

Technische Entwicklungen für eine nachhaltige Landwirtschaft in Bayern



• Ia
75 Jahre
Bayerische
Landesanstalt
für
Landtechnik



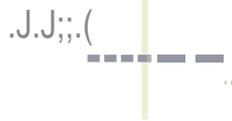


75 Jahre

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik

Vielen Dank unseren Freunden und Gönnern

AGCO GmbH
& Co



Haas Fenigbau GmbH

riiSas

BnyWaAG



.HDG Bavario GmbH

4:)

Busatis GmbH

:.4iBnsatls'

Heizornat GmbH

l:l:l,;4 rnr'

Case Harvesting
Systems GmbH

Kompost-Recycling
Högl GmbH

115f1

Claas GmbH

!:.RAS

Bcmhard Krone GmbH

m-o

Deere & Company
Zweibrücken



Lemmer-fullwood
GmbH

1.DU'Q'

DeLaval GmbH

:Delaval

Schmack – Biogas
GmbH

Htw

Georg Fritzmeier
GmbH & Co

Westfalia Landtechnik
GmbH

(wt5TFAUA)

Fröling GmbH

FRÖLING

Wmzer Umwelt GmbH





75 Jahre

Bayerische Landesanstalt
für Landtechnik

Dokumentation

der

Fest- und Vortragsveranstaltung

am 7. Dezember 2000

in

Freising-Weihenstephan

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

© 2001 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-85350 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.

Autorenverzeichnis

Auernhammer, Hermann, Prof. Dr.
Lehrstuhl für Landtechnik,
Am Staudengarten 2, 85354 Freising-Weihenstephan

Braunhofer, Karl, Dr., Mitglied des Vorstandes der BayWa AG
Arabellastr. 4, 81925 München

Estler, Manfred, Prof. Dr.
Lauberg 33, 85317 Marzling

Gronauer, Andreas, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Am Staudengarten 3, 85354 Freising-Weihenstephan

Haidn, Bernhard, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Hartmann, Hans, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Huber, Erwin, MdL, Staatsminister und Leiter der Bayer. Staatskanzlei
Franz-Josef-Strauß-Ring 1, 80539 München

Loscher-Frühwald, Friedrich, MdL
Bayerischer Landtag, Maximilianeum, 81627 München

Maier, Barbara, Dipl.-Ing.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Am Staudengarten 3, 85354 Freising-Weihenstephan

Meyer, Joachim, Prof. Dr.
Lehrstuhl für Landtechnik,
Am Staudengarten 2, 85354 Freising-Weihenstephan

Miller, Josef, Staatsminister
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten,
Ludwigstr. 2, 80539 München

Neuhauser, Horst, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Am Staudengarten 3, 85354 Freising-Weihenstephan

Rathmer, Barbara, Dipl.-Ing.agr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Am Staudengarten 3, 85354 Freising-Weihenstephan

Renius, Karl Theodor, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.
Lehrstuhl für Landmaschinen, Technische Universität München
Boltzmannstr. 15, 85748 Garehing

Reuß, Manfred, Dipl. Phys.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Rieß, Gisbert, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Am Staudengarten 3, 85354 Freising-Weihenstephan

Rittel, Leonhard, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Schattner, Silvia, Dipl.-Ing.agr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Am Staudengarten 3, 85354 Freising-Weihenstephan

Schön, Hans, Prof. Dr. Dr. h. c. (AE)
Lehrstuhl für Landtechnik und Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
Am Staudengarten 2, 85354 Freising-Weihenstephan

Schurig, Manfred, Dr.
Deutinger Str. 8, 85354 Freising

Seidl, Alois, Prof. Dr.
Am Lurzenhof 24
84036 Landshut/Schönbrunn

Strehler, Arno, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Ströbel, Jürgen, Vizepräsident des Bayer. Bauernverbandes
Bayer. Bauernverband, Max-Joseph-Str. 9, 80333 München

Thalhammer, Dieter, Oberbürgermeister der Stadt Freising
Stadt Freising, Obere Hauptstr. 2, 85354 Freising

Wendl, Georg, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Widmann, Bernhard, Dr.
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Inhaltsverzeichnis

Seite

Grußworte

<i>D. Thaihammer</i>	7
<i>J. Ströbel</i>	11
<i>K. Braunhafer</i>	15
<i>F. Loscher-Frühwald</i>	17

Festvortrag

High-Tech-Offensive, Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Bayern	19
<i>Staatsminister E. Huber</i>	

Fachbeiträge

Zukunft des Agrarstandortes Bayern - Möglichkeiten und Grenzen landtechnischer Innovationen	31
<i>Staatsminister J. Mi/ler</i>	
75 Jahre Landtechnik Weihenstephan – Rückblick und Ausblick	43
<i>H. Schön</i>	
Die Geschichte der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik und ihrer Vorläufereinrichtungen bis 1955	49
<i>A. Seid/</i>	
Rückblick auf 40 Jahre Forschung, Entwicklung und Beratung an der Landtechnik Weihenstephan (1955-1995)	71
<i>M. Estler, M. Schurig</i>	
Entwicklungstendenzen in der Traktortechnik	93
<i>K. Th. Renius</i>	
Perspektiven der landtechnischen Entwicklung in der Verfahrens- technik Ackerbau und Futterernte	111
<i>H. Auemhammer, H. Neuhauser</i>	
Perspektiven der landtechnischen Entwicklung in Gartenbau und Sonderkulturen	129
<i>J. Meyer</i>	
Perspektiven der Verfahrenstechnik in der Tierhaltung	143
<i>G. Wend/, B. Haidn, L. Ritte/, H. Schön</i>	

Perspektiven der landtechnischen Entwicklung im Bereich der Emissionen und Umweltwirkung	169
<i>A. Gronauer, G. Rieß, B. Maier, B. Rathmer, S. Schattner</i>	
Perspektiven für die Energiegewinnung aus Biomasse	197
<i>A. Strehler, H. Hartmann, B. Widmann, M. Reuß</i>	

Ehrung

Verleihung des Schönleutner-Pfluges an Dr. A. Weidinger	223
<i>H. Schön</i>	

Dieter Thaihammer

*Oberbürgermeister der
Stadt Freising*



75 Jahre Bayerische Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan sind ein Jubiläum, zu dem ich namens der Stadt Freising und auch persönlich sehr herzlich gratuliere.

Welche Bedeutung diese Landesanstalt genießt, zeigt sich schon in der Tatsache, dass heute zwei Staatsminister nach Freising gekommen sind, um sowohl den Eröffnungs- wie auch den Festvortrag zu halten.

Diese Landtechnik Weihenstephan ist meiner Meinung nach ein wesentliches Element des traditionsreichen "Grünen Zentrums" Weihenstephan, das gegenwärtig mit der offensiven Unterstützung der Bayerischen Staatsregierung und der Technischen Universität München zu einem Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt von internationalem Rang ausgebaut wird.

Leider mischt sich in die Freude auch ein Wermutstropfen, da- wie bekannt- Teile der Landesanstalt und des Instituts für Landtechnik in das neue Kompetenzzentrum Straubing verlagert werden sollen. Ich bekenne ganz offen: Dies stellt für mich eine Schwächung der Abteilung hier in Freising-Weihenstephan dar.

Ich bin der Auffassung, dass die Landtechnik gerade im Bereich der landtechnischen Maschinenforschung da, wo sie Geschichte geschrieben und bedeutende Erfolge errungen hat, ihren Platz haben und behalten sollte: Die Arbeitsvoraussetzungen, das gesamte Arbeitsumfeld und die inhaltliche Einbindung sind hier im Gesamtbereich Freising-Weihenstephan ausgesprochen positiv.

Ernährung, Landnutzung und Umwelt sind die zentralen Themen des 21. Jahrhunderts- Themen, die hier in Weihenstephan schon immer "beackert" wurden, nicht zuletzt von dieser Landesanstalt

Die Landtechnik Weihenstephan hat in den 75 Jahren ihres Bestehens Akzente gesetzt für die Entwicklung der Landwirtschaft. Einer Landwirtschaft, die sich immer neuen Herausforderungen ausgesetzt sah und sieht.

Der Wunsch der Bevölkerung nach "Bio"-Produkten, die Notwendigkeit erneuerbarer Energie- und Rohstoffquellen, steigende Anforderungen an den Natur- und Tier-schutz und strenge Regelungen zur Schonung der Umwelt und der Ökosysteme haben die bayerische Landwirtschaft längst zu einer Art "Dienstleistungsunternehmen" für die Erhaltung der biologischen Lebensgrundlagen gemacht.

Zuverlässiger Dienstleister für dieses "Dienstleistungsunternehmen Landwirtschaft" ist die Landtechnik Weihenstephan, mit der mich im übrigen sehr persönliche Beziehungen verbinden.

Ich war vor Jahren in der Amtskasse Weihenstephan tätig und damit buchhalterisch auch zuständig für den Bereich der Landtechnik. Was ich dabei zunächst theoretisch erfahren habe von der Arbeit, die an dieser Landesanstalt geleistet wird, habe ich dann etwas später während meiner dreijährigen Tätigkeit auf dem Versuchsgut Grünschwaige aus nächster Nähe ganz praktisch miterleben dürfen:

Diese Landesanstalt für Landtechnik lebt von ihrem engen Kontakt zur Landwirtschaft und ihrem außergewöhnlichen Praxisbezug.

Diese unmittelbare Nähe zur Landwirtschaft macht das Renommee, die Wertschätzung und die hohe Akzeptanz aus, die der Landtechnik Weihenstephan landauf, landab entgegengebracht wird. Hinter dieser Leistung stehen nicht nur ein klares Programm und die eindeutige Zielsetzung, mit technischen Entwicklungen eine nachhaltige Landbewirtschaftung in Bayern zu garantieren. Hinter dieser Leistung stehen vor allem Menschen, die sich ihrer Verantwortung für die Zukunftssicherung, für die Sicherung der bäuerlichen Landwirtschaft in Bayern, bewusst sind.

Freising, die Stadt Freising, ist stolz auf die Arbeit, die hier- an diesem Forschungs- und Wissenschaftsstandort – seit Jahrzehnten von der Landtechnik erbracht wird: Eine Arbeit, die wegen ihrer markanten Ergebnisse einen ausgezeichneten Ruf genießt und die gestern, heute und in Zukunft mit unserer Stadt verbunden war, ist und bleiben wird.

Als Oberbürgermeister dieser Stadt habe ich aber noch einen ganz anderen Grund, einmal ausdrücklich "Danke" zu sagen. Die guten Kontakte, der Austausch und die Zusammenarbeit, wie sie heute das Verhältnis zwischen Freising und Weihenstephan auszeichnen, diese Kontakte gehen nicht zuletzt zurück auf das Interesse und die Weitsicht von Herrn Prof. Dr. Schön und von Herrn Prof. Dr. Weiser, dem vormaligen Dekan.

Sie haben mit den Grundstein gelegt für die heutigen Beziehungen zwischen der Stadt Freising und dem Forschungszentrum Weihenstephan – Beziehungen, aus denen beispielsweise unser regelmäßiger Erstsemester-Empfang hervorgegangen

ist und die den fruchtbaren Boden bilden für ausgezeichnete Kooperation gerade beim dynamischen Ausbau dieses Wissenschaftsstandortes.

Ich gratuliere der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan zu ihrem 75-jährigen Bestehen. Und ich gratuliere Ihnen, sehr geehrter Herr Staatsminister Huber, zu dieser Landtechnik!

Jürgen Ströbel
*Vizepräsident des
Bayerischen Bauernverbandes*



Ich gratuliere der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik zum 75. Geburtstag in Vertretung von Herrn Präsident Sonnleitner und im Namen des Bayerischen Bauernverbandes sehr herzlich.

Organisationen sind immer auch Namen.

Sehr geehrter Herr Prof. Schön, Weihenstephan verbinden die bayerischen Bäuerinnen und Bauern seit Generationen mit Innovation und Fortschritt.

Unter Ihrer Leitung hat die Bayerische Landesanstalt für Landtechnik ihr Potenzial ausgebaut und hervorragende Leistungen für die Landwirtschaft erbracht, für die ich mich bei Ihnen ausdrücklich bedanken will.

Als richtungsweisend für unsere Bauern hat sich die intensive Zusammenarbeit und der stete Gedankenaustausch zwischen dem Lehrstuhl für Landtechnik, der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik und dem Landtechnischen Verein herausgestellt.

Ihnen beiden, Herr Prof. Schön und Herr Stadler, möchte ich hierfür ein herzliches Vergelt's Gott sagen.

Unsere Bauern haben von dieser Zusammenarbeit in hohem Maße profitiert.

Max Schönleutner, erster Weihenstephaner Lehrer der sogenannten "Musterlandwirtschaft", hat der Landtechnik Bayerns wichtige Impulse gegeben, indem er Modelle neuartiger Ackergeräte aus Gelle mitbrachte.

Im Institut und in der Landesanstalt für Landtechnik wurde der Anstoß Schönleutners aufgegriffen und ausgebaut.

An der Landesanstalt für Landtechnik wird nicht nur das landtechnische Know-how gesammelt.

Sondern es werden auch Verfahren des Pflanzenbaus und der Tierhaltung entwickelt und in der Praxis erprobt.

Gerade das ist praktische Hilfe für unsere landwirtschaftlichen Betriebe.

Die bäuerlichen Betriebe profitieren davon mit einer innovativen, erprobten und schließlich effizienten Landtechnik.

Mit den wachsenden Märkten der Globalisierung ist landtechnisches High-Tech ein unverzichtbarer Garant, um die Kosten der land- und forstwirtschaftlichen Produktion zu optimieren und damit die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. ,

Optimales Betriebsmanagement und technischen Fortschritt werden die Bauern in Zukunft noch stärker nutzen, um Kosten zu sparen.

Manche Kritiker befürchten, dass mit der Entwicklung und dem Einsatz von Großtechnologie bzw. High-Tech die kleinen land- und forstwirtschaftlichen Betriebe zum Scheitern verurteilt sind.

Aber genau das Gegenteil kann mit dieser Technik erreicht werden.

Wird beispielsweise ein selbstfahrender Häcksler von mehreren Betrieben in einer Betriebsgemeinschaft genutzt, muss nicht jeder einzelne Landwirt in eine entsprechende Arbeitsmaschine investieren.

Dieses Verständnis für Großtechnologie und High-Tech haben unsere Bauern bereits verinnerlicht, wie in vielen Diskussionen beim diesjährigen Zentral-Landwirtschaftsfest festzustellen war.

An dieser Stelle bedanke ich mich bei Ihnen, sehr geehrter Herr Prof. Schön, und Ihrem Team nochmals sehr herzlich für die Teilnahme beim diesjährigen Zentral-Landwirtschaftsfest

Letztendlich kann die am Zentral-Landwirtschaftsfest präsentierte Technik allen Betrieben helfen, die Existenz zu sichern.

Großbetriebe können Kostenvorteile zwar leichter nutzen; die Größe allein ist aber kein Garant für den betriebswirtschaftlichen Erfolg.

Vielmehr steht der landwirtschaftliche Unternehmer im Vordergrund.

Innovative Landtechnik hilft dem bäuerlichen Berufsstand auch, den Anforderungen einer nachhaltigen und tiergerechten Wirtschaftsweise nachzukommen.

Bestes Beispiel für die Tiergerechtigkeit von High-Tech ist der Melkroboter.

Die Landtechnik Weihenstephan hat diese Entwicklung entscheidend mit voran getrieben.

Beim Einsatz dieser Technik wird die Kuh nicht dann gemolken, wenn der Melker dies wünscht.

Vielmehr geht die Kuh zum Melkroboter, wenn sie Lust hat, gemolken zu werden.

Der Bauernverband hat mit seinem Grünbuch für eine nachhaltige „Land- und Forstwirtschaft Initiative“ gezeigt und ein Zeichen gesetzt.

Die Bäuerinnen und Bauern wollen die Diskussion über die Nachhaltigkeit nicht anderen überlassen.

Ganz im Gegenteil: Der Berufsstand setzt sich offensiv mit diesen Fragen auseinander und setzt auch alles daran, dass der bevorstehende Umweltpakt mit der Bayerischen Staatsregierung zum Erfolg für den Bauernstand und die ganze Gesellschaft wird.

Um unsere, im Grünbuch und im Umweltpakt beschriebene, nachhaltige landwirtschaftliche Produktion noch zusätzlich zu verbessern, brauchen wir auch in Zukunft eine gezielte Forschung.

Genau diese Infrastruktur bietet Weihenstephan für den bäuerlichen Berufsstand.

Dies muss auch in Zukunft so bleiben.

Wie wichtig dies ist, haben wir in der Vergangenheit gerade auch im Bereich "Nachwachsende Rohstoffe" erfahren.

Auch hier bedanke ich mich für die jahrzehntelange fruchtbare Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik.

In diesem Zusammenhang bekräftige ich deshalb nochmals die Bedeutung einer leistungsstarken Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik hier vor Ort.

Ich hoffe, dass die Umstrukturierungsmaßnahmen in Weihenstephan diesem Ziel dienen, damit der bäuerliche Berufsstand in Bayern auch in Zukunft von effizienter Forschung und leistungsstarken Landesanstalten unterstützt wird.

Nur so können unsere Bauern die Herausforderungen der Zukunft meistern.

In diesem Sinne wünsche ich der Landtechnik Weihenstephan auch in Zukunft ein erfolgreiches Wirken.

Dr. Karl Braunhafer

*Mitglied des Vorstandes der
BayWa Aktiengesellschaft*



Es ist noch gar nicht lange her, da feierte die BayWa AG ihr 75-jähriges Bestehen. Von daher habe ich ja etwas Übung mit Anlässen wie diesem.

Das Jubiläum der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik bedarf jedoch besonderer Betrachtung und Beachtung.

Als Forschungsanstalt ist sie Wegbereiter für die Zukunft der Landwirtschaft. Ihre Forschung ist in höchstem Maße anwendungsorientiert – Forschung zum sinnvollen Einsatz moderner Technik.

Woher stammen denn die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die den neuen Technologien in der Praxis zum Durchbruch verhelfen?

Wer genießt denn das unbedingte Vertrauen der Entscheider im Agrar-Geschäft?

Ihr Wort, sehr geehrter Professor Schön, und das Ihrer Kollegen hat in der Branche Gewicht.

Was vor Jahrzehnten für die Einführung der Mähdrescher galt, gilt heute und in Zukunft für den satellitengesteuerten Pflanzenbau und die Rationalisierung der Arbeitsprozesse durch die Informationstechnologie.

Und das sind nur zwei der aktuellen Forschungs-Schwerpunkte, die meine Kollegen und ich im Beirat der Landesanstalt für Landtechnik etwas mitgestalten konnten.

Meine Damen und Herren, Forschung in Weihenstephan ist ein wichtiges Glied in der Kette zwischen Produzenten, Handel und Verbraucher.

Und eins muss man doch mal ganz deutlich herausstellen:

Ohne die Landesanstalt für Landtechnik läge die Produktivität im Agrarbereich nicht auf dem heutigen Niveau.

Die Landesanstalt hat mit ihrer Forschung entscheidend dazu beigetragen, den Markt für moderne Landtechnik zu öffnen.

Ich darf mir dieses Urteil gestatten, denn ich bin im Vorstand der BayWa unter anderem verantwortlich für die Sparte Landtechnik, die konzernweit 1,3 Mrd. DM erwirtschaftet.

Grund genug für uns, diesen Markt ständig zu analysieren, dann zu investieren und schließlich: Arbeitsplätze zu sichern.

Und da ein Vorstand für sein Unternehmen stets PR betreiben muss, erlauben Sie mir den folgenden Zusatz:

Vor drei Monaten konnten wir beispielsweise in der bayerischen Landtechnik einen weiteren Meilenstein setzen:

Am 20. September lieferten wir den 175.000. Fendt Schlepper in Bayern aus. Aneinandergereiht ergäbe dies eine Kette von Oberstdorf bis an die Ostsee.

Auch das ein kleines Jubiläum – ein Jubiläum mit vielen Berührungspunkten zur Landesanstalt hier in Weihenstephan in den letzten Jahrzehnten.

Meine Damen und Herren, zum Schluss drei Wünsche, die von Herzen kommen:

Erstens: als Beirat der Landesanstalt und BayWa-Vorstand wünsche ich mir noch viele weitere Jahre der produktiven Kooperation zwischen Forschung und Handel.

Ich wünsche mir zweitens, dass ich zum 100-jährigen - höchstwahrscheinlich dann nicht mehr als Beirat - aber doch noch als Gast eingeladen werde. Komme dann gerne vom Stubaital (meiner Heimat in Tirol) vom Bergbauernhof herunter ins Tal und übers Inntal heraus nach Weihenstephan.

Und deshalb wünsche ich mir drittens - und das ist mein Appell an die Politik - ein Ende der inzwischen schon lähmenden Diskussion über die Landesanstalt und deshalb eine **klare** Entscheidung für die Zukunft der Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan.

Für den Agrarstandort Bayern ist dies von existenzieller Bedeutung. Und gerade die Agrarier brauchen in diesen Tagen alle nur erdenkliche Unterstützung.

Fritz Loscher-Frühwald

*Mitglied des Bayerischen
Landtags und Vorsitzender im
Ausschuss für Landwirtschaft und
Forsten*



Der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan gratuliere ich zu ihrem 75jährigen Bestehen herzlich.

75-Jahre Landtechnik Weihenstephan ist Grund dieses stolze Jubiläum in einem festlichen Rahmen zu feiern.

Es ist aber auch Anlass, ein Wort des Dankes zu sagen, an all diejenigen, die in diesen 75 Jahren Verantwortung für die Landtechnik in Weihenstephan getragen haben. Mein besonderer Dank gilt der Institutsleitung, vor allem Herrn Professor Dr. Schön für seinen Einsatz und für sein Engagement zum Wohle der Bayerischen Landwirtschaft. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Landtechnischen Instituts und der Landesanstalt für Landtechnik möchte ich in diesen Dank ausdrücklich mit einbinden.

In den zurückliegenden 75 Jahren machte die Landwirtschaft eine beispiellose Entwicklung durch. Ich möchte nur einige Beispiele nennen:

- Vom Pferde- und Ochsespann zum modernen Schlepper mit modernster Elektronik ausgestattet.
- Vom Getreidebau in Handarbeit über die Dreschmaschine zum selbstfahrenden Mähdrescher.
- Vom arbeitsaufwendigen Anbindestall zum modernen Milchviehstall mit Futter- und Melkautomat

In den 75 Jahren des Bestehens der Landtechnik Weihenstephan vollzog sich in der Landwirtschaft ein langsamer aber stetiger Strukturwandel. Dieser Strukturwandel war nur möglich, weil neue Formen der Bewirtschaftung, vor allem die Technik Eingang in die Praxis fand, die eine enorme Steigerung der Produktivität, je Arbeitskraft ermöglicht und somit auch die Voraussetzung für das Wachstum der Betriebe legte. Diese technische Entwicklung hat uns in der Landwirtschaft große Erleichterungen gebracht. Lässt man die Entwicklung im Zeitraffer Revue passieren, wird sehr deut-

lieh, welchen enormen Anpassungsprozess die Landwirtschaft allein in den letzten 50 Jahren durchlaufen hat. Allerdings hat dies auch seinen Preis. Kostete ein Arbeitsplatz in der Landwirtschaft vor 50 Jahren noch etwa 20 bis 25.000 DM, so sind es heute zwischen 600.000 und 800.000 DM.

Ernährte vor 50 Jahren ein Bauer etwa 10 Verbraucher, so produziert heute ein Landwirt Nahrungsmittel für 124 Verbraucher. Diese Zahlen zeigen, die enorme Produktivitätssteigerung in der Landwirtschaft, die auch den Verbrauchern zugute kam. Mussten in den 50er Jahren noch 40 % des Einkommens für Nahrungsmittel ausgegeben werden, so sind es heute nur noch etwa 12-13 %. Durch die Internationalisierung und Globalisierung der Nahrungsmittelproduktion steht unsere Landwirtschaft in einem enormen Anpassungsprozess. Ein Ende ist derzeit noch nicht abzusehen.

Die Landtechnik hat die Landwirtschaft in jeder Phase dieser Entwicklung unterstützt und positiv begleitet. Durch Ihre Forschungs- und Entwicklungstätigkeit hat sie für die Beratung und Ausbildung die Grundlagen für neue und aktuelle Entwicklungen in der Landwirtschaft erarbeitet und damit den Betrieben aktive und wirkungsvolle Hilfestellung gegeben.

Die technische Entwicklung in der Landwirtschaft geht weiter und deshalb sind wir auch künftig auf die praxisorientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Landtechnik Weihenstephan angewiesen. Wir brauchen auch künftig in der Innen- und Außenwirtschaft eine leistungsfähige Technik, um wettbewerbsfähig und konkurrenzfähig zu sein. Die Landtechnik Weihenstephan hat eine Vielzahl von landtechnischen und bautechnischen Verfahren entwickelt oder deren Entwicklung und Praxiseinführung beeinflusst und gefördert.

Ich hoffe und wünsche, dass die Landesanstalt für Landtechnik auch künftig ihre Aufgabe als Motor für landtechnische Forschung und Entwicklung in Bayern wahrnehmen kann. In diesem Sinne beglückwünsche ich die Landesanstalt nochmals herzlich und spreche ihr für die geleistete Arbeit Dank und Anerkennung aus.

Staatsminister
ErwinHuber



High-Tech-Offensive Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort B,ayern

Die Bayerische Landesanstalt für Landtechnik hat Geburtstag. Ich freue mich sehr, heute gemeinsam mit Ihnen allen das 75jährige Bestehen dieser ältesten landtechnischen Forschungseinrichtung in Deutschland feiern zu können.

Ich gratuliere allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu diesem Jubiläum. Und ich danke Ihnen für die gute Arbeit, die Sie in Weihenstephan leisten!

75 Jahre Bayerische Landesanstalt für Landtechnik - das bedeutet

- 75 Jahre Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Dienste des agrartechnischen Fortschritts,
- 75 Jahre Mitwirkung bei der Bewältigung des Strukturwandels in der Landwirtschaft und
- damit 75 Jahre Arbeit zum Wohle unserer bayerischen Landwirtschaft und aller Menschen auf dem Lande.

Die Bayerische Landesanstalt für Landtechnik hat entscheidend dazu beigetragen, dass der Name "Landtechnik Weihenstephan" weit über Bayerns Grenzen hinaus zu einem Begriff geworden ist, zu einem Synonym für agrartechnischen Fortschritt.

Ihre Vorläufer gehen bis auf das Jahr 1864 zurück, als der Chemiker Justus von Liebig in München die moderne Agrarwissenschaft begründete. Heute leitet Prof. Schön diese Anstalt. Auch Ihnen, Herr Prof. Schön, darf ich meine Glückwünsche aussprechen.

Von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik gingen in der Vergangenheit wichtige Impulse aus zur Technisierung der Landwirtschaft. Das reicht von der

Entwicklung des Mähreschers über den Kartoffel-Vollernter bis zur Hopfenpflückmaschine- um nur einige wichtige Meilensteine herauszugreifen.

Ernährte bei der Gründung der Landesanstalt ein Bauer in Bayern weniger als zehn Menschen, so erzeugt er heute Nahrung für 100 Personen. Ohne den Einsatz moderner Technologien in der Landnutzung wäre dieser Fortschritt so nicht möglich gewesen.

Heute gehört zu den Kernkompetenzen der Landesanstalt – so habe ich gelesen – "die Verknüpfung von Mechanik, Elektronik und Informationstechnologie zur Steuerung biologischer Systeme". Die Landesanstalt erforscht, entwickelt, erprobt und bewertet wettbewerbsfähige und nachhaltige technologische Verfahren des Pflanzenbaus und der Tierhaltung – kurz: Sie trägt entscheidend mit dazu bei, den Agrarstandort Bayern mit Hilfe moderner Technologien zu sichern und auszubauen.

Die Bayerische Landesanstalt für Landtechnik ist ein unverzichtbarer Dienstleister vor allem für unsere mittelständische Landwirtschaft, die im Gegensatz zur Großindustrie über keine eigenen Entwicklungskapazitäten verfügt. Sie ist ein wichtiger Partner der bayerischen Bauern, und ihre Arbeit wird in Zukunft mehr denn je gebraucht!

Die Änderung der nationalen und internationalen Rahmenbedingungen sind eine ernste Herausforderung für unsere bäuerliche Landwirtschaft.

Nicht nur die Industrie, auch die Landwirtschaft ist von der Globalisierung betroffen. Die weitere Öffnung unserer Märkte im Zuge der WTO-Verhandlungen erhöht den Wettbewerbsdruck.

Dazu kommen die derzeit nicht einschätzbaren Entwicklungen in der Europäischen Union, vor allem im Hinblick auf ihre Osterweiterung. Schließlich sind auch einseitige Belastungen der Landwirtschaft durch die Politik der Bundesregierung nicht dazu angetan, die Stimmung bei den Bauern zu heben.

Und zu allem Unglück trifft die aktuelle BSE-Krise gerade viele bayerische Betriebe ganz besonders hart. Denn die Rinderhaltung ist das Rückgrat der bayerischen Landwirtschaft: Rund 53 % des Produktionswertes entfallen auf die Milch-, Rind- und Kalbfleischerzeugung. Im Jahr 1999 hat die bayerische Landwirtschaft knapp 30 % des deutschen Rind- und Kalbfleisches produziert.

Um unseren Verbrauchern größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten und unsere Landwirtschaft zu unterstützen, müssen deshalb umgehend national und europaweit alle vorsorgenden Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Deshalb fordert Bayern die Bundesregierung auf, bei den notwendigen BSE-Schutzmaßnahmen nicht auf halbem Wege stehen zu bleiben. Ein auf sechs Monate befristetes europäisches Tiermehlverfütterungsverbot, das Tierfette ausnimmt, ist keineswegs ausreichend, um die Übertragungswege der Tierseuche abzuschneiden.

Bayern erwartet, dass die Bundesregierung den einstimmigen Beschluss aller Länder im Bundesrat vom vergangenen Freitag befolgt und sich auf europäischer Ebene mit Nachdruck für ein Exportverbot von Rindfleisch aus Hochrisikoländern einsetzt sowie ein entsprechendes nationales Importverbot verhängt.

Von entscheidender Bedeutung für das Vertrauen der Verbraucher ist nach Auffassung der Bayerischen Staatsregierung eine europaweite umfassende Kennzeichnungspflicht für Fleisch von der Geburt der Tiere bis zur Ladentheke. Diese auf EU-Ebene erst für das Jahr 2002 vorgesehene umfassende Kennzeichnung muss vorgezogen und möglichst rasch europaweit verwirklicht werden.

Darüber hinaus halten wir es für erforderlich, die Forschung in Richtung frühzeitige Erkennung der BSE-Erkrankung zu verstärken. Dazu fordern wir von der EU einen Forschungsschwerpunkt BSE im EU-Forschungsprogramm.

Bayern wird eigenständig die notwendige BSE-Forschung anstoßen und dazu bayerische Forschungskapazitäten um 2 Mio. DM aufstocken.

Im übrigen gilt nach wie vor: In Bayern wurde bisher kein BSE-Fall festgestellt. Dennoch: Absolute Sicherheit gibt es nicht!

Die BSE-Krise ist auch ein Alarmsignal für die europäische Agrarpolitik:

Europa steht am Scheideweg seiner Landwirtschaftspolitik. Entweder weiter so mit der überproportionalen Förderung der agrarindustriellen Großbetriebe oder eine Kehrtwende hin zu stärkerer Unterstützung der bäuerlichen Landschaft mit artgerechter Tierhaltung und landschaftspflegerischem Engagement.

Zunehmend werden Stimmen laut, die eine Neuausrichtung der Agrarpolitik im Sinne einer Politik fordern, die in Bayern bereits lange Tradition hat. Wir setzen seit jeher auf eine gesunde Struktur mit einer möglichst großen Zahl bäuerlicher Familienbetriebe. Die in den 70er Jahren vom damaligen EG-Kommissar Sicco Mansholt angestoßene Diskussion unter dem Schlagwort "Wachsen oder Weichen" haben wir nie akzeptiert, sondern immer energisch bekämpft.

Aber bayerische Agrarpolitik war nie auf mikro-ökonomisches Schmalspurdenken beschränkt. Seit Jahrzehnten gehen wir den "Bayerischen Weg" in Richtung einer

multifunktionalen Landwirtschaft, die in erheblichem Umfang über die Güterproduktion hinaus Leistungen für die Gesellschaft erbringt.

Wir glauben, dass nun die Zeichen günstiger dafür stehen, auf Bundes- und Europaebene einen grundlegenden Richtungswechsel in der Agrarpolitik herbeizuführen. Vor allem muss die europäische Agrarförderung neu austariert werden – auch im Hinblick auf die bevorstehende Osterweiterung.

Gerade was die Osterweiterung der Europäischen Union betrifft, decken sich die Sorgen der Bauern mit denen vieler Bürger. Die gesamte EU-Politik sollte mit der Agenda 2000 einen großen Schritt nach vorne tun. Das wurde nicht erreicht: Die Agenda 2000 hat weder eine gerechte Lastenverteilung im heutigen Europa der 15 gebracht, noch ist es gelungen eine tragfähige finanzielle Grundlage für ein künftiges Europa der 21 oder gar 27 im Zuge der Osterweiterung zu schaffen. Im Gegenteil: Statt durch Einsparungen für die Osterweiterung vorzusorgen, haben sich einzelne Mitgliedstaaten nochmals kräftig aus den Fonds bedient.

Bayern hat im Rahmen der Verhandlungen zur Agenda 2000 mit Nachdruck die Einführung der Kofinanzierung für den gesamten Agrarbereich gefordert. Das heißt, ein System, das alle EU-Zahlungen an die Leistungsfähigkeit und vor allem Leistungswilligkeit der Mitgliedstaaten und damit an deren nationale Agrar- und Strukturpolitik ankoppeln würde. Aber von diesem dringend notwendigen Wechsel im EU-Finanzsystem ist die Bundesregierung schon frühzeitig abgerückt.

Wenn man einerseits versäumt, die finanziellen Voraussetzungen zu schaffen, andererseits die bestehenden Schwierigkeiten bagatellisiert oder gar versucht, sie ganz auszuklammern, dann braucht man sich nicht zu wundern, dass für die Osterweiterung die Akzeptanz der Bürger fehlt. Wir brauchen aber die Zustimmung der Bürger für eine Osterweiterung.

Ich möchte ausdrücklich feststellen: Die Osterweiterung ist eine politische, wirtschaftliche, historische und kulturelle Notwendigkeit. Die Osterweiterung ist richtig und wichtig. Die politische Frage ist aber wie sie kommt. Falsch eingefädelt droht sie zum Sprengsatz für die europäische Einigung zu werden.

Unsere Landwirte sehen die Osterweiterung in einem besonderen Licht. Die Landwirtschaft hat in den 10 osteuropäischen Beitrittsländern ein sehr großes Gewicht. In den Beitrittsverhandlungen kommt ihr deshalb eine herausragende Rolle zu:

- In den Beitrittsländern ist noch jeder Vierte in der Landwirtschaft beschäftigt. Vergleichbare Zahlen liegen in Mitteleuropa bereits Jahrzehnte zurück. Heute sind es in der EU nur noch 5,1 %.

- Mit der Erweiterung vergrößert sich die landwirtschaftliche Nutzfläche der Union um 60 Mio. Hektar. Das ist die Hälfte der Nutzfläche, die wir heute schon haben, und das 18-fache der Nutzfläche Bayerns.
- Die Erweiterung bedeutet für den Binnenmarkt einen Zuwachs der Bevölkerung um rund ein Drittel. Das sind 105 Mio. Nahrungsmittelkonsumenten mehr. Demgegenüber nimmt die landwirtschaftliche Nutzfläche und damit das Produktionspotenzial aber um fast die Hälfte zu.

Mit der Osterweiterung ist also eine enorme Erweiterung des Agrar- und Lebensmittelmarktes verbunden. Neben der drängendsten Frage der Direktzahlungen kommt der Festlegung von Produktionsquoten und der vollen Übernahme unserer Produktionsstandards im Bereich Tierschutz, Hygiene- und Veterinärwesen eine zentrale Bedeutung zu. Das Kapitel Landwirtschaft muss besonders ‚sorgfältig‘ verhandelt werden, damit die Erweiterung nicht die Gemeinsame Agrarpolitik insgesamt in Gefahr bringt. Gerade im Hinblick auf die Landwirtschaft lautet unsere Position daher: Qualität vor Geschwindigkeit!

Die Agenda 2000 hat unseren Landwirten tiefgreifende Einschnitte gebracht. Die Landwirtschaft wird den harten, aber nicht immer fairen Bedingungen des Weltmarkts noch stärker als bisher ausgesetzt. Anders als 1992 werden die massiven Preiskürzungen durch die Ausgleichszahlungen der EU nur teilweise kompensiert. Wir rechnen allein für die bayerische Landwirtschaft mit Mindereinnahmen von rund 1,1 Mrd. DM am Ende der EU-Finanzperiode im Jahr 2006.

Die aktuellen Sorgen der Landwirtschaft hängen auch mit der Politik der Bundesregierung zusammen.

Allein die ökologische Steuerreform führt – übrigens auch vom Deutschen Institut für Wirtschaft bestätigt – zu einseitigen Belastungen für die deutsche Landwirtschaft in Höhe von rd. 900 Mio. DM. Dabei ist der starke Preisanstieg bei Dieselmotoren in den letzten Monaten noch gar nicht berücksichtigt. Die vorgesehene Senkung der Lohnnebenkosten kommt bei den in der bayerischen Landwirtschaft vorherrschenden Familienbetrieben aber so gut wie nicht zum Tragen.

Die Einführung des sogenannten Agrardiesels ist bei weitem nicht ausreichend. Auch die Bundesregierung hat inzwischen eingesehen, dass man das nicht als Erfolg verkaufen kann. Tatsache ist: 1998 lag der Steuersatz auf Diesel für die Bauern bei 21 Pfennig pro Liter, wegen Ökosteuern und Reduzierung der Gasölbeihilfe ist der Steuersatz in diesem Jahr auf 44 Pfennig pro Liter gestiegen. Und mit der Einführung des Agrardiesels ab 2001 wird die Steuer trotz vorgesehener Entlastungen im nächsten Jahr auf 57 Pfennig pro Liter steigen, sich also nahezu verdreifachen. Endgültig ist die Sache aber immer noch nicht entschieden.

Die explodierenden Sprit- und Heizölpreise zwingen zum Handeln. Die Ökosteuer belastet Bürger und Unternehmen bis 2003 mit insgesamt 127 Mrd. DM. Das gefährdet Arbeitsplätze und hebt die Entlastung durch die Steuerreform zum großen Teil wieder auf.

Pendler, Mieter, kinderreiche Familien, Rentner und Arbeitslose trifft die Ökosteuer besonders hart. Allein der Heizölpreis hat sich seit letztem Jahr verdoppelt, zu Lasten vor allem des "kleinen Mannes".

Deshalb kann es nur eine Antwort geben: die bisherigen Erhöhungen der Mineralölsteuer und der Stromsteuer müssen rückgängig gemacht werden und die noch vorgesehenen Erhöhungen müssen weg vom Tisch.

Mit großer Sorge erfüllen mich auch die Kürzungen im Agrarsozialbereich. Ein Minus von 705 Mio. DM gegenüber der ursprünglichen mittelfristigen Finanzplanung führt besonders bei Landwirten mit kleineren und mittleren Einkommen zu schmerzhaften Beitragssteigerungen. Allein die Beiträge für die Alterssicherung sind zum Teil sprunghaft angestiegen. Die Kürzungen treffen dabei vor allem die bäuerlich strukturierte Landwirtschaft im Süden der Bundesrepublik.

Die Bayerische Staatsregierung bekennt sich ohne Wenn und Aber zur bäuerlichen Agrarverfassung. Unsere Bäuerinnen und Bauern haben auf die agrarpolitischen Rahmenbedingungen immer mit Stehvermögen, Kreativität und Optimismus reagiert. Und Bayern wird ihnen auch in Zukunft ein verlässlicher Partner sein!

Alle Probleme, die auf unsere Bauern zukommen, zeigen eines ganz deutlich: Die Landwirtschaft braucht Unterstützung – auch und gerade durch Forschung und Wissenschaft!

Diesem Ziel, die bestmögliche Unterstützung unserer bäuerlichen Familienbetriebe durch die agrarwissenschaftliche und landtechnische Forschung zu erreichen, dient auch die Evaluierung der agrar- und forstwissenschaftlichen Landesanstalten in Bayern.

Wie Sie wissen, hat der Wissenschaftlich-Technische Beirat der Staatsregierung diese Evaluierung im vergangenen Jahr angeregt, die dann vom Ministerrat vor einem Jahr beschlossen wurde. Mittlerweile ist die Evaluierung abgeschlossen. Die dazu eingesetzte Expertenkommission hat am 9. November ihren Bericht vorgelegt.

Die Gutachter haben sehr weitgehende Vorschläge zur Neustrukturierung der Anstalten unterbreitet. Im Kern geht es darum, durch ein gemeinsames Management die Information und Kooperation der Anstalten zu optimieren sowie Synergiepotenziale und Bündelungseffekte stärker zu nutzen. Gleichzeitig soll es aber nach Auffassung der Gutachter bei der fachlichen Eigenständigkeit der Einrichtungen bleiben.

Wir werden nun sehr genau prüfen, inwieweit die Empfehlungen der Gutachter umsetzbar sind – und zwar immer unter der Prämisse, Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Land- und Forstwirtschaft sowie der Landtechnik zu stärken und zu fördern.

Die Evaluierung der Landesanstalten erfolgt gleichsam an einer "Schnittstelle" von zwei zentralen Themen unseres Regierungsprogramms, nämlich der High-Tech-Offensive und der Verwaltungsreform.

Das Ziel der Verwaltungsreform in Bayern ist eine dynamische, flexible und effektive öffentliche Verwaltung. Damit keine Missverständnisse aufkommen: Bayern wird sehr gut verwaltet! Die bayerische öffentliche Verwaltung genießt im In- und Ausland - zu Recht - ein hohes Ansehen.

Doch die Rahmenbedingungen für staatliches Verwaltungshandeln und die Organisation der Staatsverwaltung haben sich mit den Jahren verändert. Nicht alles, was sich über Jahre und Jahrzehnte hinweg entwickelt hat, wird heute den Anforderungen des globalen Wettbewerbs gerecht, dem in zunehmendem Maß nicht nur unsere Unternehmen, sondern auch die Staaten und ihre Verwaltungen ausgesetzt sind.

Eines der Kernelemente der Verwaltungsreform ist die Deregulierung, die Abschaffung oder Vereinfachung von Vorschriften, die heute nicht mehr notwendig sind.

Gleichzeitig geht es bei unserer Verwaltungsreform darum, den Staat von solchen Aufgaben zu entlasten, die er nicht zwingend erfüllen muss. Deshalb prüfen wir bei jeder Aufgabe, ob sie grundsätzlich vom Staat übernommen werden muss, ob sie auf der richtigen Ebene wahrgenommen wird, und ob sie nicht mit geringerem Aufwand erfüllt werden kann, indem Doppelarbeit vermieden wird und Synergien und Bündelungseffekte herbeigeführt werden.

Deshalb stellen wir alle Ebenen der Verwaltung auf den Prüfstand. Das betrifft die Staatsministerien genauso wie auch die forst- und agrarwissenschaftlichen Landesanstalten.

Denkverbote gibt es dabei nicht! Denn die Konkurrenzfähigkeit des Standortes Bayern im globalen Wettbewerb wird auch dadurch bestimmt, wie effizient die Ressource "Verwaltungsorganisation" eingesetzt wird.

Die Bilanz der bisher in Angriff genommenen Reformschritte zeigt: Der Freistaat Bayern steht unter den Ländern in Deutschland an der Spitze. Kein anderes Land hat bis heute eine so umfassende Reform seiner öffentlichen Verwaltung auf den Weg gebracht. Unternehmen, die sich in Bayern ansiedeln, bestätigen mir immer wieder die Effizienz und die gute Arbeit unserer Verwaltung.

Mit der High-Tech-Offensive, in die 2,65 Mrd. DM aus Privatisierungserlösen fließen, bauen wir unsere Stärken in Wissenschaft und Wirtschaft weiter aus. Wir erweitern die bayerischen High-Tech-Zentren von Weltrang und stärken die regionale Technologiekompetenz im ganzen Land. Damit wollen wir Bayern zu einer der innovativsten Wachstumsregionen der Welt machen und dem technischen Fortschritt in ganz Bayern einen weiteren landesweiten Schub geben.

Die High-Tech-Offensive sieht vor, dass Weihenstephan zum Zentrum der Biotechnologie für Agrarprodukte und Lebensmittel werden soll.

In Straubing konzentrieren wir Einrichtungen der angewandten Forschung, Verwertung und Vermarktung für nachwachsende Rohstoffe. Durch die Verknüpfung mit der Grundlagenforschung in Weihenstephan entsteht so ein europaweit einzigartiges Kompetenzzentrum.

Das landwirtschaftlich geprägte Umfeld Straubings, seine Nähe zu Weihenstephan und dem Münchner Raum prädestinieren diese Stadt für das Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe.

Der konkrete Nutzen besteht nicht nur in der Schaffung neuer Synergieeffekte für die auf diesem Gebiet tätigen und in Straubing zusammengeführten Einrichtungen. Wir wollen vielmehr auch erreichen, dass jeder, der in Bayern mit nachwachsenden Rohstoffen etwas unternehmen will, in Straubing alle Ansprechpartner an einem Ort findet.

So wird z.B. der Bereich "nachwachsende Rohstoffe" der Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau nach Straubing verlagert. Ebenso kommen Teile der Landesanstalt für Landtechnik dorthin. Und auch die Koordinierungseinrichtung für nachwachsende Rohstoffe C.A.R.M.E.N. e.V. wird zum Jahresbeginn 2001 ihre bisher in Rimpfing bei Würzburg geleistete Arbeit in Straubing fortsetzen.

Wir werden hier in Straubing künftig die unmittelbar anwendungsbezogenen Projekte konzentrieren, wobei es vor allem um den praktischen Technologietransfer geht:

In der stofflichen und energetischen Nutzung biogener Rohstoffe liegt ein ungeheures Zukunftspotenzial

Ausreichende und dabei ökologisch vertretbare Stoff- und Energieressourcen werden über kurz oder lang auf nachwachsenden Rohstoffen beruhen.

Es wird in absehbarer Zeit möglich sein, Pflanzen mit ganz bestimmten Zieleigenschaften gentechnisch zu optimieren. So kann beispielsweise schnelles Wachstum auf kargen Böden gefördert werden. Das hilft, zu wirtschaftlich tragbaren Bedingun-

gen Pflanzen für den Non-Food-Bereich zu sichern, beispielsweise für Baustoffe und chemische Zwischenprodukte. Schon heute sind manche Bereiche der Kosmetikindustrie auf der Basis von Ölpflanzen wirtschaftlich.

Zur Realisierung dieses Konzepts setzt der Freistaat Bayern rund 26 Mio. DM ein. Die Stadt Straubing arbeitet mit Hochdruck an den Umbau- und Sanierungsmaßnahmen für das Verwaltungsgebäude. Das Förderzentrum Biomasse wird bereits 2001 im Verwaltungsgebäude eingerichtet werden können.

Insgesamt geht der Aufbau des Kompetenzzentrums zügig voran. Ich denke, wir sind auf einem guten Weg: Straubing wird zu einem Spitzenstandort für angewandte Forschung und Dienstleistungen zur energetischen und industriellen Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen werden.

Auch hier in Weihenstephan geht es voran: Mit dem Neubau des Institutes für Tierwissenschaften wurde begonnen. Für den Neubau des Zentrums für Biowissenschaften der TU laufen die Planungsarbeiten. Die Pilotprojekte zur Begleitung der Genforschung sind gestartet. Zum Wintersemester 2000/2001 wurde ein neuer Studiengang Biotechnologie mit Bachelor- und Master-Abschluss an der TU eingerichtet. Vor kurzem konnten wir das Gründerzentrum für grüne Biotechnologie eröffnen. Und für den Neubau der Zentralbibliothek mit Datenverarbeitungsstelle wurde ebenfalls kürzlich der Grundstein gelegt.

Insgesamt investieren wir in den Ausbau der bayerischen High-Tech-Zentren von Weltrang 1,3 Mrd. DM. Bayern verfügt schon heute in allen Teilen des Landes über Zentren von hervorragender technologischer und wissenschaftlicher Kompetenz. Jedes dieser Zentren hat sein eigenes Profil und seine eigenen Stärken. Daran knüpfen wir an.

Erfolgsvoraussetzung ist ein optimales Zusammenwirken aller Partner und die intensive Vernetzung von Grundlagenforschung an Universitäten, anwendungsbezogener Forschung in den Unternehmen, technologieorientierten Unternehmensgründungen und der Bereitstellung von Chancenkapital.

Eine exzellente Grundlagenforschung ist die Basis für technologischen Fortschritt und wirtschaftliches Wachstum. Die Zahl der US-Patente, die auf Arbeiten an den besten Universitäten oder nationalen Forschungslabors zurückgehen, hat sich in den letzten sechs Jahren verdreifacht. Deshalb legen wir einen Schwerpunkt der High-Tech-Offensive auf die Stärkung der Grundlagenforschung.

Wir konzentrieren uns dabei auf die Leittechnologien der Zukunft, wie

- Bio- und Gentechnologie
- Informations- und Kommunikationstechnologie

- Materialwissenschaft, vor allem bei den Neuen Werkstoffen
- Umwelttechnik und der
- Mechatronik.

Grundlagenforschung ist nicht der alleinige Schlüssel zum Erfolg! Ein weiterer Schwerpunkt der High-Tech-Offensive liegt auf der anwendungsbezogenen Forschung.

Anwendungsbezogene Forschung steht zwischen der Grundlagenforschung und der Produktentwicklung in den Unternehmen. Bei ihr steht der konkrete Anwendungsnutzen aus der Grundlagenforschung für die Bedürfnisse der Verbraucher im Vordergrund.

Bei meinen verschiedenen Besuchen in den USA hat mich immer wieder besonders beeindruckt, wie aktiv dort die intensive Zusammenarbeit von Universitäten und Industrie vorangetrieben wird.

So darf z. B. in der Stanford University jeder Professor einen Tag pro Woche als Berater für Industriefirmen arbeiten. Von der Universität werden systematisch Forschungsgelder für Industrieaufträge eingeworben. Damit wird verhindert, dass Forscher sich in ihren Elfenbeinturm zurückziehen. Der Transfer von Universitätswissen in industrielle Technologie wird durch die Vernetzung von Hochschule und Unternehmen systematisch vorangetrieben.

Wir übertragen dieses erfolgreiche Modell auf Bayern. Die neuen Kompetenzzentren werden sich öffnen und auf die Bedürfnisse der privaten Wirtschaft hin forschen. Wir haben bereits bewiesen, dass dies auch bei uns sehr gut funktioniert: Martinsried ist der Prototyp und zugleich das beste Beispiel.

Technologieorientierte Unternehmensgründungen sind für den Erfolg eines Kompetenzzentrums ein ganz entscheidender Faktor. Das hat Martinsried bewiesen und das zeigt auch das Beispiel Stanford. Jedes Jahr werden von Studenten der Stanford University Dutzende von neuen Firmen gegründet, die am Anfang Starthilfen von ihrer Universität bekommen. Die jungen Selbständigen halten intensiven Kontakt zur Universität und nehmen an deren Veranstaltungen teil, nutzen auch die Einrichtungen der Universität, wie z. B. die Uni-Bibliothek.

Die High-Tech-Offensive orientiert sich an diesem erfolgreichen Modell. Auf dem Campus der jeweiligen Universität werden Technologie- und Gründerzentren als "Brutkästen" für junge Unternehmen eingerichtet. In räumlicher Nähe wird es Erweiterungsflächen für Firmen geben, die rasch expandieren oder sich in Universitätsnähe ansiedeln wollen. Die Staatsregierung unterstützt den leichteren Übergang von der Uni zu einer selbständigen Existenz zusätzlich durch das Förderprogramm FLÜGGE.

Jungen Technologieunternehmen fehlt es in der Gründungs- und Startphase in der Regel nicht an guten Ideen, aber häufig fehlt eine vernünftige Eigenkapitalausstattung. Die Bayerische Staatsregierung hat schon 1995 Bayern Kapital mit Sitz in Landshut und einer Finanzausstattung in Höhe von 150 Mio. DM gegründet, um die Startchancen für Technologieunternehmen in Bayern entscheidend zu verbessern.

Im Rahmen der High-Tech-Offensive haben wir weitere 65 Mio. DM zur Ausstattung bayerischer Technologiegründungen zur Verfügung gestellt. Die Erfahrung zeigt, dass die Koinvestition von Bayern Kapital jungen Unternehmen den Weg zu Beteiligungskapitalgesellschaften eröffnet. Ohne Bayern Kapital wären solche Gesellschaften für viele innovative junge Unternehmen gar nicht zu interessieren.

In Deutschland ist München das Zentrum des Chancenkapitals. Zahlreiche Venture-Capital-Firmen sind hier ansässig, jede fünfte Chancenkapitalfirma in Deutschland wird im Raum München investiert. Hier gibt es inzwischen deutlich mehr als eine Milliarde Mark, die darauf wartet, investiert zu werden.

In München und in Nordbayern führt die Bayerische Staatsregierung Businessplan-Wettbewerbe durch, die auf lebhaftes Interesse stoßen. Darauf bauen wir auf. Im Rahmen der High-Tech-Offensive stellt die Staatsregierung 15 Mio. DM bereit, mit denen in allen Regierungsbezirken Bayerns Businessplanwettbewerbe durchgeführt werden.

Fazit:

Die Eckpunkte unseres bayerischen Konzepts für High-Tech-Zentren von Weltrang sind:

- Hervorragende Universitäten und
- anwendungsbezogene Forschungseinrichtungen,
- regional konzentriertes Venture Capital,
- günstige Rahmenbedingungen für technologieorientierte Unternehmensgründungen, eine kritische Masse an Firmen aus den Bereichen Informationstechnik, Biotechnologie, Neue Werkstoffe, Umwelttechnik und Mechatronik und vor allem ein großes Potenzial von hervorragend ausgebildeten Menschen.

Ich glaube, die Bayerische Landesanstalt für Landtechnik passt – ebenso wie die anderen agrar- und forstwissenschaftlichen Landesanstalten – hervorragend in dieses Konzept. Wir in Bayern sind mit unserer Agrarpolitik und -forschung auf dem richtigen Weg.

Ich bin sicher: Die Landesanstalten werden – wie in der Vergangenheit – auch in ihrer neuen Organisationsform herausragende Arbeit leisten- zum Nutzen des Agrarstandortes Bayern und aller Menschen in unserem Land!

Staatsminister
Josef Miller



Zukunft des Agrarstandortes Bayern - Möglichkeiten und Grenzen landtechnischer Innovationen

Sehr gerne bin ich heute hierher nach Weihenstephan gekommen. 75 Jahre Innovationen in der Landtechnik und erfolgreiche Arbeit im Dienste unserer bäuerlichen Familienbetriebe sind wahrhaft ein Grund zum Feiern. Ein dreiviertel-jahrhundert Bayerische Landesanstalt für Landtechnik ist aber auch ein hervorragender Anlass, ihre besonderen Verdienste persönlich zu würdigen. Ich darf Ihnen allen, dem Vorstand Herrn Professor Schön und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Landesanstalt, sehr herzlich zu diesem Festtag gratulieren. Gleichzeitig verbinde ich damit meinen aufrichtigen Dank und meine Anerkennung für all die Arbeit, die Sie in den vergangenen Jahrzehnten für die deutschen und bayerischen Land- und Forstwirte geleistet haben.

Die Bayerische Landesanstalt für Landtechnik gehört – verwaltungstechnisch gesehen - zum Zuständigkeitsbereich des Wissenschaftsministers. Die enge Beziehung und Verbindung zwischen Landwirtschaft und Landtechnik – nicht nur dem Namen nach- wird auch beim heutigen Jubiläum besonders deutlich. Um so mehr freue ich mich als Landwirtschaftsminister in der Rolle des Gastes ihre Jubiläumstagung zu eröffnen.

Zwischen der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik und meinem Haus gibt es in guter Tradition seit Jahrzehnten enge personelle und fachliche Bindungen. Ein Großteil der Bediensteten der bayerischen Land- und Hauswirtschaftsverwaltung hat auf dem "Weihenstephaner Lehrberg" seine Studiausbildung erhalten. Vielen Weihenstephanern ist durch das Fachgebiet Landtechnik auch die Landesanstalt für Landtechnik vertraut geworden. Ich darf behaupten, dass dies der Schlüssel dafür ist, dass mein Haus immer auf Ihre Unterstützung und Ihren Rat zählen kann.

Umgekehrt haben wir die Landesanstalt für Landtechnik finanziell unterstützt, um Forschungsvorhaben anzuregen und deren Einzug in die Praxis zu fördern. Die Landtechnik Weihenstephan und mitten drin die Landesanstalt für Landtechnik hat sich durch eine Vielzahl von land- und bautechnischen Innovationen und Entwicklungen in Industrie und Landwirtschaft einen hervorragenden Ruf erworben. Die fast revolutionäre Entwicklung der Landmaschinen in den 60er und 70er Jahren ist ebenso untrennbar mit dem Namen Weihenstephan verbunden wie die Neuausrichtung der modernen Landwirtschaft auf die Herausforderungen einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Bewirtschaftung- z.B. in den Bereichen Regenerative Energien oder artgerechte Tierhaltung in kostengünstigen Außenklimaställen.

Landtechnik im Rückblick

Sie haben Ihre Jubiläumstagung unter das Motto "Technische Entwicklungen für eine nachhaltige Landwirtschaft in Bayern" gestellt. Ich denke, Sie hätten kein besseres Motto wählen können, denn die nachhaltige bäuerliche Landwirtschaft in Bayern war und ist auf landtechnische Innovationen angewiesen.

Im Mittelpunkt des bäuerlichen Schaffens steht seit je her die Erzeugung qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel. Dabei ist besonders der enorme Produktivitätsfortschritt beeindruckend, den die Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten erzielt hat: Ein bayerischer Bauer versorgte um die Jahrhundertwende 10 Personen, 2 Generationen später 15, und heute sind es bereits über 100 Menschen. Dieser Produktivitätsfortschritt war nur durch die fortschreitende Mechanisierung möglich.

Die Entwicklung der Erträge und Leistungen in der Landwirtschaft verdeutlicht diese enorme Produktivitätssteigerung: Mitte des Jahrhunderts konnten z.B. rd. 350 dt Zuckerrüben je ha geerntet werden, im Jahr 1975 waren es mit über 520 dt je ha rd. 1,5-mal so viel und in diesem Jahr haben wir mit voraussichtlich über 680 dt Zuckerrüben je ha nochmals einen enormen Ertragssprung erreicht. Und im gleichen Zeitraum haben unsere Landwirte den Düngereinsatz wesentlich reduziert- von rd. 300 kg Stickstoff je ha Zuckerrüben Ende der 60er Jahre auf mittlerweile rd. 100 kg Stickstoff je ha heute. Exakte und damit umweltschonende Düngung ist zu einem großen Teil auch eine Frage der optimalen Technik.

Neben der enormen Produktivitätssteigerung hatte die Landwirtschaft aber damit zu kämpfen, dass besonders in den 50er und 60er Jahren Arbeitskräfte aus der Landwirtschaft abwanderten. Der Rückgang an Arbeitskräften, die in der wachsenden Industrie einen Arbeitsplatz fanden, konnte erst durch eine umfassende Mechanisierung in der Landwirtschaft bewältigt werden. Hier zeigte sich einmal mehr die Landtechnik als verlässlicher Partner der Landwirtschaft.

Ein gutes Beispiel dazu liefert noch einmal der Zuckerrübenanbau. Die Arbeitsproduktivität im Zuckerrübenanbau hat durch die Einführung von Rode- und Abfuhrgemeinschaften und die Fortschritte im Pflanzenbau eine wahre Revolution erlebt. Mitte des Jahrhunderts haben die Rübenbauern je ha Zuckerrübenfläche- oft in mühsamer Handarbeit – rd. 200 Arbeitsstunden erbringen müssen. Im Jahr 1975 ist diese Zahl auf rd. 60 Akh je ha und damit auf etwas mehr als ein Viertel gesunken. Heute rechnen wir mit durchschnittlich 15 Akh je ha Zuckerrüben und sind damit in Dimensionen vorgedrungen, die sich unsere Großväter und selbst unsere Väter nicht hätten erträumen lassen.

Nachhaltigkeit als Grundsatz bayerischer Agrarpolitik

Die Bayerische Agrarpolitik hat diese Entwicklung aktiv begleitet und mitgestaltet. Produktivitätssteigerung im Einklang mit Natur und Umwelt ist ein wesentliches Kennzeichen einer nachhaltigen und verantwortungsbewussten Landbewirtschaftung. Deshalb haben wir in Bayern dem früheren europäischen Agrarleitbild einer industriellen Agrarproduktion nach den Plänen von Sicco Mansholt ein eigenes Konzept entgegengesetzt. Aus den spezifischen bayerischen Strukturgegebenheiten heraus hat der damalige Landwirtschaftsminister Dr. Hans Eisenmann einen eigenen Bayerischen Weg der Agrarpolitik entwickelt.

Der Bayerische Weg, der in Deutschland und darüber hinaus im Laufe der Jahre geradezu zu einem Markenzeichen geworden ist, konnte seine Wirksamkeit vor allem auch deshalb entfalten, weil unsere Agrarpolitik mit einer dezentralen Wirtschaftspolitik einherging. Diese Vernetzung der einzelnen Politikbereiche wird in Bayern seit Jahrzehnten praktiziert und ist der Schlüssel für den Erfolg unserer Politik für den ländlichen Raum. Neben dem Prinzip der Partnerschaft der einzelnen Betriebsformen und der Erhaltung der Kulturlandschaft als agrarpolitische Aufgabe ist und bleibt das gleichwertige Einbeziehen der Nebenerwerbslandwirtschaft Kernpunkt des Bayerischen Weges.

In Bayern können wir nach 30 Jahren Bayerischer Weg eine positive Bilanz ziehen:

1. Wir haben eine breite Streuung des Eigentums auf Familienbetriebe und keine industriell geprägte Großlandwirtschaft.
2. Bei uns ist die Lebensmittelerzeugung in der Hand von verantwortungsvollen Bauern und nicht in der Hand von profitorientierten Großkonzernen. Denn unsere Landwirte wollen ihre Böden vererben und nicht verderben.
3. Wir haben die Voraussetzungen dafür geschaffen, dass ein wesentlicher Teil der Wertschöpfung in der Landwirtschaft und im ländlichen Raum verbleiben kann, diesen stärkt und nicht in die Ballungszentren abfließt.

4. Wir haben eine vielfältig gegliederte und vernetzte Kulturlandschaft und keine ausgeräumten Agrarsteppen. Unsere bayerische Landwirtschaft wird von der Gesamtbevölkerung in hohem Maße akzeptiert und mit großer Sympathie begleitet.

Heute ist die "multifunktionale Landwirtschaft" auch zum Leitbild der EU-Agrarpolitik geworden. Das Ziel ist also eine Landwirtschaft, die über die reine Nahrungsmittelerzeugung hinaus durch eine ressourcenschonende und nachhaltige Bewirtschaftung dem Gemeinwohl dient. Nach fast 30 Jahren haben es auch die Verantwortlichen in der EU eingesehen: Größenwachstum ohne wenn und aber nach dem Motto "Wachsen oder Weichen" kann und darf nicht das Ziel staatlicher Regional- und Agrarpolitik sein!

Herausforderungen der Zukunft

Zu den Grundfragen zur Zukunft des Agrarstandortes Bayern gehört: Welche Herausforderungen stehen an und wie sind diese zu meistern? Ich möchte die 3 wichtigsten Herausforderungen kurz ansprechen:

1. Die europäische Landwirtschaft hat auf dem Weltmarkt mit erheblichen Wettbewerbsverzerrungen zu kämpfen. Der Welthandel ist nämlich wesentlich mehr von weiterer Liberalisierung geprägt als von Fairness. Ich erinnere beispielhaft an den Hormoneinsatz und die Exportsubventionen in den USA sowie den fehlenden Tierschutz außerhalb der EU.

Gleichzeitig erkennt die Menschheit immer mehr, dass der Raubbau an der Natur und die Verletzung von Naturgesetzen enorme, oftmals nicht zu beherrschende Gefahren mit sich bringen. Zu welchen Folgen eine Landwirtschaft führt, die nicht mehr an die Fläche gebunden ist, führt die BSE-Krise uns allen vor Augen. Es darf nicht sein, dass aus reiner Gewinnmaximierung gegen die Grundgesetze der Natur verstoßen wird – und genau dies geschieht, wenn Tiermehl an Pflanzenfresser verfüttert wird.

Eine ressourcenschonende und nachhaltige Wirtschaftsweise in Verantwortung für die nachfolgenden Generationen, wie sie unsere bäuerlichen Familienbetriebe leisten, bildet hier ein wirksames Gegengewicht. Die Konsequenz aus der Nachhaltigkeitsdebatte muss deshalb sein, dass sich Politik und Gesellschaft für die faire Anerkennung nachhaltiger Wirtschaftsweisen einsetzen. Denn erst die Honorierung gesellschaftlicher Wohlfahrtsleistungen stärkt die Wettbewerbsfähigkeit unserer Familienbetriebe am europäischen und weltweiten Markt. Die Interessen einer nachhaltigen und bäuerlichen Landwirtschaft müssen deshalb auch mit allem Nachdruck in den WTO-Verhandlungen vertreten werden.

2. Auch die Osterweiterung der EU wird uns vor große Herausforderungen stellen. Dabei spielt gerade der Landwirtschaftssektor eine herausragende Rolle. Dies liegt vor allem daran, dass der Agrarsektor in den MOE-Ländern einen sehr hohen Stellenwert hat. So sind dort 23 % der Erwerbstätigen in der Landwirtschaft tätig, gegenüber rd. 5 % in der EU. Für mich gibt es jedoch keinen Zweifel daran, dass mit dem Beitritt die Vorschriften der EU in den Bereichen Umweltschutz, Verbraucherschutz oder Tierschutz in vollem Umfang auch in den Beitrittsländern angewendet werden müssen. Es kann nicht sein, dass in den Beitrittsländern zwar Ausgleichszahlungen gewährt werden, die dortige Landwirtschaft aber von vielen Pflichten befreit wird.

3. Eine enorme Herausforderung stellt die Sicherstellung der Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung dar. Gesättigte Agrarmärkte werden in absehbarer Zeit der Vergangenheit angehören. Die Weltbevölkerung nimmt rasant zu - täglich werden es 250 000 Menschen mehr, das ist die Bevölkerungszahl einer Stadt wie Augsburg. Gleichzeitig entsteht weltweit neue Kaufkraft für unsere Nahrungsmittel.

Die FAO, die Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen, schätzt, dass die Nahrungsmittelproduktion bis zum Jahr 2010 weltweit um 60 % gesteigert werden muss, um mit der Bevölkerungsentwicklung Schritt zu halten. Die guten Klimavoraussetzungen in Europa sprechen dafür, dass Europa zur *"Kornkammer der Welt-ernährung"* werden könnte. Denn nur ca. 11 % der Erdoberfläche sind für die nachhaltige Erzeugung von Nahrungsmitteln und Rohstoffen geeignet. D. h., zukünftig muss Nahrung vor allem dort erzeugt werden, wo die klimatischen und geographischen Voraussetzungen gegeben sind, dort wo Nachhaltigkeit und verantwortungsvoller Umgang mit den natürlichen Ressourcen Tradition haben. Vor diesem Hintergrund hat der Agrarstandort Bayern sehr wohl eine Zukunft.

Wie reagiert die Agrarpolitik ?

Auch in Zukunft brauchen die Menschen gesunde Nahrungsmittel, eine intakte Umwelt und eine Heimat. Das sind die Ansprüche, die die Menschen in Bayern, ja in ganz Europa an die Landwirtschaft stellen. Und diese Ansprüche hat sie auch immer erfüllt und wird sie auch in Zukunft erfüllen.

Dies zeigt uns deutlich, wie wichtig und notwendig es ist, einen tragfähigen gesellschaftlichen Konsens zu finden. Die Weichenstellung der Agrarpolitik ist auch eine Weichenstellung für den ländlichen Raum! Nachhaltige Landwirtschaft ist eine Frage der Lebensqualität für alle Bürgerinnen und Bürger.

Die Bayerische Staatsregierung nimmt diese Verantwortung ernst. Der Ende November diesen Jahres verabschiedete Haushalt meines Ressorts ist die pragma-

tische agrarpolitische Antwort auf die Herausforderungen der Zukunft. Er ist geprägt vom Willen der Staatsregierung,

den Landeshaushalt in wenigen Jahren (2006) ohne Nettokreditaufnahme aufzustellen und trotzdem der bäuerlichen Landwirtschaft eine echte Chance zu geben, auch im schärfer werdenden Wettbewerb zu bestehen und Wohlfahrtsleistungen unserer multifunktionalen Landwirtschaft im Sinne von Leistung und Gegenleistung auf vertraglicher Basis zu entgelten.

Wir wollen Bayern auch in Zukunft als einen vitalen Agrarstandort erhalten, an dem zum Wohle aller die Bewahrung der bayerischen Kulturlandschaft gewährleistet und die Versorgung mit qualitativ hochwertigen heimischen Nahrungsmitteln gesichert sind sowie die enormen wirtschaftlichen Leistungen mit einem Produktionswert von 17,2 Mrd. DM (1998) weiter erbracht werden. Dazu setzen wir auf die umweltfreundliche, naturnahe, nachhaltige und flächendeckende Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen durch unsere bäuerliche Landwirtschaft, die auch unsere Nutztiere als Mitgeschöpfe achtet. Wozu eine Landwirtschaft führt, die diese Grundlagen missachtet, zeigt die aktuelle dramatische Entwicklung bei der Rinderseuche BSE.

Unserer erfolgreichen Agrarwirtschaft wollen wir eine sichere Rohstoffbasis erhalten und der Landwirtschaft einen angemessenen Platz bei der Erzeugung nachwachsender Rohstoffe und bei der Bioenergie sichern.

Vor diesem Hintergrund ist der bayerische Agrarhaushalt ein Zeichen der Ermunterung und ein Symbol der Solidarität der Bayerischen Staatsregierung mit unserer bäuerlichen Landwirtschaft.

Bayerisches Programm 2000 – Leistungen für Land und Leute

Bestes Beispiel dafür, wie Bayern zu seinen Bauern steht, ist unser Förderprogramm "Programm 2000 – Leistungen für Land und Leute". Wir mussten zäh verhandeln, aber wir haben für unsere Bauern viel erreicht: Von den für Deutschland insgesamt zur Verfügung stehenden über 10 Mrd. DM an EU-Mitteln im Rahmen der Programmplanung konnten wir knapp 31 %, das sind 3,3 Mrd. DM, für Bayern binden. Dieser Betrag wird mit nationalen Mitteln in gleicher Höhe kofinanziert, so dass jährlich über 900 Mio. DM oder insgesamt 6,4 Mrd. DM bis zum Jahr 2006 zur Verfügung stehen.

Wir haben die Förderung auf folgende 4 Säulen gestellt:

1. Wir fördern die Betriebe, die weitermachen! Wir unterstützen Investitionen mit dem Agrarinvestitionsförderprogramm, damit sich die Betriebe im Wettbewerb behaupten und durchsetzen können. Gleichzeitig braucht die Landwirtschaft verlässliche Marktpartner! Die Marktstrukturförderung leistet einen we-

- sentlichen Beitrag dazu, die Partner der Landwirtschaft für die Zukunft fit zu machen.
2. Wir honorieren Umweltleistungen der Landwirtschaft mit dem Bayerischen Kulturlandschaftsprogramm, der Ausgleichszulage und den Vertragsnaturschutzprogrammen. In Bayern werden mittlerweile über 60% der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf der Basis freiwilliger Vereinbarungen im Rahmen des Kulturlandschaftsprogramms bewirtschaftet. Das bedeutet, dass unsere Landwirte auf mehr als 2 Mio. ha landwirtschaftlicher Nutzfläche Nutzungseinschränkungen in Kauf nehmen und damit freiwillig zusätzliche ökologische Leistungen erbringen.
 3. Wir stärken den ländlichen Raum, helfen den Bauern Kosten zu senken und den Gewinn zu steigern. Mit der Ländlichen Entwicklung durch Flurneuordnung und Dorferneuerung leisten wir wirksame Hilfen zur Selbsthilfe.,
 4. Bei den forstwirtschaftlichen Maßnahmen werden wir auch in Zukunft an den Schwerpunkten Standorterkundung, Mischwaldförderung, Wegebau, Erstaufforstung sowie der Förderung der Forstbetriebsgemeinschaften festhalten.

Gegenüber anderen Bundesländern nimmt Bayern in der Agrarförderung die Spitzenstellung ein. Dabei verstehen wir staatliche Leistungen immer als "Hilfe zur Selbsthilfe", als Ansehnb und Impuls für die Entfaltung endogener Kräfte und unternehmerischer Leistung.

Evaluierung der Landesanstalten

Unsere eigenständige bayerische Agrarpolitik beschränkt sich aber nicht allein auf die finanzielle Förderung der Agrarwirtschaft, so wichtig diese auch ist. Tragende Säulen sind darüber hinaus unsere leistungsfähige Landwirtschaftsberatung sowie die fachliche Bildungs- und Beratungsarbeit für die bäuerlichen Familien und den gesamten ländlichen Raum. Unsere Landesanstalten mit ihrer angewandten Forschung sehe ich dabei als Basis dieser Beratung.

Doch gerade auch Forschung und Entwicklung stehen ständig vor neuen Herausforderungen und müssen sich ändernden Rahmenbedingungen anpassen. Die Bayerische Staatsregierung hat am 08.06.1999 die Neustrukturierung des Hochschulstandortes Weihenstephan beschlossen. Es war daher eine logische Folge, dass in einer "zweiten Stufe" auch die Landesanstalten im Bereich meines Hauses und die Fachhochschule Weihenstephan in diese Strukturüberlegungen einbezogen werden. Aufgrund der zunehmenden Anforderungen an unsere Landwirte sind wir geradezu verpflichtet, uns selbst die Frage zu stellen, ob die Aufgabenschwerpunkte und Organisationsformen der Landesanstalten diesen Ansprüchen genügen.

Ich möchte jedoch betonen, dass gerade die Landesanstalten selbst immer wieder die Kraft zu Anpassungen ihrer inneren Struktur aufgebracht haben. Nicht umsonst lässt der Kommissionsbericht eine generelle Zufriedenheit mit der Aufgabenerfüllung sämtlicher Landesanstalten erkennen.

Gerade bei der Landesanstalt für Landtechnik wird hervorgehoben, dass sie zum 1. Januar 2000 ihre Organisationsstruktur modernisiert und einen 5 Jahre dauernden Prozess zur fachlichen Neuorientierung erfolgreich abgeschlossen hat. Mit der Konzentration auf die Bereiche Verfahrenstechnik, Elektronik und Informationstechnologie orientiert sie sich an den zukunftssträchtigen Wissensmärkten. Das überdurchschnittlich hohe Drittmittelaufkommen im Gesamthaushalt der Landesanstalt ist Beweis für die vorbildliche Ausrichtung ihrer Forschung auf die. tJeralisforderungen in Industrie und Praxis.

Die Anregungen des Gutachtens nehme ich sehr ernst. Ich bitte um Verständnis, wenn kurz nach Offenlegung des Gutachtens noch keine abschließende Bewertung möglich ist. Zusammen mit den Ministerkollegen werden wir die Vorschläge im Detail bewerten. Die endgültige Entscheidung liegt dann bei der Bayerischen Staatsregierung.

Ich appelliere jedoch gerade heute an alle Bediensteten dieser Einrichtung: Bleiben Sie offen für notwendige Veränderungen! Ich bin davon überzeugt, dass eine Einrichtung, die sich wie die Landesanstalt für Landtechnik den Fortschritt und die Innovation auf die Fahnen geschrieben hat, auch nach innen die Herausforderungen der Zukunft meistern wird.

Nachhaltige Landwirtschaft und Landtechnik

Die landtechnische Entwicklung im Einklang mit einer nachhaltigen Landwirtschaft stellt für die Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Landtechnik eine enorme Herausforderung dar.

Der technische Fortschritt gerade des letzten Jahrzehnts hat noch einmal erhebliche Rationalisierungsmöglichkeiten aufgezeigt. Ich nenne hier nur zwei Stichworte:

Präzisionslandwirtschaft (Precision Farming) im Pflanzenbau und
in der Tierhaltung - und damit für den Milchstandort Bayern höchst bedeutsam
-die automatischen Melksysteme.

Eine zentrale Frage, die sich der Landtechnik aus Sicht der kleinräumigen bayerischen Landwirtschaft zunächst stellt, lautet: Wie können wir in Bayern die Kosten der Arbeitserledigung auf ein international wettbewerbsfähiges Niveau reduzieren – ohne zu einem industriellen Raubbau überzugehen?

Zweifelsohne sind auf diesem Sektor in den letzten 10 Jahren bereits erhebliche Fortschritte erzielt worden. Der überbetriebliche Einsatz schlagkräftiger Großmaschinen und die optimale Auslastung freier Arbeitskapazitäten hat den bäuerlichen Familienbetrieben – egal ob Voll-, Zu- oder Nebenerwerbsbetrieb - Einkommensmöglichkeiten eröffnet und gesichert. Jeder Familienbetrieb hat so die Chance, seine eigene Betriebsstrategie – ob in der Spezialisierung, der Extensivierung oder der Einkommenskombination - zu verfolgen und alle Vorteile der Kostendegression zu nutzen. Gerade heute ist die optimale Auslastung der landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren und die damit verbundene Kostenreduzierung eine unverzichtbare Überlebensstrategie.

Nach Berechnungen der Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur betragen die Maschinenkosten im Durchschnitt aller Buchführungsbetriebe vor 10 Jahren rd. 1200 DM/ha. Durch höhere Schlagkraft und den überbetrieblichen Maschineneinsatz sind diese Kosten im letzten Wirtschaftsjahr nominal um 14% auf 985 DM/ha zurückgegangen. Ein Vergleich der Maschinenkosten von 1989 und 1999 auf einer einheitlichen Preisbasis von 1989 ergibt, dass die Betriebe ihren Maschinenaufwand sogar um insgesamt 33 % oder 16.000 DM pro Betrieb und Jahr gesenkt haben. Dies bedeutet für die bayerische Landwirtschaft eine Kosteneinsparung – und somit eine Einkommensmehrung! - von rd. 520 Mio. DM jährlich. Und wir sind noch bei weitem nicht am Ende der Fahnenstange angelangt!

Gerade in Bayern muss es künftig noch mehr als bisher gelingen, leistungsfähige und teure Spezialmaschinen für unsere Familienbetriebe zugänglich zu machen. Das stellt einen wesentlichen Beitrag der Landtechnik zur Stärkung unserer bäuerlichen Familienbetriebe dar. Wir haben dazu hervorragende organisatorische Voraussetzungen. Bayern verfügt wie kein anderes Bundesland über ein flächendeckendes Netz an hauptamtlich geführten Maschinen- und Betriebshilfsringen. Die bayerische Agrarpolitik hat zum Aufbau dieses Netzes erhebliche finanzielle Aufwendungen bereitgestellt - in den letzten 10 Jahren durchschnittlich rund 10 Mio. DM/Jahr. Die Ringe bilden heute gemeinsam mit den privaten Lohnunternehmern und den Maschinengemeinschaften der Landwirte einen leistungsstarken Verbund zur Finanzierung und Auslastung von zukunftsfähiger Landtechnik.

Agrarstrukturverbesserung

Unverzichtbare Voraussetzungen für eine effiziente Bewirtschaftung und den Einsatz moderner Maschinen sind günstig geformte Wirtschaftsflächen mit entsprechender Schlaggröße und ein gut ausgebautes Wirtschaftswegenetz. Derzeit haben jedoch rd. 40 % der Flurstücke in Bayern eine Schlaggröße von weniger als 1,5 ha. Aus Berechnungen der LBA ergibt sich aber bei einer Erhöhung der Schlaggröße auf durchschnittlich 5 ha eine Kostenreduzierung um bis zu 30 %.

Verfahren der Flurneuordnung haben deshalb nach wie vor eine unverändert große Bedeutung. Wie kein anderes Instrument sind sie geeignet, durch Zusammenlegung der Grundstücke größere, rationell bewirtschaftbare Schlaggrößen zu realisieren und nötigenfalls auch die Wegerschließung zu verbessern. Die Direktionen für Ländliche Entwicklung reagieren flexibel auf die Wünsche der Landwirtschaft: So wird inzwischen ein großer Teil der in den letzten Jahren neu eingeleiteten Verfahren zur Flurneuordnung rasch und kostengünstig in einfachen Verfahren abgewickelt. Zusätzlich wurden und werden im Rahmen der Flurneuordnung auch die Möglichkeiten genutzt, langfristig verpachtete Grundstücke mit den Eigentumsflächen des Pächters zusammenzulegen. Damit liegen die tatsächlich erreichten Schlaggrößen z. T. weit über den Grundstücksgrößen. Wichtig ist und bleibt bei jeder Form der Flurneuordnung, dass nicht einseitig die Grundstücksgrößen im Vordergrund stehen, sondern dass auch hier ein sensibler Abgleich von ökonomischen und ökologischen Erfordernissen erfolgt.

