielmehr ist zu erwarten, dass ein Anlernen an eine bestimmte Situation möglich wird, so dass vorhersagende Informationen anhand einer verfügbaren Datenbasis abgeleitet werden können. Erste Ansätze hierzu liefern vor allem neuronale Netze und Fuzzi-Logik Systeme (Knowledge based Interpretation, „Data Mining“).

Die zunehmende Verfügbarkeit und Nutzung des Internet in der Landwirtschaft unterstützt neue Methoden, bei denen die Erfassung und Verarbeitung von individuellen Sensordaten nicht mehr dezentral auf den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben erfolgt, sondern räumlich getrennt in einer gemeinsamen, zentralen Datenbank realisiert wird. Es bleibt abzuwarten, ob sich dieses Verfahren zukünftig etablieren kann.

Résumé et perspectives

De l'identification électronique des animaux à la gestion de leur santé

Comme l'évolution structurelle se poursuit dans l'agriculture, entraînant toujours plus de rationalisation et d'automatisation, les systèmes électroniques d'identification des animaux tendent à gagner du terrain dans l'élevage bovin. Cette identification électronique est sans doute appelée à devenir un élément incontournable, et à constituer à l'avenir la technologie de base destinée à attribuer automatiquement à l'animal concerné les données fournies par des capteurs. Comme la micro-électronique poursuit son développement et se répand toujours plus largement, il y a de plus en plus de capteurs disponibles, également pour des applications agricoles. Ces capteurs

permettent de recueillir des paramètres directs ou indirects qui renseignent sur l'état de santé des animaux (tels que la température corporelle, l'activité, la production laitière, la conductivité du lait, le poids de l'animal, sa consommation de fourrage de base et sa consommation de concentrés, sans oublier son comportement en position couchée).

Les processus biologiques sont en général extrêmement complexes; qui plus est, ils sont le résultat d'innombrables interactions. Il s'ensuit que les données collectées à l'aide de capteurs ne sauraient être étudiées comme des paramètres isolés: ces données doivent être interprétées en tenant compte du contexte dans lequel elles s'insèrent. Pour aboutir à des décisions, cette interprétation des données exige des compétences spécifiques et une expertise qu'il s'agit d'intégrer dans le calcul et dans l'analyse des séries de données provenant de divers capteurs. Le perfectionnement à venir des matériels informatiques et des logiciels aura pour but non seulement d'atteindre l'exactitude maximale dans la saisie de données descriptives, mais en plus de rendre les systèmes capables d'« apprendre » à faire des prédictions à partir des données existantes. Les premières tentatives allant dans ce sens sont les réseaux neuronaux et les systèmes à logique floue (fuzzy logic; Knowledge based Interpretation, « Data Mining »).

La généralisation de l'Internet dans les activités agricoles permettra de mettre en place de nouvelles méthodes: à la saisie et au traitement décentralisés, dans chaque entreprise agricole, des données collectées individuellement par des capteurs succéderait le traitement collectif, centralisé, et hors de l'entreprise agricole. L'avenir dira si cette seconde manière a des chances de faire beaucoup d'adeptes.

Summary and outlook

From electronic identification to health management

The use of electronic identification (EID) in cattle husbandry is gaining significance due to the enormous structural change in agriculture and the related rationalisation and automation. Electronic identification can be expected to become established as a basic technology for automated allocation of sensor data to the individual animal. As microelectronic components and their mass application continue to develop, sensors are increasingly becoming available in agriculture. This will lead to a cheaper measurement of direct and indirect health parameters such as: body temperature, animal activity, animal weight, milk yield, conductivity of milk, intake of concentrate and roughage, behavioural aspects, etc.

Biological processes are highly complex in most cases and they are influenced by external interactions. As a consequence, sensor-based data should not be interpreted as a single parameter, but need to be seen in a broader context. In order to derive any decision, specialist and expert knowledge is required to calculate and to analyse the available data from different sensors in an adequate way. Further hardware and software developments will not merely be oriented to recording the "status quo" as precisely as possible. It is rather expected that predicting information systems will be developed. „Neural nets“, „fuzzy logic“ and „data mining“ systems provide initial approaches.

The increasing availability and the use of the Internet in agriculture support new methods, so that the recording and processing of individual sensor data no longer takes place in a decentralised manner, on individual farms, but remotely, as a shared central data management platform, with defined access for the farmer (and other user groups such as consultants or veterinarians). It remains to be seen whether this technique can be established in future.

Literatur

Artmann R., 2002. Automatische Datenerfassung von landwirtschaftlichen Nutztieren. In: Messsysteme für Tierdaten und ihre Bedeutung für das Herdenmanagement von Milchviehbetrieben, Internationaler Workshop - Bornim, 23./24. Mai 2002, Bornimer Agrartechnische Berichte, H. 29, Hrsg.: Institut für Agrartechnik Bornim, S.7 -19.

Brinkmann J., 2004. ITek-Rind. Workshop zum Projekt ITek-Rind am 17.03.2004 in Infeld (Nordenham), unveröffentlichtes Manuskript.

Bahr C. und Brehme U., 2003. Analysen von Tieraktivitätsmessungen mit Pedometern zur Einschätzung des Verhaltens von Mutterkühen im geburtsnahen Zeitraum. In: 6. Internationale Tagung Bau Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 25.-27. März 2003, Vechta, Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup. ISBN: 3-7843-2151-8, S. 444-447.

Caja G., Conill C., Nehring R. und Ribo O., 1999. Development of a ceramic bolus for the permanent electronic identification of sheep, goat and cattle. In: Computers and Electronics in Agriculture, 24, S. 45-63.

De Jong I., Hopster H., Visser E.K., Kranendonk G. und Van Reenen C.G., 2002. Heart rate measurements in farm animals: Possibilities and limitations in applied stress research. In: Messsysteme für Tierdaten und ihre Bedeutung für das Herdenmanagement von Milchviehbetrieben, Internationaler Workshop - Bornim, 23./24. Mai 2002, Bornimer Agrartechnische Berichte, H. 29, Hrsg.: Institut für Agrartechnik Bornim, S. 42-55.

De Mol R. M., 2000. Automated detection of oestrus and mastitis in dairy cows. Thesis, Wageningen University, The Netherlands, ISBN: 90-5808-229-6, p. 4 ff.

Fröhner A., 2003. Methodenvergleich zur Körpertemperaturmessung beim Rind unter Berücksichtigung der Messung im Retikulum. Technische Universität München, Lehrstuhl für Landtechnik. Diplomarbeit 2003.

Holzleitner J., 2003: Entscheidungsalgorithmen zur automatischen Brunsterkennung bei Milchvieh. Technische Universität München, Lehrstuhl für Landtechnik. Diplomarbeit.

Hildenbrand M., Käck M. und Richter T. 2001, Automatische Erfassung der Körpertemperatur bei Kälbern. In: 5. Internationale Tagung Bau Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 2001, Hohenheim, Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

Idento Electronics, 2004: Produktinformationen „Temp-it“, injizierbarer Transponder mit Temperatursensor, <http://www.idento.nl/Idento.Electronics/nl/producten.htm>, Download vom 01.04.2004.

Kamann B., 2000. Erfassung der Temperatur unter dem Scutulum mittels Temperaturtransponder und Vergleich mit der Rektaltemperatur bei Kälbern. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, 2000.

Käck M., 2004. Mitarbeiter bei Fa. Förster-Technik, Engen, persönliche Mitteilung.

Klindtworth M., Kamann B., Klindtworth K., Wendl G. und Kraetzel W.-D., 2002 a. Injizierbare Transponder mit integriertem Temperatursensor zur automatischen Gesundheitsüberwachung in der Kälberaufzucht. In: Messsysteme für Tierdaten und ihre Bedeutung für das Herdenmanagement von Milchviehbetrieben, Internationaler Workshop - Bornim, 23./24. Mai 2002, Bornimer Agrartechnische Berichte, H. 29, Hrsg.: Institut für Agrartechnik Bornim, S. 136-142.

Klindtworth M., Klindtworth K., Wendl G. und Pirkelmann H., 2002 b. Einsatz verschiedener Transpondervarianten bei Rindern (IDEA-Projekt). In: Landtechnik 57 (2002), Heft 4, S. 230-231.

Köhler S.D. und Kaufmann O., 2003. Nutzung der Fuzzi Logic zur Erkennung von Eutererkrankungen bei automatischer Milchgewinnung. In: 6. Internationale Tagung Bau Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 25.-27. März 2003, Vechta, Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup. ISBN: 3-7843-2151-8, S. 217-222.

NN, 2002. Geht in 2003 online: Das Herdeninformationssystem netrind. In: VIT-Inform, Ausgabe November 2002, <http://www.vit.de/Additor/Binary252/INFORM-2002.pdf>, Download vom 15.03.2004.

Schrag L. und Singer H., 1987. Das Buch vom Kalb. Schober Verlags-GmbH, Hengersberg.

Schön H., 1993. Elektronik und Computer in der Landwirtschaft. Ulmer Verlag 1993, ISBN 3-8001-4206-6.

Wendl G. und Klindtworth K., 1997. Injektate mit Temperatursensoren - ein weiterer Schritt in der Tierüberwachung. In: Landtechnik 52 (1997), Heft 4, S. 202-203.

Wendl G., 2000. Vorlesungsunterlagen „Prozesstechnik in der Tierhaltung“, Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan, unveröffentlichtes Manuskript.

Wendl G., 2004. Technik in der Rinderhaltung. In: Jahrbuch Agrartechnik Hrsg.: Matthies, H.J. und Meier, F.; Landwirtschaftsverlag Münster, ISBN 3 7843-3272-2, Band 16, 2004, S. 169 - 176.

Traktor als multifunktionelle Plattform

Kommunikation trifft Automation

Martin Holpp, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Ettenhausen

Einleitung

In der Landwirtschaft fällt dem Traktor eine Schlüsselrolle in der Mechanisierung zu. Als Zug-, Antriebs- und Ladefahrzeug eignet er sich für viele Arbeiten in der Aussen- und Innenwirtschaft und ist vom landwirtschaftlichen Betrieb nicht wegzudenken.

Im Lauf der vergangenen Jahrzehnte vollzog sich ein steter Wandel von einer durch mechanische Steuer- und Regelemente geprägten einfachen Zugmaschine hin zum leistungsstarken Traktor mit komplexen, vernetzten mechanischen, hydraulischen und elektronischen Systemen.

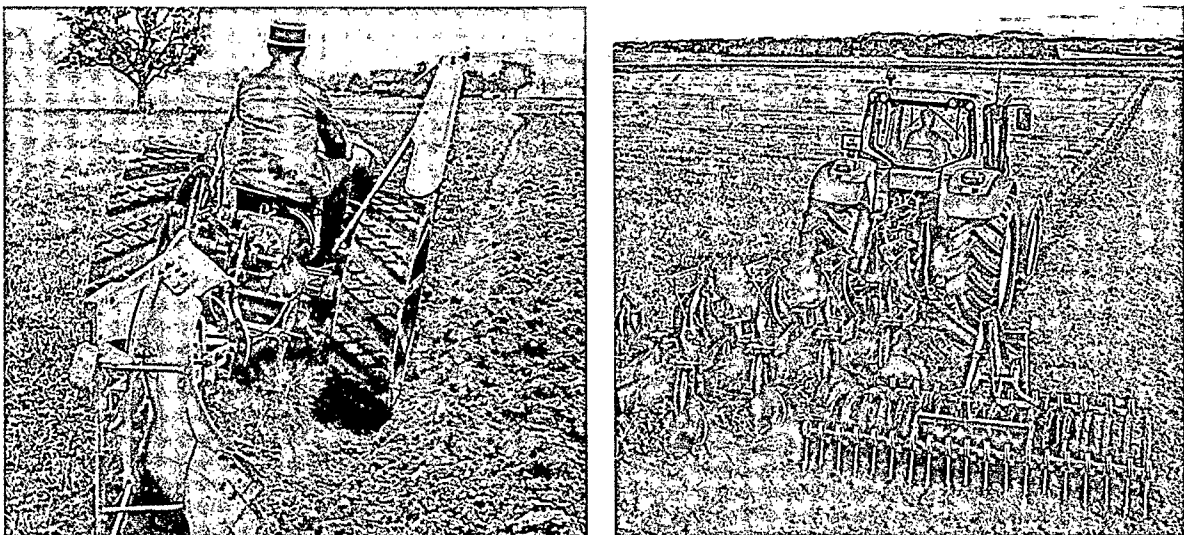


Abb. 1: Pflügen im Wandel der Zeit

Auch die Maschinen sind immer komplexer geworden, viele Funktionen werden nicht mehr mechanisch gesteuert, sondern hydraulisch, elektrisch und elektronisch bedient.

Über mehrere Stufen hinweg vollzog sich die Entwicklung zur heutigen ISO-Bus-Technik. Sie bietet bisher nicht vorhandene Möglichkeiten, den Traktor und die Anbaugeräte funktional miteinander zu verknüpfen, Kommunikation ermöglicht Automation, einfache Steuerungen werden zu umfangreichen Regelungen.

Dieser Beitrag beschreibt chronologisch den Weg zum heutigen Traktor als multifunktionelle Arbeitsplattform und gibt Ausblick auf zukünftige Entwicklungen.

Bis Mitte der 1990er Jahre

Die Traktoren waren in der Regel durch einfachere, voneinander unabhängige elektronische Steuerungen im Motor- und Getriebebereich gekennzeichnet. Allein die Hydraulik war mit der bereits auf breiter Ebene eingeführten elektronischen Hubregelung (EHR) einen Schritt weiter. Fahrerinformationssysteme waren bei den Komfortausstattungen Standard, es konnten beispielsweise Zapfwellendrehzahl, Geschwindigkeit, gefahrene Strecke, bearbeitete Fläche usw. über den Bordcomputer abgerufen werden.

Die Schnittstellen zum Gerät waren einerseits die Anhängung über Zugmaul und Dreipunktbau, andererseits die Kraftübertragung per Zapfwelle und Hydrauliksystem sowie die Spannungsversorgung.

Die Bedienung der Geräte über diese Schnittstellen vom Traktor aus war begrenzt. Es gab immer zusätzliche mechanische (Seilzug), hydraulische (Ventile) und elektrische (Schalter) Bedienelemente. Diese waren entweder über einen Ausleger mit dem Gerät verbunden und wurden vom Fahrersitz aus am Traktorheck bedient oder konnten als Bedienpult mit Kabelstrang mit in die Kabine genommen werden.

Die Anwendungsbeispiele sind vielfältig: An der Pflanzenschutzspritze wurden Funktionen wie Ausbringmenge, Teilbreite und Spritzdruck gesteuert, am Ladewagen Kratzbodengeschwindigkeit, Schneidwerk- und Heckklappenaushebung sowie Dosierwalzenbetätigung, an der Saatkombi der Füllstand im Saattank angezeigt sowie Fahrgassen und Spuranreisser geschaltet.

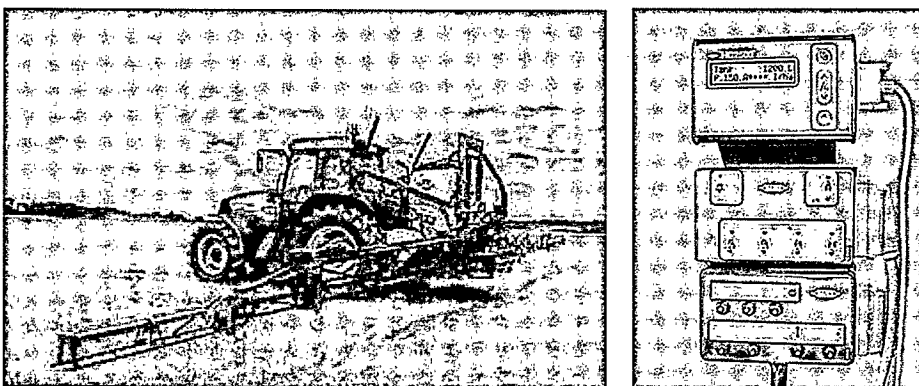


Abb. 2: Anbauspritze mit gerätespezifischem Bedienteil

Die Hersteller nutzten viele technische Möglichkeiten aus und hatten durch die gerätespezifischen Bedienpulte die Sicherheit, dass es an kaum einem Traktor zu Kompatibilitätsproblemen kam: Sofern genügend Motor- und Ölleistung sowie entsprechende Hydraulikventile vorhanden waren, konnte auch das Gerät betrieben werden.

