



Nr. 14

2002

Landtechnik-Schrift

Ackerbau der Zukunft



Precision Farming



Automatische
Datenerfassung

Teilschlag-
technik

Flotten-
management

Feld-
robotik

Hrsg.: Georg Wendl



Landtechnik Weihenstephan

**Kuratorium Bayerischer Maschinenringe
Bayerischer Bauernverband
BayWa AG**

„Ackerbau der Zukunft“

Tagungsband

zur
Landtechnischen Jahrestagung
am 04. Dezember 2002

in Deggendorf

Vertrieb: Landtechnischer Verein in Bayern e.V.
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising
Tel. 08161-713460, Fax 08161-714048

© 2002 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-85354 Freising.
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Daten-
träger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan

Printed in Germany

Verantwortlich für den Inhalt der Beiträge sind ausschließlich die jeweiligen Autoren.

Vorwort

Über 60 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Bayern werden ackerbaulich genutzt. Damit stellt der Pflanzenbau nicht nur für die Marktfruchtbetriebe die wichtigste Einkommensquelle dar, sondern er ist auch für die bayerische Tierhaltung und Ernährungswirtschaft eine wichtige Basis und prägt außerdem unsere Kulturlandschaft. Veränderte Rahmenbedingungen (z. B. Umorientierung der Agrarpolitik, EU-Osterweiterung u. dgl.) stellen die bayerischen Ackerbauern vor große Herausforderungen. Diese lassen sich nur meistern, wenn im Sinne einer nachhaltigen Produktionsweise weiterhin der technische Fortschritt genutzt wird, alle Einsparungsmöglichkeiten ausgeschöpft und auch neue Einkommensmöglichkeiten geschaffen werden.

Die diesjährige landtechnische Jahrestagung, die von der Landtechnik Weihenstephan gemeinsam mit dem Bayerischen Bauernverband, dem Kuratorium Bayerischer Maschinenringe und der BayWa AG veranstaltet wird, will neben den agrarpolitischen Rahmenbedingungen für den Ackerbau vor allem über neue technische Lösungen informieren. So werden die Möglichkeiten von Rapsöl als Schlepperkraftstoff und neuere Techniken im Bereich von Precision Farming im Ackerbau sowie für die Bodenbeprobung vorgestellt. Auch Entwicklungen im Freilandgemüsebau, der sich in Niederbayern zu einer wichtigen Einkommensquelle entwickelt hat, werden dargelegt. Wir möchten mit dieser Veranstaltung sich abzeichnende Entwicklungen aufzeigen und damit dazu beitragen, die Konkurrenzfähigkeit der bayerischen Ackerbaubetriebe zu festigen.

Die Jahrestagung bietet auch Gelegenheit, Rechenschaft über die Arbeiten der Landtechnik Weihenstephan im abgelaufenen Jahr zu geben. Der beigefügte Tätigkeitsbericht mit der Zusammenstellung der Veröffentlichungen, Vorträge u. dgl. belegt unsere umfangreichen Aktivitäten. Das große Engagement aller Mitarbeiter äußert sich in dem großen Umfang von Forschungs- und Arbeitsvorhaben, die wir mit der Unterstützung vieler durchführen konnten. Wir möchten daher allen Förderern der Landtechnik Weihenstephan für die vielfältige Unterstützung unserer Arbeit herzlich danken, insbesondere den Bayerischen Staatsministerien für Landwirtschaft und Forsten, für Wissenschaft, Forschung und Kunst sowie für Landesentwicklung und Umweltfragen. Die von gegenseitigem Vertrauen getragene, intensive Zusammenarbeit mit den Landes- und Bundesministerien, der Wissenschaft, der Industrie, der Beratung und der Praxis ist uns auch in Zukunft ein Anliegen.

Im Rahmen der Neuorganisation der Bayerischen Landesanstalten wird die Landesanstalt für Landtechnik in das Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft überführt. Diese Neustrukturierung eröffnet der problemorientierten, angewandten Forschung neue Möglichkeiten, die wir im Verbund mit den anderen Instituten im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung der bayerischen Landwirtschaft aktiv nutzen werden.

Weihenstephan, im November 2002

Dr. Georg Wendl

Autorenverzeichnis

Auernhammer, Hermann, Prof. Dr.

Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung,
Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, TU München,
Am Staudengarten 2, 85354 Freising

Demmel, Markus, Dr.

Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung,
Fachgebiet Technik im Pflanzenbau, TU München,
Am Staudengarten 2, 85354 Freising

Habermeyer, Johann, Dr.

Kuratorium Bayerischer Maschinenringe e.V.,
Ottheinrichplatz A117, 86633 Neuburg a. d. Donau

Huber, Josef, MDirig.

Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten,
Ludwigstr. 2, 80539 München

Kindler, Reinhard

Regierung von Niederbayern, Sachgebiet Gartenbau,
Regierungsplatz 540, 84028 Landshut

Muhr, Thomas, Dipl.-Ing.agr.

geo-konzept GmbH,
Gut Wittenfeld, 85111 Adelschlag

Munzert, Manfred, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,
Vöttinger Str. 38, 85354 Freising

Neuhauser, Horst, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 38, 85354 Freising

Rödel, Gerhard, Dipl.-Ing. (FH)

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Am Staudengarten 3, 85354 Freising

Thuneke, Klaus, Dipl.-Ing.agr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Technologie- und Förderzentrum Straubing,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Widmann, Bernhard, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Technologie- und Förderzentrum Straubing,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Wild, Karl, Prof. Dr.

Hochschule für Technik und Wirtschaft (FH),
Pillnitzer Platz 1, 01326 Dresden

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Agrarpolitische Rahmenbedingungen für den Ackerbau in Bayern <i>J. Huber</i>	9
Rapsöl als Schlepperkraftstoff – Techniken und Perspektiven <i>K. Thuneke u. B. Widmann</i>	23
Automatische Betriebsdatenerfassung im Ackerbau und seine Nutzanwendung <i>H. Auernhammer</i>	45
Techniken für Prozessdatenerfassung und Datenmanagement beim Mähdreschereinsatz <i>M. Demmel u. T. Muhr</i>	59
Technische Möglichkeiten und Nutzung von GPS zur Dokumentation im überbetrieblichen Maschineneinsatz <i>J. Habermeyer</i>	79
Technische Neuerungen im Bereich der Bodenbeprobung <i>H. Neuhauser u. M. Munzert</i>	89
Entwicklungen im Freilandgemüsebau in Niederbayern <i>R. Kindler</i>	103
Veröffentlichungen	111
Anzahl der gehaltenen Vorträge	127
Auszeichnungen, Ehrungen	128
Dissertationen	128
Diplomarbeiten	129
Diplomarbeiten in Zusammenarbeit mit anderen Instituten	130
Projektarbeiten	130
Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen und Kolloquien	132
Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien	134
Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen	138

Agrarpolitische Rahmenbedingungen für den Ackerbau in Bayern

Josef Huber

1. Einleitung

„Zukunft ist die Kunst, sich zu kratzen, bevor es juckt“, besagt ein Sprichwort, das gut zum Tagungsthema passt. Es soll heißen, dass den Veranstaltern, der Landtechnik Weihenstephan, dem KBM, dem LKP, dem BBV und der BayWa, für ihr Engagement zu danken ist, weil sie in Form der heutigen Landtechnischen Jahrestagung einen Blick nach Vorne, d. h. in die Zukunft organisiert haben.

Das Tagungsthema verstehe ich so, dass mit dieser Veranstaltung das Wissen um die wahrscheinlichen Entwicklungen im Ackerbau komprimiert dargeboten werden soll. Bei dieser Aufgabe sind allerdings auch unbekannte bzw. schwer kalkulierbare Größen zu berücksichtigen. Da die agrarpolitischen Rahmenbedingungen auf mehreren Ebenen festgelegt werden, zählen sie - wie wir zur Zeit aufgrund der jüngsten Entscheidungen der neuen Bundesregierung nachvollziehen können - zu den zumindest schwer kalkulierbaren Faktoren.

2. Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Bayern

Bevor auf die einzelnen agrarpolitischen Maßnahmen eingegangen wird, soll zunächst kurz die Entwicklung der ackerbaulichen Flächennutzung in Bayern in den letzten 50 Jahren aufgezeigt werden. Ein Blick in den Bayerischen Agrarbericht 2002 zeigt uns Folgendes:

- wenig Veränderung beim Getreide insgesamt
- leichter Rückgang beim Ackerfutter seit 1987
- Rückgang des Grünlandes um ca. ein Drittel
- dramatischer Rückgang des Kartoffelanbaus
- starker Anstieg bei Zuckerrüben, Raps/Rübsen und Silomais (s. Abb. 1).

3. Einflussgrößen auf agrarpolitische Entscheidungen

Die agrarpolitischen Entscheidungen finden auf verschiedenen Ebenen nach unterschiedlichen Verfahren, mit unterschiedlichen Finanzierungsinstrumenten und dementsprechend mit unterschiedlichen Folgewirkungen statt. Diese Entscheidungsebenen haben im Rückblick auf fast fünfzig Jahre Gemeinsamer Agrarpolitik zunehmend direkt und unmittelbar auf den Einzelbetrieb Einfluss genommen.

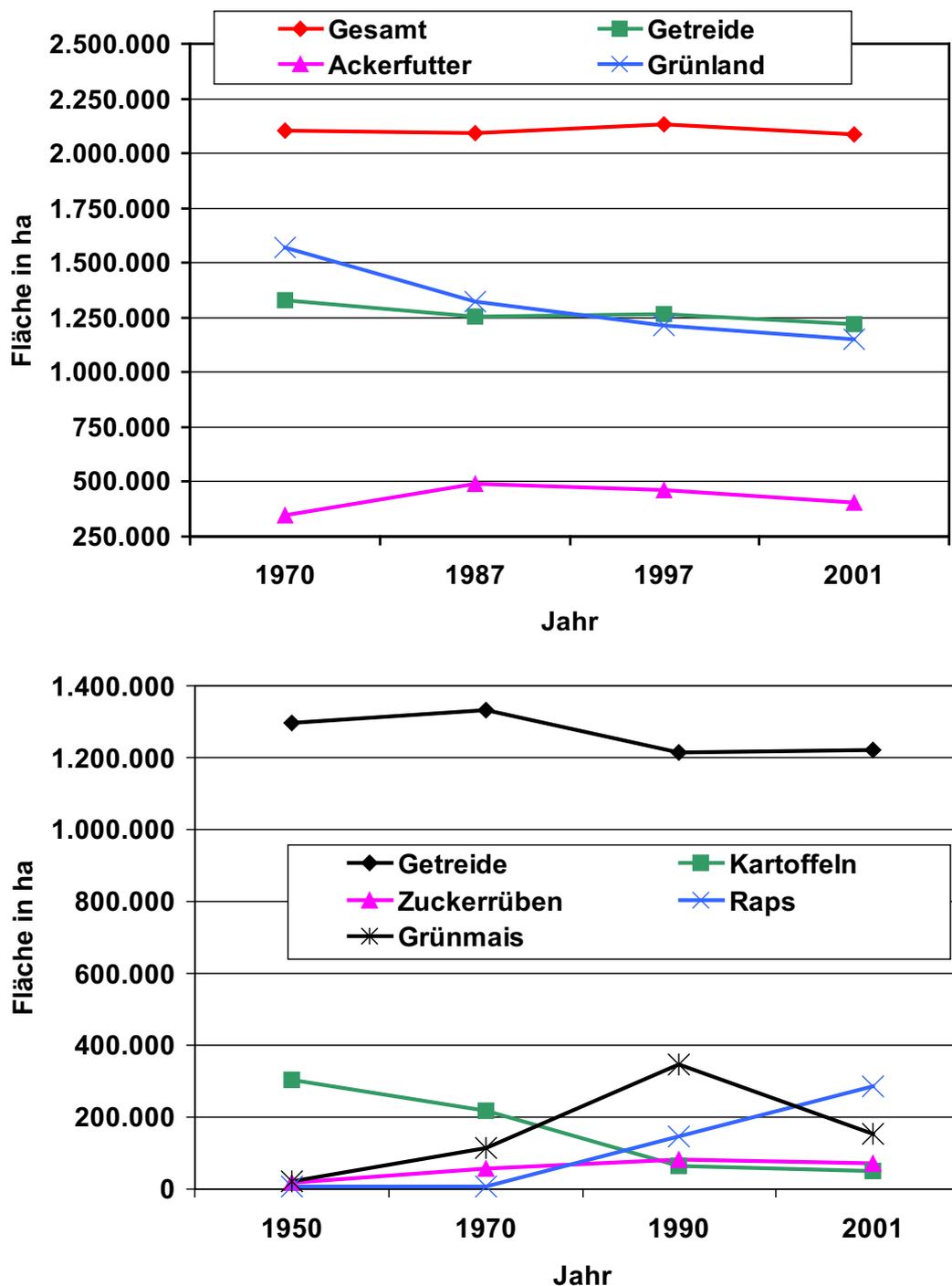


Abb. 1: Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Bayern (Quelle: bayerischer Agrarbericht 2002)

Die Entscheidungsbefugnisse des Europäischen Rates (Agrarrat) und der Europäischen Kommission veränderten sich in dieser Zeit am stärksten, d. h. sie sind zu deren Gunsten erheblich ausgebaut worden. Die Marktordnungen mit ihren preisstützenden und wettbewerbsschützenden Instrumenten haben in unterschiedlichem Maße an Bedeutung verloren, zum Teil sind sie bis zur Bedeutungslosigkeit abgesunken.

Heute stehen Wettbewerbsfähigkeit in einem globalen Agrarweltmarkt und zugleich ein gemeinschaftlicher EU-Binnenmarkt im Vordergrund. Die Folgen waren und sind noch immer Preisdruck und weitgehend gemeinschaftliche Umwelt- und Produktionsstandards. Es würde den Rahmen dieses Referates sprengen, wollte ich näher darauf eingehen.

Die Agrarpolitik des Bundes hat in dieser Zeit zwar Kompetenzeinbußen hinnehmen müssen, aber neben dem Finanzierungsinstrument „Gemeinschaftsaufgabe“ ihren Handlungsspielraum bei der Umsetzung von EU-Richtlinien, die bekanntlich erst in nationales (Bundes-) Recht umzuformulieren sind, ausgeweitet. Vor allem die rot-grüne Bundesregierung hat und wird unter der bisherigen bzw. neuen Bundesministerin Künast jede Gelegenheit nutzen, gegenüber den jeweils vorgegebenen EU-Standards verschärfte nationale Standards – wo immer möglich - aus gewissem Kalkül heraus durchzusetzen.

Für die Agrarpolitik der Bundesländer schließlich bleibt, über Förderprogramme die regionalspezifischen Besonderheiten hinsichtlich Produktionsstandort sowie Umwelt- und Naturschutz zu berücksichtigen. Nur auf diese Weise ist es den Ländern noch möglich, besondere Härten, die durch EU - und bundesgesetzliche Regelungen verursacht sind, zumindest teilweise abzuschwächen.

Allen drei Entscheidungsebenen ist gemeinsam, dass sie beeinflusst sind von

- einer immer stärkeren Globalisierung der Märkte,
- den WTO-Verhandlungen,
- der beschlossenen Osterweiterung der Europäischen Union,
- der immer stärkeren Betonung von Umweltfragen in der landw. Produktion,
- den steigenden Anforderungen der Verbraucher an die Qualität,
- der fortschreitenden Konzentration seitens der abnehmenden Hand,
- der Unsicherheit über die Fortführung der EU-Ausgleichszahlungen,
- dem veränderten Verbraucherverhalten.

4. Konsequenzen für die Landwirtschaft

Generell kann davon ausgegangen werden, dass für die Landwirtschaft eine verstärkte Ausrichtung hin zu verbraucherorientierter Produktionsweise notwendig ist. Für die landwirtschaftlichen Betriebe ergeben sich daraus Risiko und Chance gleichzeitig:

- Wer an alten und überholten Methoden und Strukturen festhält, für den ergibt sich ein Risiko.
- Wer auf die Wünsche der Verbraucher eingeht und die Produktion danach ausrichtet, für den zeigen sich Chancen auf.

Die Konsequenzen liegen auf der Hand und werden bereits diskutiert:

- Die Dokumentation wird zur Grundlage der Produktion.
- Als Folge davon wird sich die Produktion zunehmend standardisieren, um nachvollziehbare Produktionsketten entwickeln und dauerhaft einführen zu können.
- Zunehmender Kostendruck und damit verstärkte Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Grundsätze erhalten weitere Bedeutung.
- Neue Technologien werden diese Entwicklungen positiv unterstützen, müssen aber für den Verbraucher erklärbar und damit akzeptabel sein.
- Zu den damit verbundenen Investitionen sollte der Staat Hilfestellung leisten.

5. Die aktuellen agrarpolitischen Rahmendingungen für den Ackerbau

5.1 Wesentliche EU-Regelungen

Die derzeit geltenden Rahmenbedingungen sind im Wesentlichen bestimmt von den Beschlüssen zur Reform der EU-Agrarpolitik aus dem Jahr 1992 sowie der Agenda 2000. Die Beschlüsse zur Agenda 2000 vom März 1999 sind eine Fortsetzung und Präzisierung der Agrarreform von 1992, mit denen ein grundlegender Kurswechsel in der EU-Getreidepolitik in Richtung auf eine größere Marktorientierung eingeleitet worden ist. Wesentliche Elemente sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Wesentliche EU-Regelungen im Ackerbau

Element/Maßnahme	Inhalt
Interventionspreise f. Getreide	bis Ernte 2001 in zwei Schritten um 15 % gesenkt Ausgleich nur zur Hälfte
Flächenzahlungen a) Ölsaaten, Öllein	schrittweise auf Niveau von Getreide; Flächenbeschränkungen gem. Blair-House-Abkommen können ab WJ 2002/2003 aufgehoben werden noch über Niveau der Getreideprämie
b) Hartweizen, Eiweißpflanzen	
Obligatorische Flächenstilllegung	beibehalten, aber Regelsatz von 17,5 -> 10 %
Freiwillige Flächenstilllegung	Unverändert
Kleinerzeugerregelung	unverändert (92 t Getreide)
regionale Grundflächen	unverändert, d. h. Flächenzahlungen gekürzt, wenn Grundflächen überschritten

5.2 Agrarumweltmaßnahmen

Die Agrarumweltmaßnahmen zählen inzwischen zu den maßgeblichen agrarpolitischen Elementen des Ackerbaus. Der Bund beteiligt sich im Rahmen der Ge-

meinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ über die Grundsätze zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung an der Förderung

- des Ökologischen Landbaus,
- der extensiven Grünlandnutzung einschließlich der Umwandlung von Ackerflächen in extensiv zu nutzendes Grünland,
- von Blühflächen oder -streifen im Ackerbau,
- des Herbizidverzichts im Betriebszweig Dauerkulturen,
- einer mehrjährigen Stilllegung, die der Bereitstellung von ausgewählten agrarökologischen Ausgleichsflächen und der Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen dient.

Hier werden Mittel aus dem Bundeshaushalt über die Länderverwaltungen den landwirtschaftlichen Unternehmen angeboten. Ab 2002 beteiligt sich der Bund mit deutlich höheren Beihilfen an der Förderung der Einführung und Beibehaltung des Öko-Landbaus (s. Tab. 2).

Tab. 2: Beihilfen für die Einführung und Beibehaltung des Öko-Landbaus (Angabe in Klammern entspricht Förderung bis 2001)

	Einführungsprämie €/ha	Beibehaltungsprämie €/ha
Gemüsebau	480 (360)	300 (180)
Ackerflächen	210 (150)	160 (100)
Grünland	210 (150)	160 (100)
Dauerkulturen	950 (715)	770 (510)

Die Bundesländer befassen sich mit länderspezifischen Maßnahmen, die über die des Bundes hinausgehende andere, zum Teil noch weitergehende oder detailliertere Verpflichtungen vorsehen. Es sind im Einzelnen zu nennen:

- Förderung spezifischer extensiver Produktionsverfahren
- Landschaftspflege durch Landwirte
- Förderung bedrohter heimischer Kulturpflanzen und Nutztierassen
- Maßnahmen des Natur- oder Biotopschutzes (Vertragsnaturschutz)
- Förderung eines umweltorientierten Betriebsmanagements.

Für Bayern ist hier vor allem das Bayer. Kulturlandschaftsprogramm zu nennen, im Rahmen dessen insgesamt 212 Mio € an EU - und Landesmitteln für Kulap A und 4 Mio € für Kulap B u. C zur Verfügung stehen. Davon stehen 118 Mio € an Landesmitteln für Kulap A, das kofinanziert ist, bereit und weitere 4 Mio € Landesmittel für Kulap B und C, das ausschließlich mit Landesmittel finanziert wird.

6. Reformvorschläge im Rahmen der Halbzeitbewertung der Agenda 2000

Kommissar Dr. Fischler hat am 10.07.2002 die Vorschläge der EU-Kommission zur Halbzeitbewertung der EU-Agrarpolitik der Öffentlichkeit vorgestellt. Sie enthalten sehr weitreichende Ansätze zur Reform bereits ab 2004, d. h. während der Laufzeit der Agenda 2000. Konkrete Vorschläge zu den geplanten Verordnungsänderungen will die EU-Kommission baldmöglichst vorlegen. Diese Vorschläge müssen, um Rechtskraft zu erlangen, erst vom Ministerrat einstimmig beschlossen werden.

Die Kommission rechtfertigt ihre weitgehenden Reformvorschläge wie folgt:

- Die öffentlichen Ausgaben für den Agrarsektor bedürfen einer besseren Rechtfertigung gegenüber Gesellschaft und Steuerzahler.
- Den öffentlichen Ausgaben müssen entsprechende Gegenleistungen gegenüberstehen, z. B. in Form von sicheren Lebensmitteln, einer intakten Umwelt, der Einhaltung des kulturellen Erbes oder in Form von mehr sozialer Ausgewogenheit und Gerechtigkeit.
- Die Agrarpolitik muss entbürokratisiert werden.
- Die Landwirte brauchen einen Anreiz, um ihre Produktion verstärkt auf den Markt und weniger nach den produktbezogenen Direktzahlungen auszurichten.

Im Einzelnen schlägt die Kommission vor,

- einen Teil der Direktzahlungen von der Produktion zu entkoppeln,
- die entkoppelten wie die weiterhin flächengebundenen Direktzahlungen an die Einhaltung von Standards in den Bereichen Umwelt, Lebensmittelsicherheit, Tierschutz und Betriebssicherheit zu binden,
- die EU-Mittel für die Entwicklung des ländlichen Raums durch die Modulation der Direktzahlungen deutlich aufzustocken,
- ein System betriebsbezogener Audits einzuführen und
- im Rahmen der Entwicklung des ländlichen Raums neue Maßnahmen vorzusehen, um die Erzeugung von Qualitätslebensmitteln, die Lebensmittelsicherheit und den Tierschutz zu fördern und die Kosten der betriebsbezogenen Audits decken zu können.

Die Reformvorschläge im Rahmen der Halbzeitbewertung orientieren sich nach Auffassung der Kommission an den Zielsetzungen der Agenda 2000 (Abb. 2).

Zur Stabilisierung der Märkte und zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit der Marktorganisationen schlägt die Kommission eine Reihe von Maßnahmen vor, auf die für den pflanzlichen Bereich kurz und zusammenfassend eingegangen wird und die in Tabelle 3 zusammengestellt sind:

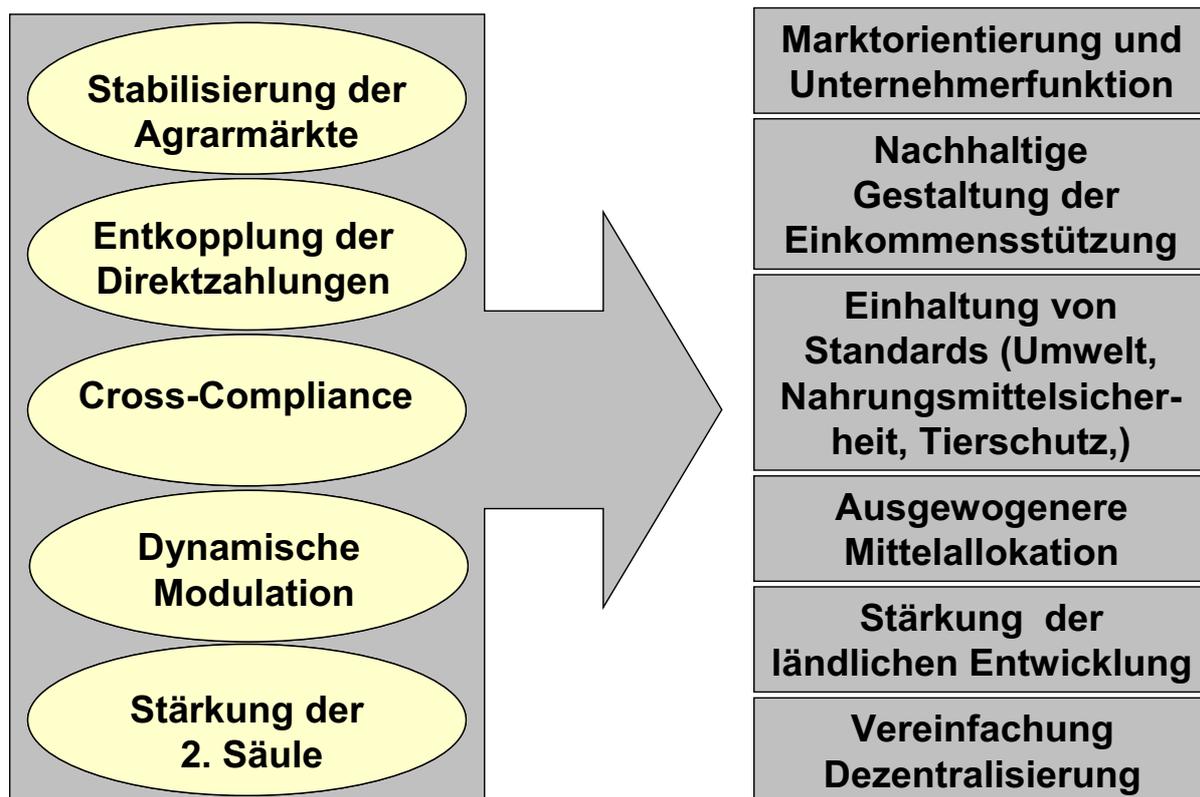


Abb. 2: Orientierung der Reformvorschläge an den Zielsetzungen der Agenda 2000

Tab. 3: Vorgeschlagene Maßnahmen im Einzelnen

Märkte - Getreide: Vorschläge
<p>Vervollständigung des Reformprozesses</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5% Kürzung des Getreideinterventionspreises, Kompensation gemäß Agenda 2000 • Abschaffung der monatlichen Zuschläge • Überprüfung des Außenschutzmechanismus <p>Roggen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abschaffung der Intervention <p>Hartweizen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der spezifischen Beihilfe auf € 250/ha • Abschaffung der spezifischen Beihilfe in „etablierten Gebieten“ • Qualitätsprämie von € 15/t
Märkte - Ölsaaten: Ausblick
<ul style="list-style-type: none"> • Keine schwerwiegende Verschlechterung der Produktionsbasis (siehe Abb. 3) • Keine spezifischen Vorschläge

Fortsetzung von Tab. 3

Entkopplung der Direktzahlungen

Warum ?

- Förderung der Produzenten und nicht der Produktion
- Verbesserung der Marktkompatibilität der Direktzahlungen
- Landwirte erhalten mehr unternehmerische Entscheidungsfreiheit
- Internationale Absicherung der Direktzahlungen

Wie ?

Betriebsbezogene Direktzahlung

- Einführung einer einzigen, betriebsbezogenen Einkommenszahlung
- Bezugnahme auf die historische Zahlungshöhe
- Weitgehende Flexibilität bei der Landnutzung
- Mitgliedstaaten regeln die Übertragung von Zahlungsansprüchen auf der Grundlage gemeinschaftlicher Prinzipien

Verbesserte Einhaltung von Standards

Cross-compliance

- Alle Einkommenszahlungen sind an die Einhaltung gesetzlich vorgeschriebener Standards geknüpft
- Die Standards betreffen die Nahrungsmittelsicherheit, Umwelt, Tierschutz und Tiergesundheit sowie Betriebssicherheit

Betriebs-Audit

- Gemeinschaftsweites Audit-System für Haupterwerbsbetriebe
- Cross-compliance Verpflichtung für Betriebe mit Direktzahlungen von mehr als 5000 € pro Jahr

Verbesserung ökologischer Anreize

Umweltbezogene Flächenstilllegung

- Langfristige, nicht-rotationelle Flächenstilllegung (10 Jahre)
- Im Umfang Fortführung der individuell bestehenden Stilllegungsverpflichtung

Beihilfen für Energiepflanzen

- Die Förderung der nachwachsenden Rohstoffe auf Stilllegungsflächen wird durch einen „CO₂ Kredit“ ersetzt
- Nicht-fruchtartenspezifische Beihilfe für Energiepflanzen
- Beihilfen werden auf der Grundlage bestehender Verarbeitungsverträge gewährt

Ausgewogenere Ausgestaltung der Beihilfen

Dynamische Modulation

- Alle Direktzahlungen werden kumulativ in Schritten von 3 % pro Jahr gekürzt
- Die maximale Kürzung wird auf 20 % festgesetzt (entsprechend dem in Agenda 2000 vorgesehenen Maximalbetrag)
- Der Standardfreibetrag von 5000 € für 2 Jahresarbeitskräfte wird um zusätzliche Freibeträge von 3000 € pro zusätzlich beschäftigter Jahresarbeitskraft aufgestockt
- Die Einsparbeträge werden nach Fläche, Arbeitskräftezahl und wirtschaftlicher Lage auf die Mitgliedstaaten aufgeteilt
- Kappungsgrenze bei 300.000 € pro Betrieb (nach Anwendung der Freibeträge). Eingesparte Beträge gehen zurück an den Mitgliedstaat

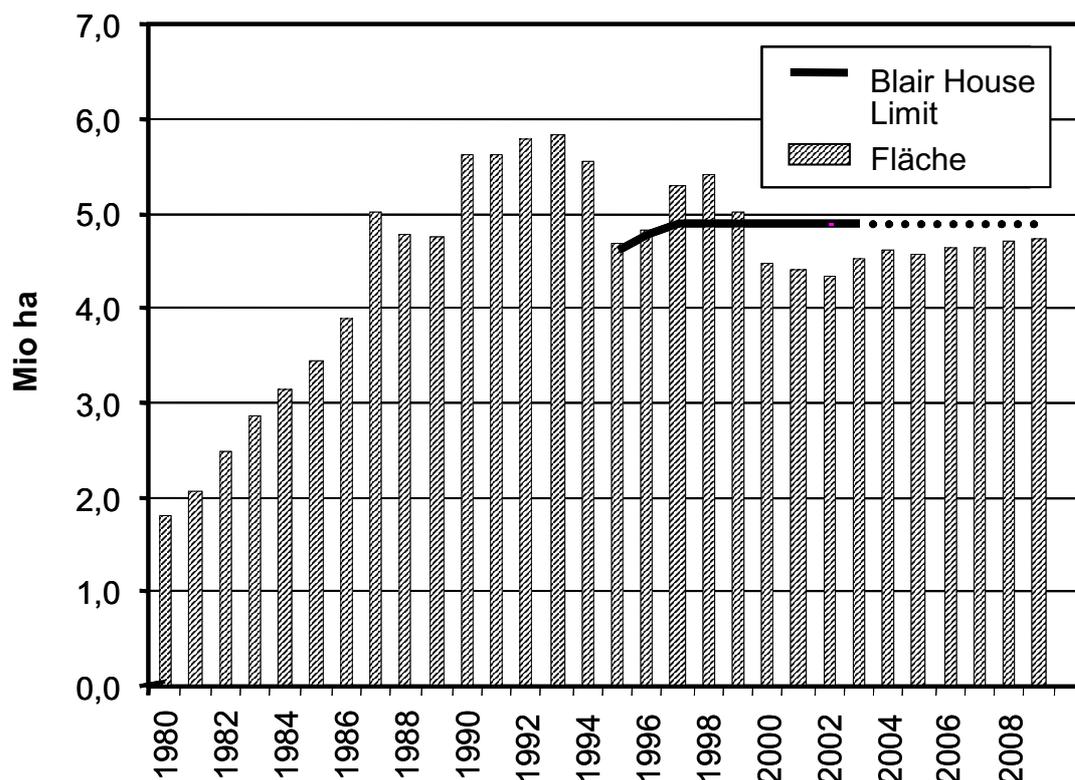


Abb. 3: Entwicklung der Ölsaatenfläche in der EU

7. Bewertung der Reformvorschläge aus bayerischer Sicht

Als positive Aspekte werden gesehen, dass sich die Kommission grundsätzlich zur Beibehaltung von direkten Ausgleichszahlungen bekennt. Sie stellt sich damit eindeutig gegen die Bundesregierung, die eine vollständige Abschaffung der Ausgleichszahlungen im Zeitablauf fordert. Es ist auch zu begrüßen, dass sich die Kommission mit ihren Vorschlägen um eine stärkere Marktorientierung der Agrarproduktion bemüht, d. h. um Entkoppelung der Direktzahlungen. Schließlich verdienen eine positive Wertung die Bemühungen der Kommission, künftig den Verbraucherschutz sowie den Umwelt- und Tierschutzstandards einen höheren Stellenwert beizumessen und in diesem Bereich für ein EU-weit einheitliches Niveau zu sorgen.

Als wesentliche Hauptkritikpunkte sind zu nennen:

- Änderung der Agendabeschlüsse nicht erst 2006, sondern bereits 2004.
- Kein Gesamtkonzept, das die Osterweiterung und die finanzielle Situation nach 2006 hinreichend klar darstellt.
- Für die anstehenden WTO-Verhandlungen liegt im Hinblick auf die aktuellen Entwicklungen in der US-Agrarpolitik (höhere Stützungsausgaben in Folge der Farm Bill) kein angepasstes Verhandlungskonzept vor.

Im Folgenden werde ich auf die Kernaussagen der Reformvorschläge eingehen.

1. Entkoppelung der Direktzahlungen durch betriebsbezogene Einkommenszahlungen

Die Entkoppelung bewirkt eine sehr weitgehende Freiheit in betrieblichen Entscheidungen. Betriebszweige, über die die Betriebsprämie in der Vergangenheit aufgebaut wurde, können fortgeführt, abgebaut oder ganz eingestellt werden, ohne Prämienansprüche zu verlieren.

Diesem Reformansatz könnte daher für die Periode nach 2006 näher getreten werden. Insbesondere muss der Gefahr begegnet werden, dass die „historisch gewachsene“ Betriebsprämie nach ihrer Entkoppelung von den Produkten nur eine Übergangsförderung darstellt und die nächste Reform weitgehende Kürzungen in Bälde nach sich zieht.

Es ist folglich ein praktikables System einer leistungsgerechten Honorierung der Gemeinwohlleistungen der Landwirtschaft zu entwickeln. Die entkoppelte Betriebsprämie muss grundsätzlich an die Bewirtschaftung eines Betriebes gebunden bleiben und darf nicht zu einem Ausstiegsmodell werden.

Die vorgeschlagene Entkoppelung hat zwar auf den ersten Blick einen gewissen Charme, birgt aber bei näherer Betrachtung viele gravierende Nachteile. Einer davon ist die Gefahr erheblicher interner Wettbewerbsverzerrungen innerhalb der Landwirtschaft, wenn z. B. die Empfänger ihre entkoppelte Betriebsprämie zur Subventionierung ihrer Produktionskosten gegenüber Mitbewerbern ohne solche Prämienansprüche einsetzen.

2. Einkommenskürzungen durch das dynamische Modulationsmodell

Dieser Vorschlag trifft wegen des vorgesehenen geringen Freibetrages und des linear bis auf 20 % ansteigenden Kürzungssatzes insbesondere die bäuerlichen Haupterwerbsbetriebe. Er ist sozial nicht ausgewogen, da die ersten beiden AK mit nur 2.500 €/AK schlechter gestellt sind als die weiteren AK mit jeweils 3.000 €.

Besonders abzulehnen ist die Überlegung, die im Rahmen der allgemeinen Modulation gewonnenen Mittel nach neuen Kriterien auf EU-Ebene wieder umzuverteilen. Die Modulation führt zu Einkommenskürzungen in den betroffenen Betrieben. Die dadurch frei werdenden Mittel können nicht mehr punktgenau auf die von der Kürzung betroffenen Betriebe zurückgeführt werden.

Derzeit erhalten in Bayern rund 126.000 Betriebe Direktzahlungen der EU, davon rund 76.000 weniger als 5.000 €. Nach ersten Schätzungen würden die bayerischen Bauern bei 3 % Kürzung rund 12 Mio €, in der Endstufe mit 20 % Kürzung rund 80 Mio € verlieren.

3. Stärkere Ausrichtung auf Umwelt- und Tierschutz sowie Lebensmittelsicherheit
Wenngleich diese Überlegungen grundsätzlich zu begrüßen sind, droht der Landwirtschaft hinsichtlich Vermarktungschancen eine Aufspaltung in zwei Klassen, wenn das Audit für eine Betriebskategorie vorgeschrieben, für eine andere dagegen freiwillig wäre.

Wir meinen, dass eine Anhebung der Schwelle von 5.000 € auf 7.500 € oder 10.000 € die auftretenden Startschwierigkeiten bei der Auditierung mindern könnte. Auch könnte dadurch eine weitere bürokratische Belastung der Landwirtschaft vermieden werden. Andernfalls droht eine in Bayern nicht gewollte Welle von Betriebsaufgaben.

4. Stabilisierung der Märkte und Verbesserung der Funktionsfähigkeit der Marktorganisationen

Bei Getreide ist eine Absenkung des Interventionspreises nicht vertretbar und ist ein 100 %iger (statt nur 50 %iger) Preisausgleich über die Flächenprämie zu fordern. Für Roggen sind in den betroffenen Regionen spezielle Kompensationszahlungen zu prüfen.

Da auf Stilllegungsflächen künftig der Anbau nachwachsender Rohstoffe nicht mehr möglich sein soll und der Förderbetrag von 45 €/ha sehr niedrig wäre, müsste hier im Vergleich zur bisherigen Situation ein Rückschlag hingenommen werden.

Zu den Vorschlägen hinsichtlich Trockenfutter und Stärkekartoffel ist anzumerken, dass aufgrund der beabsichtigten Umwandlung der mengenbezogenen Verarbeitungsprämien in unabhängige Betriebsprämien erhebliche wirtschaftliche Probleme bei der Verarbeitungsindustrie zu erwarten wären. Die Vorschläge würden zumindest für die Futtertrocknungswerke das wirtschaftliche Aus zur Folge haben.

Zusammenfassend kann festgehalten werden:

- Aufgrund unserer vielschichtigen Landwirtschaft in Bayern kann eine betriebliche Basisprämie den einzelbetrieblichen Situationen nicht gerecht werden.
- Die vorgesehenen Mittelumschichtungen (von den Ackerbau- zu den Grünlandregionen) würden die Ackerbaubetriebe zugunsten der Grünlandbetriebe benachteiligen.
- Eine weitere Folge wäre eine grundlegende Überarbeitung unseres Kulap.
- Vor allem die intensive Bullenmast auf Silomais-Basis wird in den Reformvorschlägen nicht berücksichtigt.
- Die Flächenprämien müssten eigentlich nach Kapital- und Arbeitsintensität unterschieden werden, d. h. für Grünland- und Futterbaubetriebe müsste

aus Gründen der vorhin genannten Verhältnismäßigkeit eine höhere Prämie festgelegt werden.

8. Bewertung der Koalitionsvereinbarungen der rot-grünen Bundesregierung

Die den Agrarbereich betreffenden Koalitionsvereinbarungen zeigen deutlich die Schriftzüge von Frau Bundesministerin Künast. Sie setzt voll auf den Öko-Landbau und den Verbraucherschutz, womit sie politischen Erfolg hatte. Der Landwirtschaft wird eine „dienende Rolle“ im Sinne der Haushaltskonsolidierung sowie des Verbraucher- und Umweltschutzes zugewiesen. Nationale Alleingänge, wie sie in der letzten Legislaturperiode bereits üblich waren, sind vorgezeichnet.

Auch in finanzieller Hinsicht sind aufgrund der in Aussicht genommenen Verschärfungen erhebliche Belastungen für die Landwirte zu erwarten. Es ist davon auszugehen, dass der Strukturwandel in einem uns bisher nicht gekannten Umfang angekurbelt wird.

Sätze aus der Koalitionsvereinbarung, wie „Das Dickicht der Umsatzsteuerreduzierung wird gelichtet“, besagen, dass im Kreuzfeuer

- die Umsatzsteuerpauschalierung,
- die Anhebung der Vorsteuerpauschale und die
- Abschaffung des § 13 a

stehen werden.

Ein weiteres Beispiel: „Darüber hinaus setzen wir uns für einen höheren Tierbestand in Ostdeutschland ein, um Wertschöpfung wieder verstärkt in ländlichen Regionen Ostdeutschlands anzusiedeln.“ Gedacht ist hier offensichtlich insbesondere an den Aufbau der Schweinehaltung mit staatlicher Hilfe. Dies widerspricht zwar im Moment dem EU-Recht, könnte aber in einem Paket mit dem Abbau der Roggenintervention als Kompromisslösung durchaus realistisch sein.

Das Ergebnis wäre für diesen Bereich ein Druck auf die Schweinepreise, unter dem sämtliche Schweineproduzenten in Europa leiden müssten.

9. Schlussbetrachtung

Nirgendwo sind Klimabedingungen, Bodenverhältnisse und Niederschlagsverteilung günstiger als bei uns in Mitteleuropa. Unsere Landwirtschaft kann daher offensiv vertreten, dass sie für

- Ernährungssicherheit und Nahrungsmittelqualität,
- schadstoffarme Rohstoffherzeugung,

- verringerten CO₂ – Ausstoß,
- Artenvielfalt,
- Gewässergüte und Bodenschutz sowie
- attraktive Lebens- und Erholungsräume

steht. Allerdings - das müssen wir eingestehen - ist es im Gegensatz zum ökologischen Landbau der modernen konventionellen Landwirtschaft bisher nicht gelungen, in der Öffentlichkeit das Bild eines nachhaltigen Bewirtschaftungssystems zu vermitteln. Nach wie vor herrschen hier Vorurteile über eine prinzipiell umweltschädliche Landwirtschaft.

Alle seriösen Untersuchungen kommen zum Ergebnis, dass die Umweltverträglichkeit weniger davon abhängt, ob ein Betrieb intensiv oder extensiv wirtschaftet, sondern mehr davon, wie professionell ein Landwirt seinen Betrieb führt und die Herausforderungen löst. Man kann es auch so sagen:

Sehr häufig wird unterschieden zwischen großen und kleinen Betrieben, Haupterwerbs- und Nebenerwerbsbetrieben, ökologischer und konventioneller Landwirtschaft. Besser wäre es, man würde differenzieren nach Betrieben, die die Nachhaltigkeitskriterien erfüllen oder nicht bzw. zwischen Betrieben, die in der Lage sind, die gute fachliche Praxis der landwirtschaftlichen Erzeugung einzuhalten und den Betrieben, die darin eine unzumutbare Belastung sehen.

Daher meine ich, dass es sich diejenigen zu leicht machen, wenn sie als Leitbild für eine umweltgerechte Landbewirtschaftung ausschließlich den ökologischen Landbau propagieren. Es hilft der Umwelt wenig, wenn sich die Politik nur auf Wunschbilder bezieht und nicht auf ökologische Erkenntnisse gründet. Auch die vielzitierte AGENDA 21 tritt für eine nachhaltige Wirtschaftsweise ein, die gleichzeitig ökologische, ökonomische und soziale Gesichtspunkte und die Sicherstellung der Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung berücksichtigt.

Die wissenschaftliche Landschaftsökologie hat das Konzept einer allgemeinen Extensivierung der Landnutzung längst verworfen. Sie fordert, dass die für die landwirtschaftliche Nutzung bestgeeigneten Gebiete - und dazu zählen auch die Gegenden Mitteleuropas - intensiv genutzt werden sollen.

Die Landwirtschaft tut gut daran, die Möglichkeiten zu nutzen, die sie mittelbar oder unmittelbar selbst bestimmen kann. Dazu gehören

- die Chancen der Ausbildung, Fortbildung und Information,
- die Verbesserung der Produktionstechnik und der Wirtschaftlichkeit,
- der technische Fortschritt und Innovationen sowie
- eine flexible Reaktion auf die sich verändernden Rahmenbedingungen.

Die heutige Veranstaltung bietet im Sinne der letztgenannten Aussagen die besten Voraussetzungen.

Rapsöl als Schlepperkraftstoff – Techniken und Perspektiven

Klaus Thuneke und Bernhard Widmann

1. Einleitung

Bis zum Jahr 2010 soll in der EU der Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 12 % betragen. Substitutionspotenziale bestehen zum einen bei der Wärmebereitstellung, zum anderen aber auch im Verkehrssektor, der ca. 28 % des Endenergieverbrauchs ausmacht [15]. Gemäß dem Grünbuch der Europäischen Kommission sollen im Straßenverkehr bis zum Jahre 2020 20 % der herkömmlichen Kraftstoffe durch alternative Kraftstoffe ersetzt werden. Nach dem Richtlinienvorschlag des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen sollen dabei bis 2005 2 % und bis 2010 5,75 % des Gesamtkraftstoffaufkommens durch Biokraftstoffe gedeckt werden [7]. Um die gesteckten Ziele zu erreichen, müssen alle Möglichkeiten der Nutzung biogener Kraftstoffe, jeweils in ihrem optimalen Einsatzbereich genutzt werden.