Wenn es nur um die Zusammenlegung von Grundstücken geht und neue Wirtschaftswege nicht erforderlich sind, ist der Freiwillige Landtausch zur Rationalisierung der Arbeit in der Landwirtschaft ein besonders gutes Instrument, weil er sehr schnell und sehr kostengünstig zu den erwünschten Ergebnissen führt. Was die Vergrößerung von Wirtschaftsflächen anbelangt, gibt es noch ein weiteres Dienstleistungsangebot der Direktionen für Ländliche Entwicklung: den sogenannten Wirtschaftsflächentausch auf Pachtbasis. Auch außerhalb eines Verfahrens nach dem Flurbereinigungsgesetz können Flächen zur rationelleren Bewirtschaftung zusammengetauscht werden. Und auch dieser Tausch auf Pachtbasis kann gefördert werden. Das Eigentum an den Grundstücken bleibt dabei unverändert. Nach Auslaufen der Pachtverträge kann es dabei aber zu Problemen kommen: denn es sind dann wieder die alten Eigentums- bzw. Bewirtschaftungsgrenzen einzuhalten.

In den letzten Jahren ist mit dem Einzug der rechnergestützten Bewirtschaftungssysteme in die Landwirtschaft eine weitere Variante der Flurverbesserung in die Fachdiskussion gebracht worden: Die sogenannte "virtuelle Flurbereinigung" auf Basis der Satellitenortung. Wir haben in Bayern derzeit 3 Standorte, an denen das System von engagierten Landwirten erprobt wird. Wir können heute dieses System noch nicht abschließend bewerten. Innovationen reifen nur in einem Klima der Aufgeschlossenheit. Und erst ein Test auf Herz und Nieren in der Praxis gibt den Innovationen den letzten Schliff und ermöglicht realistische Zukunftsprognosen.

Innovationen in der Tierhaltung

Die Tierhaltung bildet aufgrund der hohen Wertschöpfung die wirtschaftliche Basis vieler Familienbetriebe. Die relativ arbeitsintensive Tierhaltung ist als Familienbetrieb im Wettbewerb den reinen Lohnarbeitsbetrieben mit entsprechenden Betriebsgrößen

deutlich überlegen. Die Landtechnik Weihenstephan hat von einfachen Selbstbau-Lösungen über moderne Außenklimaställe bis hin zum umweltgerechten Flüssigmisteinsatz einen entscheidenden Beitrag geleistet, um artgerechte, ökonomische und ökologische Haltungsformen in der Praxis einzuführen. Rechnergesteuertes Füttern und Melken sowie eine einzeltierbezogene Datenerfassung verbessern die Haltungsbedingungen vor allem bei den Hochleistungstieren erheblich. Gleichzeitig gewährleisten diese Systeme einen hohen Arbeitskomfort für den Menschen und machen arbeitsintensive Haltungsverfahren zukunftsfähig.

Eine fast revolutionäre und unverzichtbare Entwicklung stellt die elektronische Tierkennzeichnung dar. Und was bei der BSE-Problematik besonders entscheidend ist: Erst diese Technik ermöglicht auch einen lückenlosen und sicheren Herkunfts-, Haltungs- und Schlachtnachweis. Eine lückenlose und garantierte Nachweisleistung der erzeugten Qualität ist aber die Voraussetzung dafür, das Vertrauen der Verbraucher in die Qualität unserer Lebensmittel wiederherzustellen.

Schluss

Wenn wir nach den Chancen und den Grenzen für technische Entwicklungen fragen, so müssen wir uns immer wieder konsequent vor Augen führen: Im Mittelpunkt aller Überlegungen müssen Mensch und Natur stehen. Wir hatten heuer auf dem Zentrallandwirtschaftsfest eine Landtechnikschaue mit dem Titel "Faszination Landtechnik- Fortschritt für Mensch und Natur". Landtechnik fasziniert, darf aber niemals nur Selbstzweck sein.

Neuentwicklungen werden sich nur dann nachhaltig behaupten, wenn der Fortschritt für Mensch und Natur für eine breite Mehrheit in unserer Gesellschaft erkennbar wird. Noch viel deutlicher als in der Vergangenheit werden wir aufzeigen müssen, wo der eigentliche Gewinn für die Menschen und wo lediglich ein mittelfristiges marktwirtschaftliches Interesse gegeben ist.

Die Landtechnik hat innerhalb der verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen sicherlich eine hervorragende Ausgangsposition. Sie ist von jeher darauf angelegt, die Produktivität der Erzeugung von Nahrungsmitteln und Rohstoffen zu steigern. Damit stärkt sie nicht nur die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftskraft der landwirtschaftlichen Betriebe, sondern unterstützt die nachhaltige und ressourcenschonende Bewirtschaftung. Und ein weiterer Bereich hat durch die Mitarbeit der Landtechnik eine erfolgreiche Entwicklung erfahren: Die regenerativen Energien. Die Landtechnik Weihenstephan unterstützt unsere Landwirte dabei, als "Energiewirte" ihre Stärken und Kompetenzen auszuspielen.

An Grenzen und Akzeptanzprobleme stößt Landtechnik immer dann, wenn die Grundlagen der Nachhaltigkeit und ethische Wertvorstellungen einseitig in den Hintergrund gedrängt werden. Ich möchte heute anlässlich dieses Jubiläums ganz besonders herausstellen, dass gerade die Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan in der Vergangenheit immer wieder Forschungsthemen angestoßen und zur Praxisreife gebracht hat, welche die Grundsätze der Nachhaltigkeit sowie der artgerechten Tierhaltung besonders berücksichtigen.

Ein Satz aus Dantes "Göttlicher Komödie" ist der Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan wie auf den Leib geschrieben:

"Der eine wartet, dass die Zeit sich wandelt, der andere packt sie kräftig an und handelt!"

In diesem Sinne wünsche ich der Landesanstalt für Landtechnik und ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die Zukunft alles Gute und weiterhin viel Erfolg.

Prof. Dr. Dr. h.c.
Hans Schön



75 Jahre Landtechnik Weihenstephan - Rückblick und Ausblick -

Bei der Gründung der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik vor 75 Jahren ernährte ein Bauer in Bayern weniger als 10 Menschen, heute erzeugt er die Nahrung für 100 Personen. Diese enorme Produktivitätssteigerung war nur durch eine umfassende Mechanisierung der Landwirtschaft möglich, wobei wesentliche Impulse von der Landtechnik Weihenstephan ausgingen.

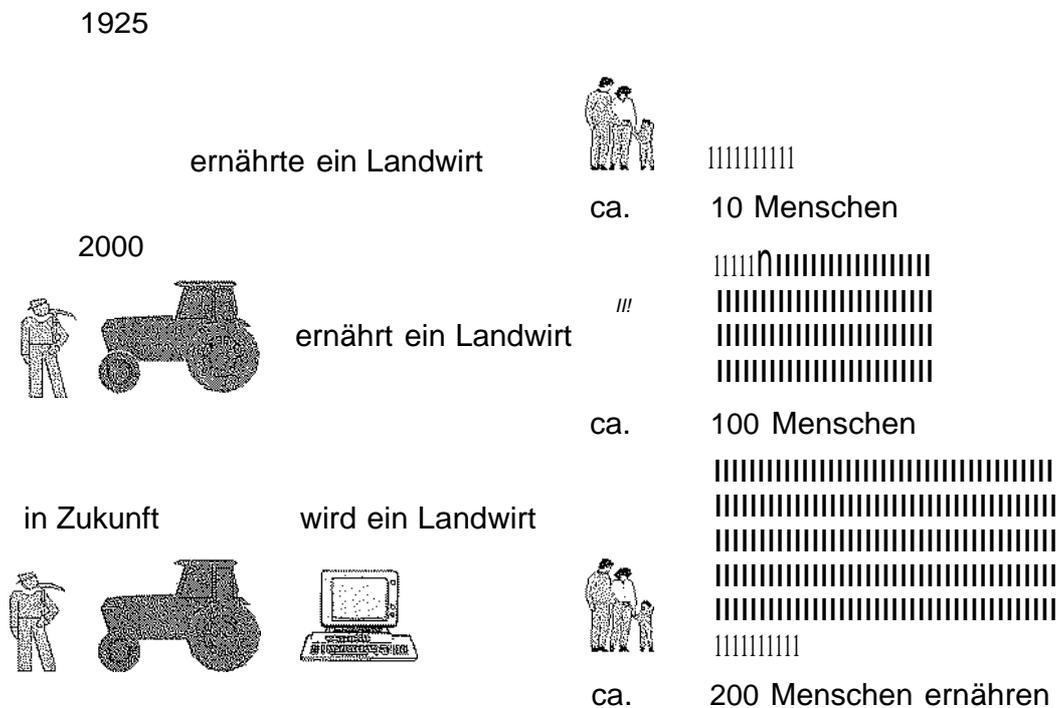


Abb. 1: Produktivitätssteigerung der Bayerischen Landwirtschaft

Rückblick

In der Gründerphase war es vor allem die Prüfung und Bewertung landwirtschaftlicher Geräte und die Förderung der Elektrifizierung und Motorisierung der Landwirtschaft. Durch die enge Verknüpfung von Bayer. Landesanstalt, Institut für Landtechnik und Landtechnischer Verein wurden ab den 50er-Jahren neue Schwerpunkte gesetzt, die nachhaltigen Einfluss auf die Landwirtschaft hatten. Dazu zählten unter anderem

- o die Weiterentwicklung und Einführung des Mähdreschers
- o die Mechanisierung des Maisanbaues
- die Entwicklung bodenschonender Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren
- die Mechanisierung der Futterernte durch Ladewagen, Feldhäcksler und Rundballenpresse
- die Entwicklung und Erprobung von Liegeboxenställen für die Milchviehhaltung
- o die Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für eine zukunftsorientierte Milchviehhaltung im Sonderforschungsbereich "Produktionstechniken der Rinderhaltung" insbesondere
 - für die Entwicklung naturnaher, kostengünstiger Ställe
 - für die elektronische Einzeltierfütterung und für die Prozesssteuerung beim Füttern und Melken
- die Gründung von Arbeitsgruppen für regenerative Energien, nachwachsende Rohstoffe, Verwertung biogener Reststoffe sowie der Emissionsminderung und dem Immissionsschutz.

Ausblick

Die 75-Jahrfeier sollte aber vor allem Anlass sein, die künftigen Perspektiven der landtechnischen Entwicklung aufzuzeigen und ihre Folgen für die bayerische Landwirtschaft zu diskutieren.

In folgenden Bereichen sieht die Landtechnik Weihenstephan den Schwerpunkt ihrer laufenden und zukünftigen Arbeiten:

- Der internationale Wettbewerb wird eine weitere Senkung der Maschinenkosten und eine Steigerung der Arbeitsproduktivität erzwingen. Dies ist in der Regel durch schlagkräftigste und in Zukunft verfügbare Technik möglich. Leitmaschinen dafür bleiben auch in Zukunft große leistungsfähige und intelligente Schlepper und selbstfahrende Landmaschinen, deren mögliches Entwicklungspotenzial noch lange nicht ausgeschöpft ist und eine weitere Verdoppelung der Arbeitsproduktivität eines in der Landwirtschaft Tätigen erwarten lässt (1 Bauer ernährt 200 Menschen). Unabhängig von der Betriebsgröße werden deshalb Großmaschinen dominieren, während alle den Betriebsstrukturen angepassten Mechanisierungs-

verfahren an Bedeutung verlieren. Durch den überbetrieblichen Maschineneinsatz wird das Mechanisierungsverfahren nicht mehr durch die Betriebsgröße begrenzt, sondern mehr durch die mangelnden Schlaggrößen, wie sie in Bayern vorherrschen.

- Neue Verfahren der teilflächenspezifischen Prozessführung (Precision Farming) werden die zukünftige Mechanisierung von Pflanzenbau, Sonderkulturen und Futterbau prägen. Sie erlauben bei einem hohen Produktionsniveau eine umweltschonende Landnutzung und eine Sicherung der Nahrungsmittelqualität. Ihre Anwendung stellt die Agrarforschung vor neue Aufgaben (Systemforschung) und hohe Anforderungen an Berater und Landwirte.
- Aber auch in der Tierhaltung ermöglichen Prozesssteuerung und Automatisierung neue Ansätze einer verbraucherorientierten und tiergerechteren Produktion (Precision Livestock Farming), um insbesondere die Arbeitsproduktivität bei sozial verträglichen Arbeitsbedingungen zu steigern (z. B. automatisches Melken), optimale Haltungsbedingungen in naturnahen Ställen zu schaffen und dem genetischen Leistungspotenzial jedes einzelnen Tieres gerecht zu werden.
- In einem dicht besiedelten Land wird die umwelttechnische Optimierung landtechnischer Verfahren zu einem wichtigen Kriterium. Bayern hat durch eine dezentrale Viehhaltung die Möglichkeit, regional zu geschlossenen Stoffkreisläufen zurückzukehren. Objektive Messmethoden für Schadgase und Gerüche sind unabdingbare Voraussetzungen für Strategien zur Minderung der Emissionen, wobei sich durch naturnahe Stallsysteme spezifische Lösungen für Bayern anbieten.
- Und letztlich haben für jeden erlebbare Klimaveränderungen und die weltweite Verknappung fossiler Energien den biogenen Energieträgern zu wirtschaftlich tragbaren Rahmenbedingungen verholfen, so dass dieser neue Betriebszweig eine gute Voraussetzung ist, um die Wertschöpfung im ländlichen Raum zu steigern und eine flächendeckende Landnutzung zu fördern.

Folgerungen für die bayerische Landwirtschaft

Die sich abzeichnenden technischen Entwicklungen werden die Landwirtschaft- wie schon in der Vergangenheit- tiefgreifend verändern.

- Gerade die jüngsten aktuellen Ereignisse um die drohende BSE-Seuche haben uns gezeigt, dass Landwirtschaft weit mehr ist als ein schrumpfender Wirtschaftszweig: der Landwirt hat eine große Verantwortung gegenüber der Gesellschaft bei der Erzeugung gesunder Nahrungsmittel, denen der Verbraucher ver-

traut. In der gleichen Verantwortung steht der Landwirt bei der Erhaltung unserer natürlichen Lebensgrundlagen und der Kulturlandschaft. Beides ist nicht in einer extrem arbeitsteiligen Weltwirtschaft möglich; die Lösung sind regional geschlossene und kontrollierbare Stoffströme, wofür moderne Methoden der Informationstechnologie unentbehrlich sind.

- Die berechtigte Forderung nach einer nachhaltigen Landnutzung wird die bayerische Landwirtschaft- und hier werden derzeit viele Illusionen geweckt- nicht vor dem weiteren Zwang zur Rationalisierung der Arbeit und vor der Schaffung wettbewerbsfähiger Strukturen verschonen. Diese neuen Strukturen werden häufig den traditionellen geschlossenen landwirtschaftlichen Betrieb ablösen, in dem Eigentum, Unternehmen und Arbeitsdurchführung vereint sind (Abb. 2); sie sind gekennzeichnet durch

- eine Eigentumsstruktur, die sich in ihrer breiten Besitzstreuung auch in Zukunft kaum ändern wird,
- eine Unternehmensstruktur, die Flächen und ggf. Tierkontingente mit zunehmendem Pachtanteil bewirtschaftet, aber auch frei ist für vielfältige unternehmerische Tätigkeiten im ländlichen Raum, und
- eine Dienstleistungsstruktur, die weit über die bisherige überbetriebliche Maschinennutzung hinausgeht und die gesamte Arbeitserledigung auf dem Feld umfasst.

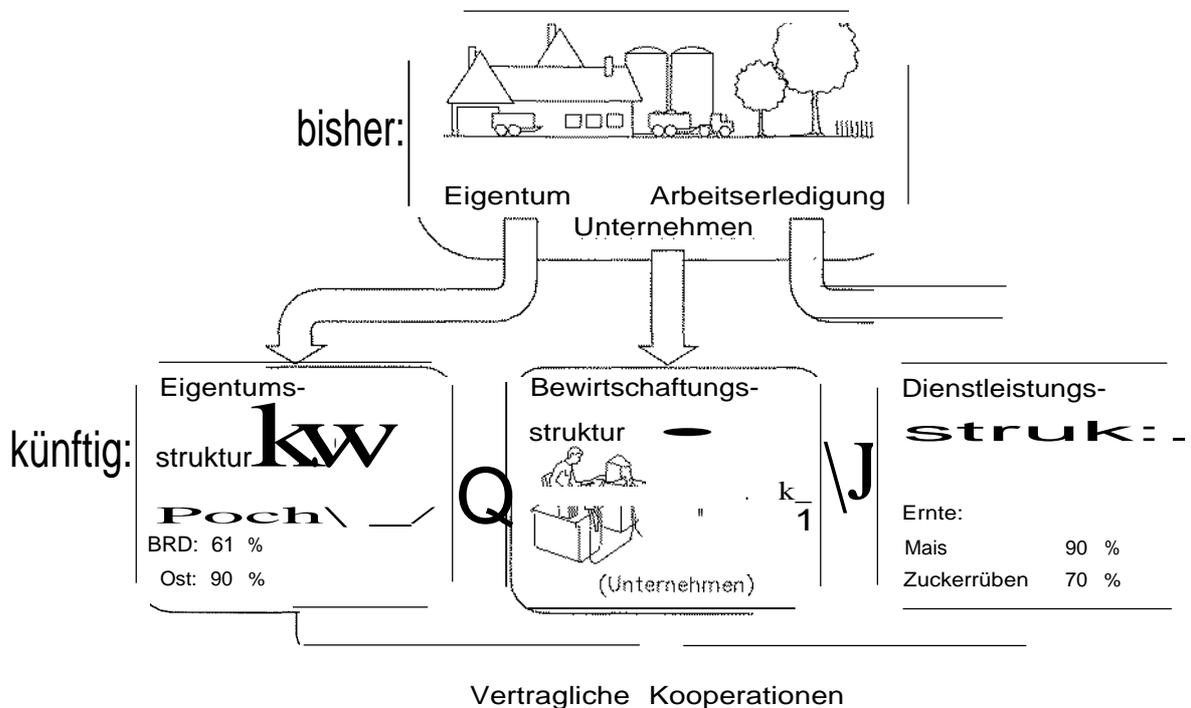


Abb. 2: Änderungen der Organisationsstruktur in der Landwirtschaft

- Wesentlich schwieriger gestalten sich – bei gegebener Agrarstruktur – zukunfts-fähige Lösungen für die Tierhaltung, insbesondere für die Milchviehhaltung. International angestrebte Produktionsziele von über 500.000 kg Milch/JA und Jahr lassen sich beim derzeitigen technischen Stand bei sozialen Arbeitsbedingungen nur in Großherden mit Melkkarussell realisieren. Hier ist die Technik aufgerufen, durch Prozesssteuerung und Automatisierung auch für Familienbetriebe Lösungen zu entwickeln, die bei vertretbaren Betriebsstrukturen diese hohe und damit international vertretbare Arbeitsproduktivität erreichen.

Bei all diesen Bemühungen, eine für die spezifischen Ziele und Bedingungen unseres Landes zukunfts-trächtige Landwirtschaft zu entwickeln, brauchen wir auch in den nächsten 75 Jahren eine moderne, innovative Landtechnik. Eine mittelständische Landwirtschaft und auch Landmaschinenindustrie ist – im Gegensatz zu großen Konzernen – nicht in der Lage, aus eigener Kraft große Forschungs- und Entwicklungsabteilungen zu unterhalten.

Wenn das Ziel einer bayerischen Politik eine flächendeckende und wettbewerbsfähige Landbewirtschaftung durch möglichst viele selbständige Landwirte ist, dann muss sich diese Politik zu einer gut ausgebauten öffentlichen Agrarforschung und Beratung als Kernbereich einer modernen Agrarpolitik bekennen.

Dank

Wir sind sehr dankbar, dass sich die bayerische Staatsregierung in den letzten 75 Jahren zu dieser Aufgabe bekannte und uns, wenn auch immer bei knapper Personaldecke, großzügig unterstützte, dies gilt im Besonderen für das Bayer. Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst sowie dem Bayer. Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. Der größte Teil der durchgeführten Forschungsvorhaben konnte nur mit finanzieller Unterstützung durch Landes- und Bundesministerien, der DFG, der EU, verschiedener Fachverbände und der Industrie bearbeitet werden. Für diese tatkräftige Hilfestellung sei allen Förderern und Freunden der Landtechnik Weihenstephan herzlich gedankt.

Die Landtechnik Weihenstephan möchte sich den vielfältigen Herausforderungen auch in Zukunft zum Dienste unserer Landwirtschaft und des ländlichen Raumes stellen. Sie benötigt dafür die weitere Unterstützung vieler und vor allem gesicherte Rahmenbedingungen. Die Kommission zur Evaluierung der Landesanstalten kam nach einer sorgfältigen Analyse im Oktober 2000 zu dem Ergebnis

"dass der landtechnischen Forschung auch in Zukunft eine besondere Bedeutung in der angewandten landwirtschaftlichen Forschung zukommt".

Die Bayerische Staatsregierung hat deshalb beschlossen, die bisherige Landesanstalt in ein Institut für Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen umzuwandeln und dieses in die neuzugründende Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft einzugliedern.

Damit enden 75 Jahre Geschichte der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, es werden ihr aber auch neue Perspektiven in einer modernen, auf die Bedürfnisse der bayerischen Landwirtschaft ausgerichteten Forschungsorganisation eröffnet. Die Landtechnik Weihenstephan und ihre Mitarbeiter blicken deshalb hoffnungsvoll und mit vielen Ideen in die Zukunft.

Die Geschichte der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik und ihrer Vorläufereinrichtungen bis 1955

Alois Seidl

1. Vorgeschichte und Vorläufereinrichtungen

1.1 Anfänge

Die produktionstechnische Entwicklung in der deutschen und bayerischen Landwirtschaft des 19. und 20. Jahrhunderts ist in hohem Maße durch das immer stärkere Hervortreten der Mechanisierung und Motorisierung bestimmt.¹ Dies musste sich gerade auch an einer landwirtschaftlichen Bildungsstätte wie Weihenstephan herauskristalisieren, die sich auftragsgemäß immer dem landwirtschaftlichen Fortschritt verpflichtet wusste.² Zu allererst ging es darum, fortschrittliche landtechnische Verfahren einzuführen. Schon Max Schönleutner (1778 - 1831), der Wegbereiter des 1803/04 gegründeten Grünen Zentrums Weihenstephan³, brachte eine Reihe von Geräten in Natur oder Modell mit, als er von seinem Studienaufenthalt bei Albrecht D. Thaer⁴ (1752-1828) in Gelle zurückkehrte. In einem Bericht an die Kurfürstliche Generallandesdirektion als der obersten Verwaltungsspitze sind zwölf Gegenstände namentlich aufgeführt, u. a. ein Drillaggregat, bestehend aus Pferdehacke und Sämaschine, ein Small'scher Pflug⁵, ein Exstirpator (Grubber), Kartoffelhacke, Kartoffelschaukel (= Kartoffelheber), Maulwurfsegge und Bohnendrillgerät⁶. Entsprechende Geräte wurden auch von den Gutshandwerkern auf den Landwirtschaftsbetrieben Weihenstephan und Schleißheim hergestellt, deren Leitung Schönleutner 1803 bzw. 1810 übernahm. Zu einer fabrikmäßigen Gerätefabrikation nach dem Vorbild der landwirtschaftlichen Gerätefabrik Hohenheim kam es nach mehreren Anstößen und Anläufen in Schleißheim unter Schönleutners Schüler und späterem Nachfolger Raimund Veit (1785 - 1857), der die Leitung des dortigen Gutes 1843 übernahm. Unter ihm und seinen Nachfolgern kam die Fabrik zur Blüte. Besonders bekannt wurde der dort hergestellte Veit'sche oder Schleißheimer Pflug, eine Abänderung des Hohenheimer Pfluges, den Johann Nep. Schwerz (1759 - 1844), erster Leiter der Königlich Württembergischen Unterrichts- und Versuchsanstalt und späteren Akademie Hohenheim, aus Belgien mitgebracht hatte (Abb. 1). Richard Braungart (1839 - 1916), Professor für Agrar- und Pflanzenbau sowie Gerätekunde an der Landwirtschaftlichen Zentralschule Weihenstephan, schreibt dazu: "Diese so abgeänderten Veit'schen oder Schleißheimer Pflüge besitzen heute in der That eine ungewöhnliche Verbreitung in ganz Süd- und Mittelbayern, sie werden aus den von Fabriken gekauften Theilen nunmehr von fast jedem Landschmiede zusammengestellt."⁷ Ein 1856 veröffentlichtes Preisverzeichnis der Schleißheimer Fabrik weist 75 land- und forstwirtschaftliche Geräte aus, darunter allein 18 Pflugtypen vornehmlich flandrischen Typs.⁸ Aus dem gleichen Jahr haben wir auch Hinweise auf die Nut-

zung der Fabrik als landtechnisches Ausbildungszentrum und in Verbindung damit auch auf deren Umfang: "In hiesiger Geräthefabrik befinden sich nämlich 5 Schmiedfeuer und jedes dieser Feuer beschäftigt 2 Schmiede oder Schloßer und zwar Einen Schmied- oder Schloßergesellen und Einen Helfer. Es bedarf wohl keiner näheren Auseinandersetzung, daß es im Interesse der Fabrik gelegen sein muß, die ersten Gesellen möglichst lange Zeit in Arbeit zu behalten, dagegen kann mit den Helfern ohne wesentliche Nachtheile öfters im Jahr gewechselt werden, was auch bisher im Interesse der Ausbildung von Gesellen geschah."⁹ Man wird die Schleißheimer Fabrik demnach eher als Manufaktur einstufen müssen; ihre Leistungsfähigkeit ist um so beachtlicher. Die Helfer, die übrigens Stipendien bekamen, sollten die landtechnischen Neuerungen verbreiten. Die Schleißheimer Geräthefabrik bestand bis 1862, als sie an einen Ackergerätedepotinhaber verpachtet wurde.¹⁰

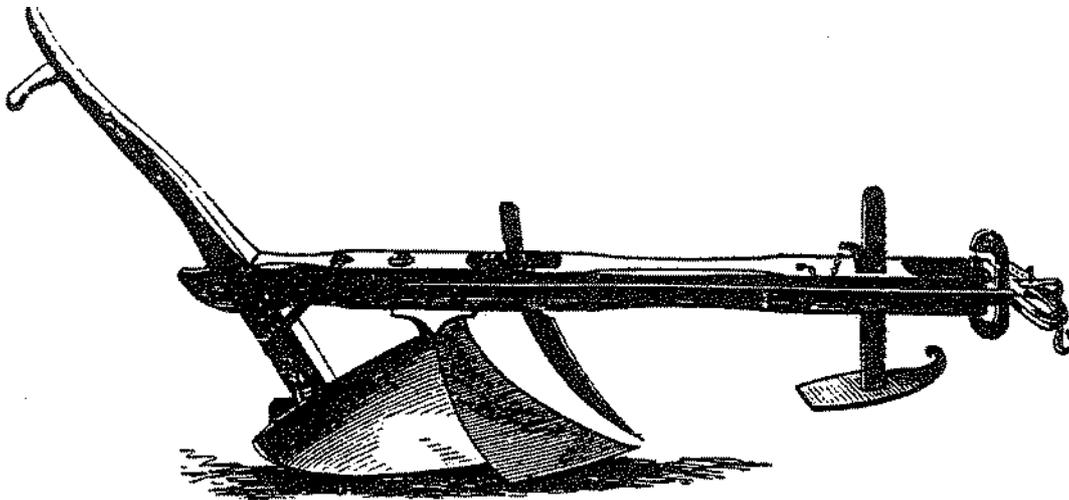


Abb. 1: Schleißheimer Pflug, eine Abänderung des Hohenheimer Pfluges

1852 wurde die Landwirtschaftliche Zentralschule von Schießheim nach Weihenstephan zurückverlegt, nachdem sie dreißig Jahre dort bestanden hatte. Um diese Zeit erscheint auch erstmals die Fachbezeichnung Maschinenbaukunde. Als Vertreter des Faches ist Johann Friedrich Kremer (1810- 1861) ausgewiesen. Er lehrte in Schleißheim, dann in Weihenstephan von 1846 bis 1861.¹¹

Auch der Eingang neuer, außerbetrieblicher Energiequellen, Kennzeichen der ersten Stufe der Technisierung in der Landwirtschaft, brachte entsprechende Veränderungen. So wurde 1870 auf dem Staatsgut Weihenstephan eine Dampfdreschmaschine der Fa. Hornsby & Söhne, Grantham, England, angekauft, die die bisher genutzte Göpeldreschanlage ersetzen sollte, und eine "Registrierte Gesellschaft mit beschränkter Haftpflicht für Dampfdresch- und andere landwirtschaftliche Maschinen in Weihenstephan" gegründet.¹²

1 Die institutionalisierung des landtechnischen Prüfungs- und Beratungswesens

Neben den Überlegungen zu Herstellung und Einsatz landwirtschaftlicher Geräte und Maschinen, zur Verbreitung der neuen technischen Möglichkeiten, trat bald auch die Einsicht in die Notwendigkeit der landtechnischen Prüfung und Beratung. Schon für 1863 ist von einer "Prüfung von Mähe- und Heuwerbemaschinen, wie auch anderer Maschinen" in Schießheim im Zusammenhang mit einer Exkursion der Weihenstephaner Zentralschule die Rede.¹³ Mit Ministerialentschließung vom 11. Mai 1864 wurde einer "Prüfungsstation für landwirtschaftliche Maschinen zu Weihenstephan" die "allerhöchste Genehmigung" erteilt.¹⁴ Braungart berichtet ausführlich von Pflugprüfungen, die 1865 und 1875 in Weihenstephan stattfanden.¹⁵ Ebenfalls 1875 wurde eine Prüfung für Getreidemähmaschinen durchgeführt, bei der 1 ha Winterweizen zu mähen war. Am schnellsten (1 Stunde und 40 Min.) wurde dies mit einer Maschine der Fa. Aultman, Miller & Co., Akren, Ohio, bewältigt.¹⁶ Wie hoch diese Veranstaltungen eingeschätzt wurden, beweist, dass zur letztgenannten Prüfung ca. 600 Besucher kamen, darunter auch die Schüler der benachbarten Kreisackerbauschulen Schießheim und Schönbrunn. Von weiteren Geräteprüfungen (Eggen, Pflüge) wird 1894 und 1895 berichtet.¹⁷ In einem Schreiben des Direktors der Landwirtschaftlichen Zentralschule vom 27. Dezember 1894 an das General-Comite des Landwirtschaftlichen Vereins in Bayern heißt es: "Eine neue, zweckmäßige Einrichtung ist die Prüfung landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte mit längerer Benützung der betreffenden Geräte und Maschinen im Wirtschaftsbetriebe und mit Bestimmung des Zugkraftbedarfs bei Spanngeräten".¹⁸

Daraus lässt sich entnehmen, dass die 1864 eingerichtete Prüfungsstation nie richtig ins Leben getreten war, wie ja auch Braungart schon 1869 kritisch bemerkte, dass außer der in Halle "alle diese Prüfungsstationen, abgesehen von ihrer Geburtsanzeige noch wenig oder nichts von ihrer ferneren Entwicklung haben hören lassen." Eine erfolgreiche Arbeit sei nur möglich, wenn "specielle Kräfte" zur Verfügung stünden, wenn ein "größerer Kreis sachverständiger Personen" mitwirke und wenn ein allgemein verbindliches "Programm, welches derartigen Prüfungen zugrundegelegt werden soll", ausgearbeitet werde.¹⁹

Folgerichtig wurde 1895, als die Landwirtschaftliche Zentralschule zur Akademie für Landwirtschaft und Brauerei erhoben wurde, ein neuer Anlauf gemacht und eine "Prüfungsstation für landwirtschaftliche und Brauereimaschinen" in die Statuten dieser neuen Bildungseinrichtung aufgenommen. Sie erscheint unter dem Oberbegriff "Attribute für die theoretische und praktische Unterweisung." Damit ist der Vorrang ausgesprochen, der für diese Institution bestimmend sein sollte, der Vorrang der fachlich landtechnischen Bildung der Akademiestudenten. Freilich noch im Jahresbericht der Akademie 1896/97 heißt es unter dem Punkt Prüfungsanstalt für land-

wirtschaftliche und Brauereimaschinen: "Die Thätigkeit dieser Einrichtung wurde im Berichtsjahr wegen der noch nicht fertiggestellten Räumlichkeiten nur in dem bisherigen beschränkten Umfange ausgeübt. Zur Prüfung kamen Dobler'sche Pflüge, Grasmähmaschinen, Heuwender, die Gschwender'sche Zentrifuge, verschiedene Brennereieinrichtungen u. s. w. Von diesem Herbst ab wird aber die Prüfungsanstalt in voller Ausdehnung ins Leben treten können."²⁰ So geschah es und mit 22. September 1897 erschien im Amtsblatt des K. Staatsministeriums des Innern das "Statut der K. Prüfungsanstalt für landwirtschaftliche und Brauereimaschinen an der K.B. Akademie für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan". In Paragraph 1 des Statuts heißt es: "Die Prüfungsanstalt hat den Zweck, neue und wesentlich verbesserte ältere Maschinen, Geräte und technische Einrichtungen für den Landwirtschafts- und Brauereibetrieb auf ihre praktische Brauchbarkeit zu prüfen, ferner die bayerischen Landwirte und Brauer beim Ankaufe von Maschinen zu beraten."²¹ Damit tritt die Beratungs- gleichrangig neben die Bildungskomponente.' Diese doppelte Ausrichtung sollte fortan bestimmend werden. In dem erwähnten Statut wurde weiter festgelegt, dass die Prüfungsanstalt eine landwirtschaftliche und eine brautechnische Abteilung aufweisen solle, wobei die jeweiligen "Dozenten der landwirtschaftlichen Geräte- und Maschinenkunde bzw. des Brauereimaschinenwesens" als Geschäftsführer fungieren sollten. Die landwirtschaftliche Abteilung der Anstalt wurde im Gebäude der "Alten Molkerei" auf dem Weihenstephaner Berg untergebracht.²² Nach vierjährigem Wirken wurde die Prüfungsstation 1901 in die "K. Prüfungsanstalt und Auskunftstelle für landwirtschaftliche und Brauereimaschinen" umbenannt und damit der Beratungsauftrag in der Benennung der Anstalt unterstrichen.²³ Dass das Beratungsbedürfnis immer mehr wuchs, hat der damalige Direktor der Akademie Karl Kraus (1851 - 1918) mehrfach herausgestellt, auf die beschränkten Möglichkeiten in Weihenstephan verwiesen und den vermehrten Einsatz von Wanderlehrern in der Beratung gefordert.²⁴

In der weiteren Entwicklung verselbständigten sich die beiden Abteilungen der Anstalt und im Jahresbericht 1907/08 der K. Akademie für Landwirtschaft und Brauerei wird erstmals die "K. Prüfungsanstalt und Auskunftstelle für landwirtschaftliche Maschinen" als eigenständige Einrichtung aufgeführt. Aus der brautechnischen Abteilung erwuchs das 1906 gegründete, heute noch bestehende Technische Büro Weihenstephan, das sich als Planungs- und Beratungsstelle für Bau und Einrichtung von Brauereien und Mälzereien entwickelte und schon unter seinem Begründer Theodor Ganzenmüller (1864 - 1937), der auch der erste Geschäftsführer der Abteilung Brauereimaschinen der Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle war, Weltruf erlangte.²⁵

Der erste Geschäftsführer der landwirtschaftlichen Abteilung der Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle war Heinrich Puchner (1865 - 1938). Er hatte mit 1. November 1894 die Nachfolge von Richard Braungart angetreten. Puchners wissenschaftlicher Schwerpunkt lag auf bodenkundlichem Gebiet. Dies weist sein 1923 erschienenes

Hauptwerk "Bodenkunde für Landwirte" ebenso aus wie sein "Entwurf einheitlicher Regeln für die Prüfung von Geräten und Maschinen zur Bodenbearbeitung".

Über die Prüfungs-, Ausbildungs- und Beratungsarbeit gewähren die jährlichen, in die Jahresberichte der Akademie eingebundenen Tätigkeitsberichte Einblick. Demnach, aber auch nach zwei ausführlichen Berichten aus den Jahren 1903 und 1909²⁶, standen anfänglich, dem Interessengebiet des Geschäftsführers entsprechend, aber auch in Fortführung der Braungart'schen Tradition die Bodenbearbeitungsgeräte im Vordergrund, daneben spielten jedoch auch Sämaschinen, Mähmaschinen, Heuwerkzeuge und Zentrifugen eine wichtige Rolle. Ab 1901 wurden Prüfungsberichte als "Mitteilungen der K. Prüfungsanstalt und Auskunftstelle für landwirtschaftliche Maschinen in Weihenstephan" herausgegeben (Abb. 2).²⁷ 1900 wird erstmals ein "elektrischer Pflug", 1901 eine "Benzinlocomobile" geprüft. So lässt sich an Hand der Prüftätigkeit auch die technische Entwicklung verfolgen. Ab 1906 wurden praktische landwirtschaftliche Maschinenlehrcurse für Schmiede und Landwirte durchgeführt.

Dass Puchner auch mit Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, wie sie beim Neuaufbau einer Hochschuleinrichtung fast regelmäßig auftreten, zeigen seine Eingaben wegen Überlassung einer Halle zur Unterstellung der zu prüfenden Maschinen ebenso wie um Zuweisung eines Assistenten. Schließlich greift er zum äußersten Mittel und reicht ein Gesuch ein, ihn von der Fortführung seines "Nebenamtes als Geschäftsführer der landwirtschaftlichen Maschinenprüfungsstation" zu entbinden.²⁸ Seinem Anliegen wurde schlussendlich entsprochen. Puchner erhielt einen "Laboratoriumsdiener". Auch die Unterbringung wurde geregelt, später, nach Ankauf des Veitsmühlenanwesens 1908, wurde dort ein eigener "Maschinensaal mit Motor und Transmissionsanlage" eingerichtet.

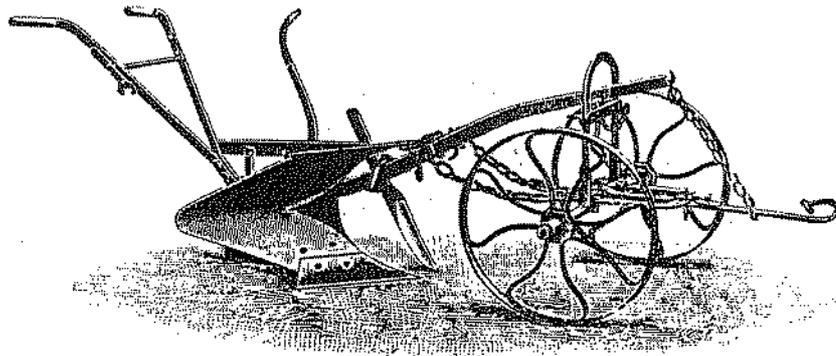
Einen Einblick in die vielseitige Arbeit Puchners mag E?in Auszug aus dem Tätigkeitsbericht für 1906 geben:²⁹ "Der Geschäftsführer war im abgelaufenen Jahre als Sachverständiger an den K. Amtsgerichten München, Freising und Haag tätig, erteilte auf Ansuchen an verschiedene in- und ausländische Maschinenprüfungsstationen (Breslau, Riga, Lissabon, Mailand, Ungarisch-Aitenburg) fachliche Ratschläge, übte das mit Genehmigung des K. Staatsministeriums übernommene Richteramt bei der Vorprüfung neuer Geräte gelegentlich der landwirtschaftlichen Wanderausstellung der D. L. G. zu Berlin 11. - 15. Juni aus und erstattete als Mitglied des Ausschusses der Gerätestelle genannter Gesellschaft Berichte über in Bayern vorgenommene Prüfungen landwirtschaftlicher Maschinen in der Tagung vom 11. - 15. Februar.

Mitteilungen der K. Prüfungsanstalt und Auskunftstelle für
für Landwirtschaftliche Maschinen in Weihenstephan.

I.

Der Oberbayrische Wendenpflug

von *Birma* J. 45. 1. 1892, Oberbayrische Pflugfabrik Tanzenberg *att.*



Die Wendenpflüge, Wendenfelder- oder Leierpflüge sind bekanntlich so
konstruiert, *aber* Pflugkörper fowohl nach rechts wie nach links,
je nachdem man ihn einstellt, jurdlich zu werfen vermag. *aber* Birg-
pflüge nennt man sie auch bei uns, weil die *abwärts* gerichtete
Änderung beim Manöver jurdlich *abwärts* erfolgen
muß, besonders in *3*ertrad tritt kommt. *aber* die Pflüge
aber auch für ebene (rain) *aber* geeignet, wenn man *bas*
5db *glatt* pflügt und die offenbleibenben jurden *aber* *vorn* *1* *den* *wi* *U*,
weldje an *aber*?

*3*u pflügen auftreten. *3n* *3*iefen jurden läßt der Stanb *aber* jurdte
immer *aber* weniger *3u* wüfden übrig, auch erdwert *3*ief
Unebnheit *aber* fanbes *3*ic *aber* frnte, insbesondere *aber* *3*ebraud *aber*
*3*ii/i *3*afden. *3*ine vermehrte *3*inführung von Wendenpflügen,
die *3*il *3*iefe *3*ilii *3*tänbe *aber* verqiten, ist *3*aqer *3*idjer *aber* *3*egrii *aber* *3*nswert.

Abb. 2: Auszug aus den Mitteilungen der K. Prüfungsanstalt und Auskunftstelle für
landwirtschaftliche Maschinen in Weihenstephan

Ebenso beteiligte sich derselbe an einer am 15. Februar zu Berlin abgehaltenen Versammlung der Geschäftsführer verschiedener deutscher landwirtschaftlicher Maschinenprüfungsstationen, wobei der Anschluß der Weihenstephaner Station an den bei dieser Gelegenheit gegründeten 'Verband landwirtschaftlicher Maschinenprüfungsstationen' erfolgte, ferner an der Tagung des Verbandes am 2. Oktober zu Berlin, wobei Verhandlungen über die Herbeiführung internationaler Normen bei der Prüfung von landwirtschaftlichen Maschinen gepflogen wurden. Aus letzterem Anlaß übernahm der Geschäftsführer [...] das Referat über 'Festsetzung internationaler Vereinbarungen für die Prüfung von Maschinen zur Bodenbearbeitung für den internationalen Kongreß im Mai 1907 zu Wien [.....].' Auch trat derselbe im Auftrage des K. Staatsministeriums der 'Internationalen Jury' für die diesjährige Weltausstellung zu Mailand bei und beteiligte sich an der Richtertätigkeit dortselbst [...] vom 1. - 14. September."

1914 nahm Puchner an der internationalen Motorpflugkonkurrenz in Galanta bei Poszony (= Preßburg) teil, an der dreißig verschiedene Motorpflüge beteiligt waren.³⁰ Während und nach dem 1. Weltkrieg war nur eine eingeschränkte Tätigkeit der Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle möglich. Insgesamt waren in ihr von 1895 bis 1924 rund 480 Maschinen geprüft worden.³¹

2. Die Geschichte der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen 1925 bis 1955

Zwischen 1920 (Erhebung der Akademie für Landwirtschaft und Brauerei zur Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei) und 1925 (neue Verfassung der Hochschule mit Wahlrektorat und dem 1924 eingeführten Promotionsrecht) erfuhr die Weihenstephaner Hochschule einen stetigen Ausbau, der sie gleichrangig neben die landwirtschaftliche Hochschulausbildung an der Technischen Hochschule München stellte.³² Der Ausbau kam, der gestiegenen Bedeutung der Landtechnik entsprechend, auch der Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle für landwirtschaftliche Maschinen zugute. Sowohl die baulichen wie auch die personellen Voraussetzungen wurden wesentlich verbessert.

Längst hatten die beengten und ungünstig auf mehrere Standorte aufgesplitterten Raumkapazitäten einen Neubau zwingend notwendig erscheinen lassen. Dieser wurde schließlich auf dem sog. Hopfenfeld³³ an der Vöttinger Straße 1922 bis 1924 ausgeführt und Anfang 1925 bezogen.³⁴ Das Gebäude (Abb. 3) enthielt neben Personalräumen und zwei Wohnungen im Obergeschoss eine Werkstatt, einen Prüfraum und eine Versuchs Dreschteme.

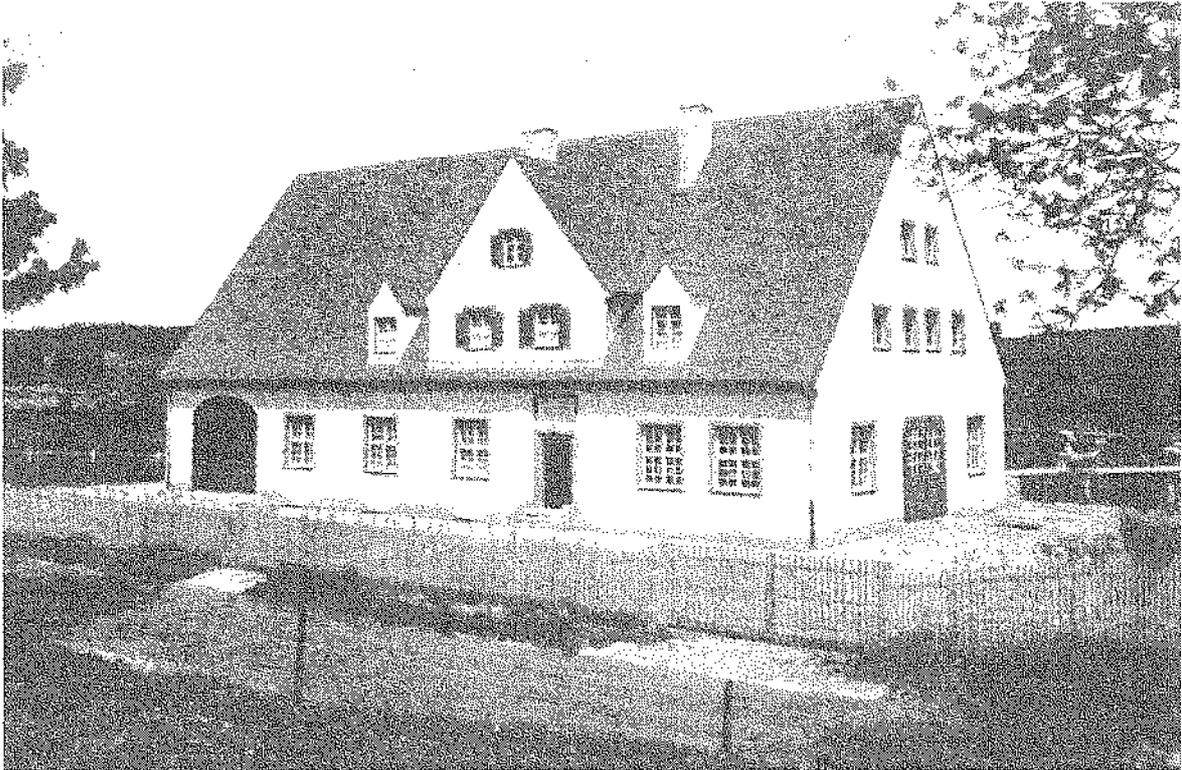


Abb. 3: Neues Gebäude der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan 1925

Parallel zur verbesserten baulichen Ausstattung wurden der Anstalt auch zusätzliche Personalstellen für einen Maschineningenieur und einen Monteur zugewiesen.³⁵ Letztendlich wurde die bisherige Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle für landwirtschaftliche Maschinen mit 21. September 1925³⁶ (Abb. 4) zur Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan erhoben und eine neue Satzung bestimmt. Darin heißt es in Paragraph 1: "Die Bayerische Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan ist eine staatliche Einrichtung; sie bildet einen Bestandteil der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan und untersteht wie die übrigen Hochschulinstitute dienstaufsichtlich unmittelbar dem Rektor der Hochschule.....Die Leitung und Verwaltung der Anstalt als Vorstand obliegt dem jeweiligen Professor für landwirtschaftliches Maschinenwesen an der Hochschule Weihenstephan....Hinsichtlich der Tätigkeit der Anstalt in Bezug auf die Förderung des landwirtschaftlichen Maschinenwesens in Bayern ist der Anstalt ein Beirat beizugeben, bestehend aus: Vertretern der Staatsministerien für Unterricht und Kultus und für Landwirtschaft, der Berufsvertretung für Landwirtschaft, des bayerischen Ausschusses für Technik und Landwirtschaft, ferner der Maschinenindustrie und des Maschinenhandels, dem Rektor der Hochschule und dem Professor für landwirtschaftliche Maschinenkunde an der

Ministerialamtsblatt der bayerischen inneren Verwaltung

Herausgegeben vom Staatsministerium des Innern

Nr. 22.

München, 5. November 1925

il cll: .Q3el. ll.IH. 9. 25 übet ble 18a u. Eanbeflan\alt flit laubwltt\taft\i el! !!Jlaf inen!Defen !!25. 165). — Ob'etj)ol. ltlpdt\lr. b. !ll. 10. 25 ii!Jet ble !:ldömpfuua bet !BI auaUe (€3.167). — !:le! ll. 19. 10. 25 !lllll ftfofituge bn Obetpcl.. !llot dir i\bet ble !llldömyfunn bet !Blfnmratte (0. 169). — !Ber. b. !lieg. b. Ooer a!lenh. 26'betr. Db, rpol !Oorfd,t. füber ble 2:rilt au betat(1en (f15. 1711. — !Bef. b. !lleg. !l.e roalien u. lnei.tittrg. §. ' b. ä., ll 17. 10. 25 bdt. Oberpol. !lJotf r. il.liet Staftfa t!eUgbet\lt (0. 172).

Sßd. b. 6taat min. f. Unt.u.st. tl.21. 9.25 h.III 37476 über die iBr\!t)Ct.2((tttbd" rntfhdt fUt lanbwh:ftdJ((tfHid)ds !mafjdjn nwefcn.,

Stji. tüfun {1\lanftaH unb &u funf!SfteUc füt lanb\l:littfd}afiHd}e \mojd\inen in lroerjell• ftWQan louubumgeftaltet u!lJb fuf,ltt fortan die. lae0eid}nung „IBal}er. 2cmbe.ganftaft füt lcmbfuittfd}o.ftrh!}eID!afd}inenivefen in !lliei enfte.p an".

{Jut hilnftali \:let\len die nad}fte enb abg 'brudten E5a ur :Ben im a:inlmjtärumerfe. Mlt bem etaatOmhtiftcrium füt 2anb\l:lirlfd;aft unb n-ad) a:inbetna m-e bet lBal:}cr. 2anbd-Baitctnfannr etl< flen. z. matt.

Gi' autgen bnet) df en s:laubdanft<dt füt hmbwidf ftUtf,le!!1<ldjinenrocf€n @ei enft!lp)cm.

§ 1. „DilBa wdfd)e &nbe attfiaH für !a:n.blvii:tjd)oftlid)e\m.Qfd}inenrocfen !ffieil}en.. fte.p .ut ift einf!aafid)e Q:im:ld}ht!B; fie biLbet einen 5Sefmtbteii bet .Pod}fd)ufe für 2anb" l.U(rfd)aft un?Bxatrerd in !ffieij}enft.e.pi)an uit.b unt.etftet). roie die ütogen \.5odjld}ulhtftitute-oien\oufrid}trid) ullmitteioot bcm mdtot bet 4)od}fd)ui, mittdbcn: bem @5ta<Hlmhti{etium flh U'nterricft U'tb Shtltttß. !.tie &nbeßanftart ift ijugfeidj ein ile t· unb {Jotfd}ung tttftitut bef .Pvd}fd.J:lfc. 3nragen, bifidJ. uf

mefer!>üite en , trftt baSta-at!Smmrftettum fm:: U.ntettt) uni:! SCuiht5 mtt bem etnats-minifierium fiitan.broittd}aft in5 !&n-eqm-cn, baß and) feinerftits !ffüüfnde) unb itrn-regUnJm in bizfer fRit}tung cuj3ern fann.

SDit Seituno uni!ex:roaltung her &nftalt aii3 orftanboliet bem jeloeHigen rocffor für Tantröirtid)aftti fl \.m:afdjine fen cm herodlftf)uie !ffi.etcnfte an. meom roidit cllt ber nft.tlra!S erforbedid)e roiffcnfd}afHidi 1mb ted}nifd) boro niibete

tjOr\r.fid)!Hd) bi> Xätigkeit bernftart ht beaug auf bkörperbung be\ lan.b-roittd}aft• Wf}cn. ilnafdiineuroefe.ng in m.a em ijt bcr 2Lnfart ein .JBeh:at bdgege:ben, beft.e.lfenaUG: !!3edretetn &er EStaaHminijterhm für Unterrid)t utt.b urtuß unb 'filit Banbrotdfd)aft, ben !Beruf ncrtrctung ber Banbroittd}aft, beß bo. crifd'11-nru fruuffeß füred)nif unb !llllll• roldfd;Jaft, ferner bet \.mafjd}in.en!nbuftrie unb beß 5.lnafdjinen9(mhdil, bem lReltor bctod>• frfjul 1.ttt!> bemtofeifotfil,r !anbroh:tidfoftHdje ffi1afdjtmen!un.be an beted),nifden '00d).. fd}luk IDCümJrn. \$)ie lmitgtieber be!l IBeh:cde, bie nt mid)t l.Hrdj il}te SDienftftell!uttqo M trietereil cmge öten, tnerben bm:d) baß Oiaat5minifterium für UntencicrytHnb urtuil im i8eneqmcn mit bcm 6tcu:ltßminiftcrium für BanbltJittf ft berufen. SDie WCiig!iebfjaft !ft cgtenamtrid). SDct iBeir.at roir!> butd) boß @SiMHlminiftc'rhtm füt Untetridjt luthuXtuß Md} lacharf citt'&tru tt,

Ru ben rol.af htcnptii}ung-en föllllea in liefcmbercn ffällen \mHgliebr beß Bef}r tÖtped ber 4)od}fd)u e f.ö\l:lie die IB-eirieotciter bet mit bil'fer tlerounb-cnen metrie'&c nnb nfi:tltett ueine;ot en !lJeil'3en.

§ 2. \$JU .Sanbeßmijait oat ben Sroed, cinerfeitbic St'etnhtibet fad}gem&flen nft.fle, i8eqanbhmgnb Untergartuno t-c fanbroittd}nffid)en 9noafd}incimmifar im Eo.nbc iill kledwcten foroie 'dcicMfettine neue tntb h>cfenHid) berllcfferie, ältere IDl<fd)inen, (i)etiitc unb ted)nifd)-e Q:inrid}tunne.n ff:n: hen .Sqnblt'lirtid}oft{oetricb auf i'Qre n:aWfd)r !Broudl'Patld}äu prftfen, anberfeitß die ftaatlid)en ilanhlui'rfd)afH5fteUen nnb ranbtnttl• fmafllid)en ik tanftaiten, im befonbcrcn aliet b'c oat'erlfd}cn ßcntbroirte foroie igte !!kt teiungen in ollen auf baß !mafjd}inenluefen !lc0ügfh!)en ffrancn Ou beraten.

Abb. 4: Auszug aus dem Ministerialamtsblatt der bayerischen inneren Verwaltung vom 5. November 1925

Technischen Hochschule München". In § 2 ist der Anstaltszweck ausgeführt: "Die Landesanstalt hat den Zweck, einerseits der sachgemässen Anlage, Behandlung und Unterhaltung des landwirtschaftlichen Maschineninventars im Lande zu verbreiten sowie betriebsfertige und auch wesentlich verbesserte ältere Maschinen, Geräte und technische Einrichtungen für den Landwirtschaftsbetrieb auf ihre praktische Brauchbarkeit zu prüfen, andererseits die staatlichen Landwirtschaftsstellen und landwirtschaftlichen Lehranstalten, im besonderen aber die bayerischen Landwirte sowie ihre Vertretungen in allen auf das Maschinenwesen bezüglichen Fragen zu beraten."

2.1 Die Entwicklung der Landesanstalt unter Puchner (1925 -1934)

In der Person Heinrich Puchners, der auch die Entwicklung der 1897 gegründeten Vorläufereinrichtung voll miterlebt und mitgestaltet hatte, war eine kontinuierliche Weiterführung der Prüf-, Bildungs- und Beratungsarbeit unter nunmehr verbesserten Bedingungen gewährleistet. Zu seiner Unterstützung war bereits zum 1. September 1924 der Maschineningenieur Walther E. Fischer-Schlemm berufen worden. Er hatte an der Technischen Hochschule München Maschinenbau studiert und war nach mehrjähriger Tätigkeit in der Industrie zuletzt bei der Gutsreform eGmbH Bad Nauheim angestellt gewesen, wo er die technische Leitung der maschinen-elektrotechnischen Abteilung innehatte und insbesondere mit Ein- und Verkauf sowie Reparatur landwirtschaftlicher Maschinen und entsprechender Beratung befasst war. Nach mehr als vierjähriger Tätigkeit in Weihenstephan erhielt Fischer-Schlemm den Ruf für die landtechnische Professur an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim. Sein Nachfolger wurde Konrad von Ow-Felldorf, der ebenfalls an der Technischen Hochschule München Maschinenbau studiert hatte und zuletzt am Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule München unter Professor Georg Kühne als Assistent tätig gewesen war.

Bereits für die Jahre 1925 und 1926 wurden 23 bzw. 36 Maschinenprüfungen ausgewiesen sowie je zwei Maschinenlehrcurse für Landwirte mit 45 bzw. 46 und je ein Maschinenlehrcurs für Schmiede mit 14 bzw. 25 Teilnehmern.

An Vorlesungen und praktischen Übungen an der Hochschule wurden durchgeführt:

- a) Landwirtschaftliche Geräte - und Maschinenkunde
- b) Maschinentechnische Übungen
- c) Motorische Bodenbearbeitung (mit Übungen)
- d) Übungen in der Pflege landwirtschaftlicher Maschinen. ³⁷

In der Beiratssitzung vom 22. Juni 1927 ³⁸ wurde erste Bilanz gezogen. Es wurden Zukunftsüberlegungen angestellt, die wie folgt ausgeführt wurden: ³⁹

- a) Es sollten eigene Maschinenlehrkurse für Landwirtschaftsberater abgehalten werden, damit diese ihrerseits Maschinenberatung durchführen können. Ein erster derartiger Kurs wurde vom 22. bis 26. Oktober 1928 mit 20 Teilnehmern durchgeführt. Weitere folgten.
- b) Die Arbeit am Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule München, das der Abteilung für Maschineningenieurwesen angehört, und der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen sollten aufeinander abgestimmt werden. Dies wurde mit der gemäß Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 3. Juli 1930 bestimmten Einverleibung der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan in die Technische Hochschule München brennend aktuell. Ab dem Sommersemester 1931 wurden von den Professoren Kühne, Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule, und Puchner gemeinsam geprüft.⁴⁰ Ab Sommersemester 1934, nach erfolgter Verlagerung der landwirtschaftlichen Hochschulausbildung nach München, wurde der einschlägige landtechnische Unterricht zur Gänze vom Institut für Landmaschinen übernommen.
- c) Die Anstalt sei räumlich beengt und müsse erweitert werden. Zu diesem Besprechungspunkt wurde ein Generalplan vorgelegt, wonach als erste Ausbaustufe die Erweiterung des bestehenden Gebäudes nach Westen vorgesehen war, sodann die Errichtung von zwei Querflügeln nach Norden, die dann durch einen Querbau parallel zum Hauptbau verbunden werden sollten. Der dadurch entstehende Hofraum sollte durch ein Glasdach überdeckt werden. Zur Ausführung kam bis 1930 lediglich die Erweiterung nach Westen, wodurch ein Vortrags- und Lichtbildraum zur Abhaltung von Kursen und ein Übungsraum gewonnen wurden. Ferner wurde ein Maschinenschuppen errichtet.

Durch die Neuregelung des Landmaschinenprüfwesens, wonach dieses vermehrt von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) übernommen wurde, andererseits Doppelprüfungen vermieden werden sollten, erfuhr die Prüftätigkeit ab 1930 eine sehr starke Minderung auf ungefähr 10 % der bei Gründung der Anstalt vorgesehenen Zahl. Um einen Ausgleich zu schaffen, wurde die Beratungsarbeit weiter ausgebaut. Folgende Maßnahmen wurden ergriffen:

- a) Einrichtung von durch die Landesanstalt einzurichtenden "Maschinenmusterbetrieben"
- b) Durchführung von "fliegenden Kursen", die auf Anforderung der Landwirtschaftsstellen abgehalten werden sollten (z. B. 1932: 85 Kurstage an 36 Landwirtschaftsstellen)⁴¹
- c) Beratung von Maschinengemeinschaften.

Auch die Zusammenarbeit mit dem Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft wurde intensiviert und eine "Musterbeispielswirtschaft" im Bezirk Sehrobenhausen aufgebaut. Der zunehmenden Bedeutung des Motorpflügens entsprechend war mit Vertrag vom 13. Mai 1929 eine bayerische Geschäftsstelle der Motorpflugüberwachung Berlin in der Landesanstalt eingerichtet worden.

All diesen Bemühungen wurde aber letztendlich in der Zeit des Nationalsozialismus durch Einrichtung einer eigenen landtechnischen Beratung des Reichsnährstandes zumindest teilweise der Wind aus den Segeln genommen. Organisatorisch gehörte diese konkurrierende Landmaschinenberatung der Hauptabteilung II der Landesbauernschaft Bayern an.

So war die Bayerische Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen 1934 in dreifacher Hinsicht in ihren Wirkmöglichkeiten beschnitten: ,

- a) Verlust ihrer Bildungsaufgabe im Rahmen der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan
- b) Einschränkung der Prüftätigkeit
- c) Einschränkung der Beratungskompetenz durch den Reichsnährstand.

Dies war die Lage der Landesanstalt als Professor Heinrich Puchner am 1. April 1934 entpflichtet wurde.

2.2 Die Entwicklung der Landesanstalt unter Heuser, Kühne und von Ow-Felldorf (1935 - 1945)

Zur Klärung der künftigen Aufgabenstellung der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen wurde mit 20. Juli- 1934 ein ausführliches Gutachten⁴² durch Professor Ludwig Kießling (1875 - 1942) erstellt, damals Dekan der Fakultät für Landwirtschaft an der Technischen Hochschule München. Er kommt zum Schluss, dass bis zur endgültigen Klärung der künftigen Stellung der Landesanstalt "die Anstalt in ihrer seitherigen Organisationsform als Attribut der Technischen Hochschule erhalten bleiben soll. Um ihre Ausnützung im Sinne der Hochschulanforderungen zu sichern, wäre sie neuerdings wie vor dem Ausscheiden von Herrn Professor Puchner unter die Oberleitung eines Professors der Fakultät für Landwirtschaft zu stellen, nachdem Herr Professor Kühne die Übernahme vermutlich nicht wünscht.⁴³ Die örtliche Leitung könnte zunächst der seitherige Betriebsleiter Dr. Freiherr von Ow beibehalten, der für eine zweckmäßige Erledigung der Gesamttätigkeit wie besonders auch der Außenarbeit zu sorgen hat. Der Anstalt wäre aufzuerlegen, wie seither, nicht nur für die Anforderungen des Hochschulbetriebes, sondern auch für die von der staatlichen Landwirtschaftsverwaltung und von der Landesbauernschaft, hier im Zusammenwirken mit der Beratungsstelle für landwirtschaftliches Maschinen- und Gerätewesen, aufgestellten Arbeitsaufgaben zur Ver-

fügung zu stehen.....Es kann ausgesprochen werden, daß diese Übergangsregelung der künftigen Ressortierung nicht vorgreift, sondern gerade durch die Gewinnung weiterer Erfahrungen für die Neuregelung Grundlagen schafft."

Dem Gutachten entsprechend wurde die Anstalt mit 27. November 1935 Professor Otto E. Heuser (1896- 1965) unterstellt, dem mit Wirkung vom 1. April 1935 die Professur für Wirtschaftslehre des Landbaues an der Fakultät für Landwirtschaft der Technischen Hochschule München verliehen worden war. Konrad von Ow-Felldorf übernahm die Betriebsleitung vor Ort. Mit Hilfe eines aus Reichsnährstandsmitteln angeschafften Gerätewagens wurden in Zusammenarbeit mit der Abt. IIG der Landesbauernschaft Bayern zweitägige Landmaschinenkurse in ganz Bayern, ⁴⁴ von Fall zu Fall landtechnische Sonderuntersuchungen und Prüfungen bis 1940 durchgeführt.

Seit 1. 1. 1936 wurde das Landmaschinenprüfungswesen unter der Ägide des Reichsnährstandes neu gestaltet und vereinheitlicht. Auf dieser Basis wurden unter von Ow in Weihenstephan noch 19 Prüfungen bis zur Stilllegung der Anstalt nach Kriegsbeginn ausgeführt.

Im Zusammenhang mit einem geplanten Neubau an der Technischen Hochschule München stellte von Ow mit 24. September 1937 den Antrag, "im Zuge dieses Neubaus unsere Landesanstalt nach München zu verlegen und dem Institut für Landmaschinen anzugliedern." ⁴⁵ Das Einverständnis von Heuser, dem gegenwärtigen Anstaltsvorstand, wie auch von Kühne, dem Vorstand des Instituts für Landmaschinen, wurde dabei ebenfalls mitgeteilt. Als Gegenargument wurde seitens der Verwaltungsstelle Weihenstephan die enge Verbindung mit dem Staatsgut Weihenstephan herausgestellt, das sowohl zu Prüfzwecken eingestellte Maschinen benütze und deren Prüfung auf ihrem Gelände ermögliche, für die aber auch notwendige Maschinenreparaturen in der Werkstatt der Landesanstalt ausgeführt würden. Schließlich wurde die Anstalt aber doch, vermutlich Anfang 1940⁴⁶, an das Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule angegliedert. Kühne starb jedoch am 25. März 1941, so dass die Landesanstalt wiederum verwaist war. Der Anstaltsbetrieb war allerdings durch Wehrmachtseinberufungen ohnehin praktisch zum Erliegen gekommen. Von Ow, der zu Kriegsbeginn ebenfalls einberufen worden war, Anfang 1940 aber wieder freigestellt wurde, wurde für das Institut für Landmaschinen in München benötigt, das er nach dem Tode Kühnes unter der "stellvertretenden Aufsicht" des Vorstandes von Lehrstuhl und Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaft, Professor Heinrich Schallbrach (1897 - 1978), weiterführte. Die Gebäude der Landesanstalt standen teilweise leer, so dass es im strengen Winter 1941/42 zu bedeutenden Frostschäden kam. Ab 15. Februar 1943 wurden die Räume der Landesanstalt auf Ansuchen der Landesbauernschaft Bayern zur Durchführung von DEULA-Schlepperlehrgängen (Umstellung der Flüssigkraftstoff-Schlepper auf Holzgasbetrieb) zur Verfügung gestellt. ⁴⁷ Nachdem von Ow am 15.

September 1943 erneut einrücken musste und zum 15. Mai 1944 für das Planungsamt des Reichsforschungsrates dienstverpflichtet wurde, übernahm die Verwaltungsstelle Weihenstephan der Technischen Hochschule München die Beaufsichtigung und Verwaltung der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen bis zur Wiederbesetzung des Lehrstuhls für Landmaschinen, die jedoch kriegsbedingt nicht vollzogen wurde. Infolge der Kriegszerstörungen in München wurde die Fakultät für Landwirtschaft 1944 weitgehend nach Weihenstephan zurückverlagert. Die Verwaltungsstelle Weihenstephan stellte daher mit 23. Dezember 1944 den Antrag, "daß die Beaufsichtigung und Verwaltung der Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen bis zum Amtsantritt des Lehrstuhlinhabers (für Landmaschinen, Anm. d. Verf.) dem Dekan der Fakultät für Landwirtschaft übertragen wird, der sich nach Rücksprache hierzu bereiterklärt hat."⁴⁸ Da der Dekan der Fakultät für Maschinenwesen dagegen Einspruch erhob, blieb es bei der bisherigen Regelung. Außerdem wurde die Verwaltungsstelle beauftragt, "dafür zu sorgen, daß der künftige Lehrstuhlinhaber bzw. sein Vertreter nach Möglichkeit in den Räumen der Landesanstalt untergebracht wird, da ja das Areal des Lehrstuhls für landwirtschaftliches Maschinenwesen in der Hochschule total zerstört ist."⁴⁹ In den Wirren zu Kriegsende gingen Teile des Inventars der Landesanstalt verloren. Die DEULA musste die von ihr genutzten Räumlichkeiten räumen und verzog nach Markt Schwaben.⁵⁰ In Weihenstephan fand kein Hochschulbetrieb mehr statt. Vielmehr wurde eine Agricultural and Technical School für die amerikanische Armee eingerichtet und am 12. August 1945 der Lehrbetrieb für zunächst 200 amerikanische Soldaten eröffnet. Am 13. April 1946 wurde der Lehrbetrieb wieder eingestellt.⁵¹

2.3 Die Entwicklung der Landesanstalt unter Hupfauer (1946 - 1955)

Am 4. November 1946 begann, nach einem verkürzten Sommersemester, der reguläre Vorlesungsbetrieb für Studenten der Landwirtschaft und des Brauwesens in Weihenstephan. Damit war auch die Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen für die Durchführung landtechnischer Lehrveranstaltungen wieder gefragt. Zum 1. Mai 1946 wurde Dipl. Ing. Max Hupfauer (1901 - 1990), der von 1926 bis 1946 in der Landmaschinenindustrie (Aifa-Lavai-Separator GmbH und Dahlia-Landmaschinen GmbH, Berlin) tätig gewesen war, als Lehrbeauftragter für Landtechnik von der Fakultät für Landwirtschaft berufen. Am 1. November 1946 wurde er als Betriebsleiter der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen angestellt.⁵² Vorerst war jedoch die Zuordnung der Landesanstalt ungeklärt. In einem Rektoratsschreiben der Technischen Hochschule München vom 19. Oktober 1946 heißt es dazu: "Die Fakultät für Maschinenwesen weist darauf hin, daß die Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen zum Lehrstuhl für Landmaschinen gehört und daher nach Ansicht der Fakultät dem neu zu berufenden Inhaber dieses Lehrstuhls mit unterstellt werden soll."⁵³

Die Frage der Zuordnung schloss zwei Komponenten ein: die ressortmäßige Zuordnung und die Einordnung innerhalb der Hochschule.

In ersterem Zusammenhang tauchten schon in der Zeit des Nationalsozialismus verfolgte Pläne wieder auf, die Landesanstalt aus dem Bereich des Kulturressorts herauszulösen und dem Landwirtschaftsressort zu unterstellen. Zweimal kamen in dieser Angelegenheit Mitglieder des Ernährungs- und Landwirtschaftsausschusses nach Weihenstephan und zwar am 9. Juli 1947 und am 27. Juni 1950. Vor allem der Bayerische Staatsminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Alois Schlögl setzte sich für eine solche Lösung ein. Der damalige Dekan der Fakultät für Landwirtschaft Professor Karl Werba stellte dazu in einem Brief an den Minister fest, dass die Herauslösung der Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen und der Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft, um die es ebenfalls ging, die Hochschule von der bayerischen Landwirtschaft isolieren würde. Und weiter: "Alle Institute und Anstalten, welche heute zur Hochschule gehören, sind von ihr mit Hilfe des Unterrichtsministeriums gegründet und entwickelt worden. Es kann keine Rede davon sein, daß sie unter dem Landwirtschaftsressort billiger arbeiten würden, denn der Professor hat sie kostenlos zu leiten und bedarf so auch keines eigenen Forschungsinstitutes."⁵⁴ Schließlich verblieben die in Frage stehenden Anstalten bei der Fakultät.

Die Einordnung innerhalb der Hochschule hing zunächst vom Standort der Fakultät für Landwirtschaft ab. Obwohl die Rückverlegung der Fakultät nach München wegen der dortigen Kriegszerstörungen zunächst aus praktischen Gründen nicht möglich war, stand diese noch lange im Raum. Entscheidend für ihren Verbleib in Weihenstephan war letztendlich ein auf Initiative des Landtagsabgeordneten Hans Eisenmann zustandegekommener Landtagsbeschluss vom 27. November 1952, wonach die Staatsregierung aufgefordert wurde, Mittel für den Neubau eines Instituts- und Hörsaalgebäudes in Weihenstephan bereitzustellen.⁵⁵

Bis zu diesem Zeitpunkt war die Frage der Zuordnung der Landesanstalt zum Lehrstuhl für Landmaschinen der Technischen Universität München offen. Wohl hatte man sich in Weihenstephan sehr früh um die Errichtung einer Professur für Landmaschinen bemüht. Bereits mit 5. Dezember 1945 wurde mit Professor Georg Segler (1906 - 1978), dem 1942 die Landtechnikprofessur an der Universität Posen übertragen worden war, Verbindung aufgenommen, um ihn für Weihenstephan zu gewinnen.⁵⁶ Später versuchte man für den Betriebsleiter (ab 1. 6. 1949 Konservator) Max Hupfauereine außerordentliche Professur zu erlangen. Die Bemühungen, in Weihenstephan eine Professur für Landtechnik zu errichten, scheiterten jedoch vorerst am Widerstand der Fakultät für Maschinenwesen. Erst in der Besprechung der Fakultät für Landwirtschaft vom 16. Mai 1952 wird gemäß Protokoll festgestellt: "Die bereits in der Dringlichkeitsliste des Senates enthaltene Professur für Landmaschinen (angewandtes Landmaschinenwesen) wird an erster Stelle neu beantragt."⁵⁷

Damit war der Weg frei für eine einvernehmliche Lösung. Es dauerte schließlich noch bis 1955, bis ein Lehrstuhl für angewandte Landmaschinentechnik an der Fakultät für Landwirtschaft in Weihenstephan errichtet und besetzt werden konnte.

Trotz dieser Ungewissheiten entwickelte sich früh wieder ein vielfältiger Betrieb an der Landesanstalt. Dies geht aus den Jahresberichten 1948 bis 1950 hervor.⁵⁸ Die wichtigsten Arbeitsfelder waren:

- a) Lehre: Für das 3. und 4. Semester des Studiengangs Landwirtschaft wurde eine Vorlesung Werkstoffe und Landmaschinen, für das 5. und 6. Semester Landmaschinenübungen durchgeführt. An der Staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau wurde ein Lehrauftrag für Maschinen- und Gerätekunde, für Referendare des allgemeinen und landwirtschaftlichen Kultur- und Wasserbaues ein Praktikum angeboten.
- b) Kursbetrieb: Es wurden vor allem Lehrgänge für Beratungskräfte an den Landwirtschaftsämtern durchgeführt.
- c) Maschinen- und Geräteprüfungen: Die Prüftätigkeit konnte 1949 (8 Geräteprüfungen) wieder aufgenommen werden.
- d) Werkstattbetrieb: Sie bestand vor allem in der Wiederinstandsetzung der Anstaltseinrichtungen, Bau von Lehrmodellen für die Landwirtschaftsschulen, Ausführung von Maschinenreparaturen für die der Fakultät angeschlossenen Staatsbetriebe.

Der Personalbestand der Landesanstalt umfasste in dieser Zeit den technischen Betriebsleiter, zwei Werkstattkräfte und eine Bürokraft.

Einen großen Schritt nach vorne brachte folgender Landtagsbeschluss vom 27. Februar 1953: "Die Staatsregierung wird ersucht, den Landtag Pläne und Kostenvorschläge für den neuzeitlichen Ausbau der Landesanstalt für Maschinenwesen in Weihenstephan ehestmöglich vorzulegen."⁵⁹ Das Bauvorhaben wurde 1955 in Angriff genommen, am 12. Dezember 1956 konnte er dem nunmehrigen Lehrstuhlinhaber Brenner übergeben werden. Zu den zwei Neuerungen, Neubau und Neuschaffung eines landtechnischen Lehrstuhls in Weihenstephan, kam noch eine dritte: zeitgleich mit der Berufung von Professor Walter G. Brenner (1899 - 1973) auf den Lehrstuhl für angewandte Landmaschinentechnik am 22. Juni 1955 wurde auch die Bayerische Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen umbenannt in Bayerische Landesanstalt für Landtechnik und Motorisierung.⁶⁰

- ¹ Vgl. hierzu SEIDL, A.: Deutsche Agrargeschichte. Freising 1995; S. 185-189 und S. 298-303.
- ² Zur Geschichte des Grünen Zentrums Weihenstephan ebd.; S. 323-358.
- ³ Vgl. hierzu SEIDL, A.: Die Idee des "Grünen Zentrums" in der Hochschulgeschichte Weihenstephans. In: 36. Sammelblatt des Historischen Vereins Freising (1999); S. 57-72.
- ⁴ Diese agrarische Bildungsstätte wurde 1807 aufgelöst und 1822 in Schießheim wieder errichtet.
- ⁵ Wie 1; S. 150-156.
- ⁶ Der Pflug ist in THAER, A. D.: Beschreibung der nutzbarsten neuen Ackergeräthe. Hannover 1803; S. 35ff ausführlich beschrieben.
- ⁷ Schreiben vom 3. November 1802, Bayerisches Hauptstaatsarchiv (im folgenden: BayHStA) GR Faszikel 337/25/26; auch zit. bei HOLZNER, G.: Der landwirtschaftliche Unterricht in Weihenstephan und Schießheim von 1804- 1840. München 1905; S. 203.
- ⁸ BRAUNGART, R.: Die Ackerbaugeräthe in ihren praktischen Beziehungen wie nach ihrer vorge-schichtlichen und ethnographischen Bedeutung. Heidelberg 1881; S. 37.
- ⁹ Zeitschrift des landwirtschaftlichen Vereins in Bayern- Centralblatt XLVI (1856); S. 602ff.
- ¹⁰ Staatsarchiv München RA 40624.
- ¹¹ STEUERT, L.: Die Kgl. Bayerische Akademie Weihenstephan und ihre Vorgeschichte. Berlin 1905; S. 98.
- ¹² Ebd.; S. 106f.
- ¹³ BayHStA MK 19691; Jahresbericht der Kgl. landwirtschaftlichen Centralschule Weihenstephan pro 1869/70; S. 115.
- ¹⁴ BayHStA MK 19689.
- ¹⁵ Jahresbericht der Kgl. landwirtschaftlichen Centralschule Weihenstephan pro 1863/64; S. 36.
- ¹⁶ BRAUNGART, R.: Gedanken über Pflüge und Pflugproben. In: Weihenstephaner Jahrbuch 1869. München 1869; S. 238ff und wie 7; S. 124ff.
- ¹⁷ Jahresbericht der königlich bayerischen landwirtschaftlichen Centralschule Weihenstephan pro 1874/75; S. 21ff und 51ff.
- ¹⁸ Jahresbericht der Königlich Bayerischen landwirtschaftlichen Zentralschule Weihenstephan für das 42. Schuljahr 1893/94; S. 109f und für das 43. Schuljahr 1894/95; S. 99f.
- ¹⁹ BayHStA MK 19695.
- ²⁰ Wie 15; S. 237f.
- ²¹ Bericht über die Königlich Bayerische Akademie für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan für das Studienjahr 1896/97; S. 19.
- ²² Amtsblatt des K. Staatsministeriums des Innern Nr. 37 vom 22. September 1897; S. 437.
- ²³ HUPFAUER, M. und GRIMM, K.: Beitrag zur Geschichte der Bayerischen Landesanstalt für Land-technik. Unveröffentlichtes Manuskript o. Jg.; S. 2.
- Es wird sich allerdings insoweit vornehmlich um die Prüfung von milchwirtschaftlichen Geräten gehandelt haben (vgl. hierzu N.N.: 100 Jahre Milchwirtschaft in Weihenstephan. Kempten o. Jg.; S. 6 und S. 19).
- ²⁴ Amtsblatt des K. Staatsministeriums des Innern Nr. 6 vom 22. Februar 1901; S. 91.
- ²⁵ BayHStA MK 19695.
- ²⁶ FAKULTÄT FÜR BRAUWESEN, LEBENSMITTELTECHNOLOGIE UND MILCHWISSENSCHAFT (Hrsg.): 125 Jahre Fakultät für Brauwesen, Lebensmitteltechnologie und Milchwissenschaft 1865-1990. Freising-Weihenstephan 1990; S. 155.
- ²⁷ PUCHNER, H.: Untersuchungen auf dem Gebiet des landwirtschaftlichen Maschinenwesens. München 1903 (Neue Folge: 1909).
- ²⁸ Mitteilung der K. Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle für landwirtschaftliche Maschinen Nr. 1: Der Oberbayerische Wendepflug der Fa. J. G. Dobler, oberbayerische Pflugfabrik Landsberg a. L., o. J. J., Archiv der Bildungsstätte des Bayerischen Bauernverbandes in Herrsching GC 308.
- ²⁹ Schreiben vom 20. April 1904; Historisches Archiv der Technischen Universität München (im folgenden: HATUM) PA Puchner.
- ³⁰ BayHStA MK 14039; nach der im Archiv der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik vorliegenden Satzung wurde der "Verband der landwirtschaftlichen Maschinen-Prüfungs-Anstalten mit Einschluß der Maschinenberatungsstellen" am 14. Februar 1906 in Berlin gegründet.
- ³¹ Bericht über die Königlich Bayerische Akademie für Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan und die mit ihr verbundenen Institute und Betriebe für das Studienjahr 1913/14; S. 44.
- ³² BayHStA MK 40154.
- ³³ Wie 1; S. 345.
- ³⁴ Das Grundstück ist bereits im "Situationsplan des Königlichen Staatsgutes Weihenstephan im Zustande des Jahres 1860, Anlage zum Jahresbericht der kgl. landwirtschaftlichen Centralschule zu

Weihenstephan pro 1860/61", als "Hopfengartenacker" mit einer Fläche von 1,84 Morgen (=Tagwerk) ausgewiesen.

³⁴ RAUM, H.: Die landwirtschaftliche Hochschullehre in Bayern. in: SCHLÖGL, A. (Hrsg.): Bayerische Agrargeschichte, München 1954; S. 489.

³⁵ Archiv der Abt. Freising-Weihenstephan der Technischen Universität München (in folgendem: AWTUM) PA Fischer; Verweis auf Entschließung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 26. Juni 1924 Nr. 111. 23145.