Ein grosser Nachteil dieser Insellösungen war, dass viele Geräte ebensoviele Bedienpulte bedingen. Je nach angebauten Maschinen hatte man gleichzeitig zwei bis drei Terminals auf dem Traktor - und musste sie parallel bedienen.

Aufgrund der fehlenden Standardisierung waren viele Funktionalitäten mehrfach abgebildet. Die Verknüpfung zwischen Traktor und Gerät war noch immer mangelhaft. Es wurden quasi immer nur Steuerbefehle vom Traktor an das Gerät durchgegeben, aber keine Rückmeldungen vom Gerät direkt von den traktorseitigen Systemen umgesetzt. Aufgaben wie zum Beispiel Geschwindigkeitsanpassungen durch Gangwechsel, Konstanthalten der Drehzahl usw. musste stets der Fahrer wahrnehmen.

Eine Ausnahme: Uni-Control S

Als ein Vorreiter könnte der seit Anfang der neunziger Jahre vertriebene universale Bordcomputer Uni-Control S vom Landtechnik-Zulieferer Müller-Elektronik gelten. Entwickelt für den Einsatz an Traktor, Mähdrescher, Pflanzenschutzspritze, Güllewagen, Düngestreuer, Sämaschine und Einzelkornsämaschine erfuhr er vor allem an der Pflanzenschutzspritze breite Markteinführung. Der Bordcomputer verfügte über mehrere Ein- und Ausgänge, an die an Traktor und Gerät nachträglich installierte Sensoren und Aktoren angeschlossen werden. Die Geräte konnten menügesteuert in vielen Funktionen bedient werden. Eine Dockingstation ermöglichte den Einsatz der Bordcomputer auf verschiedenen Traktoren, mittels Chipkarte erfolgte der Datenaustausch mit dem Hof-PC und Ackerschlagkarteien. Eine umfangreiche, einfache Vorbereitung von Arbeitsaufträgen war damit ebenso möglich wie eine saubere Dokumentation der durchgeführten Arbeiten.

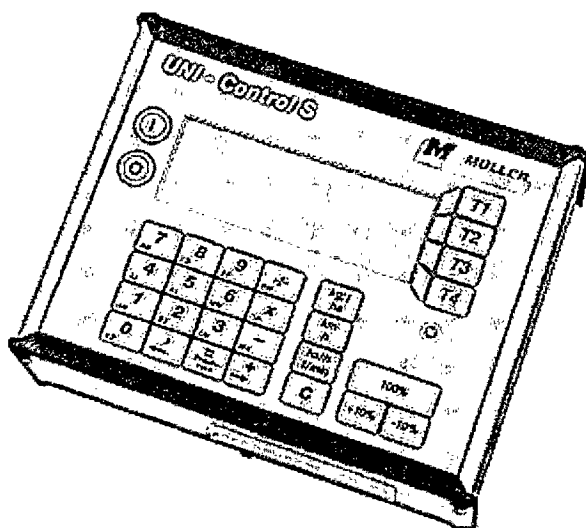


Abb. 3: Universaler Bordcomputer Uni-Control S mit zusätzlichem Bedienpult für Pflanzenschutzspritze

Konnten die Kommunikationsprobleme zwischen Traktor und Gerät dadurch zwar auch nur teilweise behoben werden, so war es doch eine vielversprechende Alternative zum Ersatz der in mannigfachen Ausführungen vorhandenen herstellereigenen Bedienpulte.

Zu einem aus einer Technologie- und Marktführerschaft herausgebildeten Quasi-Standard kam es aber nie, die Landtechnik-Industrie setzte grösstenteils weiterhin auf Eigenentwicklungen.

Ab Mitte der 1990er Jahre

Die Traktoren ändern sich, mechanische und hydraulische Baugruppen werden zunehmend mit elektrischer und elektronischer Unterstützung realisiert. Motoren werden elektronisch gesteuert, ebenso werden viele Komponenten wie zum Beispiel Fahrkupplung, Allrad, Lastschaltungen und Zapfwelle elektrohydraulisch betätigt. Das erste stufenlose Getriebe von Fendt kommt ohne Elektronik nicht aus. Motor und Getriebe sind aber noch nicht miteinander verknüpft, die elektronische Bauteile steuern und regeln die einzelnen Komponenten für sich. Die Elektronik läuft entweder in einer Black Box im Hintergrund (Motor) oder wird über ein herstellerspezifisches Bedienpult durch den Fahrer angesteuert (Hydraulikfunktionen, stufenloses Getriebe). Moderne Traktoren sind ohne Elektronik nicht mehr vorstellbar.

Mittlerweile war auch die Zeit des Precision Farming angebrochen. Ziel der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung ist es, mit der Ertragskartierung im Mähdrescher innerhalb eines Schlages Zonen unterschiedlicher Ertragsstärke zu identifizieren. In Kombination mit GPS-gestützter Bodenprobenahme werden zonenspezifisch Aussaatstärke, Dünge- und Pflanzenschutzgaben variiert, um eine optimierte Bestandesführung und Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

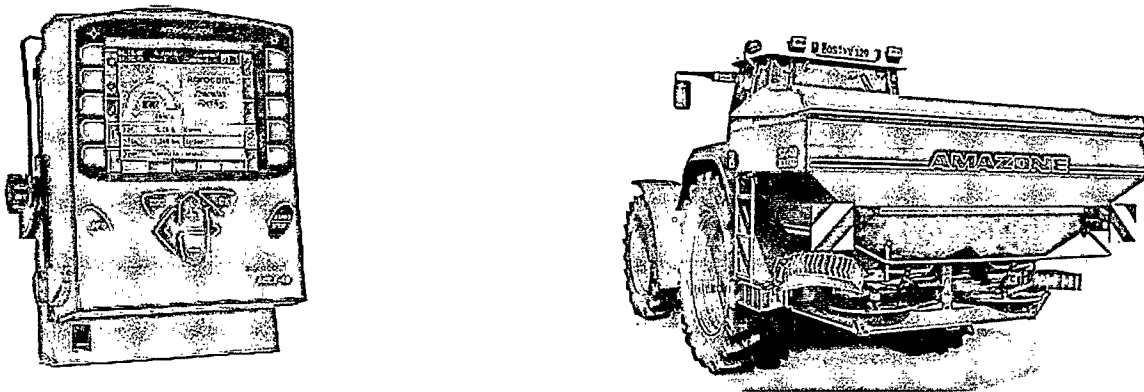


Abb. 4: Links LBS-Terminal ACT 2 von Agrocom, rechts Düngerstreuer zur teilflächenspezifischen Ausbringung von Amazone

Wichtige Punkte für die Realisierung war einerseits die Freigabe des GPS-Signals für kommerzielle Zwecke, andererseits mussten für die teilflächenspezifische Steuerung der Geräte wie zum Beispiel dem Düngerstreuer technische Voraussetzungen geschaffen werden. Der neue Standard für die Vernetzung der Komponenten von Traktor und Gerät und der Kommunikation zwischen beiden heisst LBS (Landwirtschaftliches-Bus-System) und ist ein herstellerübergreifender Standard.

Auf dem Schlepper befindet sich ein universales LBS-Bordterminal, über das auf verschiedene Traktordaten wie Motor- und Zapfwellen-Drehzahl, Geschwindigkeit, Stellung der Dreipunkthydraulik usw. zugegriffen werden kann. Die Verbindung zu den Anbaugeräten erfolgt über eine zusätzliche Datensteckdose. Die Geräte verfügen zwar noch über eine entsprechende Steuerelektronik, ein eigenes Bedienterminal gibt es aber nicht mehr, alles läuft auf dem LBS-Bordterminal.

Die über eine PC-Speicherkarte zur Verfügung gestellten teilflächenspezifischen Ausbringinformationen werden mit dem GPS-Signal verknüpft und steuern direkt zum Beispiel die Ausbringmenge des Düngerstreuers. Durch die PC-Anbindung via Speicherkarte konnten auch umfassende Dokumentationsaufgaben wahrgenommen werden, eine Auftragsverwaltung erleichterte die Vor- und Nachbereitung der Arbeiten.

Wieder war man einen Schritt weitergekommen: Sowohl die Forderung nach einem universal zu verwendenden Bordterminal war erfüllt, als auch die nach einem einheitlichen Kommunikationsstandard.

Die LBS-Technik war für High-Tech-Anwendungen in geringen Stückzahlen erfolgreich am Markt eingeführt. Als Hemmschuh erwies sich aber, dass sich Precision Farming als Bewirtschaftungskonzept nicht wie vorgesehen entwickeln liess und das Kosten-Leistungs-Verhältnis stets umstritten blieb. Für den Massenmarkt der einfachen Bedienpulte mit simplen Steurfunktionen waren die LBS-Terminals noch zu teuer, eine geeignete Low-Cost-Variante war in der insgesamt kurzen Entwicklungszeit von wenigen Jahren nicht erschienen.

Heute

Da das schwerpunktmässig deutsch geprägte LBS international nicht kompatibel war, gab es einen technischen Schwenk: Zur Agritechnica 2001 wurden die ersten Terminals nach der Norm ISO 11783 vorgestellt. In einer ersten Normierungsstufe wurden zuerst die grundlegenden Funktionalitäten der bisherigen Bedienpulte zur Verfügung gestellt. Zum Teil dienen diese ISO-Terminals bereits als Standard-Bedienpulte auf Traktoren.

Die alte LBS-Norm wird schrittweise in der fortgeschriebenen ISO-Norm aufgehen, bis zur kompletten Einbindung aller Funktionalitäten wird es aber noch dauern.

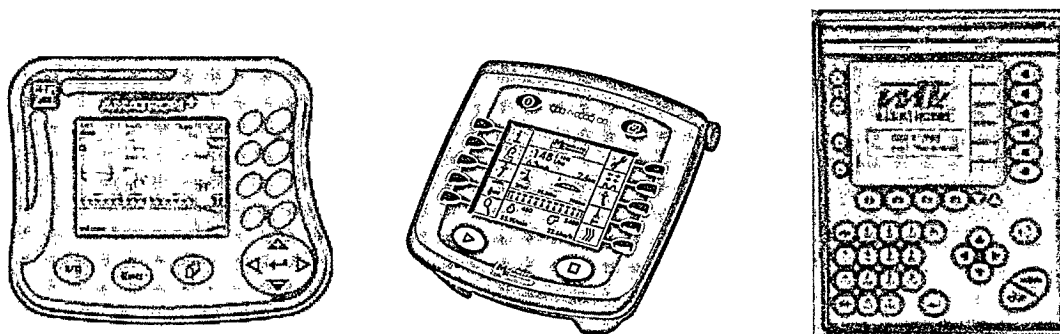


Abb. 5: ISO-Terminals von Amazone, Müller-Elektronik und WTK

Dieses functional Downgrading ist nicht unbedingt als Nachteil zu sehen. Durch die Implementierung hauptsächlich von Basisfunktionen ohne High-Tech-Features sind die Einstieg-Terminals für einen Einsatz im Massenmarkt prädestiniert. Die hohen Stückzahlen lassen ein vernünftiges Preis-Leistungsverhältnis erwarten. ISO-Terminals haben damit das Potential, zum Standard-Bedienpult auf Traktoren zu werden, ähnlich der elektronischen Hubwerkregelung EHR bei der an der Dreipunkt-Hydraulik.

Auch die Traktortechnik wurde verfeinert: Standard-Fahrzeugtechnik hielt in mehr und mehr elektronischen Baugruppen Einzug: Motor, Getriebe und Hydraulikkomponenten sind über einen CAN-Bus miteinander vernetzt und können zentral angesprochen werden.

Mit einem kombinierten Motor-Getriebemanagement ergibt sich dann die Möglichkeit, den Antriebsstrang abhängig von der Einsatzart zu steuern:

- Beim Transport reduzierte Motordrehzahl bei Höchstgeschwindigkeit sowie Freisetzung von kurzfristiger Überleistung zum Beispiel in geneigtem Gelände
- Bei Zapfwellenarbeiten konstante ZW-Drehzahl bei wechselnder Geschwindigkeit sowie Extra-Leistung
- Durch automatische Getriebeanpassung wird der Motor im optimalen Leistungs- bzw. Drehmomentbereich gehalten.

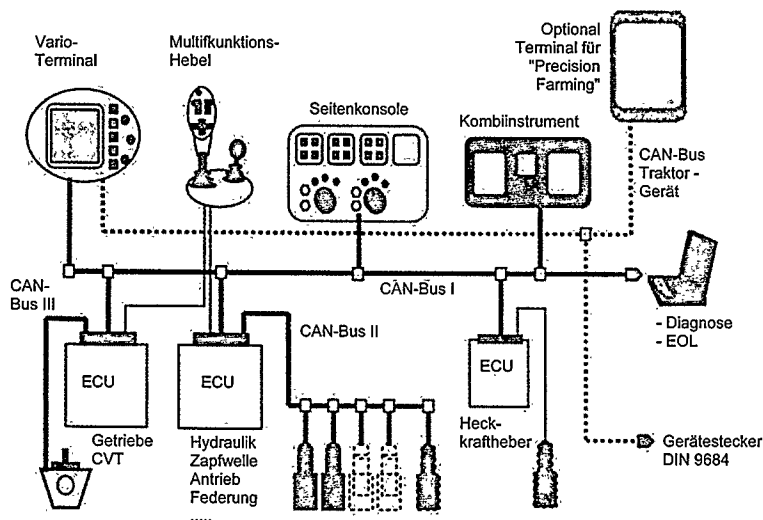


Abb. 6: CAN-Bus-Vernetzung am Beispiel eines Fendt-Vario-Traktors (Quelle: Fendt)

Bei der Hydraulik ist über das Bedienterminal die Automatisierung komplexer zeit- und volumengesteuerter Funktionsabläufe möglich. Wie zum Beispiel Säkombination am Vorgewende: Zapfwelle ausschalten, Gerät leicht anheben, Spuranreisser einklappen, Sämaschine hochziehen, Gerät ganz anheben. Die Handhabung der angehängten Geräte wird stark vereinfacht, Fehlbedienungen verhindert, der Fahrer entlastet und die Leistung erhöht.

Die Geräte-Elektronik wurde ebenfalls auf ISO-Bus-Technik umgestellt. Durch die neue Konzeption kann jetzt jedes ISO-Gerät direkt an jeden Traktor mit einem ISO-Terminal angehängt werden.

Der ISO-Bus-Standard ist also nicht nur eine Ergänzung zu den klassischen Schnittstellen Anhängervorrichtung, Zapfwelle und Hydraulik, sondern auch das stets noch vermisste Bindeglied, um Traktor und angebaute Geräte in einem flexiblen Regelsystem miteinander zu vereinen.

Derzeitig findet die ISO-Bus-Technik neben den Klassikern Pflanzenschutz-Spritze und Düngestreuer auch bei aufwendig gesteuerten Säkombinationen, Ladewagen und Pflug Anwendung.