Auf den rund 12 Mio ha Ackerfläche der Bundesrepublik Deutschland wurden 1999 auf ca. 760.000 ha Nachwachsende Rohstoffe angebaut (6,4 % der Ackerfläche), davon rund die Hälfte auf stillgelegten Flächen [15]. Zur Ernte 2002 wurden bundesweit allein auf Stilllegungsflächen etwa 349.000 ha Ölpflanzen zur Nutzung als Nachwachsende Rohstoffe angebaut [21]. Rund zwei Drittel dieser non-food-Ölsaaten werden energetisch, also als Treibstoff genutzt. Bei einem Ölertrag von rund 1,2 t/ha wurden damit in Deutschland 1999 schätzungsweise 480.000 t Pflanzenöle als Treibstoff genutzt. Dies entspricht einem Anteil von etwa 1,8 % am gesamten Dieselkraftstoffbedarf von jährlich etwa 27 Mio. t in Deutschland. Das Potenzial liegt bei inländischer Ölsaaterzeugung bei etwa 6 bis 7 % des Dieselkraftstoffbedarfs [24].

Die Verwendung von Pflanzenölen als Kraftstoff für Dieselmotoren trägt einerseits wegen deren Regenerierbarkeit zur Ressourcenschonung bei und leistet andererseits einen Beitrag zum Umweltschutz durch das geringere Gefährdungspotenzial von Pflanzenölen auf Boden und Gewässer sowie durch die verbesserte CO₂-Bilanz.

Die Nachfrage nach pflanzenöлтаuglichen Motoren insbesondere für Fahrzeuge ist steigend. Dies hängt neben dem zunehmenden Umweltbewusstsein vor allem mit dem Preisvorteil von naturbelassenem Pflanzenöl (ca. € 0,50) im Vergleich zu Dieselkraftstoff (ca. € 0,84) zusammen. Der Preis für fossile Kraftstoffe wird durch die zunehmende Verknappung der Rohstoffe sowie eine verstärkte Besteuerung in den nächsten Jahren vermutlich weiter ansteigen.

Speziell für die Landwirtschaft hat sich durch die Absenkung der Steuerermäßigung auf agrarisch genutzten Dieselmotoren in den letzten Jahren eine neue Preissituation ergeben, die ebenfalls die Nachfrage nach pflanzenölauglichen Dieselmotoren für Traktoren und Landmaschinen ansteigen lässt.

Wichtig ist daher, dass in nächster Zukunft einerseits ausgereifte Motorsysteme für umweltschonende regenerative Kraftstoffe und andererseits Treibstoffe mit hoher und standardisierter Kraftstoffqualität für den sicheren motortechnischen Betrieb zur Verfügung stehen.

2. Gewinnung von Pflanzenölen

2.2 Technologie der zentralen Anlagen zur Pflanzenölgewinnung

Die Gewinnung von Pflanzenölen erfolgt üblicherweise in zentralen Großanlagen mit Verarbeitungskapazitäten von 1.000 bis 4.000 t Ölsaaten pro Tag. Der klassische Verfahrensablauf gliedert sich dabei in folgende Verfahrensschritte [24]:

- **Vorbehandlung der Ölsaaten**
Vor der Entölung wird die Ölsaaten gereinigt, getrocknet, eventuell entschält sowie zerkleinert und konditioniert. Bei der Konditionierung wird die zerkleinerte Ölsaaten mit Dampf thermisch behandelt und klimatisiert.
- **Ölgewinnung** (Vorpressung, Lösungsmittlextraktion)
Ein großer Teil des in der Saaten enthaltenen Öles wird bei ölreichen Saaten (Ölgehalt > 20 %) durch eine Vorpressung mit einer Schneckenpresse abgetrennt. Der Rückstand aus dieser Verarbeitungsstufe (Ölschilfer) mit einem Restölgehalt von 11 bis 25 Gew.-% wird durch Lösungsmittlextraktion mit technischem Hexan weiter entölt.
- **Nachbehandlung des Extraktionsschrots**
Die Nachbehandlung der festen Extraktionsrückstände dient in erster Linie der Entfernung und Rückgewinnung des Lösungsmittels, bei Sojaschrot auch der Inaktivierung von Trypsininhibitoren (z.B. Urease) zur Verbesserung der Futterqualität.
- **Raffination**
Durch die intensive Vorbehandlung und Entölung enthält das gewonnene Rohöl unerwünschte Begleitstoffe wie Schmutz, Phosphatide, Kohlenhydrate, Eiweiße, Fettsäuren und deren Oxidationsprodukte, Farbstoffe, Metallspuren etc., die Geschmack, Haltbarkeit, aber auch die technische Verwendbarkeit beeinträchtigen können. Ziel der Raffination ist es also, alle für die vorgesehene Verwendung störenden Stoffe weitgehend zu entfernen. Die Raffination beinhaltet die Schritte
 - Entschleimung zur Entfernung von Phospholipiden,
 - Entsäuerung zur Entfernung freier Fettsäuren,
 - Bleichung zur Minimierung von Farbstoffen und Spurenmetallen sowie
 - Desodorierung zur Entfernung von Geschmacksstoffen und Oxidationsprodukten.

Nach der Raffination wird das Öl als Vollraffinat bezeichnet und weist Speiseölqualität auf. Die Raffination ist bei diesem Verfahren für nahezu alle Verwendungsrichtungen notwendig, da durch die intensive Entölung eine Vielzahl unerwünschter Begleitstoffe in das Öl übergeführt werden. Der Energiebedarf für die Ölsaatenverarbeitung in zentralen Anlagen beträgt etwa 1,7 GJ/t Ölsaate; davon entfallen rund 0,7 GJ auf die Raffination. Am gesamten Energieverbrauch der Ölsaatenverarbeitung hat die Dampferzeugung einen Anteil von etwa 66 % [24].

2.2 Technologie der Ölsaatenverarbeitung in dezentralen Anlagen

Ebenso ist es auch möglich, Pflanzenöl in dezentralen Anlagen beispielsweise in der Hand landwirtschaftlicher Genossenschaften zu produzieren. Dezentrale Anlagen haben Vorteile hinsichtlich der Logistik sowie der Transportkosten und begünstigen das Wirtschaften in Stoffkreisläufen. Die Voraussetzung dafür sind wirtschaftliche Absatzmöglichkeiten für Pflanzenöl und Presskuchen. Damit dezentrale Anlagen wirtschaftlich und umweltschonend arbeiten können, müssen die technische Ausstattung und der Verfahrensablauf so einfach wie möglich sein, verbunden mit einem entsprechend niedrigen Energiebedarf [25].

Der Verarbeitungsprozess (Kaltpressen) beinhaltet somit lediglich folgende Prozessstufen (Abb. 1) [10, 24]:

- **Vorbehandlung der Ölsaate**
Auch bei diesem Verfahren ist die gründliche Reinigung der Ölsaate von Fremdbesatz und Fremdkörpern (z.B. Steine, Metallteile) die Grundvoraussetzung für eine gesicherte Ölqualität und die Schonung der Presswerkzeuge. Außerdem ist eine ausreichende Trocknung auf einen Wassergehalt von etwa 7 Gew.-% für hohe Ausbeute und Ölqualität wichtig und unterstützt die Lagerstabilität der Ölsaate. Weitere Vorbehandlungsmaßnahmen, wie die Konditionierung, sind nicht erforderlich, sie würden sogar die Ölqualität (z.B. durch erhöhten Phospholipidgehalt) verschlechtern.
- **Ölgewinnung**
Die Entölung erfolgt bei diesem Verfahren ausschließlich auf mechanischem Wege, in der Regel in Schneckenpressen, auf Restölgehalte im Presskuchen von etwa 11 bis 18 %, entsprechend einer Ausbeute (Abpressgrad) von etwa 75 bis 85 %.
- **Ölreinigung**
Das gewonnene ungereinigte Pflanzenöl enthält Feststoffe aus Samenpartikeln, die im Prozessschritt der Ölreinigung entfernt werden. Hierfür bieten sich Verfahren der Sedimentation, Filtration und Zentrifugation an. Als Filtrationsanlagen werden Kammerfilterpressen oder Vertikaldruckfilter eingesetzt. Für die Ölreinigung durch Sedimentation wurde von der Arbeitsgruppe Pflanzenöle der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik eine kontinuierlich arbeitende Sedimentationsanlage („System Weihenstephan“) entwickelt. In jedem Fall ist im Anschluss an das Verfahren eine Feinfiltration erforderlich [10].

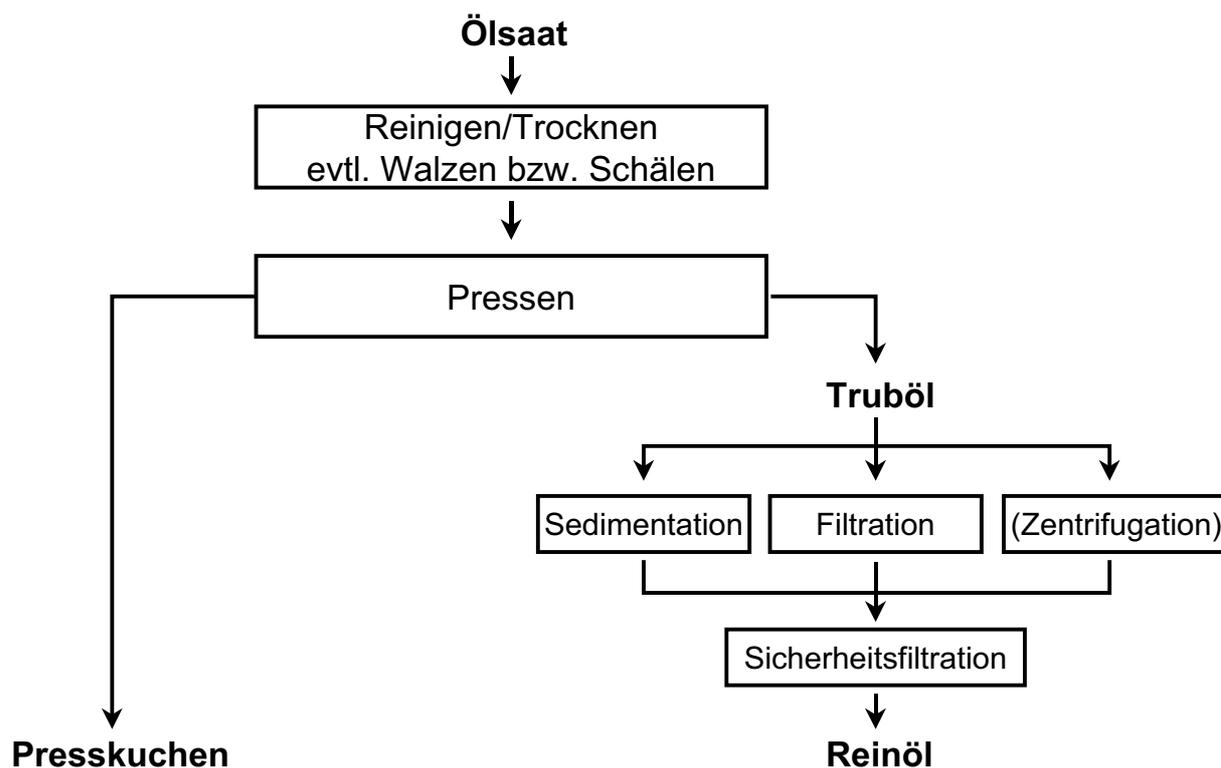


Abb. 1: Verfahrensablauf bei der Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen

Die Verarbeitungskapazität üblicher dezentraler Anlagen liegt bei 0,5 bis 25 t Ölsaart pro Tag, der Energiebedarf beträgt bei diesem Verfahren 0,1 bis 0,5 GJ/t Ölsaart [24]. Das gereinigte Pflanzenöl kann bei entsprechender Qualität ohne Raffination in den verschiedensten Anwendungsbereichen, vom kaltgepressten Speiseöl über Schmier- und Verfahrensstoffe bis hin zum Kraftstoff eingesetzt werden. In eigenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wurden Techniken zur Pflanzenölgewinnung und -reinigung untersucht und weiterentwickelt (z.B. 24, 10, 12, 14). Aktuelle Vorhaben in diesem Bereich beschäftigen sich mit Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei der dezentralen Ölsaatenverarbeitung sowie mit der Erarbeitung von Qualitätskriterien für kalt gepresstes Raps-Speiseöl aus dezentralen Anlagen.

Die Verbreitung dieser Technologie hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Waren im Jahr 1998 in Deutschland neben 13 zentralen Ölmühlen 79 dezentrale Ölsaatenverarbeitungsanlagen in Betrieb [2], so ist nach der neuesten noch nicht veröffentlichten Erhebung der bundesweiten Arbeitsgruppe „Qualitätsmanagement der dezentralen Ölsaatenverarbeitung“ im KTBL¹⁾ die Zahl der dezentralen Ölgewinnungsanlagen im ländlichen Raum auf über 200 im Jahr 2002 angewachsen. Dezentrale Anlagen können trotz der im Vergleich zu industriellen Ölmühlen geringe-

¹⁾ Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt-Kranichstein

ren Verarbeitungskapazität und Ölausbeute Pflanzenöl konkurrenzfähig erzeugen, da die Kosten für Technik, Lohn und Transport deutlich geringer sind.

Von entscheidender Bedeutung ist bei allen Anwendungsfällen die Einhaltung der jeweils geforderten Qualitätskriterien. Daher sind die Definition der notwendigen Kennwerte und die Festlegung von Grenzwerten und Bestimmungsmethoden Grundlage für die weitere Anwendung von pflanzlichen Ölen.

3. Eigenschaften von Pflanzenölen und Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff

Pflanzliche Öle bestehen überwiegend aus Triglyceriden, also Ester aus dem dreiwertigen Alkohol Glycerin und drei Fettsäuren. Die Fettsäuren bestehen aus Kohlenstoffketten und können gesättigt (keine Doppelbindungen zwischen benachbarten C-Atomen), einfach ungesättigt (eine Doppelbindung) oder mehrfach ungesättigt sein (mehrere Doppelbindungen). Die Anteile der vorkommenden Fettsäuren an der gesamten Fettsäuremenge in einem Pflanzenöl ist weitgehend genetisch fixiert und wird als Fettsäuremuster bezeichnet. Neben den Triglyceriden können auch Mono- oder Diglyceride (Ester mit einer bzw. zwei Fettsäuren) und freie Fettsäuren im Pflanzenöl vorkommen. Diese sind überwiegend Spaltprodukte des Fettabbaus.

Außer den Glyceriden sind auch Fettbegleitstoffe wie Phospholipide im Pflanzenöl enthalten. Phospholipide verursachen durch ihre Hydratisierbarkeit (Quellung mit Wasser) Störungen bei technischen Prozessen wie z.B. Verstopfungen von Filtern oder Einspritzdüsen und können die Oxidationsstabilität im Pflanzenöl herabsetzen.

Aufbau und Zusammensetzung pflanzlicher Öle bestimmen im Wesentlichen die charakteristischen Eigenschaften wie Dichte, Viskosität, Flammpunkt und Iodzahl. Durch Sauerstoffzutritt, Licht, Wärme sowie katalytisch wirkende Metallionen werden Öle oxidiert. Dabei erfolgt ein peroxidischer Einbau von Sauerstoff in das Ölmolekül. Mit steigendem Sauerstoffanteil nimmt die Neigung zur Polymerisierung (Vernetzung von Molekülbestandteilen) zu, wodurch die Viskosität des Pflanzenöls ansteigt. Öle mit einem hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren sind an der Luft relativ beständig, Öle mit vielen Doppelbindungen sind dagegen weniger haltbar. Pflanzliche Öle sind in Wasser unlöslich und gegenüber dem alleinigen Angriff von Wasser weitgehend resistent. In Gegenwart von Mikroorganismen oder Enzymen wird die hydrolytische Spaltung begünstigt. Dabei werden Fettsäuren vom Glyceridmolekül abgespalten. Pflanzenöle sind innerhalb von 21 Tagen zu über 95 % biologisch abgebaut (gemäß CEC L-33-A-94) und gelten als „nicht wassergefährdend“ [1]. Deshalb ist der Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff v.a. in umweltsensiblen Gebieten sinnvoll.

Für Dieselkraftstoff und für Fettsäuremethylester (Biodiesel) besteht jeweils bereits eine Norm bzw. ein Normentwurf (Dieselkraftstoff: DIN EN 590, für Fettsäuremethylester E DIN 51606 und voraussichtlich ab 2003 DIN EN 14214).

Beim Einsatz von naturbelassenem Pflanzenöl ist allerdings ebenso wie bei den beiden anderen Kraftstoffen eine gesicherte Qualität und damit ein Qualitätsstandard erforderlich, um einen störungsarmen und umweltschonenden Motorbetrieb zu gewährleisten. Durch die bisherige Forschungsarbeit, in Zusammenarbeit mit Herstellern und Umrüstern pflanzenöлтаuglicher Motoren sowie Ölproduzenten und anderen Wissenschaftlern und Analytik-Instituten wurden deshalb im Rahmen eines Arbeitskreises unter Federführung der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik kraftstoffrelevante Mindestanforderungen für Rapsöl, dem in Deutschland am stärksten verbreiteten Pflanzenöl, erarbeitet und in dem „Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) 5/2000“ zusammengefasst (Abb. 2) [11]. Er gilt sowohl für raffiniertes als auch für kaltgepresstes Rapsöl und ist Grundlage für einen sicheren Betrieb pflanzenöлтаuglicher Dieselmotoren. Der RK-Qualitätsstandard hat nicht den Status einer nationalen oder internationalen Norm, kann aber als vertragliche Qualitätsvereinbarung beim Erwerb und Vertrieb von Pflanzenölkraftstoff zugrunde gelegt werden. Die darin festgelegten Qualitätskriterien können untergliedert werden in rapsölcharakteristische weitgehend konstante Kenngrößen und in variable Eigenschaften, die durch die Sortenwahl sowie die Produktions- und Lagerungsverfahren beeinflusst werden.

Für Rapsöl charakteristische Eigenschaften

Die **Dichte** ist weitgehend genetisch fixiert und dient zur Unterscheidung verschiedener Pflanzenöle. Rapsöl weist eine Dichte von nahezu konstant 920 kg/m^3 bei 15 °C auf.

Der **Flammpunkt** ist die Temperatur, bei der entflammbare Dämpfe gebildet werden. Mit zunehmendem Anteil an freien Fettsäuren sinkt der Flammpunkt. Rapsöl weist einen Flammpunkt von ca. 230 °C auf, der eine hohe Lagerungs- und Transportsicherheit gewährleistet. Deshalb werden Pflanzenöle im Gegensatz zu fossilen Kraftstoffen keiner Gefahrenklasse gemäß der Verordnung brennbarer Flüssigkeiten (VbF) zugeordnet [22]. Bereits geringe Vermischungen mit ca. 0,5 Masse-% Dieselkraftstoff führen zu einer Unterschreitung des Grenzwerts von 220 °C . Deshalb dient der Flammpunkt auch zur Identifizierung von Beimischungen anderer Kraftstoffe. Der höhere Flammpunkt weist auf ein verändertes Siedeverhalten von Pflanzenölen hin. Dies ist durch einen Siedebeginn auf hohem Temperaturniveau (ca. $300\text{-}320 \text{ °C}$) und ein rasches Siedeende bei ca. 350 °C gekennzeichnet.

 	LTV-Arbeitskreis Dezentrale Pflanzenölgewinnung, Weihenstephan		in Zusammenarbeit mit:	
	Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) 05/2000		 	
Eigenschaften / Inhaltsstoffe	Einheiten	Grenzwerte		Prüfverfahren
		min.	max.	
für Rapsöl charakteristische Eigenschaften				
Dichte (15 °C)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185
Flammpunkt nach P.-M.	°C	220		DIN EN 22719
Heizwert	kJ/kg	35000		DIN 51900-3
Kinematische Viskosität (40 °C)	mm ² /s		38	DIN EN ISO 3104
Kälteverhalten				Rotationsviskosimetrie (Prüfbedingungen werden erarbeitet)
Zündwilligkeit (Cetanzahl)				Prüfverfahren wird evaluiert
Koksrückstand	Masse-%		0,40	DIN EN ISO 10370
Iodzahl	g/100 g	100	120	DIN 53241-1
Schwefelgehalt	mg/kg		20	ASTM D5453-93
variable Eigenschaften				
Gesamtverschmutzung	mg/kg		25	DIN EN 12662
Neutralisationszahl	mg KOH/g		2,0	DIN EN ISO 660
Oxidationsstabilität (110 °C)	h	5,0		ISO 6886
Phosphorgehalt	mg/kg		15	ASTM D3231-99
Aschegehalt	Masse-%		0,01	DIN EN ISO 6245
Wassergehalt	Masse-%		0,075	pr EN ISO 12937



Abb. 2: Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) 05/2000 [11]

Der **Heizwert** eines Kraftstoffs beschreibt dessen Energiegehalt. Rapsöl hat einen unteren Heizwert (H_U) von ca. 36000 bis 39000 kJ/kg, mit einem Mittel von ca. 38200 kJ/kg. Der für die motorische Verbrennung relevante volumenbezogene Heizwert ist aufgrund der höheren Dichte des Pflanzenöls mit ca. 35100 kJ/l nur um etwa 2 % geringer als der Heizwert für Dieselkraftstoff mit 35900 kJ/l. Folglich ist der Kraftstoffverbrauch eines Pflanzenölmotors annähernd gleich hoch wie bei Dieselmotoren. Im Gegensatz dazu liegt der volumenbezogene Heizwert von Biodiesel mit ca. 32700 kJ/l etwa 9 % niedriger als bei Dieselkraftstoff.

Die **kinematische Viskosität** beträgt für Rapsöl bei 40 °C ca. 35 mm²/s und ist damit ca. 10 mal so hoch wie bei Dieselkraftstoff. Eine hohe Viskosität verschlechtert bei nicht umgerüsteten Motoren die Fließ- und Pumpfähigkeit sowie das Zerstäubungsverhalten des Kraftstoffs. Bei Überschreiten des Grenzwerts von maximal 38 mm²/s (bei 40 °C) können verstärkt Probleme beim Kaltstart und Ablagerungen an Düsen und Ventilen auftreten. Die Viskosität von Rapsöl nimmt mit steigender Temperatur ab und erreicht erst bei mehr als 100 °C den Wert von Dieselkraftstoff. Auch Fettsäuremuster und Ölalterungsgrad haben Einfluss auf die Viskosität, wohingegen sich die Technologie des Ölgewinnungsverfahrens (Extraktion und Raffination in zentralen Ölmühlen oder Kaltpressung in dezentralen Anlagen) nicht auswirkt [23].

Zur Charakterisierung des **Kälteverhaltens** von Kraftstoffen stehen verschiedene Kennwerte wie Cloudpoint (CP), Cold-Filter-Plugging-Point (CFPP) oder Pourpoint (PP) zur Verfügung. Diese Verfahren sind nicht zur Beschreibung des Kälteverhaltens von Pflanzenöl geeignet, da der Übergang von der flüssigen in die feste Phase bei verschiedenen Kraftstoffen sehr unterschiedlich verläuft. Ein Prüfverfahren zur Beschreibung des Kälteverhaltens von Rapsöl mittels eines Rotationsviskosimeters wird derzeit entwickelt.

Ähnlich wie beim Kälteverhalten ist das für Dieselkraftstoff angewandte Prüfverfahren zur Bestimmung der **Zündwilligkeit** für Pflanzenöl wenig aussagekräftig, da die verwendeten Prüfmotoren nicht pflanzenöлтаuglich sind. Derzeit wird ein neues motorunabhängiges Prüfverfahren, angelehnt an die Ermittlung der Cetanzahl von Schweröl, erprobt und eine entsprechende Methode entwickelt [13].

Der **Koksrückstand** beschreibt die Tendenz eines Kraftstoffs, bei der Verbrennung kohlenstoffhaltige Rückstände zu bilden. Anders als bei Dieselkraftstoff und FAME, bei denen der Koksrückstand durch Verschwelen der letzten 10 % des Destillationsrückstandes bestimmt wird, wird bei Rapsöl die Gesamtprobe verwendet. Rapsöl weist einen Koksrückstand von etwa 0,3 Masse-% auf. Praxiserfahrungen zeigen, dass bei Koksrückständen unter 0,4 Masse-% keine kraftstoffbedingten Betriebsstörungen in pflanzenöлтаuglichen Motoren auftreten.

Die **Iodzahl** ist ein Maß für die mittlere Anzahl an Doppelbindungen der Fettsäuremoleküle und charakterisiert die Art des Pflanzenöls. Pflanzenöle mit großer Iodzahl sind meist weniger alterungsbeständig und neigen deshalb eher zum Verharzen sowie zur Bildung von Ablagerungen im Motor als Pflanzenöle mit hohem Sättigungsgrad. Rapsöl ist bei einer mittleren Iodzahl von ca. 115 g/100g in kühler, dunkler Umgebung und Vermeidung von oxidationsfördernden Bedingungen weitgehend lagerstabil.

Aufgrund des von Natur aus sehr niedrigen **Schwefelgehalts** von Pflanzenöl von weniger als 0,001 Masse-% werden bei der Verbrennung nur geringe Mengen an SO_x und partikelgebundenen Sulfaten freigesetzt. Daneben sichert schwefelarmer Kraftstoff langfristig hohe Umsetzungsraten von Kohlenmonoxid-, Kohlenwasserstoff- und Aldehydemissionen in Oxidationskatalysatoren. Der Grenzwert für Rapsölkraftstoff wurde deshalb auf maximal 0,002 Masse-% (= 20 mg/kg) festgesetzt.

Variable Eigenschaften von Rapsöl

Die **Gesamtverschmutzung** beschreibt den Massenanteil ungelöster Fremdstoffe (Partikel) im Kraftstoff. Hohe Fremdstoffgehalte im Kraftstoff führen zu Verstopfungen von Filtern, Einspritzdüsen und erhöhen die Gefahr von Schäden an der Einspritzpumpe und Ablagerungen im Brennraum, weshalb dieser Kenngröße eine hohe Bedeutung beizumessen ist. Da der Grenzwert von maximal 25 mg/kg in der Praxis häufig nicht eingehalten wird, kommt es immer wieder zu motortechnischen Betriebsstörungen, die auf stark verschmutztes Pflanzenöl zurückzuführen sind.

Die **Neutralisationszahl** oder Säurezahl ist ein Maß für den Anteil freier Fettsäuren im Pflanzenöl. Sie wird beeinflusst vom Raffinationsgrad und dem Alterungsgrad eines Öls. Wasser und Mikroorganismen führen zu einer hydrolytischen Abspaltung von Fettsäuren und damit zu einem Anstieg der Neutralisationszahl. Saure Verbindungen im Kraftstoff führen zu Korrosion, Verschleiß und Rückstandsbildung im Motor. Außerdem besteht die Gefahr, dass saure Komponenten des Kraftstoffs mit dem Motoröl reagieren und dadurch die Motorölstandzeit verkürzen bzw. Motorschäden verursachen. Deshalb sollte die Neutralisationszahl von Rapsölkraftstoff den Grenzwert von 2,0 mg KOH/g nicht überschreiten.

Die **Oxidationsstabilität** kennzeichnet den Alterungsgrad des Kraftstoffs. Hohe Temperaturen und Sauerstoffeintrag bei der Lagerung beschleunigen den Verderb, der üblicherweise mit einem Anstieg der Viskosität einhergeht. Dabei entstehen unlösliche Verbindungen, die in Filtern und Leitungen zu Verstopfungen führen können. Erfolgt ein Eintrag von vorgealtertem Kraftstoff ins Motoröl, kann es verstärkt zu Wechselwirkungen zwischen Kraftstoff und Motoröl kommen, die die Schmierfähigkeit des Motoröls beeinträchtigen. Die Oxidationsstabilität schwankt sehr stark zwi-

schen verschiedenen Pflanzenölproben und sollte geprüft nach ISO 6886 nicht unter 5 h betragen.

Phosphor liegt in Pflanzenölen in Form von Phospholipiden vor. Neben der oben beschriebenen Hydratisierbarkeit und Minderung der Oxidationsstabilität senkt Phosphor die Verbrennungstemperatur und ist in Ablagerungen im Motor nachweisbar. Da Phosphor wie Schwefel auch als Katalysatorgift wirkt, gilt es, den Gehalt im Kraftstoff möglichst gering zu halten. Der Phosphorgehalt im Pflanzenöl ist abhängig vom Raffinationsgrad oder kann bei nicht raffinierten Pflanzenölen aus dezentralen Anlagen durch entsprechende Prozessführung beim Abpressen unter dem geforderten Wert von 15 mg/kg gehalten werden [24].

Der **Aschegehalt** beschreibt den Anteil anorganischer Feststoffe, wie z.B. Staub im Kraftstoff. Hohe Aschegehalte können zu Abrasionen in Einspritzsystemen führen. Deshalb sollten Werte von 0,01 Masse-% nicht überschritten werden.

Der **Wassergehalt** von Pflanzenölen wird durch die Feuchte der Ölsaaten beeinflusst und kann auch bei unsachgemäßer Lagerung des Öls ansteigen. Bei niedrigen Temperaturen kann freies Wasser durch Gefrieren zu Filterverstopfungen führen. In Hochdruckeinspritzsystemen besteht zudem die Gefahr, dass freies Wasser zu Schäden an Pumpen und Düsen führt. Darüber hinaus kommt es in Lagergefäßen bevorzugt an der Grenzschicht zwischen Wasser und Kraftstoff zum Wachstum von Mikroorganismen, die wiederum die Ölalterung beschleunigen (Abspaltung freier Fettsäuren), weshalb es verstärkt zu Korrosionen kommen kann.

Wie aus Tab. 1 zu ersehen ist, unterscheidet sich Rapsöl in wesentlichen Eigenschaften vor allem hinsichtlich Viskosität und Flammpunkt von Dieselkraftstoff, so dass ein Einsatz in konventionellen Dieselmotoren wegen z.T. unzureichender Pumpfähigkeit, ungenügender Zerstäubung, unvollständiger Verbrennung oder verstärkter Rückstandsbildung dauerhaft nicht möglich ist. Aus diesen Gründen ist also

Tab. 1: Vergleich wichtiger Eigenschaften von Dieselkraftstoff und Rapsöl [16, 11]

KenngroÙe	Einheit	Dieselmkraftstoff	Rapsöl
Dichte (15 °C)	kg/m ³	834	920
kin. Viskosität (40 °C)	mm ² /s	2-3,5	35
Flammpunkt	°C	58	231
Schwefelgehalt	mg/kg	max. 350 (ab 2005: max. 50)	ca. 4
Cetanzahl	--	50	39 ¹⁾
Heizwert	MJ/kg	42,7	36-39

¹⁾ Wert nicht mit Dieselmkraftstoff vergleichbar, da für Rapsöl ungeeignete Prüfmethode

entweder eine chemische Veränderung des Pflanzenöls, wie bei der Umesterung zu Fettsäuremethylester (Biodiesel) oder eine Anpassung der Motorentchnik an die Anforderungen des Pflanzenöls erforderlich.

4. Dieselmotorentchnik für die Nutzung von Rapsöl als Kraftstoff

Für die Verwendung von unverändertem Pflanzenöl als Kraftstoff ist es erforderlich, die Verbrennungstechnik des Dieselmotors an die Eigenschaften des Pflanzenöls anzupassen. Wie bei konventionellen Dieselmotoren werden auch bei Pflanzenölmotoren die beiden Prinzipien Vor- und Wirbelkammerverfahren sowie Direkteinspritzung unterschieden. Neben speziell für Pflanzenöl entwickelten oder weiterentwickelten Motoren werden auch Umrüstungen für Serienmotoren angeboten. Grundsätzlich ist die Nutzung von pflanzenöлтаuglichen Motoren sowohl in mobilen Antrieben, also in Pkw-, Nutzfahrzeug-, Landmaschinen- und Schiffsmotoren, als auch in stationären Einrichtungen, wie Stromaggregaten und Blockheizkraftwerken möglich.

Beim **Vor- oder Wirbelkammerverfahren** verläuft die Verbrennung im Motor in zwei Stufen. Durch den bei der Teiloxidation in der Nebenkammer entstehenden Druck strömt der Kammerinhalt in die Hauptkammer. Dort wird das Gemisch mit der sich darin befindlichen Luft stark verwirbelt, wodurch sich die Verbrennung fortsetzt. Auf Grund des großvolumigen Brennraums, der starken Verwirbelung des Kraftstoff/Luft-Gemisches und der längeren Verweilzeit des Kraftstoffs in der Brennkammer sind Vor- und Wirbelkammermotoren meist besser für die Verbrennung von Pflanzenöl geeignet, als direkteinspritzende Motoren.

In der Praxis wurden verschiedene Umrüstetechniken realisiert. Traktoren mit luftgekühlten Wirbelkammermotoren der Firma Deutz waren bereits in den 80er Jahren mit dem sogenannten Dual-Brennstoffsystem erhältlich. Dabei wird das Fahrzeug mit einem zusätzlichen Tank ausgestattet. Der Startvorgang erfolgt mit Dieselmotorkraftstoff. Sobald die Betriebstemperatur erreicht ist, wird auf Pflanzenöl umgeschaltet. Vor dem Abstellen des Motors ist wieder auf Dieselmotorkraftstoff umzustellen, damit die Einspritzleitungen und Düsen gespült und für den neuen Startvorgang mit Dieselmotorkraftstoff gefüllt sind. Ähnliche Systeme, z.T. zusätzlich mit einer Kraftstoffvorheizung und elektronischer Steuerung der Kraftstoff-Umschaltung ausgestattet, sind heute zur Umrüstung konventioneller Dieselmotoren v.a. für Pkw aber auch für Lkw, Busse und Traktoren erhältlich.

Als pflanzenöлтаuglich ohne Verwendung von Diesel als zusätzlichen Startkraftstoff gelten auch großvolumige, wassergekühlte indirekt einspritzende Motoren der Motorenfabrik Mannheim (MWM), die im Untertagebetrieb eingesetzt werden. Diese werden allerdings heute nicht mehr gebaut. Pflanzenöлтаugliche Vorkammermotoren

anderer Hersteller, die ohne zweiten Kraftstoffkreislauf betrieben werden können, sind mittlerweile weit verbreitet und überwiegend als umgerüstete Seriidieselmotoren für Pkw oder auch für BHKW realisiert.

Speziell für Pflanzenöl entwickelte oder weiterentwickelte **direkteinspritzende Motoren** gewährleisten durch einen größer gestalteten Brennraum, z.B. durch Brennmulden im Kolben oder Zylinderkopf, eine verbesserte Brennstoff/Luft-Verteilung. Ebenso sind sie häufig durch eine besondere Materialauswahl von Kolben und Zylinder und die Verwendung von Einlochdüsen gekennzeichnet.

Der wohl bekannteste pflanzenöлтаugliche Motor mit Direkteinspritzung arbeitet nach dem sogenannten „Duotherm-Verfahren“ von Ludwig Elsbett (Abb. 3). Dabei wird der Kraftstoff mit einer, bei leistungsstärkeren Motoren auch mit zwei Einloch-Zapfendüsen mit variablem Querschnitt tangential in eine im Kolben befindliche halbkugelförmige Brennmulde eingespritzt („Doppel-Duotherm-Verfahren“) (Abb. 3, rechts). Rotationskräfte sorgen dafür, dass die kältere dichtere Luft am Außenbereich des entstehenden Gemischwirbels ein zum Kolben hin isolierendes Luftpolster bildet. Im Innern entsteht dagegen durch die sich dort ansammelnde heiße Luft mit geringerer Dichte eine zentrale heiße Brennzone. Ein geteilter Gelenkkolben mit einem Stahl- oder Graugussoberteil dichtet den Brennraum gut zum Zylinder hin ab und minimiert die Wärmeverluste. Die Wärmeabfuhr erfolgt über den spritzölgekühlten Aluminium-Gleitschuh.

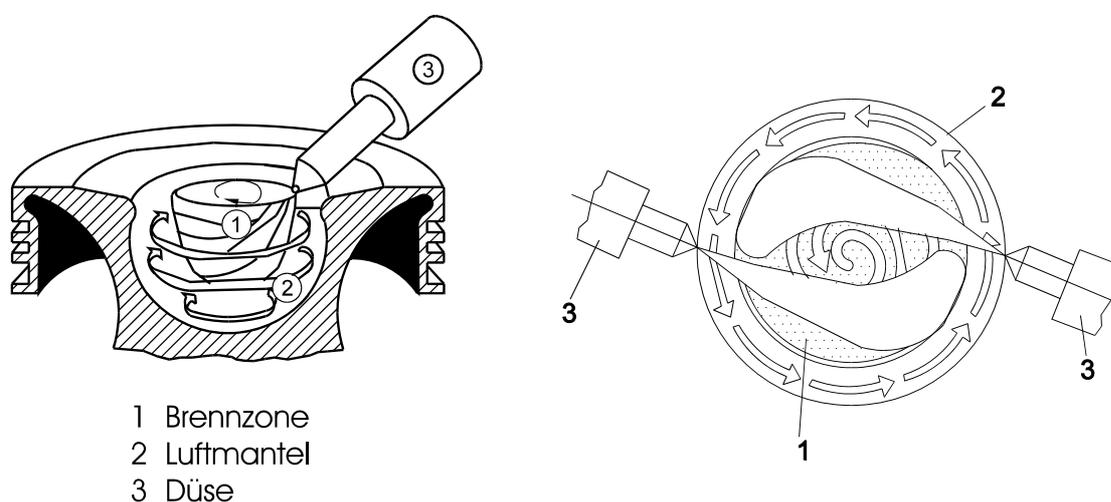


Abb. 3: Prinzip des Elsbett Duotherm-Verfahrens (nach [3])

Der Pflanzenölmotor der Firma AMS, Antriebs- und Maschinenteknik, Schönebeck (jetzt: MWS) ist eine eigene Weiterentwicklung einer ursprünglichen Lizenz am Duotherm-Verfahren von Elsbett. Die Konstruktionsmerkmale sind im Wesentlichen ähnlich dem Elsbett-Motor. Haupteinsatzbereiche für den AMS-Motor sind stationäre Anwendungen, wie z.B. Blockheizkraftwerke. Ein weiterer direkt einspritzender Motor

für Pflanzenölkraftstoffe ist die Entwicklung der Firma AAN, Anlagen- und Antriebstechnik Nordhausen GmbH. Hauptmerkmale hier sind ebenfalls eine halbkugelförmige Brennmulde im Kolben und die Verwendung von Zapfendüsen. Der Ferrotherm-Kolben wurde zusammen mit der Firma Mahle GmbH, Stuttgart entwickelt. Eine etwas andere Bauform weist die Entwicklung von Willy Mahler (Schweiz) auf. Der Brennraum ist dabei in den Zylinderkopf hinein erweitert, wodurch der Kolben weniger belastet wird. Der mit zwei Einspritzdüsen ausgestattete Mahler-Motor befindet sich derzeit noch in Erprobung.

Neben den speziell für naturbelassenes Pflanzenöl konstruierten Dieselmotoren ist auch eine **Umrüstung von Seriidieselmotoren** (Vor- und Wirbelkammermotoren sowie Direkteinspritzer) auf Pflanzenölbetrieb möglich. Im Gegensatz zur Entwicklung von Spezialmotoren setzen sich derzeit umgerüstete Seriidieselmotoren verstärkt durch. Die Umrüstkonzepte lassen sich im Wesentlichen in Eintanksysteme (Start mit Pflanzenöl) und Zweitanksysteme (Kaltstart mit Dieselkraftstoff und späteres Umschalten auf Pflanzenölbetrieb, s.o.) untergliedern. Durch Veränderungen am Kraftstoffsystem, an der Motortechnik sowie durch Eingriffe in das Motormanagement werden Dieselmotoren entsprechend den Anforderungen des Pflanzenölkraftstoffs angepasst. Einige der in der Praxis vorkommenden Umrüstmaßnahmen sind im Folgenden aufgeführt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Einbau eines Zweitanksystems mit entsprechenden Steuerungselementen
- Kraftstoffvorwärmung an Leitungen, Filtern, Düsen
- Vorwärmung des Motorkühlwassers
- Verwendung alternativer Materialien für Kolben und Zylinderkopf
- Modifikationen der Vorglüheinrichtung, der Einspritzdüsen, des Brennraumes
- Eingriff in das Motormanagement, Veränderung von Einspritzdruck u. -zeitpunkt
- Einbau einer Kraftstofferkennung bei Wechselbetankung.

Bei einer Umrüstung ist ferner darauf zu achten, dass die am Motor vorhandenen kraftstoffführenden Komponenten (v. a. Kraftstoffförderpumpe, Einspritzpumpe, Dichtungen, Leitungen etc.) zum einen ausreichend dimensioniert und zum anderen beständig gegenüber dem Langzeiteinsatz von Pflanzenöl sind. Die Auswahl von technisch ausgereiften Motorbauteilen in hoher Verarbeitungsqualität ist in Hinblick auf die allgemein stärkere Beanspruchung der Materialien (höhere Viskosität und höhere Verbrennungstemperatur des Pflanzenöls) empfehlenswert. Unbedingt zu vermeiden sind die Verwendung von katalytisch wirksamen Materialien wie z. B. Kupfer, bzw. kupferhaltige Legierungen (z. B. Messing).

Die Umrüstung von Vor- und Wirbelkammermotoren sowie von direkt einspritzenden Motoren mit konventioneller Einspritztechnik auf den Betrieb mit unverändertem Pflanzenöl ist seit längerem möglich und die Tauglichkeit wurde durch Erfahrungswerte gezeigt, wenn auch bislang kaum belastbare Messungen zum Betriebsverhal-

ten vorliegen. Über Entwicklungsstand und Zuverlässigkeit erster Umrüstungen direkt einspritzender Systeme mit moderner Hochdruckeinspritzung (wie Pumpe-Düse oder Common-Rail) kann derzeit noch keine Aussage gemacht werden.

5. Einsatz von Rapsölkraftstoff in Traktoren

Für die Landwirtschaft war bislang der Dieselmotorkraftstoff aus Mineralöl aufgrund des niedrigen Preisniveaus und der Gasölrückvergütung konkurrenzlos günstig. Die in der eigenen Branche erzeugten Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen waren daher nur für den nichtlandwirtschaftlichen Bereich ökonomisch sinnvoll. Durch den im Jahre 2000 um ca. 50 % sprunghaft angestiegenen Dieselpreis für die Landwirtschaft (Kürzung der Gasölverbilligung, Verteuerung des Mineralöls) stieg das Interesse vieler Landwirte, regional erzeugtes Pflanzenöl in Traktoren einzusetzen. Allerdings waren wegen der bis dahin geringen Nachfrage ausgereifte Konzepte zum Einsatz von naturbelassenem Pflanzenöl in Schleppermotoren nicht verfügbar. Seit dem Jahre 2000 arbeiten mehrere mittelständische Firmen an der Umrüstung von pflanzenöлтаuglichen Schleppern, da die Landmaschinenindustrie eigene Entwicklungen wegen der zu erwartenden geringen Absatzzahlen bisher weitgehend ablehnte. Angetrieben durch die zunehmende Nachfrage der Landwirte sowie den dadurch entstandenen politischen Druck rief die Bundesregierung im September 2000 zu einem mindestens dreijährigen Feldversuch mit bis zu 100 rapsöлтаuglichen Traktoren auf („100-Traktoren-Programm“), um Kenntnisse über den technischen Stand der derzeitig verfügbaren Umrüstkonzepte zu erlangen.

Die ersten Umrüstungen innerhalb dieses Vorhabens fanden Ende April 2001 statt. Knapp ein Jahr später waren von den insgesamt sechs teilnehmenden Firmen 60 Schlepper umgerüstet worden [9]. Im August 2002 waren 101 teilnehmende Traktoren gemeldet (Abb. 4) [4]. Die vollständige Umrüstung aller Traktoren ist bis Ende 2002 zu erwarten. Traktoren, deren Umrüstung auf Pflanzenöl im Rahmen dieses Programms gefördert wurde, müssen neuwertig sein (bis 300 Betriebsstunden), jährlich mindestens 800 Betriebsstunden aufweisen und dürfen nur mit Rapsölkraftstoff gemäß RK-Qualitätsstandard (05/2000) betrieben werden (Ausnahme: Systeme mit Zweitanklösung, die zum Start und Abstellen des Motors Dieselmotorkraftstoff benötigen). Das Demonstrationsvorhaben „Praxiseinsatz neuer serienmäßiger rapsöлтаuglicher Traktoren“ wird durch die Universität Rostock - Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren - wissenschaftlich begleitet [9].

Die Traktoren wurden von den in Abb. 4 genannten Umrüstern für den Betrieb mit Rapsöl optimiert, wobei sich die im Jahr 2001 eingesetzten Umrüststrategien erheblich voneinander unterscheiden [9, 4]. Die meisten der Traktoren (55) liegen im Leistungsbereich zwischen 50 und 100 kW; 38 Traktoren weisen eine Motorleistung von 100 bis 150 kW auf; nur einzelne Motoren sind niedrigeren oder höheren Leistungs-

bereichen zuzuordnen [4]. Zum jetzigen Zeitpunkt ist eine Aussage über die Betriebserfahrungen mit den einzelnen Umrüstkonzepten und damit eine technische Bewertung noch nicht möglich [9, 4]. Allerdings kann festgestellt werden, dass die geforderte und im Programm vorgeschriebene Kraftstoffqualität gemäß RK-Qualitätsstandard (05/2000) von etwa 10 bis 20 % aller Kraftstoffproben nicht eingehalten wird. Problematische Kenngrößen sind Neutralisationszahl (20 % der Proben), Phosphorgehalt (20 % der Proben), Oxidationsstabilität (17 % der Proben) und Gesamtverschmutzung (10 % der Proben) [4]. Anhand der ersten Ergebnisse, die in 2003 erwartet werden, sollen dann Aussagen hinsichtlich der Praxistauglichkeit der eingesetzten Umrüstkonzepte, der Betriebssicherheit und dem Emissionsverhalten der Traktoren möglich sein.