³⁶ Ministerialamtsblatt der bayerischen inneren Verwaltung Nr. 22 vom 5. November 1925; S. 1.

³⁷ N. N. (vermutlich PUCHNER; H.): Bayerische Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weihenstephan bei München 1925/26. Freising-München 1927, S. 5ff.

³⁸ BayHStA MK 40154.

³⁹ BayHStA MK 40155.

⁴⁰ HATUM PA Kühne. Die Geschichte des Instituts für Landmaschinen der Technischen Universität München ist ausführlich dargestellt in: SÖHNE, W. Geschichte des Instituts für Landmaschinen der TU München und Entwicklung der landtechnischen Institute in der Bundesrepublik. München 1990.

⁴¹ AW TUM X/21 /1930- 1959).

⁴² BayHStA MK 40155.

⁴³ in der erwähnten Beiratssitzung vom 22. Juni 1927 hatte sich Kühne schon in diesem Sinne geäußert.

⁴⁴ Von OW, K. und SCHÄFER, K.: Landmaschinenlehrgänge. Die Technik in der Landwirtschaft 15 (1934); S. 136f.

⁵ AWTUM X/21 (1930- 1959).

⁴⁶ Nach vorliegenden Archivunterlagen muß dies zwischen 15. 12. 1939 und 29. Februar 1940 erfolgt sein. Ein genaueres Datum ließ sich nicht ermitteln.

Vgl. hierzu auch HUPFAUER, M. und GRIMM, M.: Beitrag zur Geschichte der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik. Unveröffentlichtes Manuskript o. Jg.; S. 6.

⁴⁷ AWTUM X721 (1930- 1959). Vertrag zwischen Bayer. Landesanstalt für Maschinenwesen Weihenstephan bei München und Deutsche Landkraftführerschulen "DEULA Kraft G.m.b.H."

⁴⁸ AWTUM X/21 (1930- 1959); Dekan war zu diesem Zeitpunkt Prof. Heuser.

⁴⁹ AWTUM X/21 (1930-1959); Auszug aus dem Senatsprotokoll der Technischen Hochschule München vom 21. März 1945.

⁵⁰ AWTUM X/21 (1930- 1959); Bericht vom 24. 5. 1945.

⁵¹ wie 1; S. 349f.

⁵² AWTUM PA Hupfauer.

⁵³ AWTUM PA Hupfauer;

Vollbezeichnung: Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik.

⁵⁴ Archiv der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau (in folgendem: AFLG) 306; Schreiben vom 5. Juni 1950.

⁵⁵ wie 1; S. 351.

⁵⁶ AFLG T.H. 1945 Allgem..

⁵⁷ AFLG F203b.

⁵⁸ AWTUM X/21 (1930- 1959); Jahresbericht der bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen für das Geschäftsjahr 1948/49 und HA TUM RA I, 8.1. Bericht vom 5. Juni 1950.

⁵⁹ AWTUM X/21 (1930- 1959).

⁶⁰ HATUM PA Brenner.

Biographischer Anhang

Vorbemerkung: Nachfolgender Anhang stützt sich weitgehend auf Archivunterlagen des Historischen Archivs der Technischen Universität München und des Archivs der Abteilung Freising-Weihenstephan der Technischen Universität München. Für die entgegenkommende Unterstützung durch diese Archive ist der Verfasser zu Dank verpflichtet.

Richard Braungart (1839- 1916)

* 4. Dezember 1839 in (Bad) Kissingen, + 7. April 1916 in München. Studium der Landwirtschaft an der Landw. Zentralschule Weihenstephan (1856-1858). Promotion 1875. 1858 bis 1865 Tätigkeit in der Praxis (u. a. als Kulturingenieur in Böhmen) und Lehre (an der 1861 gegründeten "Wiesenbauschule für Unterfranken und Aschaffenburg" in Würzburg und in Tetschen-Liebwerd in Böhmen, wo eine Ackerbauschule und Höhere landw. Lehranstalt bestand). Lehrtätigkeit an der Landw. Zentralschule Weihenstephan vom 1. 6. 1865 bis 17. 6. 1894; bis 14. 10. 1867 Direktor-Assistent, dann Lehrer (zum 1. 1. 1869 Professor) für allgemeinen und speziellen Pflanzenbau, Statik und Gerätekunde. Unter Braungart erfolgte 1864 die Errichtung einer Prüfungsstation für landw. Geräte und Maschinen, 1865 und 1875 die Durchführung von Pflugprüfungen.

Walter G. Brenner (1899 - 1973)

* 28. Juli 1899 in Münchberg, + 8. Dezember 1973 in München. Studium des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule München (1920- 1924). Promotion im Auftrag des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft (RKTL), angenommen von der Technischen Hochschule Stuttgart 1927, über das Thema: "Beiträge zur Kenntnis des Sortiervorgangs bei der Sichtung von Saatgetreide durch Windströme."

1925 bis 1929 Industrietätigkeit (u. a. bei Fa. Röber, Wutha bei Eisenach, dort Konstruktion der Getreidereinigungsanlage "Petkus-Hohenheim"). 1929 Max-Eyth-Stipendium der DLG. 1930 bis 1933 Assistent am Institut für Landmaschinen der Universität Bonn. 1932 bis 1949 und 1952 bis 1955 Konstruktionsleiter bei der Fa. Claas, Harsewinkel. 1949 bis 1952 Leitung des Instituts für Landmaschinenforschung bei der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode. 1. 7. 1955 bis 30. 9. 1969 Professor für Landtechnik und Leiter der Landesanstalt für Landtechnik und Motorisierung in Weihenstephan (emeritiert 30. 9. 1967).

Walther E. Fischer- Schlemm (1888- 1958)

* 24. September 1888 in Kötzing, + 20. März 1958 in Stuttgart-Hohenheim. Studium des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule München (1907 - 1911). Promotion, angenommen von der Technischen Hochschule München 1920, über das Thema: "Die Arbeiterwohlfahrtsanlagen". 1912 bis 1924 praktische Tätigkeit bei

der bayerischen Rüstungsindustrie, bei bayerischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen und bei der Gutsreform eGmbH Bad Nauheim. Vom 1. 9. 1924 bis 15. 11. 1928 Maschineningenieur an der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen Weißenstephan (bis 20. September 1925 Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle für landwirtschaftliche Maschinen). 1928 bis 1957 Professor für Landtechnik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim (emeritiert 1. 10. 1956).

Theodor Ganzenmüller (1864 -1937)

* 9. November 1864 in Augsburg, + 27. Dezember 1937 in Freising. Studium an der mechanischen Abteilung der Technischen Hochschule München (1883 - 1887). 1887/88 Industrietätigkeit (Lokomotivenfabrik Krauss & Co., Gesellschaft Linde's Eismaschinen). 6. 2. 1889 bis 31. 3. 1933 (emeritiert 1. 11. 1931) Lehrtätigkeit an der Landwirtschaftlichen Zentralschule, dann Akademie und Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei in Weißenstephan (ab 6. 2. 1889 Assistent für Maschinentechnik, ab 12. 10. 1892 Lehrer der mathematisch-physikalischen und chemisch-technischen Fächer nebst technischem Zeichnen, ab 28. 10. 1894 Professor). Ab 1897 Geschäftsführer der brautechnischen Abteilung der Prüfungsanstalt für landwirtschaftliche und Brauereimaschinen. 1906 Gründung des Technischen Büros Weißenstephan für Planung, Bau und Einrichtung von Brauereien und Mälzereien. 1901 bis 1918 Vorstand der brautechnischen Abteilung an der Akademie für Landwirtschaft und Brauerei. 16.10.1928 bis 15. 11. 1933 Kurator und Leiter der Verwaltungsstelle Weißenstephan.

Ganzenmüller entwickelte die dampfbeheizte Braupfanne.

Otto E. Heuser (1896 - 1965)

* 6. Oktober 1896 in Wuppertal-Barmen, + 11. August 1965 in Wuppertal-Barmen. Studium der Landwirtschaft an den Universitäten Bonn und Gießen (1918 - 1921). Promotion, angenommen von der Universität Gießen 1923, über das Thema: "Die neuzeitlichen Betriebsverhältnisse im Kreise Mettmann". 1924 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. 1925 bis 1935 Ordinarius für Acker- und Pflanzenbau und Direktor des landwirtschaftlichen Instituts an der Technischen Hochschule der Freien Stadt Danzig. 8. 5. 1935 bis 1. 10. 1945 Professor für Wirtschaftslehre des Landbaues an der Technischen Hochschule München. 27. 11. 1935 bis Ende 1939 Vorstand der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen. 1949 Tätigkeit in der Verwaltung für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Vereinigten Wirtschaftsgebietes. 1950 bis 1961 Leitung des Instituts für Betriebswirtschaft an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode.

Max Hupfauer (1901-1990)

* 17. August 1901 in München, + 19. Dezember 1990 in Freising. Studium des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule München (1921 - 1925). Promotion, angenommen von der Technischen Hochschule München 1953, über das Thema: "Über die Bestimmung der Konzentration und des Nährstoffgehalts der Gülle mit Hilfe des Refraktometers" und, angenommen von der Technischen Hochschule Stuttgart 1955, über das Thema: "Untersuchungen über die Pulstakteinrichtungen bei Melkmaschinen und ihre Einwirkungen auf die Melkgeschwindigkeit". 1925 bis 1946 Industrietätigkeit (Aretin-Werke Aldersbach, Alfa-Lavai-Separator GmbH und Dahlia-Landmaschinen GmbH in Berlin). 1. 5. 1946 bis 30. 4. 1970 (Versetzung in den Ruhestand: 31. 8. 1966) Tätigkeit in Weihenstephan: ab 1. 5. 1946 Lehrbeauftragter für Geräte- und Maschinenkunde, ab 1. 11. 1946 Betriebsleiter der Bayer. Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen, ab 1. 6. 1949 Konservator, ab 21. 1. 1964 Honorarprofessor für Landtechnik und Motorenkunde in der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Technischen Hochschule München. Hupfauer hat bei der Entwicklung der Hopfenpflückmaschine maßgeblich mitgewirkt.

Georg Kühne (1880-1941)

* 20. Juni 1880 in Halberstadt, + 25. März 1941 in München. Studium der Ingenieur-, Naturwissenschaft und Landwirtschaft an der Technischen Hochschule Braunschweig (1898-1902). Promotion, angenommen von der Universität Gießen 1914, über das Thema: "Untersuchungen über den Pflugwiderstand eines Pflugwerkzeugmodelles bei verschiedenen Arbeitsbedingungen und ihre Anwendung auf praktische Verhältnisse". 1902 bis 1904 Studien in landwirtschaftlichen Betrieben des In- und Auslandes (DLG-Stipendium). 1904 bis 1910 Ingenieur bei der Studiengesellschaft "Landwirtschaftliche Handelsgesellschaft mbH" Berlin. 1910 bis 1914 Assistent am Lehrstuhl für landw. Maschinenkunde der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, eingesetzt beim Maschinenprüfungsamt der Landwirtschaftskammer Brandenburg in Berlin. 1914 bis 1916 a. o. Professor und Vorstand der Maschinenprüfungsanstalt in Hohenheim. 1916 bis 1920 technischer Direktor bei der Fa. Ventzki in Graudenz. 1920 bis 1924 Professor auf dem Lehrstuhl für Landmaschinen der Universität Königsberg. 1. 8. 1924 bis 25. 3. 1941 Professor und Vorstand des Instituts für Landmaschinen der Technischen Hochschule München, von Anfang 1940 an gleichzeitig Vorstand der Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen.

Konrad von Ow-Felldorf (1900-1989)

* 22. Juli 1900 in Piesing, Kr. Altötting, + 1. April 1989 auf Gut Neuhaus, Gemeinde Starzach, Kr. Tübingen. Studium des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule München (1920 - 1924). Promotion, angenommen von der Technischen Hochschule München 1934, über das Thema: "Beitrag zu den Versuchen mit Silo-

häckselmaschinen". 1925 bis 1927 Assistent an der Württembergischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen in Hohenheim.

1. 7. 1927 bis 15. 11. 1928 Assistent am Institut für Landmaschinen der Technischen Universität München. 16. 11. 1928 bis 15. 9. 1943 technischer Betriebsleiter an der Bayerischen Landesanstalt für Maschinenwesen. Von Ow wurde mit 15. 9. 1943 zum Wehrdienst eingezogen und ab 15. 5. 1944 beim Planungsamt des Reichsforschungsrates dienstverpflichtet Nach Kriegsende übernahm von Ow die Bewirtschaftung des bereits 1922 ererbten Familiengutes Neuhaus.

Heinrich Puchner (1865 - 1938)

* 11. Juli 1865 in Bad Reichenhall, + 21. Juli 1938 in München. Studium der Landwirtschaft an der Technischen Hochschule München (1885 - 1888). Promotion, angenommen von der Universität Leipzig 1889, über das Thema: "Über die Cohärenz der Bodenarten". 1. 1. 1890 bis 31. 10. 1894 Assistent am landwirtschaftlichen Versuchsfeld der Technischen Hochschule München; 1. 11. 1894 bis 31. 3. 1934 Lehrtätigkeit in der Nachfolge Richard Braungarts an Landwirtschaftlicher Zentralschule, dann Akademie und Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan (ab 1. 11. 1894 Lehrer für landwirtschaftliche Geräte- und Maschinenkunde sowie Acker- und Pflanzenbau; ab 1. 7. 1900 Professor). Ab 1. 10. 1897 Geschäftsführer der landwirtschaftlichen Abteilung der K. Prüfungsanstalt (ab 11. 2. 1901 Prüfungsanstalt und Auskunftsstelle) für landwirtschaftliche und Brauereimaschinen an der K. B. Akademie für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan, ab 21. 9. 1925 Vorstand der daraus hervorgegangenen Bayerischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen.

Rückblick auf 40 Jahre Forschung, Entwicklung und Beratung an der Landtechnik Weihenstephan (1955 -1995)

Manfred Estler und Manfred Schurig

Anfänge der Landtechnik Weihenstephan

Entscheidend für die Entwicklung der Landesanstalt nach 1955 war ein Vorstoß des Landtagsabgeordneten und späteren Landwirtschaftsministers HANS EISENMANN, der sich entschieden für den Ausbau der landwirtschaftlichen Fakultät in Weihenstephan einsetzte. Auf seine Initiative hin kam ein Beschluss des Bayerischen Landtages zustande, der die Bereitstellung von Mitteln für den Neubau eines Instituts-Hörsaalgebäudes und damit nachfolgend auch die Angliederung der Landesanstalt an die neu zu errichtende Professur für Landtechnik in Weihenstephan sicherstellte.

Das Jahr 1955 stellt zweifellos einen Meilenstein in der Geschichte der landtechnischen Ausbildung, Forschung und Beratung in Weihenstephan dar. Denn dieses Jahr ist gekennzeichnet durch zwei wichtige Ereignisse: zum einen wurde die Landesanstalt umbenannt in "Bayerische Landesanstalt für Landtechnik und Motorisierung". Zum anderen wurde Prof. Dr.-Ing. Walter. G. BRENNER als Ordinarius auf den neu geschaffenen Lehrstuhl für Landmaschinentechnik und gleichzeitig als Vorstand der Landesanstalt berufen. Das neu erbaute Institutsgebäude bot für ihn und eine kleine Mannschaft von Diplomingenieuren und landtechnisch ambitionierten Diplomlandwirten die Basis für eine effiziente Forschung. In den Folgejahren sollte sich die enge Zusammenarbeit der 3 Institutionen, die fortan unter der Bezeichnung LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN firmierten, nämlich Institut für Landtechnik, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik und (ab seiner Gründung im Jahr 1958) Landtechnischer Verein in Bayern e.V., außerordentlich vorteilhaft auf die intensive und gemeinsame Bearbeitung der aktuellen Aufgaben auswirken.

KL [J- i N
—

Aus der Vielfalt an Forschungsthemen und Aufgabenbereichen, die in der Zeitspanne zwischen 1955 und den 90er Jahren an der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN bearbeitet wurden, können nur einige exemplarisch geschildert werden.

Traktorentechnik

Unter Prof. BRENNER standen vor allem Fragen der Schlepperbauarten und der konsequenten Nutzung des Traktors als Arbeitsmaschine im Vordergrund. In diese Anfangsjahre der Lehr- und Forschungstätigkeit an dem neu errichteten Lehrstuhl für

Landtechnik fällt auch die Einführung von "Vorlesungsblättern", die den Studierenden in Ergänzung zur Vorlesung ausgewählte Maschinentechiken und Arbeitsverfahren veranschaulichen sollten (Abb. 1).

1910 1930

Tragflug Bulldog

Raupe Halbraupe Einachser

11-45Ps 12-24 Ps 12-20 Ps

Standard-Schlepper (kurz u. tief) Trag-Schlepper (lang u. hoch) Geräteträger (Ladepritsche, Motor- hinten)

-----Hydraulik-----

$\frac{2}{3}$ $\frac{1}{3}$ b q] 2 t

Allrad-Unim Allrad-Standard-Sch/. Trieb-Achser

911gabstufung!J.:... von... 2,0 - 3,5 - 5 - 20 km

WegMotor-Zapfwelle. 2,5- 2 β Minimum:6 Gänge

Vorlesungsblätter: Brenner.	Schlepper - Bauarten.	 LANDTECHNIK WEHNSTEFAN Korr. Nov. 63 Nov.57
--------------------------------	-----------------------	---

Abb. 1: Beispiel eines Vorlesungsblattes von Prof. Brenner

Im Laufe der Jahre sollten diese Vorlesungsblätter nicht nur ein Erkennungs- und Markenzeichen der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN, sondern auch ein Qualitätssymbol für vorlesungsbegleitende Materialien werden.

Mit der Berufung von Prof. Dr. Heinz-Lothar WENNER im Jahr 1969 als Ordinarius für Landtechnik wandelte sich die Zielsetzung der Arbeitsvorhaben. Von nun an standen Fragen des Traktoreneinsatzes unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitserledigung, von Kosten- und Arbeitszeiteinsparungen, aber auch der Wechselwirkungen Traktor/Gerät im Vordergrund. Im Zuge der verstärkten Verwendung von Traktoren mit hoher Motorleistung aber auch von Spezialtraktoren war es notwendig, Einsatzanalysen und -kriterien und darüber hinaus neue, auf ausgewählte Produktionssysteme und Betriebsgrößen abgestimmte Traktorenkonzepte zu erarbeiten.

In neuerer Zeit gilt ein Hauptaugenmerk auch dem Einsatz der modernen Agrarelektronik im Traktor wie z.B. der Erprobung von Sensoren für das berührungslose Messen der Fahrgeschwindigkeit oder zum Wiegen von Lasten mit dem Kraftheber. Die Weihenstephaner Arbeiten unter Prof. Dr. Hermann AUERNHAMMER waren es auch, die zur Entwicklung einer Norm-Schnittstelle zwischen Traktor und Gerät sowie zu dem landwirtschaftlichen BUSSYSTEM führten.

Begünstigt wurden diese Arbeiten ohne Zweifel durch die engen Kontakte zu den SCHLÜTER-Werken und vor allem zu dessen Inhaber, Herrn Dr. h.c. Anton SCHLÜTER. Unvergessen sind die Schlüter-Großvorführungen und Unternehmer-



Abb. 2: Ein landtechnisches Großereignis über lange Jahre, die Schlüttertage mit Großvorführung

Seminare, die der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN mit Vorträgen und Sonder-schauen eine wichtige Plattform zur Darstellung und Weitergabe ihrer praxisorientier-ten Forschungsergebnisse boten (Abb. 2).

Arbeitswirtschaft

Viele Arbeiten in diesem Bereich galten vorrangig dem Arbeitszeitbedarf. Neben me-thodischen Problemen nahmen Fragen einer rationellen Arbeitszeiterfassung mit wissenschaftlich-objektiver Beurteilung der Abhängigkeiten ebenso einen zentralen Platz ein, wie die Möglichkeiten des EDV-Einsatzes und der praxisbezogenen Mo-dellbildung. Unter Prof. Dr. Hermann AUERNHAMMER wurde erstmals in Weihen-stephan ein System erarbeitet, welches auf der Basis von universell anwendbaren Arbeitszeitelementen nahezu jede kalkulatorische Bestimmung des Arbeitszeitbedar-fes in der Außen- und Innenwirtschaft ermöglicht und dabei auch die körperliche Ar-beitsbelastung von Mann und Frau einbezieht.

Als nahezu einzige Institution in der Bundesrepublik Deutschland wird an der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN das Fachgebiet "Arbeitslehre" von Prof. Dr. AUERNHAMMER in Lehre und Forschung betreut. Neben Fragen der Arbeitsplatz-gestaltung wurden umfangreiche Arbeiten zu methodischen Möglichkeiten der Ar-beitszeitermittlung und -kalkulation, sowie zur Ermittlung der Arbeitskosten betreut. In jüngster Zeit kamen auch neue technische Möglichkeiten einer satellitengestützten Arbeitszeitermittlung hinzu.

Erntetechnik für Getreide

Es war naheliegend, dass Prof. BRENNER als begnadeter Konstrukteur und "Vater" des ersten, in Deutschland serienmäßig gebauten Mähdreschers "CLAAS SUPER" auch Arbeiten zur Getreideernte weiterführte. Hierzu zählten vor allem Versuche zur Verbesserung des Ernte-Hof-Drusches (gemeinsam mit Dr. Horst EICHHORN), zu technischen Weiterentwicklungen an gezogenen und selbstfahrenden Mähdreschern sowie zur Erweiterung der Arbeitsbereiche, so z. B. für die Ernte von Sonderkulturen (Grassamen etc.) (Abb. 3).

Bodenbearbeitungs- und Bestelltechnik

Veränderte Rahmenbedingungen im gesamten Bereich der Pflanzenproduktion und neue Ansätze im Sinne eines "integrierten Pflanzenbaues" haben dazu geführt, dass eine schlagkräftige und kostensparende, dennoch aber baden- und umweltschonende Bodenbearbeitung und Feldbestellung heute eine zentrale Stellung einnimmt.

In der Abteilung von Prof. Dr. Manfred ESTLER wurden in mehreren Forschungsvor-haben zapfwellengetriebene Bodenbearbeitungsgeräte und darauf aufbauend Ma-schinen für die "Minimai-Bestelltechnik" entwickelt und deren Auswirkungen auf ver-

fahrentechnische, pflanzenbauliche und bodenkundliche Parameter, sowie auf die Eingliederung dieser Technik in das gesamte Produktionsverfahren ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturen (z. B. Getreide und Reihenfrüchte) erfasst.

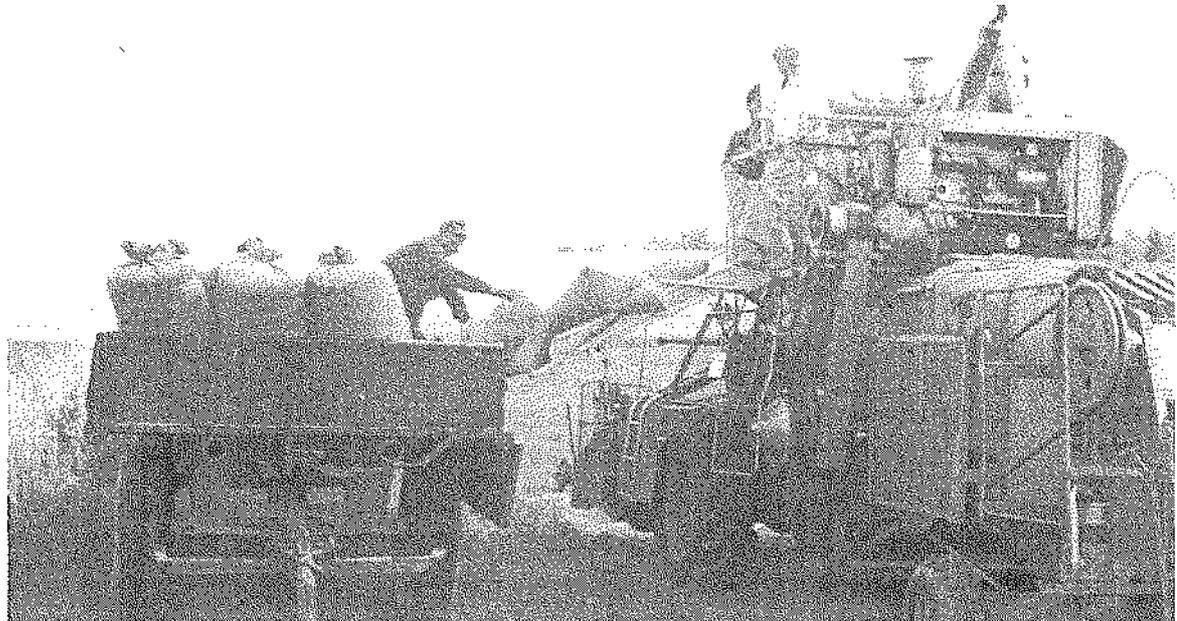


Abb. 3: Prof. BRENNER beim Versuchseinsatz mit einem Claas Mähdrescher

Massive Forderungen nach einer Senkung der Betriebskosten führten in letzter Konsequenz zur Entwicklung und Erprobung technischer Lösungen für das "Ernte-Saat-Verfahren" bei Getreide und Zuckerrüben (Abb. 4). Dabei wird in einem einzigen Arbeitsgang z. B. mit der Getreideernte die Aussaat der Folgefrucht Raps kombiniert, oder mit der Zuckerrübenernte gleichzeitig die Winterweizen-Aussaat durchgeführt. Dadurch lassen sich vor allem Arbeitszeitbedarf und Kosten im Vergleich zum konventionellen Verfahren spürbar reduzieren.

Die Aspekte des "integrierten Pflanzenbaues" führten auch zu Untersuchungen zur "konservierenden Bodenbearbeitung". Dabei lag ein Schwergewicht auf der Entwicklung und praktischen Erprobung des Mulchsaatverfahrens für Mais und Zuckerrüben, das auch auf erosionsgefährdeten Standorten den ökologisch unbedenklichen Anbau von Reihenfrüchten möglich macht. Bei diesen, gemeinsam mit der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau durchgeführten Arbeiten wurden nicht nur die Auswirkungen auf bodenkundliche, pflanzenbauliche und verfahrenstechnische Parameter erfasst, sondern auch die Eingliederung solcher neuer Verfahren in das gesamte Produktionssystem untersucht.

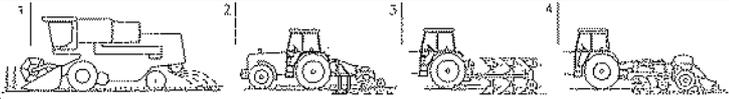
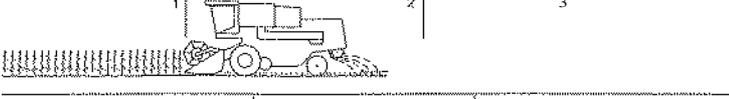
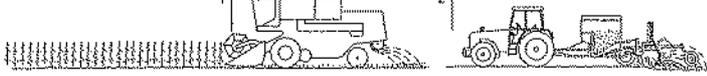
		AKh/ha	kWh/ha
Konventionell Grundboden- bearbeitung mit Pflug		4,1	434
Konservierend Grundboden- bearbeitung mit Grubber		2,8	304
Frässaat ohne Grundboden- bearbeitung		1,8	204
Direktsaat ohne jegliche Bodenbearbeitung		1,5	195
Saat vor Drusch ohne jegliche Bodenbearbeitung		1,3	160
Drusch-Saat- Verfahren Saatgut einarbeitung mit ZW-Gerät		1,5	174
ohne Saatgut- einarbeitung		0,4	46

Abb. 4: Arbeitszeit- und Energiebedarf bei ausgewählten Ernte- und Bestellverfahren

Technik im Maisanbau

Neben Prof. Dr. Paul RINTELEN (Ökonomik des Maisanbaues) und Landw.-Dir. Johannes ZSCHEISCHLER (Maiszüchtung) beschäftigte sich seit Anfang der 60er Jahre die LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN unter Prof. BRENNER intensiv mit der Mechanisierung des Maisanbaues, und zwar des gesamten Arbeitsverfahrens von der Saat bis zur Ernte und Konservierung. Bei der Bestellung mit Einzelkorn-Sämaschinen galt das Hauptaugenmerk vor allem der exakten Kornablage bei hohen Fahrgeschwindigkeiten, der Kombination von Saat und Unterfußdüngung, den Möglichkeiten der Minimalbestellung und in jüngster Zeit der exakten Gleichstands-saat. Im Bereich "Pflege" stellte über mehrere Jahre hinweg die Entwicklung und Erprobung neuartiger Geräte für die mechanisch-physikalische Unkrautregulierung und deren Eingliederung in ein ausgewogenes, auf eine gezielte Verminderung des Herbizidaufwandes ausgerichtetes Unkrautmanagement einen wichtigen Arbeitsschwerpunkt dar.

Die von Prof. Dr. M. ESTLER betreuten Forschungsarbeiten zur Erntetechnik bei Körnermais, insbesondere Untersuchungen zum Einsatz des Mähdreschers unter Verwendung spezieller Erntevorsätze und Einbauteile, sowie die enge Zusammenarbeit mit der einschlägigen Landmaschinenindustrie haben dazu beigetragen, dass heute der Mähdrescher mit Pflückvorsatz die Schlüsselmaschine für die leistungsfähige und verlustarme Körnermais-ernte darstellt (Abb. 5).

er ta]

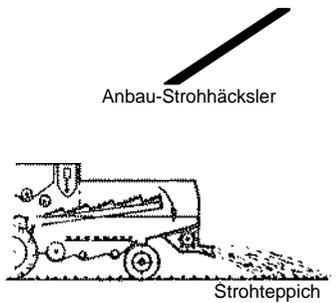
Mährdrusch

Pflückdrusch (oder Pflück -Rebler I

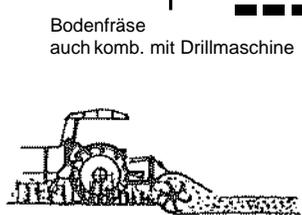
Mais-Mährvorsat
1 - 4reihig

Mais-Pflückvor:
1 - 6reihig

Stroh



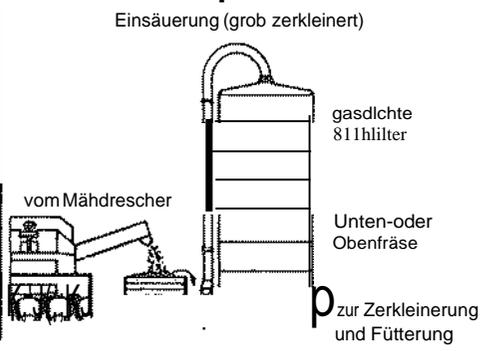
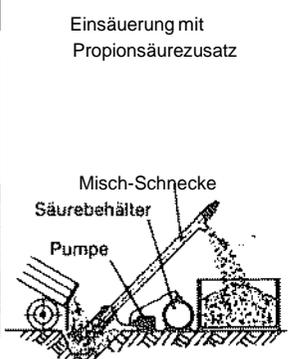
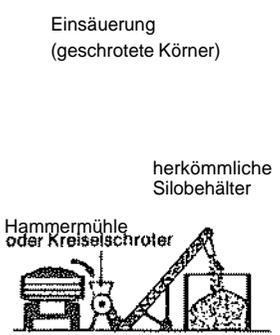
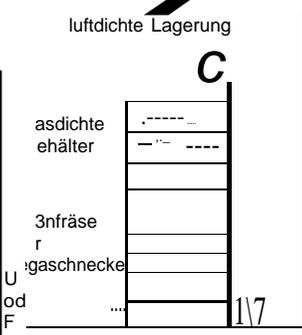
unzerkleinert unterpflügen



Kornel1/i - -]

Körner

Kornspindelgemisch



Im Gesamtverfahren "Körnermaisernte" stellt die leistungsfähige und kostengünstige Konservierung des hoch feuchten Erntegutes einen wichtigen Teilbereich dar. Dr. Arno STREHLER untersuchte technische und energetische Möglichkeiten für die Warmlufttrocknung mit hoher Leistung, wobei besonderer Wert auf die weitestgehende Schonung der Korninhaltsstoffe gelegt wurde. Er entwickelte darüber hinaus neue Trocknungssysteme (z.B. die Wagen-Trocknung) und überwachte deren Einführung in die Praxis.

Arbeiten zur energie- und kostensparenden Konservierung des Körnermaises als Feuchtgut führten unter Dr.-Ing. Klaus GRIMM zur Entwicklung des Verfahrens "Lieschkolbenschrot" auf der Basis des Exaktfeldhäckslers mit Vielmessertrommel, sowie parallel dazu unter Prof. Dr. ESTLER des Corn-Cob-Mix-Verfahrens mit dem Mähdrescher und nachfolgender Zerkleinerung unter Verwendung von Spezialschrotern. Konservierungs- und Fütterungsversuche der verschiedenen Erntegüter waren Bestandteil der Gesamtuntersuchungen.

Technik in Gartenbau und Sonderkulturen

Ab den 60er Jahren war Prof. Dr.-Ing. Max HUPFAUER maßgeblich an der Einführung der Hopfenpflückmaschinen in der Hallertau beteiligt und arbeitete gemeinsam mit Dr.-Ing. H. D. ZEISIG an der Verbesserung der Hopfenanbautechnik. Mit dem Namen HUPFAUER ist auch die Gestaltung der Abteilung "Landtechnik" im Deutschen Museum München verbunden.

Anfangs der 70er Jahre wurde dieses Fachgebiet neu in das Forschungsprogramm der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN aufgenommen. Unter Prof. Dr.-Ing. Kari-Hans KROMER wurden anfangs moderne Gurken- und Kopfkohl-Erntemaschinen mit dem Ziel einer konsequenten Reduzierung des hohen und beschwerlichen Handarbeitsaufwandes erprobt. Begleit- und Grundlagenforschung schlossen sich an, z. B. über die biotechnischen Eigenschaften der gärtnerischen Produkte, die mechanische Belastbarkeit der Erntegüter, Optimierung der Saat- und Pflanztechnik sowie die Mechanisierung der Folienverwendung im Freilandgemüsebau.

Die Berufung von Prof. Dr. Joachim MEYER zum Leiter der Abteilung "Technik im Garten- und Weinbau" brachte eine Änderung der Aufgabenstellung und Forschungsziele mit sich. Ein Schwergewicht bildet seitdem z. B. die Erprobung umweltschonender Produktionssysteme für den Gartenbau und hier vor allem die Entwicklung und Erprobung neuer Geräte für die mechanische und thermische Unkrautregulierung. Neu ist ein Forschungsansatz zur Einzelpflanzen orientierten Kulturführung im Freiland-Gartenbau unter Verwendung eines lasergesteuerten, selbstfahrenden Trägerfahrzeuges.

Rechnergestützter Maschineneinsatz

Steigende Anforderungen an die Arbeitsqualität, die stärkere Beachtung einer umweltschonenden Landwirtschaft, aber auch der zunehmende Kostendruck in der Landwirtschaft haben zu einer verstärkten Verwendung rechnergestützter Systeme in der Außenwirtschaft geführt.

Dieses Forschungsgebiet wurde und wird im Rahmen von 2 großen Projekten vorrangig in der Abteilung von Prof. Dr. H. AUERNHAMMER bearbeitet (Abb. 6). Im FAM-Projekt Scheyern geht es vor allem um Möglichkeiten und Grenzen der Teilschlag spezifischen Landwirtschaft. Die Untersuchungen, bei denen erstmals technische Einrichtungen für die Ortung landwirtschaftlicher Maschinen und für die kontinuierliche Ertragsermittlung im Mähdrescher eingesetzt wurden, ergaben, dass derartige moderne Systeme in der Lage sind, eine deutliche Verbesserung des Maschineneinsatzes zu erreichen und die Voraussetzungen für die Entwicklung ökologisch und ökonomisch optimierter Produktionsverfahren zu schaffen.

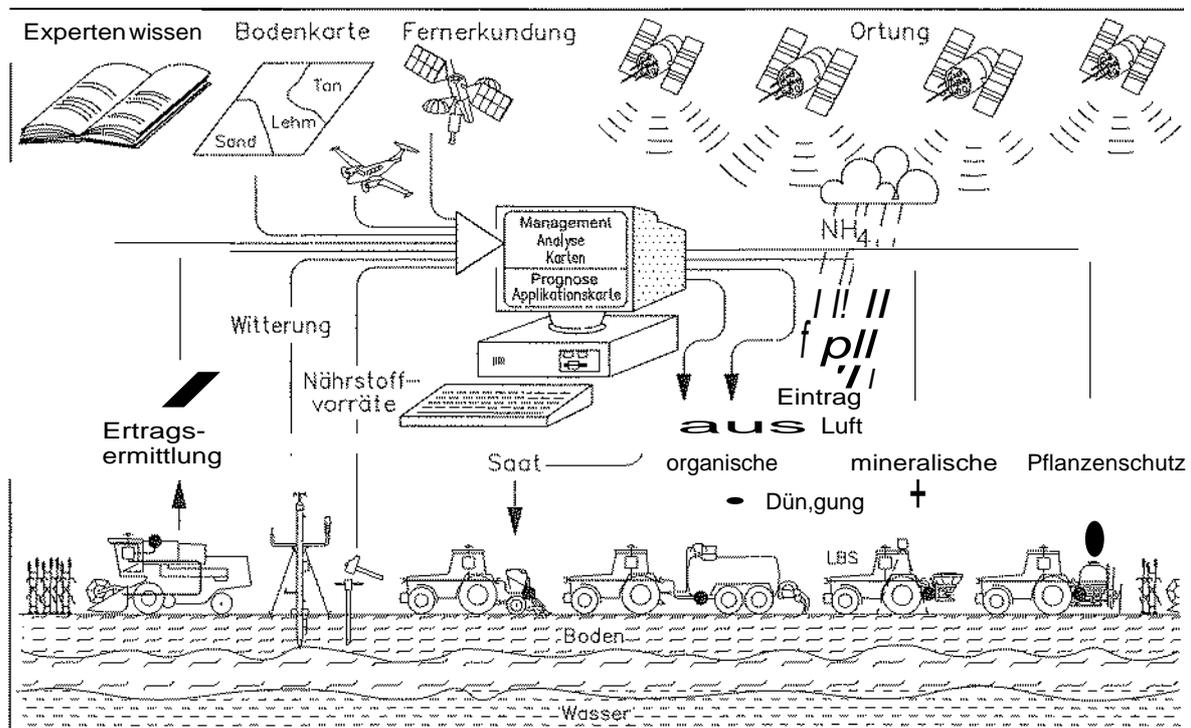


Abb. 6: Teilschlagtechnik im "Präzisen Pflanzenbau" (Precision Farming)

Dagegen hat das von einer Gruppe Weihenstephaner Wissenschaftler aus verschiedenen Fachdisziplinen in der Versuchsstation Dürnast bearbeitete Forschungsprojekt zum Ziel, die Forderungen eines "präzisen Ackerbaues" zu realisieren. In insgesamt 7 Teilprojekten werden die Grundlagen für ein "gesamtbetriebliches Informationssystem für die kleinräumige Bestandesführung" (IKB) unter besonderer Berücksichtigung

sichtigung einer bedarfsgerechten Stickstoffdüngung erarbeitet. Ziel ist es, gesicherte Informationen für den landwirtschaftlichen Betrieb bereit zu stellen.

Energie in der Landwirtschaft

Seit der Energiekrise anfangs der 70er Jahre erhielt dieser Bereich eine völlig neue und überaus wichtige Dimension. Neue und umfangreiche Forschungsaktivitäten wurden eingeleitet mit dem Ziel, auch in der Landwirtschaft durch die Nutzung von nachwachsenden Energieträgern und von natürlichen Energiequellen den Verbrauch an fossiler Energie so weit wie möglich zu reduzieren. Eine Aufgabenstellung, die nach wie vor hochaktuell ist.

Der leider viel zu früh verstorbene Dr. Heinz SCHULZ betreute mit viel Einfallsreichtum und Beharrlichkeit den Sektor "natürliche Energiequellen". Mit beispiellosem Einfallsreichtum trieb er insbesondere die Nutzung der Solarenergie für die Wärme- und Stromerzeugung, den Einsatz von Windkraftanlagen und von Biogas sowie die Verwendung saisonaler Erdwärmespeicher voran. Unvergessen sind die von ihm in's Leben gerufenen und von den Praktikern stark frequentierten Selbstbaulehrgänge (z.B. für Solaranlagen) (Abb. 7).

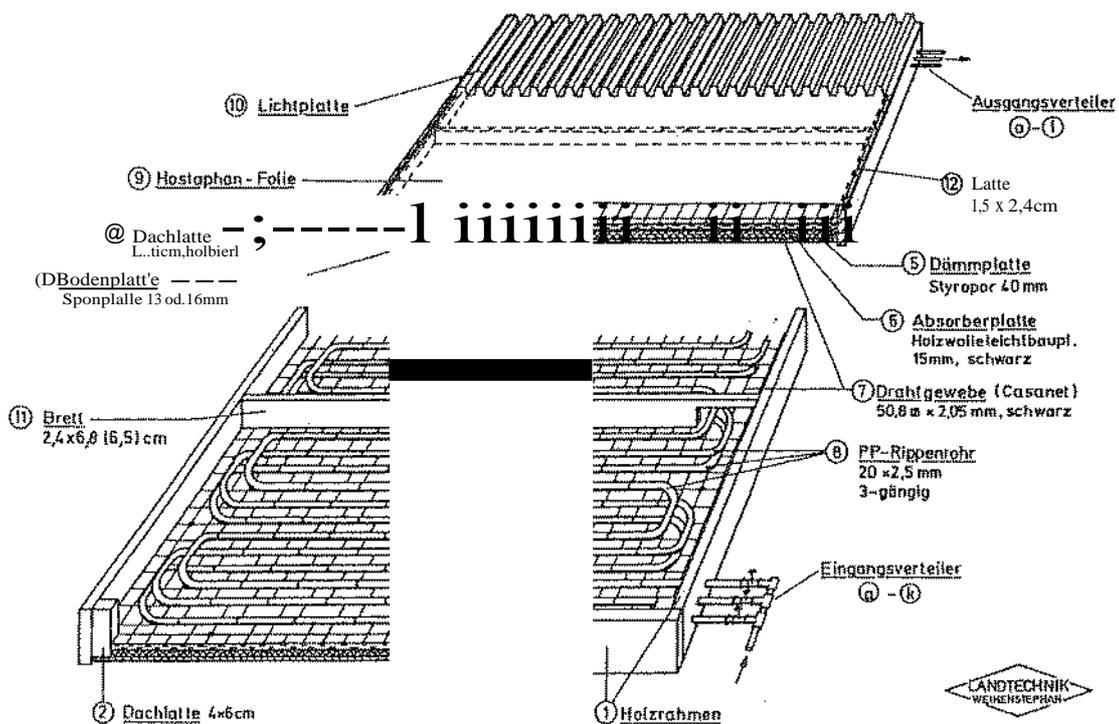


Abb. 7: Bauanleitung für einen Selbstbau-Serpentinenkollektor

Bei den nachwachsenden Energieträgern (Abteilung Dr. STREHLER) konzentrierten sich die Arbeiten anfangs vor allem auf die Ermittlung der verfügbaren Energiepotenziale aus Biomasse und auf die Grundlagen der Energiegewinnung aus Holz, Stroh und Getreide-Ganzpflanzen. Es schlossen sich umfangreiche Arbeiten zur praktischen Nutzung nachwachsender Energien an. Dafür mussten in Labor- und Feldversuchen neue Biomasse-Ernteverfahren sowie Verbrennungsanlagen mit optimierter Feuerungsqualität und günstigem Abgasverhalten für die verschiedenen Güter entwickelt, aber auch Wirtschaftlichkeitsprüfungen aus ökonomischer und ökologischer Sicht angestellt werden.

Seit einiger Zeit nehmen in der Arbeitsgruppe von Dr. WIDMANN auch Arbeiten zur Nutzung von Pflanzenöl als Treib- und Schmierstoffe, als Hydrauliköl etc. einen breiten Raum ein. Dabei wird die gesamte Bandbreite untersucht, von der Produktion des Rohmaterials über dezentrale Aufbereitungsanlagen bis hin zur Lagerung und Nutzung. Ziel ist es, die verwertungsspezifische Produktqualität und eine ökonomisch relevante Nutzung des Pflanzenöls sicher zu stellen.

Futterernte

Entsprechend der Bedeutung der tierischen Produktion für die landwirtschaftlichen Betriebe Bayerns hatte die Futterernte, die Technik für die tierische Produktion und darüber hinaus die gesamte Innenwirtschaft schon immer einen festen Platz im Forschungs- und Entwicklungsprogramm der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN. Seit der Berufung von Prof. Dr. Hans SCHÖN liegt ein besonderer Schwerpunkt auf den Wechselwirkungen zwischen der Mechanisierung der Außen- und der Innenwirtschaft, aber auch den aktuellen verfahrenstechnischen, ökologischen und ökonomischen Zielsetzungen.

Untersuchungen zum Mähen und Anwelken von Rüngut unter Dr. Manfred SCHURIG unter Verwendung von leistungsfähigen Mähwerken mit angebautem mechanischem Aufbereiter hatten zum Ziel, die Anwelk- und Abtrocknungszeiten zu verkürzen und damit die Voraussetzungen für das verlustarme Gewinnen eines qualitativ hochwertigen Raufutters zu schaffen.

Prof. BRENNER war es seinerzeit, der konsequent das Denken und Handeln in kompletten Arbeitskettens vorantrieb. Es war typisch für den unter ihm geprägten Arbeitsstil, dass parallel zueinander - quasi in einem friedlichen wissenschaftlichen Wettstreit - zwei Futterernteketten entwickelt, im praktischen Einsatz erprobt und zur Praxisreife gebracht wurden, nämlich die Langgut- und die Kurzgutkette (Abb. 8).

Die Langgutkette sollte vor allem für Futterbaubetriebe mit begrenzter Traktor-Motorleistung ein leistungsfähiges Ernteverfahren bieten. Unter Dr. WENNER / Dr. SCHULZ wurde zunächst der Frontlader als Schlüsselmaschine für das Gesamtver-

fahren eingesetzt, und zwar von der Futterbergung auf dem Feld, der Einlagerung z. B. in Flachsilos bis hin zur Futterentnahme und -vorlage im Stall. Wichtige Detaillösungen wurden entwickelt und untersucht (auch von Dr.-Ing. K. MEINCKE), aber auch neue Begriffe wie z. B. der "Frontladerhof" (Abb. 9) geprägt, in ausgewählten Betrieben erprobt und in der breiten Praxis realisiert. Die Konservierung erfolgte vorrangig in Flachsilos, für die verschiedene Bauformen (auch Selbstbaulösungen) und Lösungen für den gasdichten Abschluss entwickelt wurden.

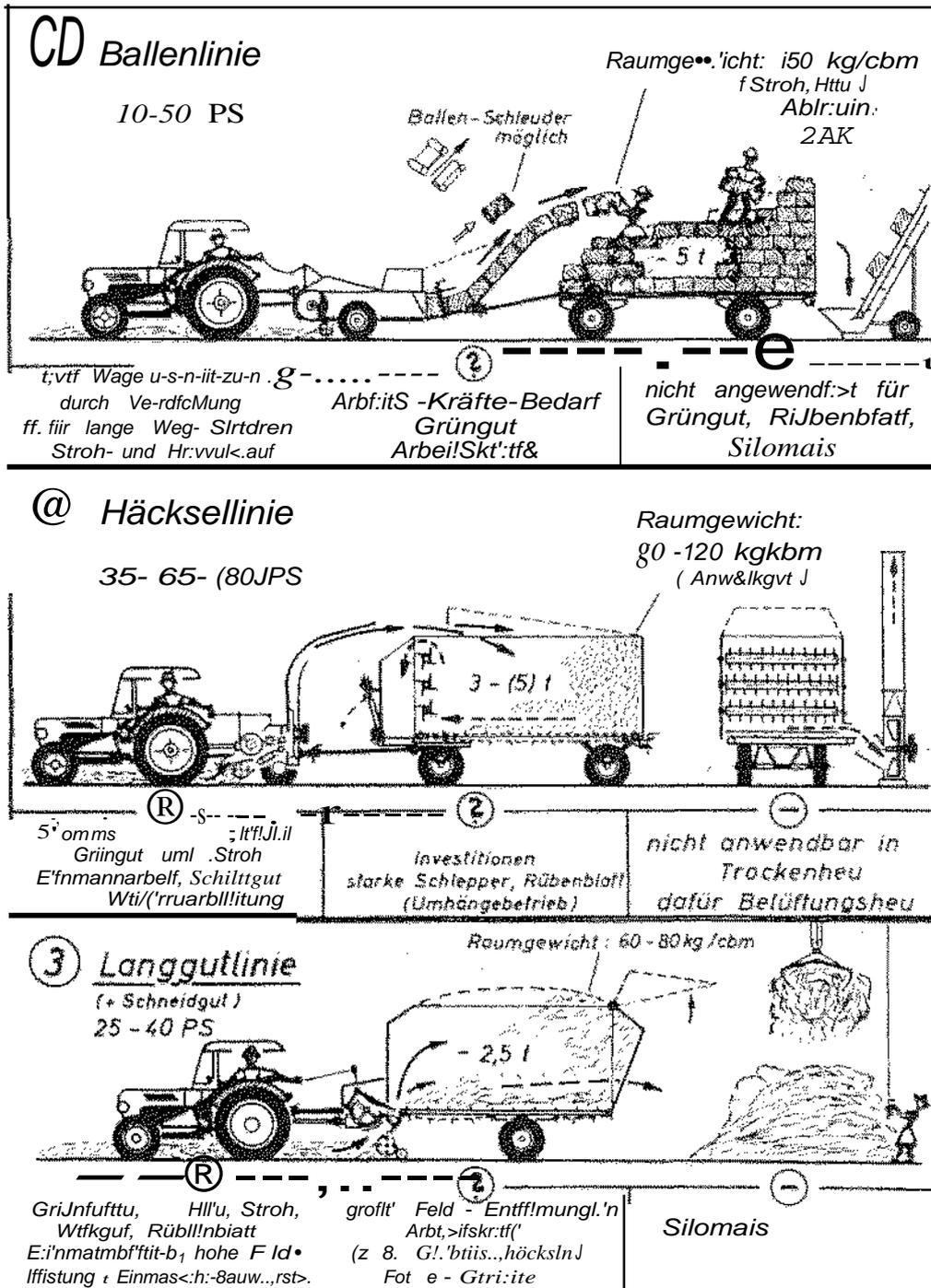


Abb. 8: Gegenüberstellung der Ballenlinie, Häcksellinie und der Langgutlinie

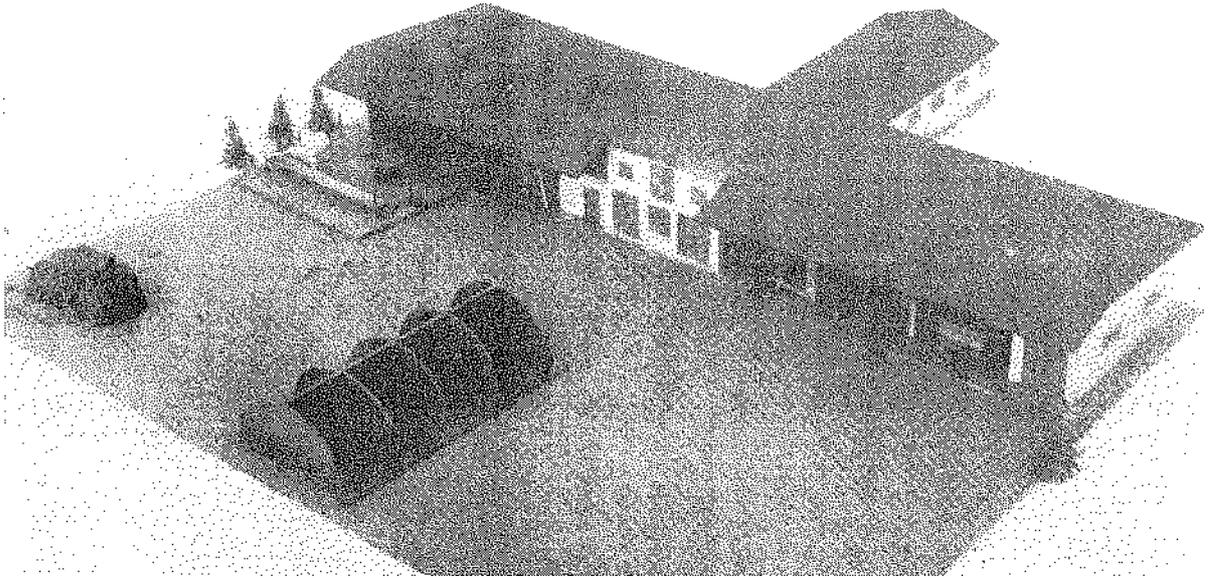


Abb. 9: Modell-Ansicht des Frontladerhofes

Der Frontlader (und auch seine Alternative, der Fuderlader) verloren jedoch an Bedeutung, als Mitte der 60er Jahre der Ladewagen sehr rasch Eingang in die Futterbaubetriebe fand. Viele, gemeinsam mit der Industrie durchgeführte Untersuchungen befassten sich vorrangig mit technischen Weiterentwicklungen z.B. an den Förder- und Schneidvorrichtungen, aber auch mit der Optimierung und Praxiseinführung des Gesamtverfahrens. Sie trugen dazu bei, dass der Ladewagen auch heute noch die Schlüsselmaschine für die Langgutkette darstellt, ob beim täglichen Futterholen, bei der Anwelkgras- und Heuernte, oder auch bei der Strohbergung nach dem Mähdreher.

Nicht unerwähnt bleiben sollen Forschungsarbeiten an Hochdruck- und Großballenpressen (Rund- und Quaderballen), bei denen vor allem die Verbesserung der Wickel- und Bindetechnik, die Mechanisierung der Bergung und Einlagerung sowie arbeitswirtschaftliche Untersuchungen im Vordergrund standen. Einen breiten Raum nahm die Entwicklung und praktische Erprobung eines neuen und preisgünstigen Langgut-Konservierungsverfahrens ein, bei dem in Stretchfolie eingewickelte Einzelballen eine quasi portionsweise Einsilierung des Futters und den Verzicht auf aufwendige massive Futtersilos ermöglichen.

Der Feldhäcksler und damit auch die Kurzgutkette hatten anfangs der 60er Jahre in den USA eine erhebliche Verbreitung gefunden. In Deutschland konnte sich diese Technik aber nur sehr zögernd einführen, da in den meisten Futterbaubetrieben die erforderlichen, hohen Traktormotorleistungen noch nicht vorhanden waren. Dr.-Ing. Klaus GRIMM und Dr.-Ing. K.-H. KROMER gelang es aber, durch intensive Prüfstands- und Praxisuntersuchungen (erstmalig auch mittels Verwendung einer Hochgeschwindigkeitskamera zur Darstellung der Schnitt- und Wurfvorgänge im Exakt-

hächsler) wichtige Erkenntnisse und technische Lösungen zur Leistungseinsparung und Verbesserung der Schnittqualität zu erarbeiten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollten richtungweisend sein für die gesamten künftigen Feldhächslerentwicklungen .

Prof. BRENNER erkannte die Chance, kleindimensionierte Häckseltrommeln in Feldhächsler einzubauen, die direkt im Heckkraftheber des Traktors angebaut waren und vor allem in kleineren Futterbaubetrieben die Ernte von Anwelkgras und Mais übernehmen sollten (Abb. 10). Der von ihm entwickelte und komplett in der Werkstatt der Landesanstalt gebaute Prototyp war beispielgebend für die späteren 1-reihigen Maisfeldhächsler, die bis zur Einführung der mehrreihigen Selbstfahrer die Silomaisernte beherrschten.



Abb. 10: Der neuentwickelte Anbau-Feldhächsler beim Versuchseinsatz auf dem Weihenstephaner Gelände

Die starke Konzentration des Exakt - Feldhächslers auf die Ernte von Silomais hatte weitergehende Forschungsarbeiten zur Folge, z.B. zur Verbesserung der Häckselqualität, zur Nachzerkleinerung der Körner um eine bessere Futtermittelverwertung zu erreichen (Dr. M. SCHURIG) und letztendlich auch zur Verwendung des Selbstfahrer-Feldhächslers mit Vielmessertrommel und Reibboden bei der Ernte von Lieschkolbenschrot und Ganzpflanzensilage (Dr.-Ing. Klaus GRIMM).

Aus gärbioologischen Gründen passte sich das Hochsilo am besten in die Kurzgutkette ein. Umfangreiche Forschungsarbeiten und technische Weiterentwicklungen führten beispielsweise zu dem "Hochsilovorschlag Weihenstephan", einem Hochsilo mit verkleinertem Tauchdeckel und Lukenband, bis hin zur Erprobung verschiedener Bauarten von Siloentnahmefräsen und Lösungen zur mechanischen Futtervorlage im Laufstall (Dr. A. WEIDINGER) (Abb. 11).

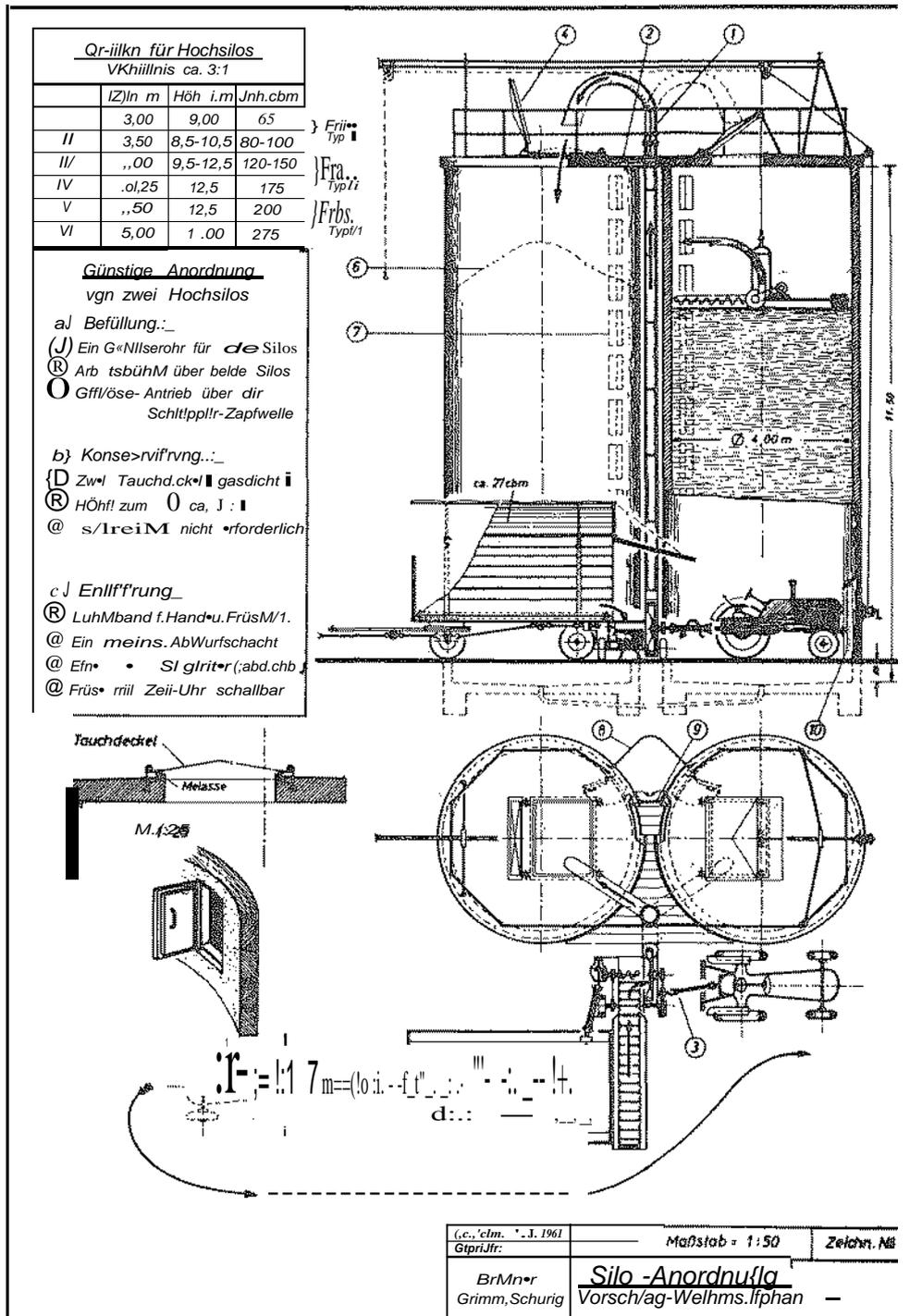


Abb. 11: Hochsilo nach dem Vorschlag Weihenstephan

Stallhaltung

In logischer Weiterführung des Prinzips, komplette Produktionssysteme zu entwickeln und zur Praxisreife zu führen, wurde auch konsequent der gesamte Bereich der Stallhaltung in die Forschungsarbeiten einbezogen.

Es war eine Art Duplizität der Fälle, dass auch hier (ähnlich wie bei den Futterernte-ketten) von Wissenschaftlern der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN zwei Systeme entwickelt wurden. Dr. H. EICHHORN war es, der in Bayern den ersten geschlossenen Liegeboxenlaufstall mit Spaltenboden, Flüssigentmischung und integriertem Melkstand entwickelte (Abb. 12). Parallel dazu plante Dr. H.-L. WENNER den ersten offenen Liegeboxenlaufstall mit befestigten Laufflächen und angeschlossenen Flachsilos (Abb. 13).

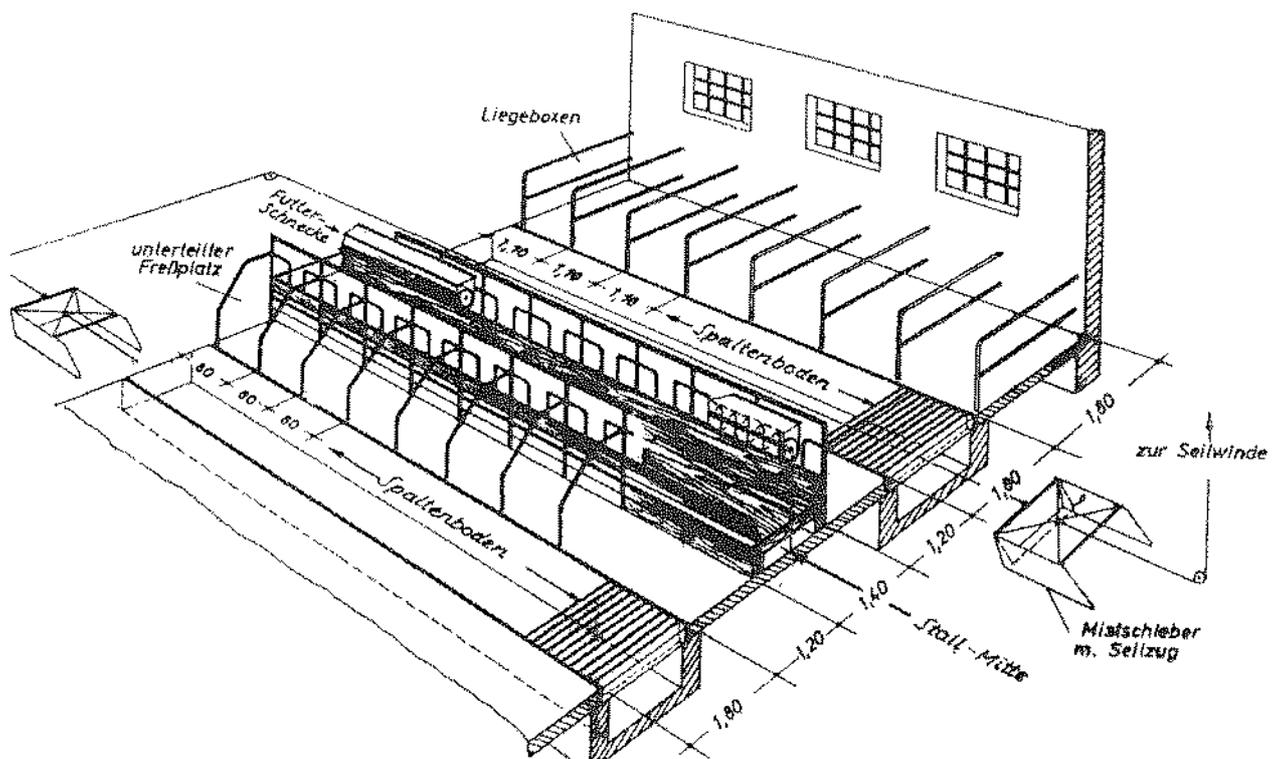


Abb. 12: Geschlossener Boxenlaufstall "Weihenstephan" mit Kotkanal und mechanischer Fütterung

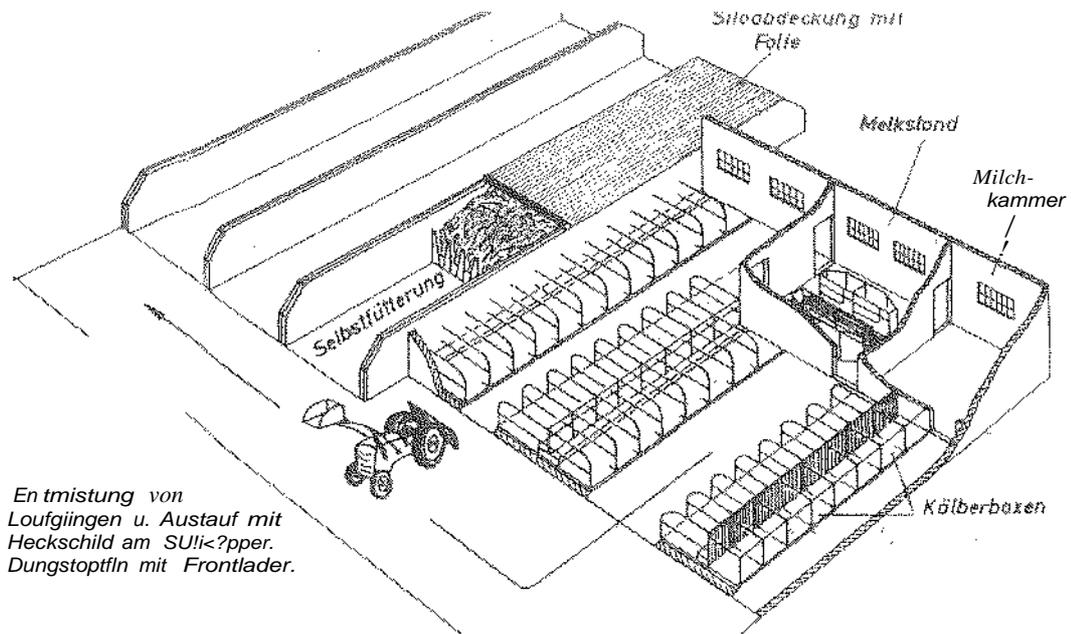


Abb. 13: Boxenlaufstall mit planbefestigter Lauffläche und Selbstfütterung im Flachsilo

Zu dieser Zeit konnte von einer optimalen Ausrichtung der Gesamtproduktion in der Rinderhaltung nicht gesprochen werden. Erst die Einrichtung des Sonderforschungsbereiches 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung", der von 1973 - 1985 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft großzügig finanziell gefördert wurde, schuf die Voraussetzungen für eine wissenschaftliche Klärung vieler Zusammenhänge und deren praktische Umsetzung. Erklärtes Ziel des SFB war es, auf wissenschaftlicher Basis grundlegende Zusammenhänge und Abhängigkeiten mit abgesicherten Daten zu klären, um entsprechende Fortschritte einleiten zu können. Ausschlaggebend für den erfolgreichen Ablauf des Sonderforschungsbereiches war letztendlich und in besonderem Maße die interdisziplinäre Zusammenarbeit vieler Weihenstephaner Institute.

In insgesamt 6 Projektbereichen (die Palette reicht von Technologien zur Fütterung, Betriebsgebäude, optimaler Milchentzug, optimale Haltungsverfahren, Dungbeseitigung und Emissionsschutz, bis hin zur Prozessanalyse der Produktionsverfahren und der Systemoptimierung) wurden die Voraussetzungen dafür geschaffen, dass durch die Verflechtung der Einzelkomponenten mit speziellen Aussagen das Gesamtkonzept optimaler Produktionssysteme verwirklicht werden konnte.

Umfangreiche Forschungsarbeiten zum Tierverhalten in Boxenlaufställen von Prof. Dr. J. BOXBERGERSchufen z. B. die Voraussetzungen für die optimale Gestaltung der Einzelbuchten und der Gesamtkonzeption von Boxenlaufställen. Im Rahmen des SFB 141 führte Dr. H. PIRKELMANN grundlegende Untersuchungen zum technischen Aufbau und Einsatz von Maschinen und Geräten zur Futterentnahme und -Vorlage durch, unter anderem auch erste Versuche mit Futtermischwagen. Gemeinsam mit Dr. G. WENDL hat Dr. H. PIRKELMANN neue Formen der elektronischen Tieridentifikation erprobt und die Standardisierung dieser Technik vorangetrieben (Abb. 14). All diese Arbeiten schufen die Basis für die heute in modernen Laufstallsystemen allgemein angewandte, leistungsgerechte und kostensparende Einzeltierfütterung bei Milchkühen, Kälbern und auch Schweinen (Abb. 15). Darüber hinaus kommt aus aktueller Sicht heute und auch künftig einer zweifelsfreien Identifikation des Einzeltieres eine überragende Bedeutung zu.

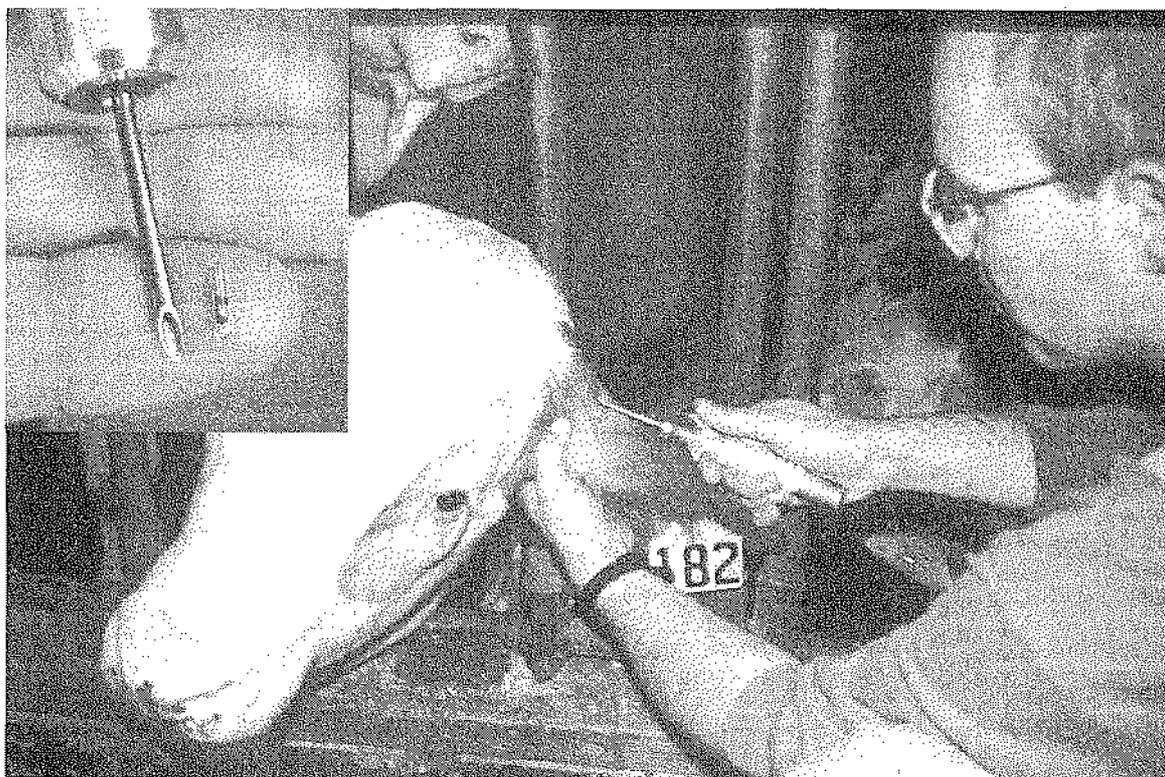


Abb. 14: Einsatz injizierbarer Transponder bei Rindern

Von weitreichender Bedeutung waren auch die Untersuchungen von Prof. Dr. H. SCHÖN, Dr. H. WORSTORFF und anderen Wissenschaftlern zur Optimierung des maschinellen Milchentzuges. Erstmals wurden Milchfluss gesteuerte Melksysteme entwickelt, die zu einer nachhaltigen Verbesserung des schonenden Milchentzuges beitragen (Abb. 16). Ohne diese seinerzeitigen Arbeiten wäre die Entwicklung zu den heutigen, weitgehend mechanisierten Melkständen und vor allem zu den Melkrobotern nicht möglich gewesen.

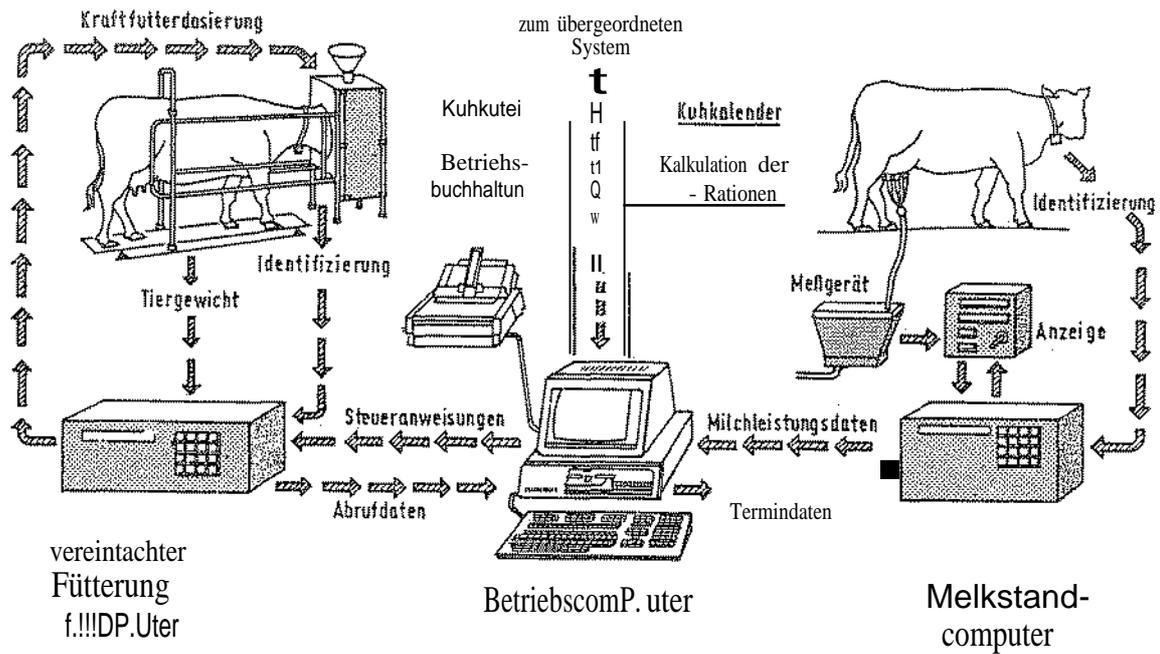


Abb. 15: Regelkreis "Milchleistung" mit Anbindung an den Betriebscomputer ohne Grundfütterrationierung

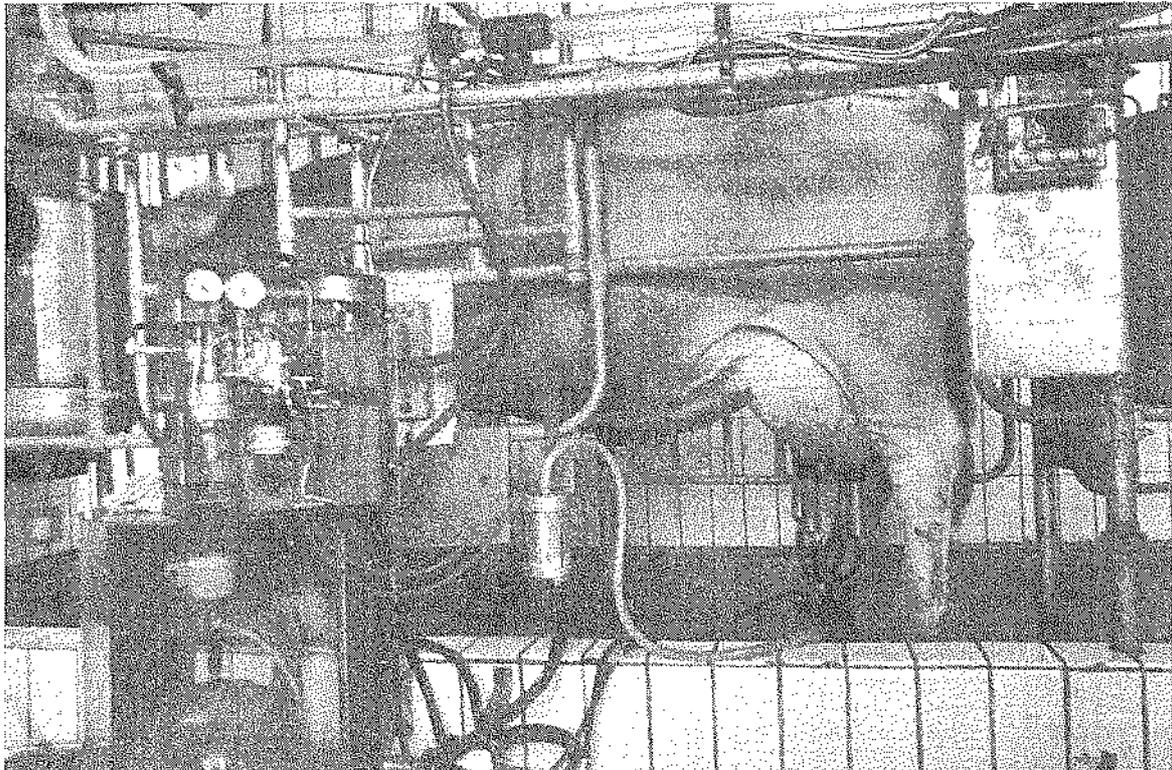


Abb. 16: Milchfluss gesteuertes Melkzeug im Versuchseinsatz

In den Gesamtkomplex waren auch Arbeiten zur Verbesserung und optimalen Gestaltung der Betriebsgebäude eingeschlossen (Dr. RITTEL). Das "Weihenstephaner Bauprogramm" bietet eine Vielzahl von Gestaltungsvarianten für Stall- und Betriebsgebäude, wobei bei den Stallgebäuden besonderer Wert auf eine naturnahe und tiergerechte Haltung gelegt wurde (Abb. 17, 18).

Einige Zahlen sollen die äußerst umfangreiche wissenschaftliche Aktivität des SFB 141 dokumentieren: aus den vielschichtigen Themenbereichen wurden insgesamt 100 Diplomarbeiten, 42 Dissertationen und 4 Habilitationen angefertigt - eine wahrlich reiche wissenschaftliche Ernte. Was aber besonders hervorzuheben ist: die Ergebnisse der seinerzeitigen Arbeiten haben Aus- und Nachwirkungen bis in die heutige Zeit. Sie finden ihre Realisierung in den heute bevorzugten, auf eine naturnahe, tiergerechte und dennoch kostengünstige Haltung ausgerichteten Stallbauformen.

Erwähnt werden sollen aber auch Arbeiten, die nicht in direktem Zusammenhang mit dem Sonderforschungsbereich standen. Beispielsweise Arbeiten von DR. J. BOXBERGER zu weiterentwickelten Stallsystemen für die Zuchtsauen- und Mastschweinehaltung mit und ohne Einstreu sowie Anlagen für die Flüssigfütterung bei Einzeltier- und Gruppenhaltung oder die Arbeiten von Dr. H. PIRKELMANN zur Pferdehaltung im Offenlaufstall.