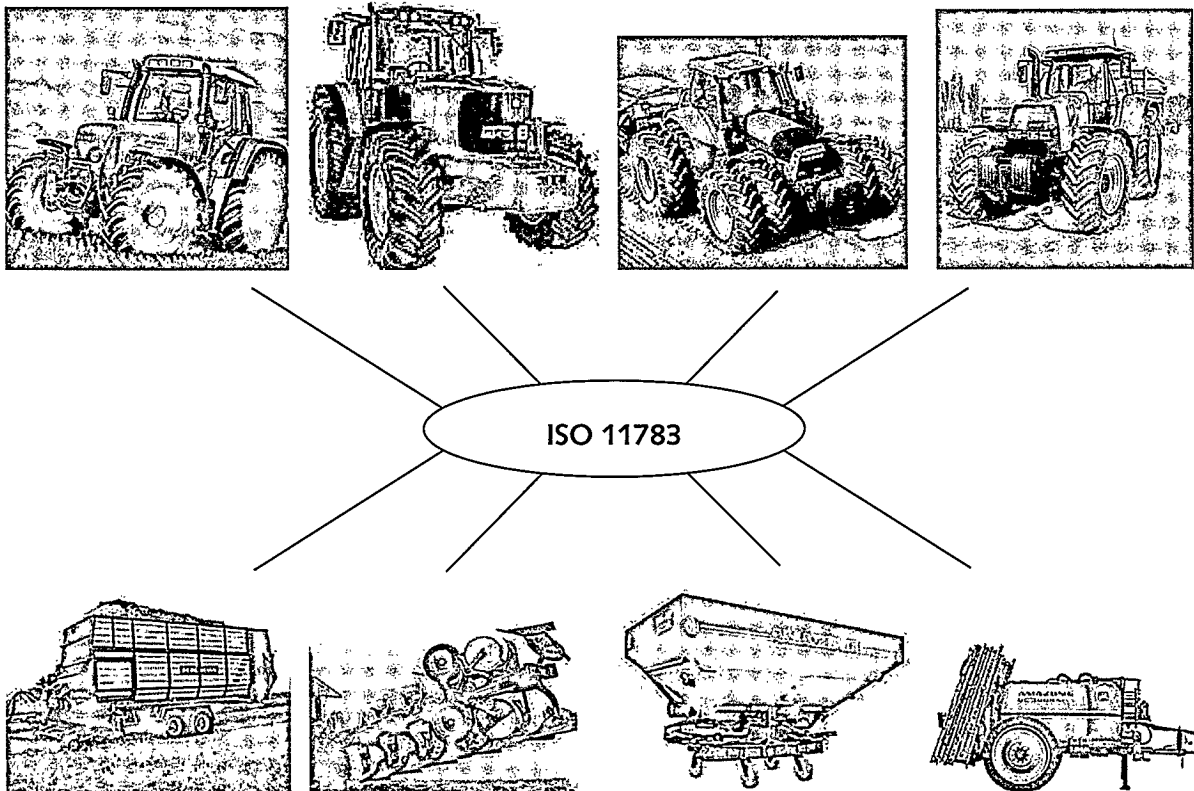


Abb. 7: Die ISO-Norm 11783 verbindet Traktoren und Geräte einheitlich miteinander

Ausblick in die Zukunft

Die jetzt zur Verfügung stehende und ständig den aktuellen Bedürfnissen entsprechend fortgeschriebene ISO-Norm setzt den Rahmen für eine Konsolidierung der Technik in den Punkten Zuverlässigkeit, Marktverbreitung und Funktionalität.

Mit dem durchgehenden Kommunikationsstandard, Sensoren, Aktoren und Zusatzelementen wie GPS oder Datenübertragung via Mobilfunk sind komplexe Automatisierungsaufgaben zu bewältigen. Früher war dies einzeln zwar auch schon möglich, noch nie zuvor gab es aber die Flexibilität, über ein einziges integriertes System einheitlich auf alle Komponenten zugreifen zu können.

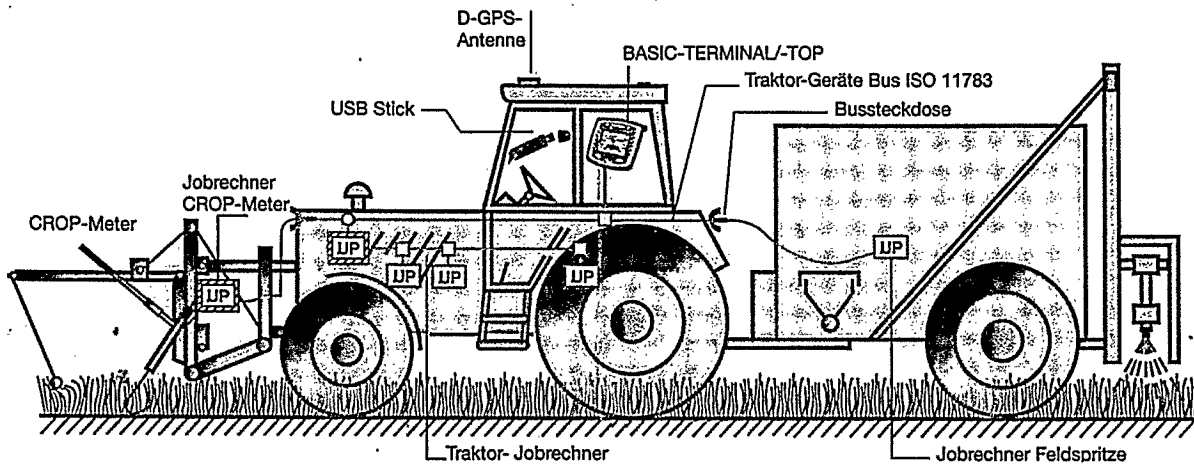


Abb. 8: Beispiel einer durch ISO-Bus vernetzten Traktor-Geräte-Kombination (Quelle: Müller-Elektronik)

Folgende Anwendungen könnten Realität werden:

- Der Pflug stellt sich über in die EHR integrierte Kraftmesssensoren automatisch auf den optimalen Zugpunkt ein.
- Der Ladewagen maximiert seine Bergeleistung über eine automatische Geschwindigkeitsanpassung des Traktors.
- Pflanzenschutzmittel werden unter Berücksichtigung von Wind, Feuchte und Temperatur und Abstandsauflagen zu Gewässern ausgebracht.
- Aktuelle kulturspezifische Pflanzenschutz-Dosierungen werden online beim Hersteller abgerufen und in der Pflanzenschutzspritze automatisch gemischt.
- Die Aufzeichnung von Arbeitsparametern wie Wann, Wo, Was und der Abgleich mit Dokumentations- oder Fakturierungssoftware können automatisiert werden.
- Das Hackgerät bestimmt den Lenkeinschlag des Traktors sowie Fahrfunktionen, auf den Fahrer kann verzichtet werden.
- Per Fernüberwachung werden alle Funktionen von Arbeitsdronen überwacht und geregelt.
- Die Maschine stellt bei Defekten automatisch Verbindung zum Händler zur Fehleranalyse her.
- Der Feldhäcksler übernimmt die Lenkungsregelung des parallel fahrenden Transportfahrzeuges.
- Kartoffelvollernter scheidet Kluten, Steine und beschädigte Kartoffeln automatisch aus.
- Pflegeroboter scannen mit Sensoren periodisch Dauerkulturen auf Krankheits- und Schädlingsbefall und führen Behandlungen nach Schadschwellenprinzip durch.

Den Möglichkeiten zur Automation sind durch die Kommunikation kaum mehr Grenzen gesetzt. Der Markt wird darüber entscheiden, welche Lösungen kommen werden.

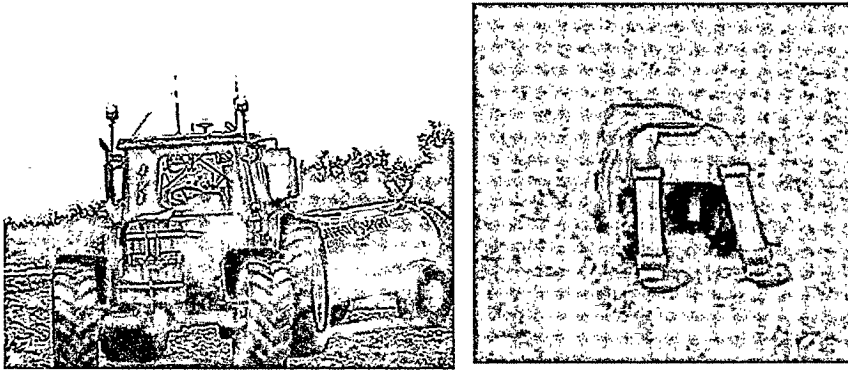


Abb. 9: Autonome führerlose Geräte, links Schlepper mit Pflanzenschutz-Sprühgerät, rechts Studie eines Unkrautroboters

Die Entwicklungsschwerpunkte verlagern sich jetzt: Jede Regelung benötigt Sensoren zur Erfassung von Ist-Zuständen. Gerade bei der Beurteilung von Merkmalen des Pflanzenbestands und Bodens ist man noch stark auf die menschliche Beobachtungsgabe oder aufwendige Analyseverfahren angewiesen. Um hier technische Lösungen zu finden, bedarf es der Auseinandersetzung mit der bereichsüberschreitenden Biosystemtechnik. Nur wenn es gelingt, agronomisches und technisches Wissen erfolgreich miteinander zu verknüpfen, werden quasi-intelligente Automatisierungen möglich sein.

Zusammenfassung

Der Traktor ist nach wie vor die Standardmaschine auf dem landwirtschaftlichen Betrieb. Der Verknüpfung von Traktor und Gerät zu einem System waren bis Ende der 1980er Jahre durch die fehlende Elektronik und fehlende einheitliche Bedienterminals sowie einem fehlenden Kommunikationsstandard Grenzen gesetzt. Geregelt wurde nur innerhalb des Anbaugerätes, zwischen Traktor und Gerät lediglich in einer Richtung gesteuert. Automationsansätze wie 'Gerät regelt Traktor' konnten kaum verwirklicht werden.

Im Lauf der letzten fünfzehn Jahre wurde stark aufgeholt: In Traktoren hielten elektrische und elektronische Steuerungen Einzug, Motoren kommunizieren mit stufenlosen Getrieben durch integrierte Antriebsstrangsteuerungen, Geräte lassen sich dank Elektronik immer komplexer regeln, universale Bordcomputer und das landwirtschaftliche Bus-System LBS wurden entwickelt. Precision Farming lieferte wertvolle Impulse für Datenaustausch und die geräteübergreifende Steuerung von Maschinen.

Mit der aktuellen ISO-Norm 11783 ist man soweit: Herstellerübergreifend sind Kommunikation und Bordterminals international vereinheitlicht. Anbaugeräte brauchen kein eigenes, aufwendiges Bedienpult mehr, jedes Gerät mit ISO-Bus kann an jedem Traktor mit ISO-Terminal betrieben werden. Systemkomponenten des Traktors können direkt vom Gerät aus angesprochen und für Regelzwecke verwendet werden. Durch die Automatisierung von Funktionen und Dokumentation von Arbeitsparametern kann der Fahrer entlastet und die Leistungsfähigkeit der Technik optimal ausgenutzt und eine bessere Arbeitsqualität erreicht werden.

Résumé

Le tracteur est devenu une plate-forme multifonctions - ou comment la communication favorise l'automatisation

Aujourd'hui comme hier, le tracteur est la machine agricole par excellence. Jusqu'à la fin des années 1980, le couplage du tracteur et des outils était limité faute d'électronique, parce que les terminaux de commande n'étaient pas uniformisés et parce que la communication ne se faisait pas selon une norme unique. Les réglages ne se faisaient que sur l'outil porté, outil qui était alors commandé par le tracteur, et non l'inverse. Il était à peu près impossible d'automatiser des commandes allant de l'outil au tracteur.

Au cours de ces quinze dernières années, des progrès fulgurants ont été réalisés: on a équipé les tracteurs de commandes électriques et électroniques, les moteurs ont été mis en communication avec la transmission continue au moyen de systèmes intégrés de commande de l'arbre de transmission ; grâce à l'informatique, les outils peuvent être réglés de manière toujours plus subtile, et on a mis au point des ordinateurs de bord universels et le système LBS (système BUS agricole). Quant à l'agriculture de précision, elle a fortement encouragé l'échange des données et la commande des machines indépendamment des outils portés.

Aujourd'hui, la norme ISO 11783 a permis au rêve de devenir réalité: un standard unique s'applique aussi bien à la communication qu'aux terminaux de bord, dans tous les pays et pour tous les fabricants. Les outils portés fonctionnent désormais sans les tableaux de bord complexes qu'on a connus jusqu'ici, et chaque outil équipé d'un BUS-ISO peut être couplé à n'importe quel tracteur doté d'un terminal conforme à la norme ISO. Les composants électroniques du tracteur peuvent être en communication directe avec l'outil, et donc être sollicités à des fins de régulation. L'automatisation des fonctions et le stockage des paramètres des opérations permettent d'alléger la charge de travail du conducteur et de tirer le profit maximum des potentialités offertes par la technologie, toutes choses qui ne peuvent qu'améliorer la qualité du travail accompli.

Summary

The tractor as a multifunctional platform - communication meets automation

Today as in the past, the tractor is the basic machine on the farm. Until the late eighties, linking up the tractor and the implement to form a system was limited by the absence of electronics and standard operating terminals and the lack of a communication standard. Automatic control was confined to the implement, while control between tractor and implement was unidirectional only. Approaches to automation such as 'implement controls tractor' could not be realised.

Much ground has been made up in the past fifteen years. Electric and electronic control systems have installed on tractors, engines are communicating with continuously variable transmissions via integrated power control systems, electronics are making increasingly complex implement

control possible and universal on-board computers and LBS, the agricultural bus system, have been developed. Precision farming has provided valuable stimuli to data interchange and multi-device machine control.

Much progress has been made under the current ISO standard 11783: communication and on-board terminals have been standardised internationally, irrespective of manufacturer. Tractor-mounted implements no longer require a complicated control console of their own: any implement with an ISO bus can be operated from any tractor with an ISO terminal. Tractor system components can be addressed directly from the implement and used for control purposes. Automation of functions and documentation of operating parameters take some of the workload off the driver while fully utilising the capabilities of the technology and improving the quality of the result.

Die automatisierte Datenerfassung und ihre Nutzenanwendung im Pflanzenbau

Dipl. Ing. agr. Matthias Rothmund, Technische Universität München, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan (D)

Einleitung

Auf der internationalen Landtechnikmesse AGRITECHNICA 2003 war zu beobachten, dass eine Vielzahl bedeutender Hersteller aus der Landmaschinenindustrie ein landwirtschaftliches BUS-System und kompatible Gerätschaften folgend der ISO-Norm 11783 propagieren, entwickeln und vertreiben werden. Die zu erwartende Verbreitung dieses "ISOBUS-Systems" für die standardisierte elektronische Kommunikation in Landmaschinen könnte daher zu einer breiten Umsetzung der automatisierten Datenerfassung in der Praxis führen. Dies wiederum erfordert neue Konzepte für den Umgang mit und die Nutzung von so gewonnenen Prozessdaten.

Das frei nutzbare Globale Positionierungssystem (GPS) des amerikanischen Verteidigungsministeriums ist mittlerweile durch verschiedenste Anwendungen in der landwirtschaftlichen Praxis eingeführt. Dazu gehören in erster Linie die Vermessung und Kontrolle von Flächen sowie die teilflächenspezifische Ertragsermittlung. Aber auch teilflächenvariable Applikationsmethoden bei Saat und Düngung mit Hilfe von GPS sind bereits in der Praxis anzutreffen. Dabei bilden im Bereich der agrarwissenschaftlichen Forschung die verschiedenen Sparten des Precision Farming bereits seit Jahren deutlich die Schwerpunkte, was eine weitere Verbreitung neuer und fortentwickelter Methoden und somit des GPS-Einsatzes in der Praxis mit einem gewissen Zeitverzug erwarten lässt.