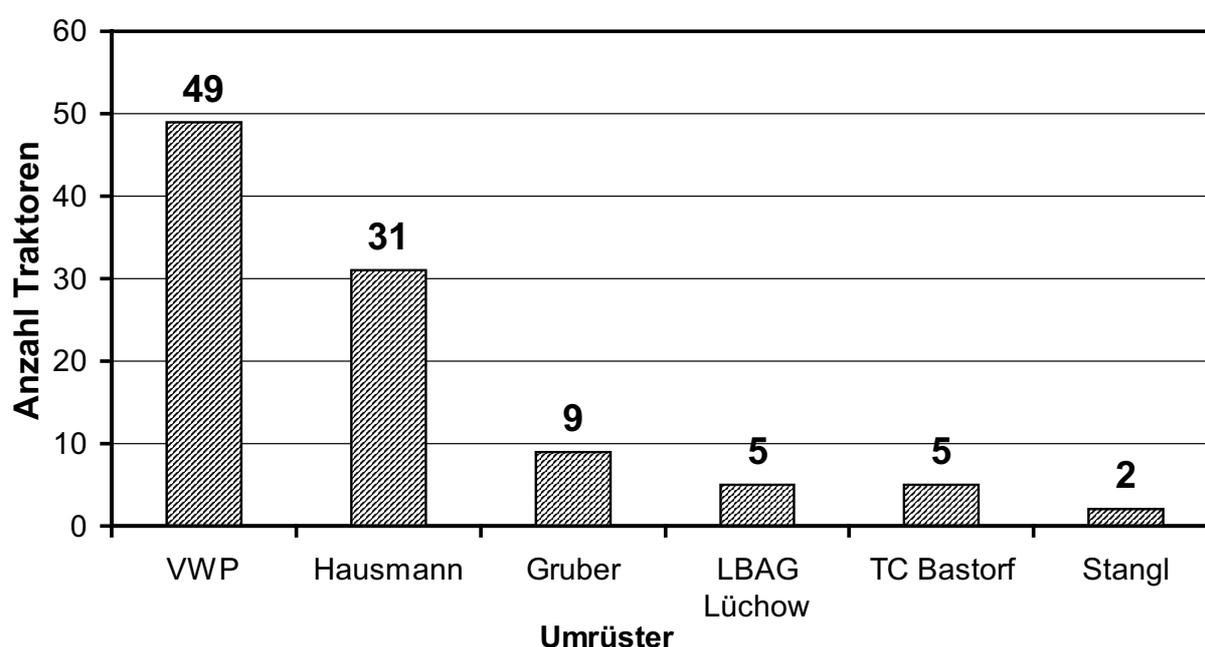


Abb. 4: Teilnehmende Traktoren nach Umrüstfirmen, Stand 08/2002 (Quelle: HASSEL et al. 2002 [4])

In Tab. 2 sind die derzeit von den genannten sechs Firmen zur Umrüstung angebotenen Traktorentypen und das ungefähre Preisniveau zusammengestellt. Darüber hinaus bieten jedoch weitere Firmen Umrüstungen für Traktoren an, die hier nicht aufgeführt sind.

Parallel zum „100-Traktoren-Programm“ laufen weitere Entwicklungsarbeiten. Besonders hervorzuheben ist die Tatsache, dass mittlerweile zwei namhafte Traktorenhersteller mit Umrüstfirmen zusammen arbeiten.

Abhängig von den Ergebnissen des Demonstrationsprogramms wurde eine eventuelle Breitenförderung des Einsatzes von Rapsöl als Kraftstoff für Traktoren in Aussicht gestellt.

Tab. 2: Auf Pflanzenölbetrieb umrüstbare Traktoren – Angebote der am „100-Traktoren-Program“ teilnehmenden Umrüstfirmen (Preisangaben ohne Gewähr, zzgl. MwSt) (tel. Herstellerumfrage 11/2002)

Firma	Umrüstprinzip	Traktorentypen	Preis (€)
Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie (VWP)	Eintanksystem	<ul style="list-style-type: none"> • Deutz-Fahr (4-, 6-Zylinder, wassergekühlt, 55-200 kW; v.a. Agrottron MK2, MK3) • Fendt 309 C, 400er, 700er-Serie 	4.000 – 6.000
Siegfried Hausmann	Eintanksystem (z.T. Zweitanksystem)	<ul style="list-style-type: none"> • Same, Lamborghini (4-, 6-Zylinder) • John Deere 6000er-, 7000er-Serie • Fendt 410, 411, 412, Fendt 712, 714, 716, Fendt 926 • Case 94 und CTV 160 • Claas Challenger 95 E • New Holland (gebr.) • Deutz Agrottron MK2 (gebr.) • Zetor (gebr.) • Valmet (gebr.) 	3.500 – 6.500
Thomas Gruber KG	Zweitanksystem	<ul style="list-style-type: none"> • Case (alle, neu und gebr.) • IHC (alle, neu und gebr.) 	3.000 – 3.300
LBAG Lüchow	Eintanksystem	<ul style="list-style-type: none"> • Fendt 309, 309 C, Fendt 411, Fendt 920 	2.300 – 3.000
	Zweitanksystem	<ul style="list-style-type: none"> • New Holland TL 100 • Fendt 816 • Unimog 	1.800 – 2.300
Max Stangl Landtechnik	Eintanksystem	<ul style="list-style-type: none"> • John Deere (fast) • Deutz Agrottron (alle) • John Deere Mähdrescher CTS, WTS, STS • weitere auf Anfrage 	4.950 – 6.800 auf Anfrage auf Anfrage
Technik-Center-Bastorf GmbH	keine Auskunft	keine Auskunft	k. A.

6. Wirtschaftliche Bewertung

Für die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Rapsöl als Kraftstoff in Traktoren sind der Preisunterschied zwischen Rapsöl und Agrardiesel sowie die Kosten für die Umrüstung des Traktors von entscheidender Bedeutung. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die angegebenen Mehrkosten für die Umrüstung vorläufige Preise während der Entwicklungs- und Erprobungsphase darstellen. Für die notwendige Laufzeit des Traktors zur Amortisation der Umrüstung durch die Einsparung an Kraftstoffkosten ist auch dessen Leistungsklasse bzw. durchschnittlicher Kraftstoff-

verbrauch eine wichtige Einflussgröße. In Abbildung 5 sind zwei Beispiele für einen Traktor im Leistungsbereich von 60 bis 92 kW dargestellt.

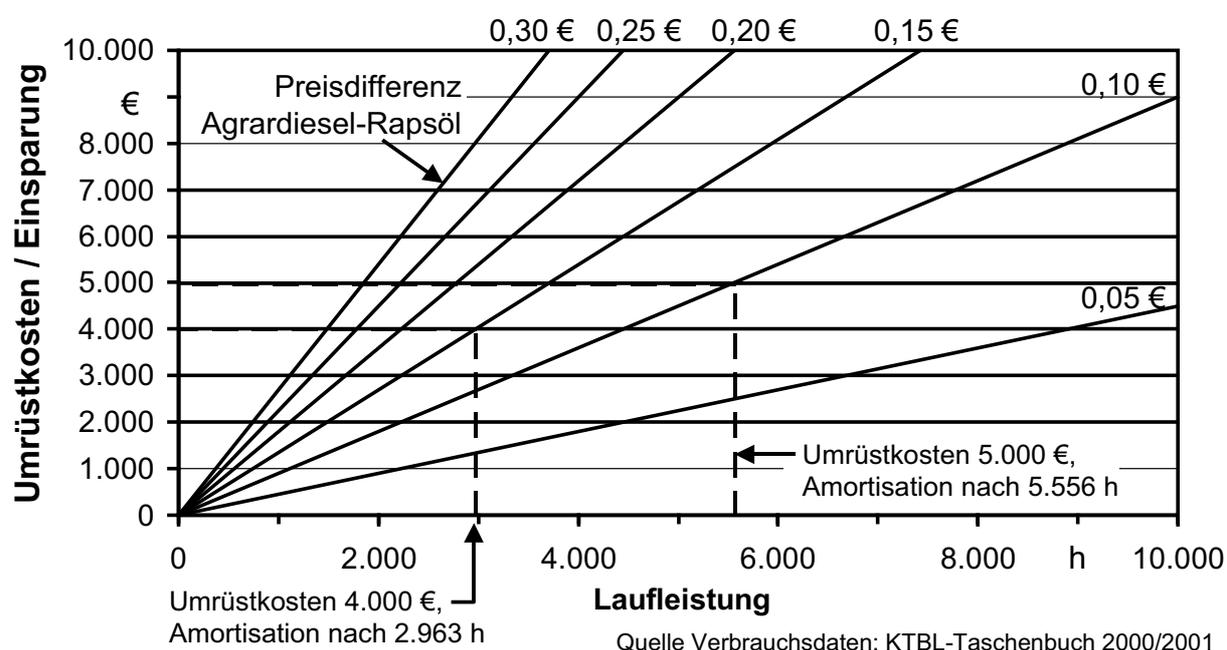


Abb. 5: Amortisation der Umrüstung von Traktoren auf den Betrieb mit Rapsölkraftstoff (Leistungsklasse 60 bis 92 kW, Kraftstoffverbrauch: 9 l/h)

Bei einem Preisvorteil für Rapsöl im Vergleich zu Agrardiesel in Höhe von 0,15 €/l (z.B. Preis für dezentral erzeugtes Rapsöl 0,45 €/l, Agrardieselpreis 0,60 €/l) und Umrüstkosten von 4.000,- € sind die Mehrkosten der Umrüstung durch die Einsparung im Kraftstoffpreis nach rund 3.000 Betriebsstunden amortisiert (unverzinst). Bei ungünstigeren Verhältnissen (Preisvorteil 0,10 €/l, Umrüstkosten 5.000,- €) beträgt die Amortisationszeit rund 5.500 Betriebsstunden.

Bei größeren Traktoren mit unterproportional zur Leistung und zum daraus resultierenden Kraftstoffverbrauch steigenden Kosten für die Umrüstung fällt die Kosteneinsparung je Betriebsstunde höher aus, so dass eine kürzere Amortisationszeit angenommen werden kann.

Die beiden Beispiele in Abbildung 6 für Traktoren im Leistungsbereich über 185 kW zeigen Amortisationszeiten von 1.600 bzw. 3.200 Betriebsstunden bei Preisdifferenzen von 0,15 € bzw. 0,10 € und Umrüstkosten von 6.000 € bzw. 8.000 €.

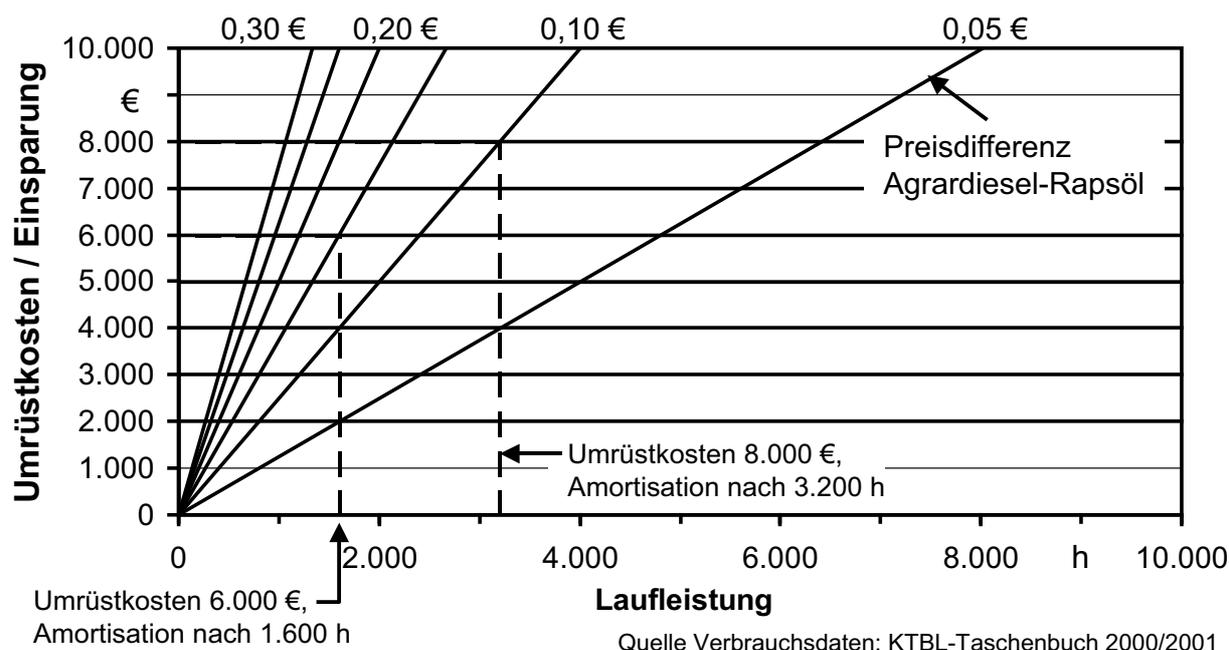


Abb. 6: Amortisation der Umrüstung von Traktoren auf den Betrieb mit Rapsölkraftstoff (Leistungsklasse >185 kW, Kraftstoffverbrauch: 25 l/h)

7. Ausblick

Ausgehend von dem anfangs erwähnten Substitutionspotenzial von 6 bis 7 % durch Pflanzenölkraftstoffe am deutschen Dieselkraftstoffbedarf stellt sich die Frage nach den Hauptvorteilen für die Umwelt und damit nach den sinnvollsten Einsatzbereichen für pflanzenöлтаugliche Dieselmotoren.

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass die Abgasemissionen pflanzenölbetriebener Dieselmotoren in etwa vergleichbar sind mit denen beim Betrieb mit fossilem Dieselkraftstoff, wenn auch ein gewisses Entwicklungspotenzial zur Emissionsminderung durch den Einsatz von Pflanzenölkraftstoffen noch gegeben ist [6, 17, 20]. Die biologische Abbaubarkeit von Pflanzenölen ist mit etwa 95 % innerhalb von 21 Tagen deutlich günstiger als jene von Mineralölen (10 bis 30 % im gleichen Zeitraum). Gleichzeitig weisen Pflanzenöle eine wesentlich geringere Ökotoxizität auf. Die Haupt-Umweltvorteile liegen also im Boden- und Gewässerschutz.

Pflanzenölkraftstoffe sollten daher vorwiegend in umweltsensiblen Gebieten, wie in der Land- und Forstwirtschaft, der Binnenschifffahrt und im Alpenraum eingesetzt werden. Gerade für die Landwirtschaft können sich auf Grund geänderter Steuergesetzgebung künftig auch wirtschaftliche Vorteile bei der Eigenproduktion und Eigenverwendung von Rapsöl als Kraftstoff in Landmaschinen ergeben. Die Ergebnisse des 100-Traktoren-Programms werden Aufschluss über den technischen Entwicklungsstand von pflanzenölbetriebenen Traktoren geben. Sobald die Serienreife von

Pflanzenölmotoren für Traktoren erreicht ist, kann naturbelassenes Pflanzenöl einen sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich sinnvollen Treibstoff aus der Landwirtschaft für die Landwirtschaft darstellen. Werden künftig auch die Möglichkeiten der Nutzung biogener Schmier- und Verfahrensstoffe in der Landwirtschaft verstärkt weiterentwickelt und berücksichtigt, so ist der Weg zum „Bio-Traktor“ vorgezeichnet.

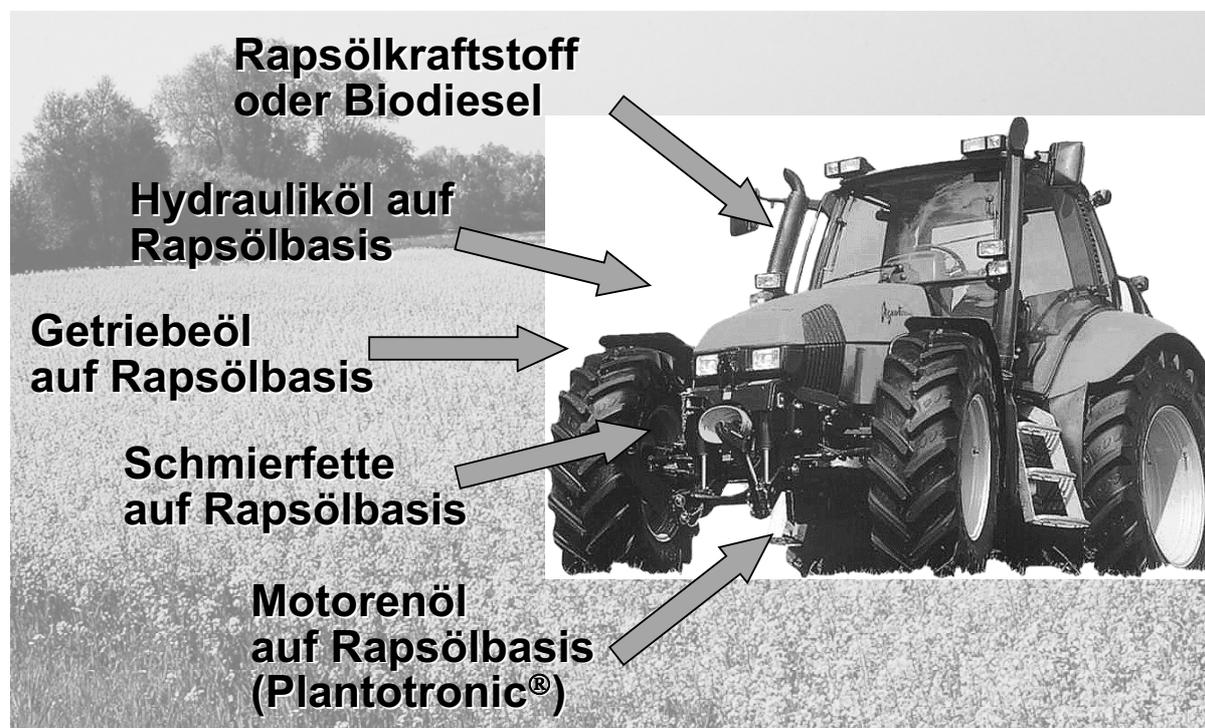


Abb. 7: Auf dem Weg zum „Bio-Traktor“ – biologisch schnell abbaubare Betriebsstoffe

8. Literatur

- [1] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen - Bekanntmachung der Auskunft- und Dokumentationsstelle nach Nummer 3 der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe vom 17.05.99. Bundesanzeiger vom 29.05.99 Nummer 98a, Jahrgang 51. Bundesministerium für Justiz (Hrsg.)
- [2] BRENNDÖRFER, M.: Ergebnisse der bundesweiten Umfrage zum Stand dezentraler Ölsaatenverarbeitung. In: KTBL-Arbeitsgruppe Dezentrale Ölsaatenverarbeitung (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Arbeitspapier Nr. 267. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt 1999, S. 91-99.

- [3] ELSBETT, K.; L. ELSBETT; G. ELSBETT UND M. BEHRENS: The Duothermic Combustion for D.I. Diesel Engines. SAE Technical Paper Series, Nr. 860310. 1986, S. 13-17.
- [4] HASSEL, E; BERNDT, S.; GOLISCH, J. UND V. WICHMANN: Naturbelassene Pflanzenöle als Kraftstoff. Vortragsmanuskript. Rostock 2002, 9 Seiten.
- [5] JURISCH C. UND R. MEYER-PITTRUFF: Pflanzenölgeeignete Dieselmotoren deutscher Hersteller. In: VDI-Gesellschaft Energietechnik (Hrsg.): Pflanzenöle als Kraftstoffe für Fahrzeugmotoren und Blockheizkraftwerke - Nutzen, Kosten, Perspektiven. Tagungsband VDI (GET)-Tagung, Würzburg 04.-05.07.1994. VDI Verlag, Düsseldorf 1994, S. 89-105.
- [6] KERN, C. UND B.A. WIDMANN: Bewertung der Emissionen von Dieselmotoren bei Betrieb mit Kraftstoffen auf Pflanzenölbasis und mineralischem Dieselkraftstoff – Datenauswertung der bisherigen Labor- und Flottenversuche. Abschlussbericht zum gleichnamigen Untersuchungsvorhaben (Finanzierung: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München). Eigenverlag Freising-Weihestephan 1998, 141 Seiten.
- [7] Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen. Brüssel, 2001.
- [8] KTBL-Arbeitsgruppe Dezentrale Ölsaatenverarbeitung (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Arbeitspapier Nr. 267. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt 1999, 129 Seiten.
- [9] PRESCHER, K; BERNDT, S., GOLISCH, J. UND V. WICHMANN: Praxiseinsatz serienmäßiger neuer rapsöltauglicher Traktoren. In: Rapsölkraftstoff in Traktoren und Blockheizkraftwerken – Internationales Expertenforum 25.-26.02.2002, Straubing. Hrsg.: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Straubing 2002 (in Druck).
- [10] REMMELE, E.: Ölreinigung bei der Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen. In: KTBL-Arbeitsgruppe Dezentrale Ölsaatenverarbeitung (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Arbeitspapier Nr. 267. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt 1999, S. 23-32.
- [11] REMMELE, E.; THUNEKE K.; WIDMANN, B.; WILHARM, T UND H. SCHÖN: Begleitforschung zur Standardisierung von Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Dieselmotoren in Fahrzeugen und BHKW. „Gelbes Heft 69“. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München 2000, 217 Seiten.
- [12] REMMELE, E.; WIDMANN, B.; BREUN, J.; ROCKTÄSCHEL, A.: Reinigung kaltgepresster Pflanzenöle aus dezentralen Anlagen. „Gelbes Heft 75“. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. München 2002 (in Druck).

- [13] REMMELE, E.; WIDMANN, B. UND T. WILHARM: Measurement of the Cetane Number of Rapeseed Oil Fuel Using the Fuel Ignition Analyser. -In: 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 17-21 June 2002, Amsterdam - Proceedings. Hrsg.: W. Palz., 2002 (in press).
- [14] REMMELE, E. UND B. WIDMANN: Clarifying of Cold Pressed Rapeseed Oil to Use as a Fuel for Adapted Diesel Engines. -In: 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 17-21 June 2002, Amsterdam - Proceedings. Hrsg.: W. Palz., 2002 (in press).
- [15] SCHÖN, H. ET AL.: Nachwachsende Rohstoffe für den Agrarstandort Deutschland und Bayern - Bedeutung, Potentiale und Forschungsbedarf. Landtechnik Weihenstephan, Eigenverlag, Freising 1999, 44 Seiten.
- [16] Shell Lexikon Verbrennungsmotor. Verlegerbeilage der ATZ und der MTZ. Folge 26: ATZ und MTZ, Heft 7/8. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft. Wiesbaden 1997.
- [17] THUNEKE, K.: Stationäre Pflanzenöl-BHKW - Technik und Emissionsverhalten - Ergebnisse eines Untersuchungsvorhabens. In: Energetische Nutzung von Pflanzenölen - Fachtagung am 20.10.1998 in Wackersdorf. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), Selbstverlag, München 1998. S. 33-56.
- [18] THUNEKE, K., KERN, C. UND B.A. WIDMANN: Emissionsverhalten von pflanzenölbetriebenen BHKW-Motoren in Abhängigkeit von den Inhaltsstoffen und Eigenschaften der Pflanzenölkraftstoffe sowie Abgasreinigungssysteme – Literatur- und Technologieübersicht, Datenbank. Abschlussbericht für das gleichnamige Untersuchungsvorhaben. Selbstverlag Freising-Weihenstephan 1998, 109 Seiten.
- [19] THUNEKE, K.; REMMELE, E.; WIDMANN, B.: Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke – Leitfaden. Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern 170. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. München, 2002, 66 Seiten.
- [20] TSCHÖKE, H.: Rapsöl als Kraftstoff für Verbrennungsmotoren - Chance oder Irrweg? In: Wilfried J. Bartz (Hrsg.): Fuels - 1st International Colloquium 16-17 January 1997. Ostfildern 1997, S. 405-419.
- [21] Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.: Anbau von nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegungsflächen. In Rundschreiben Nr.1/07/02. Bonn 2002, S.1-2.
- [22] Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande - Verordnung über brennbare Flüssigkeiten – VbF. Fassung vom 13. Dezember 1996 (BGBl. I S 1938, ber. 1997 S. 447).

- [23] WIDMANN, B.A.; R. APFELBECK; B.H. GESSNER UND P. PONTIUS: Verwendung von Rapsöl zu Motorentreibstoff und als Heizölersatz in technischer und umweltbezogener Hinsicht. „Gelbes Heft“ Nr. 40. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München 1992, 650 Seiten.
- [24] WIDMANN, B.A.: Gewinnung und Reinigung von Pflanzenölen in dezentralen Anlagen - Einflussfaktoren auf die Produktqualität und den Produktionsprozess. Forschungsbericht. „Gelbes Heft“ Nr. 51. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1994, 310 Seiten.
- [25] WIDMANN, B.A.: Hintergründe und Zielsetzung der dezentralen Ölsaatenverarbeitung. In: KTBL-Arbeitsgruppe Dezentrale Ölsaatenverarbeitung (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Arbeitspapier Nr. 267. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt 1999, S. 7-15.
- [26] WIDMANN, B.A. UND K. THUNEKE: Energetische Nutzung von Pflanzenölen in BHKW: Die Praxis im Spiegel der derzeitigen Nutzung. - In: Energetische Nutzung von Biomasse durch Kraft-Wärme-Kopplung: Stand der Technik und Perspektiven für den ländlichen Raum. Gülzower Fachgespräche 16.-17.05.2000. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow 2000, S. 73-89.
- [27] WIDMANN, B.A.; T. STELZER; E. REMMELE UND M. KALTSCHMITT: Produktion und Nutzung von Pflanzenölkraftstoffen. - In: Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken, Verfahren. Kaltschmitt, M. und H. Hartmann (Hrsg.), Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2001, S. 537-583.

Automatische Betriebsdatenerfassung im Ackerbau und seine Nutzenanwendung

Hermann Auernhammer

1. Einführung

Die Technik stellt immer höhere Leistungen zur Verfügung. Neue Technologien verändern traditionelle Produktionsmethoden. Die Bevölkerung steht diesen Entwicklungen vielfach skeptisch gegenüber. Sie hat sich von der eigentlichen Produktion weitgehend entfernt:

- Milch kommt aus dem Supermarkt, wenn damit eine Kuh in Verbindung gebracht wird, dann ist es die farbige (violette) Kuh aus der Werbung.
- Der jedem Bürger vertraute Umgang mit Blumen und Haustieren verführt zur eigenen Selbstüberschätzung als Fachmann für landwirtschaftliche Produktion, obwohl gerade im Hobbygartenbereich die Umweltbelastungen unvergleichbar höher sind als in der Landwirtschaft selbst.
- Die intakte Umwelt wird von jedem Bürger gefordert, die Landwirtschaft wird als erstes Gefahrenpotenzial gesehen.
- Krisen wie BSE und die Maul- und Klauenseuche bestärken den Verbraucher in seinem Misstrauen gegenüber der Landwirtschaft - Landwirtschaft wird gleichgesetzt mit gesundheitsgefährdenden Nahrungsmitteln und mit Umweltbelastung.

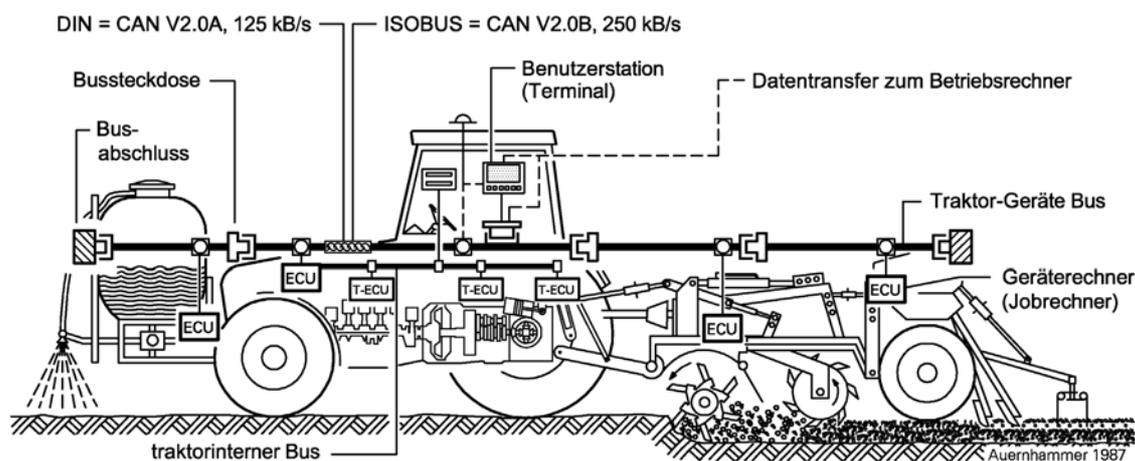
Vor diesem Hintergrund wird der Landwirt zum Verlierer innerhalb der Bevölkerung. Dies bestätigt eine Umfrage in der EU, wonach 90% der Befragten glauben, dass die Landwirtschaft für viele Umweltbelastungen verantwortlich ist. Andererseits sind aber zugleich mehr als 75% der Befragten der Meinung, dass die Landwirtschaft für Ihre Umweltleistungen auch künftig entlohnt werden müsste.

Aber auch die Landwirtschaft tut sich schwer mit den neuen Entwicklungen. Sie übernimmt nur zögerlich veränderte und zugleich umweltfreundlichere Produktionsverfahren wie die konservierende Bodenbearbeitung. Sie hat Probleme mit der sich verändernden Technik durch den Einsatz der Elektronik in nahezu allen Maschinen und Geräten. Neue Möglichkeiten werden verkannt oder gar ängstlich betrachtet, wie die quasi kostenfreie Datenerfassung und Dokumentation, mit welcher sich die wirklich erbrachten Umweltleistungen zuverlässig und zweifelsfrei erfassen ließen.

2. Intelligente Technik

Wenden wir uns deshalb der neuen Technik zu: Nach der technischen Mechanik hält nunmehr die Informationstechnologie Einzug in die Landwirtschaft und vor allem in der Landtechnik. „Mechatronik“ aus Mechanik und Elektronik führt mit Hilfe der Hydraulik (und Elektrik) zu intelligenten Bauteilen. Diese werden über die elektronische Kommunikation vernetzt. Die Vernetzung kann

- sich auf eine Maschine oder auf ein Gerät intern beschränken und damit deren Leistung signifikant erhöhen und/oder deren Bedienung sehr stark vereinfachen
- über die Maschinen- und Gerätegrenzen hinweg erfolgen, wenn dafür standardisierte Kommunikationssysteme wie LBS/ISOBUS (Abb. 1) bereitgestellt werden.



T-ECU Traktorinterner Jobrechner

Abb. 1: Schematischer Aufbau von LBS/ISOBUS

Information ist damit immer und überall verfügbar, wenn zugleich die Anbindung der mobilen Landtechnik an die Betriebsführung sicher gestellt wird. Daten fließen in schier unvorstellbarer Menge und Genauigkeit vom Sensor bis in die Schlagkartei. Entscheidungen des Landwirts am PC werden über die Aktorik in der mobilen Landtechnik sicher und zuverlässig umgesetzt und ebenfalls automatisch zurück gemeldet.

Werden in die technischen Systeme Positionsdienste wie GPS, GLONASS oder künftig Galileo integriert, dann ist der Weg zur Informationsgewinnung und Informationsumsetzung nach Ort und Zeit eröffnet.

3. Precision Farming

Intelligente Technik in Verbindung mit „Ort und Zeit“ ist aber weit mehr als nur die Berücksichtigung von Teilflächen in einer entsprechenden Schlagstruktur. Intelligente Landtechnik ist der Garant für „Präzision“ und damit für „Information“. Intelligente Landtechnik führt deshalb zur Präzisionslandwirtschaft. Darin nimmt neben der „Präzisen Tierhaltung“ der Präzise Ackerbau oder neuhochdeutsch „das Precision Farming“ eine zentrale Stellung ein (Abb. 2).

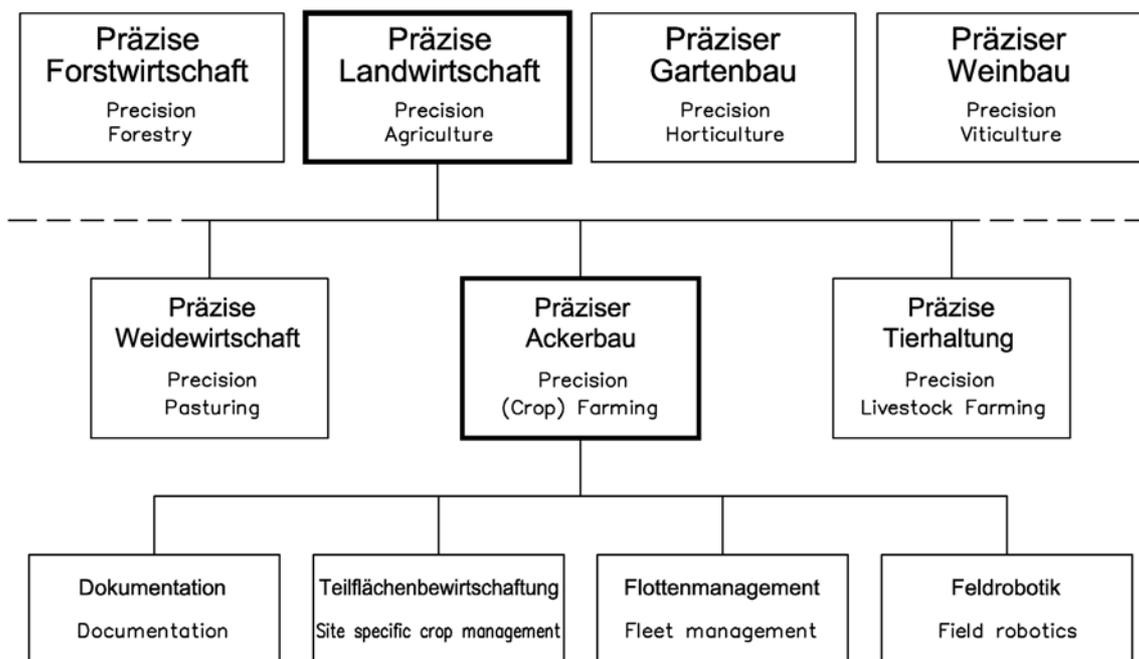


Abb. 2: Precision Agriculture

Aber auch Precision (Crop) Farming lässt sich weiter differenzieren. Es beginnt bei der Informationsgewinnung (Betriebsmanagement), führt über die teilflächenspezifische Bewirtschaftung (Bestandsmanagement) zum Maschinenmanagement (Flottenmanagement) und schließlich zum Arbeitsmanagement in der Feldrobotik. Precision Farming ist somit ein verändertes landwirtschaftliches Management auf allen Ebenen und in allen Teilbereichen. Dieses soll nachfolgend kurz und vereinfachend dargestellt werden:

3.1 Automatische Betriebsdatenerfassung

Intelligente Technik kann über die Sensorik Informationen selbständig erfassen. In Verbindung mit Ort und Zeit führt dies zur nachvollziehbaren Dokumentation von Arbeitsabläufen. Sind alle in einem Prozess beteiligten Maschinen und Geräte elektronisch identifizierbar, dann können diese Abläufe automatisiert werden. Der Weg zur „Gläsernen Produktion“ ist offen (Abb. 3).

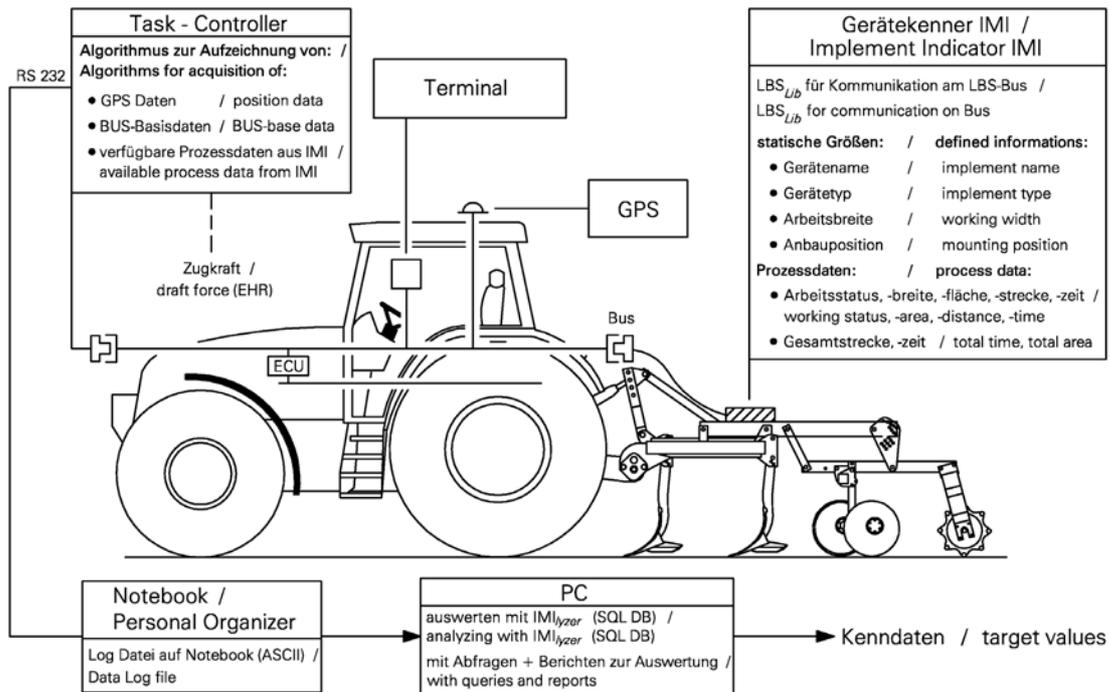


Abb. 3: Automatisierte Prozessdatenerfassung mit LBS, GPS und Gerätekenner IMI

Vielfältige Möglichkeiten eröffnen sich für den Landwirt mit alleiniger Datenauswertung zur Erstellung spezifischer Parameter bis hin zur grafischen Analyse und wichtigen und aussagefähigen Details (Abb. 4).

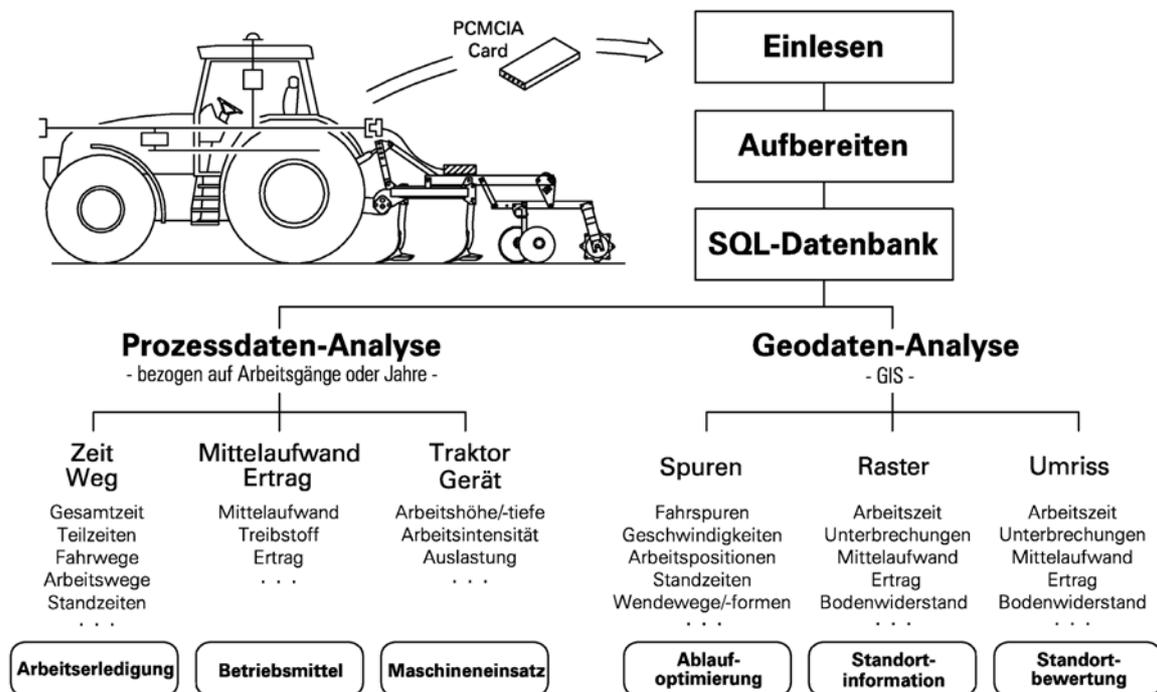


Abb. 4: Automatische-Felddaten-Dokumentation

3.2 Schlagmanagement

Die Teilflächenbewirtschaftung setzt sinngemäß den „unterteilbaren Schlag“ voraus und ist damit an die Großflächenbewirtschaftung gebunden. Von dort hat sie auch ihren Ausgang genommen und ist mittlerweile in weiten Gebieten der USA und Europas zum heute üblichen Bewirtschaftungssystem geworden.

3.2.1 Teilflächenbewirtschaftung

In der Großflächenbewirtschaftung berücksichtigt die Teilschlagtechnik die Heterogenitäten innerhalb eines Schlages nach drei unterschiedlichen systematischen Ansätzen (Abb. 5).

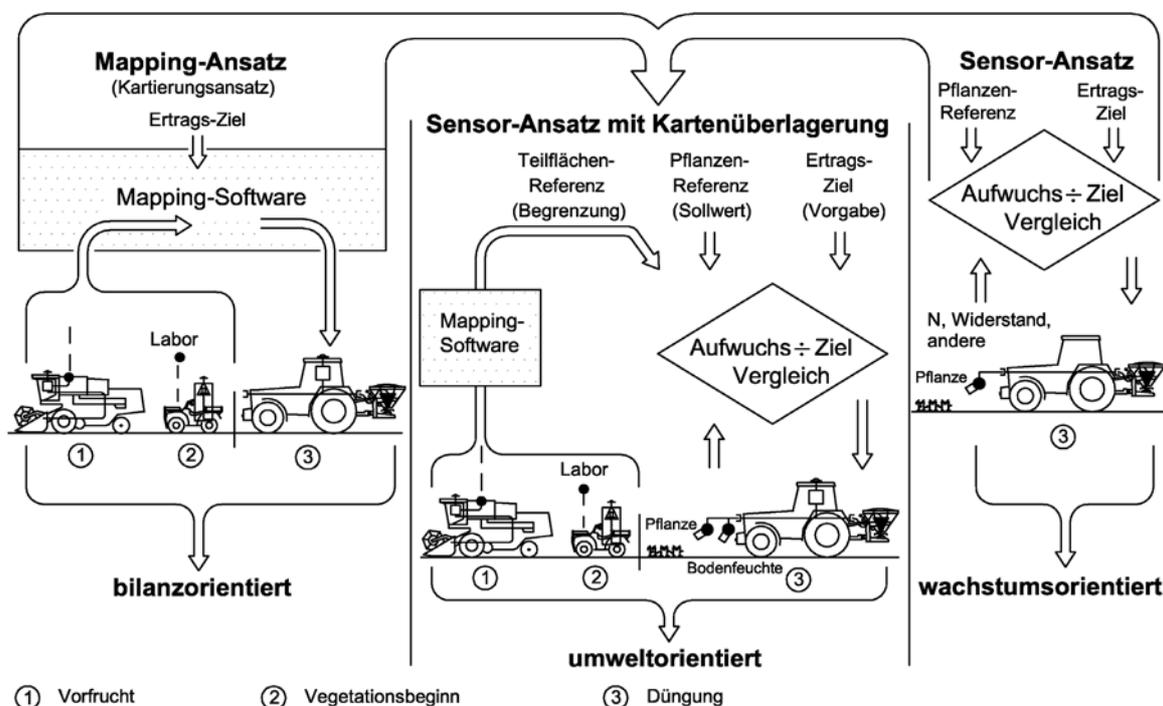


Abb. 5: Strategien für die Teilflächenbewirtschaftung

- Im **Kartierungsansatz** werden die erforderlichen Maßnahmen für die Grunddüngung und die erforderliche Saatstärke aus mehrjährigen lokalen Ertragsermittlungen und/oder aus einer systematischen Bodenbeprobung abgeleitet.
- **Sensorsysteme** erfassen hingegen das vor Ort vorliegende Pflanzenwachstum (Biomasse) oder die gegebene Verunkrautung. Anhand vordefinierter Handlungsanweisungen werden daraus die erforderlichen Applikationsmengen abgeleitet und direkt online appliziert.

- Schließlich können **beide Systemansätze kombiniert** werden. Damit lassen sich insbesondere bei der Stickstoffdüngung sonst unvermeidbare Überdosierungen vermeiden, wenn jahresbedingt von der langjährigen Ertragsstruktur abweichende Sensorsignale gewonnen werden.

Alle diese Ansätze erfordern den größeren Schlag mit einer virtuellen Unterteilungsmöglichkeit in Managementzonen gleichen Ertrages, gleicher Bodenart, gleicher Verunkrautung oder gleicher Beregnungsintensität.

3.2.2 Gewannebewirtschaftung

Kleinstrukturen können an dieser Technologie nur teilhaben, wenn innerhalb der Schläge eine sehr starke Heterogenität vorliegt und wenn gleichzeitig dafür eine - im Verhältnis - sehr teure, kleinstrukturfreundliche Technik bereitgestellt würde.

