



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Schön, H.: Technische Entwicklungstendenzen in der Agrarproduktion. In: Buchholz, H.E., Neander, E., Schrader, H.: Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft – Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 26, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1990), S. 23-39.

TECHNISCHE ENTWICKLUNGSTENDENZEN IN DER AGRARPRODUKTION

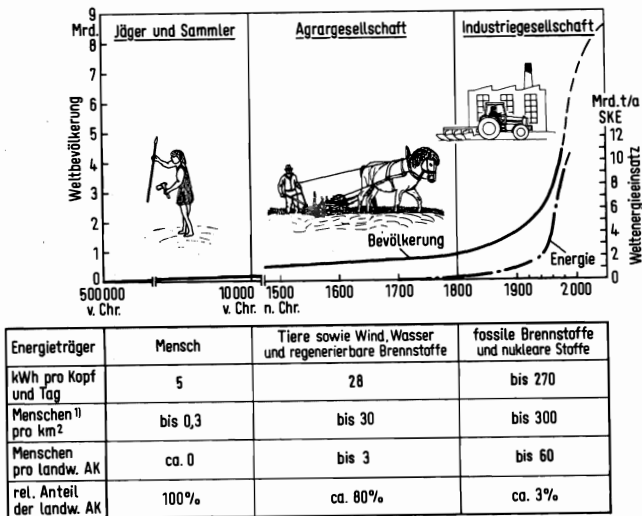
von

H. SCHÖN, Braunschweig-Völkenrode

1 Einleitung

Die Technik der Nahrungserzeugung hat die Geschichte der Landwirtschaft geprägt und die Entwicklung der Gesellschaft beeinflusst (siehe Schaubild 1).

Schaubild 1: Technischer Fortschritt und zivilisatorische Entwicklung (SCHÖN, 1988)



Quellen: Production Yearbook, Energistik '79

1) bei einer Ernte pro Jahr

Die Entwicklungsländer stehen vor der Aufgabe, den technologischen Vorsprung der Industrienationen bei der Landbewirtschaftung aufzuholen. In den hochindustrialisierten Ländern dagegen gilt vielfach die technische Revolution auf dem Lande als abgeschlossen.

Im folgenden Beitrag soll der Frage nach dem Sinn und den Möglichkeiten eines weiteren technischen Fortschrittes in der Landwirtschaft nachgegangen werden.

2 Der "autonome" wissenschaftlich-technische Fortschritt in der Landwirtschaft

2.1 Wissenschaftlich - technische Entwicklungslinien (Innovationen)

Der sogenannte "autonome" wissenschaftlich-technische Fortschritt läßt sich in vier Entwicklungslinien einteilen (BATEL, 1986) (siehe Übersicht).

Übersicht: Abschnitte des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes (nach BATEL, 1986; ergänzt)

| Abschnitt | Höhepunkt |
|--|------------------------------|
| Entwicklung der (Werk-) Stoffe Steine, Metalle, Kunststoffe, chemische Produkte | nach vielen Jahrtausenden |
| Entwicklung der Energie (phys. Leistung) Vervielfachung der dem Menschen zur Verfügung stehenden Antriebs- leistung | nach zwei Jahrhunderten |
| Entwicklung der Informations- technik Vervielfachung der geistigen Leistungsfähigkeit des Menschen | nach wenigen Jahrzehnten |
| Entwicklung der biologischen Leistungsfähigkeit Gentechnologie, Mikrobiologie, Membrantechnologie (Fermenter) | ? |