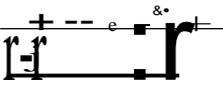
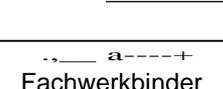
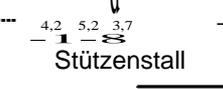
Konstruktion	Abmessungen in m					Holzstärken in cm und Binderabstand in (cm) bei				Preis für 3 Kopien DM
	a	b	c	d	e	kp/qm Schneelast				
						75 kp/qm	OOkp/qm	125 kp/qm	150kp/qm	
 r-d Kasten ger- Pultdach Kasten- Satteldach- Kastenträgerhalle	2,50 (2,50)	2,70	3,30	3,00 2,70	10,00	20/28 (500)		20/30 (500)	20/30 (430)	125,-
 Satteldach- Kastenträgerhalle	10,00	3,50	4,75	3,50	12,00	20/24 (500)		20/24 (3,25)		125,-
 Satteldach- Kastenträgerhalle	12,26	3,50	4,75	3,50	12,50	20/24 10/17 (500)		20/24 (3,25) 10/17		125,-
 Bogenbinder	12,50	8,90	5,00			4/15 (400)		4/15 (267)		125,-
 Bogenbinder	15,00	10,80	6,00			5/15 (400)		5/15 (250)		
 Fachwerkbinder	12,50		1,70			8/16 4/10 (125)		8/16 (83) 4/10		50,-
 Stützenstall	22,50	1,70	5,00	1,60 2,69 4,07	8,00 4,00			11/35 (350) 11/22 11/26		200,-

Abb. 17: Auszug aus dem Weihenstephaner Bauprogramm von 1975

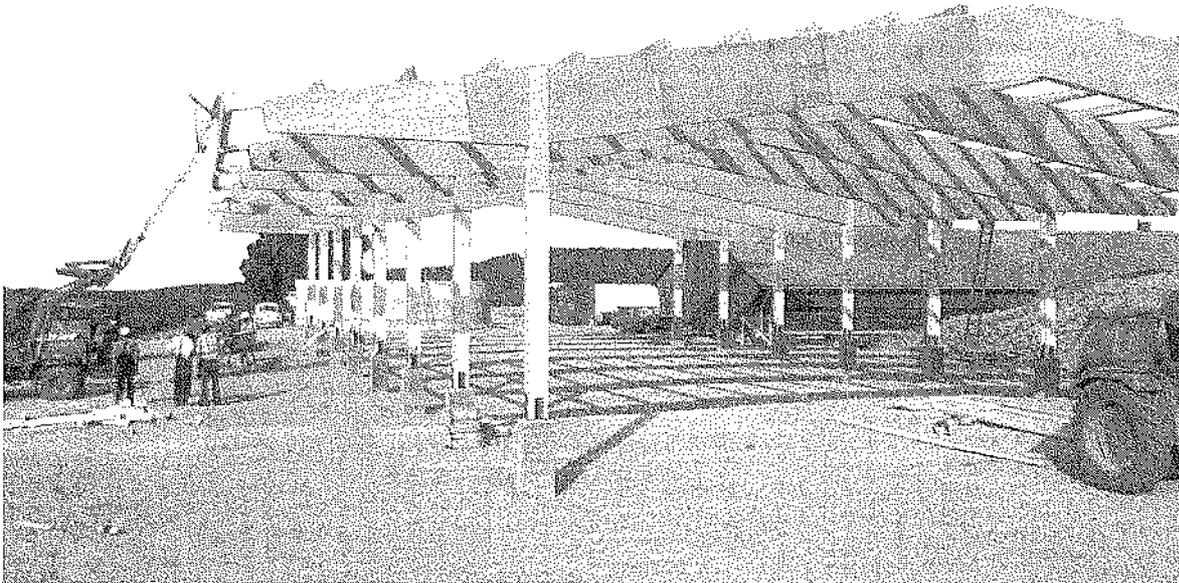


Abb. 18: Selbstbau einer Kastenträgerhalle mit Vordach nach dem Bauprogramm der Landtechnik Weihenstephan

Nach wie vor interessant und aktuell - insbesondere aus ökologischer Sicht - ist auch der Sektor "Gülle". Am Anfang standen unter Dr. ZEISIG vor allem Arbeiten zur Güllelage, -aufbereitung und -ausbringung im Vordergrund. Später kam die Trennung von Fest- und Flüssigstoffen, die Verteilgenauigkeit und - unter Dr. GRONAUER- die Emissionsminderung bei der Ausbringung, sowie die Möglichkeiten zur Verringerung der N-Verluste hinzu.

Ein derartiger, knapp gefasster Rückblick auf mehrere Jahrzehnte Forschungsarbeit muss zwangsläufig lückenhaft sein. Eines aber soll noch hervorgehoben werden:

Die sinnvolle Ergänzung von Grundlagenforschung und praxisbezogenen Forschungsarbeiten war stets ein zentrales Anliegen und auch eine Stärke der landtechnischen Forschung an der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN.

Ein Großteil der damaligen Arbeiten hat nachhaltige Auswirkungen bis in die heutige Zeit und schuf die Basis für die heute aktuellen Forschungsarbeiten an der LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN.

Entwicklungstendenzen in der Traktortechnik

Karl Theodor Renius

1. Einführung

Nach Jahrzehnten der landwirtschaftlichen globalen Überproduktion gibt es erste Anzeichen dafür, dass die zukünftige Ernährung der dramatisch wachsenden Weltbevölkerung längerfristig schwieriger werden wird [1]. Der Autor sieht dafür – gestützt durch Aussagen der FAO und andere Quellen – folgende Gründe:

- Die weltweit genutzte landwirtschaftliche Fläche verringert sich
- Süßwasser für die Bewässerung wird ein Engpass
- Die Ertragssteigerungen in Prozent und Jahr dürften leicht zurückgehen [2]
- Der Pro-Kopf-Verbrauch an Fleisch wird ansteigen
- Energie wird teurer
- Die Flächen für nachwachsende Rohstoffe und Energiepflanzen steigen [3]
- Der Selbstversorgungsgrad Afrikas wird eher fallen als steigen
- Umweltauflagen werden hier und da Produktivitätssteigerungen begrenzen [4].

Nicht aufgelistet, aber nicht auszuschließen sind Naturkatastrophen und Probleme mit Kernkraftwerken, die zu völlig unerwarteten Reduzierungen von Produktionsflächen führen könnten. Aber schon aus den o.g. acht Gründen erwartet der Autor, dass die Pflanzenproduktion mittel- bis langfristig für die Menschheit stark an Bedeutung gewinnen wird.

Betrachtet man alle Faktoren, um dieser Herausforderung zu begegnen, so muss der weiteren globalen Mechanisierung der Landwirtschaft – insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern – höchster Stellenwert eingeräumt werden [5]. Die Mechanisierung der Landwirtschaft in weniger entwickelten Ländern ist im Übrigen eine Muss-Bedingung für die Entwicklung der dortigen Nationalökonomien zu Wohlstand und Wohlfahrt: Nur durch Freistellung von Arbeitskräften aus der Landwirtschaft für andere Bereiche – insbesondere für die Entwicklung von Industrien – lässt sich der Lebensstandard nachhaltig steigern [6]. So hat die Mechanisierung der Landwirtschaft in einem ökonomischen System zwei elementare existenzielle Wirkungen. Dabei ist nun wiederum eine Maschine die mit Abstand wichtigste: Der landwirtschaftliche Traktor. Seine Einführung bringt erfahrungsgemäß einen besonders großen Schub an Produktivitätszuwachs, wie beispielsweise die Entwicklung in Deutschland in den 50er Jahren zeigte. Im Zuge der Vollmechanisierung geht sein Anteil am Gesamtumsatz Landtechnik später etwas zurück zu Gunsten der Selbstfahrer [7]. Vom Aussterben bedroht ist er jedoch vorerst nicht.

2. Marktgeschehen und Anforderungen

2.1 Deutschland

Die hier in den letzten 15 Jahren abgesetzten Stückzahlen lagen bei rund etwa 30.000, seit 1993 leicht darunter [8]. Der Wert je Maschine stieg gleichzeitig deutlich an. Diese im Vergleich zu anderen Industrieländern günstige Entwicklung ergab sich vor allem aus der Markterweiterung durch die Wiedervereinigung. Die Exporte waren leider leicht rückläufig, die Importe (vor allem aus EU-Ländern) nahmen leider deutlich zu. Trotz der dadurch rückläufigen Produktionsstückzahlen der deutschen Hersteller blieb deren Produktionswert etwa konstant bei ca. 3 Milliarden DM p.a. Der Ausgleich entstand durch die immer noch steigenden Traktorfunktionen und Traktor-Nennleistungen, Abbildung 1. Deutlich erkennbar wird die besonders große Verschiebung der Leistungen von 1990 auf 1991 als Folge der Wiedervereinigung mit großen Flächen im Osten – allerdings einem gewissen Einschwingen in 1998/99. Mittelkassetraktoren von 60 bis 74 kW (typische 4-Zylinder-Traktoren) haben ihren Anteil über 10 Jahre bei etwa 20 bis 25% konstant gehalten. Die Stückzahl mit Leistungen darüber hat sich mehr als verdoppelt. Dieses obere Segment ist typisch für Großbetriebe, überbetrieblichen Einsatz und Lohnunternehmer, wobei an Technik und Zuverlässigkeit besonders hohe Anforderungen gestellt werden und man heute mehr als 1.000 Einsatzstunden pro Jahr anstrebt [9].

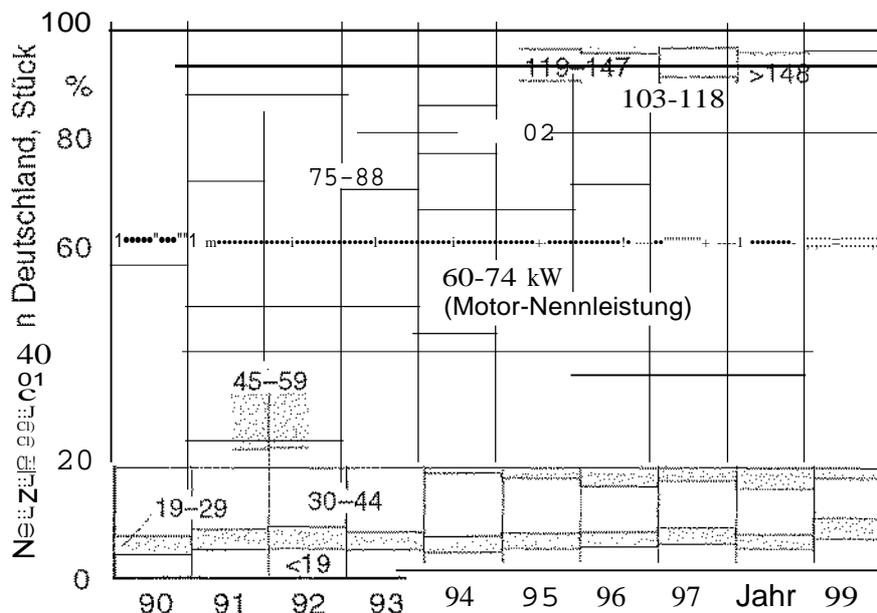


Abb. 1: Traktorneuzulassungen in Stück nach Leistungsklassen in Deutschland (nach LAV im VDMA)

2.2 Westeuropa

Der westeuropäische Markt hatte in 1992/93 ein beängstigendes Tief erreicht, Abbildung 2. Danach erholten sich die Absatzzahlen mit vier sehr guten Jahren 1996 bis 1999. Für 2000 und die nahe Zukunft werden Stückzahlrückgänge erwartet. Die technischen Anforderungen sind heute in Westeuropa die höchsten aller Industriestaaten.

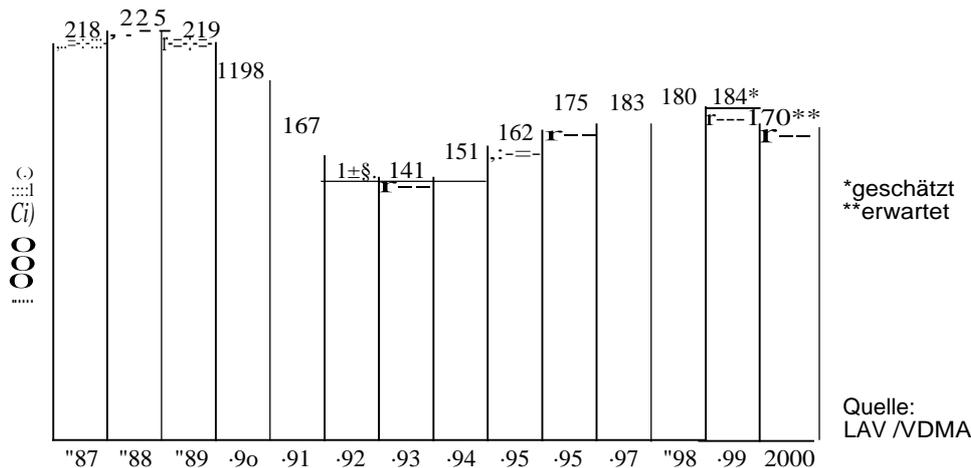


Abb. 2: Traktorneuzulassungen in Westeuropa 1987 bis 2000

2.3 Weit

Die weltweite Entwicklung bei Traktoren ist vor allem dadurch gekennzeichnet, dass die Spannweite in den Leistungen und ebenso in den Funktionen seit Jahrzehnten zunimmt und hier vorerst auch kein Ende abzusehen ist. Während die Märkte der Industrieländer auf technisch hohem Niveau im Umsatz stagnieren, gibt es vor allem in den Schwellen- und Entwicklungsländern noch gewaltige Marktpotenziale. Dass diese auch entwickelt werden können, zeigt das Beispiel Indien, wo nach permanenten rasanten Zuwächsen im Jahre 2000 fast so viele Traktoren verkauft werden, wie in Europa und Nordamerika zusammen genommen – wengleich mit deutlich kleineren Leistungen.

3. Technische Gesamtentwicklung

Frühere Analysen und Voraussagen zur Traktorenentwicklung konzentrierten sich meistens auf die Industrieländer- inzwischen wird jedoch aus vielerlei Gründen eine globale Sicht und ein globales Planen und Handeln immer bedeutender.

3.1 Standardtraktoren

In Tabelle 1 wird in Anlehnung an [10] versucht, den Stand der globalen Traktortechnik in vereinfachter Form in fünf Technologieebenen abzubilden. Alle beziehen sich auf den sogenannten "Standardtraktor", der unangefochten die Hauptbauart darstellt. Einfachste Konstruktionen (Stufe 1) sind z.B. typisch für erste Konzepte bei einem Übergang von Einachs- zu Zweiachstraktoren. Etwas weiter ist die Entwicklung z. B. in Indien, wo die Technik sich derzeit auf die Technologieebene 2 zubewegt. Einen Beitrag dazu leistete z.B. die in Bild 3 gezeigte neue indische Traktorenbaureihe, die in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Landmaschinen sowie in Zusammenarbeit mit einem Absolventen des Lehrstuhls (DrIng. R. Bacher) entstand. Es war ein Projekt "auf der grünen Wiese". Bajaj Tempo (gehört zu 16% Daimler-Chrysler) ist in Indien sehr bekannt- hatte aber noch nie zuvor Traktoren entwickelt, gebaut und verkauft. Das Geheimnis des inzwischen international beachteten Erfolgs [11] sieht der Verfasser in folgenden Punkten:

- Maßgeschneiderte technische Funktionen und Herstellkosten für den indischen Markt (Europäischer Einfachtraktor in Lizenz 1:1 wäre nicht gut gewesen)
Punktuelle Lizenzen (für Komponenten) aus Europa mit gezielten Modifikationen
- Kompetenz in der Produktion von Motoren und einfachen Getrieben vorhanden
Wille und viel Geschick für einen "Technologietransfer mit Augenmaß" (Geschäftsleitung)
Hohe Unternehmerische Motivation für maschinenbauliche Exzellenz und Produktqualität (z.B. Labortests nach Lastkollektiven).

Tab. 1: Traktortechnik weltweit: 5 Technologiestufen

	Leistung	Fahrwerk	Dieselmotor	Schaltgetriebe	Zapfwelle	Hydraulik	Kabine	Elektronik
I	X	X	X	X	X	X	X	X
II	X	X	X	X	X	X	X	X
III	X	X	X	X	X	X	X	X
IV	X	X	X	X	X	X	X	X
V	X	X	X	X	X	X	X	X

Nur wenig mehr Technik als in Indien ist in Südamerika gefordert: Im Raum Brasilien - Argentinien entsprechen die Traktoren der Technologiestufe 2 und 3 von Tabelle 1, wobei die Leistungen wegen der ganz anderen Agrarstrukturen weit höher reichen als in Indien. Deutlich davon abhebt sich das technische Niveau in den Industrieländern: Hier sind die Technologiestufen 3, 4 und 5 typisch – 3 dabei vor allem für kleine Leistungen, 4 für die große Masse der Traktoren und 5 für das derzeit entstehende Segment mit stufenlosen automatischen Fahrantrieben.

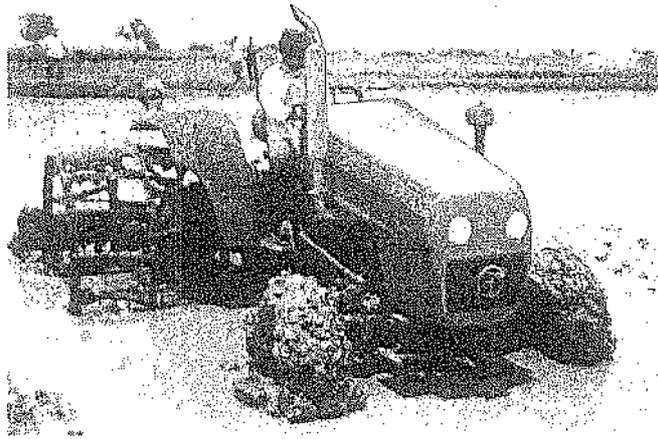


Bild 3: Neue indische Traktoren "OX35" und "OX45" der Firma Bajaj Tempo LTD, Puna (26 und 34 kW, Serienanlauf des OX45 1997, OX 35 später). Bild Bajaj Tempo Ud, Puna, Indien.

Während Henry Ford mit dem 1917 präsentierten Fordson-Traktor mit einem einzigen Modell den bisher größten Erfolg im Traktorenbau erreichen konnte, besteht eine europäische Traktorenbaureihe heute aus mindestens 4 Familien, Tabelle 2. Hauptunterscheidungsmerkmal ist dabei die Zahl der Zylinder der verwendeten Dieselmotoren. Das Familien-Prinzip – im Automobilbau seit einigen Jahren als Plattformprinzip bezeichnet – ist im Traktorenbau seit Jahrzehnten üblich [12]. Allgemein sind in Westeuropa für Motorleistungen ab etwa 60 kW für Standardtraktoren die folgenden Entwicklungstendenzen zu beobachten:

- Varianten mit 50 km/h Höchstgeschwindigkeit (Studien mit 65 km/h)
 - Leicht steigender relativer Reifenaufwand (z.B. in Kosten gemessen)
 - Hydropneumatische Frontachsfederungen (typisch für 50 km/h)
 - Dieselmotoren fast alle aufgeladen, zunehmend mit Ladeluftkühlung
 - Langsam fortschreitender Übergang von Block- auf Rahmen- oder Halbrahmenbauweise mit elastischer Motorlagerung
 - Teilweise oder durchgehend unter Last schaltbare Stufengetriebe mit immer mehr Automatikfunktionen, Motor-Getriebe-Management
 - Leistungsfähige komfortable Reversierschaltungen (fast Baumaschinenniveau)
 - Weitere Fahrerentlastung und Teilautomatisierung durch Elektronik in Verbindung mit fremdkraftunterstützten oder betätigten Stellgliedern wie Lenkung, Bremsen, Motoreinspritzung, Hauptkupplung, Getriebeschaltung, Zapfwellenkupplung, Allradkupplung, Differentialsperre vorn, Differentialsperre hinten, Proportionalventile, Drei-Punkt-Gestänge usw.
- Varianten mit weicher Kabinenfederung

Bordhydraulik mit Axialkolben-Verstellpumpen, die automatisch nur bei Bedarf fördern (Load sensing) und die elegante Proportionalsteuerungen ermöglichen

- Verbesserung der Geräteschnittstellen
- CAN-Bus-fähige Komponenten.

Tab. 2: Europäische Traktorenbaureihe "2000" (Modell)

Traktor-Familie	1	2	2a	3
Motor-Nennleistung, kW	30-55	60-85	90-120	130 -200
Motor-Nenn-drehzahl, 1/min	2100 ... 2500			
Dieselmotor	3 Zylinder Hubvol.- 31	4 Zylinder Hubvol.- 41	6 Zylinder Hubvol.- 61	6 Zylinder Hubvol.- 71
	Turbolader und Ladeluftkühler sehr verbreitet			
Umfang an Funktionen	mittel	sehr groß (Varianten!)		groß
Komfortniveau	mittel	hoch	sehr hoch	

3.2 Sonderbauarten

Nach rund 50 Produktionsjahren des Unimag hat DaimlerChrysler mit den drei neuen Baureihen U 300, U 400 und U 500 (110-205 kW) einen grundlegenden Generationswechsel begonnen. Bezogen auf den ersten Unimag (1948, 25 PS) stieg die Motorleistung um das 11fache – das heißt wesentlich stärker als bei Standardtraktoren. Das ist vermutlich eine Folge des hohen Leistungsbedarfs bei schweren Straßentransporten, für die der Unimag besonders gern eingesetzt wird. Das frühere Marktsegment des MB-Trac wird z.T. durch Sonderfahrzeuge von Fendt, zum Teil auch durch den britischen JCB-Fasttrac genutzt, der aktuell in sechs Varianten (95-



Bild 4: Grünland-Hangtraktor "Mounty 65" (46,3 kW) der Reform-Werke Weis / Österreich (2000)

138 kW) angeboten wird, davon die beiden oberen mit 80 km/h Höchstgeschwindigkeit. Mit dem "Mouny" (46 kW) führten die Reformwerke (Weis / Österreich) 1999 einen besonders hangtauglichen und leichten Grünland-Trac ein, Bild 4. Das Fahrzeug, bei dessen Entwicklung der Verfasser mitwirkte, ist durch die Allradlenkung und den sehr niedrigen Schwerpunkt für Grünlandhänge bis etwa 50% geeignet (Reifendurchmesser dann etwas kleiner als in Bild 4). Durch die elastische Lagerung der Motor-Getriebe-Einheit ergeben sich günstige Geräuschwerte.

Claas bietet im Rahmen der Zusammenarbeit mit Caterpillar den Gummiraupen-Traktor "Challenger" in sieben Versionen mit Leistungen von 156 bis 306 kW an. Diese Fahrzeuge erreichen im Vergleich zu gleich starken und gleich schweren Knicklenkern mit Zwillingsbereifung in vielen Fällen höhere Zugkräfte und bessere Fahrwerkswirkungsgrade – dafür sind sie spezifisch auch teurer. Traktoren mit Bandlaufwerken wurden u.a. auch in Japan entwickelt: Janmar hat seit 1996 bis Ende 1999 etwa 1500 Maschinen produziert (1999: 34 bis 88 kW), wobei für jedes Band ein hydrostatischer Fahrtrieb mit zwei Fahrbereichen angewendet wird. Einen interessanten Zwitter zwischen beiden Bauarten stellt der von Case entwickelte "QUADTRAC" dar, ein Knicklenker (272 kW) mit vier kleinen Raupenlaufwerken. Weitere Sonderbauarten betreffen die Schmalspurtraktoren (für Weinbau und Plantagen), die man aus Kostengründen nach wie vor möglichst aus Standardtraktoren der unteren Mittelklasse ableitet. Trotz der großen Vielfalt und Publikumswirksamkeit von Traktor-Sonderbauarten ist ihre weltweite Bedeutung eher gering.

4. Herausforderungen des "Precision Farming"

"Precision Farming" ist wohl derzeit das am meisten benutzte Schlagwort der Landtechnik. Alle reden darüber, zuweilen mit unterschiedlichem Grundverständnis. Anwendungstechnisch hält der Verfasser folgende drei Ziele für bedeutend:

- Verbesserung des Regelkreisprinzips für alle landwirtschaftlichen Produktionssysteme (oder Teile von ihnen), für Pflanzen und Tiere bei Kontrolle der geometrischen Ortskoordinaten
- Integration relevanter anfallender Daten in übergeordnete Managementsysteme
- Nutzung der verbesserten Regelkreise und Informationssysteme für Umweltschutz, Energieeinsparung, Sicherheit und Gesundheit von Mensch und Tier.

Die Traktorenentwicklung konzentriert sich naturgemäß auf den ersten Aufgabenkomplex und entwickelt dafür typisch drei Arten von Komponenten:

- Sensoren
- Regelalgorithmen und Datenverarbeitungstechniken
- Aktoren.

Auf allen drei Gebieten hat es in den vergangenen Jahren große Fortschritte gegeben, die sich auch in der Zukunft fortsetzen werden. Treibende Kraft ist dabei ohne Frage die dramatische Entwicklung der Informationstechnik einschließlich der Ortungsmöglichkeiten durch GPS, wenngleich dieser Trend ohne eine geeignete maschinenbauliche Grundstruktur wenig Fortschritt bringt. Innerhalb des Traktors funktioniert der Datenfluss schon relativ gut – viel zu tun gibt es noch bezüglich der Schnittstellen Traktor- Gerät. Auf der Basis grundlegender Arbeiten, vor allem von AUERNHAMMER in Weihenstephan, konnte hierzu mit DIN 9684 (Teil 1 und 2) ein nationales Normenwerk verabschiedet werden. Derzeit gelten weitere Bemühungen der Fertigstellung der internationalen Norm ISO 11783 (Teil 1 bis 11).

Die maschinenbauliche Grundstruktur betrifft insbesondere geeignete Sensoren und Aktoren. Beide erfordern relativ hohe Entwicklungsaufwendungen – die Aktoren sind oft auch mit empfindlichen Herstell-Mehrkosten verbunden. Typische Sensoren eines modernen Traktors erfassen z.B. die folgenden Größen:

Zugkraft, Gewichtskräfte, Gerätepositionen, geographische Position, Traktorposition relativ zum Bestand, Position von Pflanzen oder Erntegut, echte Traktorgeschwindigkeit, Motordrehzahl, Motorbelastung, Geschwindigkeiten verschiedener Wellen, Zustand von Schaltelementen, Lenkwinkel, zahlreiche Drücke oder Druckdifferenzen, Temperaturen, Flüssigkeitspegel usw.

Folgende Aktoren sind beim Traktor von Bedeutung:

Alle Hydraulikzylinder (Frontkraftheber, Heckkraftheber, hydrostatische Lenkung, fremdkraftunterstützte Bremsen, Frontlader usw.). Alle Arten von Hilfskraftschaltungen (meistens hydraulisch, z.T. elektrisch) für viele Elemente wie etwa das Schaltgetriebe, die Zapfwelle, den Allradantrieb, die Differentialsperren vorn und hinten, die Spurweite, die Hydraulikventile u.a.

Den ersten automatisch arbeitenden Regelkreis für Traktoren stellte bekanntlich Harry Ferguson mit seinem 1925 angemeldeten britischen Patent Nr. 253 566 dar. Nur ganz wenige Erfindungen der Landtechnik hatten eine so durchschlagend positive Wirkung. Die seit Jahren in Weihenstephan und an anderen Instituten laufenden Forschungen zur Ertragskartierung haben wesentlich zu weltweiten kommerziellen Einführungen solcher Systeme beigetragen. Das erste käufliche Navigationssystem für den Zentimeterbereich wurde von GEO TEC entwickelt und in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Landmaschinen der TUM und Deutz-Fahr in einen "Agrotron 200" integriert und erfolgreich auf der Agritechnica '99 präsentiert [13].

5. Entwicklung der Traktorkomponenten

5.1 Fahrwerk

Der konventionelle Allradantrieb von Standardtraktoren arbeitet mit einem festen Drehzahlverhältnis zwischen Vorder- und Hinterachse. Dieses führt bei Kurvenfahrt zu Abrollproblemen und bei schneller Straßenfahrt zu hohen Blindleistungen. Da beide Effekte den Reifenverschleiß und Kraftstoffverbrauch erhöhen, wird der Allradantrieb üblicherweise heute bei derartigen Manövern automatisch abgeschaltet. Damit wird gleichzeitig ein Teil der Vorteile von vier angetriebenen Reifen verschenkt. Teillösungen für das Problem Kurvenfahrt sind in Japan in Form eines Overdrives bei großen Radeinschlägen beliebt – ebenso mildert die "SuperSteer"-Frontachse von New Holland die Schwierigkeiten durch überlagerte Knicklenkung etwas ab. Eine wirklich befriedigende Lösung ist nach Forschungsergebnissen des Lehrstuhls für Landmaschinen der TU München nur möglich, wenn sowohl das Drehzahlverhältnis der Achsen als auch ihr Drehmomentverhältnis gleichzeitig stufenlos geregelt werden können. Lösungen wurden als Prototypen präsentiert [14].

Alle in Westeuropa bedeutenden Traktorhersteller haben hydropneumatische Frontachsensfederungen eingeführt, um Fahrkomfort und Fahrsicherheit zu verbessern. Der Komfort wird weiter erhöht, wenn man zusätzlich die Kabine weich federt. Während es bei den Frontachsensfederungen eine sehr große Vielfalt von Lösungen gibt [15], arbeiten fast alle Kabinensfederungen nach dem kostengünstigen Schwinge-Prinzip: gefederte und gedämpfte Bewegung um eine vorn liegende Querachse, die durch zwei steife Gummilager gebildet wird. Frontachsensfederung und Kabinensfederung sind Maßnahmen, die von der Wissenschaft seit langem empfohlen werden [16]. Hinzu kommen weiterentwickelte luftgedehrte Sitze sowie die sogenannte Schwingungstilgung, die seinerzeit aus einer Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft (Fendt/Bosch/TU Berlin) entstanden war.

Mit der Vorstellung des Münchner Forschungstraktors 1988 war u.a. angeregt worden, die durch den Fordson 1917 begründete sogenannte Blockbauweise durch eine Rahmen- oder Teilrahmenbauweise abzulösen, um vor allem leichte Dieselmotoren geräuschgünstig einbauen zu können. Drei große Hersteller haben inzwischen Standardtraktoren nach diesem Prinzip entwickelt:

J. Deere "6000" (1992), "7000" (1992)
Case "Maxxum" (1997), "Magnum MX" (1998)
Fendt "700 Varia" (1998), "400 Varia" (1999)

Die Einführung von 40 km/h Höchstgeschwindigkeit im EG-Richtlinienwerk war mit einer erheblichen Verschärfung der geforderten mittleren Bremsverzögerungen auf

45% verbunden. Erste Lösungen arbeiteten häufig mit Zusatzbremsen auf der Gelenkwelle zum Vorderradantrieb oder mit einer automatischen Zuschaltung des Allradantriebes beim Bremsen (Allradbremsung über die Hinterachse). Integrierte nasse Scheibenbremsen in Frontachsen wurden zunächst wegen der hohen Schleppverluste nicht eingeführt. Unterstützt durch Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Landmaschinen der TU München [17] konnten diese jedoch so weit herabgesetzt werden, dass sie nur noch wenig stören. Entsprechende Konzepte werden nun von Carraro und von John Deere angeboten – bei John Deere in Zusammenarbeit mit ZF.

Im Vergleich zu anderen Fahrzeugen benötigt der Traktor einen verhältnismäßig großen Aufwand für die Reifen, der bei etwa 6 bis 10% der gesamten Anschaffungskosten liegt (steigend mit der Leistung). Die Theorie besagt, dass der Reifenaufwand mit der Traktorgröße überproportional ansteigen muss, wenn man den Kontaktflächendruck konstant halten will. Dabei wird angenommen, dass das Traktorgewicht etwa mit der dritten Potenz des geometrischen Maßstabes ansteigt. Basierend auf Arbeiten am Lehrstuhl für Landmaschinen der TU München wird in Abbildung 5 gezeigt, dass diese Gesetzmäßigkeit verhältnismäßig gut zutrifft (Exponent 2,89 statt 3,00) [18] und dass daher die genannte Theorie ernst zu nehmen ist. Um die auftretenden Grenzen des Wachstums zu verschieben, wurden in [19] die Grundlagen eines Luftdruckmanagements dargelegt. Die Absenkung des Luftdrucks auf dem Acker hat fast nur Vorteile: Höhere Zugkraft, geringerer Treibstoffverbrauch und deutlich verminderte Bodenbeanspruchung. Genau umgekehrt ist es beim Straßenbetrieb.

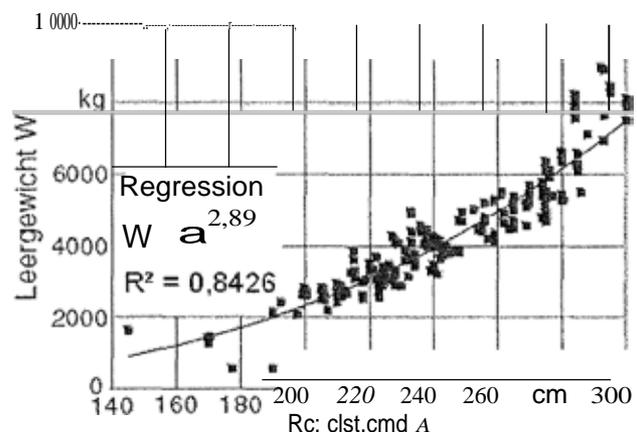


Abb. 5: Anstieg des Leergewichtes über dem Radstand allradgetriebener Kabinentraktoren

5.2 Dieselmotoren

Seit einigen Jahren ist zu beobachten, dass sich die technischen Eigenschaften von Dieselmotoren unabhängig von ihrer Fahrzeuganwendung immer mehr aneinander annähern [20]. Daher werden bei Traktoren häufiger als früher Motoren eingebaut, wie sie auch für Nutzfahrzeuge, Baumaschinen und andere mobile Arbeitsmaschinen zur Anwendung kommen. Die elastische Lagerung in einem Rahmen ermöglicht im Gegensatz zur Blockbauweise eine Anpassung ohne große Änderungen. Die zunehmende Einführung der Turboaufladung (vielfach mit Ladeluftkühlung) in Verbin-

derung mit immer weiter gesteigerten nominellen Einspritzdrücken, Mehrventiltechnik und elektronischen Kontrollsystemen ermöglichte sehr große Fortschritte bezüglich des Zielkonflikts zwischen Sparsamkeit und Abgasemissionen. Hinzu kommt ein permanenter Feinschliff bezüglich Leichtbau (kg/kW), hohen Drehmomenten bei niedrigen Drehzahlen (Resonanzbeeinflussungen), abgesenkten Geräuschemissionen (Nenn Drehzahlen stagnierend) und weiteren Erleichterungen bezüglich Wartung (Ölwechselintervalle bis 500 Stunden, halbautomatische Kühlerreinigung u.a.). Beispiel für einen Vierzylindermotor mit besonders hoher Leistungsdichte ist der Mercedes Benz Typ OM 904 LA, der aus 4,25 l Hubraum bei 2200 U/min 130 kW (177 PS) entwickelt (siehe neue Unimag-Baureihe U300 / U400, 2000).

Der Dieselmotor wird nach Ansicht des Verfassers bei Traktoren in den Industrieländern noch für die nächsten 10 bis 15 Jahre die Antriebsquelle bleiben, weltweit sicher länger. Folgende weitere Fortschritte sind in Europa zu erwarten (typisch ab ca. 60 kW):

- flexible Vollast-Motor-Kennlinien
- flexible Regelstrategien für den Motor
- CAN-Schnittstellen
- elektronisch kontrollierte Einspritzventile
- neue Generator/Starter-Systeme auf der Basis von 42 Volt Bordnetzen
- Turbolader mit verstellb. Turbinenleitschaufeln, event. elektr. Zusatzantrieb
- elektrisch mit 42 V angetriebene Hilfsaggregate
- Wartung nach Bedarf, Diagnosesysteme
- Motorkonzepte für "Euro IV" (CO, NOx, HC, Partikel extrem gering)
- biologisch abbaubare Motoröle
- stärkere Berücksichtigung von pflanzenbasierten Kraftstoffen oder Gemischen
- weiterer Anstieg der Leistungsdichte (Mitteldrücke), insbesondere bei den Vierzylinder-Motoren (die heute bei Traktoren "nachhinken")
- Elektromagnetische Ventilsteuerung (2010?).

5.3 Traktorgetriebe

Das Getriebe (mit Hinterachse) ist die mit Abstand aufwendigste Baugruppe des Traktors. Die Spannweite der Funktionen reicht von sehr einfachen Konzepten bis zu stufenlosen Automatikgetrieben. Größte Bedeutung haben derzeit in den Industrieländern Traktorgetriebe der Technologiestufe 4 (Tabelle 1), die mit mehreren unter Last schaltbaren Feinstufen arbeiten. Große Stückzahlen konnte hier z.B. das Getriebe "PowrQuad" von John Deere erreichen, Struktur siehe [10]. Folgende Firmen entwickelten Getriebe mit ähnlichen Funktionsinhalten: Fiat "Power Shift" (1986), Gase IH 4x4 (1989), Ford "ElectroShift" (1991), Renault "TRACTOSHIFT" (1991), J. Deere "PowrQuad" (1992), Fendt-ZF "Turbo Shift" (1993), ZF "T 7000" (Deutz

1995), Fiat/Ford "Range Command" (1996) und Landini "DELTA SIX" (1999). Voll unter Last schaltbare Getriebe wurden von J. Deere, Case IH, Funk (für Ford und mehrere andere) und New Holland entwickelt.

Typische Getriebe, die zwischen den beiden erwähnten Gruppen einzuordnen sind, wurden z.B. von Same (Neunfachlastschaltung) und Kubota (Achtfachlastschaltung) in Serie eingeführt. Der Verfasser hat zu allen diesen erwähnten modernen Konzepten Getriebepläne veröffentlicht (insbes. im Jahrbuch Agrartechnik).

Für die in Tabelle 1 bezeichnete höchste Technologiestufe 5 wurden von den deutschen Herstellern Fendt, Claas und ZF sowie dem Österreichischen Hersteller Steyr-Antriebstechnik (im Jahre 2000 von ZP übernommen) stufenlose automatische Fahrtriebe für Traktoren entwickelt, die auf dem Prinzip der hydrostatischen Leistungsverzweigung [10] beruhen. Das erste Getriebe dieser Art wurde 1995 von Fendt auf der Agritechnica präsentiert und ab 1996 in die neue obere Baureihe 900 serienmäßig eingebaut, Abbildung 6.

Die vom Motor kommende Leistung wird in einem Planetengetriebe verzweigt. Ein Teil wird mechanisch vom Sonnenritzel ausgehend weitergeleitet, während ein zweiter Teil über das Hohlräder die Axialkolbenpumpe antreibt. Deren Förderstrom wird zu zwei Axialkolbenmotoren geleitet, die ihre Energie an die Summierungswelle abgeben. Beide Energieströme fließen auf diese Weise hier wieder zusammen. Zwei Fahrbereiche L und H schließen sich an. Die hervorragenden Wirkungsgrade dieses Getriebes (bei Vorwärtsfahrt) werden nicht nur durch die (prinzipiell bekannte) Grundstruktur [21], sondern in hohem Maße auch durch folgende Fendt-typische Maßnahmen erreicht:

- Speziell konstruierte Axialkolbeneinheiten mit ungewöhnlich großen Schwenkwinkeln bis 45° , sphärischen Kolben (Kolbenringe) und großen Ölkanälen
- Alle drei Einheiten im Hubvolumen stufenlos verstellbar
- Wälzlager statt hydrostatische Lager
- Nur wenige rotierende Bauteile, minimierte Planschverluste.

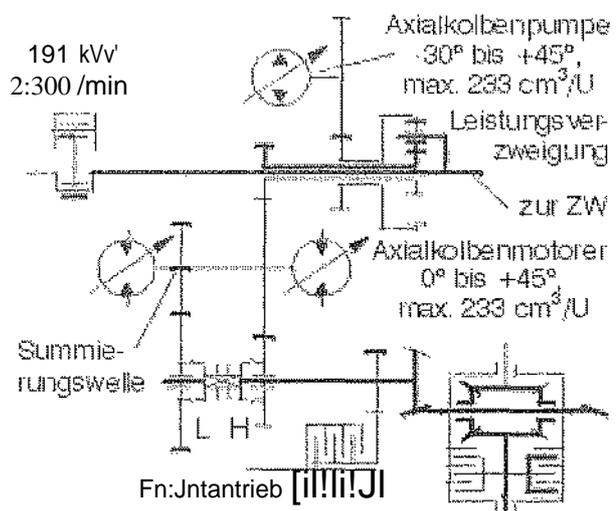


Abb. 6: Stufenloser hydrostatischer Traktorfahrtrieb mit Leistungsverzweigung, Bauart Fendt ML 200 (Varia 900, Serie 1996)

Der Volllastwirkungsgrad ist nach Studien des Verfassers, Messungen von Fendt und Messungen der DLG-Prüfstelle im Hauptarbeitsbereich (4 bis 12 km/h) etwa 1 bis 2% unter dem eines gut konstruierten Volllastschaltgetriebes, jedoch im oberen Geschwindigkeitsbereich deutlich besser [21]. Dieses hervorragende Ergebnis in Verbindung mit den bekannten Vorteilen eines stufenlosen Antriebes ermutigte die Firma Fendt, in relativ kurzer Zeit zwei weitere Getriebe für die neuen Baureihen 700 und 400 zu entwickeln zu nunmehr drei Vario-Baureihen im Jahre 2000.

Parallel zu Fendt arbeiteten auch Claas, ZF und Steyr an stufenlosen hydrostatisch-leistungsverzweigten Traktorfahrantrieben. Claas hat sein "HM8"-Getriebe (140 kW) in kleinen Stückzahlen (über 100) für den Geräteträger "Xerion" produziert. Es weist hervorragende Wirkungsgrade auf. Derzeit entwickelt man mit dem "TRAXION" eine Variante höherer Leistung (220 kW). Gase und Steyr stellten auf der Agritechnica '99 Traktoren mit dem stufenlos-leistungsverzweigten hydrostatischen Getriebe "Steyr-S-Matic" (125 kW) vor, J. Deere und Deutz folgten im Jahr 2000 mit Traktoren, die das ZF Pendant "Eccom 1.5" verwenden (107 kW). Im Gegensatz zu Fendt haben die Getriebe von Claas, Steyr und ZF einen geringeren hydrostatischen Leistungsanteil – verwenden allerdings Axialkolbenmaschinen "von der Stange". Beide Unterschiede dürften sich im Wirkungsgrad etwa aufheben. Claas und Steyr entwickelten elektronisch synchronisierte Klauenschaltungen, die nach langer Diskussion derzeit bei Straßenfahrzeugen an Bedeutung gewinnen. Demgegenüber arbeitet das ZF Eccom 1.5 mit Reibungselementen (Kupplungen und Bremsen). Zu den Wirkungsgraden von Steyr und ZF gibt es noch keine publizierbaren Informationen.

Die Einführung stufenloser Traktorfahrantriebe kann als sicherer Zukunftstrend angesehen werden, wenngleich die Umstellung nur langsam stattfinden wird. Neben den hydrostatisch leistungsverzweigten Getrieben wird man auch andere Konzepte weiterverfolgen, insbesondere Kettenwandler für Traktornennleistungen bis etwa 110 kW (siehe Audi "multitronic", 142 kW) und elektrische Antriebe. Kettenwandler zeichnen sich durch sehr hohe Wirkungsgrade aus [23]. Der Autor erwartet für elektrische Antriebe aus Kosten- und Wirkungsgradgründen erst dann einen Durchbruch, wenn der Dieselmotor durch die Brennstoffzelle ersetzt wird. Zukunftsträchtig ist in jedem Fall die begonnene gemeinsame Regelung von Antriebsmaschine und Fahr-antrieb [24].

5.4 Arbeitsplatz

Ähnlich wie bei den Getrieben ergibt sich auch für den Arbeitsplatz bei weltweiter Sicht eine sehr große Spannweite der Funktionen je nach Technologiestufe. Der Arbeitsplatz auf einem Traktor für Indien wird beispielsweise schon gut beurteilt, wenn die für die Schnittstelle Mensch-Maschine relevanten Abmessungen in Ordnung sind. Ein breitgespanntes ISO-Normenwerk erleichtert besonders auf diesem Gebiet einen beschleunigten Technologietransfer [10]. Während Kabinen in Märkten dieser Art keine Rolle spielen, stellen sie in den Industrieländern die Normalausführung dar. Der Komfort für den Fahrer ist dabei mit demjenigen hochwertiger Automobile vergleichbar: Geräuschpegel bei Vollgas 70 bis 75 dB(A), gefilterte Zuluft, Klimaanlage (ab Mittelklasse meist serienmäßig), Bordrechner mit Displays und einprogrammierbaren Teilprozessen (beispielsweise am Vorgewende), weitgehende Einführung des "drive-by-wire"-Prinzips, optimierte Rundumsicht ohne störende "Schornsteine", automatische Fahrstrategien (z. B. Tempomat, Leistungsregelung, Verbrauchsminimierung u.a.), Schwingungsminderung durch luftgefederte Sitze, weich gefederte Kabinen, luftgefederte Vorderachsen und Schwingungstilgung [25].

Stufenlose Fahrtriebe stellen an die Schnittstelle Mensch-Maschine besondere Anforderungen bezüglich Verständlichkeit und Sicherheit. Claas, Fendt, Deutz-Fahr, Gase, Steyr und J. Deere bieten hier unterschiedliche Lösungen mit jeweils sehr interessanten Ansätzen. Abbildung 7 zeigt den Fahrerplatz eines Fendt "Vario"-Traktors mit stufenlosem Getriebe.



Bild 7: Arbeitsplatz eines "Fendt 700 Vario".
Stand: Ende 1999

5.5 Traktorhydraulik

Wie Tabelle 1 andeutet, sind die technischen Funktionen auch in diesem Bereich stark von der Technologiestufe abhängig: Für Stufe I und II begnügt man sich mit einfachen Heckkrafthebern, einer Zahnradpumpe, sparsamer Ausstattung mit Zusatzsteuergeräten (z.B. für Frontladen) und kaum Hilfskraftlenkungen. Für Stufe III sind bereits erheblich höher entwickelte Systeme mit vielfältigen Funktionen üblich, die jedoch noch mit Konstantpumpen, oft Zahnrad-Tandempumpen arbeiten. Charakteristisch für Stufe IV und V ist die sogenannte "Load-Sensing"-Technik, die in Verbindung mit Schrägscheiben-Axialkolbenpumpen ab etwa 60-70 kW in an-

spruchsvollen Märkten dominiert: die Pumpe fördert nur bei Beda1i dieser wird über die Auslenkung der Betätigungsventile indirekt bewirkt (p – Regelung). Der Arbeitsdruck an der Pumpe wird dabei nicht geregelt, sondern folgt aus dem Lastdruck des Verbrauchers (bei mehreren gleichzeitig geschalteten Verbrauchern aus dem höchsten Lastdruck). Lediglich bei Überschreitung des maximal zulässigen Systemdrucks (z.B. 210 bar) schwenkt die Pumpe zur Sicherheit zurück. Die deutlich höheren Kosten von Verstellpumpen im Vergleich zu Zahnradpumpen ließen sich durch "entfeinerte" Konzepte und inzwischen sehr hohe Stückzahlen senken [26]. Mit dem sogenannten "Power-beyond"-Prinzip fordert die Praxis die direkte Ansteuerung der Traktor-Verstellpumpe durch Geräteventile oder Gerätesysteme unter Umgehung der traktorseitigen Steuergeräte [27]. Letztere hat man inzwischen zu CAN-Bus-fähigen Stellgliedern weiterentwickelt, die von einigen Traktorfirmer schon angeboten werden [28]. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, geräteseitig gewünschte Förderströme über den Traktor-Geräte-Bus mit Hilfe der auf dem Traktor vorhandenen Steuergeräte einzustellen (siehe z.B. die in [29] vorgeschlagene Pflugwende-steuerung).

Neben der Flexibilisierung der Informationsflüsse zwischen Traktor und Gerät gibt es weitere Fortschritte beim Dreipunkt-Anbau: Walterscheid stellte auf der Agritechnica einen hydraulisch verstellbaren Oberlenker mit integrierter Längensensorik und Lageregelung vor. Ein Demonstrationsmodell zeigte zusätzlich die Ausbildung der Hubstangen zu Hubzylindern mit weiteren Möglichkeiten der Gerätesteuerung oder -regelung [28].

Die Traktorhydraulik hat in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten sehr große Fortschritte gemacht: Sie durchlief praktisch von 1950 bis heute alle fünf in Tabelle 1 genannten Technologiestufen. Ein interessanter Rückblick dazu wurde von Hesse in [30] vorgelegt.

6. Zusammenfassung

Der Standardtraktor ist die wichtigste Maschine zur Sicherung der zukünftigen Welt-ernährung. Die Bandbreite seiner Funktionen und Leistungen hat sich lokal und noch mehr global ständig erhöht. Eine Klassierung in fünf Technologiestufen erleichtert die Übersicht. Für die unteren Stufen besteht noch sehr großer Zusatzbedarf in Entwicklungs- und Schwellenländern, während die oberen Stufen eher den gesättigten Märkten der Industrieländer zuzuordnen sind. Hier arbeitet man vor dem Hintergrund des Precision Farming vor allem an Verbesserungen der Prozessregelkreise Traktor-Gerät, begleitet durch Fortschritte auf den Gebieten Komfort, Gesundheit, Sicherheit, Umweltschutz und Ressourcenschonung. Die boomende Informationstechnik wirkt stimulierend- sie muss jedoch integriert statt addiert werden, um wirtschaftliche Lösungen zu erzielen. Dieses bedingt eine Evolution in den maschinenbaulichen

Grundstrukturen zu "automatisierungs-freundlichen" Komponenten: Elektronisch ansteuerbare Dieselmotoren, gestufte oder stufenlose Automatikgetriebe, Load-sensing-Hydrauliksysteme, hydraulisch verstellbare Koppellemente des Drei-Punkt-Gestänges, die Vorbereitung von Lenkung und Bremsen auf elektronische Ansteuerung und von Fahrwerken auf ein Luftdruckmanagement und anderes. Zusätzliche Verbesserungen dienen vorwiegend dem Menschen – insbesondere hydropneumatisch gefederte Frontachsen, weiche Kabinenfederungen, Schwingungstilgung, luftgefederte Sitze, sehr niedrige Geräuschpegel, Klimaanlage, drive-by-wire-Komfort, freie Sicht ohne "Schornsteine" und vieles mehr.

Schrifttum

- [1] SCHÖN, H.: Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen. In: Jahrbuch Agrartechnik 7 (1995) S. 13-22 u. 267. Münster: Landwirtschaftsverlag 1995.
- [2] REILLY, J.M.; FUGLIE, K.O.: Future yield growth in field crops: what evidence exists? Soil & Tillage Research 47 (1998) H. 3/4, S. 275-290.
- [3] IRPS, H.: Energie und Energieszenarien. Landtechnik 55 (2000) H. 3, S. 254-255.
- [4] JoNGEBREUR, A.A.: Trends in agriculture, agricultural machinery industry and research and development in Western Europe. Agric. Engng. Conf. of Central and East European Countries 11-12.11.1999 Potsdam-Bornim. Proceedings S. 27-31. Inst. f. Agrartechnik Bornim, Germany. 1999.
- [5] BELL, M.A.; CEDILLO, P.: Mechanization in Asia: Statistics and Principles for Success. AMA 30 (1999) H. 4, S. 70-75.
- [6] FOURASTIE, J.: La Productivite. Paris 1954.
- [7] RENIUS, K.TH.: Traktor der Zukunft. Vortrag Jubiläumstagung "75 Jahre KTBL" 22.04.1998 Veitshöchheim. Abdruck im KTBL Arbeitspapier 254, S. 41-53.
- [8] -,-: Statistiken der "Landtechnik-Vereinigung (LAV)" im VDMA
- [9] BLUNK, J.: Der landwirtschaftliche Lohnunternehmer zwischen Landmaschinenhersteller, Servicebetrieb und Landwirt. VDI-MEG-Tagung "Landtechnik 2000". Münster 10-11.10.2000. Manuskript 000 200. Tagungsband (VDI-Ber. 1544) S. 9-13. Düsseldorf: VDI-Verlag 2000.
- [10] RENIUS, K.TH.: Tractors: Two Axle Tractors. CIGR Handbook of Agric. Engng. Val. III, p. 115-184. St. Joseph MI, USA: American Society of Agricultural Engineers 1999.
- [11] FIRODIA, A.; BACHER, R.; RENIUS, K.TH.: Transfer of technologies from developed to developing countries: experiences and results in Asia and the Far-East. The Gase of India. Club of Bologna 10th meeting, 14.-15.11.1999. UNACOMA, Rome, Italy.
- [12] WELSCHOF, G.: Entwicklungslinien im Schlepperbau. Grundlagen der Landtechnik 24 (1974) H. 1, S. 6-13.
- [13] FREIMANN, R.: Investigation of Position Accuracy of an Autonomaus Off-road Vehicle Navigation. AgEng 2000 International Conference Warwiek 2.-7.7.2000. Paper OO-EI-007ii, Proceedings Val. I, S. 254-255.
- [14] BRENNINGER, M.: Allradantrieb mit stufenloser Leistungsverteilung im Vergleich mit der konventionellen Lösung. Wie [9], Manuskript 040 200. Tagungsband S. 177-182 (siehe auch Diss. K. Grad, TU München 1996).
- [15] GÖHLICH, H.; HAUCK, M.; HOLST, C.v.: Fahrdynamik-Fahrsicherheit-Fahrerplatz. In: Jahrbuch Agrartechnik 11 (1999), S. 61-69 und 251. Münster: Landwirtschaftsverlag 1999.

- [16] GöHLICH, H.: Mensch und Maschine. Lehrbuch der Agrartechnik Bd. 5. Hamburg/Berlin: Verlag P. Parey 1987.
- [17] BRENNINGER, M.; HOFMANN, H.: Leerlaufverluste an Traktorfrontachsen mit nasen Scheibenbremsen. VDI-MEG-Tagung "Landtechnik" Braunschweig 16.-17.10. 1997. Tg.-Band (VDI-Ber. 1356) S. 47-50. Düsseldorf: VDI-Verlag 1997.
- [18] REMPFER, M.: Investigations on the Tyre Equipment of Agricultural Standard Tractors. 13th Conf. ISTVS TU München 14.-17.9. 1999, Proceedings Vol. I, S. 105-112.
- [19] REMPFER, M.: Grundlagen der automatischen Reifenluftdruckverstellung bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Agrartechnische Forschung 4 (1998) H. 1, S. 46-55.
- [20] RENIUS, K.TH.; SPÄTH, R.: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 12 (2000), S. 41-46 u. 239, 240. Münster: Landwirtschaftsverlag 2000.
- [21] MOLLY, H.: Hydrostatische und hydrokinetische Getriebe unter Berücksichtigung ihrer Leistungsteilung. Techn. Mitt. 61 (1968), H. 9, S. 414-428.
- [22] DZIUBA, P.F.; HONZEK, R.: Neues stufenloses leistungsverzweigtes Traktorge triebe. Agrartechnische Forschung 3 (1997) H. 1, S. 19-27.
- [23] SAUER, G.: Grundlagen und Betriebsverhalten eines Zugketten-Umschlingungsgetriebes. Diss. TU München 1996. Fortschritt-Ber. VDI, Reihe 12, Nr. 293. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996.
- [24] SEEGER, J.: Traktormanagementsystem. In: Jahrbuch Agrartechnik 12 (2000), S. 41-46 u. 339, 240. Münster: Landwirtschaftsverlag 2000.
- [25] GöHLICH, H., ET. AL.: Fahrdynamik von Traktoren, Teil 1 u. 2. Landtechnik 46 (1991) H. 7/8, S. 335-340 und H. 9, S. 434-437.
- [26] RENIUS, K.TH.; KOBERGER, M: Traktoren 1999/2000. ATZ 102 (2000) H. 7/8, S. 566-572, 574, 575.
- [27] -, -: Innovationspotenziale in der Traktor-Bordhydraulik. Seminar am Lehrstuhl für Landmaschinen der TUM 17.2.2000. Bericht in O+P 44 (2000), H. 3, S. 148.
- [28] BRUNOTTE, B. ET. AL.: Fluidtechnik in Traktoren und Landmaschinen. Beobachtungen anlässlich der Agritechnica 1999. O+P 44 (2000) H. 1, S. 24-32.
- [29] KEUPER, G.; JESSEN, S: Pflugwendesteuerung mit der Ventiltechnik des Traktors. O+P 44 (2000) H. 8, S. 514-517.
- [30] HESSE, H.: Rückblick auf Entwicklungsschwerpunkte der Traktorhydraulik. O+P 43 (1999) H. 10, S. 704-713.

Perspektiven der landtechnischen Entwicklung in der Vertahrenstechnik Ackerbau und Futterernte

Hermann Auernhammer und Horst Neuhauser

1. Einleitung

Die Landbewirtschaftung in Deutschland und in Europa erfolgt in zwei völlig unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen (Abb. 1).

Auf der einen Seite stehen die historisch gewachsenen Strukturen der eher kleinbäuerlichen Familienbetriebe. Überwiegende Dorflage mit vielen Einzelflurstücken und Integration in den öffentlichen Verkehr sind die wesentlichen Kennzeichen. Ihnen gegenüber stehen die durch politische Eingriffe veränderten Großstrukturen Ostdeutschlands und die regional verteilt auftretenden "herrschaftlichen Grundbesitze" mit ausschließlich arrondierten Betriebsformen und weitgehend innerbetrieblichen Wegenetzen.

In Bayern ist die Kleinstruktur dominant mit regional unterschiedlichen Betriebs- und Schlaggrößen, sowie unterschiedlichen Pachtflächenanteilen (Abb. 2).

Maßnahmen innerhalb den nunmehr über hundertjährigen Flurneuordnungen zeigen nach heutigen technischen und organisatorischen Maßstäben eher bescheidene Erfolge (Tab. 1). Bedingt durch den gesetzlich vorgegebenen "Wertausgleich" sind allenfalls Schlagvergrößerungen von 3:1 bei jährlichen "Bereinigungsflächenanteilen" unter 2 % der jeweiligen Landesflächen erreichbar.

Dabei ist allerdings zu beachten, dass in Bayern der Anteil des Dauergrünlandes an der gesamten LN mit 35,7 % (1999) relativ hoch ist und dass in weiten Teilen Südbayerns durch die im Mittelalter durchgeführte "Vereinödung" vielfach sehr günstige strukturelle Gegebenheiten vorliegen.

Schließlich sind die natürlichen Produktionsbedingungen zu betrachten. Ausreichende Niederschläge garantieren nachhaltig mit wenigen regionalen Ausnahmen hohe bis höchste Erträge, wenn bei heute üblicher guter bis sehr guter Versorgung bei den Grundnährstoffen eine angepasste N-Versorgung gewährleistet wird. Andererseits führt unter diesen natürlichen Bedingungen der Einsatz leistungsfähiger Ernte-techniken mit hohen Achslasten bei ungünstiger Witterung zu unvermeidbaren Bodenverdichtungen im Bereich der Vorgewende und der Übergabe, bzw. Übernahme der Produktionsmittel oder Erntegüter. Eine zunehmende überbetriebliche Arbeitserledigung mit der erforderlichen hohen Maschinenauslastung verschärft diese Situation, wenngleich durch die größere Technik die Zahl der Überfahrten reduziert und damit insgesamt eher eine Entlastung der Böden und Flächen stattfindet.

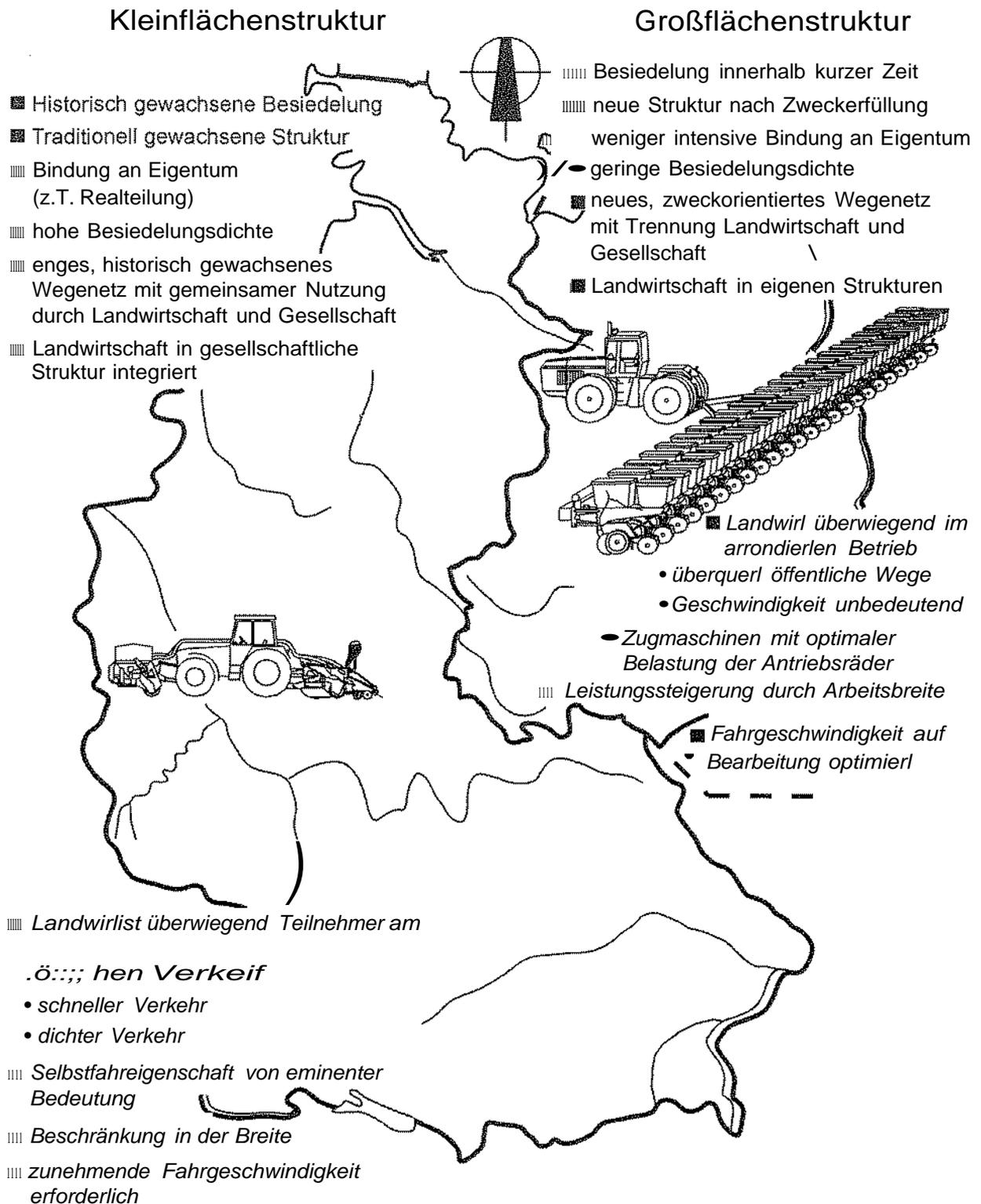


Abb. 1: Bewirtschaftungssysteme in Deutschland

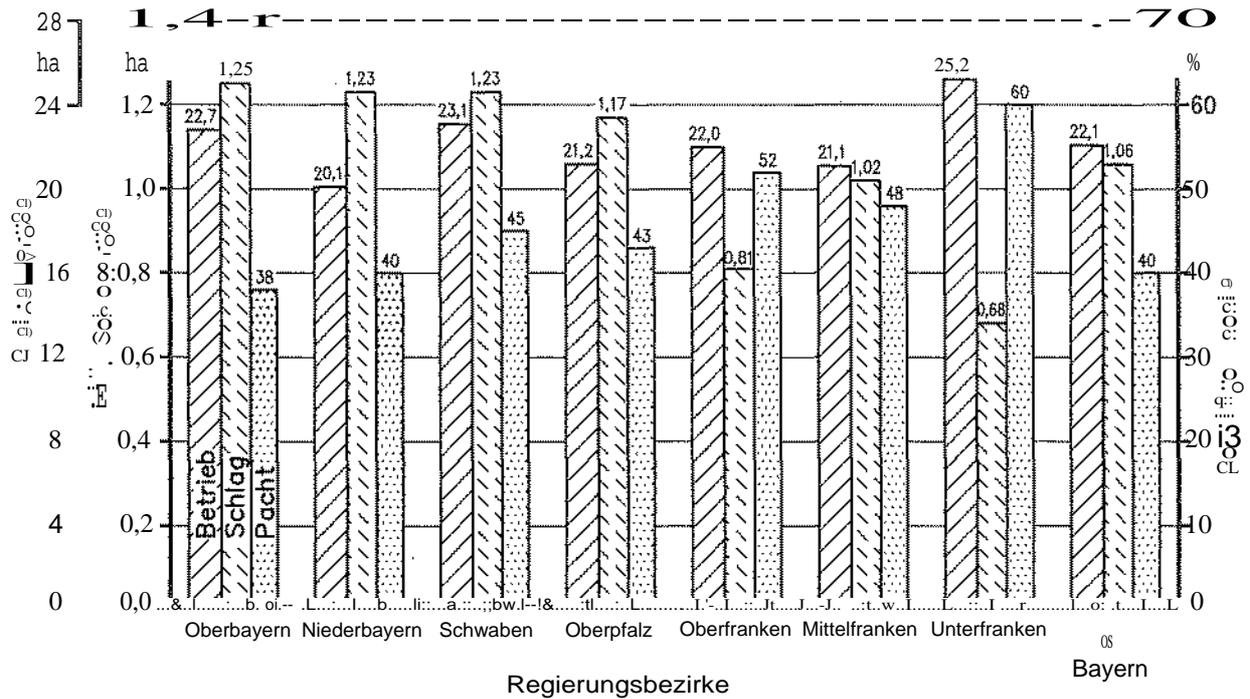


Abb. 2: Mittlere Betriebsgrößen, Schlaggrößen und Pachtflächenanteile in Bayern (InVeKos 1998)

Tab. 1: Abgeschlossene Flurbereinigungsverfahren in Deutschland 1998

Bundesland	Anzahl Verfahren	mittlere Schlaggröße			Fläche ha	Fläche (anteilig) %	
		alt	neu	Verhältnis		Verfahren '98	Bundesland
Baden-Württemberg	30	0,45	1,35	3:1	18 845	9,98	0,013
Bayern	105	0,65	1,95	3:1	79 897	42,28	0,024
Brandenburg	139	0,86	2,60	3:1	1 045	0,55	0,000
Hessen	13	0,27	0,55	2:1	6 645	3,51	0,008
Mecklenburg-Vorp.	474	k.A.	k.A.	k.A.	4 668	2,47	0,003
Niedersachsen	21	k.A.	k.A.	k.A.	15 131	8,00	0,006
Nordrhein-Westfalen	22	2,23	4,46	2:1	32 135	17,00	0,021
Rheinland-Pfalz	40	0,39	1,19	4:1	18 137	9,59	0,026
Saarland	6	0,33	1,97	6:1	5 381	2,85	0,070
Sachsen	11	1,90	1,90	1:1	149	0,07	0,000
Sachsen-Anhalt	89	7,77	15,54	2:1	300	0,16	0,000
Schleswig-Holstein	9	k.A.	k.A.	k.A.	6 610	3,50	0,006
Thüringen	4	0,40	0,40	1:1	15	0,00	0,000
Bundesgebiet	963	0,899**	2,66**	2,96:1**	188 958	100,00	0,014

Quelle: Jahresbericht über Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz und Bodenordnungsverfahren nach dem Landwirtschaftsanpassungsgesetz BML Berlin 1999, Monatsbericht 7
(k.A. = keine Angaben; * ohne B, HB, HH; **gewichtete Mittel)

Hohe Niederschläge und die in weiten Teilen Bayerns vorliegenden hügeligen Landschaften mit ackerbaulicher Nutzung bergen jedoch auch ein hohes Erosionspotenzial. Verstärkend kommt die Einengung der Fruchtfolgen hinzu, wenn dadurch über längere Zeiten und vor allem über den Winter eine fehlende oder nur geringe Bodenbedeckung mit Pflanzenmasse gegeben ist.

2. Technik wird **"intelligent"**

Gegenüber diesen Voraussetzungen mit unveränderlichen oder nur langsamen Veränderungsmöglichkeiten steht die Technik. Dramatisch wie nie zuvor zeigt sich ein Wandel durch neue Werkstoffe und durch die Integration der Informationstechnologie. Mechanische Bauteile treten in den Hintergrund. Leistungsfähige vielstufige Getriebe im Traktor werden durch "einfach aufgebaute stufenlose Varianten mit Leistungsverzweigung" ersetzt und zunehmend verdrängt. Hydraulik und Elektronik übernehmen Steuerung und Regelung.

Im Motor verändert sich die Kraftstoffeinspritzung. Pumpendüsen und "Common Rail" ermöglichen in Verbindung mit der Elektronik eine zeitlich exakte, den Leistungsanforderungenentsprechende Einspritzung.

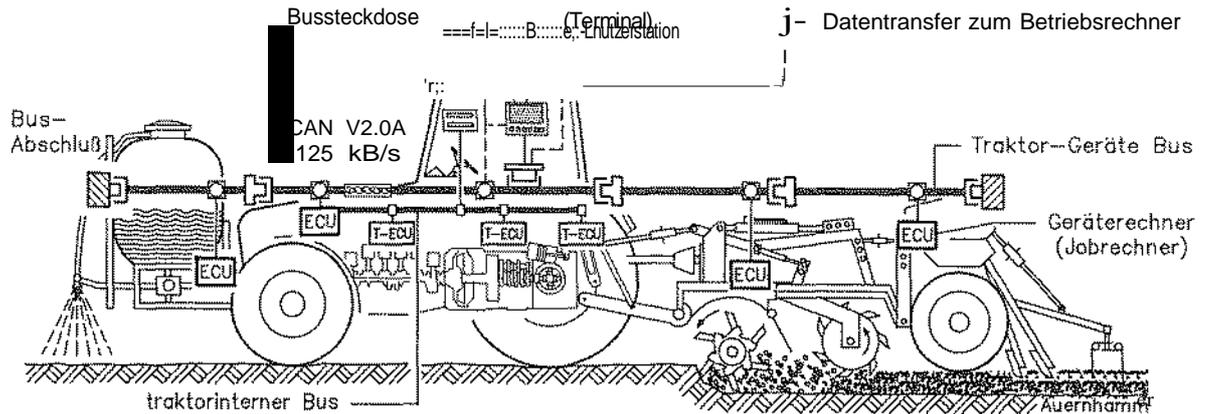
Elektronik in Motor, Getriebe und Hydraulik führt zum "elektronischen Traktor-Managementsystem". Dabei dürfte wie bisher die Zapfwelle im direkten Durchtrieb vom Motor weiterhin mechanisch direkt mit zwei oder vier Drehzahlen integriert werden, um unabhängig von der Traktorregelung einen hohen Wirkungsgrad zu gewährleisten.

Über den Traktor hinaus erfolgt die Integration der Informationstechnologie nach normativen Vorgaben im "Landwirtschaftlichen BUS-System (LBS)". Trotz zögerlicher Umsetzung der 1997 fertiggestellten Norm zeigt diese schon heute die Realisierungsmöglichkeiten für morgen (Abb. 3).

Eigenständige Steuerungs- und Regelungstechnik im Gerät kommuniziert über eine genormte Schnittstelle mit dem Fahrer, dem Traktor, anderen Geräten und mit dem Betriebsmanagement. Letzteres kann über die schon bekannten Medien wie Chipkarte, PCMCIA-Karte und künftig verstärkt über die Telemetrie unter Nutzung vom GSM oder UMTS erfolgen. Traktor und Gerät sind damit jederzeit und an jedem Ort als "rechte Hand der Betriebsführung/Logistik" erreichbar.

Derart aufgebaute Traktor-Gerätekombinationen ermöglichen neue Einsatzformen mit

- traktorinterner Regelung nach optimierten Fahrstrategien
- Traktorsteuerung durch das Gerät
- Automatisierung von Bedienhilfen bis zum autonomen Einsatz.



T-ECU Traktorinterner Jobrechner

Abb. 3: Elektronische Kommunikation in einer Traktor-Gerätekombination nach DIN 9684/2-5 (Landwirtschaftliches BUS-System LBS)

Wesentliches und unverzichtbares Hilfsmittel ist dafür eine hochgenaue Ortung und Navigation. Mit der Satellitenortung GPS ist diese weltweit und kostenfrei verfügbar, GALILEO als rein ziviles System wird einen weiteren Qualitätssprung eröffnen. Maßnahmen innerhalb der Produktionsprozesse erhalten dadurch eine unverwechselbare georeferenzierte Zuordnung mit zeitlicher und räumlicher Dokumentation, automatischer Prozessdatenerfassung, lokaler Applikation, dem Flottenmanagement und mit einem Einstieg in die Feldrobotik.

Ausgehend von diesen Möglichkeiten sind in der Produktion von morgen nicht Einzellösungen, sondern Systeme gefragt. Dabei ist eine Antwort auf die vorliegenden Gegebenheiten zu erarbeiten, also auf

- verfahrenstechnische Perspektiven mit neuer und/oder erweiterter Technik
- organisatorische Perspektiven mit der Herausforderung aus vorliegender
- Struktur und Konfrontation mit dem Weltmarkt.

Bei der Verfahrenstechnik soll nachfolgend zwischen dem Ackerbau und der Futterernte unterschieden werden.

3. Verfahrenstechnische Perspektiven im Ackerbau

Die Herausforderungen ergeben sich aus den Umweltbelastungen hinsichtlich Stoffeinträgen und Bodenbelastungen.

3.1 Erosionsminderung

Die Landwirtschaft trägt mit etwa 38 % zur Belastung der Fließgewässer mit Phosphat bei. Mit anderen Worten ist dies „Verlagerung und Abtrag von Boden durch Erosion“ in ungünstigen Fruchtfolgen, nicht ständig bewachsenem Boden oder durch zeitlich problematische Eingriffe in den Boden, insbesondere in Hanglagen und/oder windgefährdeten Lagen.

Mit den "konservierenden Bestellsystemen" wird seit Jahren versucht, einerseits der Erosion zu begegnen und andererseits durch weniger Eingriffe in den Boden mit weniger Arbeits- und Energieaufwand die Krümmenstabilität zu erhöhen. Trotz dieser umfassenden Vorteile sind die Erfolge in der Umsetzung immer noch als "eher bescheiden" einzuordnen. Wichtige Gründe sind:

- Verfügbarkeit und der vertraute Umgang mit dem Pflug Ueder Landwirt hat einen Pflug; Verzicht auf den Pflug setzt ohnehin verfügbare Arbeit zusätzlich frei; "reiner Tisch" erleichtert Folgearbeiten und gestattet Nutzung "einfacherer Folgetechnik")
- " lockernde Wirkung des Pfluges nach tiefen Spuren schwerer Erntefahrzeuge (überbetrieblicher Einsatz der Erntetechniken fördert die Großmaschinen und führt durch erforderliche Auslastung zu engeren Zeitfenstern)
- unkrautbekämpfende Wirkung des Pfluges (gezielte Unterdrückung der Keimfähigkeit durch Sauerstoffabschluss; Sicherung der Artenvielfalt durch "Vergraben" als ökologischer Nebeneffekt)
- fusarienbekämpfende Wirkung im Mais (sichere und zuverlässige Technik)
- " Zwang zum ausschließlichen Übergang auf das neue System (verfügbare Technik wird wertlos, Veräußerung bei Übergang aller Betriebe auf neues System ist ausgeschlossen)
- Zu wenig "Know how" für die neuen, veränderten Anbautechniken
- Befürchtungen im Hinblick auf die Ertragsstabilität
- Probleme neuer Bestellsysteme mit den relativ hohen Strohmenen.

Bei dieser Ausgangssituation sind mögliche Perspektiven nur schwer zu erkennen und zu verwirklichen, solange nicht die drei wesentlichen Restriktionen für eine problemlose Abkehr vom Pflug beseitigt werden. Dies sind:

- a) garantierte Vermeidung von verdichteten Fahrspuren durch die Erntetechnik
- b) exakte Zerkleinerung und wirklich gleichmäßige Verteilung des Strohes
- c) Fusarienresistenz bei Mais (und Weizen).

Denkbare Ansätze sind allenfalls

- zu a) Übergang zu Bandlaufwerken (oder Zwillings- und Vielfachräder) bei Mähdre-
scher, Rüben- und Kartoffelroder; konsequente "Hundeganglenkung" mit
großvolumigen Breitreifen; Weiterentwicklung großvolumiger Sammelbunker
im Feldhäcksler mit Realisierung der vorgenannten Antriebsformen unter Ver-
zicht auf parallel fahrende Transportfahrzeuge
- zu b) Entwicklung bodennaher Strohzwangsverteilungssysteme für den Mähdre-
scher mit gleichmäßiger Zerkleinerung und Verteilung; züchterische Verände-
rung der Korn:Strohverhältnisse ohne Ertragsverzicht
- zu c) transgene Veränderungen der Mais- und Weizenpflanze oder Entwicklung
hochwirksamer Pflanzenschutzpräparate; beides mit vielen gesellschaftlichen
Bedenken.

Weitergehende Ansätze wären die Vorerntesaat von Winterraps in die Vorfrucht mit
vergleichbaren Erträgen zu konventionellen Bestellsystemen. Vergleichbares lässt
sich auch bei der Erntesaat von Winterraps erreichen, wenngleich sich dabei eine
unbegründete Zeitphase nicht vermeiden lässt. Und schließlich könnte die Rodesaat
von Winterweizen erhebliche zusätzliche Bodenbelastungen vermeiden und für den
gesäten Winterweizen unter der wärmenden Mulchdecke der Rübenblätter einen
Entwicklungsvorsprung von mehreren Tagen garantieren.

3.2 Reduzierung der Stoffeinträge über die Teilschlagtechnik

Wesentlich günstiger stellt sich theoretisch eine mögliche Reduzierung der Stick-
stoffeinträge durch die Nutzung der Informationstechnologie bei den Applikations-
techniken dar.

3.2.1 Nitratverlagerung

Die Landwirtschaft trägt bei der Nitratverlagerung in Fließgewässer mit einem Anteil
von nahezu 50 % bei. Hier könnte die Informationstechnologie in Verbindung mit der
Satellitenortung GPS im "Precision Farming" die Herausforderung schlechthin sein.
Aufbauend auf mehrjährige Ertragskartierungen lassen sich die Ertragsstrukturen
der Felder analysieren und damit eine Applikationstheorie in Richtung teilflächen-
spezifischer Bewirtschaftung ableiten (Abb. 4):

- Bei hoher Versorgung mit P und K in weiten Regionen des Landes kann bei weit-
gehendem Verzicht auf zusätzliche Bodenbeprobungen eine "Düngung auf Ent-
zug" realisiert werden. Das dafür erforderliche Wissen ist verfügbar und kann
durch ein "Herabbrechen des Düngerregimes auf Teilflächen" sofort umgesetzt
werden.

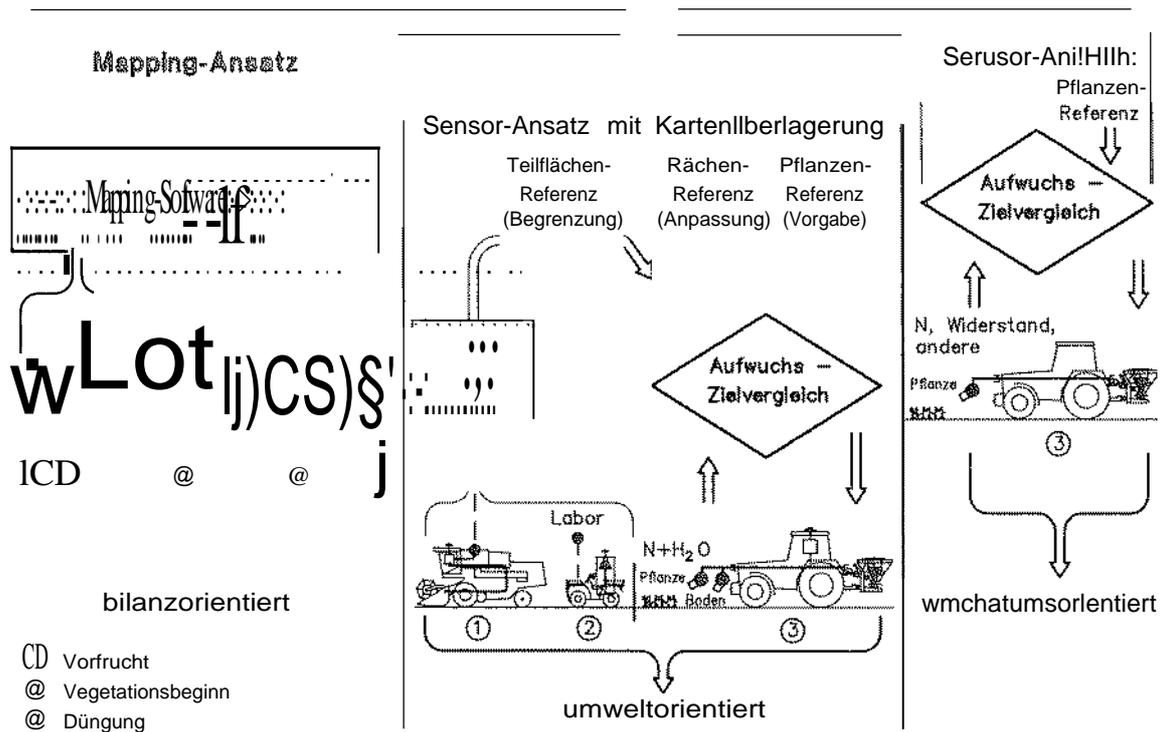


Abb. 4: Systementwicklung für die teilschlagbezogene Düngung im Pflanzenbau

- In der Stickstoffdüngung hingegen dürfte unter unseren Verhältnissen der alleinige "Kartierungsansatz mit Daten aus der Vergangenheit" unbefriedigend sein. Insofern scheint der in Europa eingeschlagene Weg zum "Sensoransatz" die richtige Lösung zu sein. Auch dabei könnte die Anzahl der erforderlichen Bodenproben reduziert werden, wenn zuverlässige Versorgungskurven nach Biomasse für alle Früchte und Sorten verfügbar wären. Kartenhinterlegungen würden die Standortbedingungen in das Düngeregime integrieren und ein "überhohes Aufdüngen" verhindern. Allerdings erfordert dieser systematische Ansatz die Einbeziehung des "Wasserstatus der Pflanze" und leistungsfähiger Wachstumsmodelle.

Strukturell fordert dieser Ansatz jedoch verfügbare "große Flächen", um diese entsprechend der Heterogenität in den Schlägen in weitgehend homogene Teilschläge unterteilen zu können. Er ist somit vor allem für den Großbetrieb mit großflächigen Strukturen interessant, sofern nicht auch in Kleinstrukturen derartige Strukturen nach Bedarf geschaffen werden können.

Nur beiläufig soll auf die teilflächenspezifische Ausbringung der Bodendünger "Stallmist und Kompost" hingewiesen werden. Für diese stehen derzeit weder Verfahrenstechniken noch wissenschaftlich abgesicherte Handlungsstrategien zur Verfügung, obwohl deren Bedeutung und Umfang künftig zunehmen dürfte.