Allerdings kann mit der verfügbaren Teilschlagtechnik auch der systematische Ansatz der Teilschlagbewirtschaftung umgekehrt werden, indem die vorliegende kleinflächige Besitz- oder Bewirtschaftungsstruktur als eigenständige Managementzonen in einer größeren Bewirtschaftungseinheit betrachtet und behandelt werden. Über die Bildung von Gewannen kann dann eine „Virtuelle Flurbereinigung“ eingeleitet und darin das Teilflächenmanagement nach unterschiedlicher Zielvorstellung realisiert werden (Abb. 6).

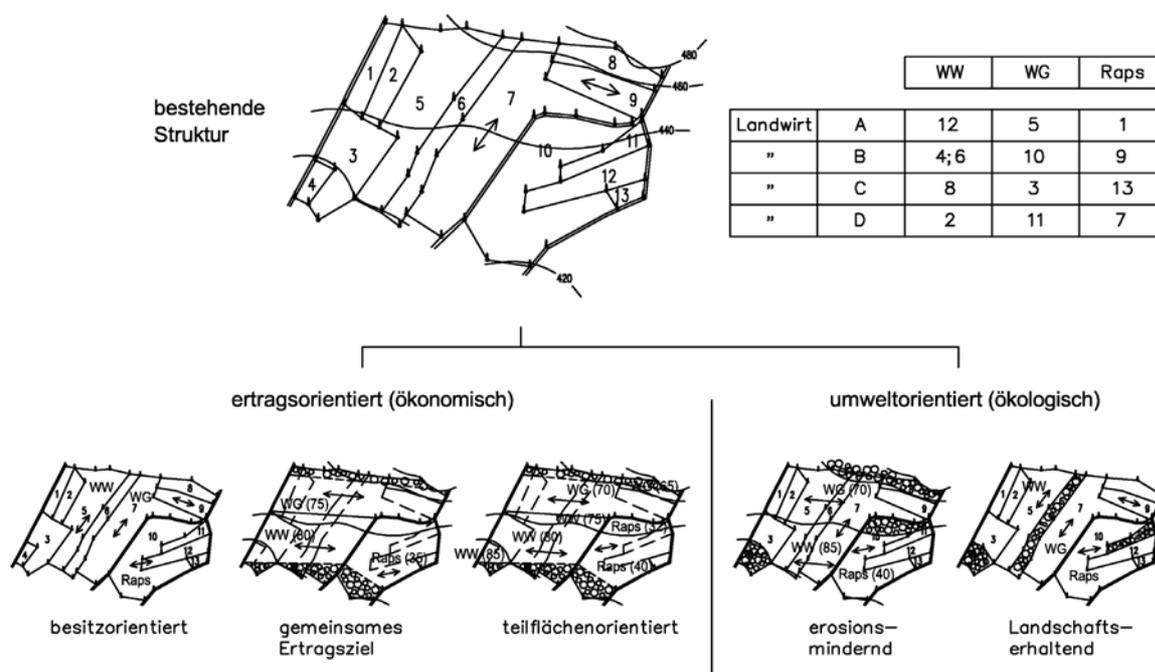


Abb. 6: Gewannebewirtschaftung in einer „Virtuellen Flurbereinigung“

3.3 Flottenmanagement

Die umfassende maschineninterne Information in Verbindung mit Ort und Zeit kann neben den mehr betriebswirtschaftlichen Belangen auch für das zentrale Management des Maschineneinsatzes herangezogen werden. Dazu ist der Informations-transfer von der mobilen Technik zu einer Leitzentrale und zurück erforderlich. Für die Leitzentrale müssen zudem die Einsatzorte mit Einsatzflächen in geografischer Form verfügbar gemacht werden. Maschinengemeinschaften (z.B. Rodegemeinschaften für Zuckerrüben nach Abb. 7), Maschinenringe und Lohnunternehmer können mit diesen Flottenmanagementsystemen

- den Maschinenbedarf logistisch planen,
- die jeweils erforderlichen Maschinen termingerecht am richtigen Einsatzort bereitstellen,
- die Leistung fortlaufend überwachen,
- auf einen sich abzeichnenden oder erkennbaren Kapazitätsmangel reagieren,
- über Teleserviceeinrichtungen Maschineneinstellungen optimieren und
- erforderliche Service- und Reparaturmaßnahmen zentral initiieren.

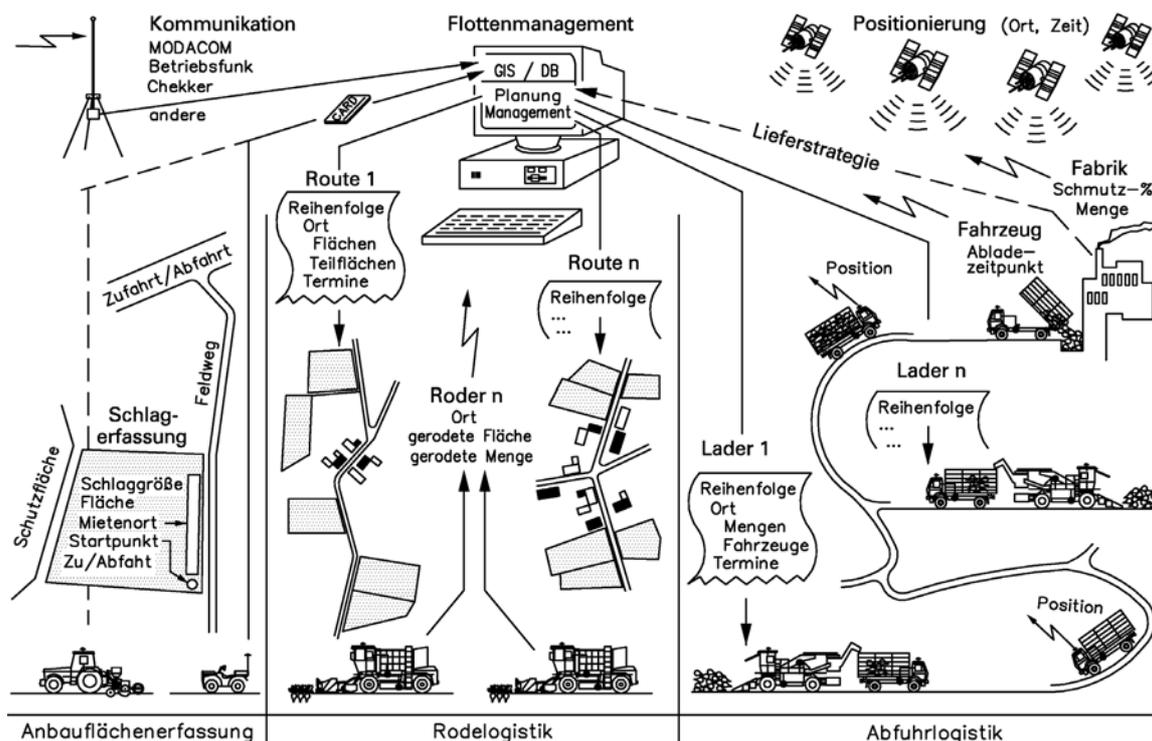


Abb. 7: Flottenmanagementsystem am Beispiel der Zuckerrübenproduktion in einer Rodegemeinschaft

3.4 Automatisierung und Feldrobotik

Schließlich ermöglicht die maschinenintern verfügbare umfassende Information die automatische Führung von Fahrzeugen. Wird GPS mit Ort und Zeit in eine geografische Ablaufplanung einbezogen, dann kann künftig auch die automatische Führung von Fahrzeugen ohne jegliches Bedienpersonal realisiert werden (Abb. 8).

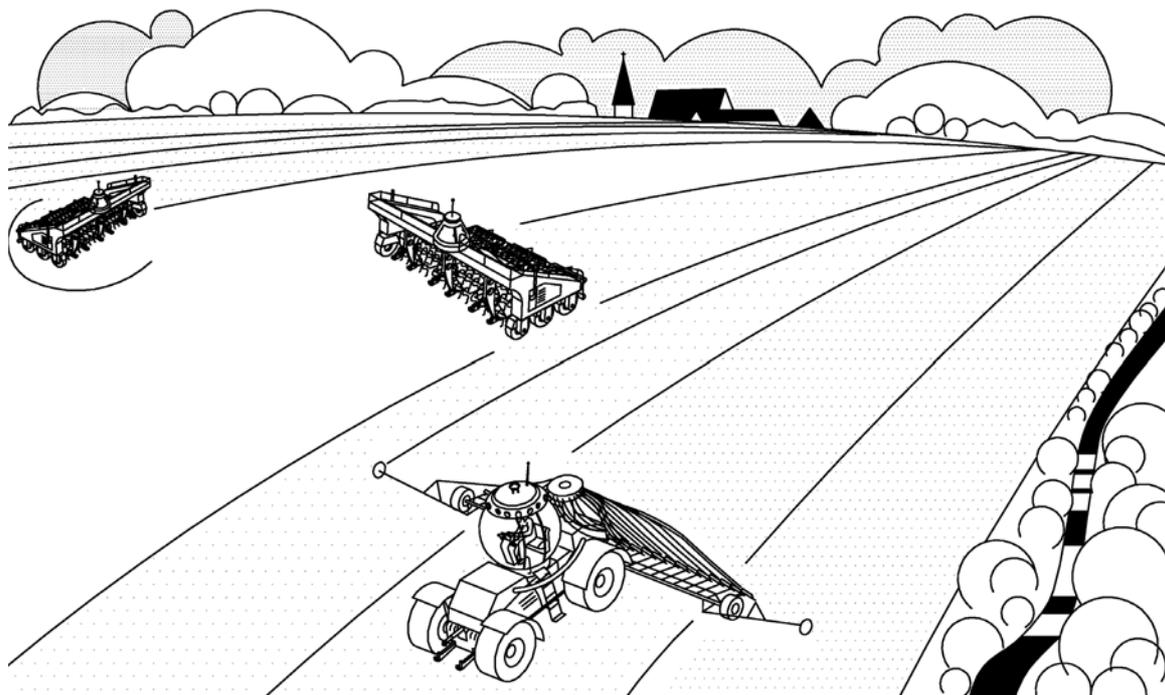


Abb. 8: Autonome Fahrzeugführung in einem „Drohnsystem“

Über die Zwischenstufen:

- Automatische Fahrzeugführung bzw. Gerätesteuerung mit Überwachungsperson On-board,
- Kombination von bemannten Führungsfahrzeugen mit unbemannten Folgefahrzeugen (Drohnen) und
- unbemannten selbstfahrenden Maschinen herkömmlicher Bauart
- können schließlich völlig neu konzipierte autonom arbeitende Maschinen entwickelt und eingesetzt werden, um damit eine überwiegend vorhandene Kleinstruktur zu erhalten (Trend in Japan) oder um den immensen Saisonarbeitskräftebedarf der großen und der spezialisierten Betriebe zu decken (Trend in USA, Großbritannien, Ostdeutschland).

Insofern besteht der berechtigte Bedarf für eine aktive und leistungsfähige Forschung und Entwicklung im Bereich der Feldautomatisierung und Feldrobotik mit vielen bisher noch nicht angedachten Einsatzmöglichkeiten und Anforderungen.

3.5 Intelligente Landtechnik und Gesellschaft

Umfassend betrachtet erfasst demnach intelligente Landtechnik im Ackerbau jeden Betrieb, vergleichbar dem Traktor der fünfziger und dem selbstfahrenden Mähdrescher der sechziger Jahre. Im Gegensatz zu jenen kann aber diese intelligente Technik auch noch eine gesellschaftliche Leistung erbringen, indem mit den damit gewonnenen und verarbeiteten Informationen die Rückverfolgbarkeit der Produktion von Nahrungsmitteln eingeleitet, sichergestellt und aktiv für die Bevölkerung umgesetzt wird.

4. Rückverfolgbarkeit der Produktion (Traceability)

Die „Rückverfolgbarkeit“, engl. Traceability, leitet für den landwirtschaftlichen Betrieb ein neues Zeitalter ein. Nicht mehr „die Erzeugung von Nahrungsmitteln“ steht im Mittelpunkt des Interesses der Bevölkerung, sondern das erzeugte Produkt in der Hand des Konsumenten. Als „Unbeteiligter“ an allen Vorstufen der Produktion verlangt der Konsument „dokumentierte Qualität und Sicherheit“ zugleich. Beides kann nur über den Informationstransfer innerhalb der Erzeugungskette sichergestellt werden. Dazu sind drei Informationsschnittstellen erforderlich, deren Anforderungen schon heute erfüllt werden können (Abb. 9).

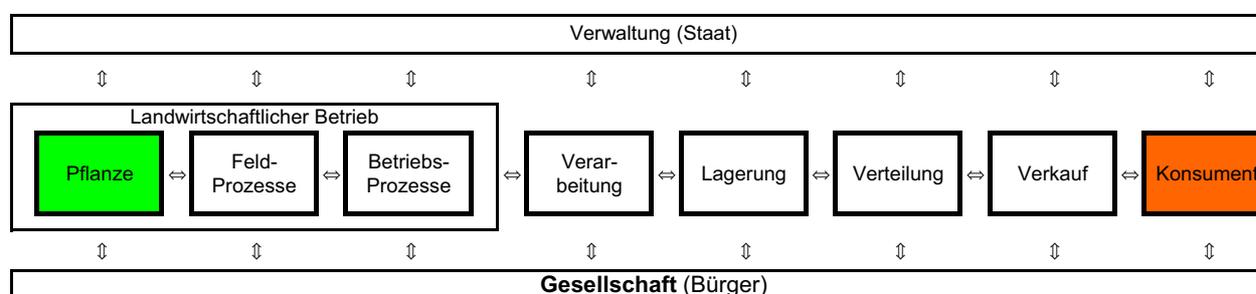


Abb. 9: Informationsfluss in der Produktkette

4.1 Landwirt – Weiterverarbeitende Hand

Innerhalb der Produktkette vom „Feld zur Gabel (from field to fork)“ kommt der verarbeitenden Hand eine unterschiedliche Bedeutung zu (Abb. 10):

Günstigste Bedingungen finden sich im „**selbstvermarktenden landwirtschaftlichen Betrieb**“. Dort kennt der Produzent den Konsumenten und der Konsument das Produkt sowie die Produktionsart und -weise. Qualität und Sicherheit sind für den

Konsumenten gewährleistet. Der Landwirt als Produzent ist andererseits über Wünsche und Bedürfnisse des Konsumenten direkt und unmittelbar informiert.

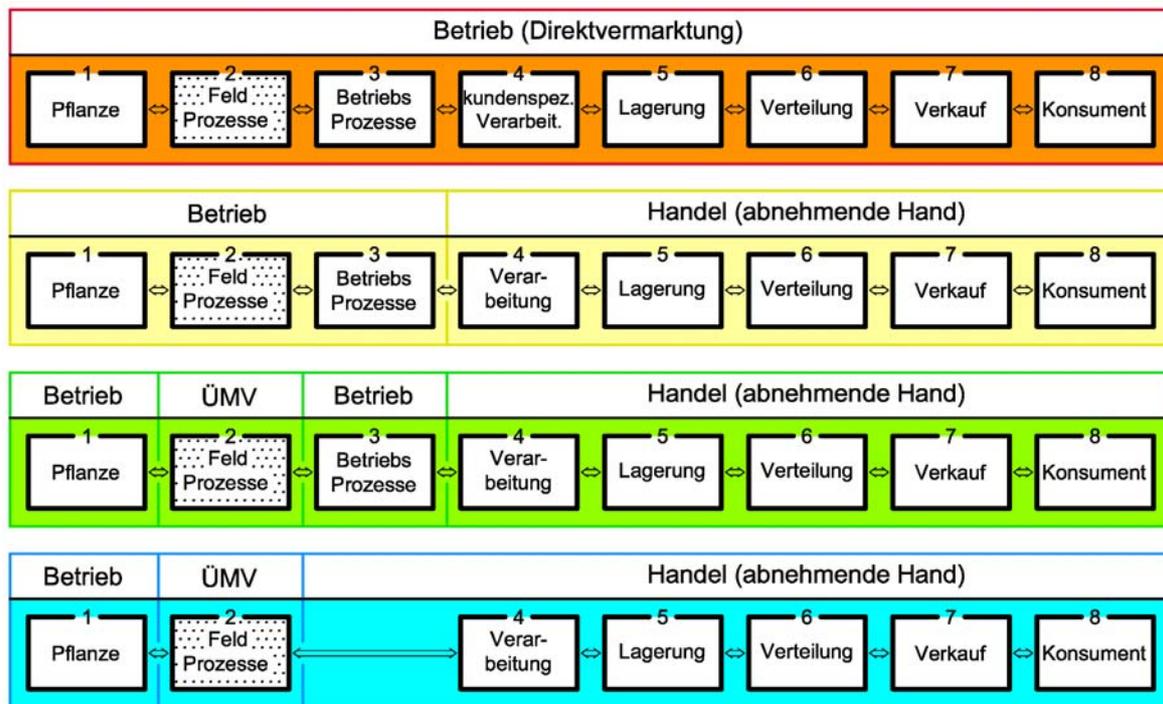


Abb. 10: Stellung des Landwirts in unterschiedlichen Ausprägungen der Produktkette

Schwieriger werden die Verhältnisse in der **Produktkette „Landwirt – Verarbeitung – Konsument“**. Nunmehr ist innerhalb der Produktkette der Landwirt das letzte Glied. Er hat damit keinerlei Einflussmöglichkeiten auf das Produkt in der Hand des Konsumenten. Andererseits wird er immer dann zur Verantwortung gezogen werden, wenn beim Konsumenten Produktprobleme auftreten und erkennbar werden.

Günstiger würde hingegen – und dies sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt – die Situation des Landwirts in der **Produktkette „Lohnunternehmer – Verarbeitung – Konsument“**. Darin übernimmt der überbetriebliche Maschineneinsatz die letzte Position in der Kette und wird in seiner Stellung der vorgenannten Produktkette vergleichbar.

4.2 Landwirt – Administration

Aufgrund der Fürsorgepflicht des Staates nimmt in unserem Gesellschaftssystem der Gesetzgeber die Interessen der Bevölkerung wahr. Dazu muss der Staat (die Gesellschaft) vom Erzeuger und vom verarbeitenden Gewerbe Informationen über die Produktion und über die Produktionssicherheit verlangen. Auch wenn dies bisher unterblieben oder nur in sehr geringem Umfang vollzogen wurde, so werden die

zurückliegenden Probleme in der Erzeugung (BSE, Maul- und Klauenseuche, Nitrofen) zu einem Umdenken führen.

Brüssel zielt dabei auf die genannten 75% in der Bevölkerung, welche der Landwirtschaft Umweltleistungen zugestehen und verlangt dafür im Gegenzug Mindestinformationen über die Produktion. Ein „**Farm-Audit**“ soll dies sicherstellen und die Landwirte als Gegenleistung für die „Entlohnung“ zur Datenerfassung zwingen. Dabei wird Daten- und Informationssicherheit sehr groß geschrieben werden und „quasi die automatisierte Datenerfassung“ als unabdingbar voraussetzen (vergleichbar dem Fahrtenschreiber im LKW). Einmalinvestitionen werden vermutlich den Einstieg in die erforderliche Technik erleichtern und beschleunigen.

4.3 Landwirt – Konsument (Gesellschaft)

Bleibt schließlich noch die Interaktion zwischen Landwirt und Konsument als Gesellschaft ohne direkte Beeinflussung durch den Staat und den Gesetzgeber. Dabei geht es um „**Vertrauen und um Glaubwürdigkeit**“. Und auch dabei stehen Informationen im Mittelpunkt einer Selbstverantwortung des Produzenten wie z.B. im „**Öko-Audit**“. Produzenten setzen sich dabei selbst Ziele für eine umweltfreundlichere Produktion, welche in Dreijahreszyklen nachgewiesen werden müssen. Auch dies ist nur durch Dokumentation möglich und umsetzbar.

5. Information im Ackerbaubetrieb

Insofern mögen nun viele Landwirte vor dem, was scheinbar auf sie zukommt und unausweichlich erscheint, erschrecken. Andere werden diese Befürchtungen nicht hegen, weil sie sich ohnehin schon mit diesen Fragestellungen beschäftigen und erste Schritte angedacht bzw. umgesetzt haben.

Betrachten wir dazu die bisherige Entwicklung der Landtechnik: Viele Entwicklungen wurden als utopisch eingestuft. Vieles erschien als unvorstellbar großer Schritt. Und immer ging die Umsetzung schneller als erwartet voran, ja: sie war vielen einzelnen Landwirten sogar viel zu langsam. Insofern kann festgehalten werden:

- Automatische Datenerfassung ist heute schon machbar. Sie wird dort benötigt, wo der Betriebsleiter alleine oder mit nur wenigen Mitarbeitern die Arbeitslast trägt. Dort bedeutet jegliche Art von manueller Datenerfassung „zusätzlichen Zeitaufwand und neue Fehlermöglichkeiten“.

- Datensicherheit kann nur über die automatisierte Erfassung gewährleistet werden. Nur dann sind die erfassten Daten vollständig und vergleichbar. Zugleich kann nur dann die erforderliche Datensicherheit gewährleistet werden (Abb. 11).
- Automatische Datenerfassung ist aber noch nicht preisgünstig in sichere Systeme umgesetzt. Bedingt durch die unterschiedlichen Ziele bei den einzelnen Schlepper- und Geräteherstellern fehlen die für den praktischen Einsatz frei kombinierbaren Systemteile. Kompatibilität ist zu einem Schreckensszenario für den mutigen Einsteiger geworden. Hier kann nur der Kunde eine Änderung herbeiführen, indem er konsequent seine Kaufentscheidungen an der Kompatibilität ausrichtet und Farbe und Produktname in den Hintergrund rückt.

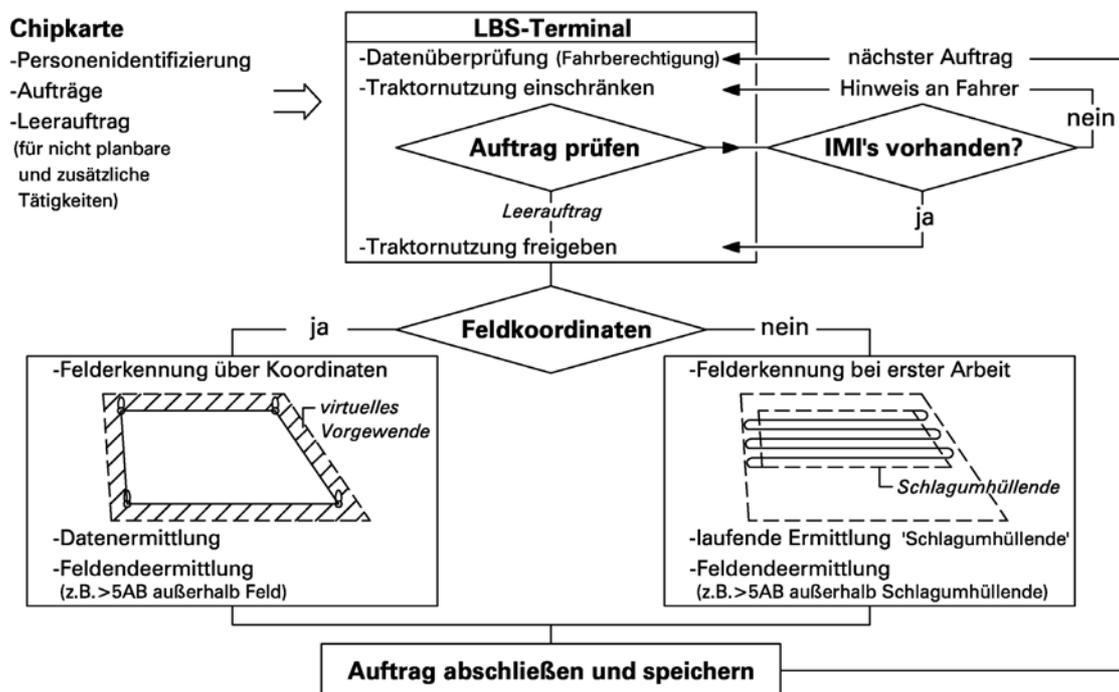


Abb. 11: Sicherheitskomponenten in einem automatischen Prozessdatenerfassungssystem

Sprechen wir vom Ackerbau von morgen, dann sind Daten gleichbedeutend mit Sicherheit für den Landwirt, für die verarbeitende Hand und für den Konsumenten. Und weil der Landwirt als das erste Glied in der Produktionskette aus der Sicht des Konsumenten das letzte Glied darstellt, sind Daten für den Landwirt eine „Art Überlebenssicherheit“. Daten sind demnach gleichzusetzen mit Produkten: Daten sind wertvolle Produkte für heute und morgen.

6. Folgerungen

Fassen wir das Gesagte aus diesen ausgewählten Kriterien der Landwirtschaft in Europa zusammen, dann lassen sich folgende wesentliche Folgerungen ableiten:

- Die Landtechnik wird zunehmend intelligenter. GPS wird zur Grundausstattung ebenso wie eine standardisierte elektronische Kommunikation auf der Basis LBS/ISOBUS und vielfältigen Sensoren in den eingesetzten Traktoren, selbstfahrenden, angebauten und gezogenen Maschinen und Geräten.
- Precision Farming nutzt intelligente Landtechnik. Sie wird zur Landbewirtschaftungsform der Zukunft. Dabei hat die automatisierte Datenerfassung höchste Priorität. Ihr folgen die Teilschlagbewirtschaftung und das Flottenmanagement. Erst danach werden autonome Fahrzeuge Eingang in die Landwirtschaft finden.
- Die heute verfügbare Sensorik kann Prozessparameter sicher erfassen. Damit lässt sich das Betriebsmanagement auf ein neues Qualitätsniveau anheben.
- Zugleich ermöglichen die automatisch erfassten Daten eine aktive Hinwendung zu den Wünschen und Forderungen der Konsumenten und der Gesellschaft durch eine garantierte Rückverfolgbarkeit der Produktion.
- Allerdings geht die Rückverfolgbarkeit, das Traceability, über die bisherigen Sicherheitskonzepte weit hinaus. Manuelle Eingriffe würden vielerlei Manipulationen ermöglichen. Deshalb sind fälschungssichere Automatismen unerlässlich.

7. Literatur

AUERNHAMMER, H.: Prozesssteuerung und Prozessautomatisierung in der Pflanzenproduktion.

In: Agrarinformatik (Hrsg. Doluschitz, R., Spilke, J.) Stuttgart: Ulmer Verlag 2002, S. 209-241 (ISBN 3-8252-2230-6)

AUERNHAMMER, H.: Potenziale der automatischen Datenerfassung im landwirtschaftlichen Betrieb.

In: Landtechnik für Profis; Mit mehr Wissen Land bewirtschaften. Tagung Magdeburg, 6.2.2002. Düsseldorf: VDI Verlag 2002, VDI-Berichte 1659, S. 31-45

AUERNHAMMER, H.: The Role of Mechatronics in Crop Product Traceability.

CIGR-Ejournal, Vol. IV, Oct. 2002. Invited Overview Articles no. 15, 21 pages (ISSN 1682-1130)

AUERNHAMMER, H., DEMMEL, M., SPANGLER, A., EHRL, M.: Die elektronische Geräte-kennkarte IMI. Landtechnik 57 (2002), H. 1, S. 40-41

DEMMELE, R., EHRL, M., ROTHMUND, M., SPANGLER, A., AUERNHAMMER, H.: Automated Process Data Acquisition with GPS and Standardized Communication - The Basis for Agricultural Production Traceability.

ASAE: Meeting Presentation Chicago 2002, Paper No. 023013 (10 p.)

GRAF, U.: Technik für das 21. Jahrhundert. dlz agrarmagazin 52 (2001), S. 128-130

ROTHMUND, M., AUERNHAMMER, H.: Mehrjährige Ergebnisse der Gewannebewirtschaftung in Zeilitzheim. In: Tagung Landtechnik 2002. Düsseldorf: VDI-Verlag 2002, S. 169-176 (VDI-Berichte 1716; ISBN 3-18091716-4)

Techniken für Prozessdatenerfassung und Datenmanagement beim Mähdreschereinsatz

Markus Demmel und Thomas Muhr

1. Einleitung

In den 60er Jahren löste der Mähdrusch die bis dahin praktizierten absätzigen Formen der Getreideernte ab. Er ersetzte den Bansenrusch, den Einmännndrescher und den Häckseldrusch. Sehr schnell wurde danach der gezogene Mähdrescher durch den Selbstfahrer abgelöst. Durch den erhöhten Kapitalbedarf bildeten sich erste Formen des überbetrieblichen Maschineneinsatzes. Gewissermaßen setzte sich damit die alte Form des Genossenschaftsdrusches fort. Größer werdende Maschinen und extrem ansteigender Investitionsbedarf beschleunigten die überbetriebliche Nutzung.

Mit der Zunahme der Leistungsfähigkeit der überbetrieblich eingesetzten Großmähdrescher nehmen aber auch die Anforderungen an das Einsatzmanagement, die Logistik und die Organisation zu. Dies beginnt bei der Vorplanung und reicht bis zur Abrechnung. Für diese Aufgaben ist eine solide Informationsbasis aus der Vergangenheit (für die Vorplanung) und aus der aktuellen Saison (Abrechnung) notwendig.

Neben hohen Durchsatzleistungen bei maximaler Druschqualität liefern moderne Mähdrescher diese Informationen in unterschiedlichem Maße. Neben den bekannten Hektarzählern werden zunehmend auch die Einsatzzeiten, teilweise differenziert nach produktiver und unproduktiver Zeit, die Erntemengen und Erntegutfeuchten aber auch der Treibstoffverbrauch gemessen. Darüber hinaus stellt die lokale Ertragsermittlung den Ausgangspunkt und das Kontrollinstrument für die neuen Strategien des Präzisen Ackerbaues – Precision Farming – dar.

2. Einsatzdatenerfassung

Mit dem Überbegriff „Einsatzdatenerfassung“ soll im Folgenden die Erfassung der Prozessdaten durch die Mähdrescher-Bordelektronik angesprochen werden, die auf der Maschine tageweise bzw. feldweise erfolgt. Hierzu ist die Bordelektronik der meisten Großmähdrescher in der Lage.

Die *Flächenermittlung* erfolgt wie bei den seit nunmehr etwa 20 Jahren bekannten Hektarzählern über die Wegstreckenmessung, die Eingabe der effektiven Arbeitsbreite und die Sensorinformation für die Arbeitsstellung („Schneidwerk ab“). Alle bisherigen Bemühungen die reale Arbeitsbreite am Mähdrescher zu messen, sind bislang erfolglos geblieben. Eine Alternative bietet die automatische Lenkung „Laserpi-

lot“ von CLAAS. Außer bei „Reststreifen“ sorgt sie dafür, dass das Schneidwerk immer mit maximaler Schnittbreite arbeitet. Es ist zu erwarten, dass in Bälde ähnliche Lenkautomaten für die Getreideernte auch von den übrigen Mähdrescherherstellern angeboten werden.

Die *Einsatzzeit- bzw. Erntezeitermittlung* erfolgt mittels der Systemuhr der Bordelektronik und der Auswertung unterschiedlicher Sensorsignale wie „Arbeitsstellung“, „Dreschwerk ein“ bzw. „Motor ein“. Abhängig von der Aufzeichnungsphilosophie des Maschinenherstellers werden die Zeitinformationen verschieden stark differenziert.

Ist ein kontinuierlich arbeitendes Ertragsmesssystem installiert (wie in Kapitel 3 „Ertragsermittlung im Mähdrescher“) wird auch *die Erntemenge und die Erntegutfeuchte* aufgezeichnet.

Mit der zunehmenden Einführung von Dieselmotoren mit elektronisch geregelter Einspritzung steht über die Motorsteuerung die Information über den aktuellen *Kraftstoffverbrauch* ohne Einsatz zusätzlicher aufwändiger Sensorik zur Verfügung. Mit den stark gestiegenen Treibstoffpreisen wurde die Information über den Treibstoffverbrauch von immer mehr Lohnunternehmern nachgefragt, so dass CLAAS als erste Firma diese nun in seinem Bordcomputersystem CEBIS anzeigt und aufzeichnet.

Von den verschiedenen Bordcomputersystemen der Mähdrescherhersteller werden die oben aufgeführten Informationen in unterschiedlichem Umfang angezeigt und aufgezeichnet. Um eine bessere Übersicht zu erreichen, erfolgt die Darstellung in Tabellen 1 und 2.

Tab. 1: Einsatzdatenaufzeichnung unterschiedlicher Mähdrescher Bordinformationssysteme Teil I (Stand Oktober 2002)

Hersteller	CASE	CLAAS	DEUTZ FAHR	JOHN DEERE
Mähdrescher	Axialfluss	Lexion	Ectron Serie 56	9000 CTS / STS
Systemname	--	IMO	LH-agro	--
Flächen-ermittlung	X	X	X	X
Einsatzzeit	X	X	X	X
Motorzeit	X	X	X	X
Druschzeit	--	X	--	X
Strecke	--	X	--	--

In Tabelle 1 sind die Bordmonitorsysteme aufgeführt, mit denen es nur möglich ist, die Prozessdaten von einem Schlag abzuspeichern. Auch der Umfang der registrierten Prozessdaten ist bei diesen Systemen sehr reduziert. Es werden nur die Druschfläche sowie die gesamte Einsatzzeit seit dem letzten „Nullsetzen“ angezeigt. Zur weiteren Verwendung müssen diese Daten vom Fahrer ausgelesen und aufge-

schrieben werden, eine Speicherung oder das Ausdrucken vor Ort sind nicht vorgesehen.

Demgegenüber stehen die Bordinformationssysteme, die in der Lage sind die Prozessdaten für eine bestimmte Anzahl von Feldern abzuspeichern und eventuell auch auszudrucken (Tab. 2).

Tab. 2: Einsatzdatenaufzeichnung unterschiedlicher Mähdrescher Bordinformationssysteme Teil II (Stand Oktober 2002)

Hersteller	CLAAS	DEUTZ FAHR	FENDT	JOHN DEERE	MASSEY FERGUSON	NEW HOLLAND
Mähdrescher	Lexion	Serie 56	5000/6000 8000	9000 CTS/STS	7200 Cerea	CX CR
Bezeichnung	Cebis	Teris/TCS	Fieldstar	Greenstar	Fieldstar	InfoView
Funktionen	Anzeige, Einstellung Bedienung Kalibrierung Überwachung Speicherung	Anzeige Einstellung Bedienung Kalibrierung Überwachung Speicherung	Anzeige Einstellung Bedienung Kalibrierung Überwachung Speicherung	Anzeige Kali- brierung Spei- cherung	Anzeige Einstellung Bedienung Kalibrierung Überwachung Speicherung	Anzeige Einstellung Bedienung Kalibrierung Überwachung Speicherung
Terminal	Serie integriert	Option	Serie integriert	Option	Serie integriert	Serie integriert
Flächen- ermittlung	X	X	X	X	X	X
Einsatzzeit	gesamt Dreschwerk	gesamt Dreschwerk	gesamt Dreschwerk	gesamt Dresch- werk	gesamt Dreschwerk	gesamt Dreschwerk
Feldname	X	X	--	X	--	X
Kunden- name	X	X	--	--	--	X
Fruchtart	X	X	X	X	X	X
Anzahl Felder/Jobs	Speicherplatz Chipkarte	Speicherplatz Chipkarte	15	?	15	14
Ertrags- + Feuchte- messung	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.
Drucker	Opt.	Opt.	X	---	X	Opt.
Chipkarte	X	X	X	X	X	X
Besonderheit	Treibstoffver- brauch Anzeige+ Speicherung		Max. 7 Para- meter je Feld speichern	Setzen + speichern von Mar- kern	Max. 7 Pa- rameter je Feld speichern	Setzen + speichern von Markern

Die Zusammenstellung zeigt deutlich, dass umfangreiche Informationen über den Maschineneinsatz aufgezeichnet und abgespeichert werden können. Die Ausgabe der Daten ist beinahe bei allen Herstellern auftragsweise (= schlagweise) vor Ort mit einem Drucker möglich, um dem Kunden einen Beleg aushändigen zu können. Alle Systeme bieten darüber hinaus die Möglichkeit, die Daten mehrerer Aufträge auf PC/MIA Chipkarte abzuspeichern und damit auf Bürosoftware zu übertragen.

Mit den von allen Mähdrescherherstellern angebotenen kontinuierlich arbeitenden Ertragsmesssystemen (mit Feuchteermittlung) ist auch ohne die Nutzung der Satellitenortung GPS die Anzeige des aktuellen Durchsatzes und Ertrages möglich. Darüber hinaus werden die gesamte Erntemenge sowie der mittlere Ertrag und der durchschnittliche Feuchtegehalt mit den übrigen Prozessdaten des Auftrages (= Schlages) abgespeichert.

Nachdem die zumeist sehr umfangreiche Überwachungs- und Bordelektronik moderner Mähdrescher heute vielfältige Sensoren beinhaltet, wird zunehmend auch diskutiert, ob die bisher nur für die Überwachung und/oder Anzeige genutzten Informationen nicht auch aufgezeichnet werden sollten. Es wird dabei an die Schüttler- und Siebverluste, an die Überkehrmenge, an die Trommelbelastung oder auch an Kühlwasser-, Motor- und Hydrauliköltemperatur gedacht. Zur Beurteilung der Einsatzverhältnisse und der Maschinenauslastung könnten entweder Durchschnitts-, Minimal- und Maximalwerte oder zusammen mit der lokalen Ertragsermittlung die Rohmesswerte im Sekundentakt aufgezeichnet werden.

3. Ertragsermittlung im Mähdrescher

Mit einer in den Mähdrescher integrierten Ertragsmessung kann kontinuierlich der Durchsatz und Ertrag ermittelt, angezeigt und auch aufgezeichnet werden, im Zusammenwirken mit einem Ortungssystem wird so die lokale Ertragsermittlung realisiert und damit die Information über die Ertragsfähigkeit und Ertragsstruktur der Felder automatisiert und präzise gewonnen. Diese Dokumentation der Ertragsverhältnisse ist ein erster Schritt zum Precision Farming (Präziser Ackerbau). Zusammen mit anderen Daten ist die lokale Ertragsermittlung eine wichtige Eingangsinformation für die Teilflächenbewirtschaftung und ermöglicht die Überprüfung der Erfolge des teilschlagspezifischen Pflanzenbaues.

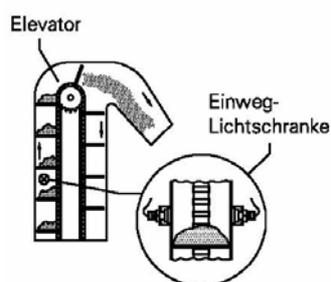
3.1 Ertragsmessgeräte für den Mähdrescher

Heute werden weltweit sechs unterschiedlich aufgebaute Durchsatzsensoren von Erntemaschinen- und Agrarelektronikherstellern in Ertragsmesssysteme integriert und auf dem Markt angeboten. Die grundsätzlich im oberen Teil bzw. im Kopf des Körnerelevators angebrachten Sensoren beruhen auf zwei Funktionsprinzipien. Dies ist zum einen die Volumenermittlung und zum anderen die Massestrommessung (Abb. 1).

Bei der Volumenermittlung wird der Volumenstrom des Druschgutes gemessen und über das Hektolitergewicht in den Massestrom umgerechnet. Demgegenüber wird bei der Massestromermittlung der Massestrom über die durch ihn bewirkte Dämpfung einer radioaktiven Strahlung oder über seine Wirkung auf einen Kraftaufnehmer festgestellt.

Eine Lichtschranke, die quer durch den Körnerelevator strahlt, nutzen die Systeme zur indirekten Volumenermittlung. Mit der Lichtschranke wird die Schütthöhe des Erntegutes auf den Elevatorpaddeln ermittelt. Aus dieser Schütthöhe kann das Volumen des Erntegutes auf den Paddeln berechnet und anschließend in Ertragswerte umgerechnet werden. Das Hektolitergewicht muss hierzu manuell bestimmt und eingegeben werden.

Volumenermittlung



nach DIEKHANS

Massenstromermittlung

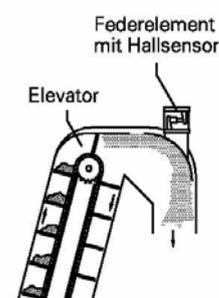
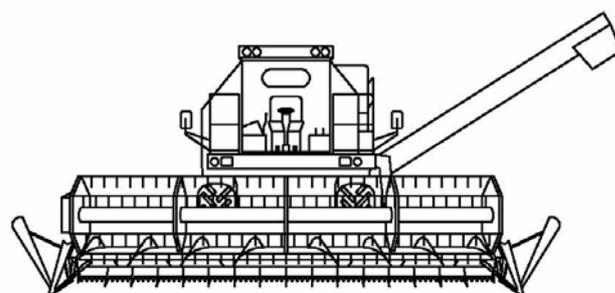
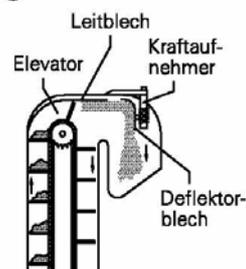
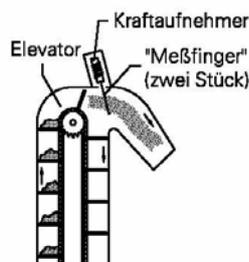
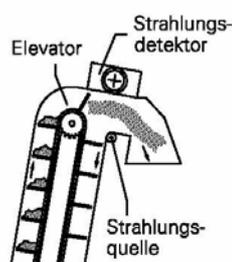


Abb. 1: Messsysteme für die kontinuierliche Ertragsermittlung im Mähdrescher (Stand Oktober 2002)

Wie bei allen übrigen Messsystemen auch, wird parallel zur Durchsatzmessung über die Fahrgeschwindigkeitsmessung und einer Arbeitsbreitenangabe die aktuelle Flächenleistung ermittelt. Durch Verrechnung des momentanen Durchsatzes mit der Flächenleistung wird dann der Flächenertrag bestimmt.

Seit 1993 bietet RDS ein Lichtschrankenmesssystem unter der Bezeichnung Ceres 2 zur Nachrüstung für sehr viele Mähdreschertypen an. Auch das Ertragsmesssystem Quantimeter von Claas basiert auf dieser Technik und wird in Lexion Mähdreschern mit dem Bordcomputersystem Cebis oder mit dem ACT-Terminal zur universellen Nachrüstung angeboten.

Ein radiometrisches Massestrommessgerät war Ende der 80er Jahre nach dem Claydon Yield-O-Meter (nicht mehr im Verkauf) das zweite in den Markt eingeführte Ertragsmesssystem. Ein Detektor über dem Kopf des Körnerelevators erfasst die durch den Massestrom des Druschgutes verursachte Dämpfung der Strahlung, die von einer schwach radioaktiven Quelle ausgesendet wird. Die Durchsatzwerte werden wiederum mit der Flächenleistung zu Flächenerträgen verrechnet. Dieses Messsystem wird von

Massey Ferguson unter der Bezeichnung Flowcontrol angeboten und baugleich im Fieldstar-System der Fendt Mähdrescher verwendet.

Drei weitere Sensorsysteme, die alle in den USA entwickelt wurden, ermitteln den Massefluss durch Kraft- oder Impulsmessung. Die drei Lösungen unterscheiden sich durch die Art der Kraft- oder Impulsaufnahme. Hierzu werden gerade Zinken bzw. gerade oder gekrümmte Prallplatten verwendet. Als Kraftsensoren kommen Kraftmesselemente (DMS-Biegestäbe) und Federelemente mit elektrischen Wegaufnehmern zum Einsatz.

Das Ertragsmesssystem Fieldstar N-Set von AGCO/Dronningborg benutzt zur Impulsaufnahme zwei Stahlzinken an Kraftmesszellen (Sensorentwicklung und -fertigung MicroTrac, USA). Das Messsystem kann universell an eine große Zahl von Mähdreschern nachgerüstet werden. Dieses Sensorsystem wird von Fendt und Massey Ferguson auch alternativ zum radiometrischen Ertragsmesssystem angeboten.

Demgegenüber wird bei den Ertragsmesssystemen YM2000 und PF3000 von AgLeader (USA) eine rechtwinklig zur Wurfrichtung des Getreides stehende Prallplatte mit einer Kraftmesszelle verwendet. Die Geschwindigkeit des Gutes wird von der Elevatorgeschwindigkeit abgeleitet, die per Drehzahlsensor ermittelt wird. Case bietet dieses Messsystem für die lokale Ertragsermittlung unter der Bezeichnung „Advanced Farming System AFS“ an. Auch Deutz-Fahr verwendet diesen Sensor in ihren Mähdreschern im Rahmen des Teris/TCS Systems. In Europa wird das Messsystem als Yield-Logger LH 565 bzw. 665 von LH agro zur Nachrüstung für verschiedene Mähdreschertypen angeboten.

Über die gesamte Breite des Körnerelevators nimmt die etwa 400 mm lange, kreisförmig gekrümmte Prallplatte des Greenstar Ertragsmesssystems von John Deere die Kraft des Getreides auf. Die Kraftmessung erfolgt über ein Federelement, dessen Auslenkung ermittelt wird. Das Messsystem ist für Maschinen der Serien 2200, 9000, CTS und STS verfügbar.

Auch das im Juli 2001 neu vorgestellte Ertragsmesssystem von New Holland für die CX und CR Mähdrescherbaureihen basiert auf der Kraft-/Impulsmessung mit einer gekrümmten Platte. Der Kraftsensor ist dabei so angeordnet, dass Reibungseinflüsse aufgrund unterschiedlicher Guteigenschaften bzw. Gutfeuchte keine Auswirkungen auf die Messwerte haben sollen.