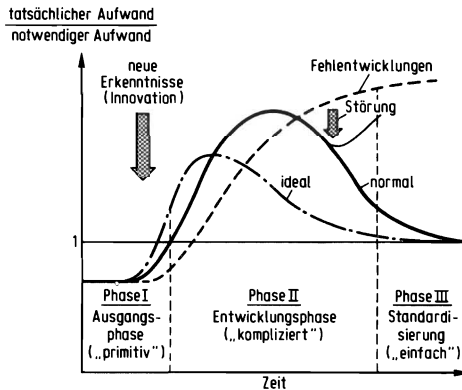
Diese technischen Entwicklungslinien haben und werden auch in Zukunft die Landwirtschaft prägen. So hat die Weiterentwicklung der Stoffe in Form von mineralischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln wesentlich zur Steigerung der Flächenproduktivität beigetragen. Die "Energienlinie" hat die Mechanisierung der Landwirtschaft mit der kaum vorhersehbaren Steigerung der Arbeitsproduktivität bewirkt. Mit Hilfe der Elektronik und der Informationstechnologie ist es möglich, Daten der landwirtschaftlichen Produktion und der Umwelt exakt zu erfassen, rechnergestützte Entscheidungen zu treffen und damit den Betriebsmitteleinsatz aus ökonomischer und ökologischer Sicht zu optimieren.

Obwohl wir erst am Anfang des "elektronischen-technischen" Fortschrittes stehen, zeigt sich bereits als neue Entwicklungslinie die Verbesserung der biologischen Leistungsfähigkeit.

2.2 Phasen der Anwendung des technischen Fortschritts (Technologie-transfer)

Von neuen technischen Erkenntnissen bis zu deren sinnvoller Umsetzung und Anwendung in der Praxis ist es meist noch ein mühsamer und weiter Weg, (DUDDEK, 1984). Im wesentlichen sind dabei 3 Phasen gegeben (siehe Schaubild 2).

Schaubild 2: Phasen des Technologietransfers



1) **A u s g a n g s p h a s e** ("primitiv"): Hier erfolgt die Durchführung eines Produktionsprozesses nach dem abgeklärten Stand des Wissens. Da hier allgemein bekannte und erprobte Methoden zum Einsatz kommen, ist der Aufwand zur Veränderung und Verbesserung gering, obwohl veränderte Zielsetzungen bzw. Rahmenbedingungen eine Weiterentwicklung des Produktionsprozesses dringend erforderlich machen würden.

2) **E n t w i c k l u n g s p h a s e** ("kompliziert"): Neue Erkenntnisse und Innovationen eröffnen gangbare Wege zu einer verbesserten Problemlösung. Diese Innovationen lösen nun eine kostenintensive Entwicklungsphase aus. Viele Irrwege sind scheinbar unvermeidbar, Standardisierungen schwierig durchzusetzen und eine realistische Bewertung und Zuordnung der neuen Verfahren nicht gelöst.

3) **S t a n d a r d i s i e r u n g s p h a s e** ("einfach"): Der Prozeß des Technologietransfers findet in der Stufe III durch die Entwicklung "einfacher", standardisierter Verfahren einen gewissen Abschluß; das Verfahren wird zum Stand der Produktionstechnik und kann gewisse Strukturveränderungen erzwingen. Umgekehrt wird es aber auch erforderlich sein, den technischen Fortschritt in dieser Phase den gegebenen und erwünschten Strukturen anzupassen.

2.3 Stand des "Technologietransfers" in der Landwirtschaft

Die Analyse der technischen Entwicklungslinien nach diesem "Technologietransfer-Modell" zeigt derzeit erhebliche Phasenverschiebungen (siehe Schaubild 3).

Schaubild 3: Stand des Technologietransfers in der Landwirtschaft

| | | |
|---|---|---|
| <p>① <u>Stoff-</u> <u>linie</u> (Dünger, Pflanzenschutz, Saatgut)</p> | | <p>Entwicklungsaufwand <1 <u>neue Anforderungen</u> durch Umweltprobleme <u>neue Ansätze</u> durch Biotechnik (u. Elektr.) erkennbar</p> |
| <p>② <u>Energie-</u> <u>linie</u></p> | | <p>Entwicklungsaufwand =1 Mechanisierung vor dem Abschluß <u>Vereinfachung</u> und Standardisierung Defizit in der <u>Struktur Anpassung</u></p> |
| <p>③ <u>Infor-</u> <u>mations-</u> <u>linie</u></p> | | <p>Entwicklungsaufwand >1 Entwicklungs- und Erprobungsphase mit vielfältigen Lösungen <u>zielstrebige Überführung</u> <u>in Stufe III erforderlich</u> (Vereinfachung)</p> |
| <p>④ <u>Biolog-</u> <u>linie</u></p> | <p>am Beginn der Stufe II (siehe ①)</p> | <p>Innovation durch biotechnologische Methoden erkennbar</p> |