Die Integration eines Ortungsverfahrens wie GPS oder zukünftig des zivilen europäischen Systems "Galileo" in ein Datenerfassungssystem auf Traktoren und selbstfahrenden Maschinen liefert eine durchgängige georeferenzierte Prozessdatenbasis für die Außenwirtschaft. Diese unterscheidet sich durch die hohe zeitliche und räumliche Auflösung der Daten stark von bisherigen Möglichkeiten zur Datengewinnung. Entsprechend entstehen neue Möglichkeiten der Nutzung dieser Datenbasis in den Bereichen der Planung und Kontrolle, der Beantwortung pflanzenbaulicher, arbeitsorganisatorischer und betriebswirtschaftlicher Fragestellungen, jeweils im innerbetrieblichen oder im überbetrieblichen Bereich. Gleichzeitig entstehen aber auch neue Anforderungen an die Auswertung in Daten- und Informationsmanagementsystemen (Demmel et al. 2001).

Automatisierte Prozessdatenerfassung im ISOBUS-System

Ein System zur automatischen Prozessdatenerfassung wird seit einigen Jahren an der Technischen Universität München entwickelt. Die Basis bildet das Landwirtschaftliche BUS-System LBS nach DIN 9684/ISO 11783. Dieses offene Kommunikationssystem für Traktor-Gerätekombinationen ermöglicht den Datenaustausch zwischen fast beliebig vielen definierten elektronischen Teilnehmern (Auernhammer 1989). Neben der Gerätesteuerung und -kontrolle kann das BUS-

System auch zur Protokollierung von Prozessdaten durch einen Teilnehmer, den sogenannten Data Recorder, genutzt werden. Traktor- und Gerätedaten sowie weitere Sensorwerte anderer BUS-Teilnehmer werden von diesem abgefragt und in regelmäßigem zeitlichen Abstand aufgezeichnet (Auernhammer et al. 2000) (Abb. 1).

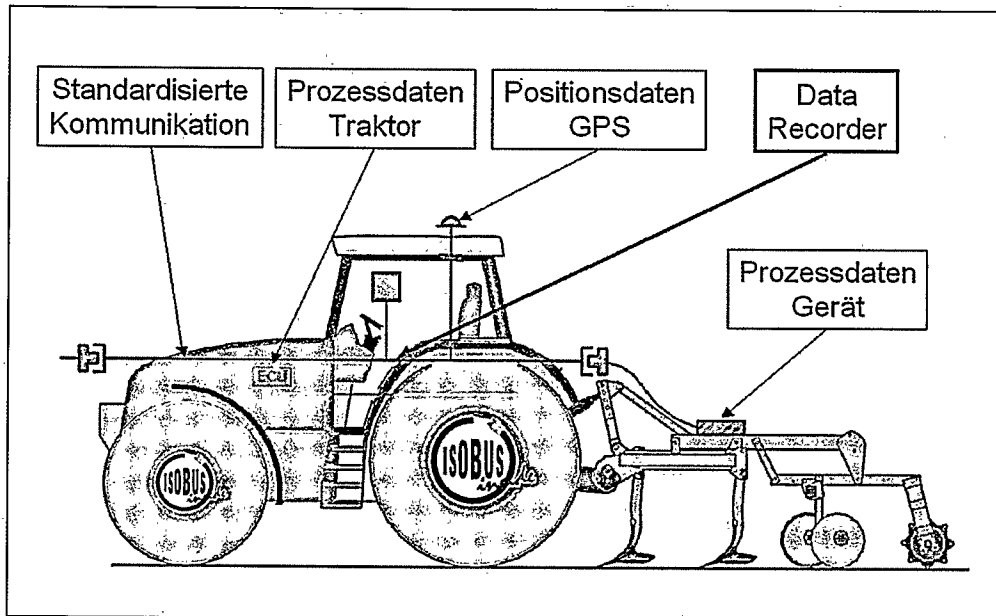


Abb. 1: Automatische Prozessdatenerfassung im ISOBUS-System am Beispiel einer Kombination von Traktor und gezogenem Bodenbearbeitungsgerät

Dabei werden Positionsdaten des GPS-Empfängers, Identifikationsdaten von Traktor und Gerät sowie eine Vielzahl von Prozesswerten (Geschwindigkeit, Drehzahlen, Zugkraft, Hubhöhe, Ausbringungsmenge, etc.) erfasst. Die Aufzeichnungsfrequenz im aktuellen System beträgt 1 Hertz. Von entscheidender Bedeutung ist die Nutzung des Globalen Positionierungssystems GPS zur Georeferenzierung der Daten. Die erfassten Daten können nach der Verarbeitung in geeigneten Auswertungssystemen in vielfältiger Weise als Eingangsinformation für das Betriebsmanagement und das Bestandsmanagement genutzt werden (Rothmund et al. 2001).

Anhand der Verknüpfung von GPS-Positionsdaten und Prozessdaten ist eine räumliche Zuordnung der Prozesswerte in Datenbanken und eine Kartierung in Geographischen Informationssystemen (GIS) möglich. Das hohe Datenaufkommen bei einer kontinuierlichen Erfassung während aller Arbeitsprozesse in der Außenwirtschaft erfordert eine automatisierte leistungsfähige Datenverarbeitung. Für die anzustrebende Datensicherheit und Einfachheit der Anwendung empfiehlt sich eine vom Betriebsrechner des Landwirts unabhängige Serverbasierte Datenverarbeitung. Zur Vernetzung der gewonnenen Information sind standardisierte Schnittstellen erforderlich. Im Folgenden sollen Möglichkeiten der Datenverarbeitung und der Informationsnutzung aufgezeigt werden.

Datenverarbeitung

Ein Konzept für ein durchgängiges Informationsmanagement muss bereits bei der Datenerfassung ansetzen. Um die Verarbeitung der gewonnen Rohdaten durch verschiedene Systeme zu ermöglichen, bedarf es eines offenen und erweiterbaren Standards für das Rohdatenformat. In welcher Form Prozessdaten von einem "Data Recorder" im ISOBUS-System zur Verfügung gestellt werden, wird derzeit im Rahmen der Normungsarbeit zum ISO 11783 Kommunikationsstandard erarbeitet. Wahrscheinlich ist es eine geräteseitige Schnittstelle im XML-Format. Bei XML (Extensible Markup Language) handelt es sich um eine Auszeichnungssprache. Diese ermöglicht das Darstellen von Prozesswerten in einer klar definierten hierarchischen Struktur. Durch die Verwendung eines festgelegten Schemas zur Datenauszeichnung ist eine allgemeine Lesbarkeit der Daten gegeben. XML-Schnittstellen werden bereits in einigen Ansätzen für die Datenverwendung im Bereich des Precision Farming genutzt (Maniak 2003).

Datenformate und Datenübertragung

Ein Prototypsystem für die automatische Prozessdatenerfassung wurde an der Technischen Universität München im Rahmen des Forschungsprojektes "Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung (IKB-Dürnast)" entwickelt (Demmel et al, 2002). Dieses basiert auf der DIN 9684 für Landwirtschaftliche BUS-Systeme (LBS), der deutschen Vorgängernorm der ISO-Norm 11783. Da zum Zeitpunkt der Entwicklung des Systems für die Datenaufzeichnung und das Datenformat keine Spezifikationen in der gültigen Norm vorgesehen waren, wurde ein eigenes Format entwickelt. Die erfassten Prozessdaten werden hierbei im ASCII-Format in festgelegter Spaltenabfolge zeilenweise in einer Datei abgelegt. Die Spaltenwerte werden durch Kommata getrennt und die Beschreibung der Spalteninhalte erfolgt jeweils nach Systemneustart oder bei Veränderung der Systemkonfiguration durch eine Kopfzeile. Eine Datenzeile besteht aus der Datums-, Zeit- und Positionsangabe sowie allen diesem Datenpunkt zugeordneten Attributen. Diese sind die eigentlichen Prozessdaten, wie beispielsweise Traktorgeschwindigkeit, Hubwerksposition, Gerätearbeitsbreite und viele mehr.

Im Vergleich dazu ermöglicht die Verwendung von XML ein flexibleres Datenformat durch die Definition eines Schemas für die Darstellung der Daten. Beide diskutierten Varianten des Rohdatenformats unterscheiden sich von dem bisher verwendeten ADIS-Format (Agricultural Data Interchange Syntax) grundsätzlich durch die Redundanz bei der Aufzeichnung von Identifikationsdaten zum Traktor und Gerät. Diese Redundanz verursacht ein höheres Datenaufkommen, was heute bezüglich verfügbarer Speicherkapazitäten kaum noch eine Rolle spielt. Gleichzeitig wird jedoch durch das Vorhandensein aller relevanten Identifikations- und Prozesswerte in jedem Datensatz die Datenauswertung vor allem bei der Nutzung von Datenbanksystemen stark vereinfacht und die Flexibilität bei der Verwendbarkeit der Daten in unterschiedlichen Auswertungssystemen erhöht.

Im Rahmen des IKB-Projektes wurden verschiedene Stufen der Daten-Vorverarbeitung auf der Maschine getestet. So können Kennwerte, wie zum Beispiel Einsatzzeit- oder Einsatzflächen-summen, schneller ermittelt und bereits auf dem Traktor angezeigt oder ausgedruckt werden.

Die ursprünglichen Prozesswerte müssen aber in jedem Fall erhalten und zur weiteren Datenverarbeitung herangezogen werden.

Ein bisher ungelöstes Problem besteht in der Automatisierung der Datenübertragung von der Arbeitsmaschine zum Auswertungssystem. Sowohl im Prototypsystem zur automatischen Datenerfassung der TU-München als auch bei den eingeführten Ertragsmesssystemen auf Erntemaschinen erfolgt die Datenaufzeichnung auf Speicherkarten. Die Überführung zum Betriebsrechner erfolgt durch die Arbeitsperson. Viel diskutiert ist eine mögliche Übertragung per GSM oder GPRS. Diese kommt allenfalls für vorverarbeitete Daten, also Kennwerte wie Arbeitssummen, Mittelwerte, Abweichungen, schlagbezogene Angaben und ähnliches in Frage. Aufgrund der großen Datenmengen sind für die Rohdaten andere Übertragungswege nötig. Als Übertragungstechnik sind hier der Nahbereichsfunk-Standard "Bluetooth" oder der "Wireless Local Aerea Network"-Standard (WLAN) denkbar. Als Übertragungsmedium könnte beispielsweise der "Pocket PC" dienen, der heute meist serienmäßig über "Bluetooth"- und WLAN-Technologie verfügt. Durch eine automatische Synchronisation mit dem "Data recorder" der Maschine einerseits und dem Betriebs-PC andererseits wäre die Datenübertragung zu bewerkstelligen. Aber auch eine direkte Einspeisung der Daten in das Internet und auf diesem Wege die Übertragung zum Betriebsrechner oder zum Server eines Dienstleisters ist denkbar. Hierzu muss der "Data recorder" in ein bestehendes lokales Netzwerk eingebunden oder über ein Modem mit dem Internet verbunden werden können. Dies kann via Kabel oder mit drahtloser Technik geschehen, wenn sich die Arbeitsmaschine im Hofbereich befindet. In jedem Falle ist eine Zwischenspeicherung der Rohdaten auf der Maschine notwendig.

Inner- und außerbetriebliche Datenauswertung

Grundsätzlich kommen zwei unterschiedliche Orte für die Prozessdatenauswertung in Frage. Zum einen der Betriebsrechner des Landwirts, zum anderen ein entfernter Rechner eines Dienstleisters. Als Dienstleister können in erster Linie private Firmen, aber auch Maschinenringe oder Eigeninitiativen von Landwirten auftreten. Demzufolge gibt es auch zwei mögliche Wege des Daten- und Informationsflusses. Bei der Datenauswertung am Betriebsrechner ergibt sich zunächst ein rein innerbetrieblicher Ablauf. Erst Schnittstellen am Ende des Datenauswertungsprozesses erlauben die überbetriebliche oder die außerbetriebliche Nutzung der gewonnenen Information. Damit müssen die Datenformate nur zwischen Arbeitsmaschinen und Rechnern eines Betriebes kompatibel sein. Der Einsatz proprietärer Systeme ist möglich.

Bei der Nutzung eines Web (Internet) basierten Daten- und Informationsmanagementsystems sind die Datenflüsse sowohl inner- als auch außerbetrieblich. Daten betrieblicher Arbeitsprozesse gelangen zur Datenauswertung und Information wieder zurück zum Landwirt (Abb. 2). Deshalb müssen die Rohdaten verschiedener Betriebe beziehungsweise verschiedener Hersteller von Datenerfassungselektronik, mit den Auswertungssystemen verschiedener Dienstleister beziehungsweise Softwarehersteller kompatibel sein. Dies bedeutet, dass standardisierte Datenschnittstellen schon für die Rohdaten benötigt werden.

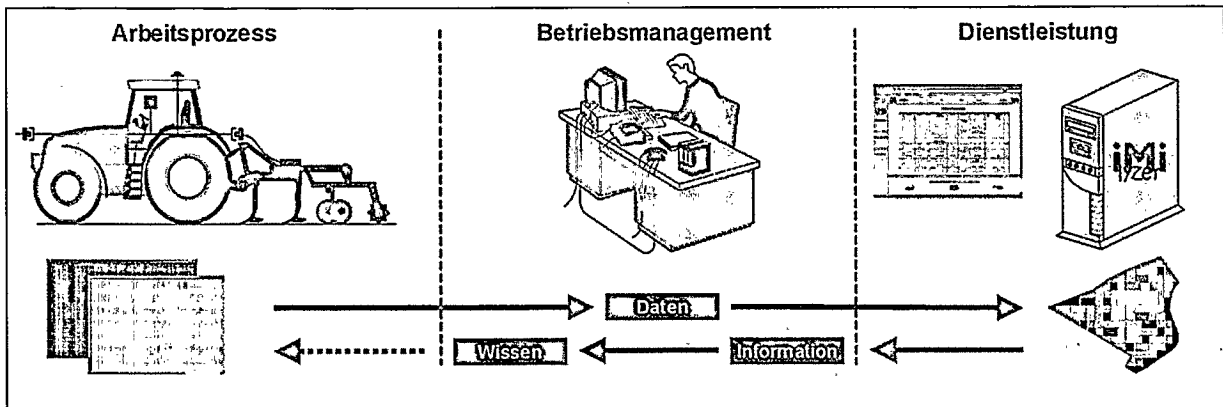


Abb. 2: Daten- und Informationsfluss in einem Informationsmanagementsystem bei externer Datenverarbeitung

Bei der Nutzung landwirtschaftlicher Software durch den Landwirt am Betriebsrechner ergeben sich eine Anzahl von bekannten Problemen. Zunächst muss der Umgang mit der Software erlernt und trainiert werden um eine effiziente Nutzung zu gewährleisten. Auch wenn dies erfüllt ist, besteht kaum eine Möglichkeit, von außen Bedienungsfehler zu erkennen und so falschen Ergebnissen und Planungsgrundlagen vorzubeugen. Ein größeres Problem ergibt sich aus der Arbeitsbelastung der Landwirte, die Software oft nicht zeitnah nutzen können, also dann, wenn Daten anfallen. Weiterhin handelt es sich bei proprietärer Software oft um eine Sackgasse für die ermittelte Information. Schnittstellen zur Nutzung der Daten in anderen Programmen oder auf Arbeitsmaschinen sind oft nicht vorhanden oder nicht kompatibel.

Viele dieser Mängel können durch die außerbetriebliche Datenverarbeitung behoben werden. Dem Landwirt bleibt hier zunächst die Aufgabe, die Daten von der Arbeitsmaschine zum Betriebsrechner zu "tragen" und von dort per Internet zum Datenverarbeiter zu schicken. Die Datenübertragung ließe sich jedoch auch, wie unter "Datenformate und Datenübertragung" beschrieben, vollständig automatisieren. Das Ergebnis der Datenverarbeitung, die Information, kann vom Nutzer ebenfalls per Internet abgerufen werden. Die Datenauswertung läuft automatisiert ab, wodurch Benutzerfehler ausgeschlossen sind. Für die Datenverarbeitung entsteht kein Zeitaufwand. Die Art und Tiefe der abgegebenen Information kann nutzerspezifisch angepasst werden. Für die weitere Nutzung der Daten und Informationen in Agrarsoftware-Anwendungen können standardisierte Schnittstellen geschaffen werden. Ein solches System kann kontinuierlich weiterentwickelt werden, ohne lokale Updates auf den Betrieben durchführen zu müssen.