Eine detaillierte Beschreibung aller in der Saison 2001/2002 am Markt angebotenen Ertragsmesssysteme für Mähdrescher mit Informationen zur Verfügbarkeit und Nachrüstbarkeit, zur Feuchteermittlung und Kalibrierung und zu Messfehlern und zur Fehlervermeidung enthält das 2001 neu aufgelegte DLG Merkblatt 303 „Ertragsermittlung im Mähdrescher“, das bei der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft kostenfrei angefordert werden kann.

3.2 Feuchteermittlung

Alle Ertragsmesssysteme sehen heute die Integration eines Feuchtesensors vor oder werden ausschließlich mit einem solchen ausgeliefert. Diese kapazitiv arbeitenden Sensoren, überwiegend stammen sie von dem amerikanischen Hersteller DMC, werden entweder in der Korntankbefüllschnecke oder mit einem geregelten Bypass am Körnerellevator installiert. Bei korrektem Ein- bzw. Anbau und richtiger Kalibrierung auf das Erntegut liegt die Genauigkeit im Bereich von 1 % (der per Gesetz / Verordnung zugelassene Fehler für geeichte stationäre Feuchtemessgeräte beträgt 0,5 %). Diese Feuchtesensoren ermöglichen nicht nur eine kontinuierliche Anzeige der Gutfeuchte während des Drusches, sondern realisieren auch die automatische Korrektur der „Feuchterträge“ auf eine vorzuwählende Standard-Feuchte im Hinblick auf die spätere Ertragskartierung. Der Einsatz von Ertragsmesssystemen ohne kontinuierliche Feuchtemessung liefert nur schwer vergleichbare Ertragsdaten (Feuchtertrag) und ist deshalb nicht sinnvoll.

3.3 Genauigkeit der Ertragsermittlung

Für die Aussagekraft lokaler Ertragsmessungen und der darauf aufbauenden Ertragskartierungen ist die erzielbare Genauigkeit ausschlaggebend. Neben dem eigentlichen Fehler des Messsystems, der aus der Durchsatzmessung hervorgeht, bewirkt eine fehlerhafte Ermittlung der Flächenleistung falsche Flächenertragsdaten. Die Ursachen für die Fehler bei der Durchsatzmessung werden durch eine ungenaue Kalibrierung oder stark wechselnde Guteigenschaften, zumeist jedoch durch die Art und das Funktionsprinzip des Messsystems beeinflusst.

Umfangreiche Untersuchungen zur Messgenauigkeit der einzelnen Messsysteme im Feldeinsatz erfolgten in den Jahren 1991-1995. Sie wurden durch Prüfstandsversuche in den Jahren 1997 - 2001 ergänzt. Diese Untersuchungen erfassen jeweils die Fehler der Durchsatz- und Masseermittlung, nicht jedoch die Abweichungen der Flächenerträge, die durch eine fehlerhafte Flächenermittlung verursacht werden.

Die Ermittlung der Genauigkeit im praktischen Einsatz erfolgte durch Gegenwiegung der Korntankladungen auf geeichten Brückenwaagen. Die Messsysteme wurden zum Teil an verschiedene Mähdreschertypen bei unterschiedlichen Getreidearten in leicht bis mittelstark kupiertem Gelände untersucht (Tab. 3).

Der mittlere relative Fehler stellt das Maß für die Güte der Kalibrierung dar. Im Idealfall müsste er Null oder zumindest nahe Null sein. Diese Anforderung konnte von allen Messgeräten erreicht werden. Die Standardabweichung (s) ist das Maß für die Messgenauigkeit. Sie gibt an, in welchem Bereich etwa 2/3 aller Messfehler liegen.

Tab. 3: Fehler von Ertragsmesssystemen für Mähdrescher im praktischen Einsatz (Messungen der Landtechnik Weihenstephan 1991-1994)

Messgerät Hersteller	Unter- suchungszeit, Gesamtfläche, Anzahl Korn- tankladungen	Mähdrescher- Typen Getreidearten	mittlerer relativer Feh- ler, relativer Kalibrierfehler %	Standard- abweichung des relativen Fehlers %
CERES 2 RDS	3 Jahre 140 ha 179 Korntankl.	3 MD-Typen 4 Getreide- arten	-0,14	±3,43
FLOW- CONTROL MASSEY FERGUSON	2 Jahre 140 ha 132 Korntankl.	2 MD-Typen 2 Getreide- arten	-1,01	±4,07
YM 2000 AGLEADER LH 565 LH AGRO	3 Jahre 130 ha 182 Korntankl.	3 MD-Typen 4 Getreide- arten	-1,83	±4,06

Trotz der unterschiedlichen Messprinzipien weisen alle Messsysteme annähernd gleiche Fehlerbereiche zwischen $\pm 3,5$ und ± 4 % auf.

Die Messsysteme Quantimeter von Claas, Fieldstar N-Set von AGCO / Dronningborg, Greenstar von John Deere und das neue System von New Holland wurden von der Landtechnik Weihenstephan bisher nicht im praktischen Einsatz untersucht.

In den Untersuchungen auf einem Prüfstand sollte die Genauigkeit der Messsysteme unter gleichen, klar definierten Bedingungen ermittelt werden. Dabei wurde besonders der Einfluss unterschiedlicher Durchsatzniveaus und der Quer- und Längsneigung berücksichtigt. Die Messgeräte wurden vor den Messungen entsprechend der Herstellervorgaben, teilweise durch die Hersteller selbst, sorgfältig kalibriert.

Bei der Überprüfung der Messgenauigkeit der verschiedenen Ertragsmesssysteme im Prüfstand unter ebenen Bedingungen mit unterschiedlichen Durchsätzen ergeben sich mittlere Kalibrierfehler < 3 % (Tab. 4). Nur bei niedrigen Durchsätzen (10 t/h) treten größere Abweichungen (3-10 %) auf. Dies deutet darauf hin, dass die in den Geräten abgelegten Kalibrierkurven an niedrige Durchsätze nicht optimal angepasst sind. Die Standardabweichungen schwanken bei den einzelnen Durchsatzniveaus zwischen 0,5 und 3 %, über alle Durchsätze hinweg variierten sie zwischen 2 und 6 %.

Tab. 4: Fehler von Ertragsmesssystemen für Mähdrescher bei unterschiedlichen Durchsätzen bei Winterweizen - Prüfstanduntersuchungen der Landtechnik Weihenstephan 2000/2001, ebene Position, 10, 15, 20, 25 und 30 t/h Durchsatz, 5 Wiederholungen / Variante, n = 25 / Messgerät, Referenzmenge / Variante 1 t.

Messgerät Hersteller	Relativer Kalibrierfehler %	Standardabweichung des relativen Fehlers %
CERES 2 RDS	-0,57	±5,50
FLOWCONTROL MASSEY FERGUSON	-1,64	±3,02
YM 2000 AGLEADER LH 565 LH AGRO	-1,71	±3,65
QUANTIMETER CLAAS	2,71	±1,72
PRO SERIES 2000 RDS	-3,89	±5,54
GREENSTAR JOHN DEERE	2,89	±2,81
FIELDSTAR N-SET DRONNINGBORG/ AGCO	-0,22	±1,52

Einen sehr viel größeren Einfluss üben Seiten- und Längsneigungen der Mähdrescher bei konstanten Durchsätzen (20 t/h) auf die Genauigkeit aus (Tab. 5). Am geringsten reagiert das radiometrische Messsystem auf Neigungseinflüsse. Die beiden volumetrischen Messsysteme sind zur Kompensation dieser Einflüsse mit einem oder zwei Neigungssensoren ausgerüstet. Trotzdem gelingt es nicht, unter allen Bedingungen die durch Seiten- und Längsneigung verursachten Fehler auszugleichen. Die Einbeziehung von unterschiedlichen Getreidearten (Gerste und Roggen) verstärken diesen Effekt. Die Kraftmesssysteme nehmen diesbezüglich eine Mittelstellung zwischen radiometrischen und volumetrischen Messgeräten ein.

Zur Erzielung der beschriebenen Messgenauigkeiten ist eine sorgfältige Kalibrierung die Voraussetzung. Diese ist bei Systemen zum Nachrüsten zunächst deutlich aufwendiger als bei Systemen, die für spezifische Mähdreschertypen entwickelt und angepasst wurden. Fruchtartspezifische Kalibrierungen erfolgten bei den Messgeräten von LHagro, AgLeader und RDS.

Tab. 5: Fehler von Ertragsmesssystemen für Mähdrescher bei unterschiedlichen Neigungen bei Winterweizen - Prüfstanduntersuchungen der Landtechnik Weihenstephan 2000/2001, 20 t/h Durchsatz, 5, 10 und 13 Grad Seitenneigung links und rechts und 5, 10 und 13 Grad Längsneigung vor und zurück, sowie Kombinationen daraus, 5 Wiederholungen / Variante, n = 60 / Messgerät, Referenzmenge / Variante 1 t.

Messgerät Hersteller	Relativer Kalibrierfehler %	Standardabweichung des relativen Fehlers %
CERES 2 RDS	-3,38	±8,07
FLOWCONTROL MASSEY FERGUSON	-1,11	±2,17
YM 2000 AGLEADER LH 565 LH AGRO	-0,24	±4,31
QUANTIMETER CLAAS	0,91	±3,74
PRO SERIES 2000 RDS	-0,90	±11,73
GREENSTAR JOHN DEERE	-1,36	±3,37
FIELDSTAR N-SET DRONNINGBORG/AGCO	0,02	±2,38

Ebenso ist es notwendig, die Lichtschranken (RDS und Claas) bzw. das Prallblech / die Prallfinger (LHagro / AgLeader, John Deere, New Holland bzw. AGCO / Dronningborg) auf Verschmutzungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu reinigen.

3.4 Investitionsbedarf

Ähnlich unterschiedlich wie die Ertragsmesssysteme sind auch die Kosten für deren Anschaffung. Die Listenpreise für Ertragsmessgeräte inklusive Feuchtemessung variieren zwischen 4000 und 7000 €. Unter Einbeziehung von DGPS Empfängern und Kartierungssoftware entsteht damit ein Investitionsbedarf zwischen 10000 und 13000 €. Auch hierzu bietet das DLG Merkblatt 303 detaillierte Informationen.

3.5 Fehlervermeidung beim Einsatz

Eine exakte Kalibrierung ist die Voraussetzung für ein genau arbeitendes Durchsatz- und Ertragsmessgerät. Durch bestimmte Einsatzverhältnisse bzw. durch ein nicht angepasstes Verhalten des Fahrers können dennoch größere Abweichungen des

gemessenen vom realen Flächenertrag auftreten - auch wenn die gemessenen und die gegengewogenen Erntemengen übereinstimmen.

Eine typische Ursache hierfür ist die Schwankung der Arbeitsbreite, die nicht mit Sensoren erfasst werden kann und über die Flächenleistung den Flächenertrag beeinflusst. Wird bei einer eingestellten Arbeitsbreite von 5 m nur 4,5 m Getreide aufgenommen, so verrechnet das Ertragsmesssystem den Flächenertrag von 4,5 m auf die eingestellten 5 m Schnittbreite - der Ertrag wird um 10 % unterschätzt. Diese Abweichung ist deutlich größer als die festgestellten „Messfehler“ der Durchsatzmessung. Die Einhaltung der im Ertragsmesssystem eingestellten Schnittbreite ist deshalb eine der Hauptvoraussetzungen für korrekte Flächenertragsmesswerte.

Zum Ausgleich der möglichen Abweichungen sind „Teilbreitenschaltungen“ vorgesehen. Sie müssen manuell eingestellt werden, ihre Abstufung ist jedoch grob (3/4, 1/2, 1/4 Arbeitsbreite) und sie sind damit eigentlich nur für den Drusch von „Reststreifen“ geeignet.

Schnelle Geschwindigkeitswechsel führen ebenfalls zu stark verfälschten Ertragswerten. Eine abrupte Verlangsamung reduziert die Flächenleistung stark während im Mähdrescher nach wie vor der „alte“ Durchsatz gemessen wird. Der aus beiden Werten berechnete Flächenertrag steigt dadurch oft extrem an. Ähnlich wird bei einer Beschleunigung der Flächenertrag unterschätzt. Deshalb ist eine gleichmäßige Arbeitsgeschwindigkeit ohne abrupte Geschwindigkeitsänderung eine weitere zentrale Voraussetzung für qualitativ gute Ertragsmesswerte.

3.6 Lokale Ertragsermittlung

Die alleinige Ertragsmessung im Mähdrescher ergibt lediglich Aussagen zum Gesamt- oder zum Durchschnittsertrag je Schlag oder je Einsatz. Sinnvollerweise kann diese Technik aber in Verbindung mit der Ortung und einer Datenaufzeichnung zur lokalen Ertragsermittlung erweitert werden. Hierzu sind die oben genannten Ertragsmesssysteme vorbereitet. Bis auf das CERES 2 verfügen alle Ertragsmesssysteme über eine Schnittstelle zum Empfangen der Positionsinformationen von Satellitenortungsempfängern und können in festgelegten Intervallen (z.B. alle 1, 3 oder 5 Sekunden, alle 10 Meter) die Ertrags- und Positionsdaten aufzeichnen.

Ortung

Aufgrund der vielseitigen Nutzungsmöglichkeit bietet die Satellitenortung Global Positioning System GPS die besten Voraussetzungen für die Ortung in Verbindung mit der Ertragsermittlung. Seit der Aufhebung der Signalverfälschung „Selective Availability“ im Mai 2000 beträgt der Ortungsfehler von GPS ± 10 -20 Meter. Als differentielles GPS (DGPS) erreicht es Genauigkeiten von ± 1 -5 m.

DGPS Satellitenortungssysteme bestehen aus einem GPS-Empfänger und einer zusätzlichen Empfangseinrichtung für Korrektursignale. Beide Systeme sind zumeist in einem Gehäuse integriert. Detaillierte Informationen zur Satellitenortung GPS liefert das DLG Merkblatt 316 „GPS in der Landwirtschaft“.

Seit die „Signalverfälschung“ zur Reduzierung der Ortungsgenauigkeit bei GPS abgestellt wurde, wird auch die Verwendung von „einfachem“ GPS für die lokale Ertragsermittlung diskutiert. Obwohl bisher noch nicht hinreichend untersucht, könnte zur Ertragskartierung die reduzierte Genauigkeit ausreichend sein. Inwieweit der größere absolute Ortungsfehler ($\pm 10\text{-}20$ Meter anstatt $\pm 1\text{-}5$ Meter bei DGPS) darüber hinaus die Aussagekraft und Gültigkeit von Analysen über mehrere Jahre und in Verbindung mit zusätzlichen Informationsquellen negativ beeinflusst ist noch nicht geklärt. Bis zur endgültigen Abklärung dieser Fragestellung muss für die lokale Ertragsermittlung die Verwendung von DGPS empfohlen werden.

Datenaufzeichnung und Datentransfer

Sowohl die Ertragsermittlung wie auch die Ortung erfordert im Mähdrescher eine Einrichtung für die Datenaufzeichnung und die Datenübergabe an den Betriebsrechner. Für diese Aufgabe werden zwei unterschiedliche Lösungsansätze genutzt.

Ältere Mähdrescher und viele Typen aus der derzeitigen Serienfertigung verfügen noch nicht über umfangreiche elektronische Einrichtungen. Diese Maschinen benötigen zur Datenaufzeichnung eine eigene Elektronik, die in die Bedienterminals der Ertragsmesssysteme integriert ist.

Die Datenübertragung vom Ortungssystem erfolgt dabei über eine serielle Schnittstelle. Die Datenaufzeichnungssysteme müssen in der Lage sein, den Versatz zwischen dem tatsächlichen „Schnittzeitpunkt“ (= Position) des Getreides und dem Messzeitpunkt (12-15 Sekunden später) auszugleichen.

Demgegenüber sind die meisten neuen Mähdrescherbaureihen mit umfangreicher Bordelektronik bereits dafür vorbereitet, die Positions- und Ertragsdaten in ihren Bordcomputersystemen zu verbinden und abzuspeichern (Genauere Angaben im DLG Merkblatt 303).

Der Datentransfer zum Betriebsrechner muss ortsunabhängig und zuverlässig sein. Derzeit werden dafür vor allem PCMCIA-Karten verwendet. Die verwendeten unterschiedlichen PCMCIA Standards bedingen, dass verschiedenartige Chipkarten eingesetzt werden und nicht in allen Fällen die Chipkartenlaufwerke von PCs und Laptops verwendet werden können. Die ausschließliche Verwendung PC-konformer Technik wäre von großem Vorteil.

4. Management lokaler Ertragsdaten

Um die lokale Ertragsermittlung bzw. Ertragskartierung im betrieblichen Ablauf so umzusetzen, dass sich daraus zusätzliche Daten für die Betriebs- und Produktionssteuerung ableiten lassen, ist ein sorgfältiges Management dieser Daten erforderlich. Die Tatsache, dass diese Daten für einen Schlag (Ertragsdaten) bzw. eine Einsatzperiode (Maschinendaten) nur einmal im Jahr erfassbar sind, unterstreicht diese Notwendigkeit noch mehr.

4.1 Datenfluss bei der Ertragskartierung

Abbildung 2 zeigt schematisch vereinfacht den Datenfluss bei der Ertragskartierung.

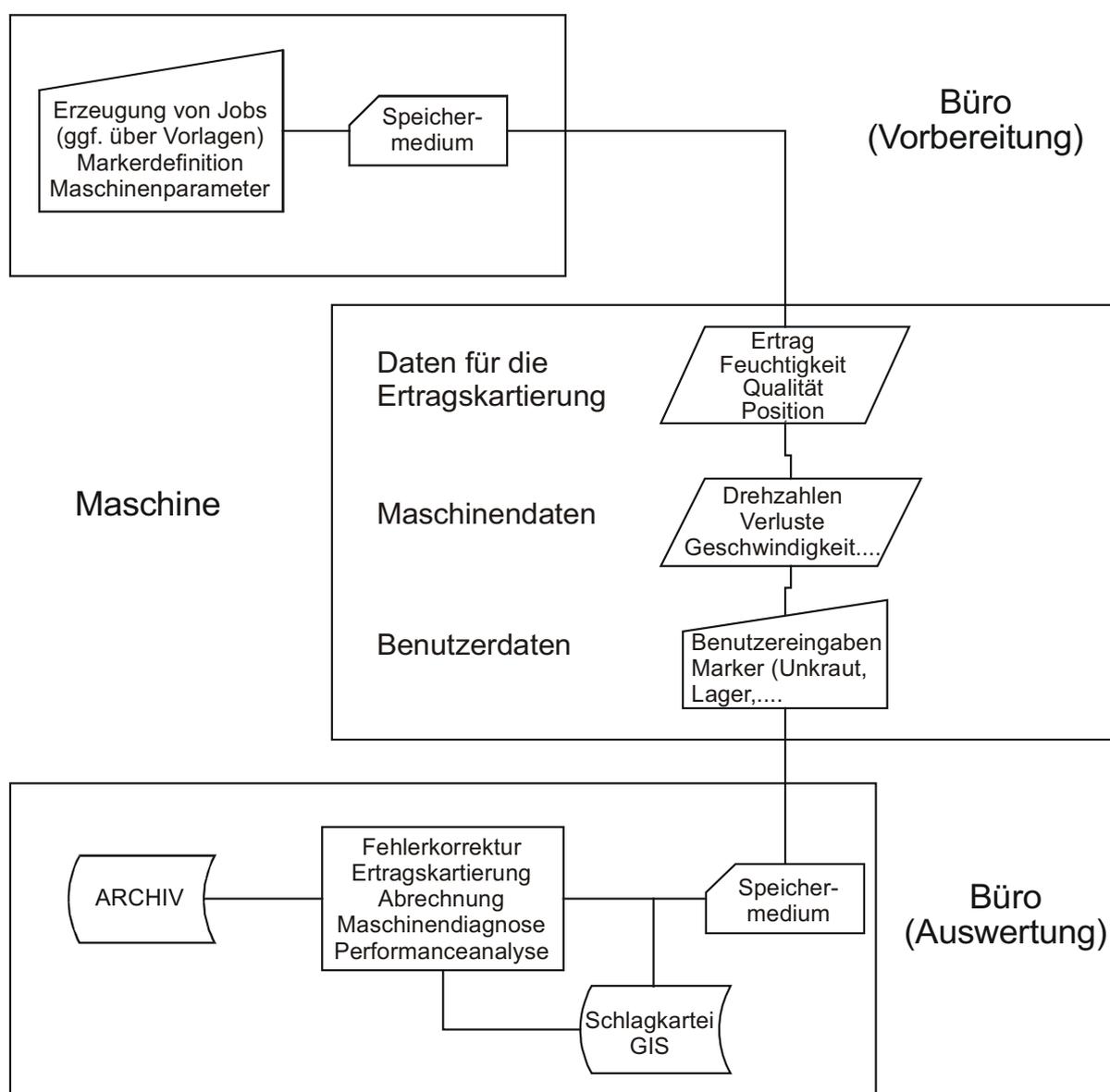


Abb. 2: Schematische Darstellung des Datenflusses bei der Ertragskartierung

Auf die technischen Voraussetzungen zur Datenerfassung und Speicherung wurde bereits früher eingegangen.

Das Management der Daten beginnt bei modernen Systemen zur lokalen Ertragsermittlung bereits vor dem Maschineneinsatz im Büro. Durch i.d.R. im Lieferumfang der Messsysteme enthaltene PC-Software lassen sich Jobs (Definition von Fruchtart, Schlag, Maschine, etc.) erstellen, die dann zum Zeitpunkt des Einsatzes vom Fahrer nur noch per Menü am Maschinenterminal ausgewählt werden. Unter Berücksichtigung der Belastung des Fahrers durch die normale Maschinenbedienung ist diese Vorbereitung ein Beitrag zur Reduzierung der Gesamtbelastung des Fahrers und damit ein wichtiger Schritt zur Erhöhung der Akzeptanz dieser Technik. Außerdem lässt sich durch eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung ein wichtiger Grundstein für eine erfolgreiche nachfolgende Verarbeitung der erfassten Daten schaffen, da die Zuordnung von Daten zu Schläge, Betrieben und Maschinen stark vereinfacht wird. Der Effekt hinsichtlich eingesparter Arbeitszeit ist gerade in der Situation von in der Ernte üblichen Stoßzeiten gar nicht hoch genug zu bewerten. Moderne Systeme verfügen darüber hinaus auch über die Möglichkeit, aus „leeren“ (d.h. physisch zwar angelegten, aber nicht vollständig definierten) Jobs mit wenig Zusatzaufwand auch noch auf der Maschine ad hoc Arbeitsjobs zu erstellen, die eventuell durch den realen Arbeitsablauf entstehen.

Die aktuellen Ertragserfassungssysteme bieten die Möglichkeit, sog. Marker zu definieren. Damit lassen sich softwareseitig die Voraussetzungen dafür schaffen, dass sich während des Maschineneinsatzes auch nicht automatisch erfasste Daten aufzeichnen lassen, die u.U. wesentliche Einsatzbedingungen dokumentieren. Auf Tastendruck kann der Fahrer so Verunkrautung, Lager, Störungen und andere Ereignisse markieren, so dass diese später auch im Schlag zugeordnet werden können.

Während des Einsatzes (Abb. 2, Block „Maschine“) erfolgt mittels der vorher bereits ausführlich beschriebenen Ertragssensoren die Aufzeichnung der für die lokale Ertragsermittlung entscheidenden Ertrags- und Positionsdaten. Während die Erfassung der Kornfeuchtigkeit heute bereits als Standard gelten kann, befinden sich Systeme zur automatischen Qualitätsbestimmung (z.B. Rohprotein) im Vorserien- oder zumindest noch frühen Serienentwicklungsstand.

Verfügen die Maschinen über eine geeignete Infrastruktur, was Sensoren und Aktoren angeht, die nicht direkt mit der Ertragserfassung in Zusammenhang stehen, ist es heute bereits möglich, das für die Ertragskartierung ohnehin erforderliche Speichermedium auch für die über GPS zeit- und/oder positionsabhängige Aufzeichnung von Maschinendaten zu nutzen. Die Aufzeichnung von Verlustdaten und der Belastung der Dreschtrommel (Schlupf am Trommelvorgelege, Trommeldrehzahl) kann so beispielsweise zusammen mit den Ertragsdaten wertvoll für die Analyse der Leistung von Fahrer und Maschine sein.

Die dritte Gruppe von Daten wird schließlich vom Fahrer selbst ermittelt: Über Markertasten werden direkt auf dem Terminal Einsatzbedingungen beschrieben. Ad-hoc Aufträge werden (je nach Bauart des Terminals mehr oder weniger komfortabel) mit Einsatzdetails versehen zu vollständigen Arbeitsaufträgen.

Nach Abschluss des Einsatzes erfolgt die Übertragung der erfassten Daten (Block „Maschine“ in Abb. 2) per Speicherkarte zurück ins Büro und wird dort an die weitere Auswertung übergeben. Sowohl Ursprungsdaten, als auch die aus der Bearbeitung entstandenen Ergebnisse sollten in jedem Fall archiviert werden. Die eigentliche Bearbeitung umfasst je nach Leistungsfähigkeit der eingesetzten Software und natürlich je nach Anforderung die Fehlerkorrektur und die Erstellung von Karten. In diesen sind die erfassten Sensordaten oder von Sensordaten berechnete Daten georeferenziert dargestellt (z.B. Ertrags- und Feuchtigkeits-, aber auch z.B. Verlust- oder Trommelbelastungskarten). Aus diesen Daten lassen sich zusammen mit Informationen zur Produktion aus Schlagkarteien (ggf. mit integriertem geografischen Informationssystem GIS) Leistungsdaten nicht nur für die Effizienz der Produktion des Erntegutes, sondern neuerdings auch für die Leistung von Fahrer und Maschine ableiten, oder sogar eine Diagnose bestimmter Maschineneigenschaften erstellen.

4.2 Verarbeitung von Daten der lokalen Ertragsermittlung zu „Ertragskarten“

Vor der eigentlichen Berechnung von „Ertragskarten“ (der Begriff soll im Folgenden für eine grafische Darstellung der räumlichen Verteilung des realen Kornertragsniveaus innerhalb eines Schlages in Form einer Karte stehen; anstelle des Kornertrages kann auch ein anderer automatisch oder manuell bestimmter Parameter des beernteten Pflanzenbestandes stehen, z.B. Kornfeuchte) ist der in Form von Punktdatensätzen auf der Maschine ermittelte und inzwischen auf den Büro PC übertragene Datenbestand hinsichtlich seiner Qualität zu beurteilen.

Da heute die Hersteller von Ertragsermittlungssystemen überwiegend selbst Software zur Weiterverarbeitung mitliefern, ist eine Kompatibilität zwischen Auswertesoftware und Erfassungssystem trotz Fehlen eines praktischen Standards meist gegeben. Dennoch ergeben sich durch zunehmende Betriebsgrößen sowohl bei Landwirten, als auch bei Lohnunternehmen Probleme bei der effizienten Verarbeitung der Daten im Büro, wenn unterschiedliche Systeme eines oder mehrerer Hersteller im Betrieb eingesetzt werden. Äußerst problematisch werden die Verhältnisse, wenn - wie in Großbetrieben üblich - mehrere unterschiedliche Systeme auf einem Schlag eingesetzt werden.

Einen Ausweg bieten hier Softwarelösungen, die Rohdaten mehrerer Systeme unterstützen und so sicher stellen, dass zumindest die Verarbeitung und Ablage der Daten auf einer Plattform erfolgen kann. Allerdings verfeinern die Hersteller kontinuierlich Ihre Bordsysteme und integrieren mit der zunehmenden Verfügbarkeit leistungsfähiger mobiler Rechner auch immer mehr der bisher ausschließlich in der PC-Software realisier-

ten Funktionalität in die Bordrechner (z.B. Glättung der Ertragsdaten), so dass fehlerhafte Einzelmessungen die Ertragskartenberechnung nicht so stark stören. In der Folge müsste herstellerunabhängige Auswertesoftware nicht nur mit den Datenformaten, sondern auch mit der jeweils realisierten Datenqualität Schritt halten.

Die Fehlerkorrektur befasst sich neben den in Kapitel 3.5 unter „Fehlervermeidung im Einsatz“ beschriebenen Einflussfaktoren:

- fehlerhafte Kalibrierung
- Fehler bei der Eingabe der theoretischen Arbeitsbreite
- abrupte Änderungen des Maschinenzustandes

z.B. auch mit der Behandlung von Positionsfehlern bei der Aufbereitung der Ertragsdaten zur Ertragskarte.

In einer vom BMBF im Verbundforschungsvorhaben „preagro“ geförderten Untersuchung (NOACK, 2002) wurden über die Fehlerkorrektur hinaus Ansätze zur automatisierten Verarbeitung von Ertragsdaten entwickelt, die im Grundsatz darauf hinauslaufen, nicht nur die rein geometrische Nachbarschaft eines bestimmten Punktes zur Absicherung des in der Ertragskarte für diesen Punkt anzugebenden Ertragsniveaus heranzuziehen (Abb. 3). Dies ist der derzeit am häufigsten realisierte Ansatz zur Erstellung von Ertragskarten.

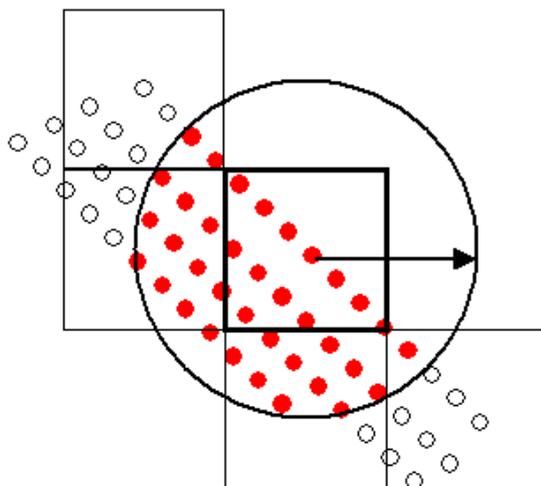


Abb. 3: Für die Bestimmung des anzugebenden Ertragswertes des im Kreismittelpunkt liegenden Quadrates werden alle Ertragspunktdatensätze der Maschine herangezogen, die innerhalb des Suchradius (dargestellt durch Radiuspfeil und Kreisumfang) liegen (NOACK, 2002)

Vielmehr wird in der vorgeschlagenen Methode der zeitliche Abstand zwischen der Erfassung von zwei zu betrachtenden Punkten mit ins Kalkül gezogen, da sich so typischerweise die Vorgänge wie Befüllung oder Entleerung des Dreschkanals und der Dreschorgane (an den Vorgewenden) sicher erkennen und durch geeignete Modelle berücksichtigen lassen.

Außerdem lassen sich Ertragsverläufe in einer Fahrspur mit den Ertragsverläufen benachbarter Fahrspuren vergleichen und unter der Annahme bestimmter zulässiger kontinuierlicher Ertragsänderungen durch z.B. abrupte Zustandsänderungen (plötzlicher Halt infolge Einzugverstopfung) verursachte fehlerhafte Ertragsmessungen eliminieren und damit Ertragskarten generieren, die für die automatische Weiterverarbeitung in z.B. Algorithmen zur Berechnung von Düngbedarfskarten geeignet sind. Das entscheidende Kriterium für diese Eignung ist die weitest gehende Bereinigung der Ertragskarten um nicht natürlich bedingte Ertragsänderungen: Das Management von Ertragsdaten ist damit auch Grundlage für das Datenmanagement in rechnergestützten Precision-Farming Systemen. Damit bietet sich die Integration leistungsfähiger Softwaremodule in graphische Schlagkarteien mit entsprechend leistungsfähigen Planungsmodulen an. Als ein Beispiel für sich dadurch ergebende Synergien mag die Generierung von Schlagumringen („Schlaggrenzen“) aus Ertragsdaten und umgekehrt die Nutzung von in der Schlagkartei bereits vorhandenen Schlaggrenzen zur automatischen Zuordnung von Ertragsdaten z.B. in Systemen der Gewinnwirtschaft dienen.

4.3 Nutzung der Daten für das Einsatzmanagement und Abrechnung

Wie in 4.1 bei der Beschreibung des Datenflusses bereits angedeutet, lassen sich durch die Integration von Maschinendaten in die aufgezeichneten Datensätze weitergehende Effekte realisieren: So rückt etwa die Möglichkeit einer aufwandsbasierten und damit leistungsbezogenen Abrechnung (die Ernte eines verunkrauteten, feuchten Bestandes auf einer kleinen Parzelle kostet mehr) näher. Fehler in der Maschinenfunktion lassen sich durch Auswertung analysieren und erleichtern die Diagnose, bzw. ermöglichen die Ergreifung von Präventivmaßnahmen, bevor teure Standzeiten entstehen.

5. Schlussfolgerungen

Die automatische Erfassung von Prozessdaten wird in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Nur sie ist in der Lage, die notwendigen Informationen für ein verbessertes Betriebs- und Maschinenmanagement und für die Dokumentation und die Nachverfolgbarkeit (Traceability) landwirtschaftlicher Produkte lückenlos zu liefern. Bei den Erntearbeiten ist sie zudem Voraussetzung für neue Strategien der Abrechnung. Erste erfolgversprechende Ansätze hierzu werden von den Maschinenringern vornehmlich bei der Zuckerrübenernte und der Trocknung erprobt (GRIMM, 2002).

Nur die automatische Prozessdatenerfassung stellt keine zusätzliche Belastung für den Maschinennutzer dar, ist unbeeinflusst von Fehlern des Benutzers, kann Daten in einer hohen Dichte und ohne problematische Datenlücken erfassen und ist in der Lage auch „neue“ Daten bereitzustellen, die bisher nicht erfasst wurden. In Erntemaschinen benötigt sie hierzu unterschiedliche Sensoren und ein Datenerfassungssystem, ein Ortungssystem zur Georeferenzierung (d.h. örtlichen Zuordnung der Infor-

mationen) und Software, um die aufgezeichneten Daten zu analysieren, zusammenzufassen und auszugeben.

Moderne Mähdrescher, zumindest die Spitzenmodelle der meisten Hersteller bieten diese Möglichkeiten heute schon. Damit sind die Mähdrescher den übrigen Landmaschinen einen Schritt voraus.

Es bestehen jedoch auch noch eine Reihe von Problemen, die zum Erreichen eines durchgängigen Systems gelöst werden müssen. Es besteht

- Bedarf an geeigneten landwirtschaftlichen (Schlag- / Datenbank-) Programmen, um die automatisch erfassten Prozessdaten zu bearbeiten,
- Bedarf an verbesserten / spezialisierten Auswertungsalgorithmen, angepasst an die spezifischen Aufgabenstellungen / Zielsetzungen,
- Notwendigkeit für eine automatische Identifizierung von Betriebsmitteln (Dünger, Pflanzenschutz) und Erntegütern,
- Notwendigkeit für eine zuverlässige, kostengünstige und standardisierte drahtlose (kartenlose) Datenübertragung.

Sind diese Probleme gelöst und das System der automatischen Prozessdatenerfassung auch für Traktor - Gerätekombinationen realisiert (DEMMELE, 2000), dann stehen für die Optimierung des gesamten Betriebsmanagements und für die Umsetzung des Präzisen Ackerbaus – Precision Farming – die erforderlichen Informationen lückenlos und in hoher Qualität zur Verfügung.

6. Literatur

BÖRNSEN, A UND W. HOLTSMANN (1999): Ertrag erst spät erkannt - Praxistest Ertragskartierungen im Mähdrescher. In: profi Heft 12/1999, S.112-117.

DEMMELE, M. (1999): Fünf Ertragsmessgeräte im Praxistest. In: dlz Heft 6/1999, S.126-131.

DEMMELE, M. (1999): Erprobte Systeme - Ertragsmesssysteme im Mähdrescher. In: dlz-Sonderheft 10, 1999, S.42-47.

DEMMELE, M. (2000): Automatisierte Prozessdatenerfassung. In: KTBL Schrift 390, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt 2000, S. 78 - 84.

DEMMELE, M.: (2001): Ertragsermittlung im Mähdrescher – Ertragsmessgeräte für die lokale Ertragsermittlung. DLG Merkblatt 303, ergänzte und überarbeitete Neuauflage. Hrsg.: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Fachbereich Landtechnik, Ausschuss für Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik, Frankfurt/Main, 20 S..

DEMMELE, M.(2001): Zeit ist reif für qualifizierte Daten?. In: Land&Forst, Heft 24, 2001, S. 20-23.

HIEN, P. (1996): Erträge messen mit dem Mähdrescher. In: profi, Heft 6, S. 54 - 57.

GRIMM, A. (2002): Leistungsorientierte Preise beim Zuckerrübenroden und Mais-trocknen. In: Maschinenring – Die Profis vom Land. Heft 3, 2002 S. 6-7.

ISENSEE, E. UND S. KRIPPAHL (2001): Online-Vergleich von Ertragsmesssystemen im Mähdrescher, Landtechnik 56, Heft 4, S. 274-275.

MUHR, T. (1999): GPS in der Landwirtschaft. DLG Merkblatt 316. Hrsg.: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Fachbereich Landtechnik, Ausschuss für Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik, Frankfurt/Main, 12 S..

NOACK, P.O. UND T. MUHR (2002): Automatisierte Korrektur und Verarbeitung von Ertragsdaten. Endbericht des Teilprojektes II-5 in preagro (1998-2002). ZALF, Münchenberg (im Druck).

Technische Möglichkeiten und Nutzung von GPS zur Dokumentation im überbetrieblichen Maschineneinsatz

Johann Habermeyer

1. Rahmenbedingungen für Dokumentation

Von der Politik wird immer mehr der Verbraucherwunsch nach eindeutiger Rückverfolgbarkeit der landwirtschaftlichen Produktion aufgegriffen und in unterschiedliche Gesetzesaktivitäten umgesetzt. Im Bereich der tierischen Erzeugung hat dieser Umstand bereits Niederschlag in einigen Qualitätssicherungsprogrammen wie „QS“ oder „Geprüfte Qualität - Bayern“ gefunden, während entsprechende Systeme für die pflanzliche Erzeugung bislang nur lokale Bedeutung fanden und praktisch immer von der Abnehmerseite vorgegeben wurden.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie Entwicklungen am Markt lassen aber auch in der pflanzlichen Erzeugung in naher Zukunft eine verbreitete Aufzeichnungsverpflichtung zur Art der Erzeugung, wie sie bereits im ökologischen Landbau üblich ist, erwarten. So ist z.B. im neuen Naturschutzgesetz eine generelle Aufzeichnungspflicht für Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen vorgeschrieben. Es wird erwartet, dass in den nächsten zwei bis drei Jahren diese Vorgaben in entsprechende Handlungsvorgaben der Bundesländer umgesetzt werden. Neben diesem gesetzlichen Umfeld fordern immer mehr Abnehmer landwirtschaftlicher Erzeugnisse einen „Warenbegleitschein“. Dies zeigt sich jetzt bereits im Segment der Veredlungskartoffelproduktion, bei Zuckerrüben und vereinzelt im Bereich Qualitätsgetreideerzeugung.

Neben diesen Belangen des Verbraucherschutzes, die sich aus dem Wunsch nach „Gläserner Produktion“ ergeben, stehen zunehmend gesetzliche Auflagen bei der Ausbringung von Dünger und Pflanzenschutz im Vordergrund. Insbesondere die Abstandsaufgaben zu Gewässern und Nichtzielflächen führen zu einer erheblichen Verunsicherung in der landwirtschaftlichen Praxis. Da sich ab der Vegetationsperiode 2003 eine Zunahme von Vorort- und Betriebskontrollen auf den Ackerflächen und in den Betrieben abzeichnet, ist die Befürchtung, unabsichtliche Fehler bei der Einhaltung der geforderten Auflagen zu machen, sehr groß geworden. Dies zeigt sich auch an den zunehmenden Anfragen potenzieller Auftraggeber für Pflanzenschutz bei den MR-Geschäftsstellen in Bayern. Insbesondere der Wunsch zahlreicher Betriebe, das Thema Pflanzenschutz komplett von der Entscheidung über Einkauf bis hin zur Ausbringung auszulagern, nimmt deutlich zu. Auf der anderen Seite sind aber derzeit nicht in gleichem Umfang andere Betriebe bereit als Dienstleister aufzutreten, da Pflanzenschutz als risikobehaftete Tätigkeit gesehen wird. Aus diesem Grund haben die bayerischen Maschinenringe 2002 eine Ausbildungsinitiative „Über-

betrieblicher Pflanzenschutz“ gestartet, in der in Intensivkursen die Auftragnehmer geschult wurden.

2. Die Herausforderung Abstandsaufgaben Pflanzenschutz

Zur Illustration der gesetzlichen Rahmenbedingungen zwei Beispiele aus dem Pflanzenschutz. Bei der Applikation der beiden Raps herbizide „Nimbus“ und „Brasan“, die im Voraufbau eingesetzt werden, hätte ein Landwirt die in Abbildung 1 dargestellten Auflagen zu berücksichtigen.

Neben den düsenabhängigen Gewässerabständen stellt insbesondere die Abstandsregelung zu Nichtzielflächen und Saumbiotopen NT 139 eine Herausforderung dar, da zahlreiche Ausnahmen gelten und der gültige Abstand unter anderem auch von einer deutschlandweit gültigen Gebietskulisse „Verzeichnis der regionalisierten Kleinstrukturanteile“ abhängig zu machen ist. Somit stellt sich für den überörtlich tätigen Auftragnehmer in den Grenzbereichen der Gebietskulisse die Frage, wo er sich gerade befindet.

Für Nimbus und Brasan geltende Auflagen:

> **NT139:**

Bei Anwendung des Mittels ist ein Abstand von mindestens 5 m zu angrenzenden Flächen (außer Wege, Straßen, Plätze) einzuhalten. Zusätzlich muss in der darauf folgenden Breite von mindestens 20 m ein abdriftminderndes Gerät mit 90 % verwendet werden.

Der Abstand von 5 m ist nicht einzuhalten, wenn

angrenzende Flächen landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden,
angrenzende Flächen schmaler als 3 m sind
das Gebiet eingetragen ist in das Verzeichnis der regionalisierten Kleinstrukturanteile
oder die angrenzenden Nichtzielflächen auf nachweislich landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen angelegt worden sind.

> **NW603:**

Zwischen der behandelten Fläche und einem Oberflächengewässer - ausgenommen gelegentlich wasserführende, einschließlich periodisch wasserführende - muss ein Abstand eingehalten werden.

Bei Vorliegen risikomindernder Anwendungsbedingungen (Risikokategorien) ist eine Reduzierung möglich. Für die mit "" gekennzeichneten Risikokategorien gilt § 6 Abs.2 Satz 2 PflSChG (Beachtung des Länderrechts bei Mindestabständen)

Abb. 1: Beispiel für Abstandsaufgaben im Pflanzenschutz

Zur Unterstützung für die Landwirte wurde daher durch das KBM e.V. im Frühjahr 2002 der „MR-Abstandsmanager“ entwickelt, ein einfaches Computerprogramm, in dem für einen Schlag alle relevanten Rahmenbedingungen abgefragt werden, um

dann kulturspezifisch die für eine Pflanzenschutzmischung gültigen Auflagen auszuwerten und die Ergebnisse zur Dokumentation auszudrucken (Abb. 2 und 3).

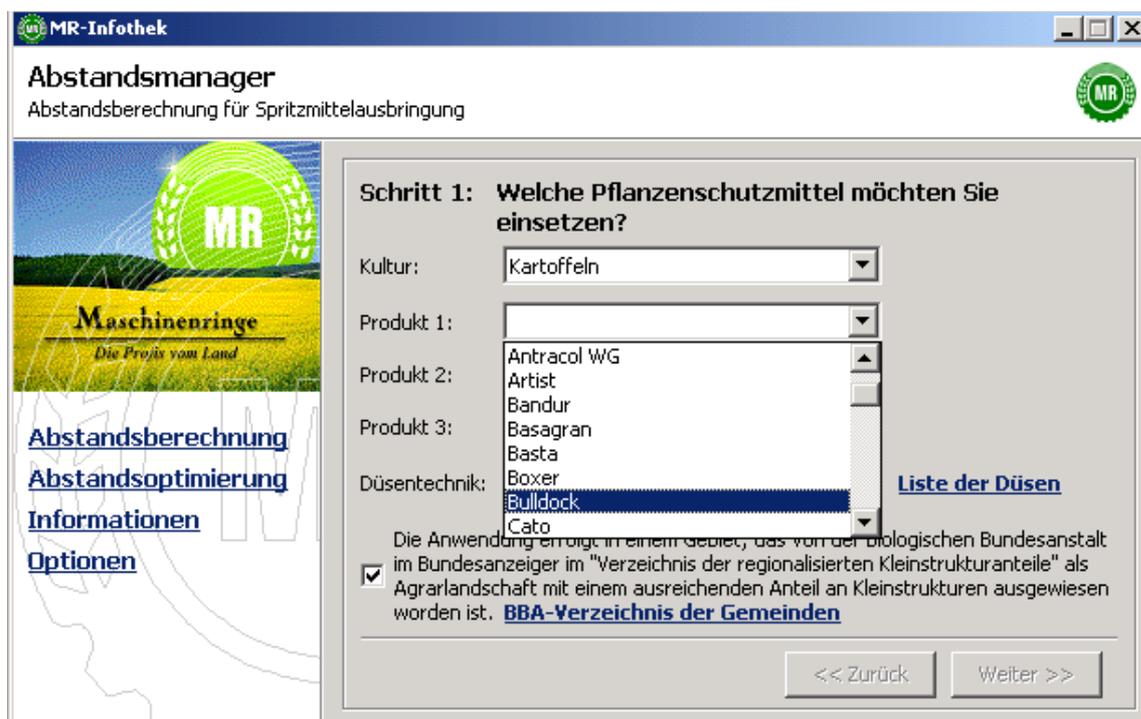


Abb.2: Der MR-Abstandsmanager – ein PC-Programm zur Ermittlung der Abstandsauflagen im Pflanzenschutz



Abb. 3: Ergebnis einer Auswertung durch den MR-Abstandsmanager

Für die Fortführung der Gewässerabstandsauflagen wurden durch ENZIAN ET AL. (2002) Überlegungen vorgestellt, GIS-basierte Risikokarten zu erstellen, die auf der Basis des Triftpotenzials landwirtschaftlicher Flächen die Abstandsauflagen bestimmen sollen. Diese Weiterentwicklung der Gewässerabstandsauflagen wird eine Pflanzenschutzausbringung ohne GPS-Ortung nicht mehr ermöglichen, da dann einzelchlagspezifische Berechnungen zugrunde gelegt werden müssen, die nur noch durch den Bordcomputer zu verarbeiten sein werden.