Stofflinie: In der Landwirtschaft gilt die Weiterentwicklung der "Werkstoffe" besonders in Form von mineralischem Dünger als weitgehend abgeschlossen. Der Entwicklungsaufwand ist relativ gering, obwohl durch den Umweltschutz neue Anforderungen an die Pflanzenernährung und an den Pflanzenschutz gestellt werden (SCHOLZ, 1989). Durch die Biotechnologie - also auf der biologischen Entwicklungsstufe - sind neue Ansätze erkennbar, die Art und Umfang des Betriebsmitteleinsatzes auf ein neues Niveau heben könnten.

Energielinie: Die Energielinie ist eng mit der Mechanisierung der Landwirtschaft verbunden. Hinsichtlich der Rationalisierung der Arbeit gilt sie weitgehend als abgeschlossen und nähert sich damit einer gewissen Standardisierung. Kostensenkung, Minimierung des Betriebsmitteleinsatzes und "ökologische" Optimierung werden in Zukunft Schwerpunkte des mechanisch-technischen Fortschritts sein.

I n f o r m a t i o n s l i n i e : Mitten in der Entwicklungsphase (Phase II) befindet sich die Adaption des elektronisch-technischen Fortschrittes an die landwirtschaftliche Produktion. Der derzeitige Entwicklungs- und Investitionsaufwand ist meist größer als der tatsächliche Nutzen. Wir stehen vor einer Vielzahl technischer Lösungen, und eine sichere Beurteilung und Zuordnung der verschiedenen rechnergestützten Verfahren ist schwierig. Es ist dringend notwendig, einfache und vernetzte rechnergestützte landwirtschaftliche Produktionsverfahren zu entwickeln und zu erproben, um den Entwicklungsaufwand auf ein vertretbares Maß zu begrenzen und somit der Landwirtschaft den Innovationsgewinn durch diese neue Technologie zu sichern (AUERNHAMMER, 1987).

B i o l o g i s c h e E n t w i c k l u n g s l i n i e : Das Innovationsvermögen der biologischen Entwicklungslinie ist inzwischen erkennbar. Wir stehen hier am Beginn einer notwendigen Entwicklungsphase, bevor ein eindeutiger Nutzen für die Landwirtschaft möglich sein wird (BMELF, 1989). Dieser Entwicklungsprozeß ist darüber hinaus durch eine mangelnde Akzeptanz der Gesellschaft gefährdet.

Eine wesentliche Aufgabe der Agrartechnik ist es, Innovationen rechtzeitig zu erkennen und sie so zu "steuern", daß möglichst zielgerichtet die Entwicklungskurven in Phase III einschwingen. Eine große Bedeutung hat dabei auch die Technologiefolgeabschätzung. Sie hat die Aufgabe, die ökonomischen, sozialen und ökologischen Folgen technischer Zielsetzungen zu prognostizieren.

3 Energielinie: Entwicklungstendenzen des mechanisch-technischen Fortschrittes

Obwohl sich die Entwicklung der Energielinie der Standardisierungsphase (Phase 3) nähert, sind neben der vollen Nutzung der arbeitswirtschaftlichen Rationalisierungsmaßnahmen noch weitere wichtige Entwicklungen in folgenden Bereichen zu erwarten:

- Strukturelle Veränderungen bei der Mechanisierung,
- Minderung der Ernteverluste,
- "ökologische" Optimierung,
- vereinfachte Systemlösungen.