3.2.2 Reduzierung beim Pflanzenschutzmittelaufwand

Auch für den Pflanzenschutz sind durch "intelligente Technik" völlig neue Perspektiven zu erwarten. Vergleichbar der Teilschlagtechnik sind drei Ansätze zu unterscheiden (Abb. 5).

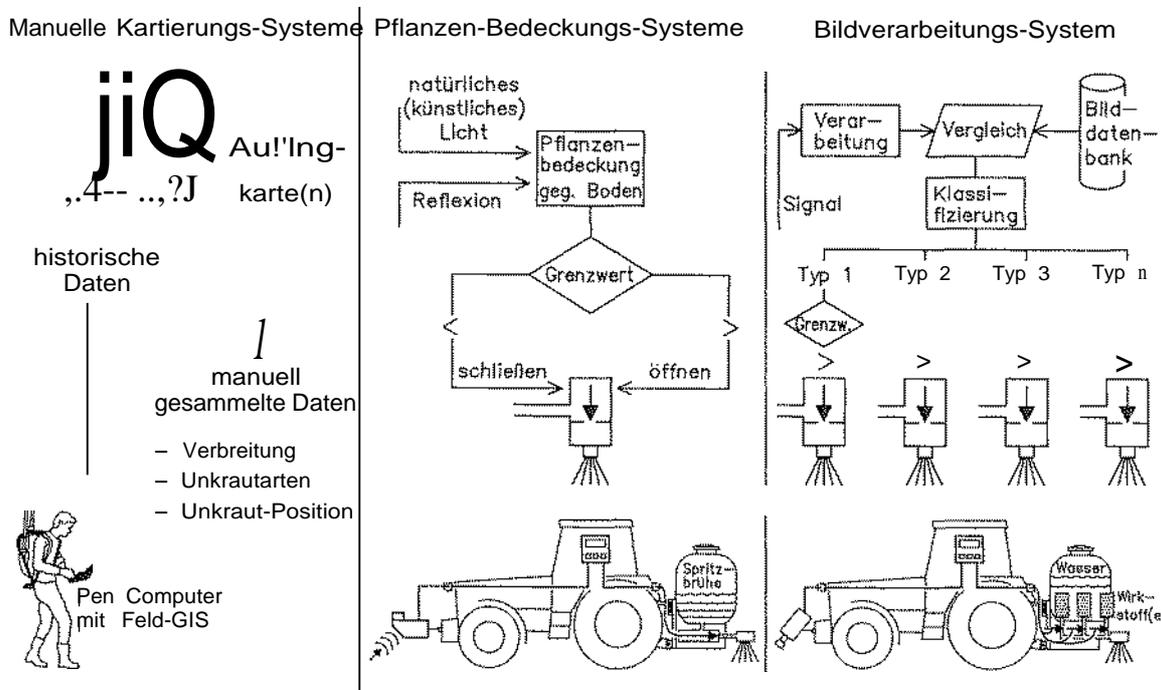


Abb. 5: Informationstechnologie bei Pflanzenschutzsystemen

Sie beziehen sich derzeit ausschließlich auf die Unkrautbekämpfung und haben jeweils in sich gravierende Mängel wie:

- hoher Arbeitsaufwand für die manuelle Bonitur beim Kartierungsansatz
- alleiniger Bezug auf unterschiedliche Grünmassedifferenzen beim Sensoransatz ohne Reaktionsmöglichkeit auf unterschiedliche Verunkrautung
- komplexe Technik mit höchsten Anforderungen an die benötigten Rechenleistungen beim Bildanalyseansatz.

Hinzu kommt die Tatsache, dass gerade in der Unkrautbekämpfung physikalische Verfahren aus ökologischer Sicht stärkere Beachtung finden werden. Dies bestätigt die Statistik mit einem starken relativen Rückgang bei den eingesetzten Herbiziden und mit einem dementsprechend starken Zuwachs bei den Fungiziden.

Alle Ansätze außerhalb der Unkrautbekämpfung sind bescheiden. Nirgendwo ist derzeit ein in sich geschlossenes System erkennbar. Zudem befindet sich der Bereich Pflanzenschutz im direkten Spannungsfeld zwischen "intelligenter Technik"

einerseits und den neuen Möglichkeiten der "Gentechnik" andererseits. Und hier hat letztere schon bewiesen, dass sie schneller, universeller und im Hinblick auf mögliche Verfahrensalternativen weitaus effektiver und kostengünstiger arbeitet als jede noch so umfassende und perfektionierte Technik.

3.3 Qualitätserfassung und Qualitätssicherung

Mit fortschreitendem Wohlstand und einer Zunahme des Umweltbewusstseins in der Bevölkerung drängen "Qualitätsmerkmale" stärker in den Vordergrund. Damit rückt "Qualität vor Quantität" mit der Möglichkeit, diese georeferenziert zu erfassen und zu sichern. Herausforderungen und Möglichkeiten ergeben sich in der

- Verfahrensdokumentation nach guter fachlicher Praxis (Ort, Zeitpunkt, Mengenaufwand, Arbeitsbedingungen, Einhaltung von Begrenzungen)
- Herkunftssicherung (Region, Betrieb, Ort)
- Behandlungsdokumentation (Mittel, Menge, Inhaltsstoffe)
- Lebenswegdokumentation (Transport, Lagerung, Umschläge).

Darüber hinaus zeichnen sich neue verfahrenstechnische Ansätze ab, wenn z.B. Eiweißgehalt, Stärkegehalt, Feuchte u.a. online mit großer Datenintensität verfügbar wären: Das Korn könnte bereits beim Drusch differenziert nach Kornfeuchte (trocknen oder nicht trocknen) oder nach Eiweißgehalt (z.B. bei Braugerste oder Backweizen) im Zweikammerbunker getrennt werden.

4. Verfahrenstechnische Entwicklungen bei der Futterernte

Die Erzeugung der gesamten jährlichen Futtermenge für die Viehhaltungsbetriebe erfolgt in drei bis fünf Ernteperioden. Bei der Bereitung von Silage und Heu ist eine zwei- bis dreitägige Schönwetterperiode notwendig, damit ein hochwertiges, energiereiches Futter erzeugt werden kann. Dies erfordert eine hohe Schlagkraft, die durch die Optimierung der Verfahrensschritte, in die auch zunehmend die Logistik mit einfließt, ständig vergrößert wird. Parallel wird das Precision Farming auch in der Futterernte und Grünlandbewirtschaftung Einzug halten. Die Ertragskartierung bei Grünland steht derzeit noch am Anfang.

4.1 Mahd

Der derzeitige Trend zu größeren Arbeitsbreiten beim Mähen wird sich in nächster Zukunft fortsetzen, wobei Selbstfahrer an Bedeutung gewinnen. Zur Entlastung des Fahrers und zur vollständigen Ausnutzung der Arbeitsbreite des Mähwerkes sind automatische Lenksysteme erforderlich. Verschiedene Systeme, bei denen die Bestandeskante als Leitlinie verwendet wird oder das Fahrzeug die Mähbahnen nach einem festen Programm abfährt, sind denkbar.

Im Bereich Precision Farming wäre eine Ertragskartierung bereits während der Mahd von Vorteil, da mit den später erfolgenden Arbeitsschritten das Erntegut durch Zetten, Wenden und Schwaden von der Ursprungsfläche weg verlagert wird. Zur Realisierung sind folgende Verfahren in Betracht zu ziehen:

- Erstellung von Ertragskarten vor oder während der Mahd mit nachträglicher Kompensation der Ernteverluste
- Bestimmung der relativen Ertragsverteilung vor oder während der Mahd. Zur Erstellung von Ertragskarten werden diese Werte mit den bei der Bergung bestimmten Massen verrechnet.

4.2 Aufbereitung und Werben

Da für die Gewinnung von Silage und Heu nur wenige Schönwettertage zur Verfügung stehen, ist durch die Verfahren: Zetten, Wenden und Schwaden eine schnelle und gleichmäßige Trocknung bei gleichzeitiger Schonung des Erntegutes unter hoher Schlagkraft sicher zu stellen. Derzeitig weisen diese Verfahren Bröckelverluste von bis zu 30 % auf. Da die Bröckelverluste mit zunehmendem relativem Trockensubstanzgehalt ansteigen, sind Systeme erforderlich, die den Feuchtegrad des Erntegutes während der Arbeitserledigung erkennen und die Drehzahl des Werbeegerätes sowie gegebenenfalls die Vorfahrtsgeschwindigkeit automatisch anpassen.

Die zunehmende überbetriebliche Arbeitserledigung hat zur Folge, dass zur Deckung der sehr hohen Arbeitsspitzen bei der Futterernte Saisonarbeitskräfte mit z.T. fehlenden Qualifikationen eingesetzt werden. Damit einhergehend besteht die Gefahr einer unangepassten Einstellung der Maschine. Ein erhöhter Schmutzanteil, hohe Bröckelverluste sowie eine Beschädigung der Grasnarbe bei zu tiefer Einstellung der Zinken können die Folgen sein. Um dies zu vermeiden, sind selbsteinstellende Systeme erforderlich.

4.3 Bergung

Auch bei der Bergung des Futters gehen die Entwicklungen zu leistungsfähigeren und selbstfahrenden Maschinen. Aufgrund der hohen Maschinenkosten ist eine hohe Auslastung erforderlich, wobei während der Erntesaison keine verschleißbedingten Wartungsarbeiten anfallen dürfen.

Insbesondere bei selbstfahrenden Häckslern wird derzeit an der Standzeiterhöhung von Messern und Gegenschneide gearbeitet. Feldversuche zeigen, dass in nächster Zeit Lösungen zu erwarten sind. Ein Problem stellen jedoch Fremdkörper dar. Für Fremdkörper aus Eisenmetallen gibt es schon seit Jahren zuverlässig arbeitende Systeme. Zukünftig müssen jedoch Detektoren entwickelt werden, die auch nicht magnetische Fremdkörper erkennen und diese selbständig aussondern.

Felduntersuchungen bei selbstfahrenden Häckslern zeigen ferner, dass das Schleifen der Messer durch die Fahrer individuell und insbesondere bei Gras zu selten erfolgt. Da stumpfe Messer eine erhöhte Schneidkraft zur Folge haben, steigt neben der mechanischen Belastung der Bauteile der Energiebedarf an. Die Sicherstellung einer gleichbleibenden Messerschärfe ist theoretisch durch ein kontinuierliches oder intermittierendes Schleifen in definierten Zeitintervallen bzw. durch neuartige Werkstoffe, die einen "Selbstschärfeeffect" aufweisen, möglich.

Für die Ertrags- und Massenbestimmung bei der Ernte mit Ladewagen, Großballenpressen und Häckslern sind bei nahezu allen Landtechnikfirmen Forschungsarbeiten im Gange, so dass hier in nächster Zukunft mit serienreifen Lösungen zu rechnen ist (Abb. 6). Größter Forschungsbedarf besteht bei der Bestimmung der Inhaltsstoffe. In Verbindung mit dem Trockenmasseertrag erhält der viehhaltende Betrieb bereits während der Ernte genaue Informationen über den Gesamtnährwert seiner Ernte und kann somit rechtzeitig den Fehlbedarf feststellen und entsprechende Maßnahmen einleiten.

Gleichzeitig können Betriebe, die ihre Ernte verkaufen, diese sowohl nach Masse oder nach Nährwert anbieten. Das Handeln von Futterprodukten wird mit zunehmender Spezialisierung der Betriebe ansteigen.

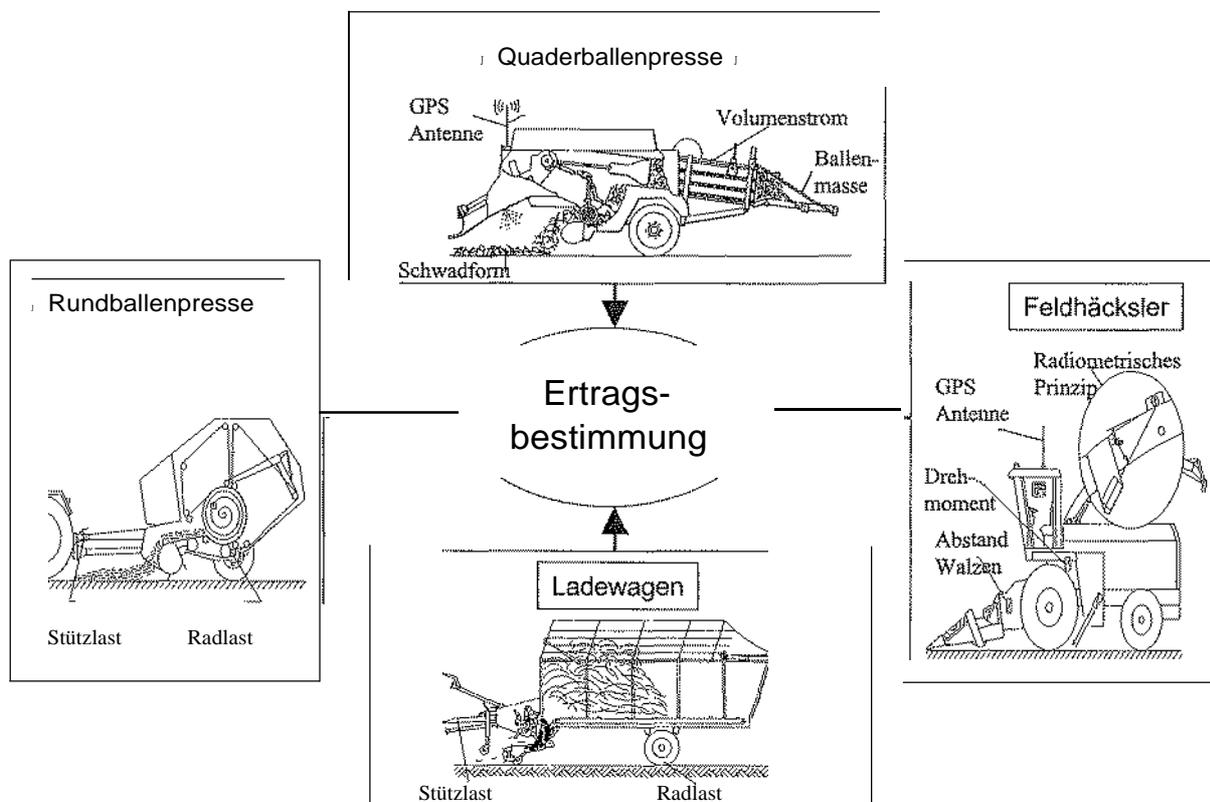


Abb. 6: Möglichkeiten der Ertragsbestimmung bei der Futterbergung

5. Organisatorische Perspektiven

Unter den strukturellen Bedingungen der Landwirtschaft in Bayern müssen die organisatorischen Maßnahmen noch stärker als bisher in den Vordergrund treten, um eine wirklich "überlebensfähige Landwirtschaft" zu schaffen und langfristig zu erhalten. Die heute überwiegenden Ansätze auf "Stützung und Erhaltung über Subventionen" sind dafür ungeeignet und sollten ihrer Zielsetzung entsprechend nur die wirklich langfristig wirkenden Maßnahmen unterstützen und begleiten.

5.1 Gewannebewirtschaftung

Mit der produktionsübergreifenden Nutzung der Informationstechnologie in der Außenwirtschaft eröffnen sich über die Gewannebewirtschaftung völlig neue, kurzfristig realisierbare Möglichkeiten im Hinblick auf eine "virtuelle Flurbereinigung" (Abb. 7).

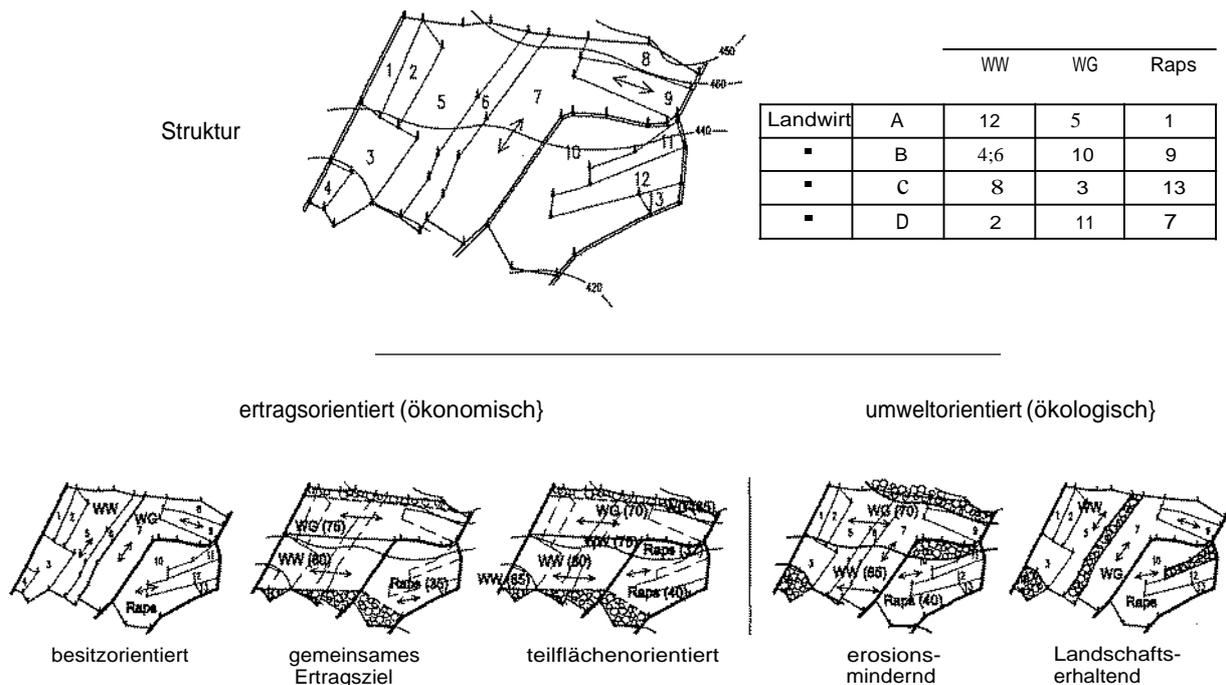


Abb. 7: Umsetzungsstrategien für die Gewannebewirtschaftung

Dabei bleibt der Besitz unangetastet und kann je nach Zielrichtung organisatorisch verstärkt in ökonomisch oder in ökologisch orientierte Maßnahmen eingebracht werden. Erste Untersuchungen bestätigen die Umsetzbarkeit mit zwei aufeinanderfolgenden Schritten.

In der ersten Phase wird die in den beteiligten Betrieben vorhandene "beste verfügbare Technik" genutzt. Die anzustrebenden Gewinngrößen bewegen sich zwischen 7 und 10 ha und sind demnach im strukturellen Effekt der traditionellen Flurbereinigung um den Faktor 2-3 überlegen. Über ein gemeinsames Ertragsziel mit einer besitzorientierten Applikation können mit geringem elektronischem Zusatzaufwand

- " der Vorbeet- und Randflächenanteil um etwa 15-25 %
- " der Arbeitsaufwand um etwa 20-30 %
- " die Kosten um etwa 100-400 DM/ha

gesenkt werden. Größere Lose gleicher Sorte und Qualität, günstigere Einkaufsbedingungen bei Saatgut, Dünger und Pflanzenschutz ermöglichen ökonomische Gewinne von 20.000 bis 30.000 DM/100 ha Bewirtschaftungsfläche.

In der zweiten Phase wird eine nochmalige Strukturveränderung angestrebt, sofern es die örtlichen Gegebenheiten zulassen. Gewinngrößen von 15 - 20 ha sind anzustreben und in Verbindung mit leistungsfähiger Technik zu bearbeiten. Dabei sind verstärkt die ökologischen Belange zu berücksichtigen, wobei:

- .. Stilllegungsflächen in landschaftsgestaltende Elemente umgewandelt
- " ökologische Gewinne für jeden beteiligten Landwirt definiert
- kommunale Forderungen im Hinblick auf den Tourismus berücksichtigt
- .. organisatorische Anforderungen der verarbeitenden Industrie (Zuckerfabriken, Gemüseverarbeitung, usw.) optimiert werden müssen.

Darüber hinausgehende Möglichkeiten mit vielen unterschiedlichen, regional typischen und an die Wirtschaftsweise angepasste Alternativen sind denkbar. Ihnen allen ist jedoch gemeinsam, dass über die Gewinnebewirtschaftung (besser der Nutzung intelligenter Technik in Verbindung mit GPS) kleinstrukturierte Gebiete und Regionen ihren Standortnachteil verlieren und dynamisch "sozial verträglich" neuen wirtschaftlichen und ökologischen Forderungen und Entwicklungen angepasst werden können.

5.2 Zeit- und Qualitätsbewertung anstelle von Flächenwerten

Voraussetzung für derartige Möglichkeiten ist allerdings die Abwendung von der bisherigen ausschließlich flächenbezogenen Bewertung der Schläge. Diese hemmt aufgrund der nicht berücksichtigten Größendegression vergrößerter Einheiten den erforderlichen Wandel und "belohnt die Beharrung auf der bestehenden Struktur".

- " Verpächter (und Bewirtschafter) verspüren keinen Zwang, sich an erforderlichen agrarstrukturellen Maßnahmen der ländlichen Entwicklung zu beteiligen.
- Kleinere Flurstücke werden mit "einnahmeträchtigen Früchten" bestellt und mit "Gewinn auf Kosten Anderer" überbetrieblich bearbeitet.
- .. Mögliche Bodenverdichtungen schwerer Erntemaschinen werden auf den relativ großen Flächenanteilen der Vorgewende am Gesamtschlag in Kauf genommen.
- " Der unvergleichbar große organisatorische Aufwand für die überbetriebliche Bearbeitung kleiner Flächen wird weder berücksichtigt noch belohnt.

Doch auch dabei darf nicht alleine "Schwarz/weiß-Denken" vorherrschen. Vielmehr sind Mischformen für Aufwand und Entlohnung anzustreben, bei welchen

- " Zeit
- " Fläche
- " Form
- Felderschließung
- und andere Faktoren

regional spezifisch betrachtet und bewertet werden.

5.3 Flottenmanagement

Mit dem verstärkten Übergang zur überbetrieblichen Arbeitserledigung reichen herkömmliche Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsinstrumente nicht mehr aus, weil zugleich mit der Aufgabe der alleinigen Eigenmechanisierung Kapazitätseinschränkungen vorgenommen werden. Planungen sind deshalb stärker denn je auf verfügbare, knappe Ressourcen aufzubauen.

Mit dem Flottenmanagement stehen heute schon leistungsfähige Werkzeuge zur Verfügung. Sie benötigen fahrzeugeigene Intelligenz, je nach Anforderungen unterschiedliche Kommunikationssysteme und eine Zentrale mit Leitstandfunktion. Über GPS steht innerhalb des Systems die eindeutige Ortsreferenz zur Verfügung. Unterschiedliche Ansätze ermöglichen:

- Die zentrale Planung mit Auftragserstellung und maschinenautarker Auftragsabwicklung; Auftragsabwicklungen werden nach Auftrags-, Schicht- oder Tagesende an die Zentrale gemeldet.
- Bei zentraler Planung und Auftragserstellung erfolgt zusätzlich die zentrale Überwachung ohne fahrerspezifisch erforderliche Aktionen. Dabei liegt ein Hauptaugenmerk auf der aktuellen Maschineneinstellung, um bei weniger geübten Fahrern Leistungsreserven auszuschöpfen und durch die vermeidbaren Fehleinstellungen eine hohe Arbeitsqualität sicher zu stellen.
- Die zentrale Planung wird zur zentralen Steuerung und Überwachung erweitert. Maschinenseitig sind größere Anforderungen an die Kommunikation zu erfüllen, zugleich kann die Zentrale problemlos auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren und den in der Grobplanung erstellten Arbeitsablauf situationsbezogen anpassen.
- Noch weitergehend wird die zuvor genannte Stufe, die Ferndiagnose und Ferneinstellung, integriert. Dies ermöglicht eine hohe Systemverfügbarkeit bei garantiert hoher Arbeitsqualität auch bei weniger spezialisierten Arbeitskräften als Saisonkräfte.
- Durch die Integration von Wetterprognosen und aktueller Daten aus den Wetterstationen kann die Ernteflotte, vor allem bei Gewittern mit regionaler Begrenzung, kurzfristig reagieren, z.B. durch die Verlagerung in niederschlagsfreie Gebiete oder bei sicheren Wetterprognosen auf Arbeitsschritte verzichten, wenn erforderliche Nachfolgearbeiten witterungsbedingt nicht mehr durchführbar sein werden.

5.4 ÜMV und "new providers"

Schließlich zeichnen sich organisatorisch für die Abwicklung der Produktionsverfahren im Pflanzenbau und bei der Futterernte neue Formen der Zusammenarbeit ab. Dabei wird der Lohnunternehmer eine höhere Bedeutung erlangen, weil er per Vertrag "geschlossene Produktionsverfahren mit Qualitätsgarantie" anbieten kann (Sonderformen mit gleicher Leistung in Maschinenringen sind danach ebenfalls als Lohnunternehmer zu bezeichnen).

Hinzu kommen zusätzliche "Anbieter (provider)" als Dienstleister für neue Herausforderungen. Insbesondere werden diese vielfältige Aufgaben in der Informationsverarbeitung und -aufbereitung übernehmen:

- Gewinnung von Bereitstellung von georeferenzierten Schlagumrissen aus Kataster, Luftbild und/oder GPS-Feldaufmaßung
- georeferenzierte Bodenbeprobung
- Ertragskartierungen und Ertragsanalysen im Verschnitt mit Bodendaten und Luftbildern
- Ableitung und Erstellung von Applikationskarten für Düngung und Pflanzenschutz
- standortbezogene Feldversuchsauswertung und Ableitung betrieblich optimierter Anbaustrategien.

Dabei werden neue Formen der Zusammenarbeit entstehen. Sie können direkt zwischen Landwirt und Dienstleister, zwischen einem Hauptdienstleister und zusätzlichen Dienstleistern, auf befristeter Zeitbasis oder stärker aufgabenbezogen ablaufen. Für die vielfältigen organisatorischen Verknüpfungen werden neue Datenwege und veränderte Informationsbereitstellungsformen entwickelt und genutzt werden.

6. Feldrobotik

Schließlich erlaubt intelligente Technik auch einen stufenförmigen Übergang zur Feldrobotik, ohne dabei sofort und ausschließlich von fahrerlosen Systemen zu sprechen. Vielmehr sind wiederum entwicklungsangepasste, aufeinanderfolgende Schritte zu betrachten:

- Automatisierung der Fahrzeuglenkung bei großen Arbeitsbreiten im Mähdrusch und bei Arbeiten innerhalb der pfluglosen Bestellsysteme.
- Automatisierung der Vorgewendeabläufe in Traktor-Gerätekombinationen zur Ablaufbeschleunigung, Vermeidung von Fehlbedienungen und exakter Arbeitsende- und Arbeitsanfangssteuerung.
- Übergang auf fahrerlose Fahrzeugtrabanten als Folgefahrzeuge für bemannte Führungsfahrzeuge auf Großflächen und damit nur ausnahmsweise in der bayerischen Landwirtschaft.
- Entwicklung von autonomen Feldrobotern mit der Möglichkeit, die immer noch vorhandene Vergrößerung der Maschinen zu überwinden und zu völlig neuen Fahrzeugkonzepten in der Feldbewirtschaftung zu kommen.

7. Schlussfolgerungen

Die Landwirtschaft in Bayern ist durch Kleinstruktur mit einem zunehmenden überbetrieblichen Maschineneinsatz geprägt. Verfügbare neue technische Entwicklungen scheitern häufig an einer nicht befriedigenden Wirtschaftlichkeit. Mit der nunmehr verfügbaren leistungsfähigen und zuverlässigen Informationstechnologie in der Landtechnik bieten sich jedoch auch für die Landwirtschaft in Bayern neue Perspektiven:

- Intelligente Technik in Traktor und Gerät optimiert den Einsatz, reduziert die Fahrerbelastung und erhöht die Effizienz bei reduziertem Treibstoffverbrauch und höherer Flächenleistung.
- Teilflächenbewirtschaftung ermöglicht eine "standortgerechte und nachhaltige Produktion". Sie eröffnet neue Möglichkeiten zur Verringerung des Aufwandes bei Düngung und Pflanzenschutz.
- Völlig neue Ansätze bieten sich in der Qualitätserfassung und Qualitätssicherung an. Verfahrensdokumentation, Herkunftssicherung, Behandlungs- und Lebenswegdokumentation können preiswert und zuverlässig bereitgestellt und umgesetzt werden.
- Über die "virtuelle Flurbereinigung" in Form der Gewannebewirtschaftung steht eine neue Möglichkeit für einen beschleunigten Strukturwandel ohne Eigentumsveränderung zur Verfügung. Unterschiedliche ökonomische und ökologische Belange sind einzubeziehen und können dynamisch den veränderten Anforderungen angepasst werden.
- Neue Formen der überbetrieblichen Zusammenarbeit werden möglich, wobei herkömmliche und neue Anbieter in Konkurrenz stehen werden. Flottenmanagementsysteme werden die Logistik verbessern und bis hin zur Feldrobotik Schlagkraft und Qualität für "Jedermann" bereitstellen und garantieren.

Allerdings erfordert all dies die Abkehr von der heute fast ausschließlichen Entgeltung überbetrieblicher Leistungen nach dem Flächenprinzip. Zeit, Qualität und andere Merkmale müssen als Wertzahlen die Voraussetzungen für eine leistungsgerechte, nachhaltige und umweltfreundliche Entlohnung schaffen.

8. Literatur

- AUERNHAMMER, H. (EDITOR): GPS in Agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, Amsterdam: Elsevier Publishers 1994, Vol. 11, No. 1, special issue (95 pages, ISSN 0168-1699)
- AUERNHAMMER, H.; FRISCH, J. (HRSG.): Mobile Agricultural BUS-System - LBS. Münster-Hiltrup: KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH 1993, Arbeitspapier 196 (ISBN 3-7843-1841-X, 199 S.)
- AUERNHAMMER, H.; DEMMEL, M.; MUHR, K; ROTTMEIER, J.; WILD, K.: Yield Measurements on Combine Harvesters. ASAE Wintermeeting Chicago, St. Joseph 1993, Pape No.931506
- AUERNHAMMER, H.: IT in der Landwirtschaft von morgen - Visionen und erwartete Realitäten. In: Berichte der Gesellschaft für Informatik in Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Referate der 21. GIL-Jahrestagung in Freising-Weihenstephan, Weihenstephan 2000, Band 13, S. 10-14
- AUERNHAMMER, H.: Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung Dürnast. Landtechnik 54 (1999), Nr. 4, S. 214-215
- AUERNHAMMER, H.: Precision Farming for the Site-Specific Fertilization. Zeitschrift für Agrarinformatik 7 (1999), H. 3, S. 58-67
- KORMANN, G.; AUERNHAMMER, H.: Moisture measurement on forage harvesting machines. Abstracts of AgEng Warwiek 2000: Agricultural Engineering into the Third Millenium. Silsoe: Silsoe Research Institute 2000, Part 1, pp 309-310
- NEUHAUSER, H.; WILD, K.; MITTERLEITNER, J. (1999): Standfestigkeit von Häcksel-trommelmessern, Landtechnik, Heft 5, 54.Jahrg. S. 294-295, Darmstadt
- SAUTER, J.; NEUHAUSER, H.; KIRCHMEIER, H. (2000): Automatische Gewichtsermittlung von Ballen mit Quaderballenpressen, Landtechnik Tagung 2000, 10.-11. Okt. 2000, Münster

Perspektiven der landtechnischen Entwicklung in Gartenbau und Sonderkulturen

Joachim Meyer

1. Einleitung

Zukünftig wird die Notwendigkeit der Optimierung gartenbaulicher Produktionssysteme (Gewächshaus, Freiland) unter dem Einfluss steigender Energiepreise und steigender Arbeitskosten bei einer verringerten Verfügbarkeit von Arbeitskräften innerhalb flexibler ökologischer Rahmenbedingungen weiter ansteigen. Für die Produktion im Gartenbau unter Glas bedeutet dies die möglichst weitgehende Ausnutzung bekannter Techniken zur Energieeinsparung und eine weitergehende Automatisierung der Arbeitsabläufe. Aus Gründen des Umweltschutzes ist darüber hinaus die Nutzung des Gewächshauses als "geschlossenes System" mit nur minimalem Austrag an Dünger und Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt anzustreben. Für die Produktion im Freiland erfordert das Erschließen ökologischer und ökonomischer Spielräume im Rahmen einer Weiterentwicklung der Integrierten Produktion in einem ersten Schritt einen vollständig geschlossenen Informationskreislauf in Kombination mit einer hochpräzisen Kulturtechnik. Auf dieser Basis kann und muss in einem zweiten Schritt auch hier eine weitgehende Automatisierung der Kulturmaßnahmen erfolgen. Nur so lassen sich die erarbeiteten ökologischen und ökonomischen Spielräume auch unabhängig von der Verfügbarkeit von Arbeitskräften sicher nutzen. Aufgrund der oftmals selektiven mehrfachen Ernte und der hohen Qualitätsanforderungen an das Einzelprodukt muss in gartenbaulichen Produktionssystemen die Einzelpflanze in den Mittelpunkt der Überlegungen gerückt werden. Daraus leiten sich sehr hohe Anforderungen an die Präzision der Kulturmaßnahmen ab.

2. Forschungs- und Entwicklungsperspektiven

Umfassende kulturtechnische, ökologische und ökonomische Optimierungen lassen sich nur erreichen, wenn die pflanzliche Produktion mehr als bisher als Gesamtsystem gesehen und entsprechend bearbeitet wird. Für die Forschung und Entwicklung ergeben sich für die Produktion in Gewächshäusern und im Freiland daraus Fragestellungen auf 3 Ebenen (Abb. 1).

Ebene 1: Vergleichende Bewertung von Produktionssystemen

Ebene 2: Optimierte Prozessführung innerhalb eines Produktionssystems

Ebene 3: Entwicklung angepasster Prozesstechnik (bauliche Einrichtungen, Maschinen, Geräte, Verfahren)

Während im Freilandanbau bis in die jüngere Vergangenheit hinein die Ebene 3 das Hauptforschungsgebiet war, hat man im Gartenbau unter Glas schon vor geraumer Zeit damit begonnen, beim Einsatz von Regelungscomputern die Ebene 2 in die aktuellen Einsatzentscheidungen einzubeziehen. Die Ebene 1 bleibt allerdings bislang auch hier eine aus der aktuellen Prozessführung abgesetzte Ebene.

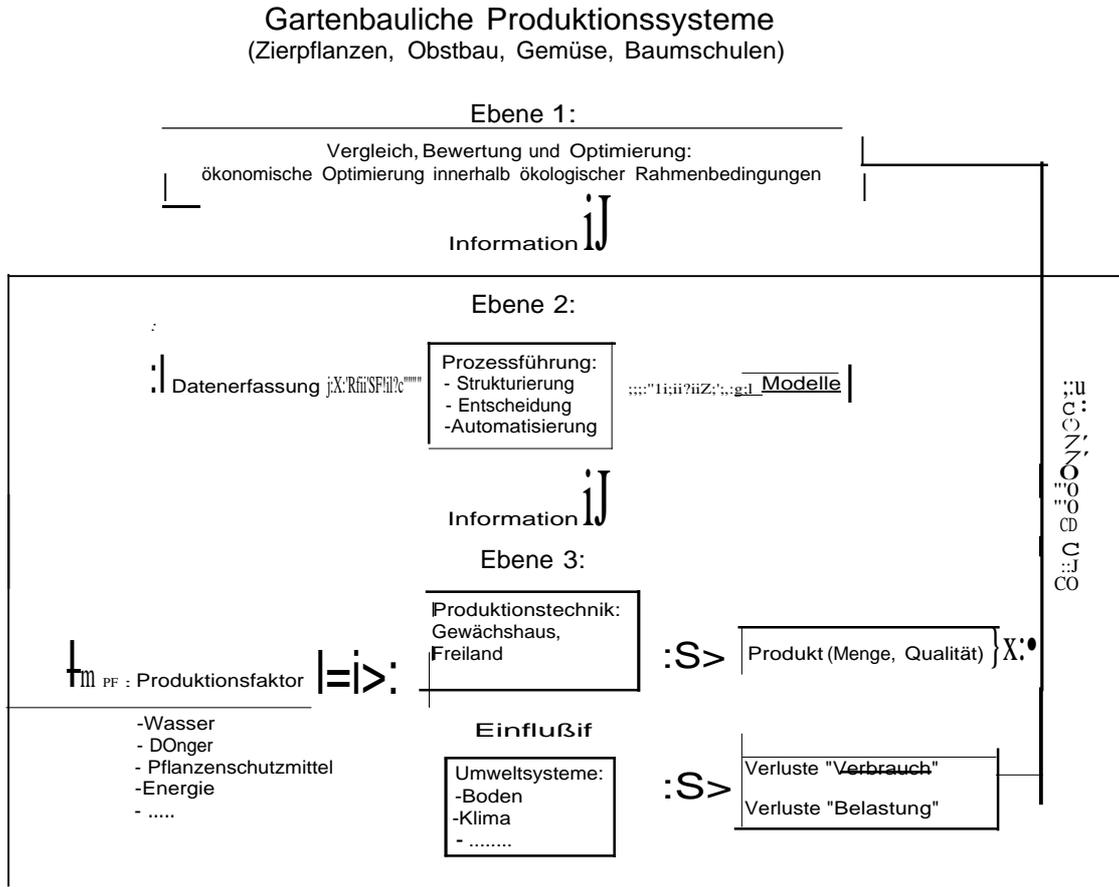


Abb. 1: Entscheidungs- und Forschungsebenen gartenbaulicher Produktionssysteme

2.1 Vergleichende Bewertung von Produktionssystemen (Ebene 1)

Grundsätzlich verfolgen alle an derartigen Analysen interessierte Forscher das Ziel, Produkte ökologisch zu bewerten und zu optimieren, das heißt in der Regel, durch weniger umweltbelastende Produkte zu ersetzen. Dies kann auch innerhalb der Verfahrenskette geschehen, zum Beispiel durch

- Auswahl von Produktionsmaterialien und Werkstoffen
- Auswahl von Verpackungsmaterialien
- Vergleich von Energieträgern oder Energiebedarf.

Für den Vergleich vollständiger Produktionssysteme bietet sich die Produktlinienanalyse an, in der eine spannende Aufgabe für die Zukunft gesehen werden muss. Im Allgemeinen erfordert dies zunächst

- die Definition gewünschter Zielgrößen und des Untersuchungsrahmens
- die Erstellung einer Sachbilanz
- die Erstellung einer Wirkungsbilanz
- die Bilanzbewertung mit unterschiedlichen Methoden.

Der wichtige Teil der Bilanzbewertung wird vornehmlich anhand der kritischen Belastung (abgegebene oder enthaltene Schadstoffe in Bezug auf Grenzwerte) oder auch in Bezug auf ökologische Knappheit (Energieverbrauch) erfolgen.

Für gartenbauliche Produktionssysteme folgt daraus im Einzelnen

- die Erfassung von Stoff- und Energieströmen für die Produktion gartenbaulicher Erzeugnisse (Zierpflanzen, Gemüse, Baumschule, Obst)
- die Bewertung der Umweltwirkung einzelner Komponenten der Produktionssysteme
- Systemtechnische Überprüfung und Optimierung gartenbaulicher Produktionssysteme unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Rahmenbedingungen.
- Dokumentation der ökologischen und ökonomischen Effizienz der Produktionssysteme und Auswahl geeigneter Kenngrößen für eine vergleichende Bewertung.

Die Übertragung auf die Praxis erfordert die Entwicklung eines geeigneten Qualitätsmanagementsystems zur Sicherstellung einer nach dem Stand der Technik minimalen Umweltwirkung (Qualitäts- und Umweltsicherungssystem).

Wesentliche Grundlagen und Bearbeitungsmöglichkeiten für eine derartige Bilanzierung wurden in den letzten Jahren mit der Fertigstellung des unter 2.2 dargestellten Prozessführungssystems geschaffen.

2.2 Prozessführung innerhalb eines Produktionssystems (Ebene 2)

Für die Untersuchungen zur Weiterentwicklung umweltschonender Kulturverfahren für den Freilandgartenbau wurde ein Versuchsgerät (Portalversuchsrahmen, PVR) konzipiert, bei dem die Kulturmaßnahmen Düngung, Bewässerung und Pflanzenschutz zum optimalen Zeitpunkt, streng bedarfs- (entzugs-) orientiert, auf den Pflanzenstandort bezogen und weitgehend automatisiert durchgeführt werden können. Unterschiedliche Prozessführungsstrategien können damit unter Freilandbedingungen vergleichend untersucht und optimiert werden. Im Folgenden werden die Versuchsanlage und erste Ergebnisse zur Ortung und Navigation vorgestellt.

2.2.1 Der Portalversuchsrahmen (PVR)

Der Portalversuchsrahmen (PVR) besteht aus einem 46 m breiten Grundrahmen eines Linearregners mit einer Zusatzausrüstung aus Prozessrechner, Klimadatenerfassung, Standortermittlung und einem frei positionierbaren Spritzbalken zur Ausbringung von Wasser, Dünger und Pflanzenschutzmitteln (Abb.2).

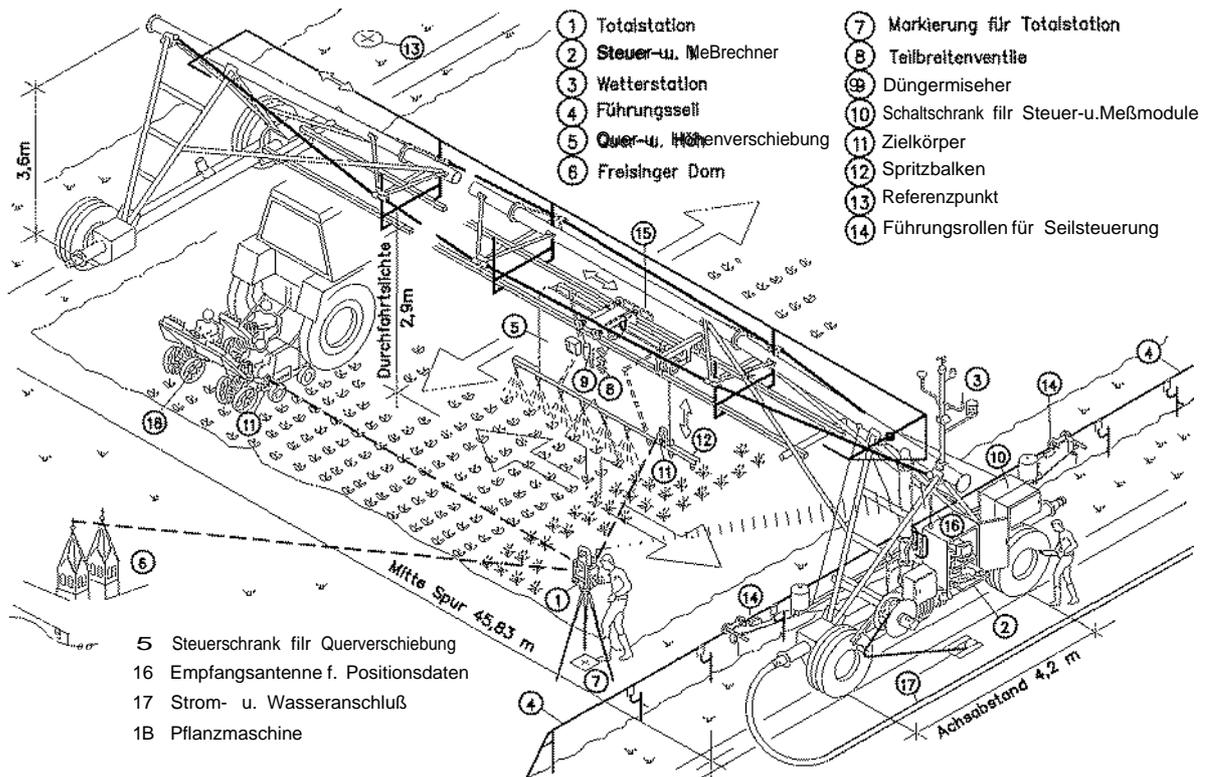


Abb. 2: Portalversuchsrahmen mit Zusatzausrüstung

Es werden die Klimagrößen Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte und Niederschlag erfasst. Über eine Busschnittstelle erfolgt die Klimadatenerfassung, die Ansteuerung der Fahrtriebe sowie der Magnetventile für Bewässerung, Düngung und Pflanzenschutz. Zur Positionierung der Arbeitsgeräte auf dem Feld ist in den PVR eine Querverschiebung eingebaut, die einen in der Höhe verstellbaren Spritzbalken zwischen den Fahrtürmen verschieben kann. Um auch kleine Flächen gezielt behandeln zu können, wurde der Spritzbalken mit drei Teilbreiten von jeweils 1,5 m Breite ausgerüstet.

2.2.2 Das Ortungssystem

Die exakte Positionsbestimmung von Pflanzen und Pflanzenreihen sowie die genaue Positionierung der Arbeitsgeräte im Betrieb ist eine entscheidende Voraussetzung für die automatische Durchführung der Kulturmaßnahmen. Ortung und Navigation müssen deshalb mit einer Genauigkeit im Zentimeterbereich erfolgen. Als Ortungsgerät dient ein Geodimeter, das die dreidimensionale Position (x,y,z) eines Zielkörpers durch automa-

tisches Anzielen eines aktiven Zielprismas und die Bestimmung des Höhen- und Horizontalwinkels sowie der Entfernung zu ihm ermittelt. Die Entfernungsmessung erfolgt elektrooptisch nach dem Phasenvergleichsverfahren. Das Gerät bietet verschiedene Messmodi mit unterschiedlicher Genauigkeit an. Für die Zielverfolgung und damit für die automatische Positionserfassung ist jedoch nur der Trackingmodus mit einer Messzeit von einer halben Sekunde und einer Auflösung von 1 cm verfügbar. Als Voraussetzung für die Entwicklung des Steuerungsprogramms für den PVR wurde zunächst die Leistungsfähigkeit des Ortungssystems untersucht. Hierzu wurde der für den Betrieb des PVR notwendige Trackingmodus in seiner Genauigkeit mit den anderen hochgenauen Messmodi verglichen, um hierbei den Fehler durch die kürzere und veränderte Messzeit zu ermitteln. Diese Überprüfung wurde an markierten Punkten innerhalb des Feldes als Wiederholungsmessungen durchgeführt (Abb. 3).

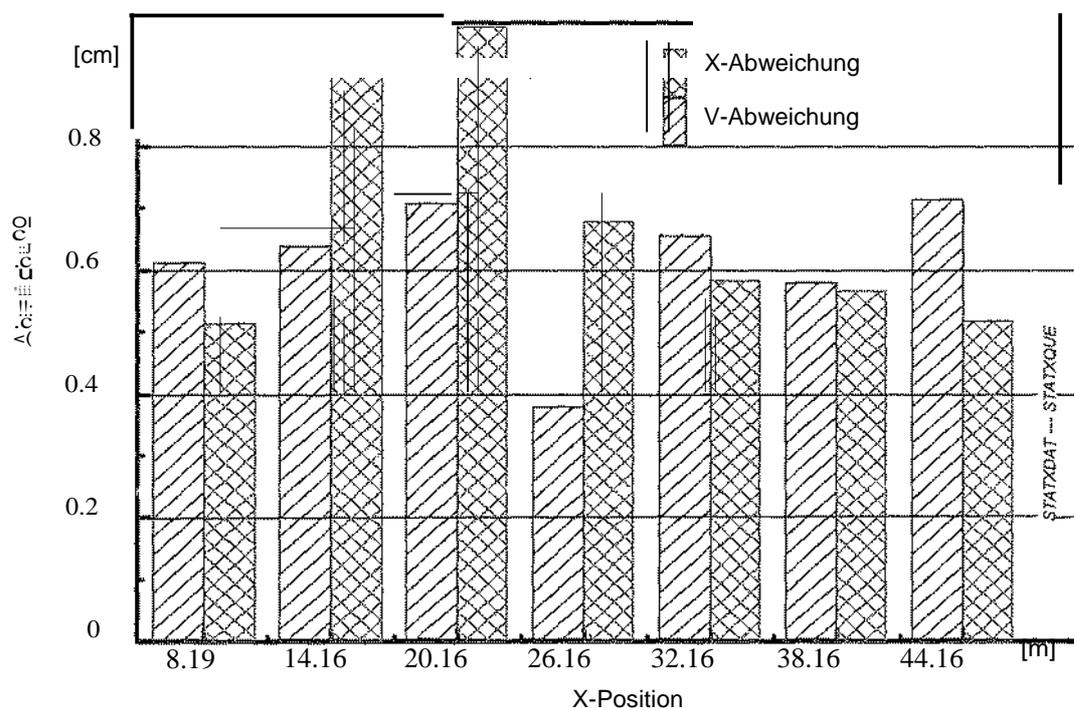


Abb. 3: Mittlere Abweichung der Trackingmessung von der Messung im Standardmodus

Die Mittel der Abweichungen bleiben in der Regel bei etwa 6 mm. Im statischen Betrieb werden mit allen Messmodi (also auch mit dem Trackingmodus) die erforderlichen Messgenauigkeiten im Bereich von 1 cm erreicht. Für die Steuerung des PVR ist besonders die Messgenauigkeit sich bewogender Objekte und die zeitliche Komponente des Messverhaltens von großer Bedeutung. Es kommt durch die Messzeit, die Datenübertragung und die Berechnung zu einem Zeitnachlauf der Messwertausgabe. Dieser liegt bei den x- Koordinaten, die durch die Entfernungsmessung ermittelt wurden, bei ca. 1,6 s und bei den y -Koordinaten, die entsprechend durch die Winkelmessung ermittelt wurden, bei etwa 1,4 s. Für die Steuerung des PVR muss der Zeitnachlauf berücksicht-

sichtigt werden, denn trotz der geringen Geschwindigkeit legt der PVR in 1,5 s eine Strecke von 6 cm zurück. Dies liegt deutlich über der angestrebten Genauigkeit von 1 cm. Daher wurde die Positionsermittlung durch einen entsprechenden Zuschlag auf den Messwert verbessert. Das Steuerungsmodul der Prozessführung benötigt zur Steuerung Informationen über die einzelnen Positionen der Pflanzen oder Pflanzenreihen. Die Daten wurden ermittelt, indem an einer Pflanzmaschine das Zielprisma angebracht wurde, und der Fahrweg während der Pflanzung gemessen wurde. Die Daten werden dann automatisch in Dateien für die einzelnen Reihen zerlegt und stehen für Steuerungsaufgaben zur Verfügung. In der folgenden Abbildung (Abb. 4) sind die Abweichungen der Positionsdaten einer solchen gesteuerten Fahrt beispielhaft dargestellt.

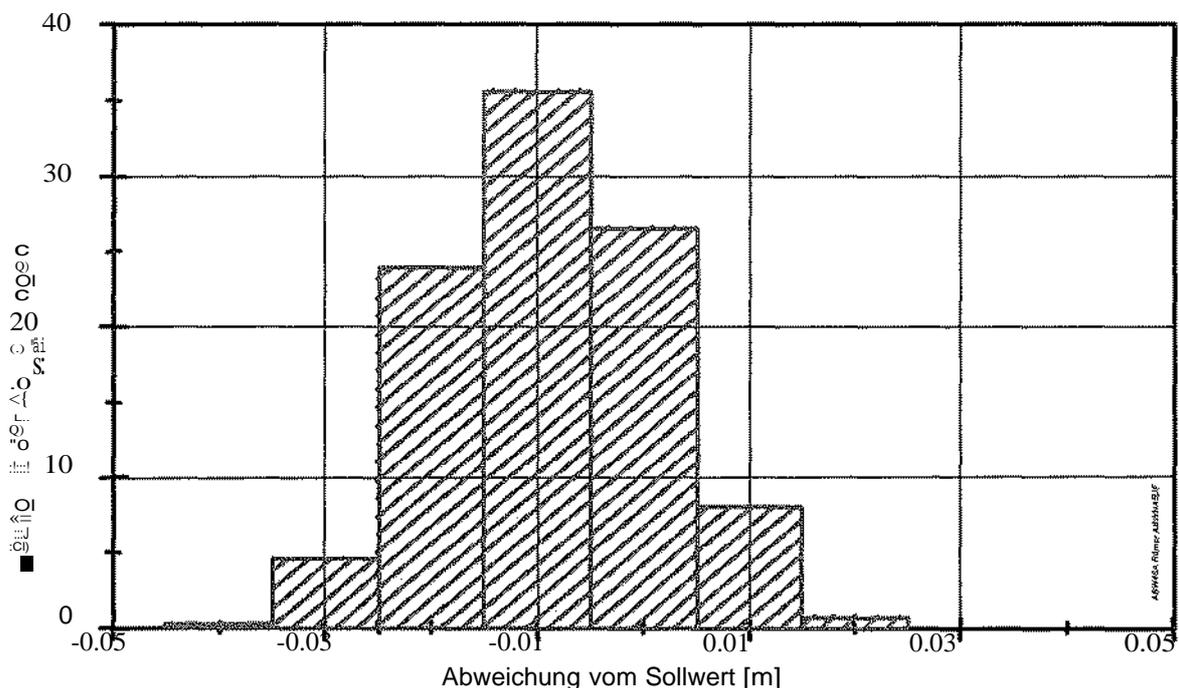


Abb. 4: Verteilung der Abweichung während einer gesteuerten Fahrt des PVR entlang einer vorgegebenen Reihe

Die Abweichungen sind im Mittel um etwa 1 cm Richtung Süden (-1 cm) verschoben und haben eine Gesamtspannweite von 6 cm. Die Standardabweichung liegt bei 1,1 cm. Die angestrebte Navigationsgenauigkeit von 1 cm wird mit dem PVR nahezu erreicht und das Steuerungsmodul ist für die exakte Durchführung der Kulturmaßnahmen geeignet. Die Arbeiten werden zur Zeit mit der Programmierung benutzerfreundlicher Bedieneroberflächen weitergeführt. Darauf folgend werden Untersuchungen zur vergleichenden Bewertung von Prozessführungsstrategien begonnen.

2.3 Entwicklung angepasster Prozesstechnik (bauliche Einrichtungen, Maschinen, Geräte, Verfahren), Ebene 3

Die Schwerpunkte der Arbeiten zur Entwicklung einer angepassten Prozesstechnik liegen derzeit in

- der Anpassung und Automatisierung der Applikationseinrichtungen des PVR für Wasser, Dünger und Pflanzenschutzmittel
- der Entwicklung und Überprüfung von ökonomisch und ökologisch optimierten Geräten zur physikalischen Unkrautregulierung (Trennhacke, Streifenabflammgerät)
- der Entwicklung und Überprüfung eines adaptiven Regelkreises für eine automatische Geräteführung
- Untersuchungen zur aktiven Seitensteuerung (Reihenführung) von Anbaugeräten.

Die Arbeiten zur Optimierung der physikalischen Verfahren der Unkrautregulierung sind weit fortgeschritten, deshalb wird im Folgenden darauf besonders eingegangen.

2.3.1 Mechanische Verfahren der Unkrautregulierung

Die mechanischen Verfahren der Unkrautregulierung haben in den letzten Jahren insbesondere im Gemüsebau und in den Baumschulen an Bedeutung gewonnen. Das gilt sowohl für den ökologischen Anbau, der durch seine Anbaurichtlinien hierzu verpflichtet ist, als auch für den integrierten Anbau, der durch den Rückgang der Zahl der zur Verfügung stehenden (chemischen) Mittel und seine eigenen Richtlinien zu einem verstärkten Einsatz physikalischer Verfahren zur Unkrautregulierung gedrängt wird. Die ökonomischen Rahmenbedingungen hierfür werden einerseits durch die Höhe der Fixkosten und andererseits durch die variablen Kosten bestimmt. Nach einer Investition kann die Kostenbelastung durch Fixkosten für das Gerät nur dadurch gemindert werden, dass möglichst große Einsatzflächen im Jahresablauf bearbeitet werden. Die variablen Kosten werden im Wesentlichen durch den Energie- und den Arbeitszeitaufwand bestimmt. Die technischen Rahmenbedingungen werden durch die Vielzahl der Einflussfaktoren auf die Geräteauswahl und den Bekämpfungserfolg dominiert. Für die sachgerechte Geräteauswahl ist die Kenntnis der technischen Einsatzparameter der auszuwählenden Geräte (z.B. Arbeitsgeschwindigkeitsgrenzen, Witterungsgrenzen, Wirkungsprinzipien) erforderlich, andererseits müssen aber auch die pflanzenbaulichen Gegebenheiten wie z.B. Reihenabstände berücksichtigt werden. Die Arbeitsqualität der mechanisch arbeitenden Geräte zur Unkrautregulierung ist von Einsatzbedingungen wie Bodenart und -feuchte, Arbeitsgeschwindigkeit, Unkrautart und Unkrautgröße sowie der Bearbeitungstiefe stark abhängig. Das Ziel der Geräteentwicklung an der Landtechnik Weihenstephan war daher ein Geräte- und Verfahrenskonzept, bei dem die genannten Probleme durch eine Aufweitung der Einsatzgrenzen vermindert werden.

Als Arbeitsprinzip für die Neuentwicklung (Weihenstephaner Trennhacke) wurde eine Kombination von gezogenen und angetriebenen Werkzeugen eingesetzt (Abb. 5). Flach

durch den Boden gezogene Gänsefußschare sollen die Unkrautpflanzen entwurzeln, große Wurzeln abschneiden und die bearbeitete Erde lockern und aufwerfen. Die angetriebenen rotierenden Werkzeuge wurden so über den Gänsefußscharen angeordnet, dass sie (nur) in die aufgeworfene Erde mit den darin vorhandenen Unkrautpflanzen eingreifen und Erde sowie Unkrautpflanzen nach hinten werfen. Dabei werden die Wurzeln der Unkrautpflanzen enterdet. Da nur wenig Erde intensiv bearbeitet wird, kann erwartet werden, dass die Bodenstruktur insgesamt weniger beeinträchtigt wird als bei der Reihenhackbürste oder der Reihenfräse. Gleichzeitig kommen die Unkrautpflanzen auf der Beetoberfläche zu liegen und können so leichter austrocknen. Durch einen stufenlosen Antrieb kann unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit und der Motordrehzahl des Schleppers die notwendige Intensität der Bearbeitung an die Art und Größe der Unkrautpflanzen und an die Art und Feuchte des Bodens angepasst werden.

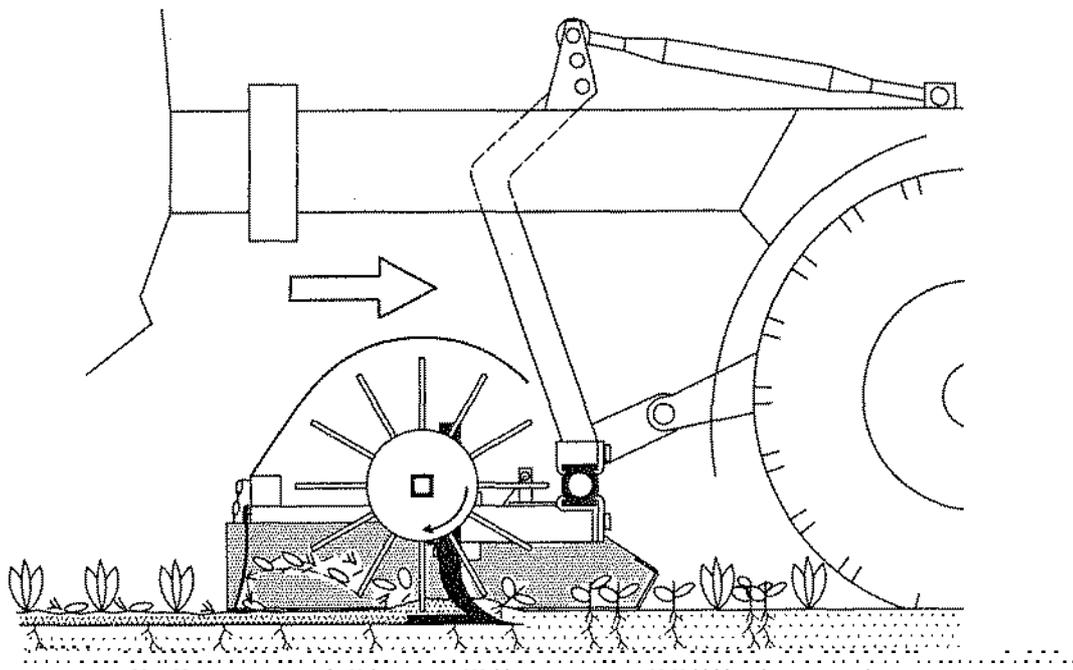


Abb. 5: Weihenstephaner Trennhacke im Zwischenfruchtanbau-Detailübersicht und Funktion

Die Überprüfung der Trennhacke in Bezug auf den Regulierungserfolg und die Einsatzgrenzen wurde in praktischen Versuchen durchgeführt. Es konnte dabei eindrucksvoll bestätigt werden, dass die Einsatzgrenzen des Gerätes im Prinzip nur durch die Befahrbarkeit des Bodens definiert werden. Auch bei hohen Bodenfeuchten wird ein Wiederanwachsen des Unkrautes weitestgehend vermieden, insgesamt werden weitaus bessere und vor allem sicherere Regulierungserfolge erreicht, als beispielsweise mit der normalen Scharhacke (Abb. 6).

Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen Hackgeräte mit weiten Einsatzgrenzen pflanzenbaulich wie ökonomisch vorteilhaft erscheinen. Eine maximale Ausnutzung der

Fähigkeiten des Gerätes macht es aber erforderlich, die Einsatzstrategien gründlich zu überdenken. Es kann vergleichsweise lange mit einem Einsatz gewartet werden, da auch größere Unkräuter sicher bekämpft werden können. Dadurch müssen weniger häufige Einsätze gefahren werden und ein Gerät ist insgesamt für eine größere Fläche ausreichend. Weiterhin ist das Gerät mit einem geringeren Einsatzrisiko behaftet als Geräte mit engen, witterungsabhängigen Einsatzgrenzen. Bedarf besteht in der Weiterentwicklung des Gerätes für größere Arbeitsbreiten und für den Einsatz im Front- oder Heckanbau. Hierzu werden derzeit erste Prototypen erprobt. Notwendig bleiben weiterhin Fortschritte zur Unkrautregulierung in der Pflanzenreihe.

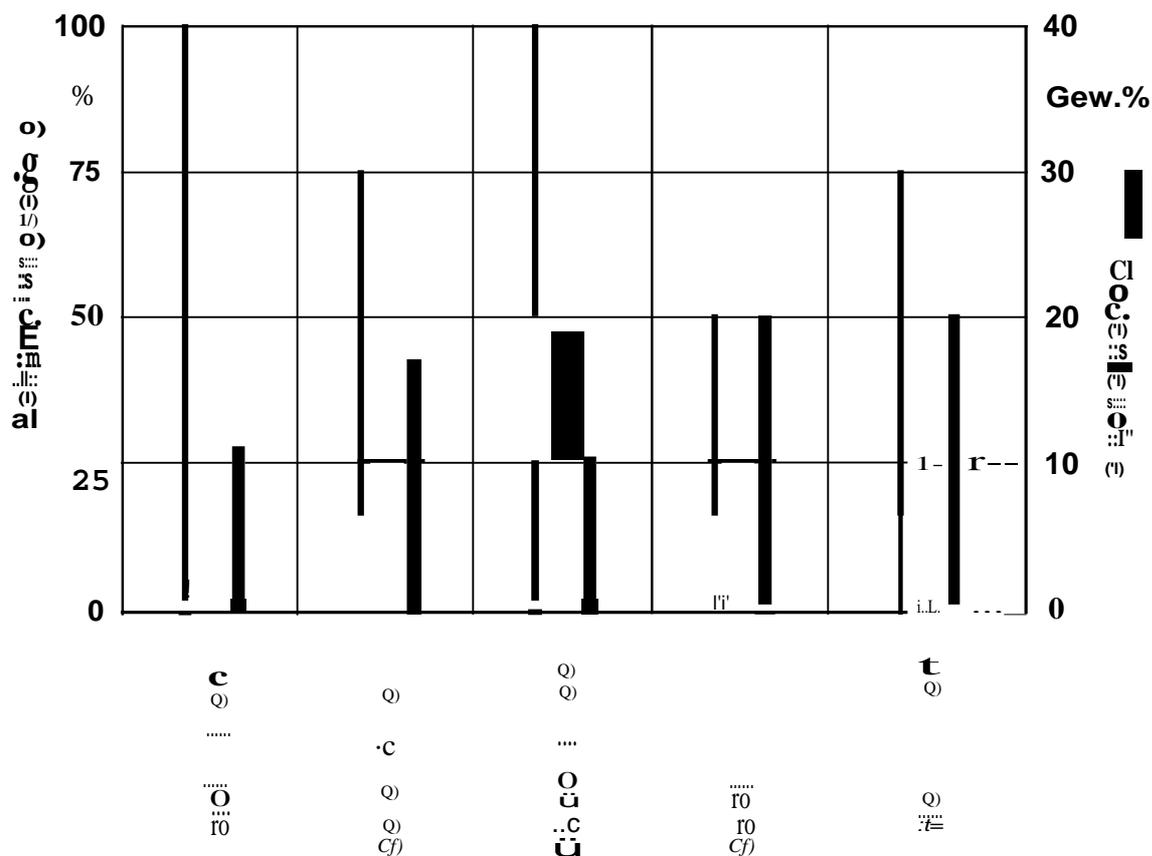


Abb. 6: Arbeitsergebnis der Trennhacke bei unterschiedlichen Einsatzterminen und Bodenfeuchten

2.3.2 Thermische Verfahren der Unkrautregulierung

Im ökologischen Anbau gibt es darüber hinaus eine erhebliche Bedeutung der **thermischen Unkrautregulierung**. Die Verfahren der thermischen Unkrautregulierung werden als erste direkte Bekämpfungsmaßnahme zur Unkrautregulierung bei langsam keimenden Säukulturen im Voraufbau und bei entsprechender Eignung der Kultur als zweite Bekämpfungsmaßnahme (Zwiebeln, Mais) im Nachaufbau eingesetzt. Der Einsatz der Geräte ist mit hohen Verfahrenskosten verbunden. Offene oder nur unzureichend abgedeckte Brenner zwingen zu langsamen Arbeitsgeschwindigkeiten. Die Gesamtkosten

setzen sich aus den Fixkosten für das Gerät (Anschaffung, Zins und Reparatur) und den variablen Kosten durch die Nutzung des Gerätes (Flüssiggas, Arbeitszeit, Schlepper) zusammen. Durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit werden die Kosten für die Arbeitszeit und den Schleppereinsatz verringert. Die Energiekosten lassen sich durch einen besseren Wirkungsgrad der Verfahren und durch billigere Energieträger vermindern.

Ausgangslage und Vergleichsgerät Für das Vergleichsgerät wird von einem bisher praxisüblichen System mit offenen Brennern ausgegangen. Es erfolgt eine flächige Behandlung der Beetoberfläche (Abb. 7). Die Fahrspuren werden nicht behandelt. Die Fahrgeschwindigkeit zur Erreichung eines ausreichenden Bekämpfungserfolges ist bei diesem Gerätekonzept auf 2 km/h (bei hohen Brennerleistungen etwas mehr) begrenzt. Der Brenner ist in Fahrtrichtung gerichtet.

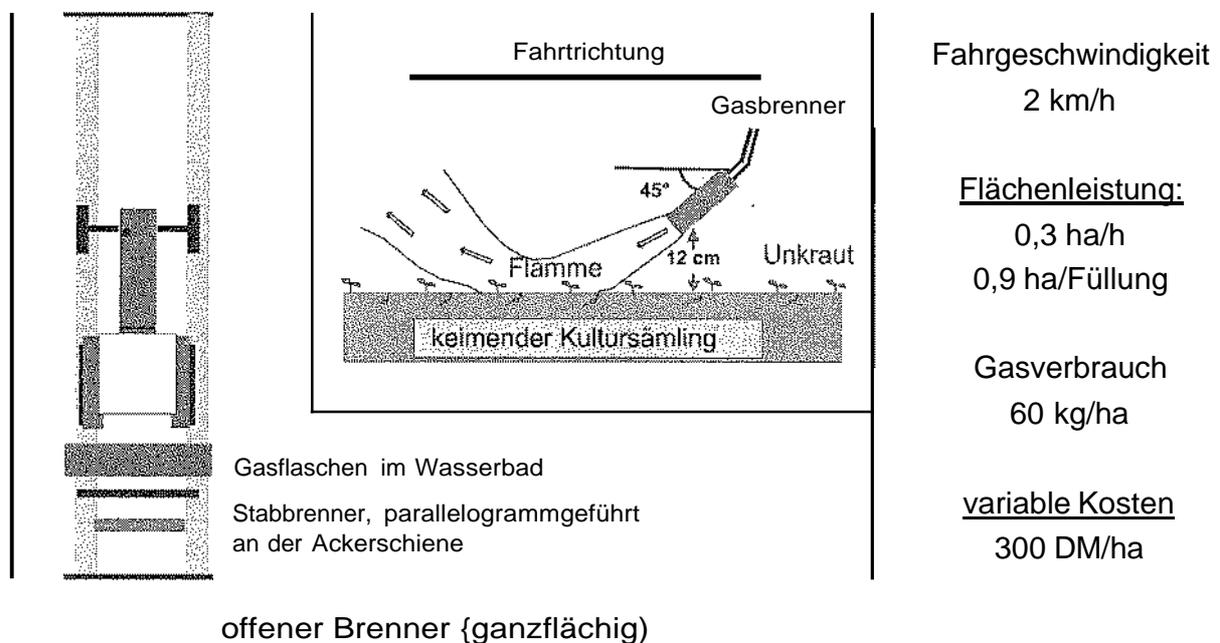
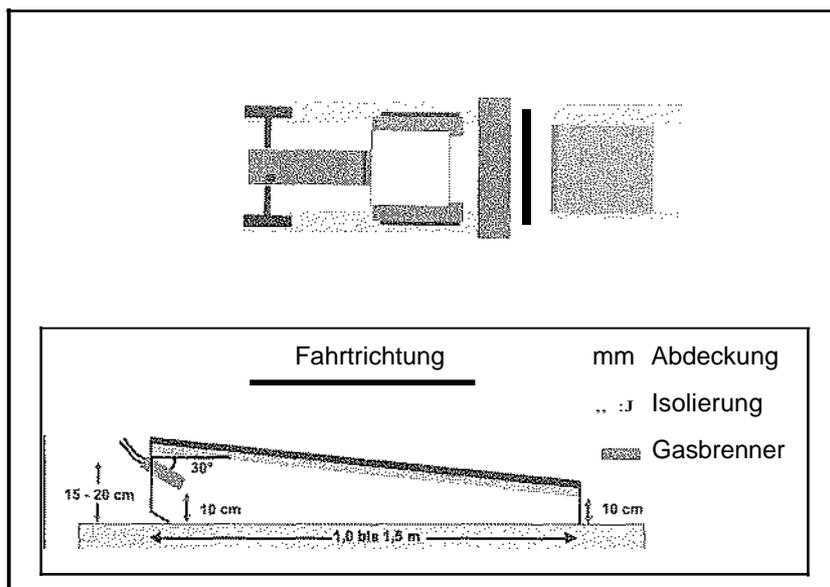


Abb. 7: Ablammgerät mit offenem Brenner und ganzflächiger Bearbeitung

1. Stufe der Optimierung: Der Flammenaustritt erfolgt im Gegensatz zum bisherigen Gerätekonzept gegen die Fahrtrichtung (Abb. 8). Durch den Einsatz einer flachen und langen Abdeckung werden die heißen Verbrennungsabgase deutlich länger im Bereich der Unkrautpflanzen geführt. Die notwendige Behandlungsdauer kann somit auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten sichergestellt werden.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bei den bisher eingesetzten offenen Gasbrennern durch die Abdeckung und die Umkehr der Flammenaustrittsrichtung in etwa eine Verdoppelung der Fahrgeschwindigkeit und eine Halbierung des flächenbezogenen Gaseinsatzes erreicht werden kann.



Fahrgeschwindigkeit:
4 km/h

Flächenleistung:
0,6 ha/h
1,8 ha/Füllung

Gasverbrauch:
30 kg/ha

variable Kosten:
150 DM/ha

abgedeckter Brenner (ganzflächig)

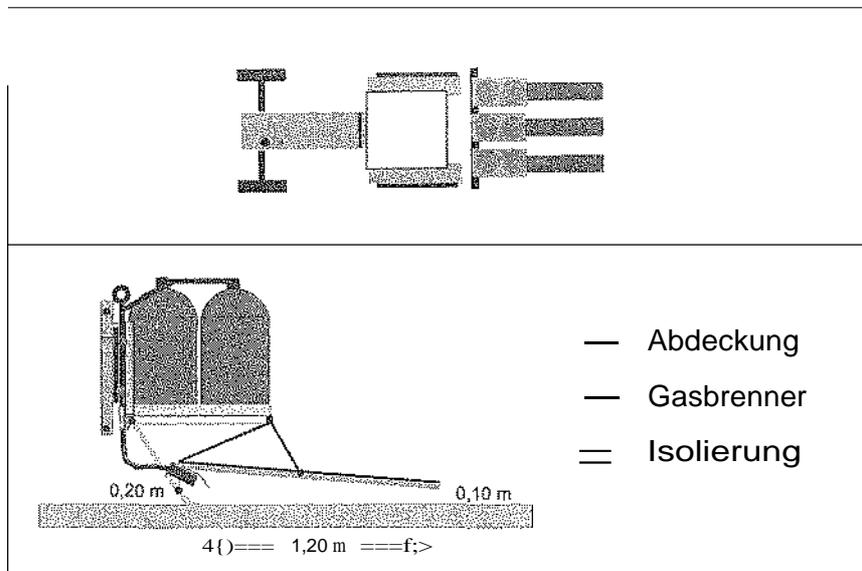
Abb. 8: Abgedeckte Brenner sind die erste Optimierungsstufe

2. Stufe der Optimierung: Durch die Begrenzung der Behandlung auf den Sästreifen kann bei unveränderter Brennerleistung eine weitere Verringerung des flächenbezogenen Gaseinsatzes erreicht werden. Die Unkrautregulierung zwischen den Reihen kann zu einem deutlich späteren Zeitpunkt erfolgen. Bei gleichbleibender Reichweite einer Gasfüllung kann eine kleinere und kostengünstigere Gasversorgungseinheit eingesetzt werden. Damit ist dieses Gerätekonzept trotz teurer Streifenabdeckung kostengünstig zu realisieren (Abb. 9).

3. Stufe der Optimierung: Durch den Einsatz von Geräten mit größeren Arbeitsbreiten wird die Schlagkraft deutlich erhöht. Dies ermöglicht eine bessere Auslastung der Geräte in den kulturtechnisch und witterungsbedingt vorgegebenen Behandlungszeiträumen und schafft die Grundlage für eine flexiblere Einsatzplanung.

Die Geräteverbesserungen führen durchwegs zu geringeren variablen Kosten. Ausgehend vom Gerätekonzept mit offenen Brennern reduzieren sich diese für den flächig abgedeckten Gasbrenner um ca. 50%, für das Gerätekonzept mit 3-reihiger Streifenabdeckung um ca. 66 %. Durch höhere mögliche Fahrgeschwindigkeiten erhöht sich die Schlagkraft für den flächig abgedeckten Gasbrenner um 100 %.

Sowohl für die Reduzierung der variablen Kosten, als auch für die Erhöhung der Schlagkraft zeigen sich enorme Spielräume. Die Gerätekonzepte mit den Streifenabdeckungen erweisen sich für unterschiedliche jährliche Einsatzflächen als kostengünstigstes Gerätekonzept. Der modulare Aufbau erlaubt große Arbeitsbreiten und eine problemlose Anpassung an unterschiedliche Reihenweiten.



Fahrgeschwindigkeit:
4 km/h

Flächenleistung:

0,6 ha/h
4,4 ha/Füllung

Gasverbrauch:
15 kg/ha

variable Kosten:
105 DM/ha

abgedeckter Brenner (Streifenabdeckung)

Abb. 9: Streifenabflammgeräte sind die zweite Optimierungsstufe

3. Zusammenfassung

Die dargestellten Beispiele zeigen einen beträchtlichen Spielraum für Verbesserungen der Gerätetechnik und der Anbauverfahren. Es wird auf der einen Seite eine weitergehende Automatisierung und Mechanisierung in allen Kulturarbeiten geben, auf der anderen Seite ist es zu erwarten, dass rechnergestützte Verfahren zur Entscheidungstindung den Anbauer entlasten und helfen, Umweltschutz und Kulturerfolg in gegenseitiger Abstimmung zu optimieren.

4. Literatur

- BERTRAM, A.: Geräte- und verfahrenstechnische Optimierung der thermischen Unkrautregulierung. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (MEG) 284, Hrsg.: Institut für Landtechnik der TU-München, Germany, 1996.
- BERTRAM, A.; MEYER, J.: Strategies for optimizing weed control in organic and integrated farming. In: Proceedings of AgEng Oslo 98, S. 761 – 762.
- MEYER, J.; WEBER, H.: Technische Voraussetzungen für die Durchführung einer berührungslosen, automatischen Geräteführung. In: Innovative Verfahren der Unkrautregulierung, KTBL Arbeitspapier 236, 1996, S. 71 - 75.
- MEYER, J.; WEBER, H.: Die Weihenstephaner Trennhacke-ein neuartiges Gerät zur mechanischen Unkrautregulierung in Beetkulturen. In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft 16, 1998, S. 595- 602.
- MEYER, J., BERTRAM, A.: Möglichkeiten zur Kostenreduktion bei der thermischen Unkrautbekämpfung. In:- Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft 16, 1998, S. 309-316.
- RÖMER, H.P.; MEYER, J.: Single plant orientated process control in outdoor cropping. In: Proceedings of the IFAC workshop on mathematical and control applications in agriculture and horticulture, Hannover (Germany), Hrsg.: Elsevier Science Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX51GB, UK. 199 - 202 (Preprints).
- WEBER, H.: Geräte- und verfahrenstechnische Optimierung der mechanischen Unkrautregulierung. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (MEG) 315, Hrsg.: Institut für Landtechnik der Technischen Universität München, Germany, 1997.

Perspektiven der Verfahrenstechnik in der Tierhaltung

Georg Wendl, Bernhard Haidn, Leonhard Rittel und Hans Schön

1. Einleitung

Die Tierhaltung ist die Existenzgrundlage für die bayerische Landwirtschaft. In 80 % aller landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern wurden im Jahr 1999 Rinder und Schweine gehalten. Damit erbringt die Tierhaltung 72 % des gesamten Produktionswertes der bayerischen Landwirtschaft. Milch stellt mit 36 % des Produktionswertes das wichtigste Produkt dar, gefolgt von Rind- und Schweinefleisch mit 17 bzw. 15 %. Bayern hat zwar im Vergleich zu den anderen deutschen Bundesländern einen großen Anteil an der gesamten tierischen Erzeugung in Deutschland - 32 % aller deutschen Milchkühe und knapp 15% der Schweine werden in bayerischen Beständen gehalten - aber die bayerische Tierhaltung ist durch vergleichsweise kleine Bestandesgrößen gekennzeichnet [1].

Unter den gegebenen ökonomischen Rahmenbedingungen erfordert eine wettbewerbsfähige Landwirtschaft im Haupterwerb größere Betriebsstrukturen. Die aus betriebswirtschaftlicher Sicht anzustrebende Bestandesgröße in der Tierhaltung wird jedoch in Bayern z. Z. in nur wenigen Betrieben erreicht (Tab. 1). Nur etwa 12% aller Milchkühe werden in anzustrebenden Beständen mit mehr als 50 Kühen gehalten und nur rund 8 % aller Mastschweine stehen in konkurrenzfähigen Beständen mit mehr als 1.000 Mastplätzen [1, 2]. Im Vergleich dazu ist die Struktur in der Zuchtsauhaltung besser. Immerhin werden schon ein Drittel der Zuchtsauen in Beständen mit über 100 Tieren gehalten. Die nationalen und internationalen Wettbewerber haben jedoch weitgehend bessere Strukturvoraussetzungen. In Schleswig-Holstein liegt beispielsweise der Durchschnitt der Milchkuhherden bei 50 Kühen, in Bayern nur bei 22 Kühen [3]. Im Vergleich dazu wird in den Niederlanden angestrebt, mit einer

Tab. 1: Zielgrößen für Familienbetriebe ohne Lohnarbeitskräfte bei Erweiterungsinvestitionen und bei Spezialisierung auf einen Viehhaltungszweig nach GRILL, 1999 [2] im Vergleich zur Ist-Situation in Bayern [1]

Tierart	Zielgrößen		Ist-Situation	
	Bestandesgröße [Stück]	Jahresproduktion [kg bzw. Stück]	Bestandesgröße [Stück]	Anteil Tiere am Gesamtbestand[%]
Milchkühe	60-80	400.000- 500.000	>50	11,8
Mastbullen	250-300	200	> 100	15,1
Zuchtsauen	160	3.500 - 3.800	> 100	33,8
Mastschweine	1.200	3.000	> 1000	8,0

Arbeitskraft und einer Milchviehherde von 70 bis 75 Milchkühen 800.000 kg Milch pro Jahr zu produzieren [4]. Aus dieser Gegenüberstellung wird deutlich, dass die bayerische Tierhaltung noch einen großen Strukturwandel hin zu größeren Beständen nachzuvollziehen hat.