Datensicherheit

In diesem Punkt müssen zwei getrennte Aspekte betrachtet werden. Zum einen ist dies die Sicherheit vor fehlerhaften Daten und Datenverlust mit unter Umständen ernsthaften Folgen für den Betriebsablauf und die Betriebsplanung. Zum anderen ist es der Schutz vor unbefugtem Datenzugriff, da es sich um sensible Daten aus der Produktion und dem Betriebsmanagement handelt. Bezüglich der Sicherheit vor Datenverlusten bieten sich in einer zentralen Datenverarbeitung Methoden der Datensicherung an, die aufgrund des hohen Aufwandes und des Bedarfs an professioneller Betreuung für den privaten Betriebs-PC nicht in Frage kommen. Auch das

Entstehen fehlerhafter Daten ist in einem automatisierten System unwahrscheinlich. Programmierfehler können zentral und schnell behoben werden.

Der Aspekt des unbefugten Zugriffs ist differenzierter zu sehen. Zunächst besteht bei vielen Landwirten ein natürliches Misstrauen, ihre Betriebs- und Prozessdaten außer Haus zu geben. Dem kann entgegengehalten werden, dass durch eine entsprechende Nutzerverwaltung mit definierten Zugriffsrechten und die Absicherung des Datennetzwerks und der Datenübertragung die Daten ausreichend vor unbefugtem Zugriff geschützt werden können. Schließlich gelingt dies in anderen mindestens ebenso sensiblen Bereichen, wie beispielsweise dem Bankwesen, auch. Dennoch bleibt bei vielen Landwirten die Vermutung, dass eine zentrale Datenhaltung die betriebsinterne Produktionsinformation leicht verfügbar macht und damit Begehrlichkeiten bei der Administration wecken könnte. Grundsätzlich ist dieser Argumentation wenig entgegenzuhalten. Jedoch kann sich dies allenfalls mittelfristig in Form entsprechender Gesetze und Verordnung zur Offenlegung der Produktionsmethoden widerspiegeln. Die Daten des einzelnen Landwirts sind beim Dienstleister vertraglich geschützt und dürfen nicht ohne dessen Wissen von einem Dritten eingesehen werden.

Algorithmik der Datenverarbeitung

Die Verarbeitung der Prozessdaten erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst werden die Werte auf Plausibilität und Integrität geprüft und entsprechend gefiltert. Im nächsten Schritt werden alle Werte einer Datenzeile anhand der enthaltenen Positionsdaten räumlich zugeordnet. Es kann so festgestellt werden, ob und auf welchem Feldstück sich eine Maschine befand. Anschließend werden die Daten nach Feldstückzugehörigkeit, Maschinenzugehörigkeit und nach zeitlichem Ablauf gruppiert, so dass zusammenhängende Maßnahmen erkannt werden können (Abb. 3). Für diese Maßnahmen kann nun eine detaillierte Prozessanalyse durchgeführt werden. Gleichzeitig kann aber auch feldstück- oder maschinenbezogene Information berechnet werden.

Im Rahmen des Projektes zur automatischen Prozessdatenerfassung an der TU München wurden diese Datenverarbeitungsschritte jeweils in zwei unterschiedlichen Prototyplösungen realisiert. Zum einen geschah dies in einer Access-Datenbank (Bestandteil des Microsoft-Office-Pakets) basierten PC-Softwarelösung. Dieses stößt bei hohem Datenaufkommen schnell an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit. Zum anderen wurde ein Web-basiertes Informationssystem entwickelt. Die Datenverarbeitung und Datenhaltung mussten hierzu auf ein professionelles Datenbanksystem aufbauen und der strukturelle Ablauf mit geeigneten Programmier Techniken realisiert werden. Die Nutzeroberfläche ist per Internet mit einem auf jedem PC vorhandenen Browser erreichbar. Bei der Realisierung dieses Systems kamen ausschließlich frei verfügbare "OpenSource"-Softwarekomponenten zum Einsatz. Abbildung 4 zeigt den schematischen Aufbau.

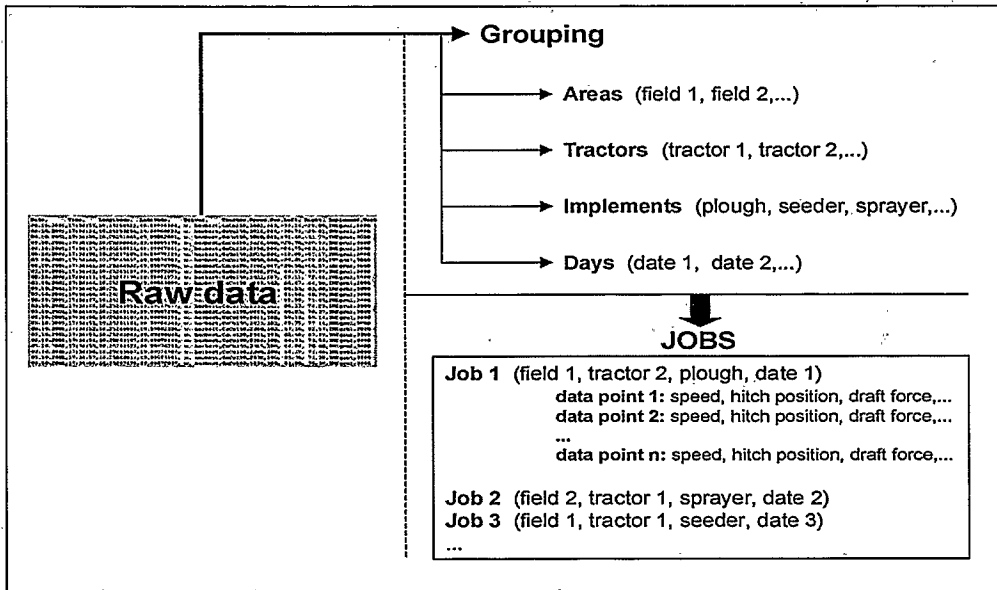


Abb. 3: Bildung von maßnahmenbezogenen Kennwerten durch Datengruppierung

Zentraler Bestandteil des Web-basierten Systems ist eine SQL-Datenbank. Die gewählte Datenstruktur soll eine effiziente Datenverarbeitung und einen schnellen Zugriff ermöglichen. Die Darstellung der Nutzeroberfläche im Browser erfolgt über HTML-Code. Die Anbindung an die Datenbank und die Steuerung des Programmablaufs wird mit der Skriptsprache PHP realisiert, die für diesen Einsatzzweck optimiert ist. Die geplante Funktionalität der Programmierung umfasst die Datenaufnahme, die Datenverarbeitung, die Datenhaltung, die Informationsaufbereitung und den Informations- und Datenabruf mit den entsprechenden Schnittstellen und zusätzlich die Administration, bestehend aus dem Anlegen und Verwalten von Betrieben, der Vergabe von Zugriffsrechten und verschiedenen anderen Kontrollfunktionen.

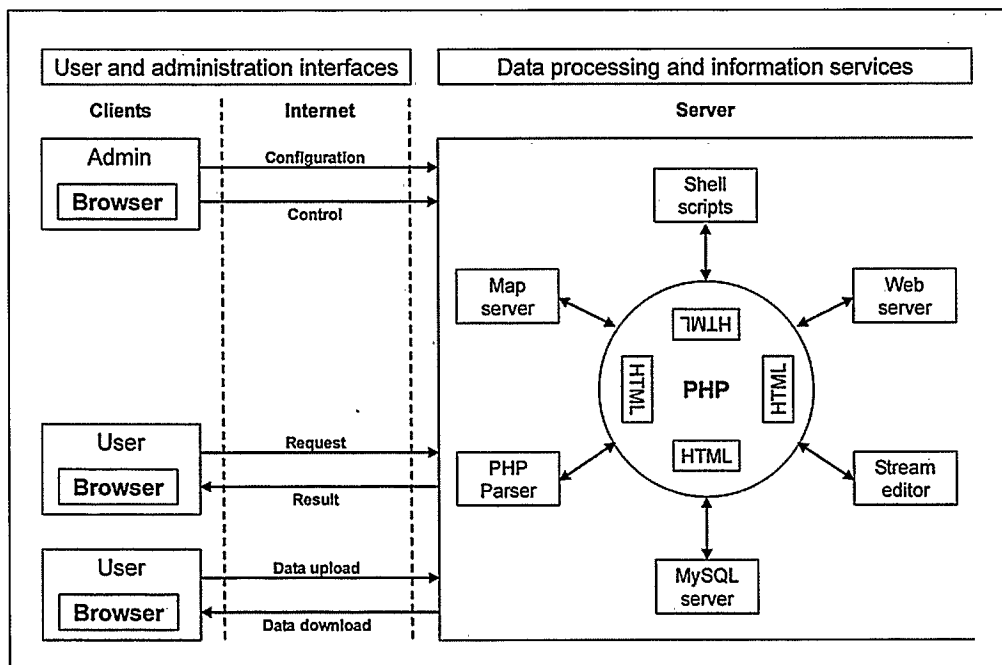


Abb. 4: Schematischer Aufbau des Web basierten Informationsmanagementsystems IMIlyzer

Eine Demoversion des aktuellen Systems und weitere Informationen sind im Internet unter "<http://www.tec.wzw.tum.de/pflanztech/deutsch/service/service.html>" verfügbar.

Nutzungsmöglichkeiten der Information aus der automatischen Prozessdatenerfassung

Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Datenauflösung und der Vielzahl möglicher Prozesswerte, die aufgezeichnet werden können, ergeben sich eine Reihe unterschiedlicher Anwendungsmöglichkeiten der automatisierten Datenerfassung. Der Informationsgehalt der derzeit erfassten Daten umfasst die Positionierung, die Zeitbestimmung, die Identifikation von Traktor, Gerät und Arbeitsperson sowie Prozesswerte des Traktors wie Geschwindigkeit, Kraftstoffverbrauch, Motor- und Zapfwellendrehzahlen, Zugkraftwerte und Hubwerksposition und auch Prozesswerte des Arbeitsgeräts wie Arbeitsbreite und Ausbringmenge. Bei der Informationsgewinnung können aus dem Bereich der Positions- und Identifikationsdaten unterschiedliche Bezugspunkte gewählt werden. Das heißt, die Information kann orts- beziehungsweise schlagbezogen, maschinenbezogen oder personenbezogen dargestellt werden (Rothmund et al. 2002). Eine Einteilung der Nutzungsmöglichkeiten könnte nach der Verwendung im oder außerhalb des Betriebes erfolgen. Im innerbetrieblichen Bereich geht es dabei vor allem um die Verbesserung des Betriebsablaufs und der Kostenstruktur sowie um die Anwendung moderner teilflächenspezifischer Produktionstechniken. Daneben kann die Organisation überbetrieblicher Maschinenverwendung und überbetrieblicher Flächenbewirtschaftung erheblich vereinfacht werden. Eine außerbetriebliche Datenverwendung dient dem Nachweis von Produktionsvorgängen.

Innerbetriebliche Informationsnutzung

Mit der automatisierten Erfassung ergibt sich eine neue Datenqualität für die Betriebsablaufanalyse in der Außenwirtschaft. Damit sind Informationen erreichbar, die in manuellen oder teilautomatisierten Dokumentationssystemen nicht abgebildet werden können. In erster Linie gilt das für die schlagweise und sogar teilschlagbezogene Erfassung von Arbeiterledigungskosten und pflanzenbaulichen Parametern.

Wichtige Informationswerkzeuge für das Management wie Arbeitstagebuch, Schlagkartei, und Maschineneinsatzübersicht können weitgehend automatisiert geführt werden. Dabei können Übersichts- oder Detailinformationen per Knopfdruck und ohne vorherige manuelle Dateneingabe realisiert werden

Im "Precision Farming" bildet die fundierte Beschreibung des Standorts die Grundlage für teilflächenspezifische Bewirtschaftungsverfahren in der Pflanzenproduktion. Erst durch die Erfassung möglichst vieler verschiedener Parameter entsteht ein stabiles Bild der Variabilitäten innerhalb eines Schlates. Die automatisierte Erfassung erleichtert die Erhebung von Sensordaten, beispielsweise während der Düngung. Aber auch Parameter, die bisher nur zur Maschinensteuerung verwendet wurden, wie die gemessene Zugkraft zur Hubwerksregelung während der Bo-

denbearbeitung, stellen wertvolle Puzzleteile im Informationspuzzle "Precision Farming" dar (Rothmund et al. 2003 und Schutte et al. 2003), (Abb. 5).

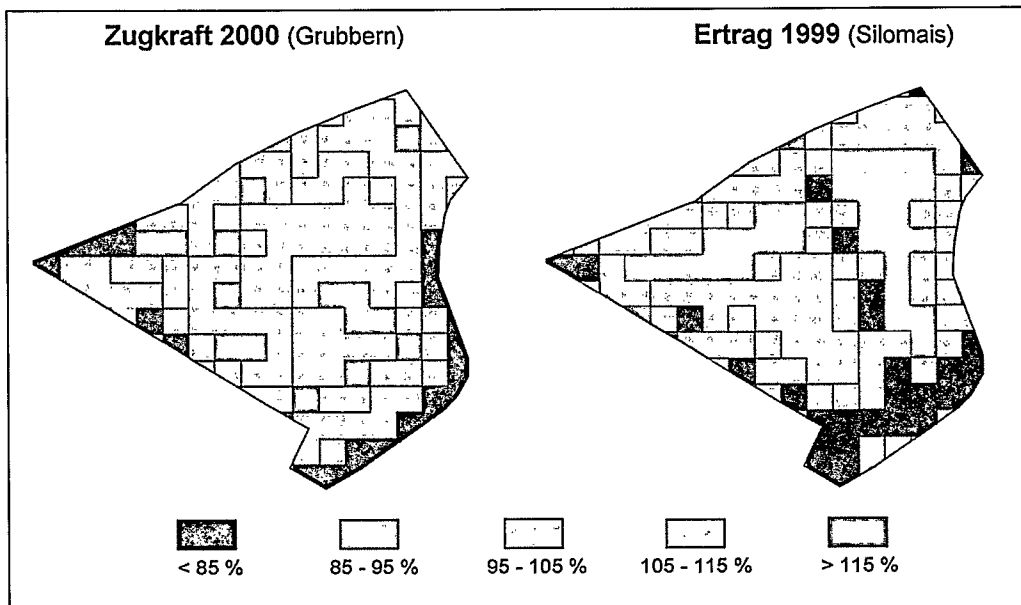


Abb. 5: Zugkraftkartierung und Ertragskartierung relativ zum Mittelwert im Vergleich

Überbetriebliche Informationsnutzung

Im Bereich der überbetrieblichen Arbeit gibt es zwei Einsatzfelder, die erheblich von einem Informationsmanagementsystem auf Grundlage der automatischen Prozessdatenerfassung profitieren können. Zum einen der überbetriebliche Maschineneinsatz in Form von Maschinengemeinschaften und Maschinenringen, zum anderen die überbetriebliche Bewirtschaftung von Flächen in Form des Lohnunternehmereinsatzes und der Gewannebewirtschaftung. Im ersten Fall geht es um die exakte Erfassung von Einsatzzeiten, Einsatzflächen sowie von Arbeitsbedingungen und Kraftstoffverbrauch zur einatzgerechten und einfachen Abrechnung des Maschineneinsatzes. In der Gewannebewirtschaftung, einer Form der virtuellen Flurbereinigung, ist zusätzlich der Teilschlagbezug der Information und die Erfassung des Betriebsmitteleinsatzes nötig, da dort nebeneinanderliegende Feldstücke unterschiedlicher Nutzer über die Schlaggrenzen hinweg gemeinsam bewirtschaftet werden (Abb. 6). Zur genauen Analyse des Arbeitsablaufs in der Gewannebewirtschaftung bedarf es dabei einer detaillierten teilschlagbezogenen Aufschlüsselung von Haupt- und Nebenzeiten (Rothmund et al. 2002). Die Ergebnisse der genauen Analysen von gemeinsamem Maschineneinsatz und Flächenbewirtschaftung können in der genauen und einfach zu handhabenden Abrechnung per Knopfdruck und für die weitere Planung Verwendung finden.