3.1 Entwicklung der Motorisierung

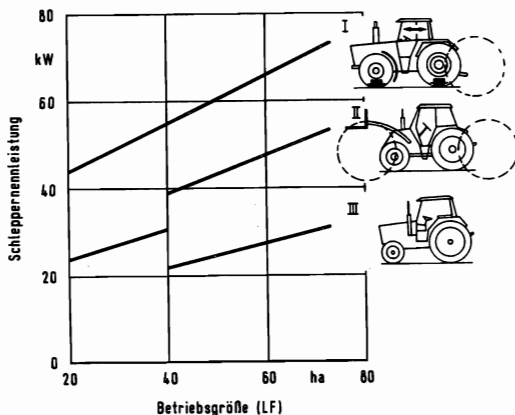
Bei der Mechanisierung der Landwirtschaft ging es darum, die für die Industrie benötigten Arbeitskräfte freizustellen und die landwirtschaftliche Arbeit zu rationalisieren. Diese Entwicklung ist durch zwei Phasen gekennzeichnet:

In der 1. Phase von 1950 bis zur Mitte der 60er Jahre wurden die tierischen Zugkräfte fast vollkommen durch Schlepper ersetzt, wobei vor allem Schlepper geringer Leistung Verwendung fanden.

In der 2. Phase stieg die Zahl der Schlepper in weitaus geringerem Maße und hat heute einen nahezu konstanten Wert erreicht; dagegen ist der Anstieg der durchschnittlichen Schleppernennleistung ungebrochen.

Bedingt durch den Strukturwandel und die weitere Abwanderung landwirtschaftlicher Arbeitskräfte ist eine Änderung der Struktur des Schlepper- und Maschineneinsatzes zu erwarten (OLFE und SCHÖN, 1984 (siehe Schaubild 4).

Schaubild 4: Mittlere Nennleistung von Schleppern in Abhängigkeit von der Betriebsgröße. Rangfolge der Schlepper im einzelnen Betrieb entsprechend der Nennleistung (nach OLFE und SCHÖN, 1984)



Schon seit Jahren deutet sich der Trend zu einer differenzierten Schleppernutzung in den einzelnen Betriebsgrößen an, wobei ein sogenannter "Erstschlepper" überwiegend für Zugarbeiten, ein "Zweitschlepper" überwiegend für Bestell- und Erntearbeiten und ein leistungsschwächerer "Drittschlepper" für vielfältige Hilfsarbeiten auf Feld und Hof eingesetzt werden. Die Zuordnung zu den jeweiligen Leistungsklassen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße ist relativ stabil; dies gilt auch für die sogenannten "Großschlepper".

Im Rahmen des Strukturwandels wird sich aber der Anteil der Betriebe zu den oberen Betriebsgrößen verschieben. Dies wird zu einem weiteren Rückgang der Schlepperzahl, zu einem weiteren Anstieg der durchschnittlichen Schlepperleistung, aber erstmals auch zu einem Rückgang der Gesamtschlepperleistung je Flächeneinheit führen.

Weiterhin ist zu erwarten, daß sich auch die Schlepperkonzepte differenzieren. Außer an Konzepten für schwere Zugschlepper arbeiten derzeit mehrere Schlepperfirmen an den

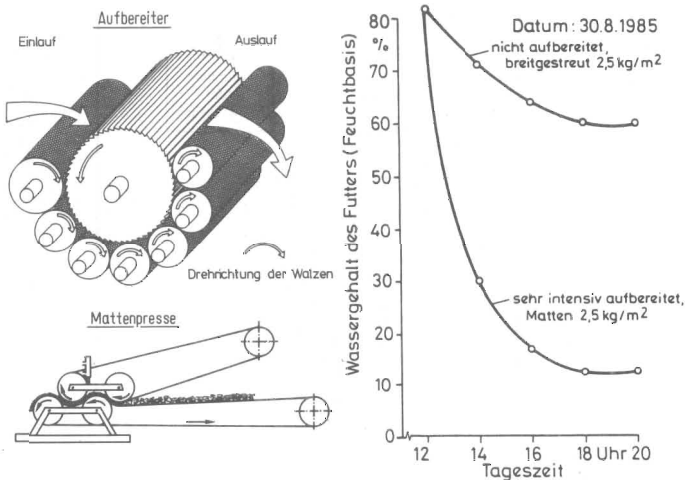
sogenannten "Trac-Konzepten", bei denen die speziellen Einsatzbedingungen des Zweitschleppers stärker berücksichtigt werden.