Ausgehend von den in Zukunft ökonomisch erforderlichen Bestandesgrößen hat die Verfahrenstechnik in der Tierhaltung die Aufgabe, für eine nachhaltige Produktion in diesen Bestandesgrößen geeignete Haltungsverfahren zu entwickeln und zu erproben. Für diese Aufgabenstellung muss die Verfahrenstechnik effiziente Produktionstechniken anbieten, die folgende Anforderungen erfüllen:

- Senkung der Stückkosten,
- Erhöhung der Produktqualität,
- Erfüllung der steigenden Anforderungen der Gesellschaft an den Tier- und Umweltschutz und
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen für den Landwirt.

Unter diesen Gesichtspunkten werden nachfolgend wesentliche landtechnische Entwicklungstendenzen für die Verfahrenstechnik in der Milchvieh- und Schweinehaltung dargestellt.

2. Precision livestock Farming als Strategie

Precision Agriculture steht zur Zeit in Wissenschaft, Industrie, Beratung und Praxis im Mittelpunkt des Interesses. Darunter wird verstanden, Pflanzen-, Tier-, Prozess- und Umweltdaten exakt und differenziert zu erfassen und danach den Produktionsprozess gezielt zu steuern, zu regeln und zu überwachen. Ziel ist es, die Betriebsmittel nach dem Bedarf oder der erzielbaren Leistung einer bestimmten Ackerfläche, eines Einzeltieres oder einer Tiergruppe auszurichten und dabei negative Umweltauswirkungen möglichst gering zu halten. Dazu ist die Anwendung moderner Mikroelektronik und Informationstechnologien notwendig, um in Regelkreisen die Produktionsmittel intelligenter und effizienter einsetzen zu können.

Während über die Wege der Umsetzung dieses Grundprinzips im Ackerbau (*Precision Farming*) zur Zeit heftig diskutiert wird und sich erst in Teilbereichen Lösungen zeigen, ist der Einsatz rechnergestützter Verfahren in der Tierhaltung bereits weiter verbreitet (*Precision Livestock Farming*). Insbesondere mit der Einzeltieridentifizierung und den Futterabrufautomaten werden diese Verfahren in der Tierhaltung schon länger eingesetzt, um Tiere mit Futter individuell nach bestimmten Vorgaben zu versorgen und den Verzehr und die Leistung zu überwachen. In weiteren Schritten geht es darum, die schon vorhandenen rechnergestützten Teilverfahren weiterzuentwickeln und in ein Gesamtsystem zu integrieren, mit dem unter umweltverträglichen und tierfreundlichen Haltungsbedingungen das genetische Leistungspotenzial des

Einzelieres bei effizientem Produktionsmitteleinsatz, niedrigem Arbeitsaufwand und hoher Produktqualität ausgeschöpft werden kann [5]. Die Anwendung der Elektronik erstreckt sich dabei nicht nur auf die reine Prozesssteuerung und -regelung, sondern umfasst auch den Bereich der Tierüberwachung und das gesamte Herdenmanagement bis hin zur Automatisierung des Produktionsverfahrens (Abb. 1). Rechnergestützte Produktionsverfahren ermöglichen eine tierfreundliche Herdenhaltung und gewährleisten dennoch eine intensive Einzelierbetreuung und -Überwachung. Die Wettbewerbsfähigkeit der tierischen Erzeugung in Bayern kann langfristig nur erhalten bleiben, wenn alle technischen Möglichkeiten sinnvoll genutzt werden.

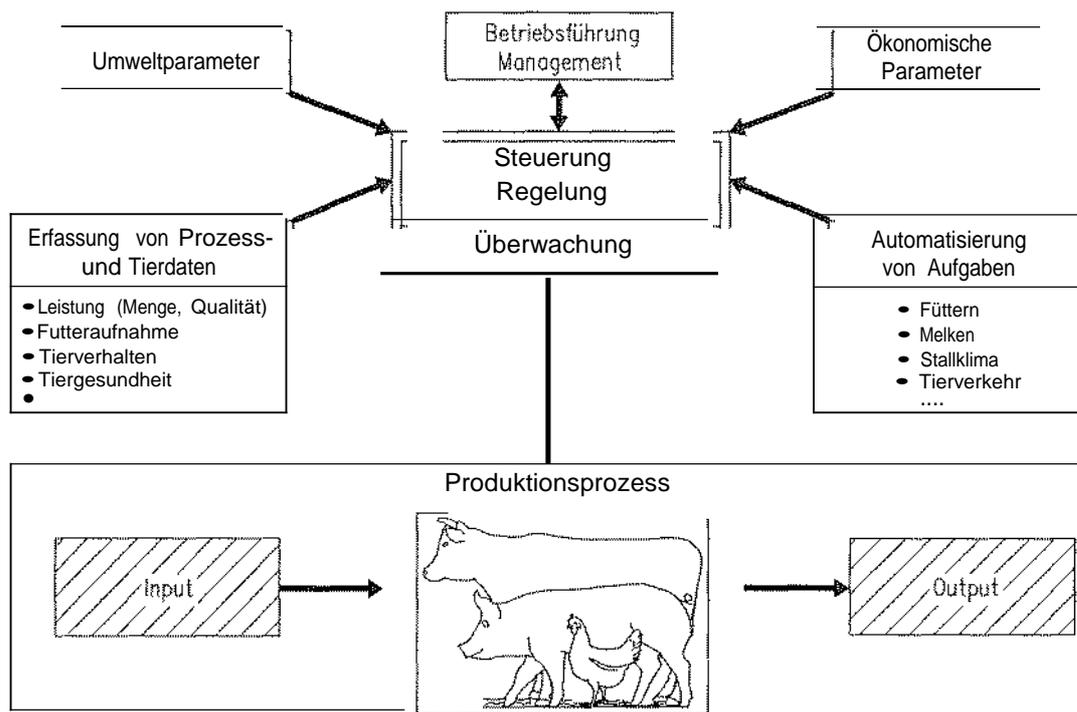


Abb. 1: Rechnergestützte Verfahren in der Tierhaltung (Precision Livestock Farming)

Schlüsseltechnologie für den Einsatz rechnergestützter Produktionsverfahren in der Tierhaltung ist die elektronische Tiererkennung, mit der das Einzelier am jeweiligen Standort sicher, automatisch und berührungslos identifiziert wird. Elektronische Identifikationssysteme in Form von Halsbandtranspondern werden in der Milchviehhaltung schon seit den 70-er Jahren in großem Umfang erfolgreich eingesetzt. Inzwischen sind auch ISO-standardisierte Identifikationsträger in Form elektronischer Ohrmarken, injizierbarer Transponder und Bolus-Transponder verfügbar. Welche der drei Formen sich für die einzelnen Tierarten als vorteilhafter für den praktischen Einsatz erweist, ist noch in weiteren und z. T. laufenden Felduntersuchungen zu klären [6]. Die technische Weiterentwicklung im Bereich der elektronischen Identifikation lässt erwarten, dass

- die bisherige Transpondertechnik weiter optimiert wird (z. B. niedrigerer Energieverbrauch, größere Reichweite),
- zusätzliche Funktionen in die jetzigen Transponder integriert werden (z. B. Kombination mit Sensoren, Antikollisionsmechanismen, zusätzlicher Schreib-/Lesespeicher, aktive Systeme zur Lokalisierung der Tiere, etc.) und
- die elektronische Tieridentifikation die offizielle visuelle Tierkennzeichnung ergänzt und somit nicht nur innerbetrieblich, sondern auch außerbetrieblich genutzt werden kann.

Die genetische Identifikation mit Hilfe der DNA-Analyse wird die elektronische Tiererkennung nicht ersetzen können, sie wird vielmehr in der Kombination den eindeutigen Herkunftsnachweis von Geburt bis zur Ladentheke verbessern helfen.

3. Landtechnische Tendenzen in der Verfahrenstechnik der Milchviehhaltung

3.1 Fütterungstechnik für Grund- und Kraftfutter

Da Fütterungsfehler zu Leistungseinbußen und Erkrankungen führen können und ungefähr 50 % der variablen Kosten der Milcherzeugung durch die Grund- und Kraftfutterkasten verursacht werden, ist auf eine bedarfsgerechte Fütterung bei minimalen Arbeits- und Mechanisierungskosten größter Wert zu legen. Steigende Bestandesgrößen erfordern höher mechanisierte Verfahren der Grundfutterentnahme und -vorlage. War bisher in kleineren und mittleren Betrieben die Einzelfutternvorlage mit Siloblocksneider oder Silokamm das Standardmechanisierungsverfahren, so gewinnt zunehmend die Futtermischung aus Grund- und Kraftfutter in den verschiedensten Varianten an Bedeutung. Die Vorteile einer Futtermischung liegen einerseits in einer günstigen Arbeitswirtschaft, andererseits ergibt sich durch den gleichzeitigen Verzehr von Grund- und Kraftfutter ein gleichmäßigeres Pansenmilieu mit positiven Auswirkungen auf die Gesamtfuttermischung und die Tiergesundheit [7]. Der Futtermischwagen wird deshalb in der Milchviehhaltung zum Standardverfahren. In der Standardausrüstung eines Futtermischwagens ist inzwischen meist auch eine elektronische Wiegeeinheit enthalten, die zur genauen Befüllung der verschiedenen Futterkomponenten, zur gezielten Verteilung an die einzelnen Tiergruppen sowie zur Dokumentation der verteilten Futtermengen dient.

Für die individuelle Kraftfuttermischung haben sich im Laufstall rechnergesteuerte Kraftfutterabrufoautomaten in mittleren Bestandesgrößen etabliert und sind in der Praxis weit verbreitet. Sie stellen das wichtigste Einsatzgebiet der elektronischen Einzel-tieridentifizierung in der Nutztierhaltung dar. In Bayern verfügen zur Zeit ca. 80 % der Laufstallbetriebe (d. h. etwa 4.800 Anlagen) über diese Technik [8]. Der Einsatzumfang dieser Technik in Laufstallbetrieben dürfte zukünftig aber eher ab- als zunehmen, da immer mehr Betriebe das gesamte Kraftfutter entweder komplett wie bei der

TMR-Fütterung oder teilweise wie beim Einsatz aufgewerteter Grundfütterationen in das Grundfutter einmischen.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine leistungsgerechte Fütterung ist die Kenntnis der Grundfutteraufnahme; deren Ermittlung ist aber sehr arbeits- und zeitintensiv. Für diese Aufgabenstellung wurden sogenannte elektronische Wiegetröge entwickelt, mit denen automatisch die Futteraufnahme und das Fressverhalten ermittelt werden [9]. Welche großen individuellen Unterschiede zwischen den einzelnen Kühen auftreten, zeigt Abbildung 2. Selbst bei gleicher Futteraufnahme kann die Fressdauer zwischen den Kühen sehr unterschiedlich sein. Deshalb ist über die Fresszeit allein

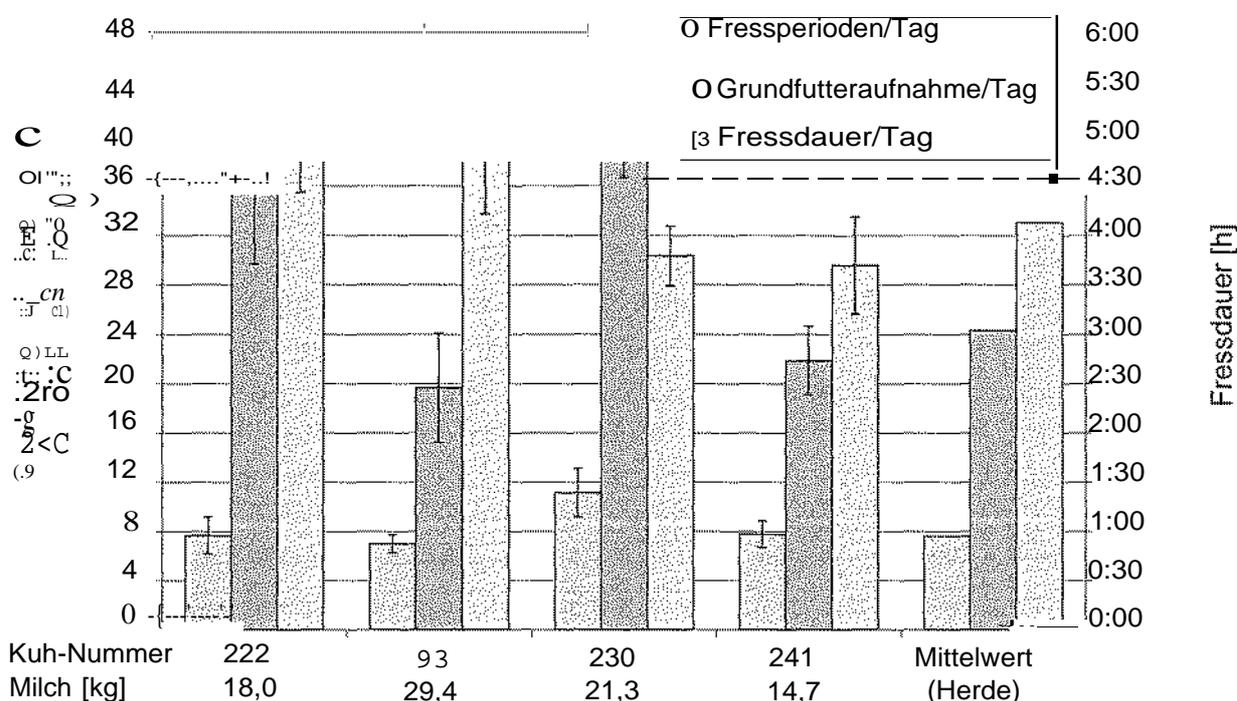


Abb. 2: Grundfutteraufnahme und Fressverhalten von Einzelkühen (Mittelwert aus 9 Tagen, Herdengröße 49 Kühe)

eine genaue Abschätzung der Grundfutteraufnahme kaum möglich. Dagegen erscheint die Zahl der Fressperioden relativ konstant und kann somit als Überwachungsgröße dienen. Grundfutterwiegetröge, mit denen diese vielfältigen Parameter ermittelt werden können, sind allerdings sehr kostenintensiv und deshalb in erster Linie nur für Versuchsbetriebe geeignet. Dennoch muss auch für Praxisbetriebe eine bessere Einschätzung der Grundfutteraufnahme über Sekundärparameter erfolgen. Dazu bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Eine Erfassung der Grundfuttermittelvorlage pro Herde oder Tiergruppe kann über den Einsatz eines Futtermischwagens mit Wiegeeinrichtung erfolgen. Dieses Verfahren ist im Vergleich zu Wiegetrögen zwar relativ kostengünstig, damit kann aber nur die durchschnittliche Futteraufnahme pro Kuh registriert werden.
- Tierindividuell kann über Durchgangsantennen, die an den Übergängen zwischen Liege- und Fressbereich angeordnet werden, die Anzahl und die Dauer der Futtertischbesuche erfasst werden. Diese Parameter stellen nur Hilfsgrößen dar, ermöglichen aber eine bessere Überwachung der Futteraufnahme, indem das Fressverhalten mit den Vortagen verglichen wird.
- Denkbar ist auch die Verwendung weniger Wiegetröge pro Herde, um die Grundfutteraufnahme stichprobenartig von einigen Kühen zu erfassen und als Referenz für die übrige Herde zu verwenden. Allerdings steigt dadurch der Investitionsbedarf an.

3.2 Automatisierung des Melkens

Die derzeit innovativste Technik in der Milchviehhaltung stellt das automatische Melken dar. Es ist ein weiterer konsequenter Schritt der Nutzung der Elektronik und stellt eine gewisse Endstufe in der Automatisierung der Milchviehhaltung dar. Beim automatischen Melken wird neben dem Reinigen des Euters auch das Ansetzen der Melkbecher durch einen Handhabungsautomaten übernommen; der übrige Melkablauf erfolgt wie beim konventionellen Melken in hochmechanisierten Melkständen. Jedoch ändert sich das Tier- und Melkverhalten sowie das Herdenmanagement ganz entscheidend, da über den ganzen Tag verteilt gemolken wird und der Mensch i. d. R. nicht mehr beim Melken anwesend ist. Dies führt für den Landwirt zu einer Reduzierung der Arbeitszeit, zu flexibleren Arbeitszeiten und insgesamt damit zu mehr Lebensqualität, wenngleich eine ständige Betriebsbereitschaft erforderlich ist [9].

3.2.1 Marktangebot und Verbreitung von automatischen Melksystemen

Derzeit werden fünf verschiedene automatische Melksysteme angeboten, die technische Ausführung der einzelnen Systeme weicht z. T. sehr voneinander ab. Prinzipiell werden Ein- und Mehrboxenanlagen unterschieden. Einboxenanlagen sind mit einem eigenständigen Roboterarm ausgerüstet, während bei Mehrboxenanlagen in verfahrbarer Roboterarm bis zu vier entweder hintereinander oder nebeneinander angeordnete Melkboxen bedienen kann. Weitere charakteristische Unterschiede der jeweiligen Systeme sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tab. 2: Übersicht charakteristischer Merkmale von automatischen Melksystemen

System	"Prolion"	"Lely"	"DeLaval"	"Westfalia"	"Insentec"
Hersteller bzw. Vertriebsfirma	Prolion, Manus, Gascoigne-Melotte	Lely, Fullwood	DeLaval	Westfalia	Hokofarm
Boxenart	Ein- und Mehrboxen-anlage	Einboxen-anlage	Einboxen-anlage	Ein- und Mehrboxen-anlage	Ein- und Mehrboxen-anlage
Ausrichtung der Kuh in Melkbox bzw. Grobposition	verstellbarer Futtertrog	Tastsensor	verstellbarer Futtertrog und Kotplatte	Ultraschall-sensoren	noch nicht festgelegt
Zitzenortung	Ultraschall	Laser	Bildverarbei-tung mit Laserunter-stützung	LED-Matrix mit Ultra-schall	Bildverarbei-tung mit Laserunter-stützung
Melkbecher-anordnung	Modul	Modul	Einzelbecher	Einzelbecher	Einzelbecher
Euterreini-gung	kombinierter Reinigungs- und Melkbecher	Reinigungs-bürsten	separater Reinigungs-becher	separate Reinigungs-box	separater Reinigungs-becher
Milchqualität					
Leitfähig-keit	Euterviertel	Euterviertel ¹⁾	Euterviertel	Euterviertel	Euterviertel
Optische Eigen-schaffen	--	Farbsensor ²⁾ (Viertel)	NIR-Sensor (Viertel)	--	--
Milchmengen-erfassung	Gesamt-gemelk	Gesamtgemelk Viertelemelk ¹⁾	Vierteigemelk und Gesamt-gemelk	Gesamt-gemelk	Gesamtgemelk
Erläuterungen: ¹⁾ bei Fullwood angekündigt, ²⁾ nur bei Lely verfügbar					

Automatische Melksysteme werden seit 1992 kommerziell angeboten, sie haben gerade in den letzten 3 - 4 Jahren eine deutliche Verbreitung erfahren. Waren bis vor Kurzem nur Systeme von zwei "Newcomer"-Firmen (Prolion und Lely) am Markt, so beschäftigen sich inzwischen alle traditionellen Melktechnikhersteller intensiv mit dieser Technik und sind mit ihren Produkten mehr oder weniger mitten in der Markteinführungsphase. Zur Zeit sind weltweit mehr als 1.000 Systeme im Einsatz, bevorzugt in Ländern mit Familienbetriebsstruktur, hohen Arbeitskosten, hohen Milchleistungen und hohen Milchpreisen [4]. Tabelle 3 zeigt den momentanen Verbreitungsgrad. Die meisten Anlagen werden derzeit in den Niederlanden eingesetzt, gefolgt von Deutschland und Dänemark. In den Niederlanden wurden 1998 in 25 % aller Stallneubauten und in 25 % aller Stallumbauten mit Neuinvestitionen in der Melktechnik automatische Systeme installiert [11]. Für Dänemark wird geschätzt, dass in 10 bis 15 Jahren ein Drittel der Milchviehbetriebe (ca. 2.000) automatische Melksysteme einsetzen wird. Aber auch in Kanada und in den USA sind die ersten Praxisanlagen

installiert, wobei diese Technik in erster Linie für Familienbetriebe in den traditionellen Milchviehgebieten von Interesse ist [4]. Automatische Melksysteme haben ihre Praxistauglichkeit bewiesen und werden in der zukünftigen Milchviehhaltung eine wichtige Mechanisierungslösung darstellen.

Tab. 3: Installierte automatische Melksysteme (geschätzte Zahlen auf der Basis von Herstellerangaben)

Land	Installierte Systeme
Niederlande	500-600
Deutschland	150
Dänemark	100
Frankreich	70
Großbritannien, Schweden, Schweiz	< 100
USA, Kanada	< 40
Japan	40
Israel	10
Summe	1000-1250

3.2.2 Auswirkungen auf Eutergesundheit und Milchqualität

Besonders im Blickfeld steht zur Zeit die mit automatischen Melksystemen erreichbare Eutergesundheit und Milchqualität. Da der Melker beim Melkvorgang nicht mehr anwesend ist und die Milch daher nicht mehr in Augenschein nehmen kann, muss die Technik bei der Überwachung der Milchqualität und der Eutergesundheit helfen. Derzeit wird für die automatische Überwachung der Eutergesundheit in erster Linie die elektrische Leitfähigkeit der Milch herangezogen. Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit ist ein relativ einfaches Verfahren, womit Hinweise auf die Eutergesundheit gegeben werden können. Alle Eutererkrankungen können damit aber nicht zutreffend signalisiert werden, auch wenn die elektrische Leitfähigkeit für das einzelne Viertel gemessen wird [12].

Durch das häufigere Melken wurde eine Verbesserung der Eutergesundheit und der Milchqualität erwartet. Diese Vorteile konnten jedoch basierend auf inzwischen aus mehreren Ländern (D, DK, NL, S) vorliegenden Untersuchungen bisher nicht zuverlässig realisiert werden [4]. Ähnliche Ergebnisse zeigt auch eine Untersuchung in bayerischen Betrieben, bei denen die Milchqualität vor und nach der Umstellung auf das automatische Melken verglichen wurde (Tab. 4). Danach ist der Zellgehalt der Tankmilch im Durchschnitt nach der Umstellung in etwa auf gleichem Niveau geblieben, auch wenn betriebsindividuell z. T. deutliche Unterschiede aufgetreten sind. An der Spannweite der Werte wird dies deutlich. Bei den Keimzahlen und beim Gefrierpunkt sind ebenfalls im Mittel keine gravierenden Veränderungen eingetreten [13]. Die erreichten Qualitätsparameter liegen zwar im Mittelwert deutlich unter den Grenzwerten, diese Feststellung darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass zur

Erhöhung der Milchqualität weitere technische Verbesserungen notwendig sind. So müssen in eine optimierte rechnergestützte Überwachung der Eutergesundheit auch noch weitere Parameter (wie z. B. die Milchmenge, am besten die Viertelgemelksmenge, die Zahl der Melkungen, die Zahl der fehlgeschlagenen Ansetzversuche usw.) mit einfließen.

Tab. 4: Vergleich der Milchqualität vor und nach Umstellung auf ein automatisches Melksystem bei 13 bayerischen Praxisbetrieben

Parameter	vor Umstellung	nach Umstellung	gesetzliche Grenzwerte
<i>Zellzahlen [Zellen/ml Milch]</i>			
Mittelwert	202.000	197.000	400.000
Spannweite	149.000- 353.000	121.000-349.000	
<i>Keimzahlen [KbE/ml Milch]</i>			
Mittelwert	23.000	24.000	100.000
Spannweite	10.000 – 43.000	14.000-45.000	
<i>Gefrierpunkt t_{CJ}</i>			
Mittelwert	-0,524	-0.521	-0,515
Spannweite	-0,520 bis -0,532	-0,518 bis -0,526	

Da in der bisherigen Milchverordnung das automatische Melken nicht berücksichtigt war, muss diese erweitert werden. Zur Erhaltung der Eutergesundheit und frühzeitigem Erkennen von Eutererkrankungen wurde für das automatische Melken ein Maßnahmenkatalog vorgeschlagen, der niedrigere Grenzwerte für die Zellzahl vorschreibt, eine stärkere tierindividuelle Kontrolle, und auch eine Dokumentationspflicht verlangt [14]. Das Inkrafttreten dieses Maßnahmenkataloges ist in Kürze zu erwarten.

3.2.3 Leistungsvermögen und Wirtschaftlichkeit

Eine wichtige Einflussgröße auf die Wirtschaftlichkeit eines automatischen Melksystems ist dessen Auslastung. Welches Leistungsvermögen eine Einboxenanlage, die auf Grund der Betriebsgröße vor allem für bayerische Betriebe interessant ist, unter praxisnahen Annahmen hat, zeigt Abbildung 3. Danach können bei einem niedrigen Milchfluss von 1,6 kg/min und einer Gemelksmenge von 8 kg nur etwa 140 Melkungen pro Tag durchgeführt werden, bei einem hohen Milchfluss von 2,8 kg/min dagegen fast 200. Steigt die Gemelksmenge an, so sinkt die mögliche Zahl an Melkungen. Entgegengesetzt verläuft die mögliche Jahresmilchproduktion, sie liegt bei niedrigem Milchfluss und niedriger Gemelksmenge unter 500.000 kg und kann nur bei höheren Milchflüssen und höheren Gemelksmengen auf über 650.000 kg gesteigert werden. Diese Zusammenhänge unterstreichen eindrucksvoll die Wichtigkeit einer guten Melkbarkeit der Herde für den wirtschaftlichen Einsatz dieser neuen Technik.

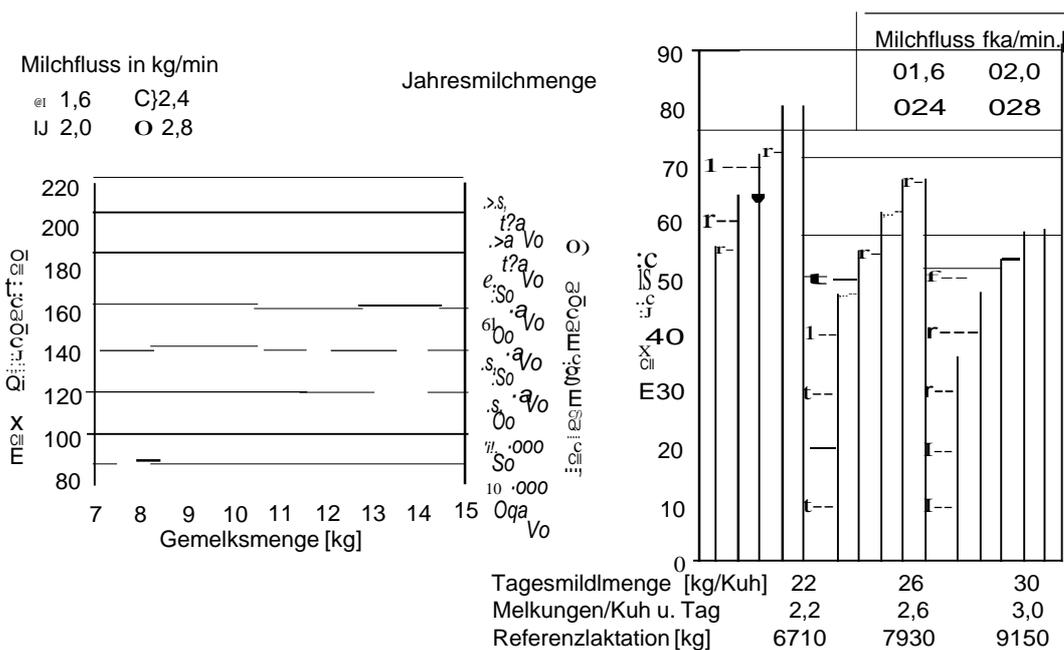


Abb. 3: Leistungsvermögen einer Einboxenanlage (Unterstellungen: 75 %-ige Auslastung; 2,6 min Hq.ndling -Zeit pro Melkung für Euterreinigung, zum Ansetzen und Abnehmen der Melkbecher und für sonstige Arbeitsschritte)

Die Zahl der Kühe, die mit einer Einboxenanlage gemolken werden können, hängt neben dem Milchfluss und der Höhe des Einzelgemelkes vor allem von der gewünschten Anzahl Melkungen pro Tag ab. Bei einer Tagesmilchmenge von 30 kg und 3 Melkungen pro Tag können demnach bei niedrigem Milchfluss nur 40 Kühe gemolken werden, bei einem hohen Milchfluss dagegen ca. 55 Kühe. Liegt die Herdenleistung und die Melkfrequenz niedriger, so erhöht sich die zu melkende Kuhzahl. Die Zahl der zu melkenden Kühe ist also keine feste Größe, sondern hängt von mehreren Faktoren ab.

Die Wirtschaftlichkeit des automatischen Melkens bedarf derzeit noch einer besonders sorgfältigen Prüfung. Betriebswirtschaftliche Berechnungen zeigen, dass je nach Unterstellungen die Kosten des automatischen Melkens um 0,04 bis 0,08 DM pro kg Milch höher liegen als bei herkömmlicher Technik. Nur bei voller Auslastung, bei hohen Milchleistungen und bei hohen Arbeitslöhnen ist eine Kostengleichheit erreichbar [15]. Automatische Melksysteme werden deshalb bis auf weiteres finanzstarken Betrieben vorbehalten bleiben, die der Erhöhung der Arbeitsqualität einen großen Wert beimessen.

3.2.4 Perspektiven des automatischen Melkens

Sicherlich sind noch verschiedene melktechnische und tierphysiologische Detailfragen in Langzeitversuchen zu klären bzw. weitere technische Verbesserungen hinsichtlich der Euterreinigung, der Steuerung und Regelung des Melkprozesses, der Überwachung der Milchqualität und der Eutergesundheit sowie im Bereich des rechnergestützten Herdenmanagements erforderlich; dennoch kann davon ausgegangen werden, dass dem automatischen Melken die Zukunft gehört. Automatische Melksysteme bieten daneben auch die Chance, ein Melkzeug mit noch mehr Sensoren auszustatten, da im Vergleich zur konventionellen Melktechnik nur ein Melkzeug ausgerüstet werden muss. Dadurch kann die Tierüberwachung weiter intensiviert werden.

Die Vergangenheit zeigt, dass sich meist die Technik durchsetzt, die sich als arbeitswirtschaftlich vorteilhaft erweist, selbst wenn sie rein betriebswirtschaftlich betrachtet geringfügig höhere Kosten verursacht (Beispiel: Melken im Anbindestall und Melkstand). Deshalb wird aller Voraussicht nach das automatische Melken gerade im Familienbetrieb eine wichtige Bedeutung erlangen.

3.3 Tierüberwachung und Herdenmanagement

Mit steigenden Bestandesgrößen und zunehmender Automatisierung wird eine rechnergestützte Tierüberwachung immer wichtiger, um eventuelle Abweichungen vom Normzustand bzw. von den Sollwerten möglichst frühzeitig zu erkennen. Diese Feststellung trifft gerade für das automatische Melken zu, da der Landwirt nicht mehr den zweimal täglichen direkten Kontakt mit dem Tier hat. Deshalb wird die Überwachung der Futteraufnahme, der Tierleistung, des Brunstgeschehens, des Tierverhaltens, der Tiergesundheit und der Milchqualität künftig noch stärker an Bedeutung gewinnen. In Tabelle 5 ist der derzeitige Entwicklungsstand für diese Bereiche zusammengestellt.

Im Bereich der Überwachung der Futteraufnahme, zumindest der Kraftfutter- und Tränkeaufnahme, im Bereich der Überwachung der Milchleistung, des Milchflusses und des Lebendgewichtes sind bereits Systeme verfügbar und werden in der Praxis eingesetzt. Nur aus Kostengründen scheidet derzeit die automatische Erfassung der Grundfutteraufnahme und die kontinuierliche Erfassung des Lebendgewichts in Praxisbetrieben noch aus.

Bei der Überwachung der Milchqualität, des Tierverhaltens und physiologischer Parameter ist jedoch noch viel Entwicklungs- und Erprobungsarbeit zu leisten. Momentan wird nur die elektrische Leitfähigkeit der Milch zur Überwachung der Milchqualität herangezogen. Alle Eutererkrankungen können damit aber nicht zutreffend erkannt werden (siehe 3.2.2). Vielversprechend ist der Einsatz optischer Sensoren, womit sinnfällig veränderte Milch besser detektiert werden kann. Erste Systeme sind seit kurzem verfügbar. Auch sind erste Ansätze vorhanden, um online während des Melkens bereits die Inhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Harnstoff) und auch Medikamentenrückstände erfassen und überwachen zu können [4, 17].

Tab. 5: Stand der Tierüberwachung in der Milchviehhaltung

Bereich	Tierparameter	Stand der Technik	Entwicklung und Erprobung
Futteraufnahme	Grundfuttermenge/Gruppe	X	x ¹
	Grundfuttermenge/Tier		x ¹
	KrafffuttermengetTier	X	
	TränkemengetTier	X	
Lebendgewicht	Periodische Erfassung	X	
	Kontinuierliche Erfassung		x ¹
Milchleistung	Milchmenge	X	X
	Milchfluss	X	
Milchqualität	Elektrische Leitfähigkeit	X	
	Optische Veränderungen		X
	Inhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Harnstoff)		X
	Verunreinigungen (z. B. Penicillin)		X
Tierverhalten	Aktivität	X _i	
	Fressverhalten	x _{i,j}	x ⁴
	Raum- und Zeitverhalten		X
Physiologie	Körpertemperatur indirekt über Milch (Kuh) oder Nuckel (Kalb)	X	
	Körpertemperatur direkt		X
	Progesteron		X
	Pulsfrequenz		X

¹ für Versuchsbetriebe verfügbar, für Praxis zu teuer, vierte/bezogen,
³ für Krafffutter und Milch, ⁴ für Grundfutteraufnahme

Im Bereich des Tierverhaltens wird die Überwachung der Tieraktivität zur Brunsterkennung schon häufiger eingesetzt [17]. Auch das Fressverhalten kann z. T. schon automatisch überwacht werden. Ebenso kann das Raum- und Zeitverhalten eines Tieres im Stall über Durchgangsantennen erfasst werden, wird aber derzeit noch nicht genutzt.

Ein wichtiger Bereich ist die Überwachung von physiologischen Parametern. Eine zentrale Größe in der Gesundheitsüberwachung stellt die Körpertemperatur dar. Für die indirekte Körpertemperaturmessung ist zwar die Technik zur Erfassung der Milchtemperatur verfügbar, hat sich aber nicht durchgesetzt. Neu ist die Messung der Körpertemperatur bei Kälbern über einen im Tränkenuckel integrierten Temperatursensor. Direkt kann die Körpertemperatur über injizierbare Transponder erfasst werden. Die Ergebnisse, die damit in Versuchen unter Stallbedingungen erzielt wurden, waren sehr vielversprechend [17]. Der Einsatz wird allerdings davon abhängen, ob sich injizierbare Transponder in der Nutztierhaltung durchsetzen können. Für eine besse-

re Brunstüberwachung, die treffsicherer ist als die Überwachung der Aktivität, eignet sich der Progesteron Gehalt der Milch [18]. Mit der Pulsfrequenz könnten Veränderungen im Allgemeinzustand des Tieres und insbesondere Stresssituationen erkannt werden.

Für viele dieser Parameter fehlen noch praxistaugliche Sensoren. Große Hoffnungen werden in diesem Zusammenhang in den Einsatz von Biosensoren gesetzt. Gelingt es die vorhandenen Prototypen in robuste Systeme zu überführen, so könnte die gesamte Tierüberwachung, insbesondere die Verbesserung der Tiergesundheit weiter optimiert werden. Um die Überwachungsgüte zu verbessern, müssen zukünftig auch mehrere Tierparameter mit aufwendigeren mathematisch-statistischen Verfahren (z. B. Fuzzy Logic oder neuronale Netze) miteinander verknüpft werden. In diesem Bereich ist noch viel Forschungsarbeit zu leisten.

3.4 Tiergerechte Haltungsbedingungen in Außenklimaställen

Mit rechnergestützten Verfahren lassen sich effizientere und arbeitsproduktivere Produktionstechniken realisieren, aber für eine nachhaltige Milchproduktion benötigen Kühe auch optimale Haltungsbedingungen. Wie diese hinsichtlich des Liegeplatzes, der Laufwege und der Fütterungs- und Tränkeeinrichtungen zu gestalten sind, geht aus zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen hervor, die in einem CIGR-Bericht zusammengefasst sind [19].

Traditionell wurden Rinder in wärmeisolierten Ställen gehalten. Wärmeisolierte Ställe sind allerdings von Seiten des Tieres nicht notwendig, da Rinder ein gut ausgeprägtes Thermoregulationsvermögen haben; der Temperaturbereich, in dem sie sich wohlfühlen ist deshalb relativ groß. Für viele Wärmeströme im Körper des Rindes und im Austausch mit der Umwelt errechnete BRUCE, 1986 [20] Energiebilanzen und leitete daraus Grenzen für die thermoneutrale Zone ab. Darunter wird diejenige Lufttemperatur verstanden, bei der ein Tier die konstante Körpertemperatur vor allem durch die Beeinflussung der sensiblen Wärmeabgabe über Änderung der regionalen Durchblutung aufrechterhalten kann. Sowohl die untere als auch obere Grenze schwankt erheblich und hängt im Wesentlichen von der Leistung (Wärmeproduktion), der Felldicke und der Lebendmasse ab. KRAMER ET. AL., 1999 [21] erweiterten das Modell von BRUCE um die Wärmeabgabe über die Atmung unter kalten Bedingungen und um Wärmeströme von/zur Liegefläche beim liegenden Tier. An Hand der erweiterten Formel lässt sich die untere kritische Temperatur von laktierenden Kühen unter Berücksichtigung der Einflussgrößen Lebendmasse, Milchleistung, Felldicke und Windgeschwindigkeit berechnen. Mit zunehmender Milchleistung von 5 auf 20 kg sinkt die untere kritische Temperatur von etwa -3 auf -16 °C, weil mehr Futterenergie aufgenommen wird, durch die höhere Leistung mehr Wärmeenergie anfällt und auch wieder abgegeben werden muss (Abb. 4). Nimmt allerdings die Luftbewegung von 0,1 auf 2 m/s zu, so erhöht sich die kritische untere Temperatur auf -8 °C. Daraus wird deutlich, wie wichtig für Rinder ein Schutz vor kalten Winden ist.

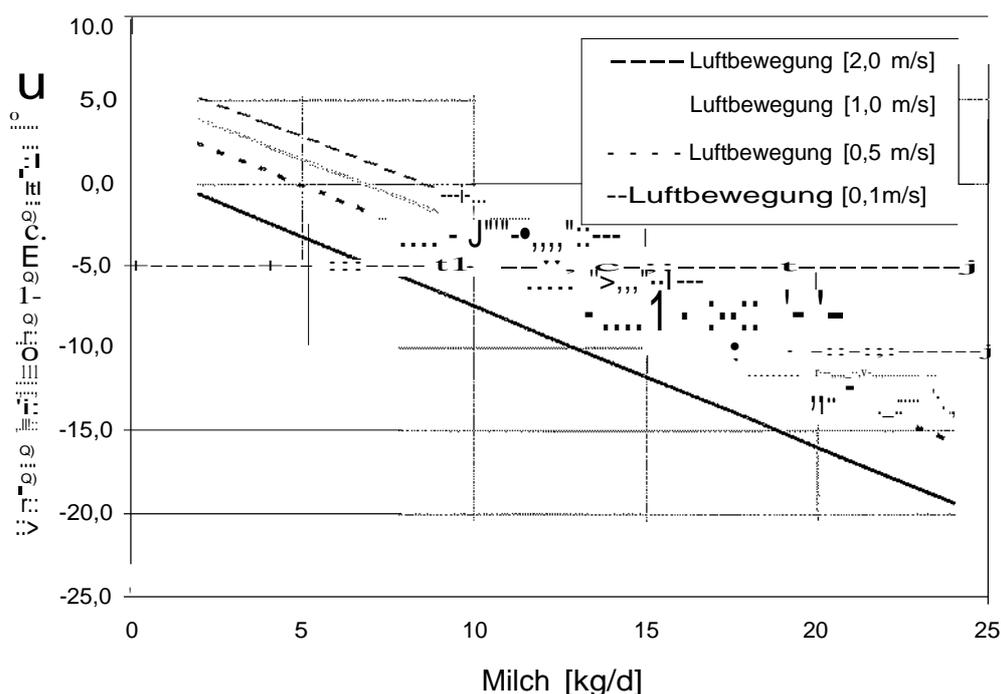


Abb. 4: Untere kritische Temperatur für Milchkühe in Abhängigkeit von Milchleistung und Windgeschwindigkeit nach KRAMER ET AL., 1999 [21]

Außenklimaställe erfüllen die Klimaansprüche der Rinder in besonderem Maße, da das Stallgebäude die Tiere zwar mit viel Frischluft versorgt, aber dennoch vor kalten Winden, Regen und Schnee schützt und ihnen einen trockenen und weichen Liegeplatz anbietet. Deshalb haben sich Außenklimaställe in kurzer Zeit durchgesetzt. Außerdem hat der Zwang zu preiswerteren Stallgebäuden den sinnvollen Trend zu dieser Bauweise unterstützt. Trotz des Verzichts auf weitgehend wärmegeämmte Außenwände (Ausnahme Melkstand) können auch dem arbeitenden Menschen gute Arbeitsplatzbedingungen geschaffen werden.

Extreme Minustemperaturen treten in unseren Breitengraden auch nicht sehr häufig auf. Tabelle 6 zeigt beispielhaft für einen Offenfrontstall die Verteilung der Temperaturbereiche in einem Winter- und Sommerhalbjahr. Der Anteil kritischer Stunden im Winterhalbjahr ($< -15^{\circ}\text{C}$) ist mit 0,7 % sehr klein. Sind die Liegeflächen wärmegeämmt und ist ein Windschutz gegeben, so stellen diese Temperaturen für die Tiere kein Problem dar. Im Sommer sind die kritischen Temperaturen mit Werten über 26°C (etwa 6–7 %), bei denen mit Leistungseinbußen zu rechnen ist, schon häufiger. In dieser Zeit ist für ausreichende Lüftung zu sorgen, um einen Hitzestress zu vermeiden.

Tab. 6: Zeitdauer kritischer Temperaturbereiche in einem Offenfrontstall für Kühe in Mittelfranken

November 96 bis März 97		Mai 97 bis September 97	
Temperaturbereich [OC]	Zeitanteil [%]	Temperaturbereich [OC]	Zeitanteil [%]
>5	21,2	< 20	72,2
5 bis 0	45,6	20 bis 22	7,5
0 bis -5	22,9	22 bis 24	7,8
-5 bis -10	6,0	24 bis 26	5,8
-10 bis -15	3,6	26 bis 28	4,4
< -15	0,7	> 28	2,3

Aus diesem Grunde werden die Wände von Außenklimaställen immer offener gestaltet. Anfangs wurde eine Holzwand mit Spaceboardausführung im oberen Wandbereich lüftungstechnisch als ausreichend angesehen, sie hat aber den Nachteil, dass sie sich den Winter- und Sommergehältnissen nur ungenügend anpassen kann (Abb. 5). Daher wurden sehr bald engmaschige Netze eingesetzt, die die einströ-

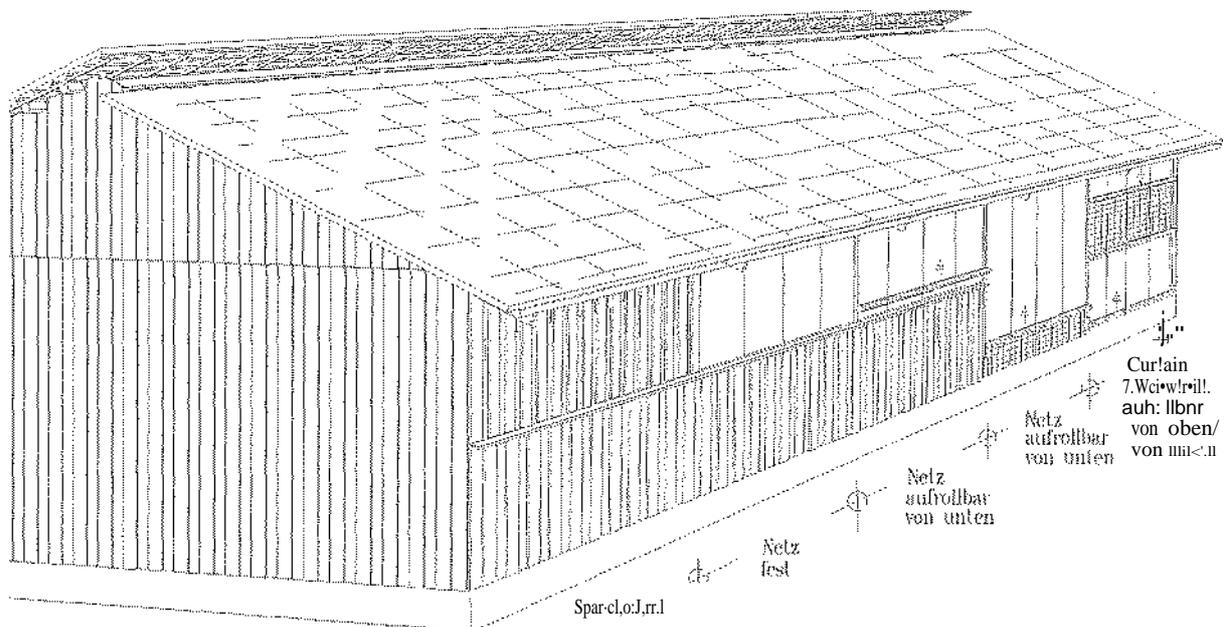


Abb. 5: Wandausführungsformen bei Außenklimaställen

mende Luft viel feiner verteilen und Zugluft vermeiden [23]. Im Sommer aber lassen Netze keinen größeren Luftdurchsatz zu, deshalb müssen die Netze im Wandbereich rolloartig hochgezogen werden. Anstelle der Netze werden inzwischen zur besseren Klimaführung auch sogen. "Curtains" aus Planen verwendet; sie sind z. T. der Höhe

nach geteilt und können rolloartig je nach Witterungsbedingungen herauf- und heruntergelassen werden. So betrachtet bietet das Gebäude dem Tier nur noch einen Weterschutz, der der Winter- und Sommerzeit angepasst werden kann. Im Sommer kann die Seitenwand völlig offen gehalten werden, im Winter oder bei schlechtem Wetter lässt sie sich bedarfsgerecht schließen.

Wie einfach Außenklimaställe gebaut werden können, zeigt ein Beispiel aus dem Bauprogramm der Landtechnik Weißenstephan (Abb. 6). Die Liegeboxen sind in einer scheunenartigen Liegehalle untergebracht, der Fressbereich im überdachten Außenbereich. Durch das Weglassen der Wärmedämmung und die Verwendung des Baustoffes Holz und weiterer preiswerter Baumethoden kann ein funktionierender Stall mit günstigen Baukosten von 6.000 bis 8.000 DM pro Kuhplatz erstellt werden [22]. Extreme Kältephasen beeinträchtigen zwar die Dungbeseitigung mit Spaltenböden genauso wie bei planbefestigten Flächen mit Schieberentmischung, die Erfahrung zeigt aber, dass Außenklimaställe mit extremer Kälte besser zurecht kommen, als halbe Warmställe. Inzwischen ist auch nachgewiesen, dass sich Milchkühe ohne Leistungseinbußen in scheunenartigen Außenklimaställen genau so gut, jedoch preiswerter und gesünder halten lassen als in lauwarmen Ställen mit hoher Luftfeuchtigkeit [8]. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich der Außenklimastall als Standard für die Milchviehhaltung nicht nur aus Kostengründen, sondern auch wegen der besseren Haltungsbedingungen etablieren wird.

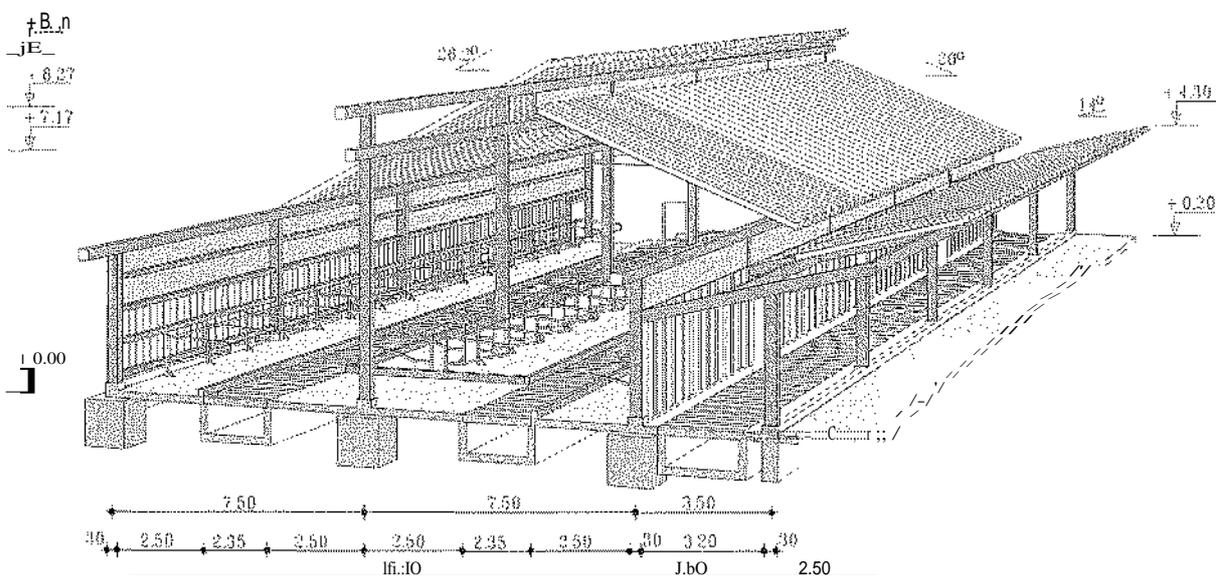


Abb. 6: Vierreihiger Außenklimastall für Milchvieh aus dem Bauprogramm der Landtechnik Weißenstephan

4. Möglichkeiten und Grenzen von Außenklimaställen für Mastschweine

Ähnlich wie in der Rinderhaltung stehen die Landwirte auch in der Schweinehaltung unter dem Druck, die Produktionskosten zu senken. Hinzu kommen gestiegene Anforderungen an den Tier- und Umweltschutz. Eine Möglichkeit, Festkosten zu reduzieren, ist kostengünstiger zu bauen. Außenklimaställe stoßen deshalb auch in der Schweinemast auf großes Interesse. Aber im Gegensatz zum Rind ist beim Schwein die thermoneutrale Zone relativ eng, da sich das Schwein nicht besonders gut an niedrige oder hohe Temperaturen anpassen kann. Deshalb ist in Außenklimaställen für Schweine in unserem Klimabereich ein wärmegeprägter Ruhebereich zwingend notwendig.

4.1 Stallformen, Gebäudeausführung und Fütterungstechnik

Außenklimaställe für Mastschweine können in verschiedenen Varianten erstellt werden (z.B. Tiefstreu-, Schrägboden- oder Kistenställe). Favorisiert werden allerdings Kistenställe mit und ohne Stroheinstreu. Abbildung 7 zeigt einen typischen strohlosen Außenklimastall mit einer einfachen preiswerten Gebäudehülle. Die Lüftung erfolgt wie bei Rinderställen durch eine großflächige Querlüftung über die Wände und den First. Die Verwendung von Holz als Baustoff bietet eine gute Möglichkeit, Eigenleistung in Form von Material und Arbeitszeit einzubringen, um die Baukosten niedrig zu halten.

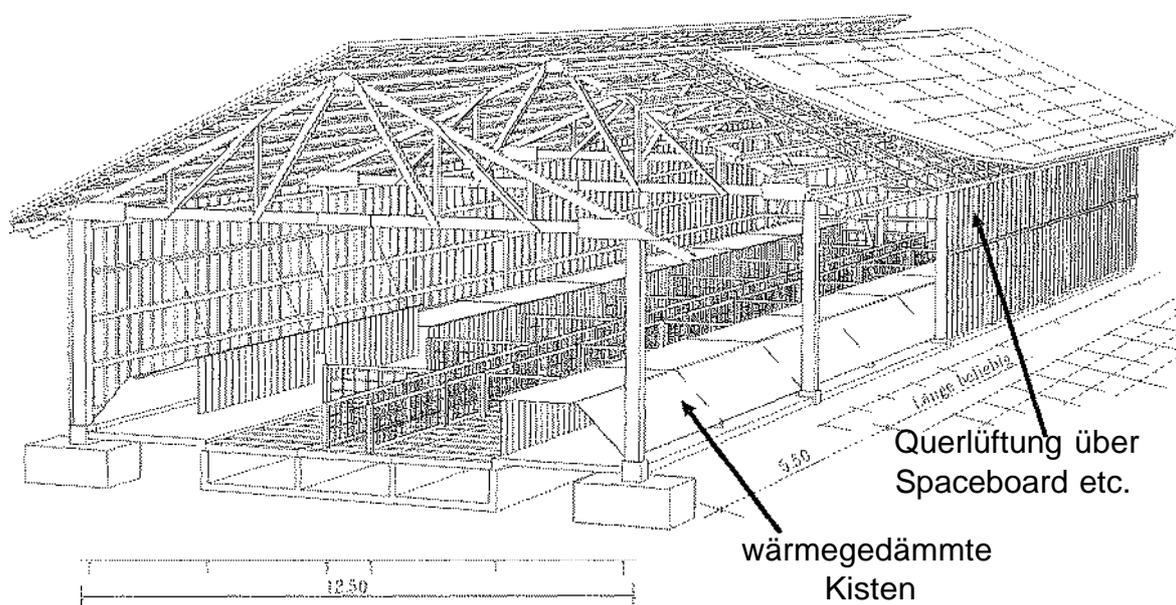


Abb. 7: Strohloser Außenklimastall mit Kantholzbinderkonstruktion aus dem Bauprogramm der Landtechnik Weihenstephan

Da bei Außenklimaställen die Gebäudehülle nicht wärmegeprägt ist und es deshalb auch nicht sinnvoll ist, eine Raumheizung einzusetzen, kann bei tiefen Außentemperaturen die Stalltemperatur unter den Gefrierpunkt absinken. Deshalb wird durch den

Einbau von wärme gedämmten Kisten im Ruhebereich den Schweinen ein adäquates Mikroklima geschaffen.

Durch Frost hervorgerufene Unterbrechungen der Futter- und Wasserversorgung, Schäden am Versorgungssystem können durch geeignete Technik und durch bauliche Maßnahmen vermieden werden. Ein sicherer Betrieb von Flüssigfütterungsanlagen bei Frost ist nur möglich, wenn entweder die Rohrleitungen nach dem Fütterungsvorgang entleert werden oder das Futter trocken gefördert und erst unmittelbar am Trog mit Wasser vermischt wird. Flüssigfütterungsanlagen mit Trogsensoren, die über längere Zeit Futter in den Rohrleitungen halten und immer wieder entsprechend der Fressgeschwindigkeit der Schweine ausdosieren, sind aus diesem Grund für Außenklimaställe nicht geeignet. Breifutterautomaten haben sich in der Vergangenheit bewährt und werden auch bei diesem Stalltyp in Zukunft den Standard darstellen.

4.2 Wirtschaftlichkeit

Der Investitionsbedarf für Außenklimaställe wird durch das Stallsystem (mit/ohne Spaltenboden und Güllekanäle), die Bauausführung und den Eigenleistungsanteil maßgeblich beeinflusst. Erhebungen in Bayern ergaben bei Neubauten in Abhängigkeit vom Stallsystem einen durchschnittlichen Investitionsbedarf je Mastplatz zwischen 433 DM (Schrägbodenställe) und etwas über 800 DM (Betten-, Teilspaltenbodenställe). Auch GARTUNG, 1998 [24] errechnete, dass Außenklimaställe je nach Ausführung nur einen Investitionsbedarf von 66 bis 88 % des Vollspaltenbodenstalles aufweisen (Tab. 7). Die Vereinfachung der Stallgebäude, die Verwendung von preiswerten Materialien wie Holz, die Beschränkung der Wärmedämmung auf den für die Schweine notwendigen Liegeplatz und die Reduzierung der Lüftungstechnik auf eine einfache Querlüftung führen zu diesen deutlichen Einsparungen beim Investitionsbedarf.

Durch den geringeren Investitionsbedarf verursachen Außenklimaställe um 10- 30 % geringere Baukosten als konventionelle Vollspaltenbodenställe (Tab. 8). Auch die Energiekosten liegen deutlich unter den klimatisierten Standardställen, da keine aktive Lüftung vorgesehen ist. Dagegen fallen bei den alternativen Lösungen höhere Kosten für die Stroh-Mist-Kette und die Arbeitserledigung an, die jedoch durch den niedrigeren Investitions- und Energiebedarf mehr als ausgeglichen werden. Tiefstreuställe haben von allen Möglichkeiten zwar die geringsten Baukosten, aber durch den hohen Strohverbrauch liegen die Verfahrenskosten am höchsten. Die Varianten Kistenstall strohlos, Kistenstall eingestreut liegen am günstigsten, etwa 10 % günstiger als konventionelle wärme gedämmte Vollspaltenbodenställe.

Tab. 7: Investitionsbedarf für Stallsysteme in der Mastschweinehaltung (nach GARTUNG, 1998 [24])

Stallsystem	Strohlos		Eingestreut		
	Vollspaltenbodenstall	Kistenstall	Kistenstall	Tiefstreu-stall	Schräg-baden-stall
Investitionsbedarf je Mastplatz (DM)	1120	990	860	740	880
Relativ zum Vollspaltenbodenstall (%)	100	88	77	66	79

Tab. 8 : Spezifische Verfahrenskosten für einen Mastschweinestall mit 480 Mastplätzen

	Spezifische Verfahrenskosten [DM je Mastplatz und Jahr]				
	Vollspaltenboden	Kistenstall strohlos	Kistenstall eingestreut	Tiefstreu-stall	Schräg-baden-stall
Gebäudekosten	123,2	108,9	94,6	81,4	96,8
Kosten für Strohbergung, -lagerung, Einstreu- und Entmistungstechnik, Festmist ausbringen			21,6	50,3	23,3
Gülle-/Jauche ausbringen	14,6	14,6	7,3	1,5	7,3
Arbeitskosten	21,5	23,8	26,3	24,4	23,2
Energiekosten	10,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Summe	169,3	148,3	150,6	158,6	151,6
relativ zum Vollspaltenbodenstall [%]	100	88	89	94	90

Voraussetzung für eine wirtschaftliche Schweinehaltung sind hohe Leistungen. Die gezeigten Vorteile der Außenklimaställe in den spezifischen Verfahrenskosten würden schnell wieder ausgeglichen, wenn in diesen Ställen nicht vergleichbare Leistungen erzielt würden. In mehrjährigen Untersuchungen auf einem Praxisbetrieb konnten verschiedene Haltungssysteme im Vergleich untersucht werden [25]. Daraus lässt sich zusammenfassend feststellen, dass der Außenklimastall mindestens mit dem Vollspaltenbodenstall mithalten kann bzw. ihn sogar übertrifft. Die Zunahmen, die Verluste und der Magerfleischanteil sind sogar geringfügig besser, deutliche Vorteile treten beim Deckungsbeitrag zum Vorschein. Hier schlagen vor allem die sehr geringen Energiekosten durch (Abb. 8).

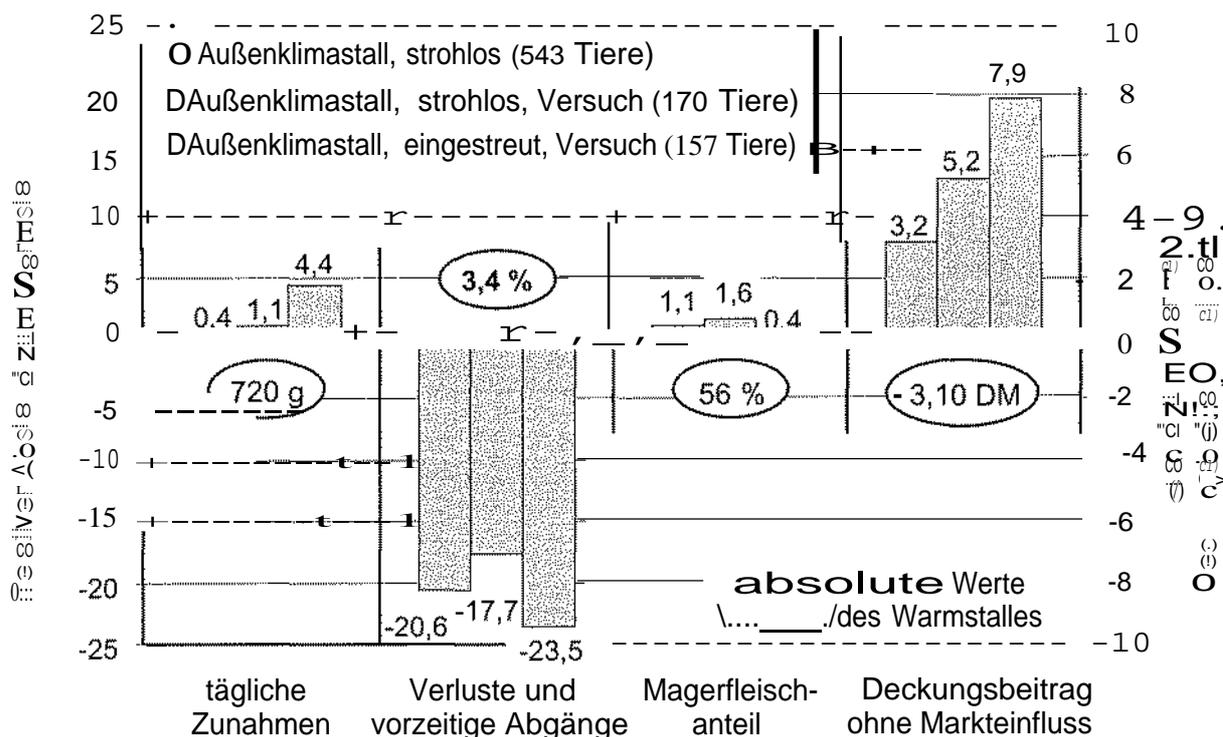


Abb. 8: Wirtschaftliche Kennzahlen im Vergleich zwischen Warm- und Kaltstall

Auf dem untersuchten Praxisbetrieb konnte auch beobachtet werden, dass das eingestallte Tiermaterial einen größeren Einfluss auf die Leistungen hatte als die Stallsysteme. Diese Tatsache zeigt, wie wichtig ein guter Informationsfluss zwischen den verschiedenen Stufen der Ferkel- und Mastschweineproduktion ist. "Precision Livestock Farming" im Bereich der Schweinehaltung bedeutet auch, nicht nur Informationen über die Tiere im eigenen Betrieb zu sammeln, sondern diese durchgängig für jedes Einzeltier von der Geburt bis hin zum Schlachthof allen Beteiligten verfügbar zu machen. Ansätze über die Organisation und Durchführung integrierter Produktions- oder Verbundsysteme liegen vor und sollten in Zukunft verstärkt weiterentwickelt werden [26].

4.2 Haltungsbedingungen

In Außenklimaställen können die Tiere innerhalb der Buchten entsprechend den Funktionskreisen zwischen verschiedenen Funktionsbereichen (Liege-, Kot-, Fressplatz) wählen. Da für diese ein unterschiedlicher Wärmeschutz vorgesehen ist, entstehen verschiedene Klimazonen (Makroklima $\pm 3-5$ oc Unterschied zu Außentemperatur; Mikroklima etwa 22 bis 26 oc). Der Wechsel zwischen kalten und warmen Aufenthaltsbereichen fördert die Fähigkeiten der Schweine zur Thermoregulation und stärkt das Immunsystem. Bei kranken Tieren ist sie allerdings stark eingeschränkt, so dass für diese Tiere eine Extrabucht mit Zuheizmöglichkeit vorgesehen werden sollte. Eine Wahlmöglichkeit für die Tiere bedeutet, dass die Funktionsbereiche hinsichtlich technischer Ausführung und Klimasituation optimal gestaltet sein müssen. Dies

stellt auch erhöhte Anforderungen an das Management. Wird dem nicht Rechnung getragen, kommt es zu einer nicht funktionsgerechten Nutzung der Bereiche durch die Tiere.

4.3 Einordnung des Außenklimastalles

In Übereinstimmung mit VAN DEN WEGHE, 2000 [27] lässt sich zusammenfassen, dass Außenklimaställe eine Reihe von Möglichkeiten bieten, um Mastschweine verhaltensgerecht unterzubringen, die Investitionskosten trotz höheren Platzbedarfs zu senken, die Luftqualität im Stall zu verbessern und die Emissionen deutlich zu senken.

Außenklimaställe sind insgesamt schwieriger im Management als geschlossene, strohlose Ställe mit Zwangslüftung (z. B. Reinigung, Desinfektion, Tierbetreuung). Sie weisen im Vergleich zum Vollspaltenbodenstall je nach Ausführung einen etwas erhöhten Arbeitszeitbedarf je Mastplatz auf, stellen erhöhte Ansprüche an den Standort und sind nur als frei angeströmte Gebäude klimatisch beherrschbar. Die Tierleistungen sind durchaus vergleichbar mit konventionell geschlossenen Ställen.

Die Zahl der Außenklimaställe für Schweine (insbesondere für Aufzuchtferkel und Mastschweine) ist in den letzten Jahren stetig angestiegen. In Bayern gibt es derzeit in der Schweinemast etwa 80 bis 100 derartige Ställe. Die Verbreitung ist also noch relativ gering, doch werden der Kostendruck und die gestiegenen Anforderungen an den Tier- und Umweltschutz auch dazu beitragen, diese Haltungsform stärker zu etablieren.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Tierhaltung erfordert größere Bestände, weshalb der Strukturwandel in der Landwirtschaft anhalten wird. Für wettbewerbsfähige Betriebe sind Verfahrenstechniken notwendig, die eine nachhaltige Produktion gewährleisten, eine hohe Arbeitsproduktivität und niedrige Verfahrenskosten garantieren und auch die gestiegenen Anforderungen an den Tier- und Umweltschutz erfüllen. Mit Precision Livestock Farming wird deshalb versucht, die Produktionsmittel durch gezielte Steuerung, Regelung und Überwachung möglichst auf das Einzeltier bezogen noch effizienter und umweltbewusster einzusetzen. Moderne Prozesstechnik und Informationstechnologie sind dazu wertvolle Hilfsmittel; sie werden daher künftig noch stärker in die Verfahrenstechnik der Tierhaltung einfließen und auch zu einer weiteren Automatisierung führen. Die zunehmende Automatisierung erfordert aber eine umfassendere Tierüberwachung, der Einsatz von geeigneten Sensoren dürfte hierzu wesentliche Impulse geben.

In der Milchviehhaltung kommen rechnergestützte Verfahren z. Z. in erster Linie für die Fütterung (Krafffutterabrufautomat), die Milchleistungserfassung und für einfache-

re Formen der Tierüberwachung sowie des Herdenmanagements zum Einsatz. Zukünftig werden automatische Melksysteme und umfassendere Systeme zur Überwachung und zum Management der Milchviehherde an Bedeutung gewinnen. Bezüglich der Haltungsform werden zunehmend tier- und umweltgerechte Haltungsverfahren gefordert. Außenklimaställe für Rinder werden sich deshalb nicht nur wegen der geringeren Baukosten, sondern auch wegen der besseren Haltungsbedingungen durchsetzen.

Auch in der Schweinehaltung erfordern Kostendruck, Verbrauchieranforderungen und gesetzliche Bestimmungen kostengünstigere, tier- und umweltfreundlichere Haltungsverfahren. Wie in der Rinderhaltung werden auch in der Schweinehaltung Außenklimaställe stärker an Bedeutung gewinnen. Dabei müssen aber die auf Grund der engeren thermoneutralen Zone höheren Anforderungen der Schweine an das Stallklima durch geeignete Maßnahmen erfüllt werden. Auch das Management von freigelüfteten Ställen ist aufwendiger als das von geschlossenen zwangsgelüfteten Ställen. Dennoch bieten Außenklimaställe eine gute Möglichkeit zu einer wirtschaftlicheren und tierfreundlicheren Haltung von Schweinen.

Die Chance der bayerischen Tierhaltung liegt weniger in der Produktion von niedrigpreislichen Gütern für den Massenmarkt, sondern in einer Qualitätsproduktion in Familienbetriebsstruktur mit überschaubaren Bestandesgrößen, die die Ansprüche der Gesellschaft stärker berücksichtigt. Moderne Verfahrenstechnik leistet dazu einen wesentlichen und unverzichtbaren Beitrag.

6. Literaturverzeichnis

- [1] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN: Bayerischer Agrarbericht 2000. München, 2000
- [2] GRILL, H.: Wettbewerbsfähige Strukturen in der tierischen Erzeugung. Vortrag auf der Expertentagung zur Neuorientierung der bayerischen Agrarpolitik am 17. November 1999 in Gersthofen
- [3] LANDESVERBAND BAYERISCHER RINDERZÜCHTER: Die Rinderzucht in Bayern 1998. München, 1999
- [4] HOGEVEEN, H.; MEIJERING, A. (ED.): Robotic Milking- Proceedings of the international symposium in Lelystad, The Netherlands, 17-19 August 2000. Wageningen: Wageningen Pers, 2000
- [5] SCHÖN, H.; WENDL, G.: Rechnergestützte Tierhaltung- Ein neuer Ansatz für eine wettbewerbsfähige und tiergerechtere Nutztierhaltung.- In: Landtechnik 55 (2000) H. 3, S. 238-239
- [6] PIRKELMANN, H.; KLINDTWORTH, M.; KLINDTWORTH, K.; REIMANN, W.; WENDL, G.; FRÖHLICH G.: Die elektronische Tierkennzeichnung im Großversuch-Aktueller Stand des EU-Projektes "IDEA" in Deutschland. -In: Elektronikeinsatz in der Landwirtschaft.. Hrsg.: KTBL. Darmstadt KTBL, 2000, S. 34- 40. (KTBL-Schrift 390)
- [7] LOSAND, B.: Fütterungssysteme im Vergleich- Über das Zusammenspiel von Tier, Haltung und Fütterung. -In: Fütterung der 10.000-Liter-Kuh. Hrsg.: DLG. Frankfurt: DLG-Verlags-GmbH, 1999, S. 33- 42. (Arbeiten der DLG/Band 196)
- [8] LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN E. V.: Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern 1999. München, 2000
- [9] WENDL, G.; WENDUNG, F.; WAGNER, M.; PIRKELMANN, H.: Futterstand zur automatischen Erfassung der Futteraufnahme von Schafen. - In: Landtechnik 54 (1999) H. 5, S. 304- 305.
- [10] SCHÖN (Hrsg.): Automatische Melksysteme. Darmstadt KTBL, 2000. (KTBL-Schrift 395).
- [11] SCHUKKEN, Y.H.; HOGEVEEN, H.; SMINK, B.J.: Robot milking and milk quality, experiences from the Netherlands. ACE Expo '99 Proceedings. <http://www.cas.psu.edu/docs/coextlregions/southeast!cumberland/ACE/peters.html>
- [12] HAMANN, J.; ZECCONI, A.: Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. -In: Bulletin of IDF No. 334 (1998), S. 5- 23
- [13] WENDL, G.; SEDLMEYER, F.; HARMS, J.; KLINDTWORTH, K.; SCHÖN, H.: Einsatzuntersuchungen bei Einboxenanlagen. -In: Automatische Melksysteme. Hrsg.: Schön. Darmstadt KTBL, 2000, S. 88- 100. (KTBL-Schrift 395)

- [14] KNAPPSTEIN, K.; BRÄUNING, J.; REICHMUTH, J.: Rechtliche Rahmenbedingungen zur Milchhygiene beim Einsatz von automatischen Melksystemen. -In: Automatische Melksysteme. Hrsg.: Schön. Darmstadt KTBL, 2000, S. 75-80. (KTBL-Schrift 395)
- [15] KOWALEWSKY, H.H.; FÜBBEKER, A.: Ermittlung der Melkleistung, der Kosten und des Arbeitszeitbedarfs bei automatischen Melksystemen. Abschlussbericht KTBL-Arbeitsprogramm "Kalkulationsunterlagen" 1998, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Referat Landtechnik, Oldenburg, Oktober 1999
- [16] JENKINS, D. M.; DELWICHE, M. J.; DEPETERS, E. J.: Application of an on-line pressure based sensor for milk urea. -In: Proceedings of the international conference on agricultural engineering AgEng 2000, Warwick, 2 - 7 July 2000. Ed.: EurAgEng. 2000, pp. 74- 75, Part I.
- [17] WENOL, G.: Elektronikeinsatz in der Rinderhaltung- von der Identifizierung bis zur Automatisierung. - In: Elektronik in der Landtechnik. Beiträge zur SVIAL-Tagung, Tänikon (Schweiz), 1.- 2. Juli 1998. Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik. Tänikon: Selbstverlag, 1998, S. 101 -112. (Schriftenreihe der FAT Nr. 47)
- [18] DELWICHE, M. J.; TANG, X.: Bovine estrus detection with a progesterone biosensor. -In: Proceedings of the international conference on agricultural engineering AgEng 2000, Warwick, 2- 7 July 2000. Ed.: EurAgEng. 2000, pp. 72-73, Part I.
- [19] CIGR: The Design of Dairy Cow Housing. Report of the CIGR Section II Working Group No 14 Cattle Housing, 1994
- [20] BRUCE, J. M.: Lower Critical Temperatures for Housed Beet Cattle. Farm building Progress, 1986.
- [21] KRAMER, A.; HAION, B.; SCHÖN, H.: Energieströme beim liegenden Rind- Einflüsse der Liegefläche. - In Tagungsband 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Weihenstephan, 9./10. März 1999. Hrsg.: Institut für Landtechnik der TU-München-Weihenstephan, 1999, S. 141-146
- [22] RITTEL, L.: Planungsgrundsätze und Einspareffekte beim Bau von Milchviehställen- dargestellt an Beispielen aus der Praxis. - In Tagungsband 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Weihenstephan, 9./10. März 1999. Hrsg.: Institut für Landtechnik der TU-München-Weihenstephan, 1999, S. 99 - 104
- [23] CAENEGEM VAN, I.; SCHMIOLIN, A.: Windschutz in Außenklimaställen- Windschutznetze und Schlitzbretter im Vergleich. -In: FAT-Berichte Nr. 526. Tänikon: Selbstverlag. 1998
- [24] GARTUNG, J.: Baukosten. - In: Außenklimaställe für Schweine- Positionspapier. Sonderveröffentlichung 026, KTBL 1998, S. 45-65
- [25] HAION, B.; HORNAUER, N.; RATHMER, B.; GRONAUER, A.: Endbericht zum Forschungs- und Endwicklungsvorhaben "Bau und Nutzung eines Schweinestall-

les auf Flüssigmistbasis als Außenklimastall mit Teilspaltenboden und Ruhekisten". Landtechnik-Forschungsbericht Nr. 5 der Landtechnik Weihenstephan, Freising 2000

- [26] PESCHKE, W.: Integrierte Produktionssysteme und Qualitätsmanagement in der Schweinehaltung. In: Mastschweinehaltung, Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung am 23.11.1999 in Mirskofen. Hrsg.: Wendl, G., Freising: 1999, S.13-25 (Landtechnik-Schrift Nr. 10)
- [27] VAN DEN WEGHE, H.: Außenklimaställe für Schweine- Worauf in Norddeutschland Wert gelegt wird. -In: Landtechnik 55 (2000) H. 1, S. 48- 49

Perspektiven der landtechnischen Entwicklung im Bereich der Emissionen und Umweltwirkung

Andreas Gronauer, Gisbert Rieß, Barbara Maier,
Barbara Rathmer und Silvia Schattner

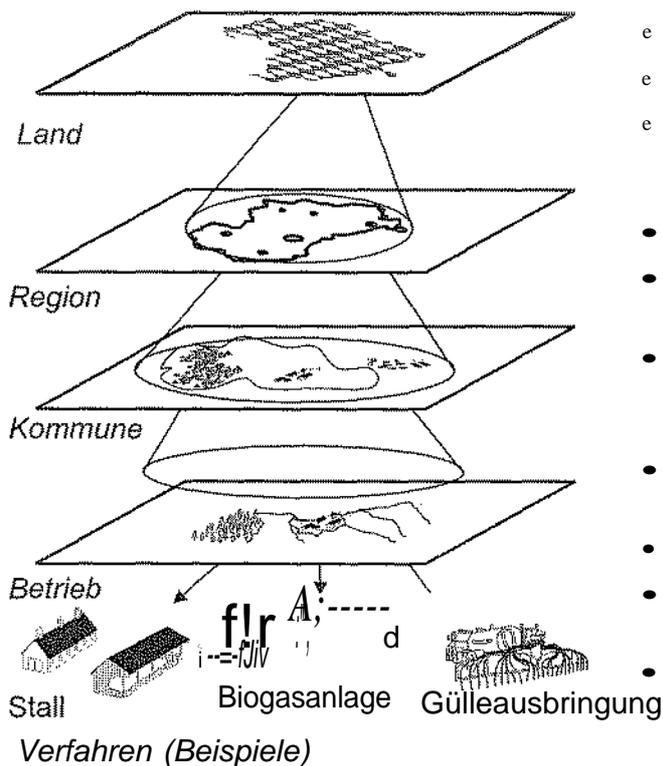
1. Einleitung

Entwicklungen in der Umwelttechnik wurden in der Vergangenheit und werden auch in der Zukunft im Wesentlichen durch zwei Bereiche bestimmt werden. Einerseits führen rechtliche Rahmenbedingungen, durch Richtlinien und Gesetze vorgegeben, zu technischen Innovationen, andererseits eröffnen neue Technologien Fortschritte im Umweltschutz, sofern diese Neuerungen auch ökonomische Vorzüge bieten.

Der Umweltschutz wird heute als eine globale Aufgabe gesehen. Klimaschutz, Naturschutz, Gewässerschutz, Bodenschutz und Artenschutz sind Beispiele dieser globalen Aufgaben. Globale und zukunftsweisende Handlungsstrategien finden sich in einer Reihe von Dokumenten, Vereinbarungen und Empfehlungen, sowohl auf internationaler Ebene wie z.B. des IPCC (IPCC, 1992) oder des Club of Rome, als auch auf nationaler Ebene wie z.B. des Sachverständigenrates der Bundesregierung für Umweltfragen oder Klimaschutz (UBA, 1998). In Bayern ist der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen, auch in Verantwortung für die kommenden Generationen, seit 1984 in der Bayerischen Verfassung verankert. Derzeit wird zwischen der Landwirtschaft und der Bayerischen Staatsregierung ein "Umweltpakt Bayern" verhandelt, in dem klare Zielsetzungen vorgegeben werden sollen. Vor diesem Hintergrund stehen die gegenwärtigen und zukünftigen Aufgaben sowie die damit verbundenen Herausforderungen für die Umwelttechnik .

Die Leitlinie für alle Arbeiten in der Umwelttechnik gibt vor, die Stoffströme möglichst effizient zu gestalten und damit Verluste und deren negative Umweltwirkungen zu minimieren (Abb. 1). Dabei sind sowohl Bereiche der landwirtschaftlichen Urproduktion (z. B. Emissionen aus der Tierhaltung) als auch der Abfallbereich (z. B. Behandlung von organischen Reststoffen in Biogasanlagen) berührt.

Betrachtungsebenen



Zielaufgaben

- e Fachliche Beratung der Administration
- e Vertretung in Gremien (inter-/national)
- e Zusammenfassende Bewertungen unter stofflicher, energetischer und ökonomischer Sicht
- wissenschaftliche Begleitforschung
- Planung regionaler Entwicklungskonzepte (Technologie)
- Analyse und Bewertung der Interaktionen zwischen Landwirtschaft und Kommune
- Bewertung umweltentlastender Techno/ogien und Verfahren
- Vetiahrensentwicklung
- Bewertung der Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Vetiahren
- Entwicklung von Methoden zur vetiahrenstechnischen Analyse und Bewertung

Abbildung 2: Betrachtungsebenen und Zielaufgaben

3. Immissionsschutz am Beispiel der Tierhaltung

3.1 Schadgasemissionen

Emissionen landwirtschaftlicher Quellen in die Atmosphäre verursachen vielfältige Umweltbeeinträchtigungen (BMELF, 1995; GRONAUER, 1993). Einige Gase wie N_2O und CH_4 gehören zu den klimaverändernden Gasen. NH_3 verursacht Eutrophierungen und Versauerungen und trägt maßgeblich zur Schädigung des Waldes bei. Untersuchungen belegen, dass die Toleranz an Stickstoffeinträgen in verschiedene Ökosysteme mit $< 20 \text{ kg N (ha ar}^{-1}\text{)}$ relativ gering ist (NILSSON UND GRENNFELT, 1988). Der durchschnittliche Eintrag aus der Atmosphäre in die Waldbestände (Auskämmeffekt) überschreitet mit $70 \text{ kg (ha ar}^{-1}\text{)}$ diese Grenze deutlich (BMELF, 1995). Für Bayern betragen durch die Landwirtschaft verursachte Ammoniakausträge in die Atmosphäre ca. 125.000 t a^{-1} (GRONAUER, 1994), was einem Anteil an der Gesamtemission des Ammoniaks von ca. 90 % entspricht. Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen sind somit dringend geboten. Ein erster Schritt wurde in Bayern durch das Förderprogramm N 2000 getan. Weitere Maßnahmen zur Emissionsreduzierung sind aber notwendig.

Aus diesen Gründen gilt es einerseits entsprechende Methoden zu entwickeln, die belastbare Aussagen hinsichtlich der tatsächlichen Emissionsmassenströme zulassen, und andererseits Verfahren zu entwickeln, die eine möglichst geringe Emission verursachen.