3. Precision Farming – Welche Vorteile haben bayerische Landwirte davon?

Nach AUERNHAMMER ET AL. (2002) werden laut Definition durch Precision Farming Standortheterogenitäten in einem Schlag durch Teilschlagbildung in Managementzonen für gezielte Bestandsführungsmaßnahmen berücksichtigt. Dies setzt nach Erfahrungen in Pilotprojekten Schlaggrößen größer 3 – 10 ha voraus, die in Bayern nur in manchen Gebieten vorhanden sind.

Im Wesentlichen verspricht die Teilschlagtechnologie Vorteile im Hinblick auf den angemessenen Aufwand an Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutz sowie eine gleichmäßigere Ernte- und Produktqualität (N-Sensor) (Abb. 3). Die dafür in Aussicht

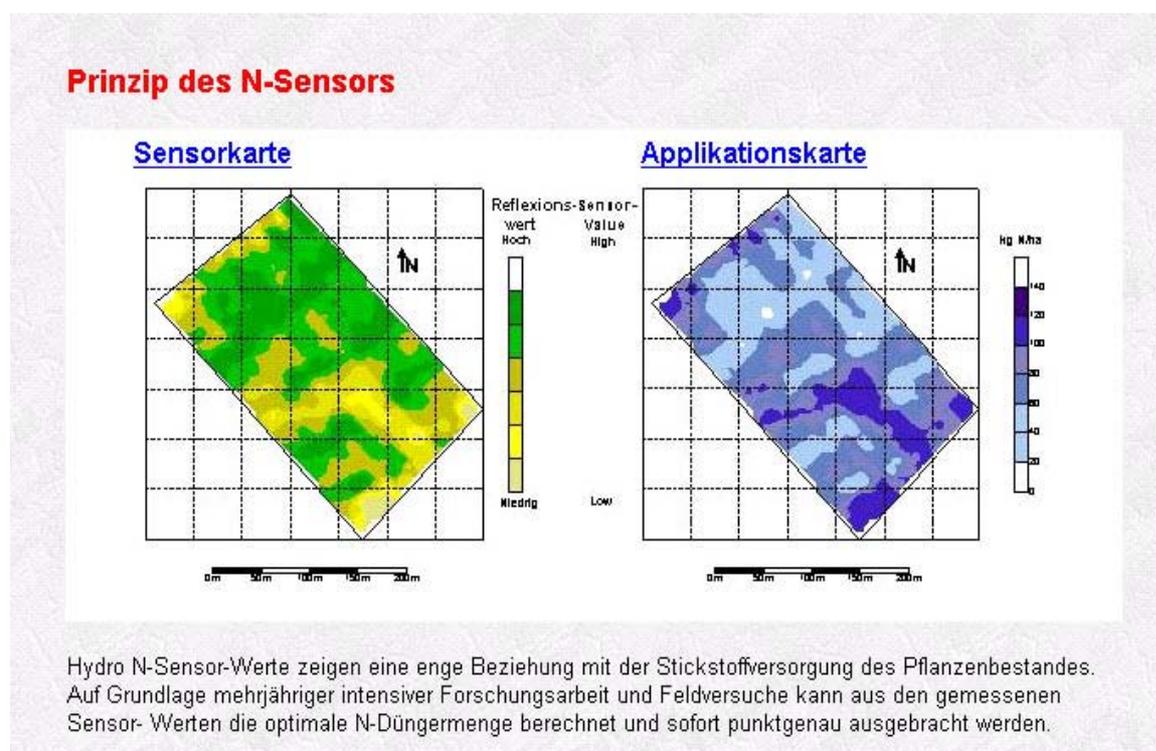


Abb. 3: Prinzip des N-Sensors und daraus resultierende Applikationskarte (Norsk-Hydro)

gestellten Vorteile dürften sich bei Getreidepreisen von 8 – 10 €/dt im Bereich von 10 – 30 €/ha bewegen und werden wahrscheinlich durch den kostenmäßigen Mehraufwand für die Anschaffung und den Betrieb der GPS- und GIS-Technologie aufgezehrt. In Verbindung mit den durchschnittlich zu geringen Flächen- und Betriebsgrößen in Bayern erklärt dies auch die nur zögerliche Verbreitung der Teilschlagtechnologie in den kleinstrukturierten Gebieten Westdeutschlands. Voraussetzung für eine breitere Einführung ist die Erhöhung der Schlaggrößen. Dies kann entweder im Rahmen eines Flurbereinigungsverfahrens oder durch virtuelle Flurzusammenlegung geschehen. Häufig haben die Verpächter landwirtschaftlicher Flächen nur eine geringe Bereitschaft, sich an teuren Flurbereinigungsverfahren zu beteiligen, da sich in der Praxis unterschiedliche Grundstücksgrößen nur bei extremen Größen im Pachtpreisniveau niederschlagen und die strukturellen Nachteile durch den Bewirtschafter zu tragen sind. Deshalb stellt insbesondere die virtuelle Flurbereinigung, die Eigentumsverhältnisse nicht berührt, einen kurzfristig machbaren Lösungsansatz dar. Die GPS-Technologie wird dabei zunächst zur Einmessung der Flurgrenzen und zur Zuordnung von tatsächlichen Ernteerträgen zum jeweiligen Teilstück eingesetzt.

4. Die Hauptgründe für GPS- und GIS-Einsatz in der Praxis

Nach den in der Fachpresse teilweise euphorisch dargestellten Möglichkeiten der Ertragskartierung bei Getreide als Grundlage für Precision Farming ist eine zunehmende Veränderung der Motivationslage für den GPS-Einsatz in der Praxis zu erkennen.

Dabei kristallisieren sich zunehmend folgende Einsatzschwerpunkte heraus:

1. Flächenvermessung zur Absicherung staatlicher Transferzahlungen.
2. Dokumentation der Ausbringung von Dünger und Pflanzenschutz (Einhalten gesetzlicher Auflagen).
3. Einsatz von GPS in der landwirtschaftlichen Logistik.
4. GPS-Einsatz in der „Virtuellen Flurbereinigung“ zur Flächenabgrenzung und Abrechnung der Ernteerträge.

4.1 Flächenvermessung zur Absicherung staatlicher Transferzahlungen

In der Maschinenringpraxis ist derzeit das Vermessen von Naturschutzflächen für die Unteren Naturschutzbehörden der größte Einsatzumfang für die GPS-Technologie. Dabei finden sowohl an Schlepper oder Kleinfahrzeuge angebaute als auch mobile Geräte (z.T. PALM-Geräte) Verwendung. Ziel der exakten Vermessung ist die Berechnung der Ausgleichs- und Entschädigungszahlungen im Rahmen vom Vertragsnaturschutz. Ein sehr großer Teil der Vermessungen erfolgt überbetrieblich nach Vermittlung und Einsatzplanung durch den MR. Ähnliches gilt bei der Flächenerfassung für die Ermittlung der EU-Ausgleichszahlungen. Der Dienstleistungsbereich in

diesem Segment ist allerdings bereits stagnierend, da offensichtlich ein größerer Teil der problematischen Flächenstücke erfasst ist. Da ab dem Jahr 2005 Flächenprämien durch die EU nur auf der Basis von Orthophotos gewährt werden sollen, ist die amtliche Agrarverwaltung in Deutschland derzeit dabei ein „FIS-Invecos-GIS“ aufzubauen, um die für die Beantragung notwendigen technischen und softwaremäßigen Rahmenbedingungen zu schaffen. Im Zusammenhang mit der Diskussion nach dem Mid-Term-Review von Kommissar Fischler stehen auch Überlegungen im Raum, die Flächenprämien auf Betriebsprämien umzustellen. Diese Rahmenbedingungen lassen mittelfristig einen Rückgang der GPS-Flächenvermessungen erwarten.

4.2 Dokumentation der abstandsgenauen Ausbringung von Dünger und Pflanzenschutz

Die Notwendigkeit der Beweisführung durch die Auftragnehmer überbetrieblicher Pflanzenschutzausbringung, entlang von Büschen oder Gewässern die richtigen Abstände eingehalten zu haben, ergibt sich erst seit wenigen Jahren. Mit dem Vegetationsjahr 2002 wurden erstmalig durch die staatliche Agrarverwaltung intensivere Kontrollen über die Einhaltung der Abstandsaufgaben angekündigt. Gleichzeitig wurden neben den Gewässerabständen auch Abstandsflächen zu Nichtzielflächen durch die Zulassungsbehörden definiert. Diese Kontrollen gehen einher mit Fass- und Bodenproben. Konsequenzen nicht eingehaltener Auflagen sind Kürzungen von Flächenprämien sowie Androhung von Bußgeld. Gleiches gilt für die Düngerausbringung entlang von Gewässern.

Damit liegt der monetäre Aspekt eines möglichen Fehlverhaltens teilweise höher als der zu erwartende Vorteil der jeweiligen Düngungs- oder Pflanzenschutzmaßnahme. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wird die GPS-Technologie im Zusammenhang mit Pflanzenschutz- und Düngerausbringung rasch breite Akzeptanz finden, insbesondere bei Lohnunternehmern und größeren MR-Dienstleistern. Es wird darum gehen, die genauen Fahrspuren entlang von Gewässern und Hecken aufzuzeichnen.

4.3 Einsatz von GPS in der landwirtschaftlichen Logistik

Paradebeispiel für bereits praxisüblichen GPS-Einsatz ist die Zuckerrübenrode- und Abfuhrlogistik mit ZR-WIN-GIS. Vor der Rodesaison werden die Rübenflächen eines MR-Gebietes auf der GIS-Oberfläche in der MR-Geschäftsstelle erfasst. Anhand dieser Daten lässt sich dann ein optimierter Rodeplan mit den dazugehörigen Anfahrtswegen erstellen. Dieser Plan wird dann über das Funktelefonnetz auf das Terminal des Roderers überspielt. Der Roderer sieht auf seinem Bordcomputer visualisiert den übermittelten Vorschlag. Da der Rübenroder selbst mit GPS ausgestattet ist, kann die tatsächlich gerodete Fläche, die Lage des Rübenhaufens usw. erfasst

werden. Am Ende eines Rodetages schickt der Fahrer diese Daten an die MR-Geschäftsstelle zurück. Dieses ist Grundlage für die Abfuhrplanung der Transportkette mit Verlademaus und LKW.

Einige MR-Geschäftsstellen verwenden das Kartenmaterial gleichzeitig zur Einsatzplanung für weitere Logistikketten wie Feldhäcksler mit Abfuhrkette oder überbetriebliche Gülleausbringung. Insbesondere bei der Einsatzplanung sehr teurer Landmaschinen oder von Arbeitsketten ist die zeitliche und räumliche Koordinierung für die Funktionalität extrem wichtig, da anderweitig hohe Ausfallkosten bzw. teure Standzeiten zu befürchten sind.

4.4 GPS-Einsatz in der Virtuellen Flurbereinigung zur Flächenabgrenzung und Abrechnung der Ernteerträge

Einzelne Pilotprojekte zur Virtuellen Flurbereinigung (Gewannebewirtschaftung) zeigen deutlich den Wunsch der beteiligten Landwirte, Unterschiede in Bodenart und Ertragsfähigkeit ihres Standortes in ihren tatsächlichen Ernteerträgen wieder zu finden. Die Ertragskartierung bei Getreide ist technisch gelöst, so dass die Aufteilung des gesamten Ernteertrages eines Gewannes auf die Bewirtschafter einzelner Flächen als „vertrauensbildende Maßnahme“ fungieren kann. Der Vorteil großer Flächen liegt allerdings weit mehr im effizienten und kostengünstigen Einsatz der Großtechnik. Berechnungen durch die FÜAK (Abb. 5) zeigen, dass allein durch eine Erhöhung der Parzellengröße von 1 ha auf 5 ha fast eine Verdopplung der Flächenleistung einhergeht.

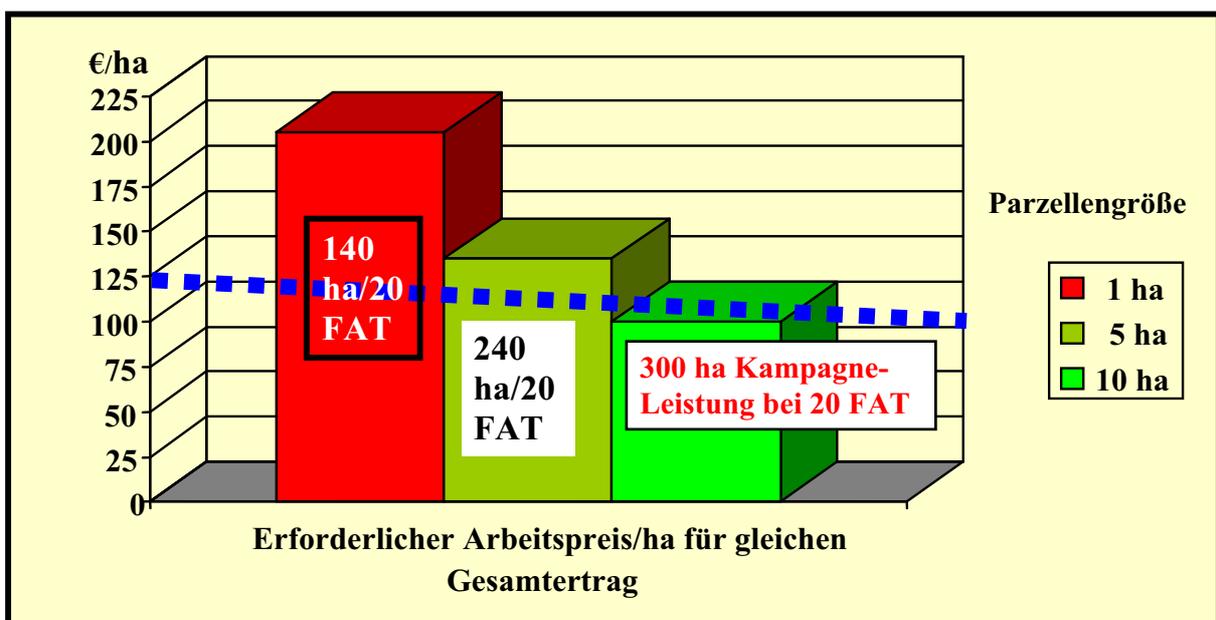


Abb. 5: Einfluss der Schlaggröße auf die Flächenleistung beim Mähdrusch (Dr. W. Pfadler, FÜAK)

5. MR-DokuPlant – das Dokumentationspaket der bayerischen Maschinenringe

Mit MR-DokuPlant wurde ein modular aufgebautes System geschaffen, das dem Landwirt verschiedene Ausbaustufen für seine eigenen handschriftlichen Aufzeichnungen über eine einfache EDV-Erfassung bis hin zu einem umfänglichen Dokumentations- und Planungsinstrument mit GIS-Oberfläche zur Verfügung stellt. MR-DokuPlant wird derzeit in der Testversion geprüft und steht dann zum Vegetationsbeginn interessierten Landwirten, Erzeugergemeinschaften sowie den Maschinenring-Geschäftsstellen zur Verfügung.

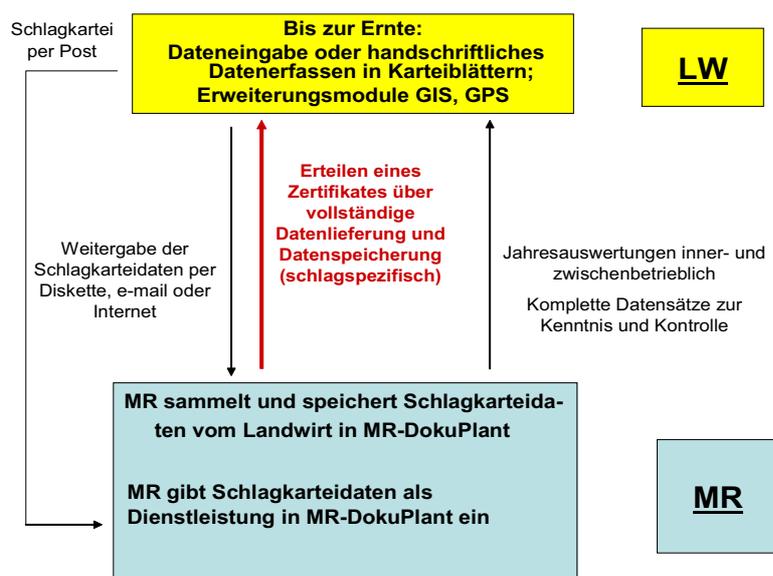


Abb. 6: Ablaufschema der Datenerfassung und Datensicherung in MR-DokuPlant

Die modularen Ausbaustufen (Abb. 6 und 7) sind untereinander kompatibel und können somit beliebig nachgerüstet werden. Die Datenerfassungsblätter sind an die marktüblichen Formulare adaptiert, so dass auch das bisherige Aufschreibe-System eines Landwirts übernommen werden kann. Gleiches gilt für Mitgliedsbetriebe, die jetzt bereits Softwarelösungen für die Schlagkarteiführung auf ihren Betrieben haben.

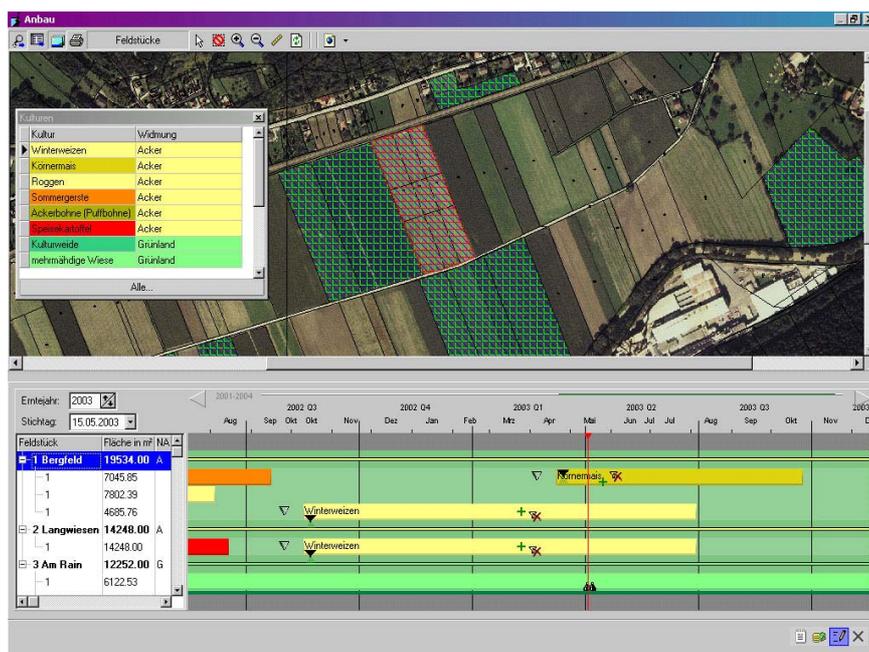


Abb. 7: Erweiterungsmodul in MR-DokuPlant als professionelles Planungs- und Dokumentationshilfsmittel für den Landwirt

Daher ist es in MR-DokuPlant möglich, nach der eigenen handschriftlichen Datenaufzeichnung oder eigenen Dateneingabe durch die Betriebe diese schlagspezifischen Daten neben den überbetrieblich erledigten Arbeiten in das maschinenring-eigene MR-DokuPlant Verwaltungssystem einzupflegen und zentral zu verwalten. Auch auf der Plattform des Dienstleisters MR-Geschäftsstelle sind unterschiedliche Ausbaustufen von MR-DokuPlant möglich. Unterste Ausbaustufe ist die zentrale Datenverwaltung sowie ein einfaches Eingabeprogramm, mit dem die handschriftlich aufgezeichneten Datenblätter in Dienstleistung eingelesen werden können. Mit dieser einfachen Verwaltungsversion sind bereits erste, anonymisierte Auswertungen möglich. In den höheren Ausbaustufen werden dann weiterführende Datenanalysen möglich, von betriebswirtschaftlichen Kalkulationen bis hin zu Planungsstrategien z.B. über schlagübergreifende Bewirtschaftungsformen und deren Auswirkungen auf die Kostenstruktur des Einzelbetriebes. Interessant ist dabei auch die Kombination mit der Abrechnung überbetrieblicher Arbeitserledigung, so dass die Bewirtschaftungsdaten einzelner nicht zweimal eingelesen werden müssen. Die nächste Ausbaustufe beinhaltet ein automatisiertes Einlesen der Applikationsdaten vom Bordrechner in MR-DokuPlant.

6. Zusammenfassung

Die Verwendung der GPS-Technologie in der landwirtschaftlichen Praxis wird in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnen. Die Beweggründe dafür dürften weniger im ursprünglichen Ansatz einer Teilflächenbewirtschaftung liegen, da bei den derzeitigen und zu erwartenden Getreidepreisen in der Größenordnung um 8 – 10 €/dt die erzielbaren Kosten- und Ertragsvorteile den technischen Aufwand nur schwerlich kompensieren können. Als Motive für den Einsatz von GPS in der Landwirtschaft sind eher die Dokumentation der Erfüllung gesetzlicher Auflagen bei Düngung und Pflanzenschutz, der Aufbau von Qualitätssicherungssystemen sowie eine genaue Flächenangabe für die Berechnung von Ausgleichszahlungen zu sehen. Weitere Einsatzschwerpunkte werden sich ergeben aus der Realisierung weiterer Projekte zur Gewannebewirtschaftung, um Ernteerträge und Teilflächen zuordnen zu können sowie in der landwirtschaftlichen Logistik und Einsatzplanung.

7. Literatur

AUERNHAMMER, H., ROTHMUND, M. (2002): Ökogewanne. Workshop Weihenstephan 09.09.2002: Vortrag Prof. Auernhammer.

ENZIAN, S., GOLLA, B., GUTSCHE, V. (2002): GIS-basierte Risikokarten auf der Basis des Triftpotenzials landwirtschaftlicher Flächen zu Oberflächengewässern. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch. 390, S. 141.

Technische Neuerungen im Bereich der Bodenbeprobung

Horst Neuhauser, Manfred Munzert, Karl Wild und Gerhard Rödel

1. Einleitung

Bekanntlich basieren die Empfehlungen für die erste Stickstoffgabe zu Vegetationsbeginn im Frühjahr häufig auf der Ermittlung des aktuellen pflanzenverfügbaren Stickstoffs (HEGE UND VOIT 1993, HEGE ET AL. 2001). Auch die Kooperationsverträge zwischen Wasserversorgern und Landwirten stützen sich auf Stickstoffanalysen, um den N-Status eines Bodens im Herbst festzustellen (KREMB 1999). Das dafür verwendete Standardverfahren ist die N_{\min} -Methode, eine VDLUFA-Methode, welche die Bodenlabors seit über 25 Jahren einsetzen (SCHARPF UND WEHRMANN 1976, DELLER 1999). Leider hat dieses Verfahren aus analytischer Sicht zwei Nachteile:

- Die Probe darf sich auf dem Weg zum Labor nicht erwärmen, da es sonst zur Nitrifikation und damit zu erhöhten Stickstoffwerten kommt. Die Einhaltung der Kühlkette ($< 4\text{ °C}$) ist aber in der Praxis nicht immer sichergestellt.
- Im Labor werden i.d.R. (auch in Bayern) feuchte, wassergesättigte Proben untersucht, von denen nach einem Mühlengang bis zu 50 g analysiert werden. Feuchtproben sind wesentlich schwerer als Trockenproben homogenisierbar. In der Serie ist die genannte Analysenmenge deshalb manchmal nicht repräsentativ für die 1-2 kg angelieferte Probenmenge.

Beide Schwachpunkte des Standardverfahrens können leicht zu Ergebnisverfälschungen führen. Es kommt hinzu, dass der Zeitraum zwischen Probenahme und Düngeempfehlung eng bemessen ist (möglichst innerhalb 1 Woche) und nicht immer eingehalten werden kann, so dass die Landwirte oft ungeduldig auf den Befund warten.

2. Verfahrenstechnische Vorgaben für eine verbesserte Methodik

Auf Grund dieser Schwachstellen haben Chemiker und Pflanzenbauer von der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik folgende Aufgaben gestellt:

- Entwicklung einer Probenahmetechnik für eine reduzierte Probemenge (statt 1-2 kg nur ca. 300 g)
- Entwicklung einer Extraktionstechnik vor Ort für die Extraktion der ganzen Probe bei variabler Bodeneinwaage und kurzer Suspensionsphase (< 10 Minuten)
- Unkomplizierter Versand der Filtratprobe zum Messlabor und Herstellung einer weiteren Filtratprobe als Rückstellprobe
- Anstelle des Filtratversandes Stickstoff-Schnellbestimmung vor Ort.

3. Vorstellung einer neuen Methodik zur Bodenprobenahme und -aufbereitung

3.1 Stand der Technik bei der Bodenprobenahme

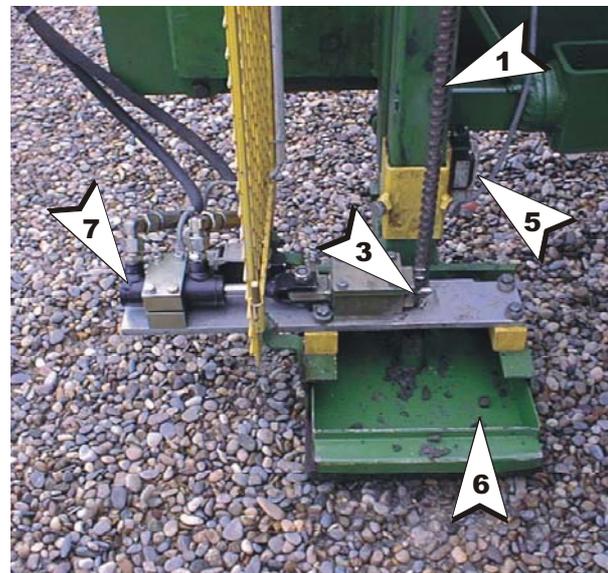
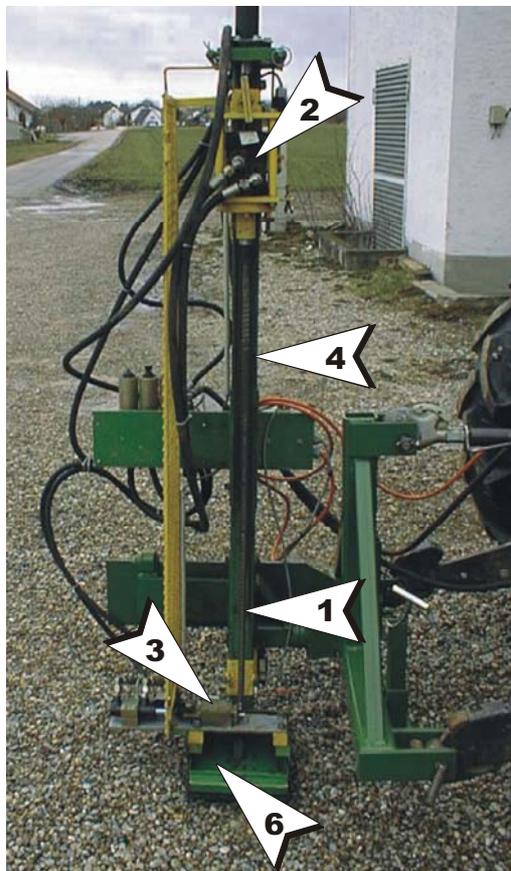
Mittlerweile gibt es verschiedene Hersteller von Geräten zur Bodenprobenahme. Eine Auswahl der verfügbaren Geräte ist in Tabelle 1 dargestellt. Diese unterscheiden sich nicht nur bzgl. des Antriebs sowie der Arbeitstiefe, sondern auch in der gezogenen Bodenprobenmasse bzw. –volumen. Während der Großteil der in Tabelle 1 dargestellten Geräte bei einer Einstichtiefe von 30 cm und 15 Entnahmepunkten eine Probenmasse von ca. 1,5 kg erzeugt, kann mittels eines von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik entwickelten Systems mit einer Bohrspindel diese auf 0,3 kg je Probe reduziert werden.

Tab.1: Geräte zur Bodenprobeentnahme

Hersteller	Verfahren	Einsatzspektrum
Fritzmeier BPEG, 60 Elektro	Bohrspindel, elektrisch	30 o. 60 cm
Fritzmeier BPEG 60 Hydro/HOPEG	Bohrspindel, hydraulisch	30 o. 60 o. 90 cm
BBG Leipzig	Stecher, Anhänger	30 cm
Concord 2000	Spiralbohrer, hydraulisch	30 cm
Concord 2403	Bohrstock, hydraulisch	60 cm
Concord 4803	Bohrstock, hydraulisch	90 cm
Faber	Stecher, hydraulisch	30 cm
Geonor	Bohrstock, hydraulisch	90 cm
Hegewald, Bodenwiesel	Stecher, hydraulisch	30 cm
Hegewald, Bodenmaus	Bohrschnecke, hydraulisch	90 cm
Janssen	Bohrstock, hydraulisch	90 cm
Kubach	Bohrstock, hydraulisch	30 cm
Kubach	Bohrstock, hydraulisch	90 cm
Nietfeld	Bohrstock, elektrisch	90 cm
PeGaTec 2000	Spiralbohrer, hydraulisch	60 cm
PeGaTec 3000	Spiralbohrer, hydraulisch	90 cm
Rieger	Bohrstock, hydraulisch	90 cm
Satcon, Bodendoktor	Bohrer, hydraulisch	25 cm
Silo-Wolff	Bohrstock, hydraulisch	90 cm
Taurus	Bohrstock, hydraulisch	90 cm
Vindel DK	Stecher, pneumatisch	30 cm

3.2 Bodenprobenahmegerät nach System Weihenstephan

Kernstück des Gerätes (Abbildung 1) ist eine Bohrschnecke mit einem Durchmesser von 16 mm. Mit Hilfe eines Ölmotors wird die Bohrschnecke in den Boden eingedreht. Ein Eingriffelement am Fuße des Gestellrahmens stellt eine Wirkverbindung her, die einem Gewindeeingriff entspricht. Durch diese Zwangsführung der Bohrspindel wird ein gleichmäßiger Vorschub erreicht, so dass Bodenfestigkeit oder -viskosität keine negativen Auswirkungen haben können. Nach dem Eindrehen wird das Eingriffelement automatisch zurückgefahren und die Bohrschnecke mit Hilfe eines Hydraulikzylinders aus dem Boden herausgezogen. Das in den Spindelgängen sitzende Bodenmaterial wird beim nächsten Eindrehen der Bohrschnecke durch die Finger des wieder eingefahrenen Eingriffelements herausgestreift und in Auffangbehälter gefüllt.



- 1 Bohrspindel
- 2 Ölmotor auf Schlitten
- 3 Eingriffelement
- 4 Führungsholm
- 5 Sensor für Beprobungstiefe
- 6 Auffangbehälter
- 7 Hydraulikzylinder zur Betätigung des Eingriffelements

Abb. 1: Bodenprobeentnahmegerät

Die Beprobungstiefe ist bei dem Gerät stufenlos von 0 bis 60 cm einstellbar. Des Weiteren ist eine Probenteilung nach Bodenschichten möglich, so dass beispielsweise für die N_{\min} -Untersuchung das Material der oberen Bodenschicht von 0-30 cm

im ersten Auffangbehälter, der Boden aus der Schicht von 30-60 cm im zweiten Behälter gesammelt wird.

Die Probenziehung ist vollständig automatisiert. Zur Einstellung der Beprobungstiefe und für die Teilung nach Bodenschichten müssen zuvor vom Bediener zwei Schalter in die entsprechende Stellung gebracht werden.

Je nach Bodenmaterial und Anzahl der Einzelproben ergibt sich eine Mischprobe mit etwa 200-400 g.

3.3 Probenaufbereitungstechnik

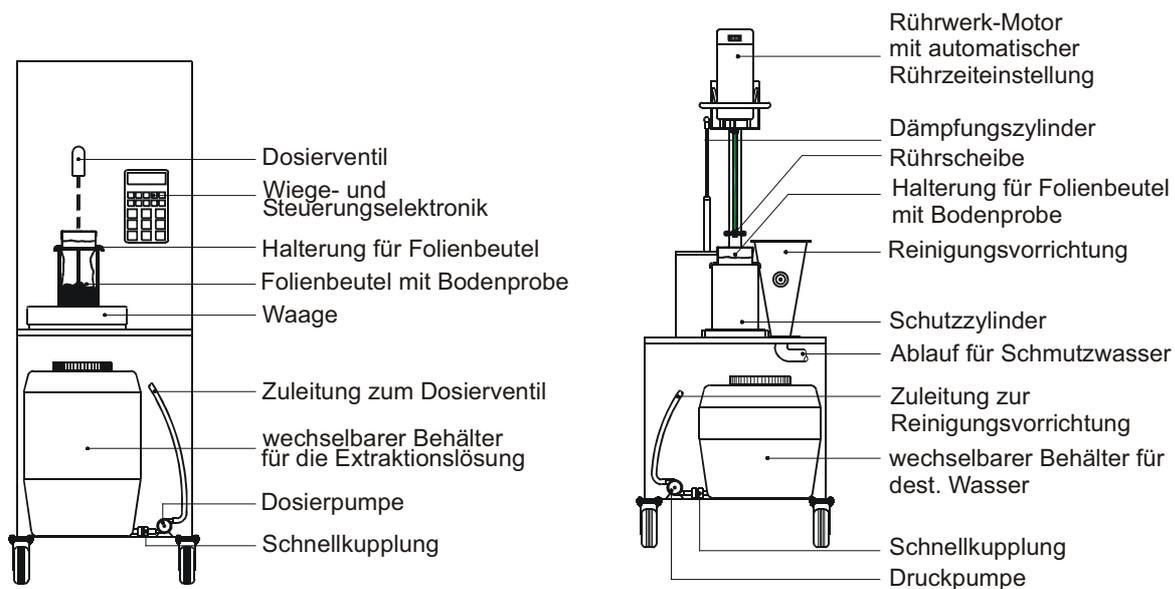
Bisher wird die gewonnene Bodenprobe gekühlt ins Labor gebracht, dort homogenisiert und analysiert, wobei für diese Schritte mehrere Tage erforderlich sein können. Mittels des neu entwickelten Verfahrens ist die Aufbereitung des Bodens vor Ort möglich, wobei dieses System auf einer geringen Bodenprobenmasse, wie sie durch das oben beschriebene Verfahren der Bodenprobeentnahme gewonnen wird, basiert. Für dieses Verfahren sind die in Abbildung 2 dargestellten Geräte erforderlich.

Diese Geräte sind in transportierbare Module geteilt, die mittels eines Kleintransporters zum Einsatzgebiet befördert werden können. Die Aufstellung der Geräte kann in Räumen erfolgen, in denen die Raumtemperatur nicht unter 18 °C beträgt.

Dosiereinrichtung

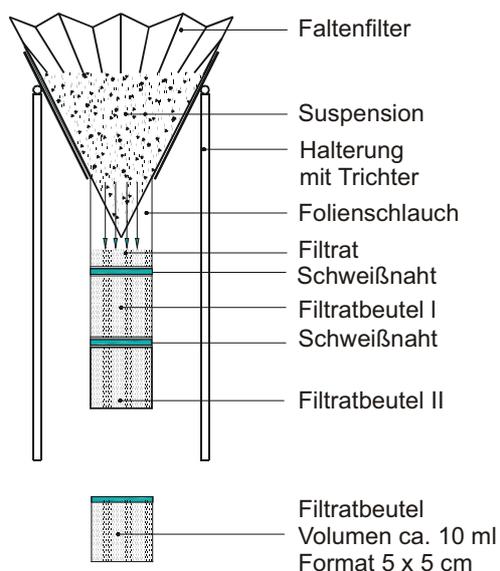
Die gewonnene Probe wird in dem Kunststoffbeutel, in dem sie angeliefert wird, verarbeitet. Das Homogenisieren und das Umfüllen in die sonst üblichen Gefäße entfällt somit. Zur Aufbereitung wird zuerst der Probenbeutel in eine eigens entwickelte Halterung gespannt und danach mit Hilfe eines Tragegestells auf der Waage der Dosierstation platziert (Abbildung 2).

Anschließend wird für die Stickstoffextraktion Calciumchloridlösung hinzugegeben, wobei im Unterschied zur Standardlabormethode nach VDLUFA nur soviel an Extraktionslösung verwendet wird, wie an Boden vorliegt. Auf Knopfdruck beginnt der automatisierte Dosiervorgang, wobei zunächst die Waage das Gewicht der Probe ermittelt. Anschließend wird mit Hilfe einer Kolbenpumpe die Calciumchloridlösung aus einem Vorratsbehälter unterhalb des Waagentisches in den Probenbeutel gepumpt. Damit dies relativ zügig bei einer hohen Dosiergenauigkeit (± 1 g) möglich ist, läuft die Dosierung in zwei Phasen: Zuerst mit einer relativ hohen Fördergeschwindigkeit, bis etwa 90 % der Extraktionslösung in den Beutel dosiert sind, anschließend die restliche Menge mit einer geringeren Geschwindigkeit.



Wiege- und Dosierstation

Aufbereitungsanlage



Trichter mit Folienschlauch und Filtratbeutel

Abb. 2: Geräte zur Bodenaufbereitung vor Ort (Wiege-, Dosier- und Aufbereitungs-Station)

Aufbereitungsstation

Danach wird der mit Boden und Extraktionslösung gefüllte Folienbeutel mit dem Beutelhalter in den Schutzzyylinder in der Aufbereitungsstation eingehängt. Die Aufbereitung erfolgt nicht wie üblich durch Schütteln, sondern durch Rühren (Abbildung 2).

Mit Hilfe eines Elektromotors (3000 Umdrehungen pro Minute) wird eine Dispergierscheibe angetrieben. Nach sieben Minuten Rühren sind selbst die schwersten Böden in die Suspension überführt. Der Motor läuft nach dem Eintauchen in den Beutel automatisch an und schaltet sich nach der über eine Zeitschaltuhr eingestellten Rührzeit ebenso automatisch wieder ab. Zur einfacheren Handhabung des Rührwerkmotors ist ein Dämpfungszylinder eingebaut.

In sehr seltenen Fällen kann es durch die Dispergierscheibe zu einer Beschädigung des Folienbeutels kommen (z.B. bei unsachgemäßem Einhängen des Beutels in den Zylinder). Dies stellt aber kein Problem dar, da das Rühren im Schutzzylinder zu Ende geführt werden kann.

Nach dem Rühren erfolgt die Reinigung der Rührwelle und der Dispergierscheibe in einer Waschanlage. In ihr sind Flachstrahldüsen eingebaut, die nach dem Einführen der Dispergierscheibe automatisch die Reinigung mit destilliertem Wasser durchführen. Da die Suspensionserstellung im Einwegfolienbeutel erfolgt, entfällt das zeit- und wasseraufwendige Säubern des Aufbereitungsgefäßes.

Filtrationseinheit

Die hergestellte Bodensuspension wird anschließend filtriert. Dazu wurde ein spezieller Beutel entwickelt, der eine Verschmutzung des Trichters verhindert (Abbildung 2).

Der Trichterbeutel, der in einem nach unten verschlossenen Folienschlauch endet, wird in den Trichter eingeführt, anschließend ein passender Faltenfilter eingelegt und danach die Suspension eingefüllt. Das Filtrat sammelt sich im Folienschlauch. Sobald eine ausreichende Menge an Filtrat vorhanden ist, wird mit Hilfe einer Folienschweißzange der Folienschlauch abgeschlossen und mit einer Schere abgetrennt. Nachher wird mit einer weiteren Naht in der Mitte des Schlauches das Filtrat aufgeteilt, so dass eine Hälfte (ca. 10 ml) der Analyse zugeführt werden kann und die zweite Hälfte als Rückstellprobe zur Verfügung steht.

Da der Trichterbeutel eine Verschmutzung des Trichters verhindert, ist eine Reinigung nicht erforderlich. Werden Beutel aus biologisch abbaubarem Folienmaterial eingesetzt, so kann der Beutel mit dem Faltenfilter und dem Filterkuchen umweltfreundlich entsorgt werden.

Durch die geringe Menge eines Filtrates benötigt selbst eine Vielzahl an Proben nur ein relativ geringes Lagervolumen. Der Transport der Filtratbeutel (gekühlt oder eingefroren) ins Labor zur Analyse oder die Aufbewahrung der tiefgekühlten Rückstellproben ist deshalb mit sehr viel weniger Aufwand verbunden. Werden die Filtrate vor

Ort mit einem Schnelltest analysiert, so entfällt der Transport ins Labor und die Untersuchungsergebnisse liegen sofort vor.

4. Bewertung der neuen Methodik aus analytischer Sicht

Im Folgenden soll eine Bewertung der Methode in Form eines Methodenvergleichs vorgenommen werden. Eine ausführliche Ergebnisdarstellung findet sich bei MUNSERT ET AL. 2001.

4.1 Extraktionsmethoden im Vergleich

Ein wesentliches Verfahrensmerkmal dieser Schnellmethode ist, dass die mit einem dünnen Spiralbohrer gewonnene Bodenprobe nur noch einen Bruchteil der Bodenmenge bei konventioneller Probenziehung ausmacht (ca. 300-500 g) und dann die gesamte Bodenmenge im Verhältnis 1:1 mit dem Extraktionsmittel nur noch 7 Minuten lang behandelt wird. Beim Standardverfahren wird die 1:10-Extraktion an einer Teilmenge von 20-50 g vorgenommen.

Es wurde geprüft, ob das modifizierte Extraktionsverfahren gegenüber dem Standardverfahren gleichwertig ist, wobei noch weitere Varianten des Standardverfahrens mit abgeändertem Extraktionsverhältnis einbezogen wurden (Tabelle 2).

Tab. 2: Kurzbeschreibung der verglichenen Verfahren

Nr.	Variante	Beschreibung
1	LBP 1:10	20 g Boden + 200 ml CaCl ₂ -Lös., Standardverfahren
2	HVA 1:10	20 g Boden + 200 ml CaCl ₂ -Lös., Standardverfahren
3	LBP 1:5	40 g Boden + 200 ml CaCl ₂ -Lös., Standardverfahren
4	LBP 1:2	40 g Boden + 80 ml CaCl ₂ -Lös., Standardverfahren
5	LBP 1:1	40 g Boden + 40 ml CaCl ₂ -Lös., Standardverfahren
6	WDA 1:1	ca. 300 g Boden + CaCl ₂ -Lös. im Verhältnis 1:1, Rührzeit 7 Minuten, Messung fotometrisch im LBP-Labor, zeitgleich mit Varianten 1, 3-5

In Abbildung 3 werden die mittleren N_{min}-Gehalte dieser 6 Varianten, aufgeschlüsselt nach Bodenschicht 0-30 cm und 30-60 cm sowie als Gesamttiefe 0-60 cm, dargestellt. Die Abweichungen zwischen den Verfahren betragen in der oberen Bodenschicht maximal 2,3 kg N/ha.

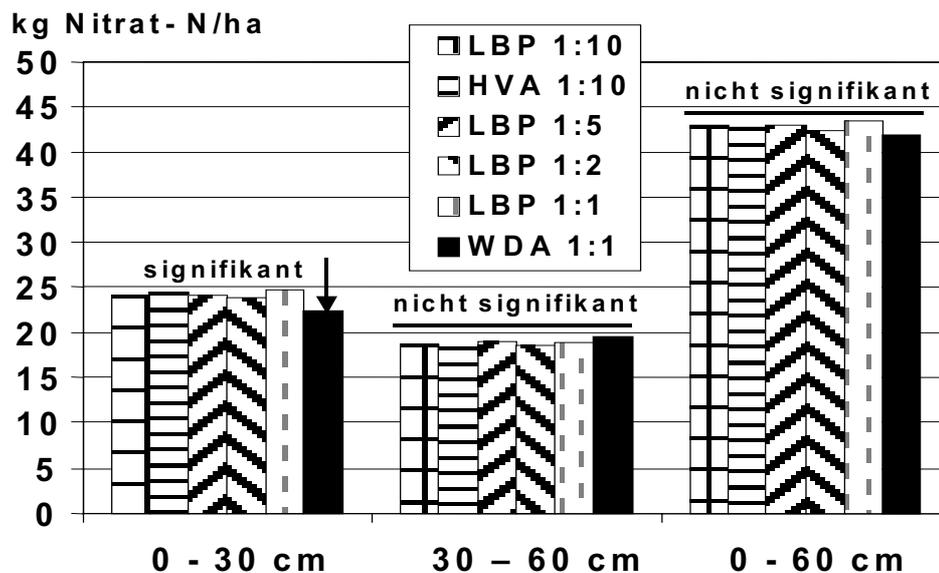


Abb. 3: Mittelwerte von 15 Probenherkünften bei 6 verschiedenen Extraktionsverfahren

Es fällt allerdings auf, dass die herkömmlich aufbereiteten Proben (20-40 g Boden, 1 Stunde geschüttelt) durchweg etwas mehr Stickstoff anzeigen als Variante 6; die Differenzen sind statistisch gesichert. Da die Variante 5 auch eine 1:1 Extraktion darstellt, aber ansonsten standardmäßig aufbereitet wurde, kann die 1:1-Extraktion nicht die Ursache sein. Vielmehr liegt der Schluss nahe, dass bei allen Standard-Varianten (1-5) wegen des längeren Aufbereitungsprozesses die Nitrifikation bereits einsetzte (was nicht erwünscht ist). Die kurze Aufbereitungszeit mit Variante 6 (nur 7 Minuten Rührzeit) schließt dagegen die Nitrifikation aus.