3.2 Minderung der Ernteverluste als Ziel der Mechanisierung

Bei technischen Neuentwicklungen rücken neben der Rationalisierung zunehmend andere Ziele der Mechanisierung in den Vordergrund, wie z.B. die Minderung der Verluste bei der Ernte. Dies gilt insbesondere für die Futterernte und -konservierung, bei der die Nährstoffverluste bis 40 % betragen können. Durch Verkürzen der Feldtrocknungszeit könnten diese Verluste deutlich reduziert werden. Es ist seit langem bekannt, daß durch Quetschen, Knicken oder Anschlagen des Futters die Trocknung bei gutem Wetter beschleunigt werden kann, so daß innerhalb eines Tages gemäht und geerntet werden kann. Bei den bisherigen Systemen der intensiven Futteraufbereitung kam es aber zu hohen Verlusten durch kleingeschlagene Futterteilchen.

Eine Lösung könnte hier die sogenannte "Mattentrocknung" sein (SHINNERS et al., 1982). Dabei wird das Futter nach dem Mähen zunächst intensiv aufbereitet und danach in eine dünne Matte gepreßt, in der die Kleinteile durch klebende Wirkung des Zellsaftes festgehalten werden. HEEGE et al. (1988) haben dieses Verfahren unter unseren Bedingungen untersucht (siehe Schaubild 5).

Schaubild 5: Feldtrocknung von Gras bei unterschiedlichen Verfahren (nach SHINNERS und HEEGE)



Das nicht aufbereitete, breitverteilte Futter trocknet bei gutem Sommerwetter von mittags bis zum Abend auf 60 % Feuchtegehalt, die intensiv aufbereitete Matte bis zu 20 % ab.

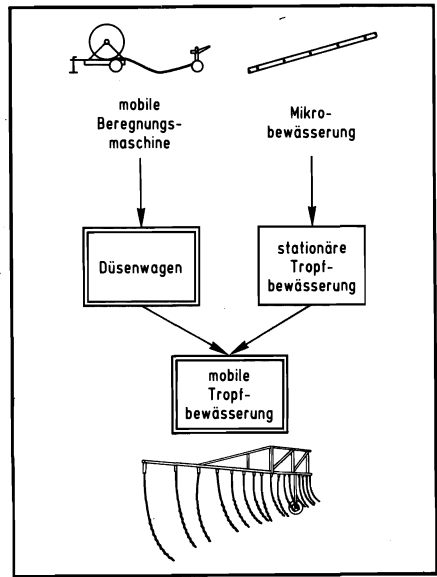
Dies wäre gegenüber den bisherigen Verfahren ein erheblicher Fortschritt, der weitere Bemühungen um eine Praxisreife des Verfahrens rechtfertigt.

3.3 Minderung des Betriebsmitteleinsatzes als Ziel der Mechanisierung

Durch den zunehmenden Kostendruck und die erhöhten Umwelanforderungen wird die Verbesserung der Effizienz des Betriebsmitteleinsatzes ein weiteres wichtiges Ziel der Mechanisierung. In der Landwirtschaft müssen wir derzeit noch mit außerordentlich unbefriedigenden Verlustquoten rechnen, beispielsweise bei mineralischem Dünger mit 40-60 %, bei Pflanzenschutzmitteln mit bis zu 90% und beim Wasser mit 10-40 %.

Beispielhaft für einen technischen Verbesserungsansatz soll an dieser Stelle die Entwicklung wasser- und energiesparender Beregnungsverfahren kurz erläutert werden (siehe Schaubild 6).