3.1.1 Methodische Entwicklungen für die Messung von Schadgasemissionen

Aus verfahrenstechnischer Sicht gilt es die Einflussfaktoren auf die Bildung und Freisetzung umweltrelevanter Schadgase und Gerüche zu quantifizieren. Auf dieser Basis können verfahrenstechnische Maßnahmen entwickelt werden, die eine Minderung dieser Emissionen bewirken. Der Stand des Wissens zeigt, dass sowohl für den Bereich der Analyse von Schadgasen (z.B. NH₃, N₂O, CH₄) als auch von Gerüchen bislang nicht für alle Bereiche ausreichende Methoden zur Verfügung stehen. Somit gilt es in einem ersten Schritt entsprechende Methoden zu entwickeln und zu validieren.

Für den Bereich der Schadgasanalyse wurde auf die Fouriertransformierte Infrarotspektroskopie (FTIR-S) gesetzt. Diese wurde für die Anwendungsbereiche optimiert und überprüft. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass mehrere Schadgase gleichzeitig erfasst werden, dabei Nachweisgrenzen unter den atmosphärischen Hintergrundkonzentrationen erreicht werden (Tabelle 1) und es sowohl bei punktuellen Quellen (z.B. Abluftkammine) als auch bei diffusen Quellen (z.B. gedüngte Felder) eingesetzt werden kann.

Tabelle 1: Qualitätsparameter des FTIR-S "K300" mit CLS-Auswertung (DEPTA, 2000)

Parameter	Gas				
	H ₂ O	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	NH ₃
Nachweisgrenze bei 100 m Pfadlänge in ppm	113	60	0,0006	0,03	0,002
Messbereichsbeginn bei 100 m Pfadlänge in ppm ab	3.800	100	0,1	1	0,05
max. Ungenauigkeit in % v.M. im Messbereich	1,2	2,8	0,3	2,8	2
max. Wiederholbarkeit bei 31,5 m in % v.M. im Messbereich	k.A. ¹	55	2,2	4,5	3,5
Querempfindlichkeit	–	H ₂ O ²	H ₂ O ³	–	–

¹ keine Angabe möglich; ² bei niedrigen GOrKonzentrationen zu hohen H₂O-Konzentrationen: 4 %;
³ bei niedrigen N₂O-Konzentrationen zu hohen H₂O-Konzentrationen: 1,9 % v.M

3.1.2 Anwendung spektroskopischer Verfahren im Bereich Stallgebäude

Die Messtechnik wurde unter anderem für den Vergleich der Emissionsraten aus drei verschiedenen Haltungssystemen der Mastschweinehaltung eingesetzt. Auf einem Versuchsbetrieb mit insgesamt 1.000 Mastschweineplätzen wurden in drei getrennten Versuchseinheiten

- ein wärmeisolierter Warmstall mit Spaltenboden (52 Tiere),
- ein Außenklimastall mit Ruhekisten und Teilspaltenboden und
- ein Außenklimastall mit Ruhekisten und eingestreutem Kotplatz Ueweils 64 Tiere),

direkt miteinander verglichen (Abbildung 3). Die ermittelten Emissionsraten werden auf gleiche Tiermassen in den Ställen (500 kg Lebendgewicht) standardisiert, um die direkte Vergleichbarkeit zu ermöglichen

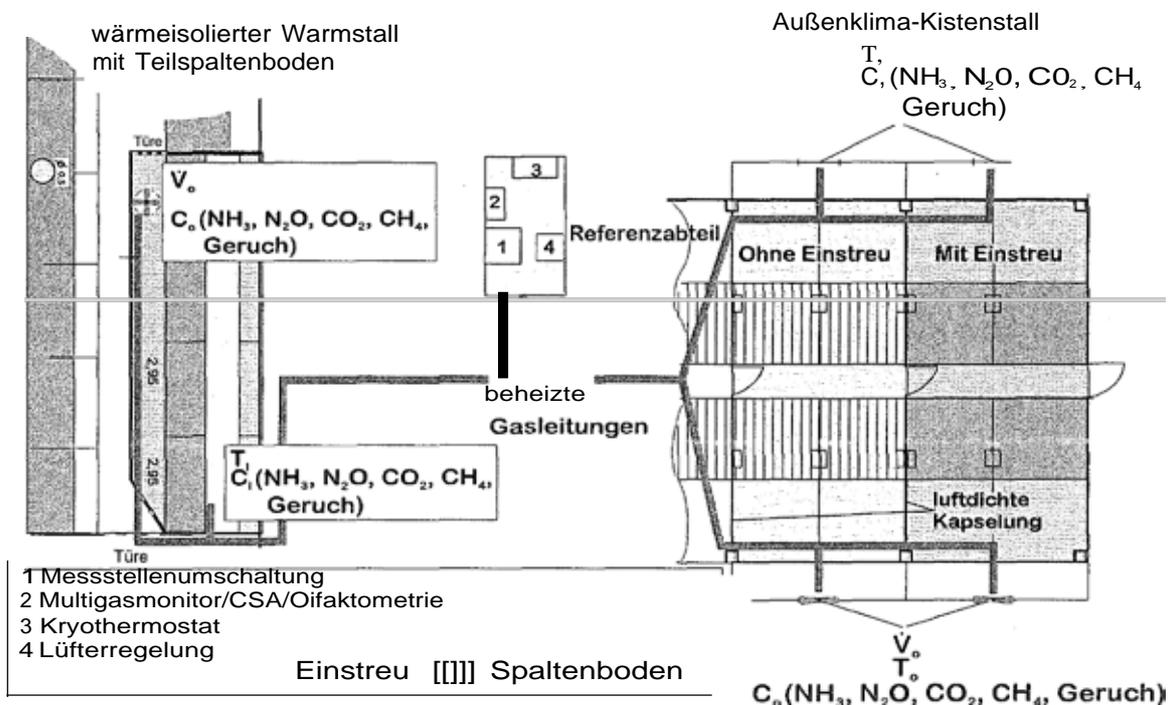


Abbildung 3: Versuchsaufbau zum Vergleich der Emissionsraten für NH_3 , CH_4 , N_2O und Geruch aus drei verschiedenen Haltungssystemen der Schweinemast (Rathmer, Gronauer, Schön, 2000)

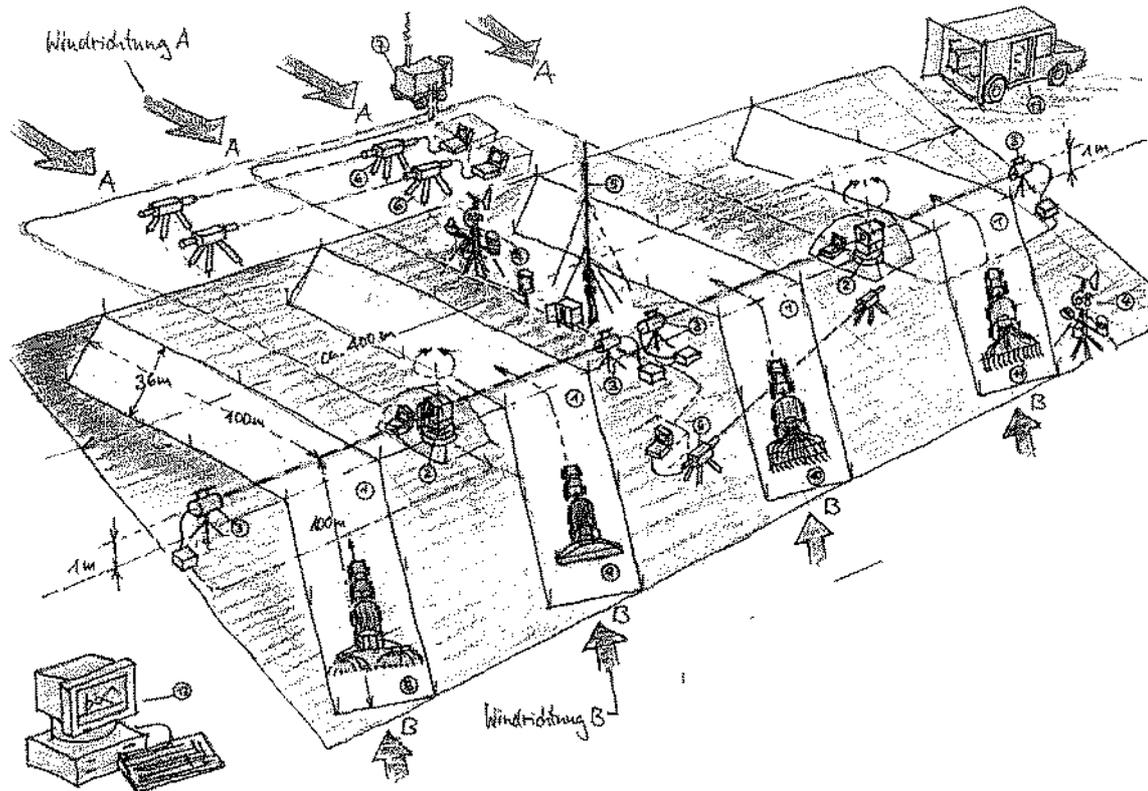
Als wesentliches Ergebnis dieser Untersuchungen stellte sich heraus, dass die Außenklimaställe für Mastschweine deutlich geringere Emissionen verursachen als bisher angenommen (Faktor 2- 30) (Tab.2). Der Hauptgrund dafür liegt vor allem an den niedrigeren Temperaturen in den Außenklimaställen. In Zukunft gilt es weitere Entwicklungen im Bereich der Haltungssysteme für verschiedene Nutztierarten systematisch zu bewerten.

Tabelle 2: Durchschnittliche Emissionsraten in g (h 500 kg LM)⁻¹ von NH₃, CH₄ and CO₂ während drei Mastperioden (Rathmer, Gronauer, Schön, 2000)

	Außenklimastall Teilspaltenboden			Außenklimastall Eingestreut			wärmeisolierter Stall Teilspaltenboden		
	Emissionsrate in g (h 500 kg LM) ⁻¹								
Jahreszeit	NH ₃	CH ₄	CO ₂	NH ₃	CH ₄	CO ₂	NH ₃	CH ₄	CO ₂
Frühjahr	4,31	2,31	460,1	3,44	2,50	460,1	9,88	9,66	949,1
Sommer	5,16	3,34	514,5	4,66	2,75	492,5	13,45	29,03	1193,6
Winter	0,44	0,47	212,2	0,53	0,42	207,7	7,77	15,66	998,1

3.1.3 Anwendung spektroskopischer Verfahren im Bereich Flüssigmistausbringung

Als zweites Beispiel ist der Einsatz der FTIR-S an einer diffusen Flächenquelle gewählt. Abbildung 4 zeigt den Versuchsaufbau zur vergleichenden Bestimmung der Ammoniakemissionen, verursacht durch 4 verschiedene Verteiltechniken zur Flüssigmistausbringung. Neben der Konzentrationsbestimmung mit zwei FTIR-Spektrometern im "Offenpfadmodus" sind Messaufbauten zur Bestimmung des Windfeldes und der Turbulenz notwendig, deren Daten, in invertierten Ausbreitungsmodellen verknüpft, die Emissionsrate von den Versuchsflächen ergibt.



Emissionsvergleich von Gülleausbringtechniken (Gesamtübersicht)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) Begüllte Teilflächen (2) FTIR-Messgeräte (180° schwenkbar) (3) Infrarot-Strahler (4) Wettermessstation (5) Differenztemperaturmessung (6) Szintillometer (7) Stromaggregat | <ul style="list-style-type: none"> (8) Ausbringfahrzeug mit Prallkopf (9) Ausbringfahrzeug mit Prallschürze (10) Ausbringfahrzeug mit Schleppschauch (11) Ausbringfahrzeug mit Schleppschuh (12) Modellierung (13) Servicefahrzeug |
|--|--|

Abbildung 4: Versuchsaufbau für den Vergleich verschiedener Flüssigmistausbringtechniken hinsichtlich der Ammoniakemissionen (GRONAUER ET AL., 1998)

In Abbildung 5 sind die Ammoniakverluste in % des mit dem Flüssigmist auf Dauergrünland ausgebrachten Ammoniumstickstoffs angegeben. Durch die Darstellung dieser Daten in kumulierter Form (NH_3 -Verlust in % des mit dem Flüssigmist ausgebrachten Ammoniumstickstoffs) lassen sich die Verteiltechniken direkt miteinander vergleichen. Unter sommerlichen Bedingungen zeigt sich, dass die flächig verteilenden Geräte (Doppei-Prallkopf) deutlich stärkere Anfangsemissionen verursachen, während die bandförmig applizierenden Verteiler kontinuierlicher freisetzen und ein niedrigeres Verlustniveau erreichen.

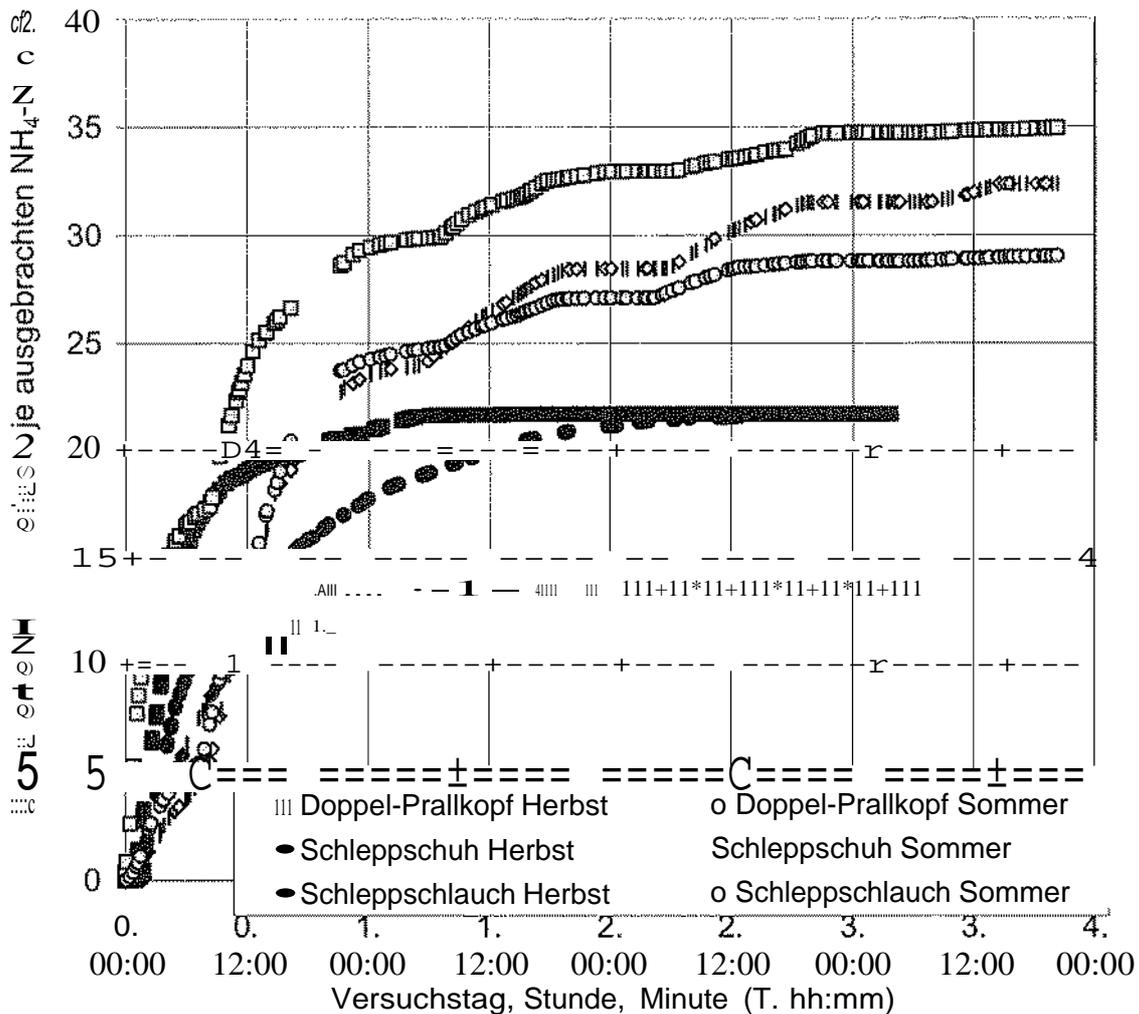


Abbildung 5: Einfluss verschiedener Ausbringtechniken unter sommerlichen und spätherbstlichen Witterungsbedingungen auf die kumulierten Ammoniakverluste aus Flüssigmist (Depta und Gronauer 1999)

Die "Abflachungen" in den Kurven zeigen den Rückgang der Emission in späten Nacht- bzw. frühen Morgenstunden. Unter kühleren Witterungsbedingungen (Herbst) zeigt sich, dass durch den Einsatz der Schleppschuhtechnik deutlich niedrigere Verluste erreicht werden können, als mit den flächig ausbringenden Verteilern. Das relativ hohe Emissionsniveau, das der Schleppschlauchverteiler erreicht, ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass durch den niedrigen Aufwuchs des Grasbestandes eine starke Benetzung der Blattoberflächen mit Flüssigmist stattgefunden hat. Deshalb ist es notwendig, die bandförmige Ablage in möglichst hohe Bestände zu realisieren, um durch geringe Blattbenetzung die Emissionen zu reduzieren und somit die Minderungspotenziale dieser Technik optimal zu nutzen. Unter extremen Sommerbedingungen (Lufttemperaturen > 25°C und Windgeschwindigkeiten > 2 m s⁻¹) können die Ammoniakverluste vor allem auf Ackerflächen durchaus Größenordnungen von 90% erreichen.

3.1.4 Zukünftige Aufgaben

Zukünftige Aufgaben bestehen darin, Verfahrensketten lückenlos zu untersuchen, denn die Minderung der Emissionen in einem Teilbereich (z.B. Stall und Flüssigmistlagerung) kann durchaus eine Erhöhung der Emissionen in folgenden Bereichen (z.B. Flüssigmistausbringung) nach sich ziehen. Ebenso bestehen offene Fragen hinsichtlich des Einflusses von Behandlungsverfahren, wie z.B. in Biogasanlagen oder der Beeinflussung durch den Wechsel von Flüssigmist- auf Festmistverfahren, auf die Höhe der Emissionen.

Fazit:

Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass durch eine flächengebundene Tierhaltung, die es zulässt, an die pflanzenbaulich und standortgebundenen Gegebenheiten eine angepasste Wirtschaftsdüngermenge (insbesondere Stickstoff) mit modernen Verfahren der Applikation umweltgerecht zu verwerten, die Ziele des Umweltschutzes und die Ziele der landwirtschaftlichen Produktion parallel erreicht werden können. Auch neue Haltungsverfahren (z.B. Außenklimaställe) können hierzu wesentliche Beiträge leisten.

Diese Zielsetzung steht im absoluten Gegensatz zu Konzepten völlig flächenentkoppelter und konzentrierter Großanlagen (wie z.B. DELTAPARK-Projekt Rotterdam) und sichert ein positives Image der landwirtschaftlichen Produkte sowie der Landwirtschaft selbst innerhalb unserer Gesellschaft.

Systematische Untersuchungen ganzer Verfahrensketten (z.B. Flüssigmist – Festmist) unter Berücksichtigung verschiedener Eingriffe in diese Verfahrensketten (z.B. Wirtschaftsdüngerbehandlung in Biogasanlagen) stehen noch aus.

3.2 Geruchsemissionen

Geruchsemissionen beeinträchtigen das Wohlbefinden des Menschen und führen zu Nachbarschaftskonflikten. Der Bau neuer Stallgebäude einerseits und die zunehmende Ausweitung von Wohn- und Gemischtgebieten verstärken diese Problematik. Die Entwicklung hin zu größeren Tierbeständen erhöht die lokale Quellstärke der Geruchsemissionen, wodurch größer werdende Abstände zwischen Emissions- und Immissionsort notwendig werden.

Bislang erfolgt die Quantifizierung von Gerüchen mit der Methode der Olfaktometrie nach VDI 3881 (VDI, 1986, 1987, 1989), bei der die menschliche Nase als Sensor benutzt wird. Dabei wird in Kauf genommen, dass das menschliche Geruchsempfinden immer subjektiv stattfindet, die Empfindlichkeit für komplexe Geruchsgemische

sehr unterschiedlich ausfällt und nicht normierbar ist, sowie die Tagesform eines Probanden das Geruchsempfinden stark beeinflusst (DOLLNICK, 1988). Das kontinuierliche "Training" und die regelmäßige Überprüfung von Probanden ermöglicht zwar eine gewisse Standardisierung ist jedoch sehr zeit- und personalaufwendig und somit kostenintensiv.

3.2.1 Methodische Entwicklungen für die Messung von Geruchsemissionen

Vor diesem Hintergrund wurde an der Landtechnik Weihenstephan die Entwicklung eines standardisierten und reproduzierbaren Analysesystems zur Bestimmung von Gerüchen aus landwirtschaftlichen Quellen angegangen. Für diese Entwicklung wurde auf das Prinzip des Chemosensorarrays (CSA), dessen Sensoren stoffunspecific auf Stoffgruppen durch Änderung von elektrischen Widerständen oder Frequenzen reagieren, zurückgegriffen (MAIER, RIEß, GRONAUER, 2000).

Chemosensorarrays bestehen in der Regel aus einer oder mehreren Sensorkammern die mit unterschiedlichen Sensortypen bestückt sind (Abbildung 6).

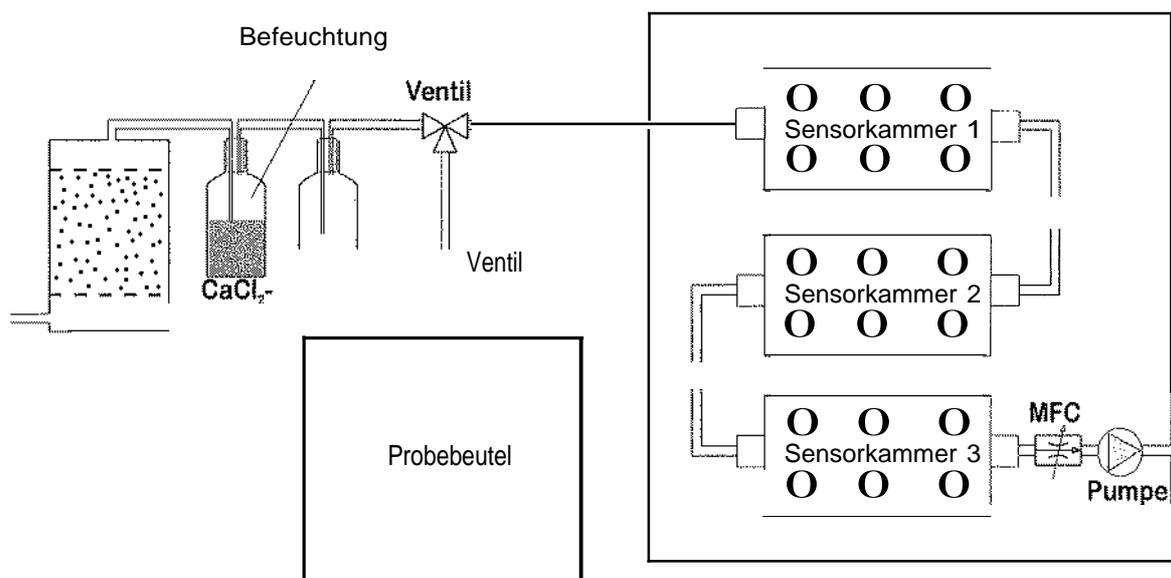


Abbildung 6: Aufbau des Chemosensorarrays und der Probevorlage (schematisch)

Der notwendige Zeitraum für die Vermessung einer Probe beträgt 10 Minuten. Für die Anwendung in der Praxis sind Metalloxidsensoren (MOS) vorzuziehen, da sie eine hohe Haltbarkeit aufweisen, relativ unempfindlich gegenüber Schwankungen der Luftfeuchte sind und eine dynamische Messwertaufnahme zulassen. Wird das CSA mit einer Probe beaufschlagt, erreichen die Sensorsignale nach ca. 180 Sekunden ihren Maximalausschlag (Abbildung 7a). Die Maximalausschläge werden als Messwerte weiter verwertet und z.B. in Form eines Radarplots aufgetragen (Abbildung 7b). Dabei steht jeder Eckpunkt des Plots für den Betrag der Wider-

Standänderung eines Sensors. Proben aus unterschiedlichen Quellen zeigen unterschiedliche Ausprägungen dieser Radarplots (Abbildung 7c). Verdünnungen ein und derselben Probe führen zu proportionalen Abnahmen der Sensorausschläge.

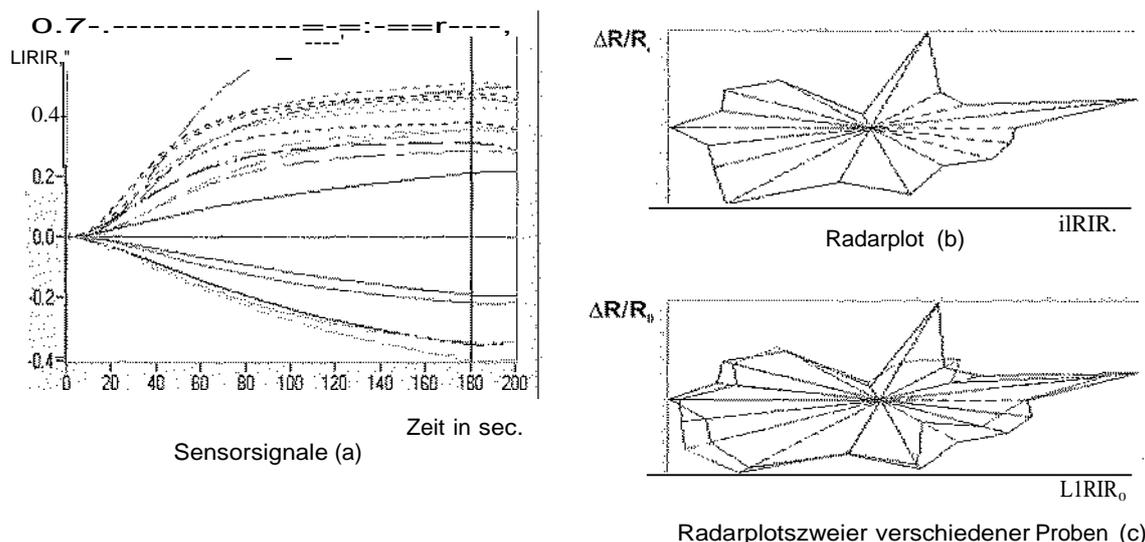


Abbildung 7 a-c: Messsignale der Sensoren ($\Delta R/R_0$) eines CSA und Darstellung in Form von Radarplots

3.2.2 Qualitative Analyse von Gerüchen

Bei den hier dargestellten Beispielen und Ergebnissen handelt es sich um ein Chemosensorarray mit 18 verschiedenen Sensoren. Deshalb weisen die Radarplots auch 18 Sektoren auf. Durch mathematische Berechnungen lassen sich die Daten der 18 Sensoren aus mehreren Wiederholungen auf eine zweidimensionale Ebene transformieren bzw. abbilden. Durch statistische Rechenoperationen können die Daten gruppiert und die Signifikanz der Unterschiede zwischen verschiedenen Proben überprüft und dargestellt werden.

Als Beispiel sind in Abbildung 8 Konzentrationsstufen von N-Butanol (100-460 ppb) untersucht worden. Die absolute räumliche Trennung der einzelnen Konzentrationsstufen zeigt, dass das CSA in der Lage ist, diese Konzentrationsunterschiede eindeutig und reproduzierbar zu erkennen. In diesem Fall besitzt das CSA eine deutlich höhere Sensitivität als die menschliche Nase, die in diesen Konzentrationsbereichen keine Unterscheidung mehr wahrnehmen kann.

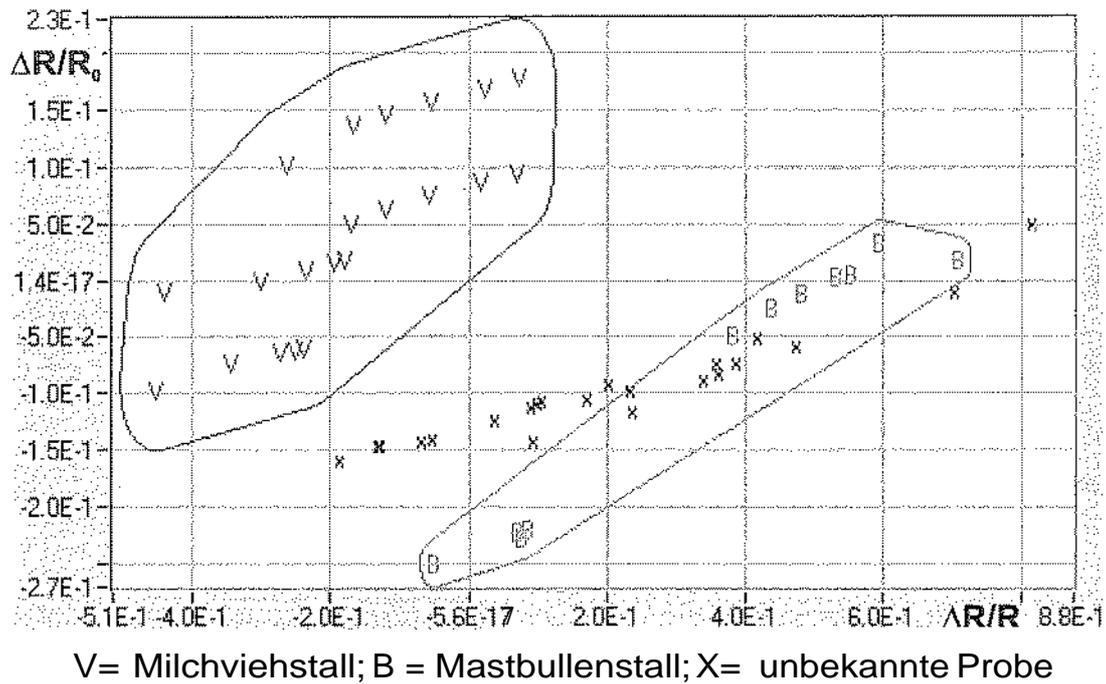


Abbildung 8: Merkmalsraum für Proben unterschiedlicher N-Butanolkonzentration ermittelt mit 18 Sensoren umfassenden CSA

Die qualitative Analyse von Abluftproben aus einem Milhvieh- und Mastbullenstall mittels CSA zeigt (Abbildung 8). Nach Umstellung der Fütterung in dem Mastbullenstall wurden wiederum Proben entnommen und analysiert (x in Abbildung 8). Es zeigte sich, dass sich das Geruchsmuster verändert hat, da durch die Änderung der Fütterung (Silage) andere Geruchsstoffe zusätzlich freigesetzt wurden. Dennoch ordnet das Chemosensorarray diese "unbekannte Probe" dem Mastbullenstall näher zu als dem Milhviehstall.

Einen weiteren methodischen Schritt ermöglicht die Analyse der CSA-Daten mit speziellen statistischen Methoden. Dabei zeigte sich, dass mittels neuronaler Netze mit "backpropagation" Architektur (BPN) die "unbekannte Probe" aus Abbildung 9 zu 95% als der Geruch aus einem Bullenmaststall zugeordnet werden kann. Auf Basis dieser Erkenntnisse lässt sich folgern, dass mit Chemosensorarrays eine qualitative Analyse und Zuordnung zu verschiedenen Quellen mit hoher Sensitivität möglich ist.

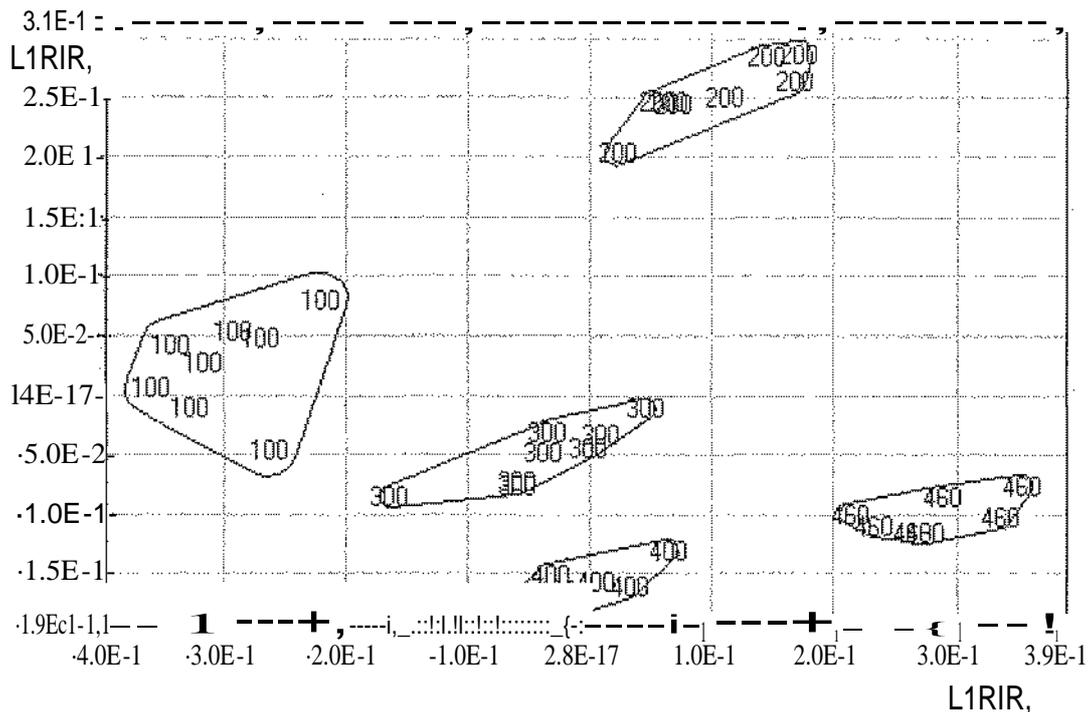


Abbildung 9: Unterscheidung von Geruchsemissionen verschiedener Rinderställe mit Chemosensorarrays (Rieß, et al. 2000)

3.2.3 Quantitative Analyse von Gerüchen

Weil die Geruchsintensität als wirkungsbezogene Größe nicht ursächlich mit den Konzentrationen der einzelnen Stoffe zusammenhängen muss, wird das Geruchsempfinden des Menschen für die quantitative Analyse mit eingebunden. Deshalb wurde an der Landtechnik Weihenstephan ein Probandenkollektiv, das insgesamt 20 Personen umfasst, aufgebaut. Die Probanden werden regelmäßig Prozeduren des Geruchstrainings unterzogen und nach VDI Richtlinie 3881 überprüft, wobei die Konzentrationen nicht in Stufen von Faktor 2, sondern stufenlos vorgegeben werden. Geruchsproben, die mittels CSA analysiert wurden, wurden ebenso durch dieses olfaktorische Probandenkollektiv analysiert. Somit können die Summensignale des CSA (Summe des Betrags aller Widerstandsänderungen) in Beziehung zu den olfaktorisch ermittelten Geruchskonzentrationen (GE m^{-3}) gestellt werden.

Als Beispiel sind die Ergebnisse von Untersuchungen an einem Mastschweineestall in Abbildung 10 dargestellt. Aus diesen Daten ergibt sich eine Gerade, mit der die Sensorsummensignale des CSA hinsichtlich der Geruchskonzentration kalibriert werden können. Das Bestimmtheitsmaß (R^2) sagt aus, dass 89% dieser Werte durch diesen linearen Zusammenhang beschrieben werden können.

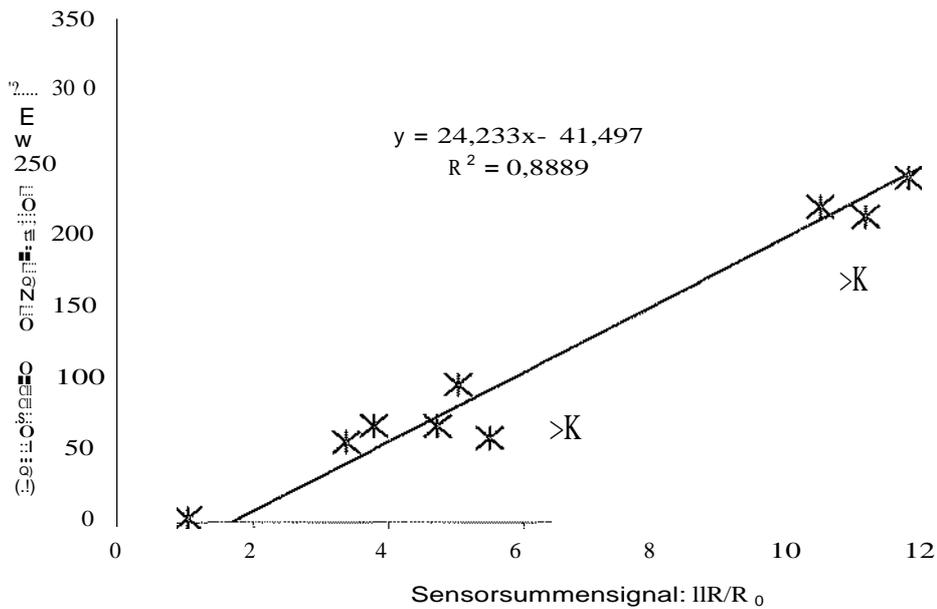


Abbildung 10: Kalibrierung des CSA mittels Olfaktometerdaten (Maier, et al. 2000)

Hinsichtlich der CSA-Technologie lässt sich folgender Vergleich mit der Olfaktometrie ziehen (Tabelle 3). Die spezifischen Vorteile beider Verfahren lassen sich durch die beschriebene methodische Vorgehensweise in idealer Weise kombinieren.

Tabelle 3: Vergleich Olfaktometrie -Chemosensorarray

Olfaktometrie	Chemosensorarray
Geruchswahrnehmung subjektiv	"objektives" Messgerät
diskontinuierliche Methode	kontinuierliche Methode
hohe Personalaufwendungen	geringste Personalaufwendungen
niedrige Geruchsstoffkonzentrationen nicht erfassbar	hohe Sensitivität und Selektivität

3.2.4 Ergebnisse aus der Praxisanwendung (Beispiel Mastschweinehaltung)

Dieses methodische Instrumentarium wurde nun an verschiedenen Quellen, die Geruch emittieren eingesetzt. Unter anderem wurden drei verschiedene Haltungssysteme für Mastschweine verglichen. Die Untersuchungen wurden auf demselben Versuchsbetrieb wie zur Erfassung der Schadgasemissionen (siehe Kapitel 0) durchgeführt. Die Geruchsstoffkonzentrationen in der Abluft aus dem konventionellen, wärmeisolierten Teilspaltenbodenabteil fallen mit durchschnittlich 197 GE m⁻³ deutlich höher aus als die aus den Außenklimaabteilen mit durchschnittlich 68 GE m⁻³. Für eine vergleichende Bewertung der Haltungssysteme würden die Konzentrationsan-

gaben aber in die Irre führen, da Unterschiede in den Lüftungsraten, also den emittierten Luftmassen und Unterschiede in den Tiermassen, die in einem Stallabteil gehalten werden, die Höhe der Emission beeinflussen. Deshalb werden die Konzentrationsdaten (GE m^{-3}) mit den jeweils korrespondierenden Luftvolumenströmen ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$) und im Stallabteil befindlichen Tiergewichten (Lebendmasse in kg) zu einer spezifischen Emissionsrate ($\text{GE (s 500kg LMr}^{-1})$) verrechnet. Aufgrund der höheren Luftwechselraten in den Außenklimaabteilen im betrachteten Zeitabschnitt (Faktor: 1,6) reduzieren sich die Unterschiede zwischen den verglichenen Haltungsverfahren entsprechend (Abbildung 11).

Ein wesentliches Ergebnis besteht darin, dass die kurzzeitige Analyse der Geruchskonzentrationen mittels Olfaktometrie ein hohes Risiko der Fehlinterpretation in sich birgt. Erst eine kontinuierliche Messung der Geruchsstoffkonzentration und des Luftvolumenstroms einer Quelle kann absicherbare Emissionsraten ergeben, da nur auf diese Weise die hohe zeitliche Dynamik der Emissionsraten (im Extremfall Faktor 10, siehe Abbildung 11) berücksichtigt werden kann. Die verglichenen Haltungssysteme unterscheiden sich im Durchschnitt je nach Jahreszeit um den Faktor 2-6.

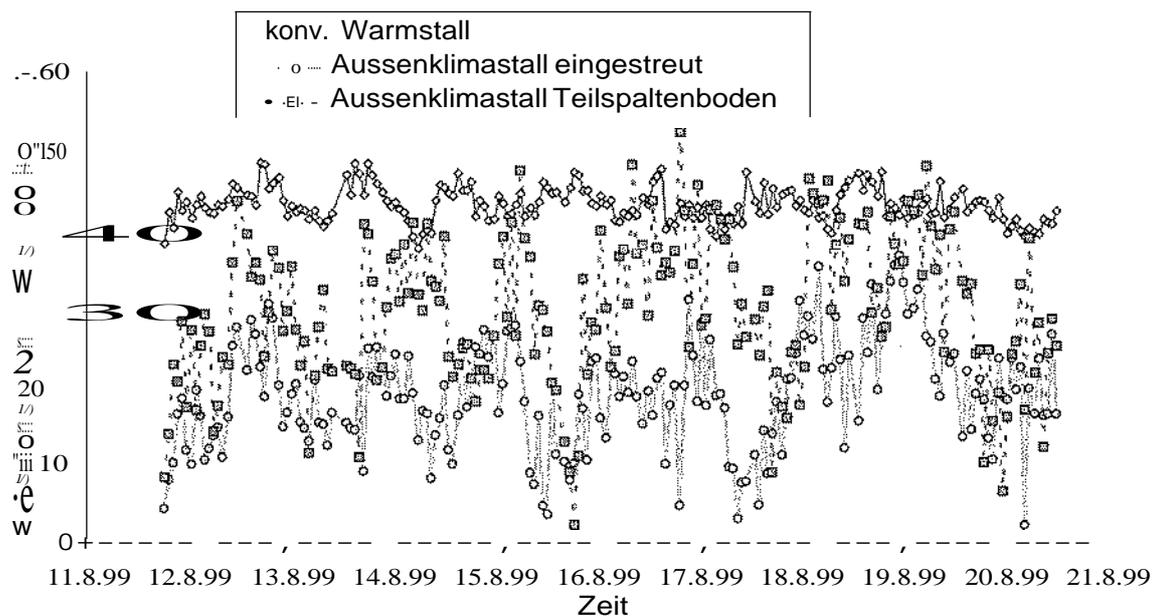


Abbildung 11: Geruchsemissionsraten aus drei verschiedenen Haltungssystemen für Mastschweine (Maier, et al. 2001)

3.2.5 Zukünftige Aufgaben

Zukünftig gilt es an Hand ausreichend umfangreicher Datensätze Kalibrationsdatenbanken für verschiedene Geruchsquellen zu erarbeiten, die als Softwaremodul mit

der CSA-Technologie fest verknüpft werden. Dabei ist an die Anwendung in verschiedenen Bereichen, nicht nur der Landwirtschaft zu denken.

Ein weiterer Schritt besteht darin, die CSA-Technologie auch für Messungen auf der Immissionsseite zu entwickeln. Erste Ansätze werden im Rahmen der aktuellen Arbeiten realisiert. Wesentliches Ziel besteht darin, die Sensitivität des Chemosensorarrays unter die Wahrnehmungsschwelle der menschlichen Nase abzusenken. Technisch erfolgt dieser Schritt durch die Verbindung des CSA mit einer Sorptions-/Desorptionseinheit. Dabei werden die Inhaltsstoffe einer Luftprobe über einen längeren Zeitraum auf einem Trägermaterial angereichert und im folgenden Desorptionsschritt schlagartig und damit in entsprechender hoher Konzentration in einem neutralen Trägergas dem CSA (Sensor) zugeführt. Die Steuerung erfolgt online über die PC-Software des Chemosensorarrays, so dass dieser Prozess automatisch ablaufen kann. Auf diese Weise kann die Sensitivität um den Faktor 10-100 erhöht werden.

Derzeit erreicht das CSA eine untere Sensitivitätsgrenze von 3-10 GE. Somit ist die methodische Grundlage geschaffen, mittels CSA-Technologie auch auf der Immissionsseite Gerüche zu erfassen. Auf diese Weise können dann reproduzierbar, online und mit hoher zeitlicher Auflösung Geruchsmissionen an beliebigen Orten erfasst und der Belästigungsgrad entsprechend festgestellt werden. Die notwendige Entwicklung und Überprüfung in der praktischen Anwendung wird derzeit aktuell bearbeitet.

Auf Basis dieser Methoden und der gewonnenen Ergebnisse können in zukünftigen Arbeiten Verfahren wie z.B. die emissionsgeregelten bzw. emissionsarmen Lüftungstechniken gezielt entwickelt werden oder Verfahren der Flüssig- und Festmistbehandlung sowie Techniken zu deren Ausbringung auf das Feld bewertet werden. Die Anwendung dieses methodischen Know how 's lässt sich zudem in andere Anwendungsbereiche transferieren, z.B. in die Abfallwirtschaft.

Fazit:

Die reproduzierbare Erfassung von Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Quellen ist mit neu entwickelten Verfahren auf Basis des Chemosensorarrays durchführbar. Systematische Untersuchungen und Bewertungen von Verfahren und Management stehen noch aus.

Maßnahmen zur Minderung der Geruchsbelästigung durch die Landwirtschaft basieren auf agrarstrukturellen Maßnahmen, die lokale Tierplatzkonzentrationen niedrig halten (Minderung der lokalen Geruchsemission) und durch die Flächenbindung der Tierhaltung auch die Masseströme auf der Fläche begrenzen.

Verfahrenstechnische Lösungen wie zum Beispiel Außenklimaställe ermöglichen eine geringere Freisetzung von Gerüchen je Mastschwein, ohne spezifische Investitionen tätigen zu müssen. Die Bewertung von Haltungsverfahren anderer Tierarten steht noch aus.

In extremen Einzelfällen können technische Einrichtungen wie z.B. Abluftreinigungsanlagen, Wirtschaftsdüngeraufbereitung und -export die lokalen Beeinträchtigungen erheblich reduzieren.

4. Technologie landwirtschaftlicher Biogasanlagen

Biogasanlagen innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes verbinden verschiedene Bereiche wie Wirtschaftsdüngerbehandlung, Verwertung organischer Abfälle und nachwachsender Rohstoffe sowie die Produktion regenerativer Energieträger.

Dabei sind Aspekte der Stoffströme, Hygiene, Energieströme und der Ökonomie zu berücksichtigen. Belastungen organischer Reststoffe, sei es durch Pathogene oder durch Stör- und Schadstoffe sowie die uneingeschränkten Anforderungen an die Qualitätssicherung landwirtschaftlicher Produkte können auch zum Ausschluss bestimmter organischer Reststoffe für die landwirtschaftliche Verwertung führen. Eine differenzierte Bewertung ist demnach erforderlich.

4.1 Derzeitiger Stand der Biogastechnologie in der Landwirtschaft

In Bayern soll der gezielte Einsatz von Wirtschaftsdüngern durch Schaffung von Lagerraum und Anwendung neuer Ausbringungsverfahren, die Entwicklung von Systemen zur verbesserten Nährstoffverwertung und die Weiterentwicklung von Techniken zur umweltschonenden Verwertung des landwirtschaftlichen Wirtschaftsdüngers z. B. zur Biogaserzeugung weiter intensiviert werden. Der Anteil der Biomasse am Primärenergieaufkommen soll durch die Weiterentwicklung der Biogaserzeugung

und -nutzung und die Gewinnung von wasserstoffreichem Gas aus Biomasse gesteigert werden und zusätzliche Einkommensmöglichkeiten für die Landwirtschaft geschaffen werden. Daneben ist die langfristige Entsorgungssicherheit und wirtschaftliche Optimierung im Bereich der Abfallwirtschaft auf eine langfristige Verwertung unbelasteter und hygienisch einwandfreier organischer Reststoffe in der Landwirtschaft angewiesen.

Nach Angaben des FACHVERBANDES BIOGAS E.V., im Jahr 2000 sind in Bayern mit ca. 400 landwirtschaftlichen Biogasanlagen und somit ca. 40 % der in Deutschland betriebenen landwirtschaftlichen Biogasanlagen lokalisiert .

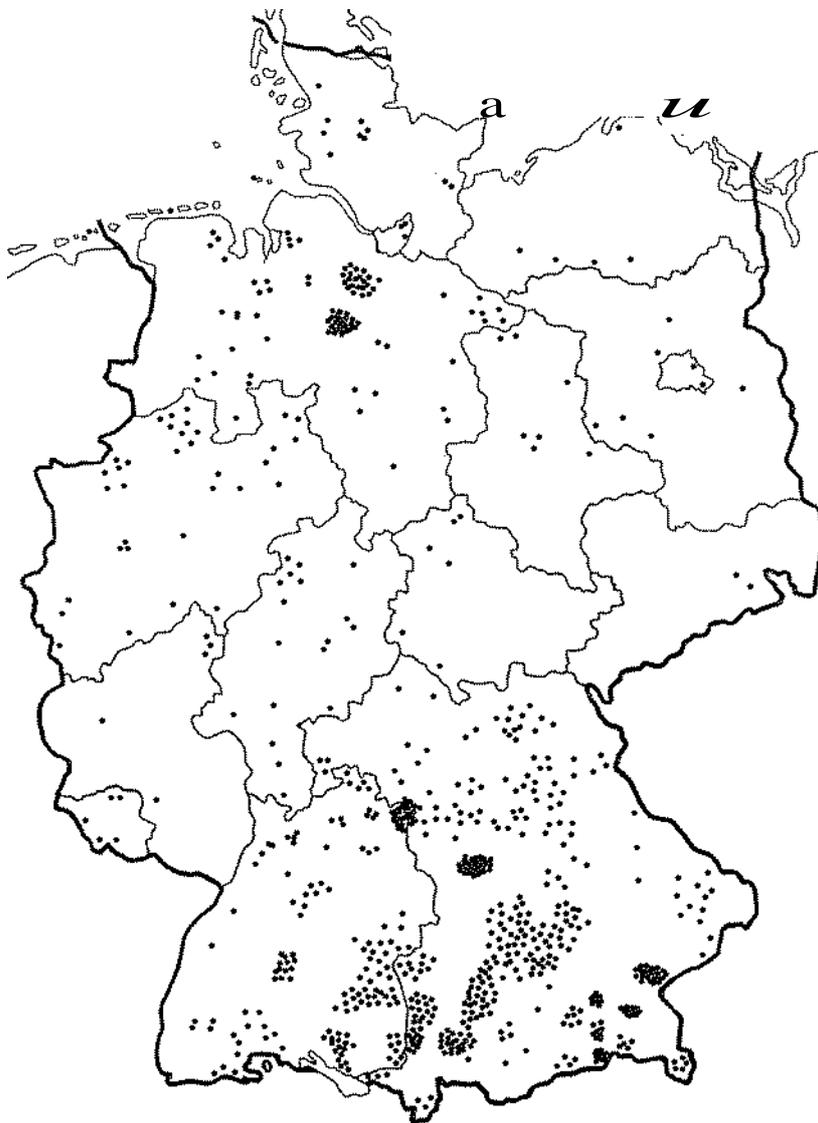


Abbildung 12: Geographische Lage landwirtschaftlicher Biogasanlagen in Deutschland (mit freundlicher Genehmigung des Fachverbandes Biogas e.V. Mai 2000)

Deutschlandweit wurden 1998 nach konservativer Schätzung mindestens 350,4 GWh/a = 1,26 PJ/a Energie durch landwirtschaftliche Biogasanlagen produziert.

Nach dem Bericht des IWR 1996/1997 entspricht diese Menge nur 1% der durch regenerative Energieträger produzierten Energie. Es werden jedoch noch hohe Entwicklungspotenziale gesehen, da bislang nur ein sehr geringer Anteil der für die anaerobe Behandlung vorhandenen Biomasse durch Biogasanlagen verwertet wird.

Vor dem Hintergrund veränderter gesetzlicher Rahmenbedingungen im Bereich der Energiepolitik (Erneuerbare-Energie-Gesetz, Marktanzreizprogramm) stellt das anaerobe Verfahren "Biogasproduktion" neben der Behandlung organischer Reststoffe durch das aerobe Verfahren der Kompostierung zur Produktion von Humusdünger eine zunehmend interessante Alternative dar. Der Verfahrensablauf gliedert sich in die Bereiche Inputmaterialienkonditionierung, Fermenter, Gärrestlagerung und Ausbringung zur Düngung sowie der Gaserfassung und -Verwertung (Abbildung 13).

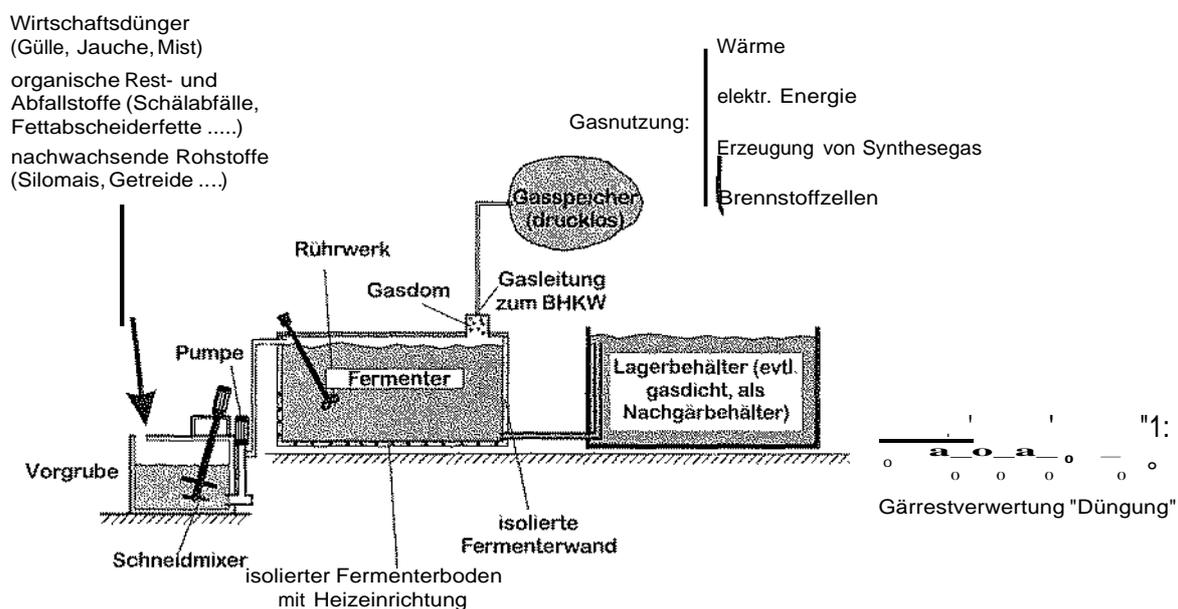


Abbildung 13: Verfahrensablauf in einer Biogasanlage

Da in der Vergangenheit dieses Verfahren im Bereich der Landwirtschaft eher eine untergeordnete Rolle gespielt hat und somit auch in der landwirtschaftlichen Forschung nicht sehr ausführlich bearbeitet wurde, bestehen derzeit große Lücken im Stand des Wissens, um entsprechende Bewertungen durchführen zu können.

In den letzten Jahren haben sich eine Reihe verschiedener Anlagentypen auf dem Markt etabliert. Spezielle Fermentertypen z.B. für eine möglichst weitgehende Hygienisierung der Substrate befinden sich noch im Pilotstadium. Das derzeit größte Defizit besteht in der wirtschaftlichen Bewertung von Biogasanlagen, da die in Praxisanlagen zu erzielenden Gaserträge (bezogen auf verschiedene Substrate) nicht auf belastbaren Daten abgesichert werden können. Untersuchungen zu Gaserträgen basieren i.d.R. auf Laboruntersuchungen im Kleinmaßstab. Die dabei ermittelten

von cofermentiertem Silomais (Beispiel für NAWAROS), ganz besonders aber mit der zunehmenden Menge kostenfreier Co-Fermentate zunimmt.

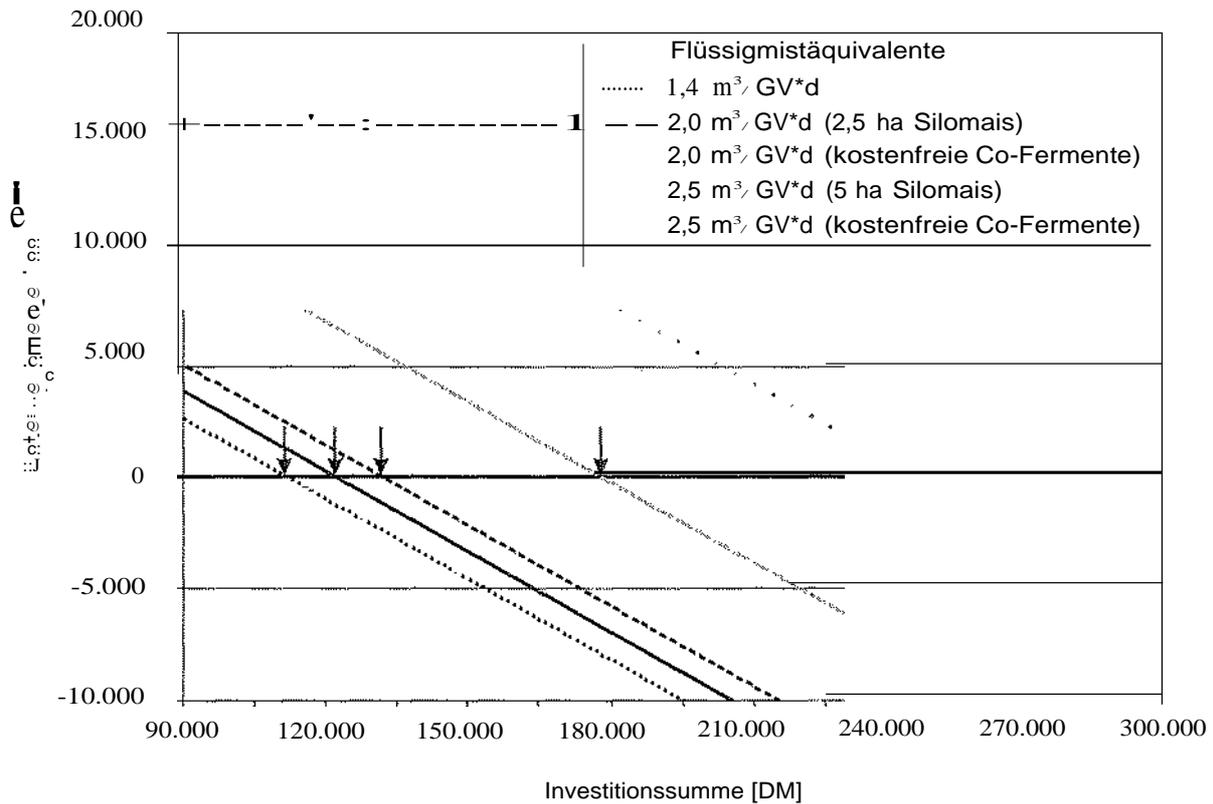


Abbildung: 15 Unternehmergewinn beim Bau von Biogasanlagen in Abhängigkeit von Investitionsvolumen, Gasausbeute und Reststoffkosten (Keymer, 2000)

4.2 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

4.2.1 Biotechnologische Prozesssteuerung und -Optimierung

In den letzten 10 Jahren sind die Entwicklungen hinsichtlich Konzeption und Bau landwirtschaftlicher Biogasanlagen unsystematisch verlaufen. In der Anfangszeit wurden viele sogenannte "Bastleranlagen" unter hohem Eigenleistungsanteil der Setreiber realisiert. Parallel dazu haben sich zunehmend Firmen auf die Planung und Realisierung landwirtschaftlicher Biogasanlagen spezialisiert, wobei im landwirtschaftlichen Bereich zumeist Fermenter auf Basis von Flüssigmistlagerbehältern realisiert wurden. Mit zunehmender Diversifizierung der möglichen Co-Fermentate in landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden vermehrt sowohl die Anlagen als auch die eingebauten Aggregate (Pumpen, Rührwerke, Zerkleinerungseinrichtungen) gezielt an diese Substrate angepasst. Hierzu wurden bislang noch keine systematischen verfahrenstechnischen Untersuchungen durchgeführt.

4.2.2 Gasausbeuten verschiedener Substrate, Fermentertechnologie (Innovationspotenziale, Prozesseffektivität und Hygiene)

Über die Gasausbeuten der unterschiedlichen Substrate in landwirtschaftlichen Biogasanlagen sind die Aussagen sehr unterschiedlich. Die Angaben in der Literatur unterscheiden sich dabei z.T. um mehr als 100 %. Auch in diesem Bereich sind kaum systematische Untersuchungen durchgeführt worden. Vielfach haben betroffene Landwirte Substrate in ihre Anlagen eingebracht, die zu großen Schwierigkeiten im Prozessablauf bis zum völligen Erliegen des mikrobiellen Prozesses geführt haben. Eine Maßzahl für die Effektivität des Biogasprozesses (analog dem Rottegrad bei der Kompostierung) existiert bislang nicht, auch besteht derzeit keine Einigkeit über die zu verwendende Bezugsgröße für die Gaserträge (1/kg TS, 1/kg oTS, 1/kg FS, 1/kg CSB, L/kg BSBs). Aus diesem Grund sind gründliche Untersuchungen des landwirtschaftlichen Biogasprozesses unter Berücksichtigung des Inputmaterials und der Verfahrenstechnik unerlässlich. Die Validierung von Laborversuchen und die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Praxisanlagen (upscaling) steht noch aus. Deshalb ist auch die ökonomische Bewertung mit entsprechender Unsicherheit behaftet. Weitere Forschungsarbeiten in diesen Bereichen sind also unerlässlich.

4.2.3 Hygienisierungspotenziale durch anaerobe Behandlung

Das Hygienisierungspotenzial bei der anaeroben Behandlung organischer Rest- und Abfallstoffe ist vom Temperaturniveau des Prozesses, der hydraulischen und realen Verweilzeit des Substrats und der Fermentertechnologie abhängig. Im Rahmen von Untersuchungen zur Vergärung von Bioabfall wurde festgestellt, dass pathogene Mikroorganismen während der thermophilen Vergärung abgetötet werden, wenn sie keine Thermotoleranz aufweisen oder nicht in der Lage sind, hitzeresistente Sporen auszubilden (CHRIST, 1999). Um diese z.T. hitzeresistenten Dauerstadien, die auch durch die thermophile Behandlung nicht abgetötet werden können zu eliminieren, werden derzeit Fermenter entwickelt, die durch den Wechsel verschiedener Temperaturstadien Dauerstadien zur Sporulation anregen und in einem thermophilen Folgeschritt die entsprechende Hygienisierung erreichen. Begleitende Forschungsarbeiten hierzu werden im nächsten Jahr beginnen.

4.2.4 Reduzierung von Schadgas – und Geruchsemissionen

Während des Betriebs landwirtschaftlicher Biogasanlagen sind die Bereiche Anlieferung und Lagerung des Gärrests hinsichtlich Emissionen von Schadgasen und Gerüchen als kritisch zu beurteilen.

Im Bereich der Anlieferung können v.a. beim Einsatz von Co-Fermentaten und bei der Durchmischung und Zerkleinerung des Inputmaterials Gerüche auftreten, die eine Belästigung für Anwohner darstellen. Vor allem während der offenen Lagerung des Gärrests können höhere Ammoniakemissionen auftreten als während der Lage-

rung unbehandelter Gülle. Diese sind bedingt durch die mit dem anaeroben Abbau einhergehende Erhöhung des Ammoniumstickstoffanteils und des pH-Wertes. Zu den Emissionen von Methan aus dem Gärrest im Vergleich zu den Emissionen aus unbehandelter Gülle liegen derzeit keine Untersuchungen vor. Bei den Geruchsemissionen wird davon ausgegangen, dass sie beim Gärrest geringer sind als bei unbehandelter Gülle, da durch den Prozess der Vergärung langkettige, geruchsinstensive Kohlenstoffverbindungen abgebaut werden. Die Abbaurate dieser geruchsinstensiven Stoffe ist jedoch wiederum von der Verweilzeit des Substrats im Fermenter abhängig. Systematische Untersuchungen mit reproduzierbaren Methoden könnten in Zukunft durch den Einsatz von Chemosensorarrays analog zum Einsatz im Bereich der Tierhaltung (siehe Kapitel 0) erfolgen.

Stichprobenartige Untersuchungen aus biogasbetriebenen Blockheizkraftwerken bei der Inbetriebnahme zeigen, dass die Abgasnormen der TA-Luft eingehalten werden könnten. Durch den hohen Gehalt an katalysatorgiftigen Substanzen (vor allem H₂S) ist der Betrieb der Katalysatoren nur kurzfristig möglich. In einem ersten Schritt werden Anfang nächsten Jahres Abgasuntersuchungen an bayerischen Biogasanlagen vorgenommen, um den Stand der Praxis zu erfassen und die Optimierungspotenziale zu bestimmen. In einem weiteren Schritt werden die technischen Potenziale zur Minderung der Abgasemissionen erfasst und bewertet werden.

4.2.5 Energieeffizienz

Zur Beurteilung der Energieeffizienz landwirtschaftlicher Biogasanlagen sind einerseits, wie in Kapitel 0 beschrieben, genaue Stoffstromuntersuchungen des eingesetzten Materials sowie der Gärprodukte Biogas und Gärrest notwendig, andererseits ist die Bewertung der Energiekonversion zu elektrischer und Wärmeenergie sowie deren Nutzungseffizienz von entscheidender Bedeutung. Eine effektive Nutzung der bei der Verstromung anfallenden Niedertemperaturwärme findet derzeit nur sehr eingeschränkt statt. Eine Möglichkeit zur Erhöhung des Stromertrags bei der Biogasnutzung bei gleichzeitiger Verringerung des Wärmeertrags wird zukünftig durch den Einsatz von Brennstoffzellen gegeben sein. Die Entwicklung bei der Reinigung und beim Reformationsprozess sind jedoch noch nicht praxisreif.

Fazit:

Die Biogastechnologie, ein möglicher Betriebszweig landwirtschaftlicher Betriebe, entwickelt sich seit kurzem sprunghaft. Die Verknüpfung des Ziels "Produktion regenerativer Energie" mit Zielen der "Verwertung organischer Abfälle" und "Nutzung nachwachsender Rohstoffe" bietet Innovationen auf mehreren Ebenen. Um die Defizite im Stand des Wissens zu beseitigen, werden derzeit eine Reihe von Projekten auf Landes- und Bundesebene in Angriff genommen. Wesentliche Ziele sind:

- Überprüfung der Umweltverträglichkeit und Optimierung der Umweltschutztechnik
- Bewertung der energetisch nutzbaren Potenziale von Biomasse (Gas-/Methanerträge)
- Entwicklung neuer Technologien zur Hygienisierung und Gasverwertung
- Ermittlung belastbarer Daten für die Stoffstrom- und Energiebilanzierung
- Optimierung des Stands der Technik und Umsetzung in die Praxis

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

Für den Bereich Emissionen an Schadgasen und Geruch ist die Entwicklung und Validierung geeigneter Methoden zur Verfahrensbewertung weitgehend abgeschlossen. Die Anwendung dieser Methoden hat für den Bereich der Mastschweinehaltung Ergebnisse geliefert, die durch die Beratung umgesetzt werden können und für zukünftige Entwicklungen richtungsweisend sein können. Die systematische Fortsetzung für andere Tierarten und Verfahren in der Landwirtschaft wie auch der Abfallwirtschaft bleibt als Aufgabe bestehen.

Im Bereich "Biogastechnologie" müssen entsprechende Untersuchungen erfolgen, die belastbare Daten erbringen, um sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Bewertungen vornehmen zu können. Die entsprechenden Arbeiten sind erst begonnen worden.

Die Ausrichtung der Arbeiten in der Umwelttechnik der Landnutzung können dazu beitragen wie das Beispiel Immissionsschutz am Beispiel der Tierhaltung (siehe Kapitel 3) zeigt, zukunftsfähige und wettbewerbsfähige Modelle für landwirtschaftliche Betriebe zu entwickeln. Diese Modelle müssen in Zukunft der hohen Standortdiversität, der teilweise dichten Besiedelung und den hohen Ansprüchen der Bevölkerung an die Art und Weise der produzierten Lebensmittel, die Naherholungsqualität des Umlandes und den Tier- und Umweltschutz gerecht werden können.

6. Literatur

- ARCHEA (1999): Umweltschonende Technologien, Entstehung von Biogas. Archea GmbH, www.archea.de, Fax: 0 51 52 / 52 71 61 (1999).
- BAADER, W. (1990): Feuchte Biomasse als Ausgangsstoff für Biogas. VDI-Berichte 794, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- BASERGA, U. (1998): Landwirtschaftliche Co-Vergärungs-Biogasanlagen - Biogas aus organischen Reststoffen und Energiegras. FAT-Berichte Nr. 512, Hrsg.: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Tänikon.
- BEHMEL, U. (1993): Mehrstufige Methanisierung von Brauereireststoffen. Dissertation TU-München, Energie- und Umwelttechnik der Lebensmittelindustrie.
- BISKUPEK, B. (1998): Kofermentation. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL-Arbeitspapier 249, KTBL Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
- BMELF (HRSG.) (1995): Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1995 - Ergebnisse der Waldschadenserhebung. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn. 104 Seiten.
- BRAUN, R. (1982): Biogas - Methangärung organischer Abfallstoffe. Springer-Verlag, Wien.
- BusCHNER, G. (1994); Klinkmüller, L.; Stumpf, W.: Vergärung organischer Reststoffe mit Biogasgewinnung. Abfallwirtschaft, 5/94.
- CARO, T.; KALKHOF, B. (1989): Gewinnung von Biogas aus Biertrebern. In: Thome-Kozmiensky K.J. (Hrsg.), Biogas - Anaerobtechnik in der Abfallwirtschaft, EF-Verlag, Berlin.
- CHRIST, O. (1999): Leistungscharakteristik der ein- und zweistufig thermophilen und mesophilen Vergärung von Bioabfällen. Berichte aus Wassergüte und Abfallwirtschaft, Berichtsheft 148, Technische Universität München.
- DEPTA, G.; GRONAUER, A. (1999): FTIR-Spektroskopie zur Emissionsbestimmung bei landwirtschaftlichen Quellen - Vergleich von Gaszellen- und Offenpfadmessungen. In: Agrartechnische Forschung 5, 97-106.
- DEPTA, G. (2000) : Optimierung und Validierung der FTIR-Spektroskopie für die Erfassung von Spurengas-Emissionsraten aus landwirtschaftlichen Quellen. Dissertation der Fakultät für Brauwesen, Lebensmitteltechnologie und Milchwissenschaft der Technischen Universität München, im Druck.
- DoLLNICK H.W.O. (1988): Verfahren zur analytischen und sensorischen Erfassung von Geruchsstoffen in Emissionen. Diss., Fakultät für Brauwesen, Lebensmitteltechnologie und Milchwissenschaft der TU-München.
- EDELMANN, W. ET AL. (HRSG.) (1991): Vergärung biogener Abfälle aus Haushalt, Industrie und Landschaftspflege. Abschlußbericht, Band A: Bericht, arbi Arbeitsgemeinschaft Bioenergie, CH-8933 Maschwanden und probag Umwelttechnik AG, CH-8953 Dietikon.

- GRONAUER, A. (1993): Einflußfaktoren auf die Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München. 160 Seiten.
- GRONAUER, A. (1994): Tierspezifische Ammoniakemissionen in Bayern. In "Bericht der Projektgruppe "Stickstoffbelastung durch die Landwirtschaft", Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- GRONAUER, A.; DEPTA, G.; STEGBAUER, B.; NESER, S.; BECHER, S.C.; STANZEL, H.; SCHÖN, H. (1998): Emissionsratenanalyse landwirtschaftlicher Quellen mit Fourier-Transformierter Infrarot- (FTIR-) Spektroskopie. In: *Agrobiological Research* 51 (1), 13-25.
- HERZOG, E.; KUHN, E. (HRSG.) (1997): Positionspapier Kofermentation. KTBL-Positionspapier, Darmstadt
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1992): Zitiert in: Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1994): Schutz der grünen Erde; Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. Bericht der Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des 12. Deutschen Bundestages. Bonn, *Economia-Verlag*, 1994.
- International economic platform for renewable energies (IWR) (1996/1997), Daten des IWR und VDEW, www.uni-muenster.de/energie/re/eu/e_dat.html, 1999
- KEYMER, U. (2000): Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen. In: Biogasoffensive Niederbayern 2000, Informationsveranstaltung zum Thema "Biogas", 13.07.2000, Regierung von Niederbayern, Landshut
- KUHN, E. ET AL. (1995): Kofermentation. Arbeitspapier 219, Hrsg.: KTBL e.V. Darmstadt, KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
- MAIER, B.; RIESS, G.; GRONAUER, A. (2000): Erkennung und Bewertung von Geruchsemissionen aus der Landwirtschaft. In: *Landtechnik* 55/1, 44-45.
- MAIER, B.; RIESS, G.; ZEISIG, H.D.; GRONAUER, A. (2000): Einsatz von chemischen Sensorarrays zum Monitoring von Geruchsemissionen aus der Landwirtschaft. In: *Agrartechnische Forschung* 6, 70-73.
- RATHMER, B.; MAIER, B.; RIESS, G.; ZEISIG, H.-D.; GRONAUER, A. (2001): Messung von Geruchsemissionen mittels Olfaktometrie und Chemo-Sensorarrays zum Vergleich von Haltungssystemen in der Schweinemast, In: *Agrartechnische Forschung im Druck*.
- MITTERLEITNER, H. (1995): Biogas-Energie aus Gülle, Mist und Abfällen. *Bauernzeitung, LW Brandenburg*, 36. Jahrgang.
- NILSSON, J.; GRENNFELT, P. (HRSG.) (1988): Criticalloads for Sulphur and Nitrogen.- Report from a Workshop held at Skokloster, Sweden, 19-24 March 1988; organized by UN-ECE and the Nordic Council of Ministers. *NORD Miljorapport 1988*: 15, S. 1-418. Zitiert in: Ellenberg, H.: *Ökologische Veränderungen in Biozönosen durch Stickstoffeintrag*. In: KTBL und VDI (Hrsg.). *Ammoniak in der Umwelt*. KTBL-Schriften, 1990, S. 44.1-44.24. KTBL, Darmstadt

- PERWANGER, A. (1986): Untersuchung und Optimierung von Biogasanlagen in der Praxis mit technisch ökonomischer Vergleichsauswertung - Erstellung von Bauanleitungen. Bundesministerium für Forschung und Technologie, Forschungsbericht T 86-217, Fachinformationszentrum Karlsruhe.
- RATHMER, B.; GRONAUER, A.; SCHÖN, H. (2000): Lang-Term Comparison of the Emission Rates of Ammonia, Methane and Nitrous Oxide from three different Housing Systems for Fattening Pigs. In: AgEng Warwiek 2000 -- 2. - 7. Juli 2000. Ausg. ABSTRACTS Bd. Part 1. (Hrsg.: Institution of Agricultural Engineers, Silsoe Research Institution und RASE) University of Warwick, UK, Warwick, UK, 93-95.
- REINHOLD, D.; NOACK, W. (1982): Laboratoriumsversuche über die Gasgewinnung aus landwirtschaftlichen Stoffen. In: Braun, r.: Biogas - Methangärung organischer Abfallstoffe. Springer-Verlag, Wien.
- RIESS, G.; MAIER, B.; GRONAUER, A.; SCHÖN, H. (2000): Development of a system for the continuous detection of the odour emission from agriculture. In: AgEng Warwiek 2000 -- 2.-7. Juli 2000. (Hrsg.: Institution of Agricultural Engineers, Silsoe Research Institution und RASE) University of Warwick, UK, Warwick, UK, 00-AP-022.
- STEPHAN, B. (1983): Biogas aus Pansen- und Schlachtabfällen. Gewinnung und Nutzung/Stand der Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland /Folgerungen für die Praxis. In: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis 11, Biogas aus Abfall und Abwasser, Erzeugung und Verwertung im industriellen, kommunalen und landwirtschaftlichen Bereich, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- UBA (1998): Umweltdaten Deutschland 1998, Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt.
- FACHVERBAND BIOGAS E.V., 2000: mündliche Mitteilung Dr. C. da Costa Gomez
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) (1986): Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung-Grundlagen. 3881 Bl. 1, Beuth-Verlag, Berlin.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) (1987): Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung-Probenahme. 3881 Bl. 2, Beuth-Verlag, Berlin.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) (1989) Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung-Olfaktometer mit Verdünnung nach dem Gasstrahlprinzip. 3881 Bl. 3, Beuth-Verlag, Berlin.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) (1989) Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung, Anwendungsvorschriften und Verfahrenskenngrößen 3881 Bl. 4, Beuth-Verlag, Berlin 1989.
- WEILAND, P. (1989): Industrieabfälle und Möglichkeiten für deren Vergärung. 42. Informationsgespräch ANS, Basel.
- WEILAND, P. (1997): Potentiale und Vorschriften bei der Cofermentation. In: Tagungsband zur 6. Biogastagung des Fachverbandes Biogas am 07.-10.01.1997, Kirchberg/Jagst-Weckelweiler.
- WELLINGER, A. (1997): Biogasprozess: Mögliche Probleme von Abis Z. In: Tagungsband zur 6. Biogastagung des Fachverbandes Biogas am 07.-10.01.1997, Kirchberg/Jagst-Weckelweiler.

Perspektiven für die Energiegewinnung aus Biomasse

Arno Strehler, Hans Hartmann, Bernhard Widmann, Manfred Reuß

1. Einleitung

Die nahende Erschöpfung der Vorräte fossiler Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Kohle führt zwangsläufig zu einem Preisanstieg, wobei Ausschläge nach oben und unten den Verlauf des Preisanstieges unterbrechen werden. Neben der Verknappung der Vorräte sind Öl, Kohle und Gas durch ihre Kohlendioxidemission und die damit verbundene Erhöhung des CO₂-Gehaltes in der Atmosphäre klimawirksam. Die Auswirkung auf das Klima und den Menschen ist vielgestaltig. Zuerst wird von Klimaexperten der extreme Witterungsverlauf genannt, dann der allmähliche Temperaturanstieg, gefolgt vom Anstieg des Meeresspiegels, der Verschiebung der Vegetationszonen verbunden mit der Ausdehnung von Trockengebieten. Durch den extremen Witterungsverlauf sind die Land- und Forstwirtschaft am stärksten betroffen. Der extreme Witterungsverlauf hat vielerlei Auswirkungen, die wichtigsten sind, Veränderung der Niederschlagsverteilung, Erhöhung der Stärke der Regenfälle, in Bayern mehr Winterregen, weniger Sommerregen. Spät- und Frühfröste sollen häufiger auftreten, sie gefährden frisch ausgebrachte Saaten. Starke Temperaturschwankungen erhöhen das Sturm- und Hagelrisiko. Starker Regen führt in erster Linie bei Getreidebeständen kurz vor der Ernte zu erheblichen Verlusten [22]. Da vor allem die Landwirtschaft den Schaden durch extremen Witterungsverlauf erleidet, sollte dieser Berufszweig Maßnahmen gegen den Treibhauseffekt fordern; an erster Stelle sollte hier die Reduktion der Nutzung fossiler Energieträger als Hauptverursacher stehen.

Bei den Maßnahmen gegen den vom Menschen verursachten Treibhauseffekt spielt die Einsparung fossiler Energie die größte Rolle. Durch entsprechende politische Rahmenbedingungen (z.B. CO₂-Steuer, Ressourcensteuer u.a.) lassen sich in Industrieländern bis zu 50 % an Energie einsparen, die andere Hälfte muss durch erneuerbare Energiesysteme ersetzt werden. Die Sonne als unerschöpfliche Energiequelle liefert entweder direkt oder indirekt in Form von Biomasse den größten Beitrag. Für die Land- und Forstwirtschaft erwächst hieraus die Chance, Beiprodukte, Reststoffe und Energiepflanzen als Ersatz für fossile Energieträger gewinnbringend zu nutzen und zu verkaufen. Bayern mit relativ großen Agrarflächen und einer bedeutenden Landwirtschaft kann einen wesentlichen Beitrag zum Ersatz fossiler Energieträger leisten, aber auch seinen Agrarmarkt damit wirksam entlasten, um so ein für den Landwirt erträgliches Agrarpreisniveau zurückzugewinnen.

2. Gegenüberstellung des Energieverbrauchs und der möglichen Energiepotenziale aus Biomasse in Bayern

2.1 Energieverbrauch in Bayern

Der jährliche Primärenergieverbrauch Bayerns liegt bei 2.043 PJ, das sind 49,3 Mio t Rohöläquivalent (RÖE). Den größten Beitrag zur Bedarfsdeckung liefert Mineralöl mit 47 %, gefolgt von der Kernenergie mit 24,9% und Gas mit 15,2 %. Wie in Abbildung 1 gezeigt, machen Steinkohlen und Braunkohlen zusammen 7 % aus. Wasserkraft und sonstige regenerative Energie liefern 5,9 %, wobei 3,2 % bereits aus Biomasse stammen. Nach Verbrauchssektoren aufgeteilt ergeben sich 46 % des Energiebedarfes für Haushalte und sonstige Kleinverbraucher, nur 2,5 % für die Landwirtschaft, 32,4 % für den Verkehrssektor und 19,1 % für das verarbeitende Gewerbe.