In Abbildung 3 sind auch die Ergebnisse der zweiten Bodenschicht (30-60 cm) dargestellt. Hier treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verfahren auf. Auch dafür gibt es eine Erklärung: Die biologische Aktivität der unteren Bodenschicht ist deutlich geringer als die der oberen, so dass auch beim Standardverfahren keine Nitrifikation einsetzt.

Bei summerischer Bewertung beider Bodenschichten – wie in der Praxis üblich – verwischt sich der Effekt in der oberen Bodenschicht.

Neben den Mittelwerten der Varianten 1-6 interessieren auch noch die Korrelationskoeffizienten. Diese sind in Abbildung 4 aufgeführt.

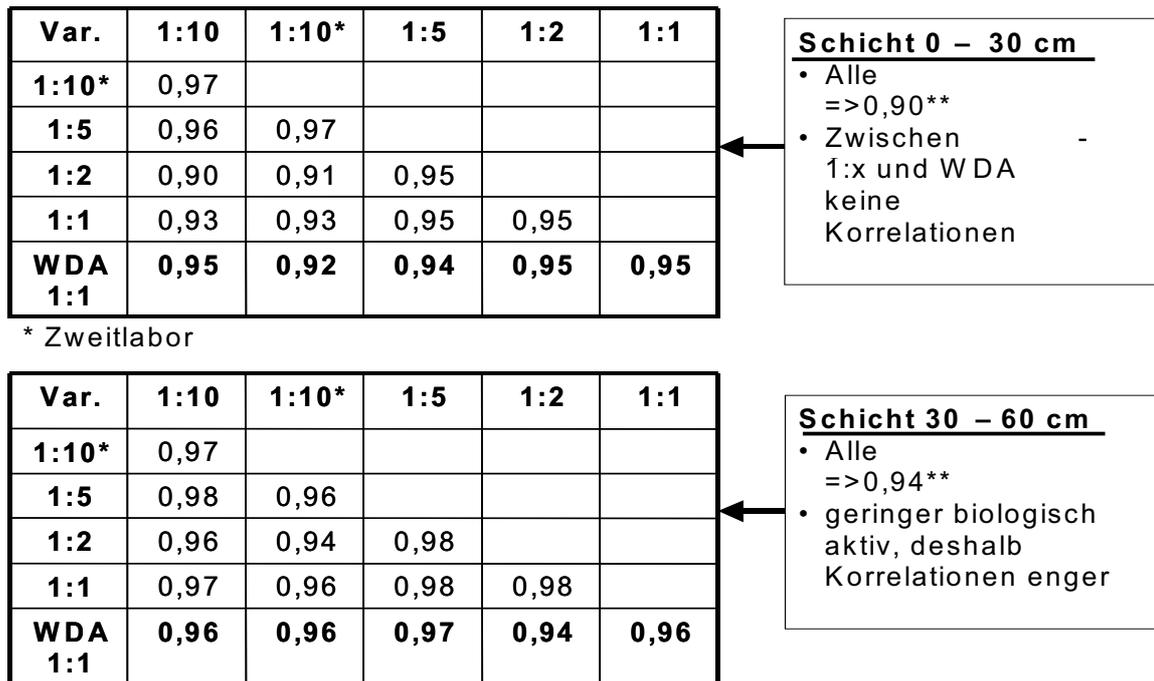


Abb. 4: Korrelation zwischen den Extraktionsverfahren

In der oberen Bodenschicht betragen die Korrelationen in allen Fällen $r \geq 0,90$, wobei die fünf Standardverfahren untereinander auch nicht enger korrelieren wie diese mit dem WDA-Verfahren. In Bezug auf die untere Bodenschicht betragen die Korrelationen sogar mindestens $r = 0,94$. Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass hier wegen der geringeren biologischen Aktivität des Bodens der Analysenfehler geringer ausfällt.

4.2 Vergleich zwischen Labormessung mit Schnellmessung vor Ort

Die mit dem WDA-Verfahren gewonnenen Extrakte können zwar problemlos ins Fachlabor zur standardmäßigen (fotometrischen) Messung verbracht werden, trotzdem liegt es nahe, den 1:1-Extrakt direkt vor Ort zu messen, um einen weiteren Zeitgewinn zu erzielen. Auf dem Markt werden hierfür seit langem Nitrat- und Ammonium-Teststäbchen einschließlich eines Messgerätes (Reflektometer) der Fa. MERCK angeboten.

Mit diesem Testsatz wurden, wie in Abbildung 5 gezeigt, umfangreiche Vergleiche angestellt. Wie die Grafik ausweist, wurden in allen Serien sehr gut übereinstimmende Nitrat-Stickstoffmengen festgestellt. Die Korrelationen zwischen beiden Messsystemen sind zum Teil extrem eng und liegen stets bei $r > 0,90$.

Auch Ammonium-Messungen sind mit dem Testsatz von MERCK möglich. Es wurden bei niedrigen (Regelfall!) wie auch bei hohen Gehalten (Ausnahmefall) sowohl in Bezug auf den Mittelwert wie auf die Korrelation sehr gute Übereinstimmungen festgestellt. Man muss aber wissen, dass Ammonium-Messungen mit dem Teststäbchen sehr zeitaufwändig sind: eine Messung dauert 8 Minuten (bei Nitrat nur 1 Minute).

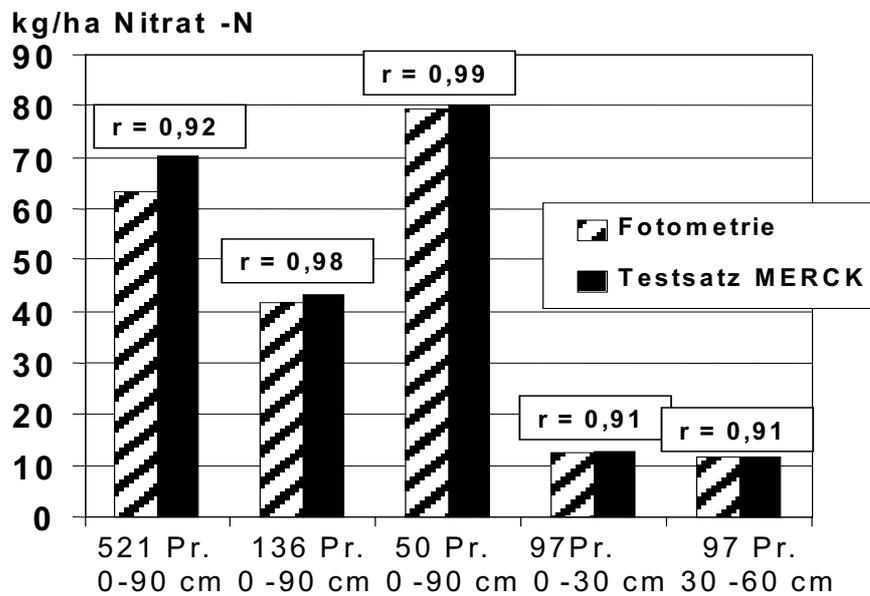


Abb. 5: Mittelwerte und Korrelation von fünf Untersuchungsserien, fotometrisch und mit Testsatz MERCK gemessen

4.3 Einsatzbedingungen beachten

Bevor das Resümee aus diesem Methodenvergleich gezogen wird, muss noch auf zwei unverzichtbare Einsatzregeln für das WDA-Gerät bzw. die Teststreifen von MERCK hingewiesen werden:

- Die Bodenfiltratgewinnung und die Messung des Stickstoffs mit den Teststreifen müssen bei Zimmertemperatur (ca. 20 °C) vorgenommen werden. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass es in kalten Räumen (< 10 °C) zu erheblichen Fehlbeträgen beim Nitrat und Ammonium kommt. Auf diesen Tatbestand weist auch der Hersteller der Teststreifen hin.
- Bei der von uns benutzten 1:1 Extraktion muss wegen des relativ hohen Anteils der Bodenwassermenge an der Gesamtflüssigkeitsmenge ein Korrekturfaktor bei der Ermittlung der Stickstoffmenge berücksichtigt werden. Er beträgt z.B. bei einem TS-Gehalt des Bodens von 80 % 1,176 und bei einem TS-Gehalt von 83 % 1,15. Näheres kann in unserer ausführlichen Methodenbeschreibung nachgelesen werden (MUNZERT ET. AL. 2001).

Darüber hinaus sind auch bei dieser Vor-Ort-Methode Qualitätssicherungsmaßnahmen zu ergreifen. Es muss auf jeden Fall von jeder Bodenprobe eine Filtratrückstellprobe für eventuell bzw. stichprobenweise Nachmessungen vorgesehen werden. Außerdem sollte im Falle des Einsatzes des Teststreifens nach jeder 10. – 20. Messung eine von einem Fachlabor hergestellte Kontrolllösung eingesetzt werden; nur wenn das MERCK-Messgerät diesen Kontrollwert innerhalb eines bestimmten Toleranzbereiches bestätigt, dürfen die Messungen fortgesetzt werden. Ansonsten ist die Messzelle zu reinigen bzw. nach einer sonstigen Störungsursache zu suchen.

4.4 Bewertung der Methode

Aus analytischer Sicht bestehen keine Bedenken gegen die vorgestellte modifizierte, für den dezentralen Einsatz konzipierte N_{\min} -Methode. Es hat sich gezeigt, dass

- die Filtratgewinnung mit dem WDA-Gerät zumindest zu gleichwertigen, eher zu noch exakteren Ergebnissen als mit dem Labor-Standardverfahren führt,
- die Schnellmessung des Filtrats mit dem Testsatz von MERCK direkt vor Ort für Düngeempfehlungen hinreichend genaue Ergebnisse liefert und
- die Methode qualitätssichernde Maßnahmen vorsieht bzw. erlaubt (Filtratrückstellprobe, Kontrollproben in der Serie).

Die Methode hat nach unserer Einschätzung gegenüber dem Standardverfahren einen ganz wesentlichen Vorteil: Statt einer physikalischen Homogenisierung und Teilanalyse der Probe wird die gesamte angelieferte Bodenmenge suspendiert, so dass eine absolut vollständige Homogenisierung stattfindet und dieser Teil der Analytik fehlerfrei erfolgt.

Das WDA-Gerät wurde bisher von zwei Erzeugerringen des Landeskuratoriums für pflanzliche Erzeugung im praktischen Einsatz erprobt. Es wird berichtet, dass das Gerät unkompliziert, benutzerfreundlich und störungsunanfällig ist. Die Anlernphase für die Bedienperson ist kurz. Auch die Zwischenlagerung der kleinen Filtratproben im Kühl- oder Gefrierschrank ist problemlos möglich. Die Anwender berichten allerdings, dass die Vorteile des WDA-Verfahrens erst voll zum Tragen kommen, wenn auch die Messung vor Ort stattfindet. Damit kann Zeit für die Erstellung der Düngeempfehlung gewonnen werden.

Bezüglich der Genauigkeit der Teststäbchen und des Reflektometers ist noch zu ergänzen, dass auch die Fachgruppe II (Bodenuntersuchung) des Verbandes deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) in einer Untersuchung bestätigt hat, dass die Messmethode sowohl für die Nitrat- wie auch für die Ammoniumbestimmung hinreichend genau ist (BOYSEN, SCHRIFTL. MITT. 2001).

5. Zusammenfassung

Für die Bodenbeprobung wurde ein technisches Verfahren entwickelt, mit dem entgegen bisheriger Standardverfahren die zu ziehende Bodenprobenmasse auf 0,3 kg pro Probe reduziert und die Herstellung der Extraktionslösung für die Analyse vor Ort hergestellt werden kann.

Wesentlich ist, dass die gesamte Bodenprobe im Verhältnis 1:1 (Boden/Extraktionsmittel) kurz, aber vollständig suspendiert und eine zweite Filtratprobe als Rückstellprobe aufbewahrt wird. Statt einer Filtratmessung im Fachlabor ist auch eine Schnellmessung mittels Teststreifen vor Ort vorgesehen.

Ein Ergebnisvergleich mit der VDLUFA-Standardmethode der Fachlabors ergab, dass mit dieser, für den dezentralen Einsatz gedachten Extraktionsmethode gleiche Ergebnisse (Mittelwerte, enge Korrelationen) erzielt werden. Die Methode schließt Homogenisierungsfehler bei der Probenaufbereitung aus und verhindert auch bei biologisch sehr aktiven Böden die unerwünschte Nitrifikation; insofern arbeitet sie eher zuverlässiger als die Labormethode.

Es konnte auch der Nachweis erbracht werden, dass mit dem Schnelltestsystem der Fa. MERCK (Teststreifen und Reflektometer) das Filtrat auch sofort an Ort und Stelle mit hinreichender Genauigkeit für Zwecke der Erstellung einer Düngeempfehlung gemessen werden kann. Allerdings sollte man bestimmte Qualitätssicherungsmaßnahmen für die Extraktmessung vorsehen.

6. Literatur

DELLER (1999): Bestimmung von mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) in Bodenprofilen (N_{\min} -Labormethode). – In: VDLUFA-Methodenbuch, Bd. 1, Methode A 6.1.4.1. VDLUFA-Verlag Darmstadt.

HEGE, U., OFFENBERGER, K. UND KÖNIG, H. (2001): Zehn Jahre N-Monitoring. – Bodenkultur und Pflanzenbau (Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau) 1/01, S. 47 – 55.

HEGE, U. UND VOIT, K. (1993): Vier Jahre Düngeberatungssystem für Stickstoff (DSN). – Schule und Beratung 04/93, S. III-7 bis III-11.

KREMB, S. (1999): Auswertung bayerischer Kooperationsverträge zwischen Wasserversorgern und Landwirten. – Schule und Beratung 12/99, S. III-1 bis III-5.

MUNZERT, M., RÖDEL, G., WURZINGER, A., HÖRMANSPERGER, L., WILD, K., NEUHAUSER, H., HEGE, U. UND OFFENBERGER, K. (2001): Bodenfiltratgewinnung und –messung vor Ort – eine Fortentwicklung der N_{\min} -Methode. – In: Bodenkultur und Pflanzenbau (Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau) 1/01, S. 185 – 194.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN (VDLUFA) (2001): Methodenbuch, Band 1: Die Untersuchung von Böden, Darmstadt.

WILD, K., NEUHAUSER, H., RÖDEL, G. UND FRITZMEIER, U. (2001): Bodenbeprobungsgerät und Aufbereitungsstation für die Bodenfiltratbestimmung „vor Ort“. VDI-MEG Tagung „Landtechnik 2001“. Hannover 09-10.11.2001 S. 235-240. Düsseldorf, VDI-Verlag.

WILD, K., SCHURIG, M. UND RÖDEL, G. (1997): A new system for soil sampling and fast analysis of nitrate. ASAE Paper 97-5070.

Entwicklungen im Freilandgemüseanbau in Niederbayern

Reinhard Kindler

1. Standort

Mit einer Gesamtanbaufläche von **4927 ha** (Stat. Landesamt April 2001) befindet sich in Niederbayern das Gebiet mit der größten Anbaufläche für Gemüse in Bayern (Abb. 1). Etwa 45 % der bayerischen Freilandgemüsefläche (11966 ha) liegen im hiesigen Raum. Dominiert wird der Freilandgemüsebau von den Gemüsearten, Einlegegurken, Zwiebeln und Weiß-/Rotkohl, die fast 2/3 der Gesamtfläche abdecken.

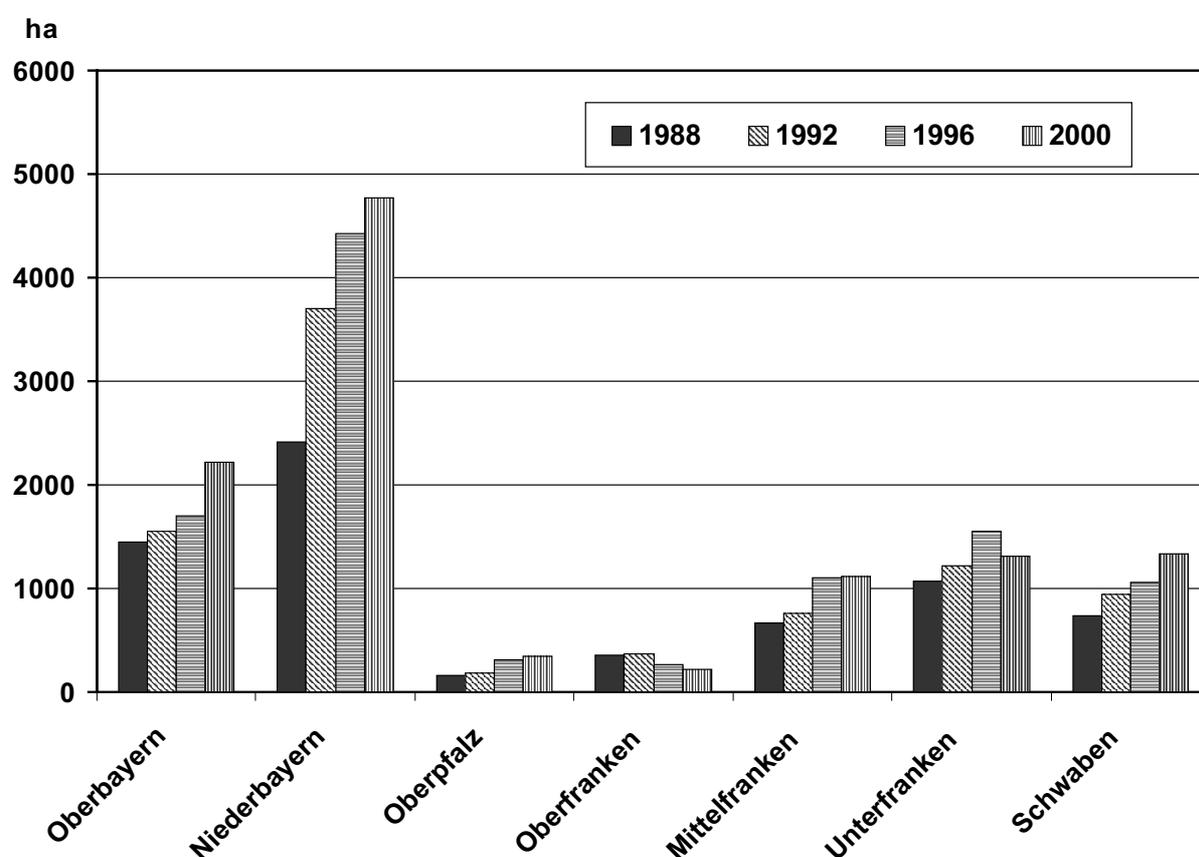


Abb. 1: Gemüseanbau in Bayern, Freilandflächenentwicklung in den Regierungsbezirken 1988 - 2000 (Quelle: Stat. Landesamt München, 2000)

Die Anbauflächen der wichtigsten Hauptkulturen in Niederbayern sind in Abb. 2 und 3 dargestellt. Die Schwerpunkte des Anbaues liegen im Gebiet Landau (Einlegegurken, Blumenkohl, Gurken, Sellerie, Rote Bete), im Vilstal (Einlegegurken, Sellerie, Blumenkohl), im Raum Osterhofen-Plattling (Einlegegurken, Weiß- u. Blaukraut, Zwiebeln, Chinakohl) und im Gebiet Straubing (Zwiebeln, Weiß- und Blaukraut, Chinakohl).

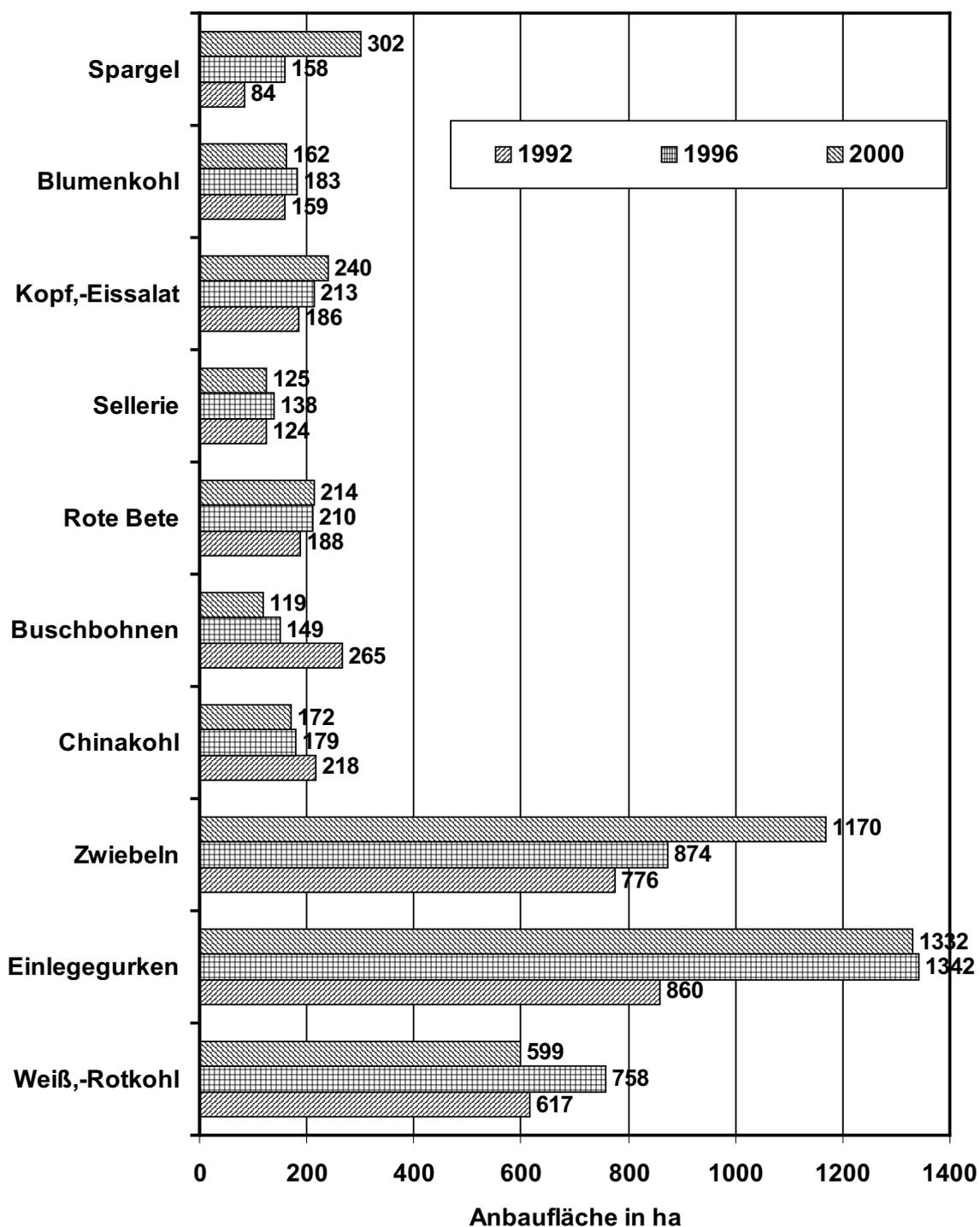


Abb. 2: Anbaufläche wichtiger Gemüsearten in Niederbayern (Quelle: Stat. Landesamt München, 2000)

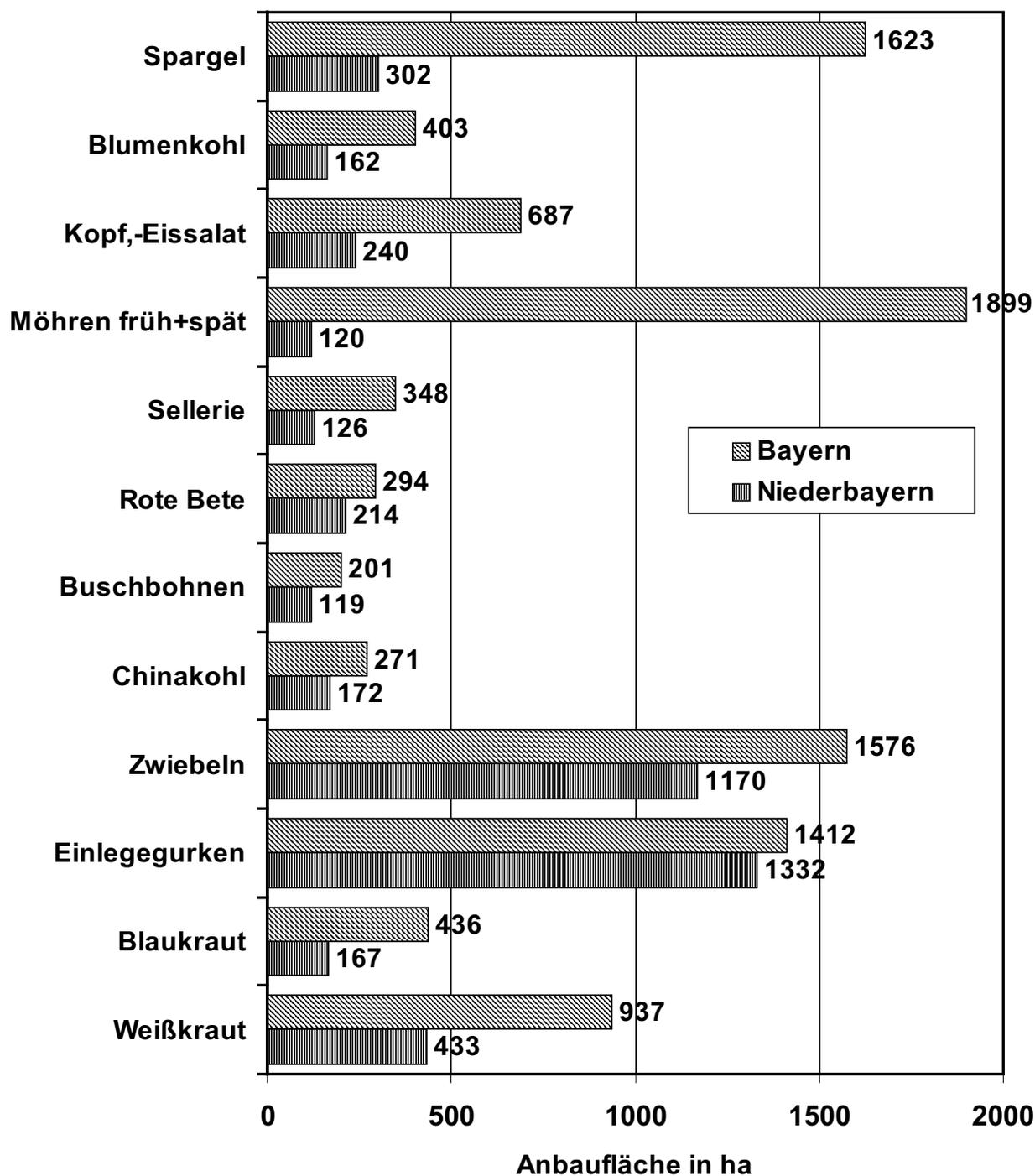


Abb. 3: Anteil wichtiger Gemüsearten, Vergleich Niederbayern-Bayern 2000 (Quelle: Stat. Landesamt München, 2000)

Im Bereich der gartenbaulichen Erzeugung (ohne Dienstleistung, Vermarktung, Verarbeitung) sind in Niederbayern ca. 1500 Betriebe tätig mit ca. 4.500 Stammarbeitskräften und ca. 10.000 Saison-Arbeitskräften (letztere überwiegend im Gemüsebau).

Der Gemüseanbau hat sich einschließlich den vor- und nachgelagerten Bereichen (z. B. Hersteller von Spezialmaschinen, Verarbeitungsindustrie) zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor entwickelt.

Das Freilandgemüse wird in Niederbayern überwiegend in landw. Betrieben erzeugt. Dies ermöglicht eine Fruchtfolge mit landwirtschaftlichen Kulturen und verringert zusätzlich die Gefahr des Humusabbaus in viehlos wirtschaftenden Ackerbaubetrieben. Die Übergänge zwischen der gärtnerischen und landwirtschaftlichen Erzeugung mit Gemüsebau sind fließend.

2. Probleme

- Konzentration im Lebensmitteleinzelhandel
- Zersplittertes Angebot auf der Erzeugerseite
- Hohe Importquote: Importware ist nicht unbedingt billiger, aber im „Handling“ zuverlässiger
- Gesetzliche Rahmenbedingungen (**Pflanzenschutz**, Arbeitskräftebeschaffung, Wasserschutz usw.) unterliegen ständigen Veränderungen
- Massiver Konkurrenzdruck durch andere deutsche Anbaugebiete.

3. Lösungsansätze seitens der Beratung

- Konzentration des Angebots durch **Förderung der regionalen Marktstruktur**. In den letzten fünf Jahren wurden seitens des Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten Investitionen im Gemüseverarbeitungs- und Vermarktungsbereich in Höhe von ca. 30 Mio. € gefördert. Die Impulse und die Erstberatung gingen hierfür vom Sachgebiet Gartenbau der Regierung von Niederbayern aus.
- Zusammenarbeit mit den regionalen Marktpartnern (Handel und Verarbeitungsindustrie), Durchführung von Gesprächen und **Veranstaltungsreihen** mit Repräsentanten des überregionalen **Obst- und Gemüsehandels** zur Verbesserung der Absatzchancen für den niederbayerischen Gemüsebau.
- Gründung und Betreuung eines **Arbeitskreises** für **Bayer. Speisezwiebelmarkter** sowie Erarbeitung von Kooperationsmöglichkeiten.
- Mitwirkung oder Federführung bei **Marketingkonzepten**, wie z. B. „Abensberger Qualitätsspargel“, „Bayernland-Zwiebelland“, „Sauer macht Power“ u. a.

- Schaffung der entsprechenden Voraussetzungen für das **QHB-Zeichen**, d.h. Erarbeitung entsprechender Erzeugungsrichtlinien im Rahmen des kontrolliert-integrierten Anbaus **für die Erzeuger** sowie entsprechender Richtlinien für die Aufbereitung dieser Produkte bei der **Verarbeitung bzw. Sauerkonservenindustrie**.
- **Neu:** Mitwirkung bei Einführung des **Qualitätssicherungssystems Obst -und Gemüse** („geprüfte Qualität“) in Zusammenarbeit mit dem Bundesausschuss Obst- und Gemüse, dem LKP (Kontrollstelle) sowie den zuständigen Fachministerien.
- **Neu:** Hilfestellung bzw. Leitung von Gesprächskreisen bezüglich der Gründung einer Erzeugerorganisation gemäß VO (EG) 2200/96 unter Einbeziehung aller im Gemüsemarkt Beteiligten d.h. Erzeuger sowie Vermarkter.

4. Informationsgrundlagen für die Erzeuger

- **Produktentwicklung:** Mitwirkung bei der Erstellung eines leistungsfähigen Sortiments sowie umweltgerechter Kulturverfahren (z.B. umweltgerechte Düngung, abbaubare Mulchfolien im Gurkenanbau usw.) durch ein gezieltes **Versuchswesen**. Die Versuche werden seitens der Gemüsebauberatung in Zusammenarbeit mit der bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Praxisbetrieben nach den Richtlinien des Bundessortenamtes durchgeführt (Tab. 1).
- **Pflanzenschutz:** intensive Untersuchungen für Anerkennungen im Bereich der **Lückenindikation** (Wirksamkeit, Verträglichkeit, Rückstandsuntersuchungen), Mitwirkung beim bundesweiten Rückstandsprogramm des sog. **AK-Lück** u.a. bei Einlegegurken, Zwiebeln, Buschbohnen, Chinakohl und Kohlarten.
- Einsparung von Pflanzenschutzmitteln durch gezielten **Warndienst**. Hierzu müssen von allen Gemüsebauberatern die Teststandorte regelmäßig begutachtet werden.
- **Zusammenarbeit mit der Wissenschaft:** seitens des Sachgebietes Gartenbau werden z.T. mehrmals jährlich an der TU und FH Weihenstephan Diplomarbeiten zu Spezialfragen vergeben. Hinzu kommen Forschungsaufträge die zusammen mit der LWG formuliert und ggf. seitens des Bayer. Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten gefördert werden. So wurden z. B. das Projekt umweltgerechte ressourcensparende Bewässerungssysteme, sowie Untersuchungen zur Qualität und Standfestigkeit bei Einlegegurken, auf den Weg gebracht.

Tab. 1: Gemüsebauversuche in Niederbayern, Stand 2002

Frischgemüse
<ul style="list-style-type: none">• Salat-Exaktversuch (13 lausresistente Kopfsalat- und 4 lausresistente Eissalat-Sorten)• Kopfsalat-Exaktversuch (Resistenz bei Falschem Mehltau, 9 Sorten)• Kopfsalat-Schauversuch• Melonen-Schauversuch• Zucchini-Schauversuch
Industriegemüse
<ul style="list-style-type: none">• Einlegegurken parthenokarp Exaktversuch zur Qualitätssteigerung mit verschiedenen Bewässerungssystemen und Düngungsarten• Einlegegurken parthenokarp Sortenversuch (16 Sorten)• Weißkraut-Exaktversuch (10 Sorten)• Weißkraut-Schauversuch (22 Sorten)• Zwiebel-Exaktversuch (24 Sorten)• Zwiebel-Mulchsaatversuch• Zwiebel- Exaktversuch Pflanzung für Ökoanbau (4 Sorten)• Winterzwiebel-Schauversuch Pflanzung für Ökoanbau (4 Sorten)• Buschbohnen-Schauversuch (8 Sorten)• Möhren Schauversuch (9 Sorten)

5. Informationstransfer

Der Transfer der Informationen in die Praxis wird durch folgende Maßnahmen erreicht:

- Straubinger Vortragsreihe, Zwiebel- und Gurkentage
- Seminarreihen
- Arbeitskreise
- Feldbegehungen
- Schriftliche Informationen, z.B. das sog. „**Gelbe Heft**“ das jährlich neu aufgelegt und an die Erzeuger verkauft wird
- EDV-Düngeberatung
- Gemüsebaulicher Unterricht an landwirtschaftlichen Fachschulen
- Einzelbetriebliche Beratung
- Neu: Erstellung eines Internetangebotes speziell für die Zielgruppe.

6. Erfolge

Insgesamt hat sich in Niederbayern der Anbau von Freilandgemüse sehr dynamisch entwickelt und ist zu einer **wichtigen Einkommensalternative für landwirtschaftliche Betriebe** geworden. Niederbayern hat sich in den letzten Jahren zu einem der **größten Anbauggebiete für Sommerzwiebel** in der Bundesrepublik entwickelt. Im Bereich **Einlegegurken** ist Niederbayern zum **wichtigsten Anbau- und Vermarktungszentrum in Europa** geworden.

Veröffentlichungen der Landtechnik Weihenstephan 2001/2002 (01.10.2001 – 30.09.2002)

Auernhammer, H.:

GPS - heute und morgen. - In: Wintertagung 2001: EU-Erweiterung - Probleme, Herausforderungen, Chancen. Wien: Ökosoziales Forum Österreich 2001, S. 94-102.

Auernhammer, H.:

Micro-precision-farming (TP I-3). - In: Zwischenbericht -preagro-: Adelschlag, Münchenberg, Weihenstephan 2001, S. 37-44.

Auernhammer, H.; Demmel, M.; Spangler, A.; Ehrl, M.:

Die elektronische Gerätekkennkarte IML. – In: Landtechnik 57 (2002), H. 1, S. 40-41.

Auernhammer, H.:

Prozesssteuerung und Prozessautomatisierung in der Pflanzenproduktion. - In: Agrarinformatik (Hrsg. Doluschitz, R., Spilke, J.) Stuttgart: Ulmer Verlag 2002, S. 209-241. (ISBN 3-8252-2230-6)

Auernhammer, H.:

Potenziale der automatischen Datenerfassung im landwirtschaftlichen Betrieb. - In: Landtechnik für Profis; Mit mehr Wissen Land bewirtschaften. Tagung Magdeburg, 6.2.2002. Düsseldorf: VDI Verlag 2002, VDI-Berichte 1659, S. 31-45.

Auernhammer, H.:

Precision Farming - Technische Möglichkeiten im Ackerbau. – In: RHG-Gespräche „Nachhaltige Landwirtschaft“, Hannover: RHG Nord 2002, S. 41-58.

Auernhammer, H.; Rothmund, M.:

Micro-precision-farming. - In: Precision Agriculture Herausforderung an integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis. Tagungsband Precision Agriculture Tage, 13.-15.3.2002 in Bonn. Darmstadt: KTBL 2002, S. 447-461.

Auernhammer, H.:

SIG IT 16 - Information Technology. - In: European Society of Agricultural Engineers, Newsletter Spring 2002. Silsoe 2002, pp. 4.

Auernhammer, H.; Rothmund, M.:

Micro-precision-farming (TP I-3). - In: -preagro - Managementsystem für ortsspezifischen Pflanzenbau zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Landwirtschaft und zur Förderung ihrer Umweltleistungen. Zwischenbericht 2001, Adelschlag, Weihenstephan, Münchenberg 2001, S. 37-44.

Auernhammer, H.; Demmel, M.:

Agriculture in Europe - Structures and Trends. CD-ROM .

Auernhammer, H.; Demmel, M.:

Landwirtschaft in Europa - Strukturen und Trends.

<http://www.tec.agrar.tu-muenchen.de/pflanztech/downloads/fitker/>

Auernhammer, H.; Demmel, M.:

Agriculture in Europe - Structures and trends.

<http://www.tec.agrar.tu-muenchen.de/pflanztech/downloads/fitker/>

Auernhammer, H.:

Traktor-Elektronik für Präzisionslandwirtschaft. Schlepper Trends, Bergen/Damme: Agrimedia GmbH 2002, S. 21-26. (ISBN 3-86037-171-1)

Auernhammer, H.:

Präzisionslandwirtschaft unter Nutzung moderner Technologien, Tagungsband 2. Ingenieurtag Sachsen-Anhalt, Magdeburg, S. 81-86.

Auernhammer, H.:

Editorial: Auf ein Wort. Landtechnik Journal 2002, H. 8, S. 9. (ISSN 1619-7208)

Bauersachs, H.; Mempel, H.; Meyer, J.:

Development of process management systems in outdoor vegetable production. Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering 2001. Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Hrsg), Potsdam, Germany. S. 77-81.

Bauersachs, H.; Mempel, H.; Meyer, J.:

Development of an Information Management Software for Horticultural Production Systems. Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering (EurAgEng 2002). Budapest, Hungary, CD (ISBN 9639058157).

Bauersachs, H.; Meyer, J.:

Umweltwirkungen gartenbaulicher Produktionsprozesse. 39. Wiss. Arbeitstagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft e.V. vom 27.02.-01.03. 2002 in Braunschweig. BDGL-Schriftenreihe Bd. 20, S. 130.

Böhm, T.; Hartmann, H.:

Größenverteilung von Holzhackschnitzeln. In: Landtechnik 57, H. 3, S. 152-153.

Boeker, P.; Grotz, W.; Cielejewski, H.:

Ammoniak-Sensoren. – In: Messmethoden für Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung, Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 2001, S. 86-100. ISBN: 3-7843-2130-5

Büscher, W.; Nesper, S.; Gronauer, A.:

Messmethoden zur Luftvolumenstromermittlung in zwangsbelüfteten Ställen. – In: Messmethoden für Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung, Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 2001, S. 110-121. ISBN: 3-7843-2130-5

Cveticanin, D.; Klindtworth, M.; Wendl, G.:

Fuzzy logic – ein neuer Ansatz zur dynamischen Wiegung von Rindern. In: Landtechnik 57 (2002), H. 2, S. 115.

Demmel, M.; Auernhammer, H.:

Umsetzung der Teilschlagtechnik und Erfassung der Qualität der teilschlagvariierten Applikation (Teilprojekt LT2 und LQ3). - In: FAM-Jahresbericht. Neuherberg 2001, FAM-Bericht 48, S. 7-11.

Demmel, M.; Ehrl, M.; Rothmund, M.; Spangler, A.; Auernhammer, H.:

Automated Process Data Acquisition with GPS and Standardized Communication - The Basis for Agricultural Production Traceability. ASAE: Meeting Presentation Chicago 2002, Paper No. 023013 (10 p.).

Demmel, M.; Auernhammer, H.; Ehrl, M.; Stempfhuber, W.; Maurer, W.:

Umsetzung der Teilschlagtechnik und Erfassung der Qualität von teilschlagvariierten Applikationen. - In: FAM Jahresbericht 2001 (Hrsg. Schröder, P., Huber, B., Munch, J.C.). Neuherberg: GSF 2002, FAM-Bericht 53, S. 7-14. (ISSN 0941-9063), 221 S.

Demmel, M.:

Ertragsermittlung im Mähdrescher - Ertragsmessgeräte für die lokale Ertragsermittlung. DLG Merkblatt 303. Hrsg: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Fachbereich Landtechnik, Ausschuss für Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, 2001, 20 S.

Demmel, M.; Auernhammer, H.:

Mehr Transparenz bei der Nahrungsmittelproduktion mit Informationstechnik in der Landwirtschaft. In: Tagungsprogramm und Abstract-Band der 23. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V. am 11./12. Oktober 2001 in Freising. Hrsg. K. Geddrich, TUM, S. 27/28.

Demmel, M.:

Die Krönung des GPS-Einsatzes. In: Land&Forst, Heft 41, 2001, S. 14-17.

Demmel, M.; Hahnenkamm, O.; Peterreins, M.† :

Höhere Erträge durch bessere Standraumverteilung. In: Mais Heft 1, 2002, S. 4-7.

Demmel, M.; Schwenke, T.; Heuwinkel, H.; Locher, F.; Rottmeier, J.:

Ertragsermittlung von Grünland – erste Ergebnisse. In: Landtechnik Heft 3, 57. Jahrgang 2002, S. 146-147.

Demmel, M.; Schwenke, T.; Böck, J.; Heuwinkel, H.; Locher, F.; Rottmeier, J.:

Development and field test of a yield measurement system in a mower conditioner. In: Abstracts of AgEng Conference Budapest 2002, Part 1, Ed. Szent Istvan University, pp 159-160.

Demmel, M.; Schwenke, T.; Böck, J.; Heuwinkel, H.; Locher, F.; Rottmeier, J.:

Development and field test of a yield measurement system in a mower conditioner. EurAgEng Paper Number 02-PA-032, AgEng Budapest 2002.

Demmel, M.; Ehrl, M.; Rothmund, M.; Spangler, A.; Auernhammer, H.:

Automated process data acquisition with GPS and standardized communication – the basis for agricultural production traceability. ASAE Paper No. 023013, ASAE, St. Joseph, MI, USA.

Effenberger, M.; Lebuhn, M.; Wilderer, P.; Gronauer, A.:

Three-stage anaerobic digestion for the destruction of pathogenic organisms in cattle manure. – In: Proceedings of the 3rd International IWA Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Wastes, Garching, 18.-20.09.2002.

Ehrl, M.; Demmel, M.; Auernhammer, H.; Stempfhuber, W.V.; Maurer, W.; Wunderlich, T.:

Spatio-Temporal Quality of Precision Farming Applications. ASAE: Meeting Presentation Chicago 2002, Paper No. 023084 (10 p.).

Fröhlich, G.:

Modellierung, Realisierung und Validierung eines offenen Managementsystems für agrarmeteorologische Messdaten. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan, Freising: Selbstverlag, 2002, 228 S. (Forschungsbericht Agrartechnik VDI-MEG 381)

Fröhlich, G.; Klindtworth, M.; Rossmann, P.; Wendl, G.:

Datenmanagement im EU-weiten Feldversuch zur elektronischen Tierkennzeichnung (IDEA-Projekt). In: Berichte der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Referate der 23. GIL-Jahrestagung in Dresden 2002. Hrsg.: Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (GIL) Kiel, Berlin, Dresden, 2002, S. 63 – 67.

Geischeder, R.:

Jetzt will Holmer auch in Kartoffeln punkten – Vorstellung eines neuen 4r-SF-Bunkerroders der Firma Holmer. – In: Lohnunternehmen (2002) Nr. 9, S. 38 - 39.

Gronauer, A.; Effenberger, M.; Kaiser, F.; Schlattmann, M.:

Biogasanlagen-Monitoring und Emissionsverhalten von Biogas-Blockheizkraftwerken. Abschlussbericht an das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Freising, 2002.

Haidn, B.; Berger, N.; Gruber, V.; Lindenau, G.:

Arbeitszeitbedarf für die Pensionspferdehaltung in landwirtschaftlichen Betrieben. Endbericht zum Forschungsvorhaben des KTBL, Selbstverlag und © 2002: Landtechnischer Verein in Bayern e. V. (61 Seiten)

Haidn, B.; Freiberger, M.:

„Spezialisierte Stallbaulösungen für die Ferkelaufzucht“. Endbericht zum Forschungsvorhaben des KTBL. Selbstverlag und © 2002: Landtechnischer Verein in Bayern e. V. (103 Seiten)

Haidn, B.:

„Schweineproduktion - Haltungssysteme im Kostenvergleich“. Agrarfinanz, H 5, 2002, S. 13-15.

Haidn, B.; Freiberger, M.:

„Stallbaulösungen für die spezialisierte Ferkelaufzucht“. -In: Landtechnik 57 (2002), Nr. 2, S.123.