Schaubild 6: Entwicklung energie- und wassersparender Beregnungsverfahren (nach SOURELL et al., 1989)



In einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit Israel gelang es, die bei uns gebräuchlichen arbeits- und kapitalsparenden mobilen Beregnungsmaschinen mit den energie- und wassersparenden Tropf- und Düsenberegnungsverfahren zu kombinieren (SOURELL et al., 1989). Durch Entwicklung der "mobilen Düsenberegnung" für humide Gebiete und der "mobilen Tropfbewässerung" für aride Gebiete konnte bei vertretbarem Arbeits- und

Kapitalbedarf eine Verbesserung der Wassernutzung um 30 % und eine Minderung des Energiebedarfes um 50 % gegenüber der üblichen bei uns eingesetzten Beregnungsmaschinen erzielt werden.

3.4 "Ökologische" Optimierung der Mechanisierung

Die bisher aufgeführten mechanisch-technischen Entwicklungsansätze stehen unter dem Zwang der "ökonomischen" Optimierung. Dies wird in Zukunft durch die Notwendigkeit einer "ökologischen" Optimierung der Mechanisierung zu ergänzen sein, z.B. im Bereich des Bodenschutzes. Auf bestimmten Standorten weisen Bodenverdichtung und Erosion auf gewisse ökologische Grenzen derzeitiger Bodenbearbeitung hin.

Zur Minderung der Bodenverdichtung wird derzeit mit neuen Fahrwerken experimentiert. Ihre Wirkung ist aber begrenzt, wenn nicht gleichzeitig neue Wege in der Bodenbearbeitung angestrebt werden, wie dies z.B. bei der konservierenden Bodenbearbeitung der Fall ist. Der Übergang vom Pflug zum Tiefgrubber und die Entwicklung neuer Säverfahren, die ein Säen unter einer Mulchschicht ermöglichen, reduzieren nicht nur die Bodenerosion, sondern mindern auch die Gefahr von Bodenverdichtungen, wie dies aus Untersuchungen von STEINKAMPF und SOMMER (1989) hervorgeht (siehe Schaubild 7). Solche "ökologisch" optimierten Verfahren der Bodenbearbeitung sind hinsichtlich des Bodenschutzes weit wirkungsvoller als die gelegentlich diskutierte Beschränkung des Mechanisierungsgrades.

3.5 Vereinfachte Mechanisierungslösungen

Die eigentliche Zielrichtung der technischen Weiterentwicklung ist die Suche nach "einfachen" Systemlösungen. Am Beispiel der Mähdrescherentwicklung, die seit Jahren im wesentlichen als abgeschlossen gilt, soll diese Tendenz kurz erläutert werden (siehe Schaubild 8).

Das Mähdruschverfahren ist gekennzeichnet durch die Aufnahme des gesamten Halmes, wobei große Strohmassen bewältigt und bearbeitet werden müssen. Dies begrenzt die Leistung des Mähdreschers und verursacht einen hohen technischen Aufwand. Bei dem von KLINNER, NEALE und ARNOLD (1987) entwickelten Stripperverfahren wird lediglich das Korn durch einen Rotor abgestreift und gereinigt. Der Durchsatz verdoppelt sich, und der technische Aufwand sinkt erheblich. Wenn es gelingt, nicht nur bei Winterweizen, sondern auch bei anderen Getreidearten die Verlustrate zu senken, dürfte dieses einfache und leistungsfähige Verfahren den Mähdrescher in Form eines Aufnahmeorgans ergänzen oder ihm als einfache Erntemaschine ernsthafte Konkurrenz machen.