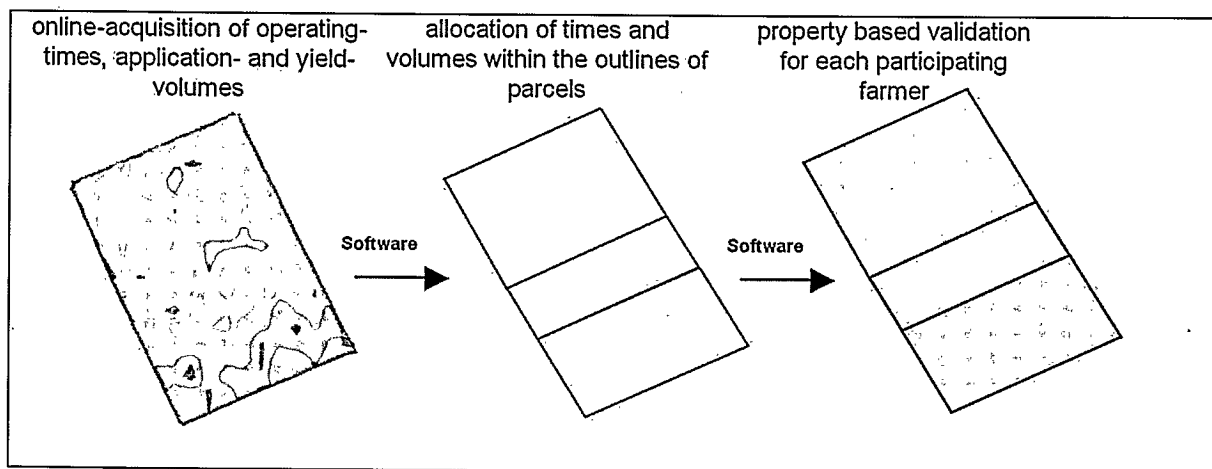


Abb. 6: Teilschlagbezogene Ermittlung von pflanzenbaulichem Aufwand und Ertrag bei der Gewannewirtschaftung

Außerbetriebliche Informationsnutzung

Außerhalb des Betriebes können die Daten und Informationen aus der Produktion zur Dokumentation und damit zur Rückverfolgbarkeit benutzt werden. Dies liegt durchaus im Interesse des Landwirts, der hiermit Forderungen der verarbeitenden Industrie im Rahmen von Abnahmeverträgen nachkommt, und der für den Fall späterer Reklamationen oder für die produktionsgebundene Zahlung von Beihilfen einen genauen Nachweis des Produktionsablaufs führen kann. Bisher angedachte manuelle Dokumentationssysteme können die hierfür erforderliche Genauigkeit und Sicherheit der Information nicht erbringen. Bei einer solchen vertraglich geregelten Weitergabe von sensiblen Daten zum Nutzen des Landwirts hat der Datenschutz vor dem unbefugten Zugriff durch Dritte große Bedeutung.

Eine weitere Möglichkeit der Datenverwendung ergibt sich durch die zentrale Datenverarbeitung und die Datenvernetzung. Eine große Anzahl von prozessbezogenen Daten kann in anonymisierter Form die Grundlage für ein dynamisches Planzahlensystem bilden. Es entsteht so eine offene und sich kontinuierlich weiterentwickelnde Planungsgrundlage. Bei der Ermittlung von Planzahlen kann der Fokus auf betriebstypische, regionaltypische oder produktionstypische Gegebenheiten gesetzt werden, wodurch eine realistische Abbildung zukünftiger Betriebsabläufe entsteht.

Die Bedeutung von Datenschnittstellen

Agrarsoftware für die Außenwirtschaft umfasst ein breites Spektrum von Anwendungen von der Arbeitsplanung über die Ackerschlagkartei und das Abrechnungsprogramm bis zum Buchführungsprogramm. Es kann nicht Aufgabe einer einzigen Softwarelösung sein, alle diese Anwendungen zu vereinigen. Ein solches System wäre fehlerbehaftet, unüberschaubar und schlecht nutzbar. Die Aufgabe des Informationsmanagementsystems liegt zum einen in der Datenverarbeitung und der Bereitstellung wichtiger Grund- und Übersichtsinformation für den Betriebsablauf. Zum anderen liegt die entscheidende Bedeutung in der Bereitstellung von Daten an standardisierten Schnittstellen. Hiermit ist die Verwendbarkeit in beliebigen Anwendungen gesi-

chert, sofern diese über die gleiche Schnittstelle verfügen. Ein Schwerpunkt der derzeitigen Standardisierungsbestrebungen für das ISOBUS-Kommunikationssystem und darüber hinaus für Agrarsoftware ist die Konzeption und Definition solcher Schnittstellen. Für die technische Umsetzung wird die Datenauszeichnungssprache XML eine große Bedeutung haben, da diese bereits allgemeine Verbreitung gefunden hat, sich logisch vorhandene hierarchische Datenstrukturen gut abbilden lassen und eine hohe Flexibilität bei der Datennutzung erreicht wird.

Schlussfolgerung

Die automatische Prozessdatenerfassung in Verbindung mit einem leistungsfähigen Datenverarbeitungssystem eröffnet neue Wege für das Informationsmanagement. Damit wird die Grundlage für eine lückenlose und sichere Dokumentation in der Pflanzenproduktion geschaffen. Diese Dokumentation wiederum ist die Basis sowohl für ein optimiertes Management für innerbetriebliche und überbetriebliche Aufgaben als auch für eine Absicherung des Landwirts bezüglich der nachzuweisenden Produktionsqualität. Darüber hinaus kann bei großflächigem Einsatz eines solchen Systems die Datengrundlage für neue Ansätze in den Arbeits- und Pflanzenbauwissenschaften geschaffen werden (On-farm-Research). Die Entwicklung von standardisierten Datenschnittstellen ist unabdingbare Voraussetzung für eine breite Nutzung der gewonnenen Information. Für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung in einem Precision-Farming-System sind die automatisierte Erfassung und Auswertung von Prozess- und Bestandesdaten sowie Schnittstellen vom Arbeitsgerät zum datenverarbeitenden System und wieder zurück zum Arbeitsgerät die erste Voraussetzung.

Zusammenfassung

Die automatisierte und standortbezogene Erfassung von Prozessdaten auf landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen wird in einem standardisierten elektronischen Kommunikationssystem erheblich vereinfacht. Mit Einführung des entsprechenden Standards ISO 11783 (ISO-BUS) wird eine breite Nutzung der automatischen Prozessdatenerfassung in der Praxis möglich. In Verbindung mit einem adäquaten Daten- und Informationsmanagement entsteht ein automatisiertes Dokumentationssystem. Dieses kann die Basis für zahlreiche inner-, ausser- und überbetriebliche Anwendungen sein. Diese sind beispielsweise eine optimierte Betriebs- und Bestandesführung, Managementhilfen für den Maschineneinsatz und die Gewannebewirtschaftung, eine Form der virtuellen Flurbereinigung, sowie die Rückverfolgbarkeit von Nahrungs- und Futtermitteln. Einen hohen Stellenwert besitzt hierbei die Datenverarbeitung als Bindeglied zwischen Datenerfassung im Arbeitsprozess und Informationsnutzung in unterschiedlichsten Anwendungen. Eine außerordentliche Bedeutung kommt der Schaffung standardisierter maschinen- und softwareseitiger Datenschnittstellen zu, um eine universelle Nutzung der Daten und Informationen zu ermöglichen.

Résumé

La saisie automatique des données et son utilisation aux fins de la production végétale

L'utilisation, sur les machines agricoles, d'un système de communication électronique standardisé facilite grandement la saisie automatique et géo-référencée des données relatives aux opérations agricoles. L'introduction de la norme ISO 11783 (ISO-BUS) rend possible de généraliser la saisie automatique des données relatives aux opérations agricoles. Combinée avec une gestion judicieuse des données et des informations, cette saisie de données permet de créer un système automatique de documentation, système qui peut constituer la base de nombreuses applications aussi bien dans les entreprises qu'à l'extérieur, ainsi que dans les relations interentreprises. Parmi ces applications, on citera p. ex. l'optimisation de la gestion de l'entreprise agricole et des troupeaux, l'aide à la gestion des machines agricoles et à la co-exploitation des parcelles par remembrement virtuel, sans oublier les procédures assurant la traçabilité des denrées alimentaires et des aliments pour animaux. Le traitement des données, qui fait le lien entre la saisie des données au moment des opérations agricoles et l'exploitation des informations dans les applications les plus diverses, joue un rôle de premier plan. Dans la mesure où l'on vise une exploitation universelle des données et des informations, il est indispensable pour échanger les données de mettre au point des interfaces standardisées aussi bien sur les machines agricoles que dans les logiciels.

Summary

Automated data acquisition and its practical application in crop production

The automated and georeferenced acquisition of process data on agricultural machinery can be implemented easily, provided that a standardized electronic communication BUS system is available. A widespread use of automated data acquisition can be expected thanks to the introduction of the ISO 11783 standard (ISOBUS) for tractor implement systems. In conjunction with an adequate data and information management, automated data acquisition enables to create an automated documentation system providing the basis for a number of internal, external and inter-farm applications such as optimised farm and crop management, machinery and transborder farming management as well as the traceability of products. For this purpose, the data processing as interface between data acquisition in the work process and information use in various applications is very important. The definition of standardized machine and software data interfaces plays a very important role in order to enable a wide use of data and information.

Literatur

Auernhammer H., Spangler A. und Demmel M., 2000. Automatic process data acquisition with GPS and LBS. AgEng2000 Warwick paper No. 00-IT-005, EurAgEng, Silsoe, UK.

Demmel M., Rothmund M., Spangler A. und Auernhammer H., 2001. Algorithms for Data analysis and first results of automatic data acquisition with GPS and LBS on tractorimplement combinations. In: Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Farming in Agriculture, June 18-20 2001., Montpellier, France.

Demmel M., Ehrl M., Rothmund M., Spangler A. und Auernhammer H., 2002. Automated process data acquisition with GPS and standardized communication - The basis for agricultural Production traceability. In: Proceedings of the ASAE 2002 conference on Agricultural Engineering, Chicago, Illinois, USA.

Maniak S., 2003. Konzept zur Integration von verschiedenen Datenquellen in einem Geographischen Informationssystem. Dissertation, University of West-Hungary, Mosonmagyaróvár, Hungary.

Rothmund M., Demmel M. und Auernhammer H., 2002. Arbeitszeiterfassung bei der Gewannebewirtschaftung. In: Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 243, Braunschweig, Germany, S. 13-18.

Rothmund M., Auernhammer H. und Demmel M., 2002. First results of Transborder-Farming in Zeilitzheim (Bavaria). Proceedings of the EurAgEng Conference 2002, Budapest (Hungary), 2002, Paper Number 02-RD-006.

Rothmund M. und Auernhammer H., 2002. Mehrjährige Ergebnisse der Gewannebewirtschaftung in Zeilitzheim. (Transborder-farming in Zeilitzheim. Results over several years.) In: VDI-MEG Tagung Landtechnik 2002. 10./11. Okt. 2002 Halle/Saale, S. 169-176.

Rothmund M., 2002. Nutzung von Informationen aus der automatischen Prozessdatenerfassung. In: Landtechnik 57, Heft 3, KTBL, Darmstadt, Germany, S.148-149.

Rothmund M., Demmel M. und Auernhammer H., 2003. Data management for transborder-farming. In: Precision Agriculture (Eds. Stafford, J., Werner, A.). Wageningen Academic Publishers Wageningen, pp. 597-602.

Rothmund M., Demmel M. und Auernhammer H., 2003. Methods and Services of Data Processing for Data Logged by Automatic Process Data Acquisition Systems. In: CIOSTA-CIGR V Congress Proceedings, Vol. 2, Turin, Italy, pp.713-721.

Rothmund M., Zipprich M., Auernhammer H., Demmel M., 2003. Zugkraftmessung bei der Bodenbearbeitung als ergänzende Information zur Standortbeschreibung. (Draft force measurement at tillage as an additional information for Precision Farming.) In: VDI-MEG Tagung Landtechnik 2003. 7./8. Nov. 2003, Hannover, S. 305-310.

Schutte B. und Kutzbach H.D., 2003. Evaluierung von ortsspezifischen Zugkraftmessungen bei der Bodenbearbeitung. (Evaluation of geocoded draught force measurement during tillage operations.) In: VDI-MEG Tagung Landtechnik 2003. 7./8. Nov. 2003, Hannover S. 299-304.

Virtuelle Flurbereinigung und das wirtschaftliche Potential

Untersuchung des Potentials von virtueller Landumlegung und Precision Farming am Beispiel einer Gemeinde im Schweizer Mittelland

Auszug aus der Diplomarbeit von Michael Schlatter (2003). Betreuung: Dr. Bruno Durgiai, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen

Einleitung

Die Schweizer Landwirtschaft steht im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrhunderts vor der grossen Herausforderung, international konkurrenzfähig(er) zu werden. Neben dem hohen Kostenumfeld stehen der Realisierung dieses Zieles vor allem auch die kleinen Strukturen im Wege.

Einen wichtigen Beitrag an die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit können die so genannten Grösseneffekte leisten, insbesondere weil die meisten Schweizer Betriebe Grössen aufweisen, bei denen Wachstum besonders wirksam sein dürfte bzw. noch keine negativen Grösseneffekte zu erwarten sind.

Wachstum ist aber für Schweizer Betriebe besonders teuer (Pachten) und schwierig (Direktzahlungssystem verhindert das Freiwerden von Flächen). Die Schweizer Betriebe werden deshalb in den nächsten zehn Jahren flächenmässig im Durchschnitt kaum grösser werden.

Chancen zur Realisierung von Grösseneffekten innerhalb der bestehenden Struktur- und Eigentumsverhältnisse bieten gemeinsame Bewirtschaftungsformen, welche im Bereich der Milchproduktion seit Jahren realisiert werden (Tierhaltergemeinschaften) und im Bereich Futterbau und Futterkonservierung im Entstehen sind (Fahrsiloplanlagen).

Ein Quantensprung in diesen Bemühungen zur Realisierung von Grösseneffekten könnten die gemeinsame Bewirtschaftung grosser Flächen (insbesondere im Ackerbau, aber auch allenfalls kombiniert mit Futterbau) darstellen, wie sie in Süddeutschland unter dem Begriff Gewannebewirtschaftung bekannt ist.

In dieser Diplomarbeit werden am Beispiel einer extrem kleinräumig organisierten, d.h. noch nicht arrondierten Gemeinde u. a. betriebswirtschaftliche Potentiale eines solchen Ansatzes unter Schweizer Verhältnissen abgeschätzt.

Erwartete Effekte

Senkung des Arbeitszeitbedarfs und der Maschineneinsatzstunden

Durch die grösseren Bewirtschaftungseinheiten können die Arbeiten auf dem Feld wesentlich rationeller ausgeführt werden. Maschinen mit höheren Flächenleistungen senken die Arbeitserledigungskosten weiter. Grössere Schläge senken zudem die Wege-, Wende- und Rüstzeiten je Hektar. Das heisst, der Anteil an Hauptzeit steigt mit zunehmender Schlaggrösse auf Kosten von Wende- und Wege- bzw. Rüstzeit.