Haidn, B.; Rittel, L. †:

„Milchviehställe gemäß Ökoverordnung". -In: Agrarfinanz, H 12, 2001, S. 26-28

Harms, J.; Wendl, G.:

Verhaltensmuster von Milchkühen bei unterschiedlichen Umtriebsformen in einem automatischen Melksystem. – In: Landtechnik 57 (2002) Nr. 4, S. 234 – 235.

Harms, J.; Wendl, G.; Schön, H.:

Influence of cow traffic on milking and animal behaviour in a robotic milking system. – In: Proceedings of the first North American conference on robotic milking, Toronto, 20 – 22 März 2002, II-8.

Hartmann, H.; Schmid, V.:

Brennstoffeinflüsse bei Hackschnitzel-Kleinfeuerungen. In Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut (OTTI) (Hrsg.): Zehntes Symposium „Energie aus Biomasse – Biogas, Pflanzenöl, Festbrennstoffe" 22-23. Nov. 2001, Regensburg, Selbstverlag, S. 371-377.

Hartmann, H.; Böhm, T.; Bock, M.:

Measuring Size Distribution of Wood Chips. In: Proceedings of the 12th European Conference and Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, 17-21 June 2002, James&James, London. (in Druck)

Hartmann, H.; Böhm, T.; Bock, M.:

Measuring Bulk Density of Solid Biofuels. In: Proceedings of the 12th European Conference and Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, 17-21 June 2002, James&James, London. (in Druck)

Hartmann, H.; Kaltschmitt, M. (Hrsg.):

Biomasse als erneuerbarer Energieträger – Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen Erneuerbaren Energien. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe", Band 3 (vollständige Neubearbeitung), Landwirtschaftsverlag Münster, 2002. (ca. 700 S., in Druck)

Hartmann, H.:

Techniken und Verfahren – Biomassenutzung: In: Biomasse als erneuerbarer Energieträger – Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen Erneuerbaren Energien. Hrsg.: H. Hartmann; M. Kaltschmitt. Landwirtschaftsverlag Münster, 2002. (Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe", Band 3, Neubearbeitung)

Hartmann, H.; Weiske, A.; Schneider, S.; Fröhlich, N.; Kaltschmitt, M.:

Ökologische Analyse – lokale Umwelteffekte. In: Biomasse als erneuerbarer Energieträger – Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen Erneuerbaren Energien. Hrsg.: H. Hartmann; M. Kaltschmitt. Landwirtschaftsverlag Münster, 2002. (Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe", Band 3, Neubearbeitung)

Hartmann, H.:

Kosten der Energiegewinnung aus Biomasse. In: Biomasse als erneuerbarer Energieträger – Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen Erneuerbaren Energien. Hrsg.: H. Hartmann; M. Kaltschmitt. Landwirtschaftsverlag Münster, 2002. (Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 3, Neubearbeitung)

Hartmann, H. (Hrsg.):

Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.:

Biogene Brennstoffe im Energiesystem. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.; Höldrich, A.:

Bereitstellung von Festbrennstoffen. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.:

Brennstoffeigenschaften und Mengenplanung. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.:

Grundlegendes zur Feststoff-Verbrennung. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.; Roßmann, P.:

Feuerungen und Anlagentechnik. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.; Höldrich, A.:

Wirkungsgrad, Emissionen, Aschequalität. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.; Roßmann, P.:

Rechtliche Anforderungen und Vorschriften. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hartmann, H.:

Kosten der Festbrennstoffnutzung. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (in Druck)

Hornauer, N.; Haidn, B.:

Endbericht zum Forschungsvorhaben „Möglichkeiten und Chancen von Außenklimaställen für Zuchtsauen in Bayern“ des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten. Selbstverlag und © 2002: Landtechnischer Verein in Bayern e. V. (69 Seiten)

Hornauer, N.; Haidn, B.:

„Tierverhalten von Zuchtsauen im Außenklimastall“. In: Landtechnik 57 (2002), Nr. 3, S. 162 - 163.

Hornauer, N.:

„Sauen laufen lassen“. In: Agrarfinanz, Sonderheft Tierhaltung 2001, S. 26-29.

Isermeyer, F.; Breitschuh, G.; Hensche, E.; Kalm, B.; Petersen, O.; Schön, H.:

Agrar- und Ernährungsforschung in Deutschland – Probleme und Lösungsvorschläge. – In: Schriftenreihe des Dachverbandes Wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e.V. (2002), 22 S.

Kirchmeier, H.; Sauter, G.J.:

Erbsensilage für die Kühe? – In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 192 (2002) Nr. 24, S. 27 - 28.

Kirchmeier, H.; Wendl, G.:

Kartoffelernte mit dem Selbstfahrer? Einsatz Erfahrungen aus Bayern. – In: Lohnunternehmen (2002) Nr. 9, S. 16 - 18.

Kissel, R.; Gronauer, A.; Keymer, U.; Schilcher, A.:

Zur Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen als Co-Substrate zur Erzeugung von Biogas. – In Biogas-Journal (2002), Nr. 1, Seite 12 – 18.

Klindtworth, M.; Klindtworth, K.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:

Die elektronische Tierkennzeichnung von Rindern im Praxistest - Ergebnisse zum EU-Forschungsprojekt „IDEA“ (Identification électronique des animaux). - In: Berichte der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Referate der 23. GIL-Jahrestagung in Dresden 2002, Hrsg.: Karl Wild, Rolf A.E. Müller, Ursula Birkner, Band 15, S. 124-127.

Klindtworth, M.; Klindtworth, K.:

Möglichkeiten der elektronischen Tierkennzeichnung von Rindern. Tagung „Rindfleischqualität - Ansprüche des LEH und des Verbrauchers an Qualität und Produktionsübersicht sowie Optimierung der Produktion und der Zucht“ anlässlich des Weidefestivals am 16.08.2002 in Schönbrunn, 3 S.

Klindtworth, M.; Wendl, G.; Klindtworth, K.; Fröhlich, G.; Reimann, W.; Pirkelmann, H.:

Electronic cattle identification – Results of the German Part of the IDEA-project. AEng Budapest 2002, Paper no. 02-AP-008, 6 p.

Klindtworth, M.; Klindtworth, K.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:

Einsatz verschiedener Transpondervarianten bei Rindern (IDEA-Projekt). - In: Landtechnik 57 (2002), H. 4, S. 230-231.

Klindtworth, K.; Trinkl, S.; Wendl, G.:

Effizienz verschiedener Aktivitätssensoren zur Brunstüberwachung bei Milchkühen. - In: Landtechnik 57 (2002), H. 2, S. 86-87.

Kormann, G.; Auernhammer, H.:

Kontinuierliche Inhaltsstoffbestimmung im selbstfahrenden Feldhäcksler. In: Tagung Landtechnik 2001: VDI-Verlag Düsseldorf 200, VDI-Berichte 1636, S. 279-284.

Lenski, B.; Laun, N.; Meyer, J.:

Weed control in organic grown onions. Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering 2002. Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Hrsg), Potsdam, Germany. S. 215-220.

Marutzky, R.; Hartmann, H.; Kaltschmitt, M.; Scheuermann, A.; Schröder, G. (2001):

Moderne Holzfeuerungsanlagen. Hrsg.: Holzabsatzfond, Bonn, Eigenverlag, 2. Auflage, 58 S.

Mempel, H.:

Waschmöhre: Ernte und Marktaufbereitung. Monatsschrift 10/2001, S. 670-671.

Mempel, H.; Bauersachs, H.:

Systemanalytischer Ansatz zur Bewertung der Umweltwirkungen gartenbaulicher Produktionssysteme. In: Logistik: Denk- und Handwerkzeuge, Innovationen, logistische Erfolge. Peter M. Pastors/PIKS (Hg.)- Hampp Verlag, München, Mering. S. 287-290.

Mempel, H.; Bauersachs, H.:

Systemanalytischer Ansatz zur Bewertung der Umweltwirkungen gartenbaulicher Produktionssysteme. Tagungshandbuch zur Frischelogistik-Tagung am 03.07.02. Pastors/PIKS (Hg.) Krefeld. S.79-88.

Meyer, J.; Mempel, H.:

Umweltmanagementkonzept für gartenbauliche Produktionssysteme. 39. Wiss. Arbeitstagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft e.V. vom 27.02.-01.03. 2002 in Braunschweig. BDGL-Schriftenreihe Bd. 20, S. 129.

Meyer, J.:

Video-Based Machine Guidance System. Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering 2002. Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Hrsg), Potsdam, Germany. S. 65-70.

Meyer, J.:

Environment Management Systems in Horticultural Crop Production. Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering 2002. Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Hrsg), Potsdam, Germany. S. 37-44.

Meyer, J.:

Ein Studium – drei Abschlüsse. Deutscher Gartenbau, 2002, S. 18-38.

Meyer, J.:

Semi-automatic Machine Guidance Systems, Proceedings 5th workshop of the EWRS working group: Physical and cultural weed control, S. 287 – 291.

Meyer, J.; Lenski, B.; Laun, N.:

Evaluation of Physical weeders, Proceedings 5th workshop of the EWRS working group: Physical and cultural weed control, S. 267-271.

Miller, J.; Schön, H.:

Neustrukturierung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München. Eigenverlag 2002, 16 S.

Mitterleitner, H.:

Biogasanlagen nicht ausbremsen. – In: dlz 10 (2001), S. 26-30.

Mitterleitner, H.:

BHKW: Zündstrahler contra Gasmotor. – In: Landwirtschaftsblatt Westfalen-Lippe (2002), Nr. 24, S. 23-26.

Mitterleitner, H.:

Zündstrahl- oder Gasmotor? – In: Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe (2002), Nr. 27, S. 29-32.

Mitterleitner, H.:

Stand der Biogastechnik. – In: Qualitätsmanagement für Rapsölkraftstoff, Biodiesel und Biogas. Tagungsband zum 9. C.A.R.M.E.N.-Forum am 08.04.2002 in Straubing. Hrsg.: C.A.R.M.E.N., Straubing. Eigenverlag, 2002, S73-84.

Mpanduji, S.; Wendl, G.; Dihenga, H.O.; Lazaro, L.E.:

Investigation on Tractor Repair Costs under Tansanian Conditions. -In: Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, Vol. 32 (2001), No. 4, pp. 71-75.

Munzert, M.; Wurzinger, A.; Neuhauser, H.; Rödel, G.:

Bodenfiltratgewinnung vor Ort und Nmin – Schnellbestimmung . – In: VDLuFA – Schriftenreihe 2002, 57 Teil 2, S. 354.

Neser, S.; Gronauer, A.:

Gasförmige Emissionen aus Haltungssystemen für Legehennen. -In: Landtechnik 57 (2002), Nr. 2, Seite 91- 92.

Neuhauser, H.; Rödel, G.:

Schneidergerät für Hopfenanbau in Niedrigerüstanlagen. – In: Landtechnik 57 (2002) Nr. 1, S. 20 - 21.

Noack, P.; Muhr, T.; Demmel, M.:

Langzeitstudie zur Bestimmung von Fehlern während der georeferenzierten Erfassung von Ertragsdaten auf Mähdreschern. Tagung Landtechnik 2001: VDI-Verlag 2001, VDI-Berichte 1636, S.243-247.

Remmele, E.:

Der Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff. -In: Qualitätsmanagement für Rapsölkraftstoff, Biodiesel und Biogas - Tagungsband zum 9. C.A.R.M.E.N.-Forum. Hrsg.: C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing: Eigenverlag, 2002, S. 11-20.

Remmele, E.; Breun, J.; Rocktäschel, A.; Widmann, B.A.:

Filtration von kaltgepresstem Rapsöl aus dezentralen Anlagen. - In: Landtechnik 57 (2002), Nr. 3, S. 154-155.

Remmele, E.; Widmann, B.A.; Breun, J.; Rocktäschel, A.:

Reinigung kaltgepresster Pflanzenöle aus dezentralen Anlagen. Forschungsbericht für das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München: Landtechnischer Verein in Bayern e.V. 2002.

Remmele, E.:

Technologie-, Wissenstransfer und Beratung für die Praxis im Bereich Gewinnung, Qualitätssicherung und technische Nutzung von Pflanzenölen (N/00/17) - Tätigkeitsbericht. Freising: Eigenverlag Landtechnik Weihenstephan, 2002, 12 S.

Remmele, E.; Widmann, B.A.:

Wissenstransfer und Beratung im Bereich Gewinnung, Qualitätssicherung und Nutzung von Pflanzenölen. - In: Schule und Beratung, Nr. 10, S. IV-1 bis IV-5

Remmele, E.:

Eigenschaften von Rapsölkraftstoff und Qualitätssicherung. -In: Rapsölkraftstoff in Traktoren und Blockheizkraftwerken - Internationales Expertenforum 25.-26.02.2002, Straubing. Hrsg.: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum Nachwachsende Rohstoffe. Straubing: Eigenverlag, 2002. (im Druck)

Remmele, E.; Widmann, B.A.; Wilharm, T.:

Measurement of the Cetane Number of Rapeseed Oil Fuel Using the Fuel Ignition Analyser. -In: 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 17-21 June 2002, Amsterdam - Proceedings. Hrsg.: W. Palz., 2002. (in press)

Remmele, E.; Widmann, B.A.:

Clarifying of Cold Pressed Rapeseed Oil to Use as a Fuel for Adapted Diesel Engines. -In: 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 17-21 June 2002, Amsterdam - Proceedings. Hrsg.: W. Palz., 2002. (in press)

Rittel, L. †; Haidn, B.:

Milchviehhaltung gemäß Ökoverordnung. -In: Agrarfinanz 49 (2001), S. 26-28.

Rittel, L. †; Haidn, B.:

„Milchviehställe für konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe" 537 KByte In: Milchviehhaltung - tiergerecht und zukunftsorientiert. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung am 08.11.2001 in Marktoberdorf. Hrsg.: Wendl, G., Freising: 2001, S. 37-51. (Landtechnik-Schrift Nr. 13, zu beziehen im Onlineshop des Landtechnischen Vereins in Bayern e.V.)

Rothmund, M.; Auernhammer, H.; Demmel, M.:

Eine Gemeinde umfassende Gewannebewirtschaftung in Zeilitzheim. Landtechnik 57 (2002), H. 1, S. 10-11.

Rothmund, M.; Demmel, M.; Auernhammer, H.:

Nutzung von Informationen aus der automatischen Prozessdatenerfassung. Landtechnik 57 (2002), S. 148-149.

Rothmund, M.; Auernhammer, H.:

Mehrjährige Ergebnisse der Gewannebewirtschaftung in Zeilitzheim. In: Tagung Landtechnik 2002. Düsseldorf: VDI-Verlag 2002, S. 169-176. (VDI-Berichte 1716; ISBN 3-18091716-4)

Rothmund, M.; Auernhammer, H.; Demmel, M.:

First results of transborder-farming in Zeilitzheim (Bavaria, Germany) In: Abstracts of AgEng Conference Budapest 2002, Part 1, Ed. Szent Istvan University, pp 284-285.

Rothmund, M.; Auernhammer, H.; Demmel, M.:

First results of transborder-farming in Zeilitzheim (Bavaria, Germany) EurAgEng Paper Number 02-RD-006, AgEng Budapest 2002.

Samraus H. H.; Schön, H.; Haidn, B.:

„Tiergerechte Haltung von Rindern". In: Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Hrsg.: Wolfgang Methling und Jürgen Unshelm, Berlin Parey Buchverlag 2002 S. 281-332.

Sauter, G.J.; Kirchmeier, H.:

Großpackenpressen – Power bei Fahrwerk und Pressdichte. – In: Lohnunternehmen (2002) Nr. 6, S. 24 - 26.

Sauter, G.J.; Kirchmeier, H.; Neuhauser, H.:

Ernte von Luzerneheu mittels Schwadwendeverfahren. – In: Landtechnik 57 (2002) Nr. 4, S. 202 - 203.

Sauter, G.J.; Kirchmeier, H.; Geischeder, R.; Rödel, G.:

Roden von Meerrettich. – In: Landtechnik 57 (2002) Nr. 4, S. 204 - 205.

Schlauderer, R.; Mempel, H.; Herold, Ch.; Weinhold, F.:

Life Cycle Assessment in Carrot Production. Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering 2001. Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Hrsg), Potsdam, Germany. S. 53-58.

Schlauderer, R.; Mempel, H.; Weinhold, F.:

Comprehensive Environmental Assessment of Processes or Products - Life-Cycle-Assessment at the Example of Carrot Production and Processing. Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering (EurAgEng 2002). Budapest, Hungary, CD-ROM. (ISBN 9639058157)

Schön, H.:

Verabschiedung Präsident Dr. Ruppert – Grußworte -. – In: Schriftenreihe der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 5 (2001) Nr. 1, S. 15-16.

Schröder, O.; Depta, G.; Krahl, J.:

FTIR-Spektroskopie (Langweggaszellen- und Offenpfad-Messung) . – In: Messmethoden für Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung, Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 2001, S. 77-85. (ISBN: 3-7843-2130-5)

Schwenke, T.; Auernhammer, H.:

GPS-Ausfälle vermeiden. Landtechnik 57 (2002), S. 206-207.

Spangler, A.; Demmel, M.; Auernhammer, H.:

LBSlib als Open Source für Jedermann. In: Tagung Landtechnik 2001: VDI-Verlag Düsseldorf 200, VDI-Berichte 1636, S. 101-108.

Strehler, A.:

Der Stand der Feuerungstechnik für Holzbrennstoffe. In: Symposium Energieholz. Freising: Eigenverlag 2001, S. 46-54. (LWF-Bericht Nr. 30, ISSN 0945-8131)

Strehler, A.:

Woher kommen wir - wohin gehen wir? Energie aus Biomasse vor 10 Jahren, heute und in 10 Jahren. In: Energie aus Biomasse - Biogas, Pflanzenöl, Festbrennstoffe. Festvortrag anlässlich des 10. Symposiums des OTTI Energie-Kolleg am 22. und 23. November 2001 in Kloster Banz. Regensburg. Eigenverlag: 2001, S. 325-330. (ISBN 3-934681-17-4)

Strehler, A.:

Sammelmappe zu Information zur Wärmeengewinnung aus Biomasse. Freising-Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landtechnik 2002.

Strehler, A.:

Öde Klimaaussichten. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Jhrg. 192 (2002), Nr. 3, S. 35-37.

Thuneke, K.; Widmann, B.A.:

Betriebssicherheit von pflanzenölbetriebenen Blockheizkraftwerken. - In: Landtechnik 56 (2001), Nr. 5, S. 334-335.

Thuneke, K.; Widmann, B.A.:

Betriebs- und Emissionsverhalten von Pflanzenöl-BHKW. -In: Energie aus Biomasse - Biogas, Pflanzenöl, Festbrennstoffe. Zehntes Symposium des OTTI Energie-Kolleg am 22. und 23. November 2001 in Kloster Banz. Hrsg.: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI). Regensburg, ISBN 3-934681-17-4: Eigenverlag, 2001, S. 253-257.

Thuneke, K.; Remmele, E.; Widmann, B.A.:

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Leitfaden. Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern 170. München: Hrsg. und Druck Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 2002, 66 S.

Thuneke, K.; Kern, C.; Widmann, B.A.:

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Teil 1. Bd Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern 171. München: Hrsg. und Druck Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 2002, 110 S.

Thuneke, K.; Link, H.; Widmann, B.A.; Remmele, E.:

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Abschlussbericht. Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern 175. München: Hrsg. und Druck Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 2002, 159 S.

Thuneke, K.:

Betriebsverhalten und Emissionen von rapsölbetriebenen Blockheizkraftwerken - Ergebnisse von Untersuchungen aus Deutschland. -In: Rapsölkraftstoff in Traktoren und Blockheizkraftwerken - Internationales Expertenforum 25.-26.02.2002, Straubing. Hrsg.: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum Nachwachsende Rohstoffe. Straubing: Eigenverlag, 2002. (im Druck)

Thuneke, K.; Hartmann, H.:

Stationäre Nutzung von Pflanzenölen. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Hrsg.: H. Hartmann. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Gülzow, 2002. (im Druck)

Thuneke, K.; Widmann, B.A.:

Operation and Emission Characteristics of CHP-Plants, Fuelled with Rapeseed Oil. -In: 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 17-21 June 2002, Amsterdam – Proceedings. Hrsg.: W. Palz., 2002. (in press)

Wendl, G.; Klindtworth, K.; Trinkl, S.:

Nur für Mitglieder – Was Selektionstore bei der Gruppenfütterung leisten. – In: dlz 2001, H. 11, S. 90 – 95.

Wendl, G. (Hrsg.):

Milchviehhaltung – tiergerecht und zukunftsorientiert. - In: Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan, der ALB Bayern und des LKV Bayern, Marktoberdorf, 8. November 2001. Freising: Selbstverlag, 2001, 110 S. (Landtechnik-Schrift 13)

Wendl, G.; Klindtworth, K.; Harms, J.; Klindtworth, M.:

Entwicklungen in der Prozesstechnik in den Bereichen Identifizierung, Brunstüberwachung und automatisches Melken. –In: Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan, der ALB Bayern und des LKV Bayern, Marktoberdorf, 8. November 2001. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 2001, S. 65 – 84. (Landtechnik-Schrift 13)

Wendl, G.; Schön, H.:

Technik in der Rinderhaltung (Techniques for animal husbandry). - In: Jahrbuch Landtechnik (Yearbook Agricultural Engineering). Hrsg: J. Matthies u.a. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 2002, S. 175 - 181. (Band 14)

Wendl, G. (Hrsg.):

Milchviehhaltung – tiergerecht und zukunftsorientiert. - In: Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Fachtagung der Landtechnik Weihenstephan, der ALB Bayern und des LKV Bayern, Weiden, 28. Februar 2002. Freising: Selbstverlag, 2002, 106 S. (Landtechnik-Schrift 13/2, 2. Auflage)

Wendl, G.; Klindtworth, K.; Harms, J.; Klindtworth, M.:

Entwicklungen in der Prozesstechnik in den Bereichen Identifizierung, Brunstüberwachung und automatisches Melken. –In: Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Fachtagung der Landtechnik Weihenstephan, der ALB Bayern und des LKV Bayern, Weiden, 28. Februar 2002. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 2002, S. 87 – 106. (Landtechnik-Schrift 13/2, 2. Auflage)

Wendl, G.:

Nachruf Dr. Leonhard Rittel. –In: Landtechnik 57 (2002) H. 3, S. 136.

Widmann, B.A.; Glamser, S.; Luther, R.; Seyfert, C.H.:

Neuartiges Schmiersystem auf Rapsölbasis für Motoren durch kontinuierliche Ölauffrischung (System Plantotronic). -In: Conference: Agricultural Engineering - Tagung Landtechnik 2001 am 9. und 10. November in Hannover. Hrsg.: VDI-MEG. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2001, S. 305-310.

Widmann, B.A.; Thuneke, K.:

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke im Alpengebiet - Erhebung des technischen Standes und Folgerungen. -In: Energie aus Biomasse - Biogas, Pflanzenöl, Festbrennstoffe. Zehntes Symposium des OTTI Energie-Kolleg am 22. und 23. November 2001 in Kloster Banz. Hrsg.: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI). Regensburg, ISBN 3-934681-17-4: Eigenverlag, 2001, S. 258-262.

Widmann, B.A.; Remmele, E.; Thuneke, K.; Martinov, M.:

Primena biljnih ulja kao goriva i maziva - stanje i perspektive. Non-Food use Vegetable Oils - Status and Prospectus. -In: Savremena poljoprivredna tehnika - Contemporary Agricultural Engineering. XXVIII Simpozijum „Poljoprivredna tehnika“. Hrsg.: Jugoslovensko naučno društvo za poljoprivrednu tehniku. Novi Sad: Stamparija „Litostudio“, 2002, S. 4-13.

Widmann, B.A.:

Rapsöl trennt Beton von der Verschalung. -In: Nachwachsende Rohstoffe - Mitteilungen der Fachbereichsarbeitsgruppe. Hrsg.: BLT Wieselburg. Wieselburg: Eigenverlag, 2002, S. 5.

Widmann, B.A.; Thuneke, K.:

Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke im Alpengebiet - Technik und Betriebs-
erfahrungen. -In: 2. Internationales Fachseminar „Umweltgerechte Ver- und Ent-
sorgungskonzepte für Berg- und Schutzhütten“, 1. und 2. 03.2002, Benediktbeuren
- Tagungsband. Hrsg.: Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Osnabrück: Eigenverlag,
2002. (im Druck)

Wiedemann, M.; Wendl, G.:

Einfluss der Grundfütterration auf Tier- und Melkverhalten beim automatischen
Melken. -In: Landtechnik 57 (2002) Nr. 4, S. 232 – 233.

Wiedemann, M.; Wendl, G.; Schön H.:

Effects of Energy and Protein Content in Basic Feed on Milking and Cow Behav-
iour in Automatic Milking Sytems. -In: Proceedings of the first North American con-
ference on robotic milking, Toronto, 20. – 22. März 2002, III-93.

Wild, K.; Neuhauser, H.; Rödel, G.; Fritzmeier, U.:

Bodenbeprobungsgerät und Aufbereitungsstation für die Bodenfiltratgewinnung
„vor Ort“ . - In: VDI – MEG Tagung Landtechnik 2001, Hannover, 9./10. November
2001. Hrsg. VDI – Verlag GmbH Düsseldorf, 2001, S. 235 - 240.

Wild, K.; Neuhauser, H.; Rödel, G.; Fritzmeier, U.:

A soil sampling device and a preparation station for gaining soil filtrates „on site“.
AGEng Budapest 2002, Paper no. 02-SW-026, 291-292 p.

Anzahl der gehaltenen Vorträge 2001/2002 (01.10.2001 – 30.09.2002)

Autor	Inland	als Coautor im Inland	Ausland	als Coautor im Ausland
Auernhammer	25	8	2	
Bauersachs	1	1	1	
Demmel	6	5	1	3
Ehrl	1		1	1
Fröhlich	1	1		
Geischer		1		
Gronauer	5	4	3	
Grotz	3	1		
Haidn	5	2	1	
Harms	1	2	1	
Hartmann	2	1		
Hornauer	2			
Kirchmeier	1			
Klindtworth, M.	3	2	1	
Klindtworth, K.		4		1
Mempel	1	1	1	2
Neser	3			
Meyer	6		1	1
Mitterleitner	8			
Neuhauser	1	1		
Remmele	6			1
Rödel		1		
Rothmund	14	2	1	1
Sauter	1	1		
Schön	14	1		1
Schwenke	1		3	
Strehler	25		2	
Thuneke	4			1
Trinkl	1			
Wendl	7	3		2
Widmann	28			1
Wiedemann	1			
Vorträge gesamt	177	42	19	15

Ernennungen, Auszeichnungen, Ehrungen 2001/2002

Baumeister, A.:

Verleihung der AUGUST FÖPPL-MEDAILLE für vorbildliche Leistungen auf dem Gebiet der Lehrlingsausbildung, Technische Universität München

Brandl, M.:

Auszeichnung als Kammersieger der Handwerkskammer München und Oberbayern

Remmele, E.:

Verleihung des Golden Windmill Awards 2002 anlässlich des 28th Symposiums der Vojvodinian Society of Agricultural Engineering, Novi Sad, Jugoslawien

Strehler, A.:

Verleihung des Deutschen Solarpreises 2002 für die Förderung der energetischen Nutzung von Biomasse durch EUROSOLAR e.V.

Thuncke, K.:

Verleihung des Golden Windmill Awards 2002 anlässlich des 28th Symposiums der Vojvodinian Society of Agricultural Engineering, Novi Sad, Jugoslawien

Widmann, B.A.:

Verleihung des Golden Windmill Awards 2002 anlässlich des 28th Symposiums der Vojvodinian Society of Agricultural Engineering, Novi Sad, Jugoslawien

Dissertationen 2001/2002

Fröhlich, G.:

Modellierung, Realisierung und Validierung eines offenen Managementsystems für agrarmeteorologische Messdaten

Honold, C. U.:

Untersuchungen zur Applikationsqualität von computergestützten Flüssigmistausbringsystemen

Kormann, G.:

Untersuchungen zur Integration kontinuierlich arbeitender Feuchtemesssysteme in ausgewählten Futtererntemaschinen

Launhardt, T.:

Umweltrelevante Einflüsse bei der thermischen Nutzung fester Biomasse in Kleinanlagen – Schadstoffemissionen, Aschequalität und Wirkungsgrad

Maier, B.:

Entwicklung und Validierung einer Chemosensor-Technologie zur kontinuierlichen Geruchsmessung in Rinder- und Schweineställen

Nawroth, P.:

Mechanische Unkrautregulierung in landwirtschaftlichen Reihenkulturen ohne Eingriff in das Bodengefüge

Rathmer, B.:

Vergleich klima- und umweltrelevanter Emissionen aus Haltungssystemen für Mastschweine

Diplom- und Zulassungsarbeiten 2001/2002

Alzinger, S.:

Umweltmanagement im intensiven Freilandgemüsebau

Feldmann, J.:

Infrastrukturplanung zur Optimierung des Zuckerrübenanbaues in der Gewaneflur Zeilitzheim

Gandorfer, M.:

Modellierung der Nitratauswaschung unter gemüsebaulich genutzten Freilandflächen

Gruber, V.:

Arbeitszeitbedarf für Routinearbeiten in der Pensionspferdehaltung – Arbeitszeitmessungen und Modellkalkulation

Hammer, J.U.:

Einsatzmöglichkeiten und Potentiale von „Precision Farming“ auf dem Standort Entre Rios/Südbrasilien

Meyer, F.:

Marktchancen eines Systems zur automatisierten Prozessdatenerfassung

Tima, K.

Bewertung von Lampen zur Assimilationsbelichtung

Trinkl, S.:

Systemvergleich von Aktivitätssensoren zur Brunsterkennung bei Milchkühen

Scherm, B.:

Investitionsbedarf für Precision Farming

Schlattmann, M.:

Untersuchungen zu Abgasemissionen aus biogasbetriebenen Blockheizkraftwerken

Söhnlein, I.:

Einfluß der spektralen Strahlungsqualität auf das Längenwachstum von Zierpflanzen

Zirngibl, T.:

Untersuchungen zur Bekämpfung von Unkrautrüben mittels Schneiden

Diplomarbeiten in Zusammenarbeit mit anderen Lehrstühlen

Kräske, P.:

Gesamtverschmutzung und Partikelgrößenverteilung in kaltgepresstem Rapsöl in Abhängigkeit vom Ölgewinnungsprozess

Projektarbeiten 2001/2002

Atzkern, M.; Geiger, K.; Pröbstl, M.:

Auswirkungen der Umstellung eines Praxisbetriebes auf automatisches Melken. Betreuung: J. Harms, Dr. Wendl, Prof. Dr. Hoffmann (WZW TUM)

Berenz, S.; Haubner, K.; Holzleitner, J.:

Planung einer Zuchtsauenhaltung mit Vermarktungswegen nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus am Kloostergut Plankstetten. Betreuung: Dr. Haidn, Dr. Pahl (WZW TUM)

Bestgen, F.; Vitten, M.:

Entwicklung eines landwirtschaftlichen Produktionsprozesses am Beispiel der Kulturen Radies und Bundzwiebeln für das Computerprogramm Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme (GEMIS). Betreuung: Dr. Mempel

Deißner, J.; Hiermannsperger, P.:

Vergleich dreier Pferdehaltungsformen anhand von Praxisbetrieben in Bezug auf Tiergerechtigkeit und Arbeitswirtschaft. Betreuung: Dr. Haidn

Dietl, G.; Heuschmann, M.; Ströhl, M.:

Stallsysteme für Milchvieh im Vergleich. Betreuung: Dr. Haidn, Dr. Pahl (WZW TUM)

Döbl, F.; Hirzinger, T.:

Verfahrenstechnische und betriebswirtschaftliche Konsequenzen der Umstellung einer Milchvieh- auf Mutterkuhhaltung am Beispiel eines Praxisbetriebs. Betreuung: Dr. Haidn, Prof. Dr. Hoffmann (WZW TUM)

Erber, A.; Hieke, M.; Müller, J. Schneider, F.:

Kameragestützte Spurführung an der Weihenstephaner Trennhacke. Betreuung: Prof. Dr. Meyer

Glück, F.; Krauß, S.; Vogler, U.:

Qualität von Obst und Gemüse in Freisinger Selbstbedienungsmärkten. Betreuung: Chr. Leser, Dr. Mempel, Dr. Praeger, Prof. Dr. Treutter (WZW TUM)

Greindl, S.; Schleicher, W.:

Neuorganisation der Mastschweinehaltung nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus am Beispiel eines Praxisbetriebs. Betreuung: Dr. Haidn, Dr. Köbler (WZW TUM)

Hartmann, M.; Meister, R.J.:

Transportsysteme für den landwirtschaftlichen Betrieb im Vergleich. Betreuung: Prof. Dr. Auernhammer

Mögele, R.; Schmidt, J.:

Entwicklung standardisierter Verfahrensvergleiche für unterschiedliche Betriebstypen und Betriebsgrößen der Pflanzenproduktion. Betreuung: Prof. Dr. Auernhammer

Niggemann, J.; Sehm, T.; Vogel, W.:

Umstellung der landwirtschaftlichen Schlepper und Maschinen des staatlichen Versuchsgutes Grub auf Pflanzenölbetrieb. Betreuung: Dr. Widmann, Dr. Pahl (WZW TUM)

Organisation und Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen, Kolloquien und Messen 2001/2002

Rena 2001 „Messe für Bauen und Sonnenenergie“ vom 11. bis 14.10.2001 in Sontheim-Dampfsäg
Veranstalter: Renergie Allgäu

Landtechnisch-Bauliche Jahrestagung „Milchviehhaltung – tiergerecht und zukunftsorientiert“ am 08.11.2001 in Kaufbeuren und am 28.02.2002 in Weiden/Opf.

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan, ALB Bayern, LKV Bayern und Landwirtschaftsamt Kaufbeuren bzw. Lehr- und Versuchsanstalt Almesbach

Internationale DLG-Fachausstellung für Landtechnik Agritechnica 2001, Mitwirkung an den Foren „Mechanische und thermische Verfahren der Unkrautregulierung“ und „Rundholzgebäude für die Landwirtschaft“ in Hannover am 11.-17.11.2001
Veranstalter: DLG

Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen
Workshop im Rahmen des KTBL-UBA-Symposiums „Emissionen der Tierhaltung“ in Freising am 03.-05.12.2001
Veranstalter: KTBL und UBA

Physikalische Verfahren der Unkrautregulierung in Weiterstadt am 04.12.2001
Veranstalter: Hessischer Gemüsebautag

Landtechnisch-bauliche Fachexkursion im Raum Augsburg/Biberach am 11./12.01.2002
Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

Internationales Expertenforum „Rapsölkraftstoff in Traktoren und Blockheizkraftwerken in Straubing am 25./26.02.2002
Veranstalter: Technologie- und Förderzentrum , Bayer. Landesanstalt für Landtechnik

Mechanische Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau in Röhrmoos am 06.03.2002
Veranstalter: Informationsveranstaltung der Bio-Karottenanbauer

DLG-Feldtage in Hellkofen am 18.-20.06.2002
Veranstalter: DLG

Tag der offenen Tür der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht, Grub am 29./30.06.2002
Veranstalter: Bayerische Landesanstalt für Tierzucht

EurAgEng-Tagung 2002 in Budapest am 30.06.-05.07.2002
Veranstalter: EurAgEng

Bayerischer Kartoffelerntetag in Piering am 04.09.2002

Veranstalter: Landwirtschaftsamt Straubing-Bogen, Landtechnischer Verein in Bayern e.V.

Workshop zum Thema „Ökogewanne“ in Weihenstephan am 09.09.2002

Veranstalter: Technik im Pflanzenbau, Neumarkter Lammsbräu, DBU

23. Jahrestagung der GIL in Dresden am 20.09.2002

Veranstalter: GIL

Eröffnungsveranstaltung des gemeinsamen Forschungsprojektes „Biogastechnologie zur umweltverträglichen Flüssigmistverwertung und Energiegewinnung in Wasserschutzgebieten“ in Berbling (Bad Aibling) am 20.09.2002

Informationsveranstaltung zur Wärmegewinnung aus Biomasse, Schwerpunkt Holzfeuerung (mit Ausstellung), jeden Dienstag, von Anfang Oktober bis Ende Mai und jeden 1. Dienstag im Monat von Juni bis September, Freising

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien 2001/2002

Name	Organisation bzw. Arbeitsgruppe
Auernhammer, H.	Mitglied des Vorstandes der Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik im VDI
	Mitglied des Beirates der Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik im VDI
	Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis „Arbeitswissenschaft im Landbau (AKAL)“
	Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis „Forschung und Lehre“
	Mitglied im MEG-Arbeitskreis „Nachwuchsförderung“
	Vorsitzender des DLG-Ausschusses „Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik“
	Mitglied im Technischen Ausschuss Elektronik der VDMA-Landtechnik
	Beauftragter des BMVEL-Bonn in der Arbeitsgruppe „Deutscher Satelliten Navigationsplan (DSNP)“; zuständig für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Bauwirtschaft und Bergbau
	Member of the Editorial Advisory Board „Computers and Electronics in Agriculture“, Elseviers Science Publishers B.V. Amsterdam
	Member of the Editorial Advisory Board “Precision Farming”, CLUWER
	Chairman der EurAgEng SIG 16: Electronic Farm Communication (IT 16) and systems management, ergonomics + safety (IT 21)
	Vorsitzender im Programmausschuss VDI/MEG
	Full Member im Club of Bologna
	Mitglied in der wissenschaftlichen Kommission für die landwirtschaftlichen Versuchsanstalten der TUM
	Mitglied des Zentralinstituts für Lehrerbildung aus der Fakultät WZW der TUM

Demmel, M.	Beirat der Gesellschaft in Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GIL Mitglied des Programmausschusses der 23. GIL Jahrestagung 2002 ASAE Committee Member PM 54 „Precision Agriculture“
Ehrl, M.	Member of Working Group “Mobile Maschines” (WG1) of ISO/TC 23/SC 19
Fröhlich, G.	Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (GIL)
Gronauer, A.	KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Reststoffe und Stoffströme“ KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren und Emissionsminderung“ KTBL-Arbeitsgruppe „NH ₃ -Emissionsminderung“ KTBL-Arbeitsgruppe „Technik im ökologischen Landbau“
Grotz, W.	Arbeitskreis aus Industrie und Forschung zum Thema „Prozesssteuerung des Stallklimas“
Haidn, B.	DLG-Ausschuss für Technik in der tierischen Produktion DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik KTBL-Arbeitsgruppe Informationssysteme in der Mastschweinehaltung KTBL-Arbeitsgruppe Beste Verfügbare Techniken Bundesprüfungskommission „Landwirtschaftliches Bauen 2001/2002“ Beirat für „Pilot- und Forschungsvorhaben für besonders tiergerechte Haltungssysteme“ des Bayer. Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten
Harms, J.	KTBL-Arbeitsgruppe, BMVEL-Modellvorhaben 2001/03 „Milchviehställe mit automatischen Melkverfahren“
Hartmann, H.	VDI Fachausschuss „Regenerative Energien“ (FaRe), Gesellschaft für Energietechnik (GET) im Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

- Working Group 4 (“Physical/mechanical tests” WG 4) innerhalb des internationalen Normungsgremiums für Biomassebrennstoffe (CEN TC 335, „Standardization of Solid Biofuels”)
- DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), Arbeitsausschuss NMP 582, Nationales Spiegelgremium zur Europäischen Normierung im Bereich biogene Festbrennstoffe
- Meyer, J. Chairman der „Commission Horticultural Engineering” der „International Society of Horticultural Science”
- Beirat der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG)
- Redaktionsbeirat Gartenbauwissenschaft
- Neser, S. KTBL-Arbeitsgruppe „Gute fachliche Praxis der Ammoniak-Emissionsminderung in der Landwirtschaft”
- KTBL-Arbeitsgruppe „NH₃-Emissionsminderung“
- Ostermeier, R. Member of Working Group „Mobile Machines” (WG1) of ISO/TC 23/SC 19
- Remmele, E. KTBL-Arbeitsgruppe „Qualitätsmanagement der dezentralen Ölsaatenverarbeitung“
- Schön, H. Gründungspräsident der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft
- Mitglied der Bayer. Akademie Ländlicher Raum e.V.
- Mitglied des Fachbereichsrates für Landwirtschaft und Gartenbau Weihenstephan
- Mitglied im KTBL-Hauptausschuss
- Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis „Forschung und Lehre“
- Schwenke, T. Arbeitskreis von Industrie und Forschung zum Thema „Kontinuierliche Qualitätskontrolle in der Erntetechnik“
- Strehler, A. Vorstandschaft und Beirat in Renergie, Kempten
- Beirat in OTTI
- Mitglied in Eurosolar

Thuneke, K.	KTBL-Arbeitsgruppe „Qualitätsmanagement der dezentralen Ölsaatenverarbeitung“
Wendl, G.	Mitglied der KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Technik und Bauwesen in der Nutztierhaltung“ Mitglied der Technical Working Group „Electronic Animal Identification“ der ISO/TC23/SC19/WG3-Arbeitsgruppe Mitglied des nationalen Spiegelgremiums der Normengruppe Landtechnik zur ISO/TC23/SC19/WG3-Arbeitsgruppe Geschäftsführer des Landtechnischen Vereins in Bayern e.V. Mitglied des DIN Arbeitskreises „Automatische Melkverfahren“ Mitglied des Programmausschusses der 6. Internationalen Tagung „Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung“ 2003 in Vechta Member of Reviewing committee of First European Conference for Precision Livestock Farming 2003 in Berlin
Widmann, B.	Wissenschaftlicher Beirat des Bundesverbandes Pflanzenöl Tagungsbeirat des OTTI-Technologiekollegs, Regensburg Vorsitzender der KTBL-Arbeitsgruppe „Qualitätsmanagement der dezentralen Ölsaatenverarbeitung“

Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen 2001/2002

Haidn, B.:

BR, (Bayern 2 Radio), 10.10.2001, 11:00 – 11:26 Uhr, Thema: „Armes Schwein und glückliches Schaf – wer hat wie viel Platz auf dem Hof?“ (Teil 1)

Rothmund, M.:

BR 2, 23.05.2002, 11:00 – 11:30 Uhr, Thema: Landwirtschaft und Umwelt („Spezial über Gewannebewirtschaftung“)

Demmel, M.; Böck, S.

Bayer. Rundfunk, BR 3, 03.06.2002, „Unkraut“, Thema: Precision Farming

Gronauer, A.:

Bayer. Fernsehen, Sendung „Unser Land“, 30.08.2002, Thema: „Saubere“ Gülle für gutes Trinkwasser“

Haidn, B.:

Bayer. Fernsehen, Sendung „Unser Land“, 05.10.2001, Thema: „Mastschweine im Außenklimastall“

Haidn, B.:

Bayer. Fernsehen, Sendung „Unser Land“, 25.04.2002, Thema: „Ökobauer ade“

Remmele, E.:

Bayer. Fernsehen, Sendung „Unser Land“, 09.11.2001, Thema: „Bauern tanken Pflanzenöl“

Dr. Leonhard Rittel

† 17. März 2002



Plötzlich und unerwartet verstarb Herr Dr. Leonhard Rittel am 17. März 2002 kurz nach seinem 60. Geburtstag und kurz vor seinem 30-jährigen Dienstjubiläum. Der langjährige Arbeitsgruppen- und Abteilungsleiter für Bauwesen an der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan hat durch seinen Ideenreichtum und seine Schaffenskraft dem landwirtschaftlichen Bauwesen entscheidende Impulse verliehen und damit das landwirtschaftliche Bauwesen in den letzten Jahrzehnten maßgeblich mitgeprägt.

Aufgewachsen auf dem elterlichen landwirtschaftlichen Betrieb war er von frühester Kindheit an eng mit der Landwirtschaft verbunden. Nach dem Studium der Agrarwissenschaften an der Technischen Universität München und des Bauingenieurwesens (Fachrichtung Architektur) an der Fachhochschule Augsburg begann er 1972 seine berufliche Laufbahn an der Landtechnik Weihenstephan.

Der Schwerpunkt seiner beruflichen Tätigkeit lag in der Entwicklung, Planung und Umsetzung von landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden, die einerseits funktionell und tiergerecht, andererseits aber auch preiswert sein sollten. Mit einfachen Konstruktionen und Gebäudelösungen inspirierte er das landwirtschaftliche Bauwesen und griff frühzeitig auch die Idee naturnaher Ställe auf. Funktionelle, praxisgerechte und zugleich kostengünstige Lösungen für den Bau von Stallgebäuden, Maschinen-, Lager- und Reithallen in Form von Kastenträger-, Kantholz- und Rundholzkonstruktionen, bei deren Erstellung Landwirte Eigenleistung in Form von Holz und Arbeitskraft einbringen können, sind eng mit dem Namen Leonhard Rittel verbunden. Er war die treibende Kraft des Weihenstephaner Bauprogramms, das er in den 70-er Jahren mit aufbaute und bis zu seinem plötzlichen Tode kontinuierlich und zielstrebig weiterentwickelte. Zahlreiche landwirtschaftliche Betriebsgebäude, die auf praktischen Betrieben und Versuchsgütern über die Grenzen Bayerns und Deutschlands hinaus verwirklicht wurden, sind aussagekräftige Beispiele seines Wirkens und stehen für zukunftsorientiertes Bauen in der Landwirtschaft.

Mit Leonhard Rittel verliert die Landtechnik Weihenstephan einen Mann, der stets engen Kontakt zur Landwirtschaft pflegte und dessen fachliche Kompetenz als Agrar- und Bauingenieur auch in vielen Gremien und Arbeitskreisen (KTBL, ALB Bayern, AID u. a.) gefragt und geschätzt war. Von seinem umfassenden Wissen profitierten nicht zuletzt auch Generationen von Studierenden. Viele in die Zukunft weisende Ideen konnte Leonhard Rittel nicht mehr verwirklichen. Dank und Anerkennung gebührt ihm über den Tod hinaus.