Schaubild 7: Auswirkungen der Radlast auf den Bodendruck bei unterschiedlichen Fahrwerken und Bodenbearbeitungsverfahren (nach STEINKAMPF und SOMMER, 1989)

Versuchsort : Halchter (Rittergut), Herbst 1985
 Versuchs-Nr. : 4331... 4347 und 4373... 4377
 Boden : Lehmgiger Schluff (LU)
 Bodenfeuchte: 19,0 - 20,0 %
 Radlast : 68,45 kN
 Drucksonde mit Luftballon

Reifen:
 231 R 26 B1B' X M18; 2,4 bar
 305LR 32 B1B' X M18; 1,3 bar
 73 x 44,00 - 32 NHS Terra Super Grip XT; 1,2 bar

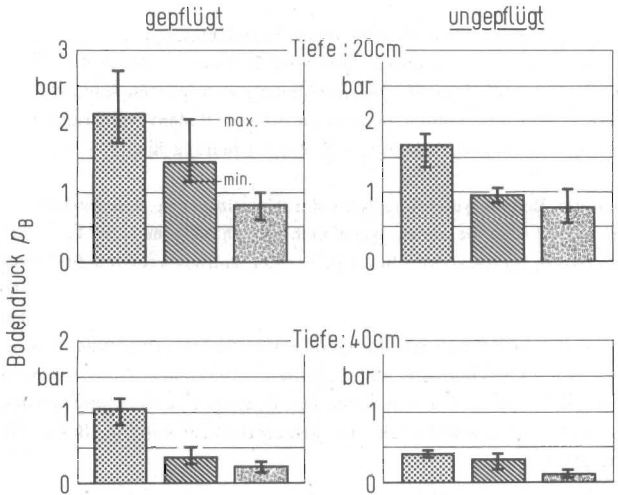
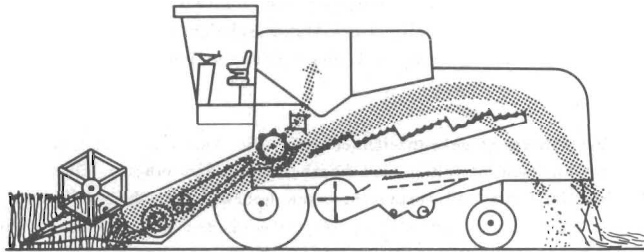
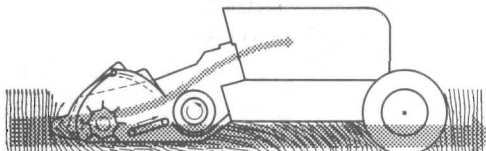


Schaubild 8: Vereinfachtes Mechanisierungssystem am Beispiel der Getreideernte

1 Mähdrusch



2 Stripprusch



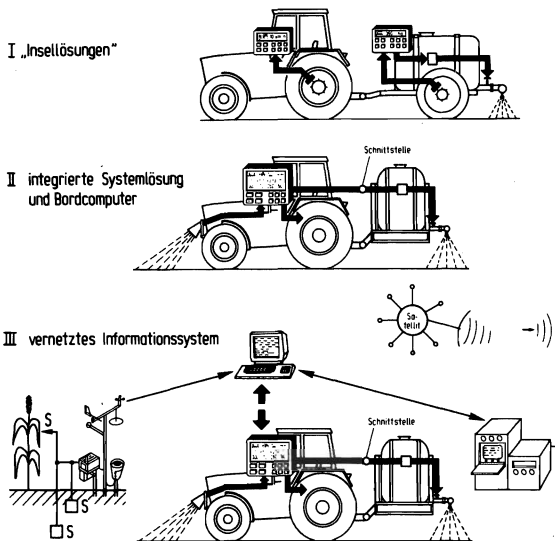
4 Die "Informationslinie": Vor der 2. Revolution der landwirtschaftlichen Produktionstechnik?

Während wir bei der Energielinie - und damit bei der Mechanisierung der Landwirtschaft in der 3. Stufe, der Standardisierung und Vereinfachung, stehen, befinden wir uns bei der Integration des elektronisch-technischen Fortschrittes mitten in der Entwicklungsphase. Aus ökologischen und ökonomischen Gründen dürfte die Informationstechnik das Bild der Landtechnik in Zukunft wesentlich prägen.