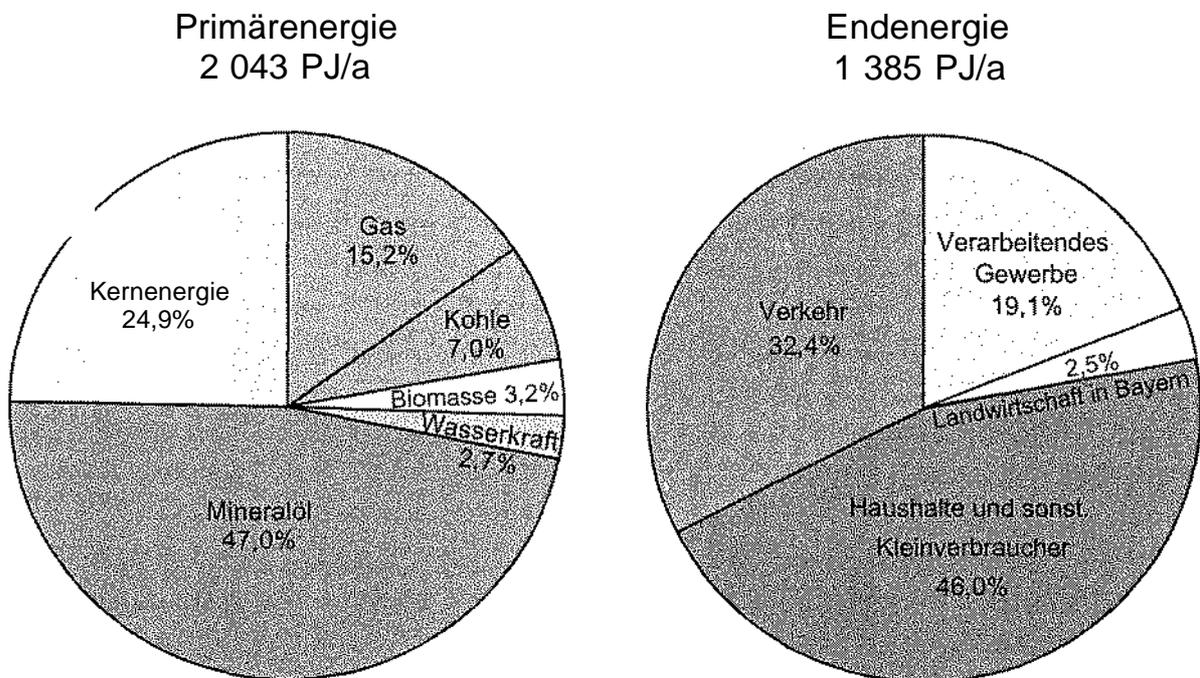


Abb.1: Energieverbrauch in Bayern -Stand 1998

2.2 Energiepotenzial aus Biomasse

Die aus Biomasse rentabel gewinnbare Energie kann für die nähere Zukunft bei einem höheren Energiepreinsniveau mit 8 - 10,5 Mio t OE (Öiäquivalent) pro Jahr beziehungsweise 336 - 440 PJ/a angegeben werden, wobei diese Zahlen sehr stark vom Energiepreinsniveau abhängen, und sich damit entsprechend ändern können. Bei diesen Angaben sind Beiprodukte aus der Forstwirtschaft und Holzverarbeitung, Reststoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion und Produkte aus Energieanlagen berücksichtigt.

In der Literatur schwanken die Potenzialangaben erheblich, leider stark von der Interessenlage des Betrachters und vom Energiepreisniveau beeinflusst. Die meisten Abschätzungen bewegen sich zwischen 5 und 30 % aus Biomasse gewinnbarer Energie, zum einen bezogen auf den ursprünglichen Verbrauch an Primärenergie, zum anderen auf den Gesamtenergieverbrauch nach Einsparung, die durch höhere Energiepreise zu erwarten ist. Während die energetisch verwertbaren Reststoffe einfacher zu bestimmen sind, ist das große Potenzial aus dem Energiepflanzenbau stark abhängig von den jeweiligen Annahmen, zumal neben dem sehr variablen, politikabhängigen Energiepreisniveau auch das Agrarpreisniveau auf die Freistellung der Flächen Einfluss nimmt. Das EU-Weißbuch definiert das Ziel, bis zum Jahr 2010 12 % der Energie aus erneuerbaren Energieträgern zu gewinnen. Die bayerische Politik nennt ein Ziel von 5% Energie aus Biomasse, ohne den Zeitraum anzugeben. Unter Berücksichtigung der genannten Einflussfaktoren erscheint die in Abbildung 2 als Säulendiagramm wiedergegebene Schätzung plausibel.

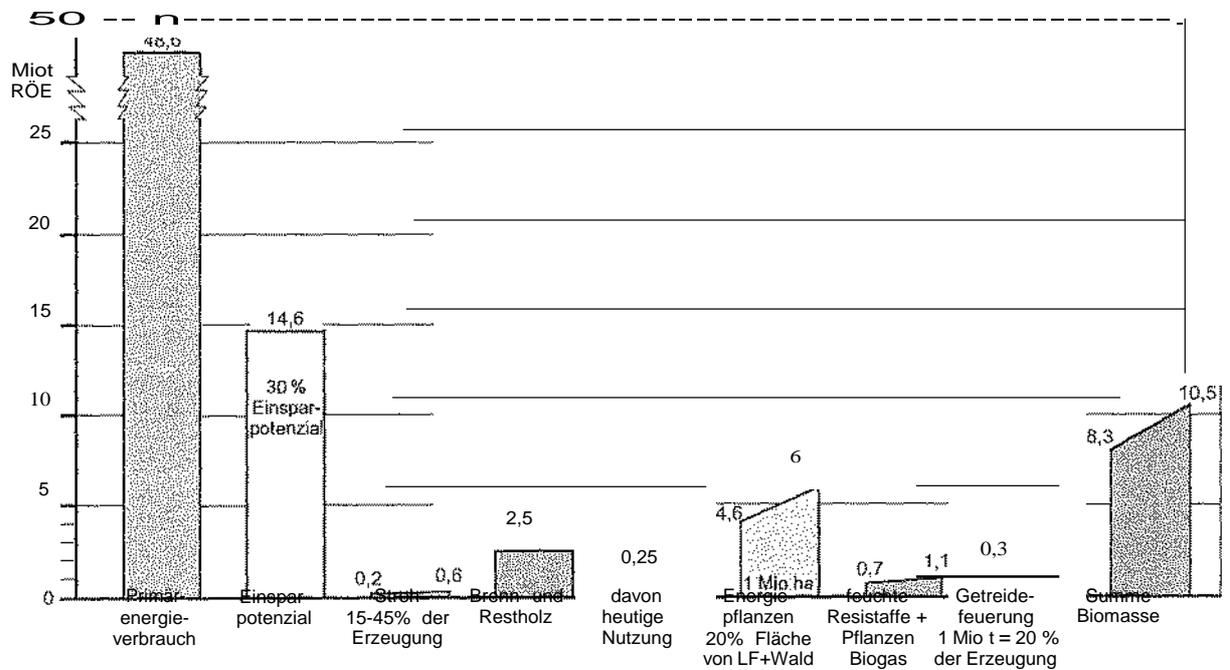


Abb. 2: Energieverbrauch in Bayern – Ersatzpotenzial aus Biomasse in Rohöläquivalenten (RÖE)

Säule 1 beschreibt den Energieverbrauch, Säule 2 das geschätzte Einsparpotenzial von 30 %, das allerdings auf längere Sicht bei einem stärkeren Anstieg des Energiepreisniveaus noch höher ausfallen kann. Das aus Holz gewinnbare Energiepotenzial wurde in einer Studie von Forstfachleuten ermittelt [17]. Dass erst 10 % dieses Potenzials energetisch genutzt werden, ist überraschend. Daraus folgt, dass kurzfristig noch viel Energie aus verfügbaren Resthölzern oder Beiprodukten zu gewinnen ist. Für die Umstellung der Energiegewinnung von fossilen Energieträgern auf Biomasse

gilt es zu bedenken, dass die entsprechenden technischen Anlagen größtenteils noch gebaut werden müssen, was erhebliche Investitionen nach sich zieht. Die laufenden staatlichen Förderungen durch Investitionszuschüsse dienen der schnelleren Einführung von Anlagen für die erneuerbare Energie. Vorrangig werden in Bayern Holzheizwerke, Biogasanlagen und Solaranlagen bezuschusst.

Festbrennstoffe aus Biomasse eignen sich vor allem für die Wohnraumbeheizung, können also den Sektor "Kleinverbraucher" vorrangig bedienen. Auf dem Treibstoffsektor können Pflanzenöl und Ethanol, beide aus Agrarprodukten gewonnen, einen beachtlichen Beitrag im Bereich von 5 bis 10 % leisten. Heute tragen Biodiesel und naturbelassenes Pflanzenöl schon mit 1,6 % zur Bedarfsdeckung bei.

Da Biomasse in sehr verschiedenartigen Formen vorliegt, ergeben sich auch entsprechend vielerlei Verfahren zur energetischen Umsetzung. Genauere Überlegungen zur energetischen Nutzung der verschiedenartigen Formen von Biomasse setzen eine vertiefte Detailbetrachtung der einzelnen Stoffgruppen voraus.

3. Mögliche Formen biogener Energieträger

Reststoffe, Beiprodukte und Verarbeitungsrückstände stellen die preisgünstigen Biomasse-Rohstoffe dar. Feuchte Stoffe eignen sich für die Verwertung über Biogasanlagen, trockenes Material dient meistens als Festbrennstoff, sowohl in der Wärme- gewinnung über die Verbrennung, als auch in der Kraftgewinnung über die Verbrennung und den Dampfprozess oder aber über die Vergasung in Kombination mit entsprechenden Gasmotoren. In Abbildung 3 ist die Vielfalt der zur Energiewinnung verfügbaren Biomassearten strukturiert.

Feuchte Biomasseabfälle sind im Bereich Reststoffe (Beiprodukte) über Biogas über Strom und Wärme zu nutzen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, aus dem Methan des Biogases Methanol zu erzeugen und einen Treibstoff bereitzustellen (in Abb. 3 nicht dargestellt).

In der Mitte der Darstellung sind die Festbrennstoffe als wichtigste Form der Biomasseenergie-träger verankert, sie ergeben sich aus Reststoffen, aus Ernterückständen sowie aus Energiepflanzen. Mehrere Wege der Nutzung sind dargestellt. Auf der rechten Seite der Abbildung 3 sind jene Energiepflanzen genannt, die zur Treibstoffgewinnung dienen können.

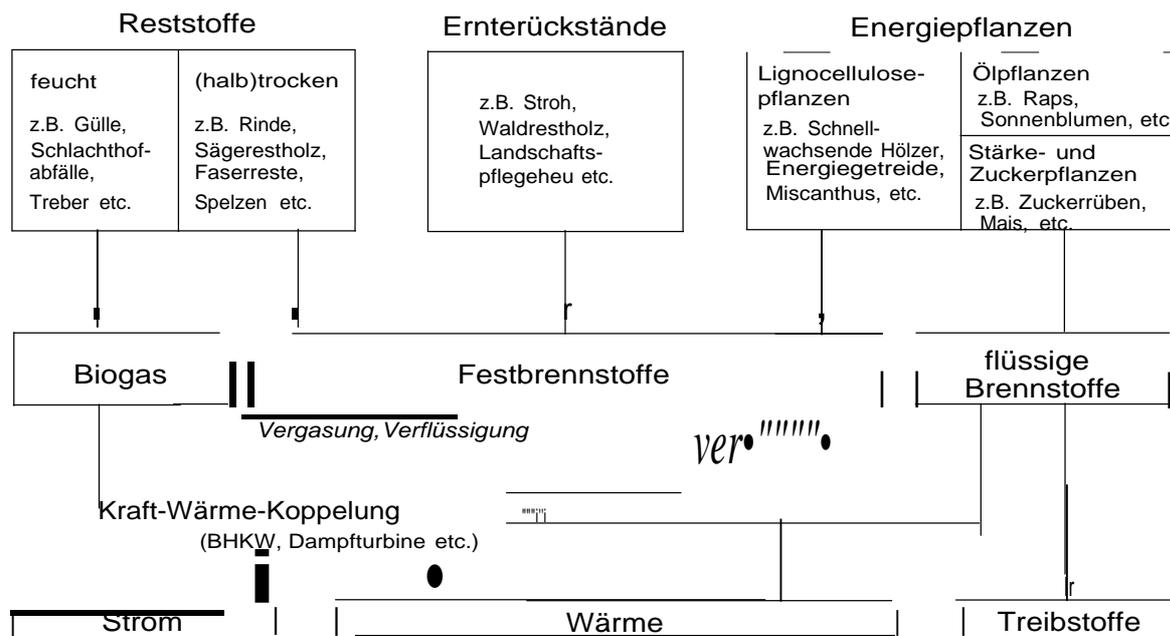


Abb. 3: Angebot und Nutzungsmöglichkeiten biogener Energiequellen (vereinfacht)

Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist auch die Stromgewinnung aus feuchter Biomasse über Biogas und aus Festbrennstoffen wirtschaftlich stark begünstigt worden. Bei der Stromerzeugung sollte die Abwärme sinnvoll genutzt werden, was bei dezentralen Anlagen leichter zu verwirklichen ist, als bei Großanlagen im Megawattbereich.

Auch bei Energiepflanzen gibt es wiederum ein breites Spektrum an Möglichkeiten. Halmgut lässt sich untergliedern in Massengegetreide und spezielle Gräser; Holzbrennstoffe aus Kurzumtriebsplantagen werden in Deutschland aus Pappeln und Weiden bestehen; bei Pappeln im 5- bis 8-jährigen Umtrieb (Kurzumtrieb) ergeben sich Erträge von 10 bis 15 t TM (ha•a).

Gegenüber flüssigen Energieträgern hat feste Biomasse den großen Nachteil, dass sie voluminös, schlecht rieselfähig und hygroskopisch ist. Außerdem neigt sie zur Staubentwicklung. Für Halmgut und kleine Holzpartikel ist daher eine Verdichtung zu Pellets oder Briketts unumgänglich, soll Biomasse auch im breiten Energieträgermarkt zum Verkaufsprodukt werden. Bei Großenergieverbrauchern wie Heizwerken und Verstromungsanlagen eignen sich im Fall von Halmgut kubische Großballen. Im Rahmen der Energiepflanzenproduktion könnten für Halmgut selbstfahrende Häcksler und Verdichtungsmaschinen in den Bereich der Wirtschaftlichkeit kommen (Heizölpreisäquivalent über 0,80 DM/l). Das hohe Maschinengewicht und die geringe Leistung waren bei den Prototypen der selbstfahrenden Pelletiermaschine eine negative Begleiterscheinung. Die Kosten der Hochdruckverdichtung sind mit 150 DM/t erheblich höher, als die der Ballenlinie mit 100 DM/t. Die selbstfahrende Pelletierma-

schine bringt in Bezug auf die Maschinenkosten keine klaren Vorteile gegenüber der stationären Pelletierung. Abbildung 4 zeigt dieses in einem Verfahrensvergleich [1].

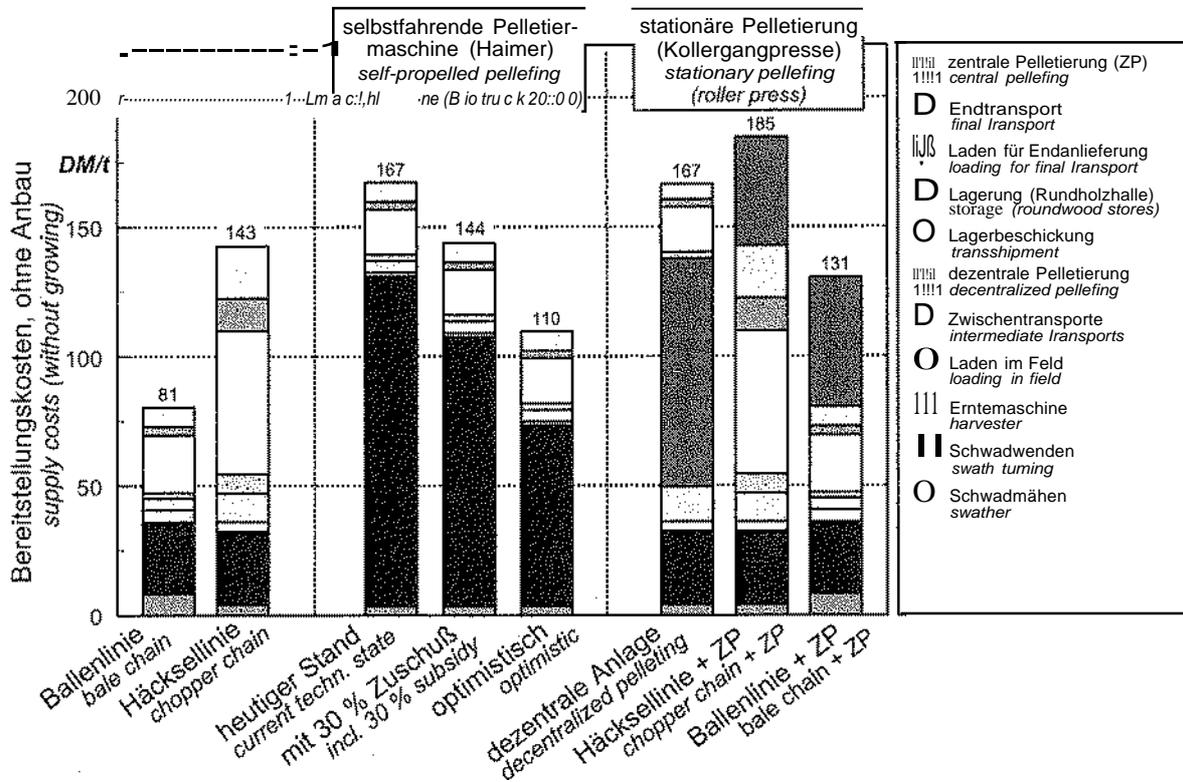


Abb. 4: Kosten für die Bereitstellung von Getreidestroh in verschiedenen Aufbereitungsformen – Berechnungen für überbetrieblichen Maschineneinsatz (nach [1])

4. Stand der Technik zur Verfeuerung von Biomasse-Festbrennstoffen

Biomassefeuerungsanlagen hatten in früheren Jahren ein schlechtes Image bezüglich Umweltbelastung. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde in den letzten 10 Jahren vor allem daran gearbeitet, die Feuerungsqualität durch technische Maßnahmen zu verbessern. Bei Kleinanlagen gelang dies durch Optimierung der Feuerraumgeometrie, durch die Trennung der Vergasungs- und Gasverbrennungszone, durch entsprechende Regelungssysteme bis hin zur abgasgeführten Steuerung über Mikroprozessoren. Bei den nicht prüfpflichtigen Anlagen ist es gelungen, die derzeit gültigen Emissionsgrenzwerte für Kleinkessel deutlich zu unterschreiten. Auch bei Kleinkesseln wurden erhebliche Fortschritte erzielt, so werden die zulässigen CO-Werte von 4.000 mg/m^3 Rauchgas in der Regel nur noch zu 10 % ausgeschöpft und somit deutlich unterschritten. Bei der Bundesförderung von Kleinkesseln wird daher ein Limit von 500 mg CO/m^3 Rauchgas gefordert. Ähnliche Fortschritte gab es bei der Staubemission; der gesetzliche Grenzwert in Höhe von 150 mg/m^3 Rauchgas wurde für die Förderung auf 50 mg/m^3 herabgesetzt, weil dies dem Stand der Technik eher entspricht. Auch bei Hackgutfeuerungen werden die vorgegebenen Grenz-

werte aus der 1. BImSchV weit unterschritten. Während bei der Erstmessung durch den Kaminkehrer 4.000 mg CO erlaubt sind, wird bei der Bundesförderung ein maximaler CO-Gehalt von 250 mg/m³ Rauchgas gefordert (Prüfstandsmessung). Vergleichsmessungen zwischen verschiedenen Hackgutfeuerungen zeigen den Stand der Technik und belegen den Fortschritt bezüglich Feuerungsqualität [5, 8, 21]. Umfangreiche Messreihen wurden bei anerkannten Prüfsteilen in Österreich, der Schweiz und in Deutschland, aber auch am wissenschaftlichen Prüfstand der Landtechnik Weihenstephan durchgeführt, um den Einfluss des Brennstoffes, der Anlagenkonstruktion, der Betriebsweise des Regelungssystems und anderer Faktoren auf die Feuerungsqualität sowie die Leistung, den Wirkungsgrad und den Aschezustand zu ermitteln [6, 7, 8].

Holzfeuerungsanlagen lassen sich grob in Einzelöfen, handbeschickte Zentralheizanlagen und Holzfeuerungen mit automatischer Beschickung (Holzhackgut und Pellets) aufgliedern. Abbildung 5 zeigt einen Überblick mit Leistungsbereichen und spezifischen Anschaffungspreisen verschiedener Holzfeuerungsanlagen.

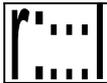
Einzelöfen	Scheitholzkessel Unterbrand	Hackgut- Pellet- feuerung
 <p>Kaminkassetten 3-10 kW 3000 - 5000 DM</p>	<p>EJ Obenbeschickung 12-70kW 300 - 600 DM/kW 7200- 21000 DM</p>	<p>$c::: = T$ Einschiebefeuerung HHS +Pellets 5-50 kW 200 - 800 DM/kW 4000 - 10000 DM</p>
<p>Kaminöfen 5-12 kW 550-6000 DM</p>	<p>Frontbeschickung 14-70 kW 300 - 600 DM/kW 5500- 21000 DM</p>	<p>$r-L$ Vorofen HHS +Pellets 10-80 kW 250 - 800 DM/kW 8000 - 20000 DM</p>
<p>Kachelöfen</p> <p>Grundöfen Warmluft und 5-20 kW 5000 - 18000 DM</p>	<p>[i] Sturzbrand 400 - 500 DM/kW</p> <p>14-50kW</p>	<p>04 Hackgutfeuerung Kesselintegrierte und Pelletfeuerung 10-1000 kW 250 - 1000 DM/kW</p>
<p>Kochherde 3-15 kW 4000 - 12000 DM</p>	<p>Röhrenwärmlauscher Unten seitlich angeordnete Nachbrennkammer 400 - 600 DM/kW</p>	<p>$c:3d$ Pelletbrenner anstelle des Ölbrenners 5-200 kW 300 -500 DM/kW</p>
<p>Pelletöfen 6-12 kW 7000- 14000 DM 1000- 1200 DM/kW</p>	<p>EJ Meterstückfeuerung Oben- Frontbeschickung 350 - 550 DM/kW</p>	<p>$00b$ Fernwärme Makro- Mikronetze 0,1-50 MW 800 - 2000 DM/kW</p>

Abb. 5: Feuerungsanlagen für Holz (Übersicht)

Heute hat im Bereich erneuerbarer Energie die Verfeuerung von Holz die größte Bedeutung. Dieses wird durch die Verkaufszahlen von kleinen Einzelfeuerungsstätten, Scheitholzkesseln und Hackgutfeuerungen belegt, die in mehreren Jahren im Rahmen einer Marktstudie von HARTMANN ET AL. [2] erfasst wurden. Die kleinen Einzelöfen haben die größte Verbreitung, es werden jährlich ca. 180.000 Anlagen in

Deutschland verkauft. Handbeschickte Zentralheizungskessel weisen Verkaufszahlen um 15.000 Anlagen pro Jahr auf, Hackgutfeuerungen liegen etwas über 2 000 Anlagen pro Jahr. Allerdings ist anzunehmen, dass durch die drastischen Preisanhebungen bei Heizöl im Jahr 2.000 die verkauften Stückzahlen um ca. 50 % gegenüber den vorausgegangenen Jahren gestiegen sind.

Der Stand der Holzfeuerungstechnik wird anhand ausgewählter Anlagen nachfolgend kurz beschrieben. Ausführliche Betrachtungen sind in Beratungsschriften zu finden, zum Beispiel in der Sammelmappe von Informationen zur Wärmegewinnung aus Biomasse [23].

Der Pelleteinzelofen, 1985 in Kanada entwickelt, hat vor allem in den Ländern mit höheren Heizölpreisen rasche Verbreitung gefunden, also vor allem in Schweden, Dänemark und Österreich. Der in Abbildung 6 dargestellte Pelletofen (Wodtke) verfügt über einen Raumthermostaten, der die Heizleistung des Ofens einstellt.

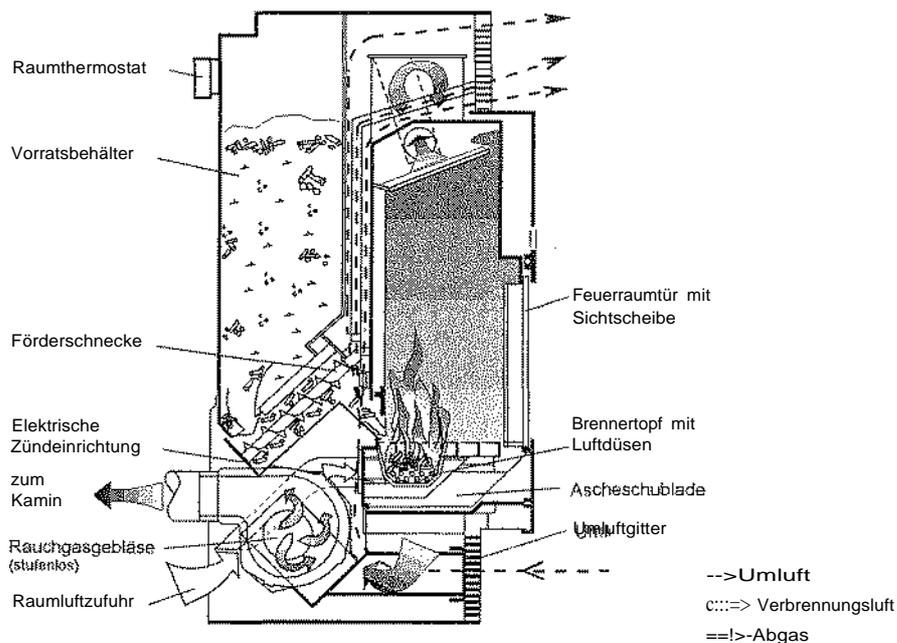


Abb. 6: Pelleteinzelofen (nach Wodtke)

Die Leistung lässt sich zwischen 20 und 100 % Last stufenlos regeln, indem die Zufuhr von Brennstoff und Verbrennungsluft automatisch an den Bedarf angepasst werden. Die Anlage kann auch automatisch abgestellt und über die elektrische Zündung vollautomatisch neu gestartet werden. Die angebotenen Leistungsklassen liegen zwischen 6 und 15 kW. Die Anschaffungspreise betragen ca. 1.100 DM/kW und führen bei einem Pelletpreis von 350 DM/t zu Gesamtwärmekosten von 0,09 bis 0,11 DM/kWh. Aufgrund der intelligenten Regelung und der zwangsläufig trockenen Pellets liegen die Schadstoffemissionen wie Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoff und

Stickoxide deutlich unter den Biomassefeuerungsanlagen, die Scheitholz oder Stroh-brennstoffe benutzen.

Auch mit Scheitholz beschickte Unterbrandkessel erlebten in den letzten zehn Jahren eine deutliche Verbesserung der Feuerungsqualität, vor allem durch die Trennung der Vergasungs- und Gasverbrennungszonen mit jeweiliger gezielter Aufgabe von Vergasungs- bzw. Verbrennungsluft unter Verwendung abgasgeführter Mikroprozessoren. Abbildung 7 zeigt eine von vielen Anlagenarten als Beispiel für diese Technik.

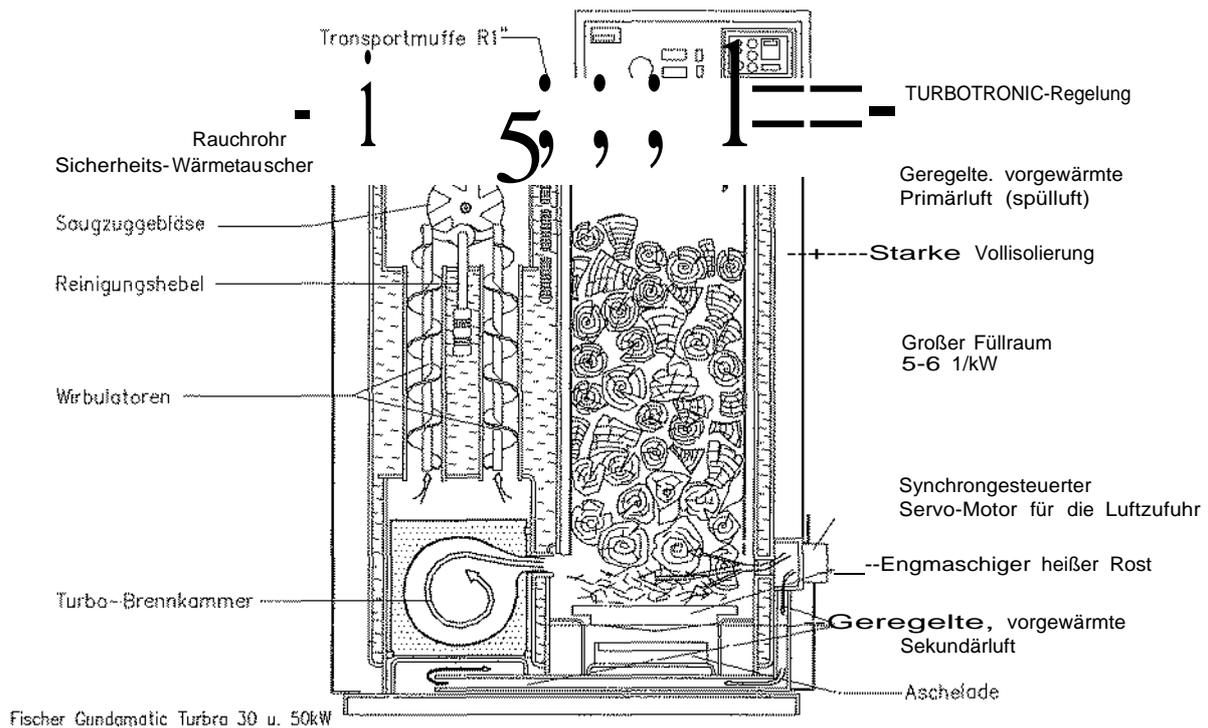


Abb. 7: Scheitholzessel mit unterem Abbrand und Frontbeschickung

Allerdings haben diese Unterbrandkessel den Nachteil, dass sie unter 50 % Lastbereich nur schwer regelbar sind. Eine Kombination mit Wärmespeichern erlaubt die Vermeidung dieser kritischen Lastbereiche, indem die Überschusswärme in einen Wärmespeicher (Wassertank zwischen 1.000 und 5.000 l bzw. 100 1/kW Heizleistung) eingespeist wird. Sobald der Speicher gefüllt ist, wird die Beschickung des Heizkessels unterbrochen und die Wärme aus dem Speicher entnommen. Bei Abfall der Wassertemperatur im Speicher wird der Kessel erneut angeheizt. Zur Anordnung dieser Wärmespeicher gibt es viele Varianten, von großen Kesselherstellern liegen entsprechende Schaltschemata vor, die man auch der Praxis empfehlen kann. Sehr brauchbar erwies sich das in Weihenstephan entwickelte Speichersystem, das in Abbildung 8 dargestellt ist. Hierbei wird grundsätzlich alle Wärme vom Kessel in den Speicher geführt und zwar durch sanfte Einspeisung in den Speicher, um eine Temperaturschichtung zu erhalten. Direkt neben der Einspeiseleitung sitzt die Ausgangs-

leitung zum Heizsystem, so dass auch bei kaltem Wärmespeicher nach dem Anheizen heißes Wasser sofort in den Heizkreis durchgeführt werden kann.

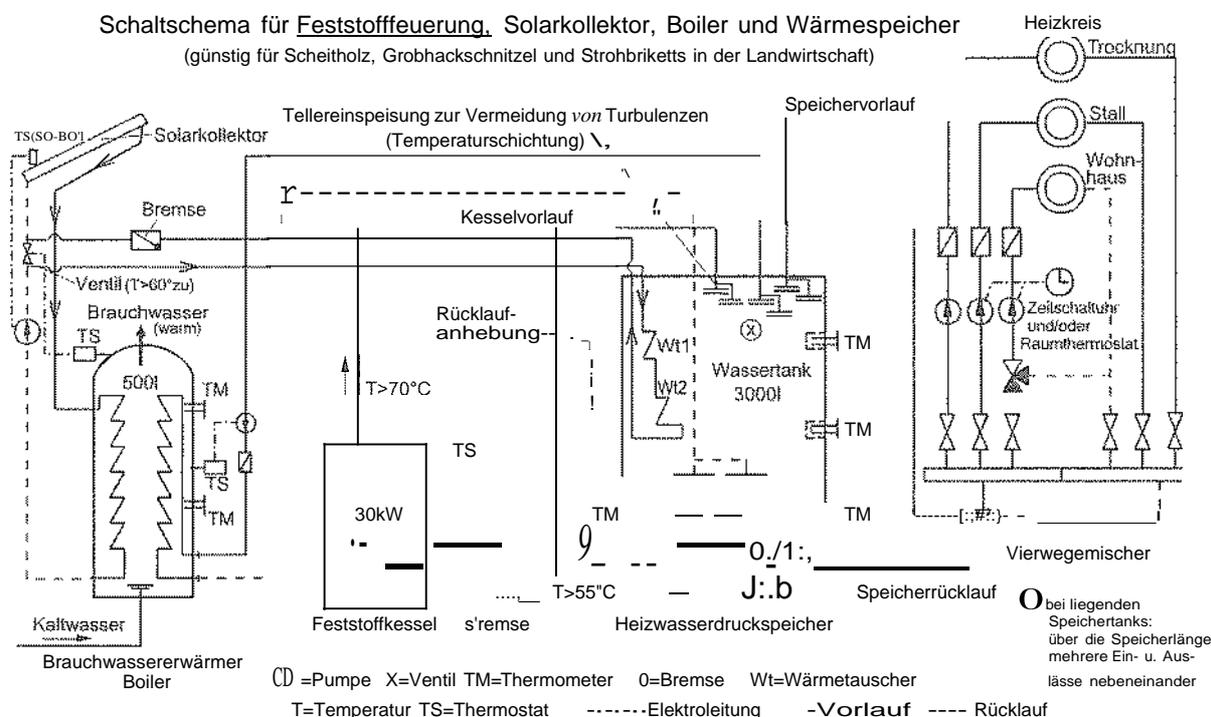


Abb. 8: Empfehlenswertes Wärmespeichersystem zum Scheitholzkessel

Zur Schwachholznutzung, vorerst aus Durchforstungsmaterial und Sägewerksabfällen gewonnen, künftig aus Schnellwuchsplantagen zu gewinnen, wurden drei grundsätzliche Bauarten für automatisch beschickte Holzfeuerungen entwickelt. Dazu zählen die Einschiebefeuerung, die Vorofenfeuerung und die kesselintegrierten Anlagen. Einschiebef Feuerungen und Vorofenanlagen erlauben eine billige Umrüstung von Ölkesseln zur Hackschnitzel- oder Pelletfeuerung, indem nur der Ölbrenner ersetzt wird. In Neubausituation wird der Einbau kesselintegrierter Feuerungsanlagen bevorzugt, die wichtigsten Bauarten sind: Unterschub-, Quereinschub-, Schrägrost-, Schubrost- oder seltener Wirbelschichtfeuerung. Alle diese Feuerungsanlagen erlebten in den letzten Jahren eine enorme technische Weiterentwicklung zur Erhöhung der Feuerungsqualität und des Wirkungsgrades. Aufgrund dieses Fortschrittes werden im Rahmen der Investitionsförderung weit höhere Anforderungen an die Feuerungsqualität und die Wirkungsgrade gestellt, als dies über die geltende Bundesimmissionsschutzverordnung gefordert wird, z.B. maximal 250 mg/m³ CO und 50 mg/m³ Staub anstelle der 4 000 mg/m³ CO und 150 mg/m³ Staub nach der 1. BImSchV für Kessel bis 50 kW. Den technischen Aufbau einer kesselintegrierten Hackschnitzelfeuerung mit Schneckenbeschickungssystem veranschaulicht Abbildung 9.

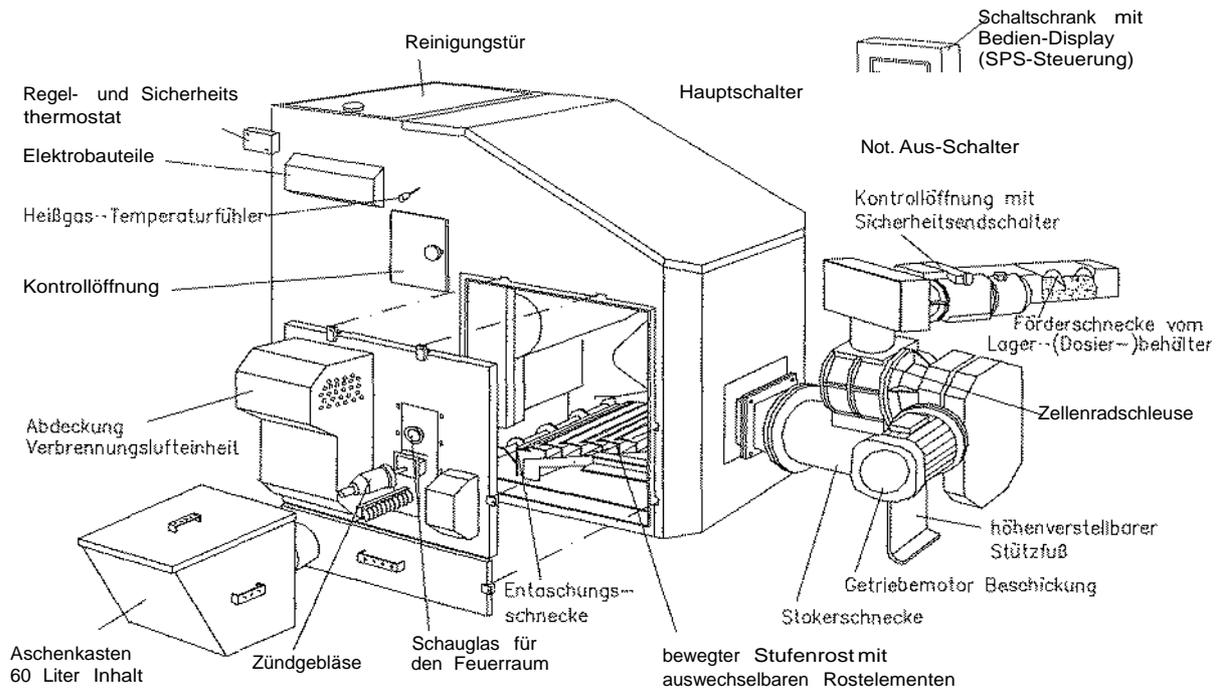


Abb. 9: Beispiel für eine Hackschnitzelfeuerung

Holzpellets weisen einen geringeren Feuchtegehalt mit 8 bis 10 % auf, sind klein-körnig (6 bis 8 mm Durchmesser) und somit leicht billig dosierbar. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die gebräuchlichsten Feuerungssysteme, welche in Pelletkes-seln verwendet werden. Auch für Pellets gibt es Vorofensysteme und Einschiebe-feuerungen.

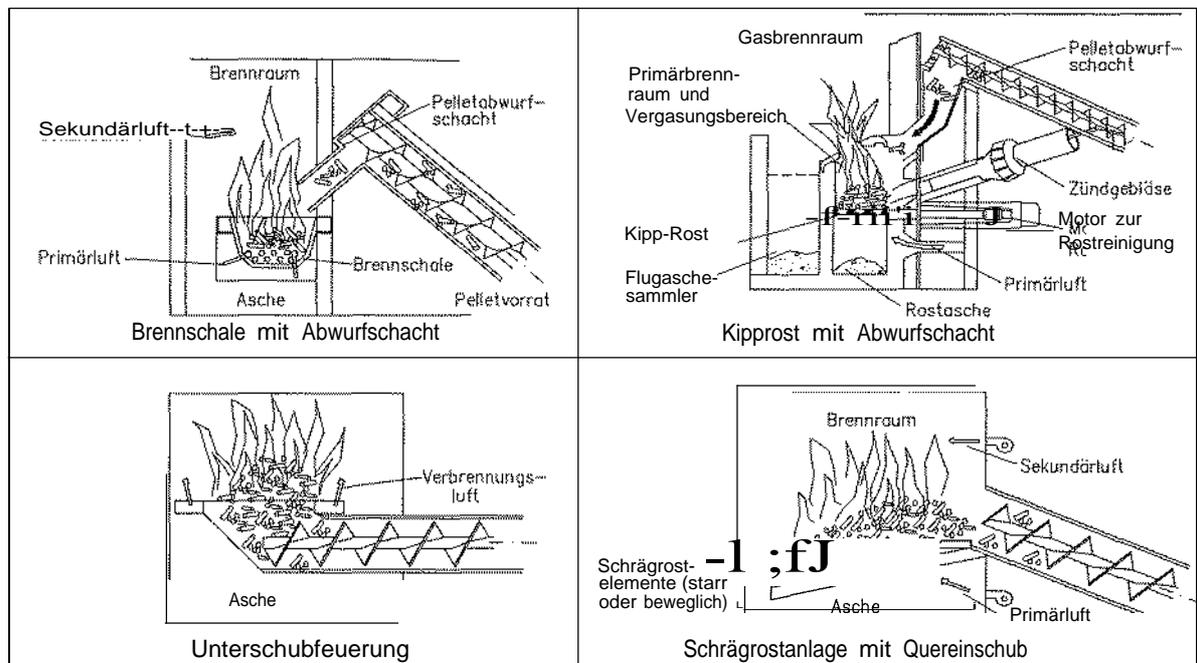


Abb. 10: Feuerungssysteme für Holzpellets

Zur Verfeuerung von Getreidebrennstoffen bedarf es einer deutlich teureren Feuerungstechnik als bei Holz. Meist werden wassergekühlte Brennmulden eingesetzt, um die Schlackebildung zu vermeiden. Für Stroh gelten schon ab 100 kW Leistung relativ strenge Emissionsvorschriften (TA-Luft), so dass dieser Brennstoff erst bei Heizölpreisen über 0,70 DM/l aus wirtschaftlicher Sicht in Frage kommt. Auch hierzu gibt es Fachliteratur [23, 24]. Die Nutzung von Stroh in Fernheizwerken überflügelte in Dänemark mittlerweile die Nutzung in Einzelanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben (Heiz- und Heizkraftwerke 600.000 t/a, Hofanlagen 420.000 t/a) [24]. In Deutschland ist die energetische Strohnutzung dagegen unbedeutend.

Zur Verfeuerung von Getreideganzpflanzen finden Strohfeuerungsanlagen ihre Anwendung. Auch zur Verbrennung von Getreidekörnern, die mit 2,5% den fünffachen Aschegehalt von reinem Holz und den halben Aschegehalt von Stroh aufweisen, gibt es bereits von mehreren Anlagenherstellern entsprechend technisches Gerät. Leider besteht noch eine gewisse Rechtsunsicherheit in der Zuordnung des Getreidekorns als Regelbrennstoff Nr. 8 nach der 1. BImSchV ("Stroh und strohähnliche Pflanzen").

Neben der direkten Nutzung von Festbrennstoffen zur Wärmeengewinnung besteht auch die Möglichkeit, aus Holz und Stroh direkt Kraft zu gewinnen oder aber die Biomasse so umzuformen, dass ein Kraftstoff entsteht. Die altbekannte thermische Vergasung (Holzvergaser) erhielt durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz neuen Auftrieb. Gasmotoren können BHKW's antreiben. Da Biomasse in vielerlei Formen vorliegt, entwickelte sich zwangsläufig eine große Anlagenvielzahl, die auch von Komfortwünschen und Leistungsbereichen beeinflusst wird.

Über Synthesegas kann Methanol gewonnen werden, das wiederum in Verbrennungsmotoren oder künftig in Brennstoffzellen einer effizienten Verwertung dienen kann. Andererseits lässt sich aus Synthesegas auch Wasserstoff bereitstellen, der ebenfalls in Brennstoffzellen oder Ottomotoren genutzt werden kann. Neu ist die Ethanolgewinnung aus Holz durch Anwendung neuartiger Verfahren mit Hefen und Bakterien. Ethanol aus Zuckerrohr hat sich in großen Projekten Brasiliens als geeigneter Ersatz für Benzin herausgestellt. Die USA setzen heute sehr stark auf diese Energieträger, zur Zeit vor allem durch den Beimischungszwang zu Treibstoffen.

5. Pflanzenöl als Energieträger

5.1 Pflanzenölgewinnung

Pflanzenöle werden konventionell in großen industriellen Ölmühlen durch Vorpresung, chemische Extraktion und Raffination gewonnen. In Deutschland sind etwa 12 solcher zentralen Ölmühlen entlang der großen Wasserstraßen angesiedelt.

Neben diesem konventionellen Verfahren besteht die Möglichkeit, Ölsaaten in dezentralen Anlagen, die in der Region des Anbaus gelegen sind und in der Hand der

Landwirtschaft betrieben werden, zu verarbeiten. In Süddeutschland und gerade in Bayern hat sich diese Technologie in den letzten etwa 10 Jahren besonders etabliert, vor allem wegen der großen Transportentfernung zur nächsten zentralen Ölmühle in Mannheim.

Rund 80 dezentrale Anlagen existieren derzeit im Bundesgebiet, etwa 40 davon stehen in Bayern mit jährlichen Verarbeitungskapazitäten von jeweils 200 bis 8.000 t (Abb. 11).



Abb. 11: Zentrale und dezentrale Ölsaatenverarbeitungsanlagen in Deutschland (Stand: Dez. 1998, ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit)

Diese Form der Ölsaatenverarbeitung bietet Möglichkeiten zur Steigerung der Wertschöpfung für die Landwirtschaft, spart Transportwege und die damit verbundenen Kosten und Umweltauswirkungen. Der Presskuchen kann als wertvolles Eiweißfuttermittel direkt in der Region eingesetzt werden.

Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten kaltgepresster Pflanzenöle schaffen die Grundlage für eine gewinnbringende Produktpalette. Sie reicht vom hochwertigen Speiseöl über Schmierstoffe, Trennmittel, Grundöle für Hydrauliköle und Industrierohstoffe bis zum Kraftstoff, entweder in naturbelassener Form für pflanzenöлтаugliche Dieselmotoren oder in umgeesterter Form, also Biodiesel, für konventionelle Dieselmotoren.

Das Verfahren in dezentralen Anlagen verzichtet auf technisch und energetisch aufwendige Prozessschritte und beschränkt sich auf eine Ölgewinnung durch Kaltpressen und die anschließende Ölreinigung und jeweils anschließende Feinfiltration [15].

Im Vordergrund weiterer Entwicklungsarbeiten steht die Sicherung der Produktqualität. In der Vergangenheit sind einige Forschungsarbeiten zur Optimierung der Ölgewinnungstechnik durchgeführt worden, wodurch z.B. der Gehalt an Phospholipiden im Öl auf Werte abgesenkt werden konnte, die für technische Anwendungen erforderlich sind [15]. Zentrales Thema der Qualitätssicherung ist derzeit die Reinheit des Pflanzenöles. Nach der Ölgewinnung müssen Verunreinigungen durch Samenpartikel möglichst vollständig entfernt werden. Hierzu eignen sich vor allem die Reinigungsverfahren Sedimentation und Filtration [10]. In aktuellen Arbeiten der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik werden derzeit Untersuchungen zur Filtration und Sedimentation von Pflanzenölen durchgeführt.

5.2 Standardisierung

Für jegliche Nutzung des Pflanzenöles ist eine gesicherte Qualität notwendig. Auch für die Nutzung von Pflanzenöl als Kraftstoff ist daher eine Norm oder ein Qualitätsstandard erforderlich. Wie für fossilen Dieselkraftstoff eine europäische Norm (DIN EN 590) und für Biodiesel ein deutscher Normentwurf (E DIN 51 606) besteht, so wurde in den letzten Jahren intensiv an einem Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff gearbeitet.

Durch die bisherige Forschungsarbeit, in Zusammenarbeit mit Herstellern und Umrüstern pflanzenöлтаuglicher Motoren sowie Ölproduzenten und anderen Wissenschaftlern und Analytik-Instituten wurde dieser Qualitätsstandard im Mai 2000 im LTV-Arbeitskreis "Dezentrale Pflanzenölgewinnung" verabschiedet (Abb. 12). Er gilt so wohl für raffiniertes als auch für kaltgepresstes Rapsöl und ist Grundlage für einen sicheren Betrieb pflanzenöлтаuglicher Dieselmotoren [14].

 <liv-189-11 >	LTV-Arbeitskreis Dezentrale Pflanzenölgewinnung, Weihenstephan			in Zusammenarbeit mit: 
	Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard)			
	05/2000			
Eigenschaften / Inhaltsstoffe	Einheiten	Grenzwerte min. max.		Prüfverfahren
<i>für Rapsöl charakteristische Eigenschaften</i>				
Dichte (15 oc)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185
Flammpunkt nach P.-M.	oc	220		DIN EN 22719
Heizwert	kJ/kg	35000		DIN 51900-3
Kinematische Viskosität (40 oc)	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 05453-93
<i>variable Eigenschaften</i>				
Gesamtverschmutzung	mg/kg		25	DIN EN 12662
Neutralisationszahl	mg KOH/g		2,0	DIN EN ISO 660
Oxidationsstabilität (110 oc)	h	5,0		ISO 6886
Phosphorgehalt	mg/kg		15	ASTM 03231-99
Aschegehalt	Masse-%		0,01	DIN EN ISO 6245
Wassergehalt	Masse-%		0,075	pr EN ISO 12937



00 1ER 100

Abb. 12: Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard), Mai 2000

Neben charakteristischen Eigenschaften, die das Rapsöl beschreiben und identifizieren, wurden variable Eigenschaften festgelegt, die durch die Prozesskette der Bereitstellung des Rapsöls beeinflusst werden können und auch im Sinne der Qualitätssicherung chargenweise kontrolliert werden müssen. Eine der wesentlichen Kenngrößen ist die Gesamtverschmutzung, also der Gehalt an Verunreinigungen, mit einem Grenzwert von 25 mg/kg. Um diesen sicher einhalten zu können, wird wie dargestellt, das Verfahren zur Ölreinigung optimiert. Für die Gesamtverschmutzung und zwei weitere Kenngrößen wurden in Zusammenarbeit mit der Fa. Analytik-Service-Gesellschaft, Augsburg, Schnelltests entwickelt, die der Praxis eine schnelle und kostengünstige Qualitätsüberwachung ermöglichen.

5.3 Energetische Nutzung von Pflanzenölen

Pflanzenöle sind auf Grund ihrer hohen Energiedichte (unterer Heizwert ca. 37 bis 38 MJ/kg) vor allem für den motorischen Betrieb (Fahrzeuge und Kraft-Wärme-Kopplung) geeignet.

Da sich die Eigenschaften von Pflanzenöl und Dieselkraftstoff in einigen Kenngrößen stark unterscheiden, ist die Nutzung als Treibstoff entweder nur in chemisch umgewandelter Form (z.B. Rapsölmethylester, also Biodiesel) in konventionellen Dieselmotoren oder aber in naturbelassener Form in speziellen pflanzenölauglichen Motoren bzw. in entsprechend umgerüsteten Serienmotoren möglich. Biodiesel ist derzeit an etwa 1.000 Tankstellen im Bundesgebiet erhältlich. Für die Nutzung von naturbelassenem Rapsöl gibt es inzwischen eine ganze Reihe an Umrüstkonzepthen für PkW-Motoren. Einige Firmen bieten pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke zur Erzeugung von Strom und Wärme an. Im Bereich Landmaschinen gehen im Jahr 2001 100 Schleppermotoren im Rahmen eines von der Bundesregierung finanzierten Feldtests in die Praxiserprobung. Pflanzenölkraftstoffe, und vor allem naturbelassenes Pflanzenöl, zeichnen sich durch ihre hohe biologische Abbaubarkeit und geringe Ökotoxizität aus.

Dieser Vorteil lässt sich dann besonders nutzen, wenn ein Dieselmotor auch mit einem rapsölbasierenden Motorenöl geschmiert wird. Da Rapsöl wenig temperaturbeständig ist, ist eine kontinuierliche Auffrischung des Motorenöles notwendig. Ein solches Verfahren mit dem Namen Plantotronic® hat die Firma Fuchs Petrolub AG, Mannheim, entwickelt und patentiert. In Zusammenarbeit mit Fuchs wird es derzeit an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik weiterentwickelt und erprobt. Aus der Ölwanne wird gebrauchtes Motorenöl auf Rapsölbasis kontinuierlich entnommen und dem Rapsölkraftstoff zugemischt. Die entnommene Menge wird gleichzeitig durch Frischöl ersetzt (Abb. 13). Dadurch wird umweltschonendes Motorenöl verwendet, es wird nach dem Gebrauch energetisch genutzt und der Ölwechsel kann eingespart werden.

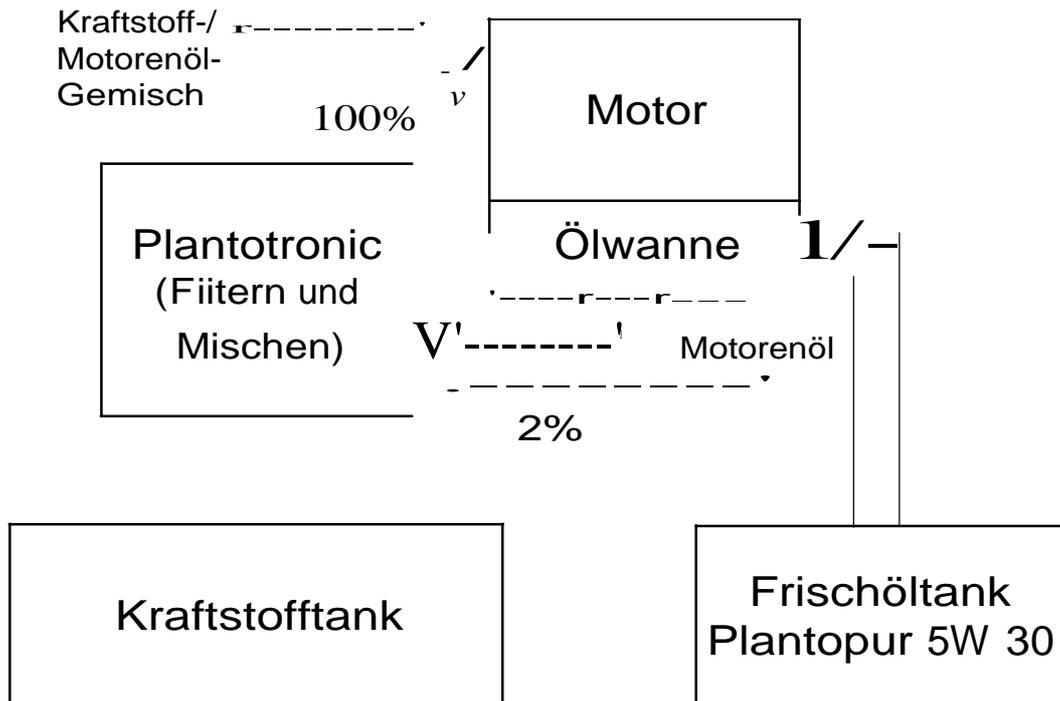


Abb. 13: Plantotronic®-System zur kontinuierlichen Auffrischung des Motorenöls für den Einsatz von Rapsöl als Grundöl für die Motorenschmierung (Fuchs Petrolub AG, Landtechnik Weißenstephan)

Ein weiteres wichtiges Kriterium zur Schonung der Umwelt durch biogene Kraftstoffe sind die Emissionen. Um die Zusammenhänge zu ermitteln und um Maßnahmen zur Optimierung des Emissionsverhaltens zu erarbeiten, werden zur Zeit drei rapsölbetriebene Blockheizkraftwerke verschiedener Leistungsklassen zwischen 8 und 110 kW elektrischer Leistung auf ihre Emissionen untersucht. Die Werte der untersuchten Schadstoffkomponenten liegen, von einigen Ausnahmen abgesehen, unter der Emissionsbegrenzung nach TA-Luft, die allerdings erst für Anlagen größerer Leistung Gültigkeit hat. Durch den Einsatz eines Oxidationskatalysators und eines Partikelfilters lassen sich voraussichtlich auch künftige Zielwerte der Umweltbehörden einhalten [13].

5.4 Bewertung

Die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten von Pflanzenölen unterscheiden sich hinsichtlich der absetzbaren Mengen, der Wertschöpfung und der Umweltschonung. Die am Markt absetzbaren Mengen nehmen vom Speiseöl über Schmier- und Verfahrensstoffe bis zu den Treibstoffen zu; gleichzeitig sinkt auf Grund des erzielbaren Preises die damit verbundene Wertschöpfung je Mengeneinheit. Eine sinnvolle Mischung des Produktangebotes entscheidet somit im Einzelfall über die Wirtschaftlichkeit der Pflanzenölnutzung.

Durch die hohe biologische Abbaubarkeit und niedrige Ökotoxizität sind die Umweltvorteile bei Verlustschmierstoffen, Trennmitteln und Hydraulikölen am höchsten. Deshalb sollte diesem Anwendungsbereich hohe Priorität eingeräumt werden.

Bei der Kraftstoffnutzung steht im Vergleich zu fossilem Dieselkraftstoff ebenfalls vor allem die Schonung von Boden und Gewässern im Vordergrund. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass bei derzeitigem Verbrauch und inländischer Versorgung etwa 6 bis 7 % des Dieselkraftstoffbedarfs in Deutschland durch Pflanzenöl gedeckt werden können, ergibt sich als Fazit, dass Pflanzenölkraftstoffe am sinnvollsten als naturbelassenes Rapsöl in umweltsensiblen Bereichen, wie z.B. der Land- und Forstwirtschaft, dem Alpenraum und der Binnenschifffahrt eingesetzt werden sollten.

Künftig wird also die Selbstversorgung der Landwirtschaft mit Rapsölkraftstoff verstärkt im Vordergrund stehen, zumal sich die wirtschaftliche Situation, nicht zuletzt durch die stark gekürzte Gasölverbilligung für die Landwirtschaft zu Gunsten des Pflanzenöleinsatzes verbessert hat.

6. Verbundsysteme und Wärmespeicherung

In der Praxis werden die verschiedenen Biomasseenergieträger meistens in Einzelanlagen verwertet. Es besteht aber auch die Möglichkeit, in stationären Verbundsystemen verschiedene Energieträger zu koppeln, was besonders wichtig ist, wenn Beiträge außerhalb der Bedarfszeit geliefert werden. Bei der Wärmekraftkopplung fällt elektrische Energie und thermische Energie an. Die elektrische Energie muss direkt genutzt werden, man könnte allenfalls das angeschlossene Netz als Speicher betrachten. Die thermische Energie hingegen wird zumindest im Bereich Wohnraumbeheizung mit sehr unterschiedlichen Leistungen benötigt. Fällt jedoch mehr Wärme zwangsläufig bei der Wärme/Kraftkopplung an, so muss die Wärme gespeichert werden, um dann bereitzustehen, wenn der Bedarf gegeben ist. Thermische Solarenergie bedarf ebenfalls der Speicherung. Für die Langzeitspeicherung wurden an der Landtechnik Weihenstephan besondere Entwicklungen betrieben [9, 11]. Ein Erdbeckenspeicher im Zentrum und seitlich angeordnete Erdwärmesonden weisen besonders günstige Voraussetzungen für die Nutzung von Solarenergie auf. Abbildung 14 zeigt ein vereinfachtes Schema des Energieverbundes zwischen Biomassearten, energetischem Energieverbrauch mit Wärmespeicher als zentrale Einheit.

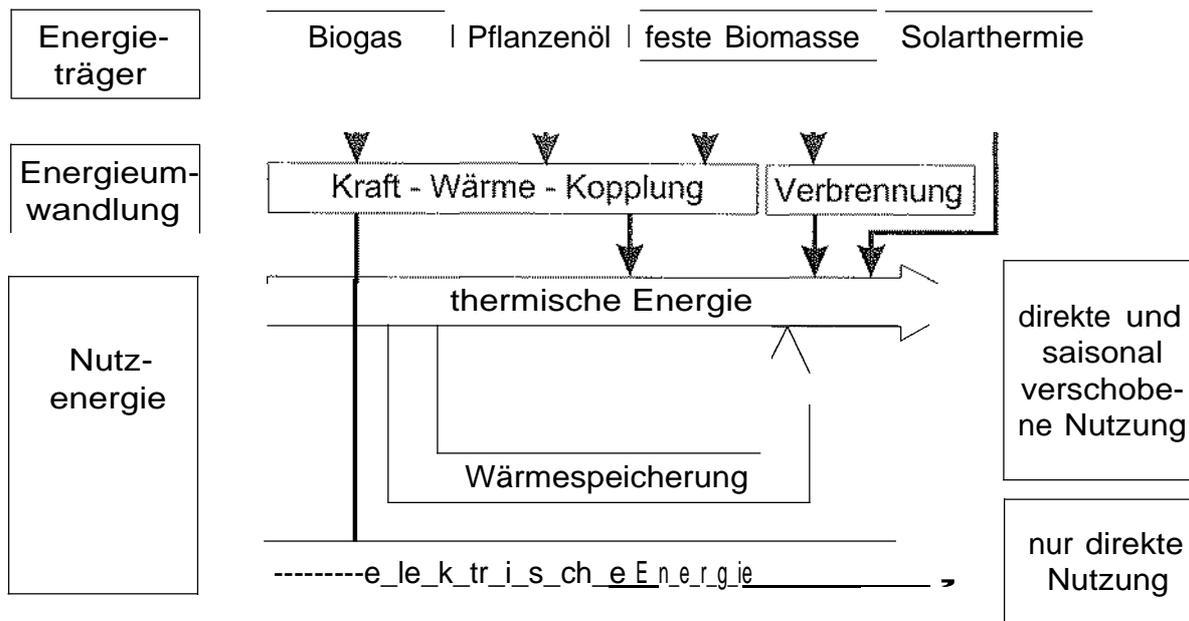


Abb. 14: Energieverbund mit Wärmespeicher

7. Bewertung der Biomasse als Energieträger

Das technische Potenzial regenerativer Energieträger kann nur dann genutzt werden, wenn die ökologischen Anforderungen erfüllt sind und zumindest langfristig gegenüber anderen Energieträgern eine Konkurrenzfähigkeit gegeben ist. Wichtige Kriterien sind die Energiebilanz und die Wirtschaftlichkeit.

Energiebilanz

Das Verhältnis von erzeugter (nutzbarer Energie) zu aufgewendeter Primärenergie (Output/Input-Verhältnis) gilt als wichtige ökologische Kennzahl. Konkurrenzlos günstig ist hier die Wasserkraftnutzung; es folgen mit Abstand die Windenergie- und die Biogasnutzung. Aber auch die Nutzung von Ernterückständen oder der Anbau und die Nutzung hochproduktiver Energiepflanzen weisen eine günstige Energiebilanz auf, die noch vor der photovoltaischen Stromerzeugung und der Geothermienutzung einzuordnen sind (Abb. 15).

Ökonomische Konkurrenzfähigkeit

Alle regenerativen Energieträger sind nicht nur mit den "Erntekosten" -wie bei fossilen Energieträgern – sondern zusätzlich noch mit den Produktionskosten belastet. Zur Bewertung werden diese "Produktions-Bereitstellungskosten" den konkurrierenden fossilen Brennstoffen beziehungsweise den derzeit üblichen Stromkosten gegenübergestellt. Abbildung 15 zeigt, dass die Wärmeerzeugung aus "biogenen" Reststoffen schon längere Zeit wirtschaftlich ist. Weitere Bioenergieverfahren verlan-

gen ein höheres Energiepreisniveau, das allerdings in den letzten Monaten des Jahres 2000 sehr steil angestiegen ist.

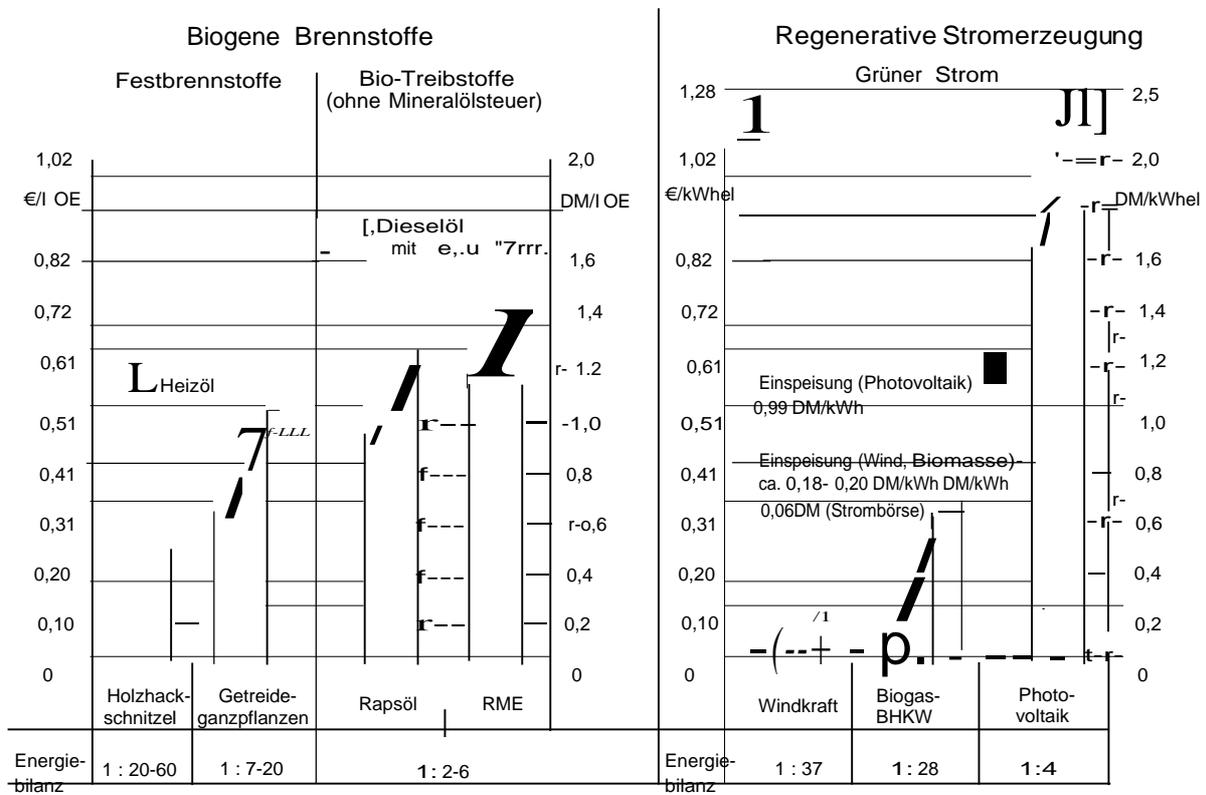


Abb. 15: Bewertung regenerativer Energien

In Abhängigkeit des Energiepreisniveaus werden unterschiedliche Systeme der Energiegewinnung aus Biomasse in den Bereich der Rentabilität gehoben (Abb. 16). Bei Heizölpreisen bis 0,50 DM/l ist nur die Scheitholzfeuerung rentabel soweit der Holzpreis 50 DM/Raummeter nicht überschreitet. Die etwas teurere Hackgutfeuerung weist je nach Standortvoraussetzungen eine Rentabilitätsschwelle von 0,50 bis 0,60 DM/l Heizöl auf. Bei 0,60 bis 0,70 DM/l kommen die Getreidefeuerung bei 250 DM/t Getreidepreis sowie die solare Brauchwassererwärmung deutlich in den Bereich der Rentabilität. Die Verfeuerung von Stroh (100 DM/t) lohnt sich ab einem Energiepreisniveau von 0,70 bis 0,80 DM/l, gefolgt von der Verfeuerung naturbelassenen Pflanzenöls mit speziellen Ölbrennern bei 0,80 bis 0,90 DM. Die direkte Rapskörnerverfeuerung (400 DM/t Rapssaat) und die Pelletfeuerung (350 DM/t Pellets) werden ab 0,90 bis 1,00 DM/l rentabel. Heizölpreise über 1 DM/l führen die Energiepflanzenproduktion zur Erzeugung von Festbrennstoffen deutlich in die Gewinnzone. Bei Heizölpreisen über 1,10 DM wird sogar die Getreidefeuerung bei Preisen von 400 DM/t wirtschaftlich.

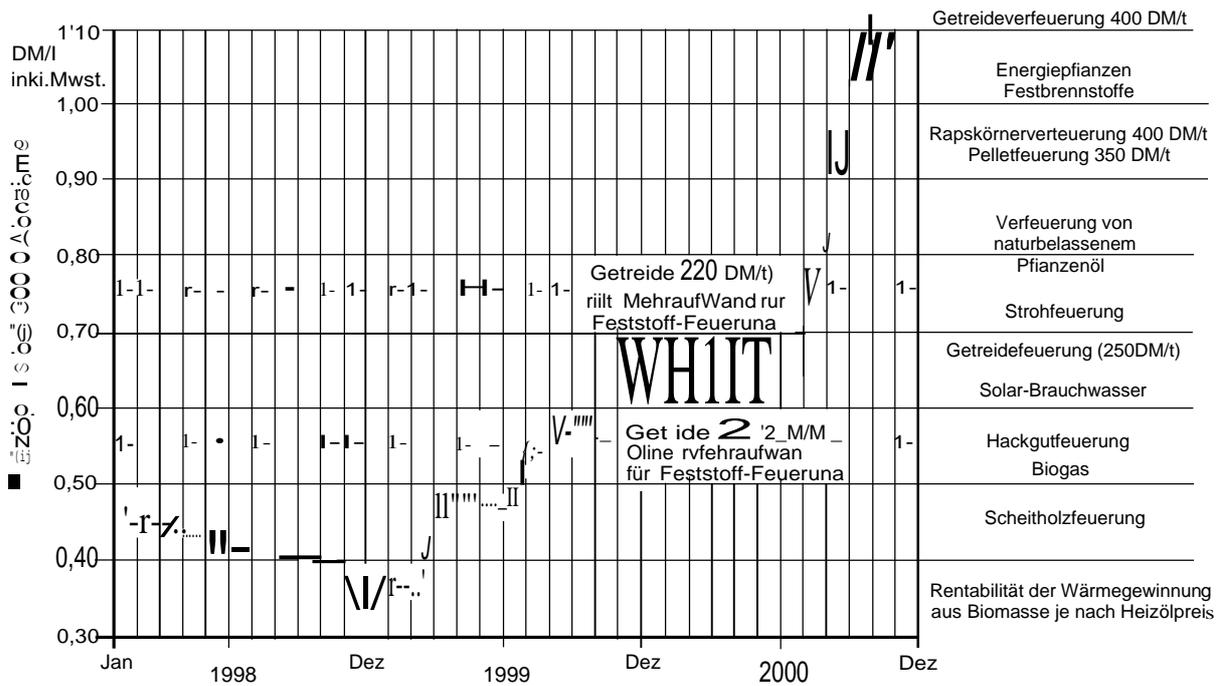


Abb. 16: Verlauf des Heizölpreises bei 3000 l Abnahme in Deutschland von 1996 bis 2000 und Rentabilitätsbereiche der Wärmegewinnung aus Biomasse

8. Schlussfolgerung

Biogene Energieträger können – neben der Wasserkraft-, Windkraft- und der thermischen Solarenergienutzung - schon heute einen ökonomisch und ökologisch vertretbaren Beitrag zur Stärkung regenerativer Energieformen leisten. Spezielle Vorteile sind in der Speicherbarkeit der Energieträger und in den niedrigen CO₂-Minderungskosten zu sehen.

Die relative Vorzüglichkeit innerhalb der biogenen Energieträger ist unter Beachtung des Energiepreinsniveaus wie folgt zu gewichten:

1. thermische Nutzung von Reststoffen und Ernterückständen
2. Biogasanlagen mit Wärme/Kraft-Koppelung und Cofermentation (Entsorgung)
3. Pflanzenöle für umweltsensible Bereiche
4. Energiepflanzenanbau.

Das technische Gesamtpotenzial nachwachsender Rohstoffe wird für Bayern mit etwa 15 % des derzeitigen Primärenergieverbrauchs angegeben, davon entfallen etwa 50 % auf die Reststoffnutzung inkl. Cofermentation in Biogasanlagen sowie weitere 50 % auf die Nutzung speziell angebauter Energiepflanzen. Sollten die Energiepreise weiter steigen, dann wird auch eine Energieeinsparung stattfinden und die Rentabilität der Energie aus Biomasse steigen. Dann könnte, wenn politisch gewollt, Biomasseenergie bis 25% des bayerischen Energiebedarfs decken. Man sollte auch

nicht die zusätzlichen Möglichkeiten des Imports von Biomasseenergieträgern übersehen, zumal wir heute ohnehin fast alle Energieträger importieren.

Bei der verstärkten Nutzung biogener Rohstoffe ist eine Reihe weiterer externer Effekte zu erwarten wie:

- Zusätzliche Arbeitsplätze und Wertschöpfung im ländlichen Raum
- Flächendeckende Landnutzung und damit der Erhalt der Kulturlandschaft
- Agrarmarktentlastung.

In Bayern werden bereits heute 3,2 % des Primärenergieverbrauchs aus Biomasse abgedeckt, für die erneuerbare Energie werden 5 % angegeben. Biomasse liegt in der derzeitigen Verwertung aber auch im Potenzial sehr deutlich über den meisten anderen Systemen regenerativer Energie. Dies begründet sich nicht zuletzt in ihrer Rentabilität. Da wegen der weltweiten Verknappung auch weiterhin ein hohes Preisniveau zu erwarten ist, kann mit biogenen Rohstoffen eine zusätzliche Wertschöpfung auch in der Landwirtschaft in Bayern erzielt werden.

9. Literatur

- [1] HARTMANN, H.: Analyse und Bewertung der Systeme zur Hochdruckverdichtung von Halmgut Reihe "Gelbes Heft" 60, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 1996, 63 S.
- [2] HARTMANN, H.; MADEKER, U.; LAUNHARDT, T. (1995): Untersuchungen zu Struktur und Umfang des Absatzes von Biomassefeuerungsanlagen in Deutschland. Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V., C.A.R.M.E.N. (Hrsg.), Würzburg, Selbstverlag, 64 S.
- [3] HARTMANN, H.; BÖHM, T.; MAIER, L.: Naturbelassene biogene Festbrennstoffe-Umweltrelevante Eigenschaften und Einflussmöglichkeiten. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), München, 2000, Reihe "Materialien", Nr. 154, 155 S.
- [4] KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (HRSG.): Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 2001, 770 S.
- [5] LAUNHARDT, T.; HARTMANN, H.; LINK, H.: Emissionsmessungen an 21 bayerischen Zentralheizungsanlagen für Holzhackgut Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg), München 1999, Reihe "Gelbes Heft", Nr. 65, 39 S.
- [6] LAUNHARDT, T.; HARTMANN, H.; LINK, H.; SCHMID, V.: Verbrennungsversuche mit naturbelassenen biogenen Festbrennstoffen in einer Kleinfeuerungsanlage – Emissionen und Aschequalität Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), München, 2000, Reihe "Materialien", Nr. 156
- [7] LAUNHARDT, T.; HURM, R.; SCHMID, V.; LINK, H.: Dioxin- und PAK-Konzentrationen in Abgas und Aschen von Stückholzfeuerungen. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (BayStMLU) (Hrsg.), München 1998, Reihe "Materialien" 142, 149 S.
- [8] LAUNHARDT, T.; HURM, R.; PONTIUS, P.; STREHLER, A.; MEIERING, A.: Prüfung des Emissionsverhaltens von Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), Selbstverlag, München, 1994, Reihe "Materialien", Nr. 109, 198 S.
- [9] MÜLLER, J.: Bewertung eines Hybridspeichers zur saisonalen Wärmespeicherung. Dissertation Landtechnik Weihenstephan, 2000, 142 S. , Fortschrittsberichte VDI, Reihe 19, Nr. 127, ISBN 3-18-312719-9

- [10] REMMELE, E.: Öltreinigung bei der Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen.- In: Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Fachgespräch am 24.-25. Februar 1999 in Stuttgart Hohenheim. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), 1999, KTBL-Arbeitspapier 267, KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, S. 23-32
- [11] REUß, M., MÜLLER, J., ROßMANN, P.: Solare Nahwärmeversorgung Attenkirchen. Machbarkeitsstudie, Landtechnik Weihenstephan. 1998, 61 S.
- [12] STREHLER, A.: Informationen zur Wärmegewinnung aus Biomasse, Schwerpunkt Holzfeuerung. Hrsg.: Schriftenvertrieb Landtechnik Weihenstephan, 2000, 153 S.
- [13] THUNEKE, K.: Emissionen Rapsöl betriebener Dieselmotoren. 1999, Landtechnik, Jhrg. 54, Nr. 3/99, S. 176-177
- [14] THUNEKE, K., REMMELE, E., WIDMANN, B.A., WILHARM, T.: Standardisation of Rapeseed oil as a Fuel.- In: Proceedings 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, 5-9 June 2000, Sevilla, Spain (in press).
- [15] WIDMANN, B.: Verfahrenstechnische Maßnahmen zur Minderung des Phosphorgehaltes von Rapsöl bei der Gewinnung in dezentralen Anlagen. Dissertation Weihenstephan, 1994, Hrsg.: Max-Eyth-Gesellschaft, MEG Nr.262, 1995, ISBN-Nr. 0931-6264, 157 S.
- [16] WIDMANN, B., STELZER, T., REMMELE, E., KALTSCHMITT, M.: Produktion und Nutzung von Pflanzenölkraftstoffen. In: Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse- Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag, Berlin- Heidelberg- New York, 2001, S. 537-583
- [17] WAGNER, K., WITTKOPF, S.: Der Energieholzmarkt in Bayern. Berichte aus der LWF, Nummer 26, (2000), ISSN 0945-8131, 101 Seiten
- [18] NIKOLAISEN, L.: Stroh als Energieträger. Center für Biomasetechnologie, Bio Press Trojberg, Dänemark, (1998), ISBN 87-90074-8-1 53 Seiten
- [19] HALL, O.: Will biomass be the environmentally friendly fuel of the future? Division of Live Sciences, King's College London (1998)
- [20] KALTSCHMITT, M., WIESE, A.: Erneuerbare Energieträger in Deutschland – Potenziale und Kosten. (1993), Springer, Berlin, Heidelberg
- [21] LASSELSBERGER, L.: Biomassefeuerungsanlagen für Zentralheizsysteme. In: Tagungsband: Biomasse für Energie und Industrie, Juni 1999, Seite 220

- [22] VOLCKENS, K.: Zur Notwendigkeit der Emissionsreduktion von CO₂ und deren Auswirkung auf verfahrens- und energietechnische Möglichkeiten zur Erschließung der Potenziale von Energieeinsparung und regenerativen Energieträgern. (2000), Dissertation Universität Gießen, 169 Seiten
- [23] STREHLER, A.: Sammelmappe der Informationen zur Wärmegewinnung aus Biomasse, Schwerpunkt Holzfeuerung. (2001), Schriftenvertrieb Landtechnik Weihenstephan, 150 Seiten
- [24] LEDIN, S., ALRIKSSON, A.: Handbook on How to Grow Short Rotation Forests. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala (1992), ISBN 91-576-4628-7

Verleihung des Schönleutner-Pfluges an Dr. Alois Weidinger durch Prof. Dr. Hans Schön

75 Jahre Bayerische Landesanstalt für Landtechnik sind auch Anlass, den vielen Persönlichkeiten zu danken, die die Landtechnik Weihestephan geprägt und gefördert haben. Seien es die Institutsgründer oder Leiter, seien es die vielen engagierten Mitarbeiter und im besonderen Maße unsere Förderer in allen Bereichen der Landtechnik, der Landwirtschaft und den Behörden.

Aus Anlass des 75. Geburtstages haben Leitung und Mitarbeiter der Landtechnik Weihestephan angeregt, besonders herausragende Persönlichkeiten, die sich um die Landtechnik Weihestephan verdient gemacht haben, mit einem Modell des "Schönleutner-Pfluges" zu ehren, der auf Anregung des Gründers Weihestephans entwickelt und gebaut wurde.¹ Es ist mir eine besondere Freude und Ehre, mit dem "Schönleutner-Pflug" erstmals Herrn Ud. MR a. D. Dr. Alois WEIDINGER auszeichnen zu dürfen.



Staatsminister Erwin Huber, Dr. A. Weidinger und Prof. Dr. Dr. h.c. H. Schön (v. l.) bei der Preisverleihung

Herr Dr. Weidinger trat nach dem zweiten Staatsexamen in die Bayer. Landesanstalt für Landtechnik ein und promovierte 1967 über mechanische Fütterungsanlagen. 1973 wurde der junge Wissenschaftler von Minister Dr. Eisenmann als Referatsleiter Landtechnik an das Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten berufen. In dieser verantwortlichen Position blieb er der Landtechnik Weihestephan über beinahe 30 Jahre in besonderem Maße verbunden:

¹ Das Modell wurde nach dem historischen Vorbild in der Werkstatt der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik gebaut.

- als vielgeschätzter, unabhängiger und weitsichtiger Ratgeber im Beirat und in der Vorstandschaft des Landtechnischen Vereins
- als engagierter Förderer vieler gemeinsamer Forschungsvorhaben
- als Fürsprecher für den Landtechnischen Verein (erinnert sei hier an die landtechnischen Pilotbetriebe, an das Bauprogramm der Landtechnik Weihenstephan und die Ausstellung zu Biomassefeuerungsanlagen), und schließlich
- als wichtigstes Verbindungsglied unseres Hauses mit dem Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Sehr geehrter Herr Dr. Weidinger, lieber Alois: Dafür möchten wir Dir unseren Dank und unsere Anerkennung aussprechen.