Bei zunehmender Schlaggrösse steigt der Anteil an produktiver Arbeitszeit stark an. Beim kleinen Schlag von einer Hektare beträgt der Anteil an produktiver Arbeitszeit noch weniger als 50 %. Der Rest sind Wende- bzw. Rüst- und Wegzeiten. Das Verhältnis von produktiven zu unproduktiven Arbeitszeiteinheiten verbessert sich jedoch sehr rasch. Bei einem grossen Schlag von 10 und mehr Hektaren erreicht der produktive Hauptzeitanteil über 80 %. Verallgemeinert kann gesagt werden, dass mit einer Mechanisierung mit 3 m Arbeitsbreite bis zu Schlaggrössen von 10 ha eine enorme Steigerung des produktiven Zeitanteils erzielt werden kann. Schlaggrössen ab 25 ha rechtfertigen eine Mechanisierung mit grösseren Arbeitsbreiten¹:

Die Schlagbreite spielt bei der Einsparung von Arbeits- und Maschinenstunden keine bedeutende Rolle. Anders sieht es mit der Schlaglänge aus. Verlängert man die Schläge, so reduziert man die Wendemanöver. Dadurch kann der unproduktive Zeitanteil weiter reduziert werden und der produktive Zeitanteil steigt weiter. Hier ist allerdings auf die maximale Schlaglänge zu achten. Die Schlaglänge wird begrenzt durch die Kapazitäten von Erntemaschinen¹. In den klein strukturierten Gebieten in der Schweiz, wo sich meistens auf beiden Längsseiten des Schlages ein Zufahrtsweg befindet, dürfte dieses Problem der zu langen Schläge keine grosse Bedeutung haben.

Arbeitsentlastung bzw. Arbeitsteilung

Es sind sehr grosse Arbeitszeiteinsparungen zu erwarten. Es muss nicht mehr jeder Einzelne alle Tätigkeiten ausüben. Viehhaltende Betriebe können freierwerdende Arbeitskapazitäten vermehrt in der Viehhaltung einsetzen. Andere können sich auf bestimmte Tätigkeiten bei der Feldarbeit spezialisieren. Ein Dritter kann sich vermehrt mit dem Betriebsmitteleinkauf oder der Vermarktung der Produkte beschäftigen.

Bessere Auslastung der Maschinen

In der Experimentierphase einer solchen Gewannebewirtschaftung werden wahrscheinlich die besten der bei den Landwirten vorhandenen Maschinen eingesetzt. Eventuell wird eine neue Mechanisierung angestrebt. In jedem Fall steigt die Auslastung um ein Vielfaches an. Dadurch können die jährlich anfallenden fixen Kosten auf mehr Arbeitseinheiten verteilt werden.

Bessere Faktor- und Produktpreise

Durch den gemeinsamen Einkauf von Produktionsmitteln können hier erhebliche Rabatte ausgehandelt werden. Ebenfalls wird die Marktmacht gegenüber dem Abnehmer vergrössert. Voraussetzung dafür ist eine gemeinsame Vermarktung der Produkte.

¹ KTBL (Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 2001. Gewannebewirtschaftung, Sonderveröffentlichung Nr. 034. KTBL, Darmstadt, 60 S.

Höhere Erträge

Durch die Zusammenlegung mehrerer kleiner, benachbarter Schläge zu einem grossen Schlag vermindert sich die Feldrandfläche je Hektar erheblich. Diese Feldrandflächen weisen einen geringeren Ertrag auf, da diese Randstreifen oft stärker verunkrautet sind oder infolge des ungenauen Ausbringens von Dünger mit dem Schleuderdüngerstreuer geringere Nährstoffgaben erhielten.

Exakte Abrechnung von Kosten und Leistungen

Mit Hilfe der GPS-gestützten Technologie zur Teilflächenbewirtschaftung wird es künftig möglich sein, die Kosten und Leistungen den Teilschlägen exakt zuzuordnen. Alle Daten und Bewertungen sind in einem System aufgezeichnet und jederzeit wieder abrufbar.

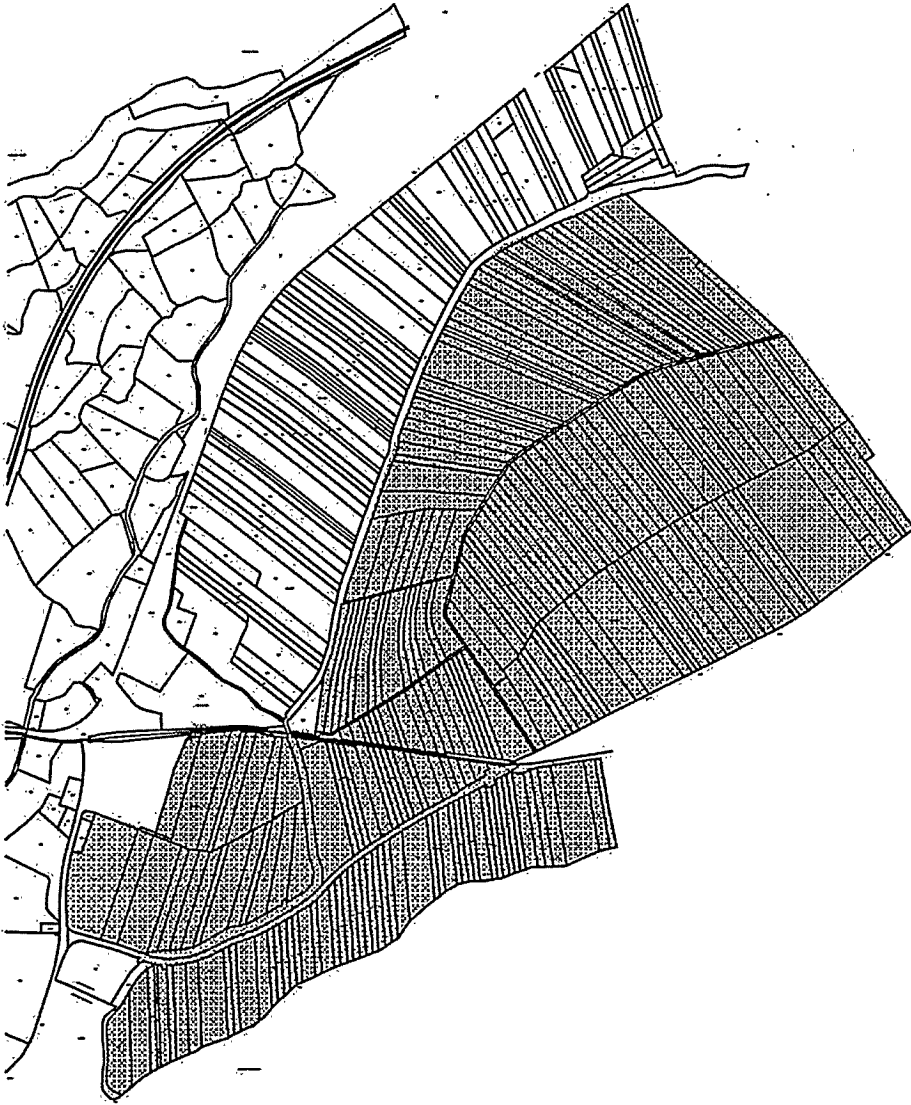
Ausgangssituation

Das Projektgebiet umfasst eine Fläche von 89,99 Hektaren. Es handelt sich um die Gebiete Hinterfeld, Grossfeld, Schlatt und Brühl (Tab. 1). Diese Fläche ist heute laut Grundbuch in 256 Parzellen unterteilt. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Parzellengrösse von nur 35,15 Aren (Abb. 1). Diese Strukturen sind sogar für Schweizer Verhältnisse (im Talgebiet) extrem klein. Eine geplante Flurbereinigung wurde zwar in Angriff genommen, jedoch nicht zu Ende geführt.

Trotzdem haben sich die Landwirte zum Teil etwas arrangiert. Mit Pachten und Landabtauschungen untereinander (ebenfalls mit Pachtverträgen) haben sie sich Parzellen so zugepachtet oder zum Teil auch zugekauft, dass sie jeweils zwei oder mehr Einzelparzellen nebeneinander haben. Aus den 256 Einzelparzellen sind so 107 Parzellen entstanden und es wird eine durchschnittliche Parzellengrösse (Bewirtschaftungseinheit) von 84,10 a erreicht.

Tab. 1: Flächen innerhalb des Projektgebietes, aufgeteilt in die vier Teilgebiete

Flächen im Projektgebiet	Total Flächen (Aren)	Anzahl Parzellen	Durchschnittliche Parzellengrösse (Aren)	
			nach Eigen- tümern	nach Bewirt- schaftern
Hinterfeld	2447,01	64	38,23	97,88
Grossfeld	3423,49	81	42,27	92,53
Schlatt	1870,35	60	31,17	74,81
Brühl	1257,85	51	24,66	62,89
Gesamtes Projektgebiet	8998.70	256	35,15	84,10



4

 Meters
0 60 120 240

Abb. 1: Ausgangssituation (Besitzverhältnisse): 90 ha unterteilt in 256 Einzelparzellen (dunkle Fläche).
Quelle: Output aus Programm AutoCAD, 2003.

Die virtuelle Flurbereinigung im Projekt

Zur Bildung der Gewanne wurden die natürlichen Grenzen beachtet. Die bisherigen 107 Bewirtschaftungseinheiten wurden virtuell zu 19 Gewannen zusammengefasst (Abb. 2).

Die Grösse der Bewirtschaftungseinheit konnte von ursprünglich 84,1 Aren auf neu 473,6 Aren vergrössert werden. Die Grössen der 19 Gewanne variieren zwischen 3,36 und 5,87 ha (Tab. 2).

Durch Zusammenlegung von Schlägen konnte meistens eine Verlängerung der neuen Schläge erreicht werden. Vielfach konnte auch die Bewirtschaftungsrichtung der Gewanne im Gegensatz zur vorherigen Parzellierung geändert werden. Dies soll eine rationellere Bewirtschaftung bringen, da so der Anteil der Hauptarbeitszeit auf Kosten von Wendezeiten wesentlich erhöht werden kann.

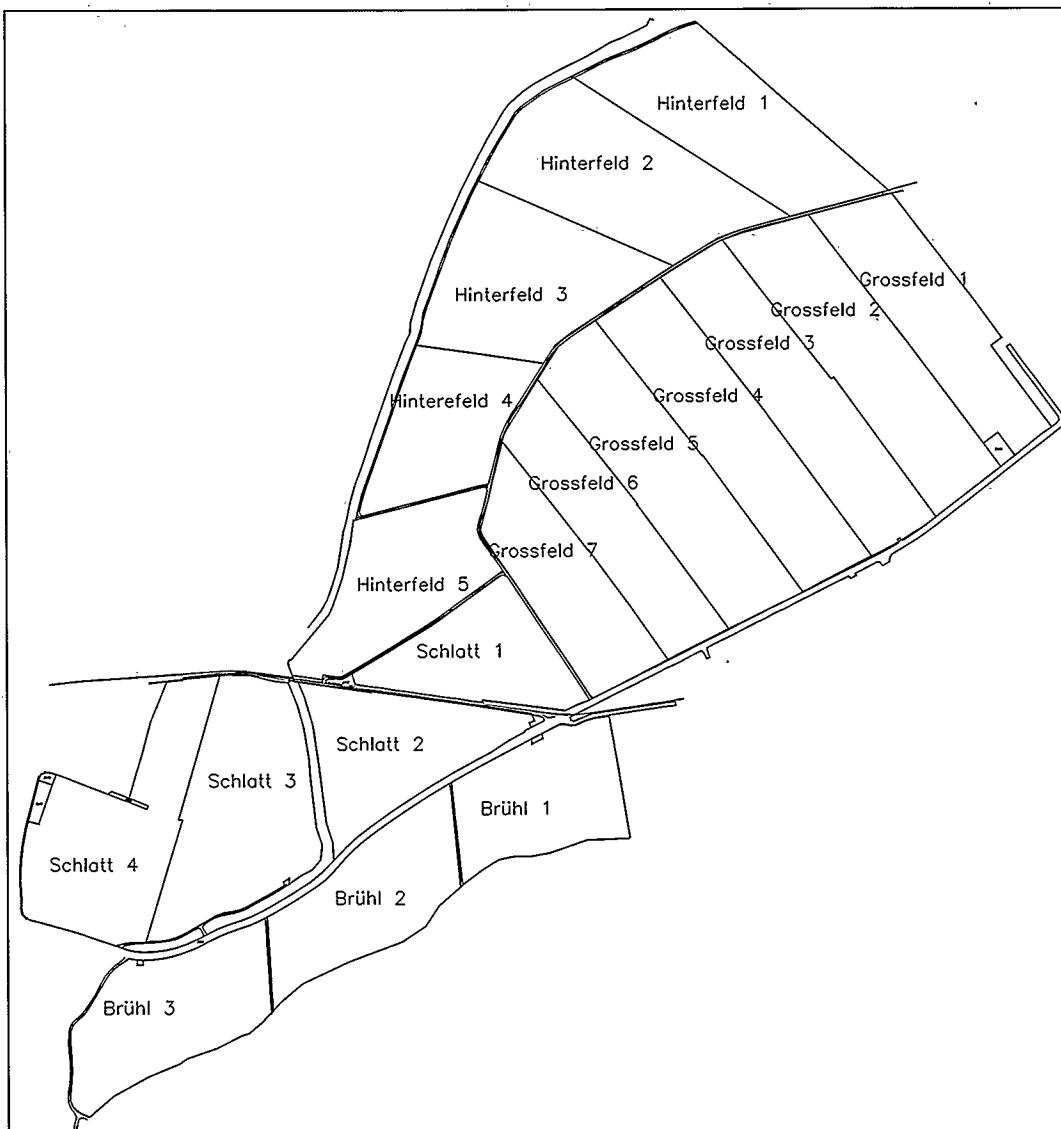


Abb. 2: Das gesamte Projektgebiet mit den neuen Gewannen nach der virtuellen Flurbereinigung.
Quelle: Output aus Programm AutoCAD, 2003.

Tab. 2: Flächen der 19 virtuell gebildeten Gewanne

Name		Gewannefläche (a)
Hinterfeld	1	525,27
	2	587,01
	3	535,14
	4	376,06
	5	423,53
		2447,01
Schlatt	1	336,27
	2	412,15
	3	580,6
	4	541,33
		1870,35

Name		Gewannefläche (a)
Grossfeld	1	445,49
	2	560,75
	3	530,72
	4	544,44
	5	555,33
	6	403,46
	7	383,3
		3423,49
Brühl	1	367,79
	2	438,87
	3	451,19
		1257,85

Wirtschaftliches Potential der virtuellen Neuplanung²

Für die Bewirtschaftung der Gewanne sind unterschiedliche Formen denkbar. In diesem Projekt wurde von einer Kombination von eigener Bearbeitung der Gewanne mit Lohnunternehmerarbeiten (Mähdrusch, Silomaiserte und Ernten von Zuckerrüben und Kartoffeln) ausgegangen. Zudem wird von einem einheitlichen Ertragsziel ausgegangen, d.h. einer einheitlichen Bewirtschaftung des Gewanns mit fixen Applikationsmengen von Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Saatmengen. Die Abrechnung der Kosten und Leistungen erfolgt jedoch anhand der Ertragskartierung. Bei allen Bewirtschaftungsformen ist eine Einigung über eine gemeinsame Fruchtfolge Voraussetzung.

Das gesamte wirtschaftliche Potential dieses Projekts beläuft sich auf Fr. 247 000.-. Dies sind Fr. 2747.- je ha innerhalb des Projektgebietes (Tab. 3). Nur rund 10 % davon betreffen die Leistungsseite (Höhere Produktpreise, weniger schlagrandbedingte Ertragsverluste), 90 % sind Kostensenkungspotentiale. Davon machen die Maschinen- und Zugkraftkosten den grössten Teil aus.

² Angaben zu Kosten, Leistungen zu den Kulturen stammen aus dem Deckungsbeitragskatalog, Ausgabe 2002, vom FiBL. Grundlage der Maschinenkostenberechnungen ist der Maschinenkostenkatalog 2002 der FAT.

Tab. 3: Das wirtschaftliche Potential der geplanten Flurbereinigung

Effekt	Fr./Jahr	%
Senkung der Arbeitskosten	17 320.-	7,0
Senkung der Maschinen- und Zugkraftkosten	162 604.-	65,8
Senkung der Traktorstunden	36 878.-	14,9
Besserer Faktor Produktpreise	16 118.-	6,5
Weniger schlagrandbedingte Ertragsverluste	14 312.-	5,8
Wirtschaftliches Potential (total)	247 232.-	100,0
Je Hektare	2747.-	

Fazit und Folgerungen

Ökonomie

Im Vergleich zu Projekten im Ausland ist das Einsparpotential von Fr. 2747.- rund fünf- bis zehnmal höher³. Dies liegt einerseits an den sehr kleinen Ausgangsstrukturen, andererseits aber vor allem an der extrem luxuriösen Maschinenausstattung. Der Haupteffekt dieser virtuellen Flurbereinigung liegt ganz klar bei den Maschinenkosten, wird doch die Mechanisierung von einer 16-fachen Komplettausstattung für Bodenbearbeitung, Saat und Pflege auf eine einfache, schlagkräftigere reduziert. So werden in Zukunft anstatt 32 verschiedene Traktoren nur noch zwei ihre Runden in dem 90 ha grossen Projektgebiet drehen. Von den 32 Traktoren können deren 16 desinvestiert⁴ werden, die andern werden von den Betrieben weiterhin z.B. im Futterbau, genutzt.

Es ist möglich, dass es verschiedene Dienstleister innerhalb der Gewannebewirtschaftung geben wird. Einer der die Felder im Lohn für die andern bewirtschaftet, einer der sich um den Produktionsmitteleinkauf kümmert, einer der Marketingaufgaben übernimmt, usw. Es ist auch denkbar, dass in Zukunft auf dieser Gewannebewirtschaftung aufbauend weitere Kooperationen, wie z.B. Futterbaugemeinschaften (Silogenossenschaft) oder Tierhaltergemeinschaften entstehen. So liessen sich weitere Grösseneffekte nutzen und das Kostensenkungspotential könnte weiter ausgereizt werden.

Ökologie

Auch von der ökologischen Seite her bringt das Gewannebewirtschaftungssystem Vorteile. Dank geringeren Überlappungsflächen kann der Einsatz von Kunstdünger- und Pflanzenschutzmitteln reduziert werden. Zudem kann der Boden geschont werden, da dank grösserer Arbeitsbreiten weniger Überfahrten für die Bestellung und Pflege der Felder nötig sind. Dies obschon die Technik grösser und schwerer wird. Da Felder zusammengelegt wurden, gibt es

³ Verbundprojekt preagro, 2001. Gewinne durch Gewanne. Preagro, abgerufen am 9.4.2003, <http://www.preagro.de/Veroeff/Pressemeldung3-02 Gewanne.pdf>

⁴ Die Desinvestitionen wurden bei den Folgekosten der Gewannebewirtschaftung berücksichtigt

weniger Ballungspunkte, wo der Boden durch zahlreiche Wendemanöver zusammengekarrt wird.

Viele Fahrten werden eingespart indem die Saattbettbereitung und die Saat mit einer Kombination in einem Arbeitsgang erledigt werden. Dies spart Treibstoff und schont den Boden. Durch den Einsatz von modernster Technik lassen sich die Kulturen bodenschonend und bedarfsgerecht kultivieren auch in der Kleinstmengenapplikation.

Die Hauptarbeitszeiten steigen stark an und die Nebenzeiten wie Wendemanöver, Anfahrtszeiten usw. sinken stark. Dadurch lässt sich neben Arbeitszeit auch Treibstoff einsparen.

Durch einen weiteren Ausbau dieser Gewannebewirtschaftung durch den Einsatz von vermehrter Precision Farming Technik könnte eine exakt standortgerechte Düngung angestrebt werden. So liessen sich noch mehr Düngemittel einsparen. Hier stellt sich jedoch die Frage, ob sich Investitionen in diese neue Technik lohnen, angesichts der im Vergleich zum Ausland kleinen Einsatzfläche.

Soziales

Der grösste „Problemfaktor“ in diesem Projekt ist zweifellos der Mensch. Im Gegensatz zu ausländischen Projekten ist die Gesamtfläche des Projektgebietes viel kleiner. Gleichzeitig sind bedeutend mehr Landwirte in das Projekt involviert. Dies bedeutet einerseits ein hohes Sparpotential, andererseits enorm hohe Ansprüche an die zwischenmenschliche Ebene. Und hier sind die beteiligten Landwirte noch nicht bereit. Der Versuch zur intensiven Zusammenarbeit mit den Landwirten selbst im Rahmen dieser Diplomarbeit war nicht möglich, da viele das Projekt schon von Anfang an als unmöglich und nicht durchführbar abstempelten. Die Landwirte haben Angst, ihre Eigenständigkeit zu verlieren oder sehen sich in ihrem Stolz verletzt, da sie ihre Felder nicht mehr selber bewirtschaften können. Es fällt auf, dass vor allem die älteren Landwirte nichts von einem solchen Projekt wissen wollen, während die jüngeren noch eher, wenn auch verhaltenes Interesse zeigen. Eventuell spielt bei den älteren Landwirten auch die Angst mit, die freiwerdende Arbeitszeit nicht mehr sinnvoll nutzen zu können. Die jungen Landwirte gehen vielfach bereits heute einem Nebenerwerb nach, solange der Vater noch im Betrieb mitarbeiten kann. Sie sehen so die Chance, den bereits vorhandenen Nebenerwerb auszubauen.

Zusammenfassung

Die Schweizer Landwirtschaft steht im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrhunderts vor der grossen Herausforderung, international konkurrenzfähig(er) zu werden. Neben dem hohen Kostenumfeld stehen der Realisierung dieses Zieles vor allem auch die kleinen Strukturen im Wege. Ein Quantensprung zur Realisierung von Grösseneffekten könnte die gemeinsame Bewirtschaftung grosser Flächen darstellen, wie sie in Süddeutschland unter dem Begriff Gewannebewirtschaftung bekannt ist. In der Diplomarbeit von Schlatter (SHL, 2003) wurden am Beispiel einer extrem kleinräumig organisierten, d.h. noch nicht arrondierten Gemeinde die Potentiale eines solchen Ansatzes unter Schweizer Verhältnissen abgeschätzt.

Die Fläche von knapp 90 Hektaren mit 256 Parzellen und 107 Bewirtschaftungseinheiten wurde virtuell in 19 Gewanne aufgeteilt. Die Grösse der Bewirtschaftungseinheit konnte von ursprünglich 84,1 Aren auf neu 473,6 Aren vergrössert werden. Die Grössen der 19 Gewanne variieren zwischen 3,36 und 5,87 ha.

Das gesamte wirtschaftliche Potential beläuft sich auf Fr. 247 000.-. Dies sind Fr. 2747.- je ha innerhalb des Projektgebietes. Rund 10 % davon betreffen die Leistungsseite (höhere Produktpreise, weniger schlagrandbedingte Ertragsverluste), 90 % sind Kostensenkungspotentiale. Davon machen die Maschinen- und Zugkraftkosten den grössten Teil aus.

Im Vergleich zu Projekten im Ausland ist das Einsparpotential von Fr. 2747.- rund fünf- bis zehnmal höher. Dies liegt einerseits an den sehr kleinen Ausgangsstrukturen, andererseits aber vor allem an der extrem luxuriösen Maschinenausstattung. Auch von der ökologischen Seite her bringt das Gewannebewirtschaftungssystem Vorteile. Der grösste „Problemfaktor“ in diesem Projekt ist zweifellos der Mensch. Im Gegensatz zu ausländischen Projekten ist die Gesamtfläche des Projektgebietes viel kleiner. Gleichzeitig sind bedeutend mehr Landwirte involviert. Dies bedeutet einerseits ein hohes Sparpotential, andererseits enorm hohe Ansprüche an die zwischenmenschliche Ebene.

Résumé

Le remembrement virtuel des parcelles et son potentiel d'économies

En cette première décennie du nouveau millénaire, l'agriculture suisse doit relever un grand défi: devenir (plus) compétitive à l'échelon international. Cet objectif sera difficile à atteindre, en raison d'abord des coûts très élevés, puis des structures de petite envergure qui caractérisent l'agriculture suisse. On pourrait, par un saut quantitatif, obtenir des effets d'échelle par l'exploitation des parcelles en commun, comme cela est déjà pratiqué dans le sud de l'Allemagne (sous le nom de *Gewannebewirtschaftung*). Le mémoire de diplôme présenté par Schlatter (HESA, 2003) évalue, en étudiant le cas d'une commune où les surfaces sont très éparpillées, les potentialités que pourrait apporter une telle approche dans le contexte suisse.

Le projet porte sur une superficie de près de 90 hectares, subdivisé en 256 parcelles et 107 unités d'exploitation. A la suite d'un remembrement virtuel, ce territoire a été subdivisé en 19 parcelles, de sorte que la superficie moyenne des unités d'exploitation a passé de 84,1 ares à 473,6 ares. La superficie de chacune desdites 19 parcelles virtuelles varie entre 3,36 et 5,87 ha.

Le territoire offre un potentiel d'économies de CHF 247 000.-, soit CHF 2747.-/ha. Près de 10% de ce montant concerne les prestations (majoration du prix des produits, moins de pertes de rendement liées à l'exploitation des bordures de parcelle), tandis que 90% de ce montant constituent un potentiel de baisse des coûts, car l'essentiel de ces frais sont liés aux machines et aux tracteurs.

Le potentiel d'économies (CHF 2747.-/ha) que présente notre projet correspond à cinq, voire à dix fois celui de projets similaires réalisés dans d'autres pays. Cet écart s'explique par les petites

structures initiales, mais surtout par le luxe extrême du parc de machines. Le système de la co-exploitation des parcelles par remembrement virtuel présente également des avantages d'ordre écologique. Le problème majeur que rencontre la mise en œuvre de notre projet est à n'en pas douter le « facteur humain »: notre projet porte sur un espace nettement plus petit que ses homologues menés à l'étranger ; qui plus est, le nombre d'agriculteurs concernés est beaucoup plus important ici. Par conséquent, si notre projet contient un fort potentiel d'économies, il pose des problèmes extrêmement complexes sur le plan du dialogue entre les humains.

Summary

Virtual plot consolidation and the economic potential

In the first decade of the new century, Swiss agriculture faces the major challenge of becoming internationally (more) competitive. Apart from the high cost environment, small structures are the main obstacle to realising this objective. The common farming of areas, or transborder farming („Gewannebewirtschaftung“) as it is known in Southern Germany, could be a quantum leap towards implementing effects of scale. In Schlatter's degree thesis (SHL, 2003) the potential of such an approach was assessed under Swiss conditions, using as an example a municipality divided into a number of extremely small plots, i.e. one in which the plots had not yet been well grouped together.

The area of just under 90 hectares with 256 plots and 107 farming units was split into 19 virtual plots. The size of the farming unit was increased from an original 84.1 ares to 473.6 ares. The size of the 19 virtual plots varied between 3.36 and 5.87 ha.

The project area offers a total economic potential of CHF 247,000 or CHF 2747 per ha. Around 10 % of that related to the productivity side (higher product prices, fewer yield losses due to the cultivation of field borders), 90 % was cost cutting potential. Machine and tractor costs accounted for the bulk of this.

Compared to projects outside Switzerland, the potential savings of CHF 2747 were around five to ten times higher. This was firstly due to the very small original structures, but mainly to the extremely high standard of machinery. The transborder farming system also brings benefits on the environmental side. There is no doubt that man is the greatest „problem factor“ in this project. By contrast with projects outside Switzerland, the total area of the project region is much smaller. At the same time significantly more farmers are involved. On the one hand this means a high savings potential, on the other that severe demands are placed at a human level.

Frühere Nummern der FAT-Schriftenreihe

Jahr	Nr.	Verfasser	Titel
1995	39	Schick M.	Arbeitswirtschaftliche Einordnung zeitgemässer Haltungssysteme für Mastkälber.
1996	41	Meier B.	Vergleich landwirtschaftlicher Buchhaltungsdaten der Schweiz und der EU - Methodische Grundlagen.
1996	42	Rossier R.	Arbeitszeitaufwand im bäuerlichen Haushalt.
1997	44	Zimmermann A. et al.	Ammoniak: Kosten der Emissionsminderung.
1997	45	Weber R. (Redaktion)	Tiergerechte Haltungssysteme für landwirtschaftliche Nutztiere.
1997	46	Gaillard G. et al.	Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau.
1998	47	Kaufmann R. (Red.)	Elektronik in der Landtechnik.
1998	48	Van Caenegem L. et al.	Erdwärmetauscher für Mastschweine.
1998	49	Deiningen E.	Beeinflussung der aggressiven Auseinandersetzungen beim Gruppieren von abgesetzten Sauen.
1999	50	Mayer C.	Stallklimatische, ethologische und klinische Untersuchungen zur Tiergerechtheit unterschiedlicher Haltungssysteme in der Schweinemast.
2000	51	Van Caenegem L. und Wechsler B.	Stallklimawerte und ihre Berechnung.
2000	52	Heinzer L. et al.	Ökologische und ökonomische Bewertung von Bioenergieträgern.
2001	53	Kircher A.	Untersuchungen zum Tier-Fressplatz-Verhältnis bei der Fütterung von Aufzuchtferkeln und Mastschweinen an Rohrbreiautomaten unter dem Aspekt der Tiergerechtheit.
2002	54	Kaufmann R., Hütli G. (Redaktion)	Landtechnik im Alpenraum. 6. Tagung 15./16.5.2002 in Feldkirch
2002	55	Reto Schnider	Gesundheit von Mastschweinen in unterschiedlichen Haltungssystemen.
2003	56	Richard Hilty und Daniel Herzog	Wie teuer sind Milchviehställe wirklich?
2003	57	Ali Ferjani	Équilibre sectoriel, équilibre général: Modelisation de l'impact de la libéralisation sur l'agriculture et l'économie tunisiennes (nur französisch).
2003	58	Claudia Loretz	Verhalten von behornten und hornlosen Ziegen im Laufstall am Fressplatz und im Liegebereich



FAT TÄNIKON

Schriftenreihe von Agroscope FAT Tänikon,
der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik
CH-8356 Ettenhausen

War bisher mit dem Elektronikeinsatz in der Landwirtschaft vor allem das Stichwort Precision Agriculture verbunden, haben sich heute die Akzente in zwei Richtungen verschoben. Zum einen beschränkt sich Precision Agriculture nicht mehr nur auf die pflanzliche Produktion, sondern schliesst im Sinne des Precision Farming auch die tierische Produktion mit ein. Zum andern hat man die Möglichkeiten der Elektronik in der ganzen Wertschöpfungskette (Agro-Food-Chain, Filière agro-alimentaire) erkannt und nutzt diese zur Qualitätssicherung. Die Rückverfolgbarkeit (traceability) und die Produktdifferenzierung in der ganzen Nahrungsmittelkette sind dabei wichtige Elemente von der Produktion bis zur Verarbeitung.

Seitens der Öffentlichkeit besteht Bedarf an Informationen im Zusammenhang mit Direktzahlungssystemen und seuchenhygienischen Vorschriften. Der Betrieb selber möchte seine Produktion auf der Basis von Echtzeitdaten steuern und in Hinblick auf Qualitäts- und Ertragskennziffern optimieren.

Zur Lösung all dieser Anliegen schafft die verfügbare Informationstechnologie die technischen Voraussetzungen. Der Landwirt steht an einer Schlüsselposition. Er muss versuchen, mit minimalem Aufwand die betrieblichen und die externen Informationsbedürfnisse in folgerichtige unternehmerische Entscheidungen umzusetzen. Die Integration in ein kohärentes Informationssystem ist die grösste Herausforderung und wird die Forschung und Entwicklung in naher Zukunft zunehmend beschäftigen.

2004

ISSN 0257-9200

6.2004 800 116207

ISBN 3-9523054-0-5