4.1 Rechnergestützte Pflanzenproduktion

Das System einer solchen rechnergestützten Pflanzenproduktion ist am Beispiel der Verteilarbeit für Pflanzenschutzmittel (VDI, 1987a) in Schaubild 9 dargestellt.

Schaubild 9: Stufen des Elektronikeinsatzes am Beispiel des Pflanzenschutzes



- In einem ersten Schritt dienen Sensoren und Mikroprozessoren zur Verbesserung der Fahrerinformation und zur Regelung und Steuerung maschineninterner Funktionen, in diesem Beispiel getrennt beim Schlepper und bei der geschwindigkeitsabhängigen Regelung der Pflanzenschutzspritze. Diese sogenannten "Insellösungen" sind inzwischen praxisreif.

- In einem zweiten Schritt wird eine umfassendere und vernetzte Prozesssteuerung sowohl beim Schlepper als auch beim angebauten Gerät angestrebt. Beim Schlepper wird dabei

die Geschwindigkeit über Radar erfaßt und der Schlepper mit einem zentralen Bordcomputer ausgestattet. Dieser kommuniziert über eine Schnittstelle mit den Geräten. In diesem Beispiel bestimmt der Bordcomputer die Ausbringmenge und regelt die Verteilung in Abhängigkeit von der "echten", d.h. schlupffreien, Vorfahrt.

- Im dritten Schritt schließlich werden Schlepper und Gerät in ein betriebliches Informationssystem einbezogen, z.B. derart, daß Arbeitsdaten des Bordcomputers an einen Betriebscomputer übermittelt werden. Umgekehrt werden Arbeitsanweisungen rechnergestützt durch betriebliche und überbetriebliche Produktions- und Umweltdaten erarbeitet und über den Bordcomputer an die Maschinen übertragen. Im Pflanzenschutz könnte dies beispielsweise bedeuten, daß Pflanzenwachstum und Witterungsverlauf über Sensoren beobachtet werden und zusammen mit überbetrieblichen Informationen Prognosen zum exakten Mitteleinsatz ermöglichen. Zusammen mit noch zu entwickelnden Sensoren könnten Systeme zur Erfassung von möglichen Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft entwickelt werden. Für ein solches vernetztes System einer rechnergestützten Produktion und Betriebsführung wird die Standardisierung zu einem zentralen Problem.

4.2 Rechnergestützte Tierproduktion

Das Grundprinzip der rechnergestützten Produktion - nämlich die Erfassung von Produktions- und Umweltdaten und anschließende Optimierung des Produktionsablaufes - läßt sich in der Tierproduktion besser als in der Pflanzenproduktion realisieren, da hier stationäre Bedingungen gegeben sind (VDI, 1987). Voraussetzung dafür sind einfache Systeme der elektronischen Tiererkennung, wozu heute neben am Halsband getragenen Transpondern intensiv an Mikrosystemen gearbeitet wird, die den Tieren nach der Geburt implantiert werden. Als Beispiel dafür sind die Stufen des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung in Schaubild 10 dargestellt.

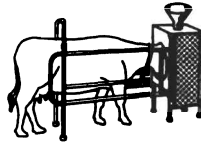
"Insellösungen" in Form einer rechnergestützten individuellen Kraftfutter-Fütterung sind bereits seit längerem in Laufställen in Form der Abruffütterung üblich. In Anbindeställen werden dafür in neuerer Zeit rechnergestützte Hängebahnverteiler eingesetzt (STUMPENHAUSEN und ARTMANN, 1988).

Die derzeitigen technischen Lösungen zielen auf ein integriertes System der Fütterung und Herdenüberwachung. Dabei wird versucht, in einem geschlossenen Regelkreis Tier- und Leistungsdaten automatisch zu erfassen und danach die Fütterung zu steuern (ARTMANN und SCHLÜNSEN, 1987) sowie die Tiere zu überwachen (SCHLÜNSEN et al., 1987).

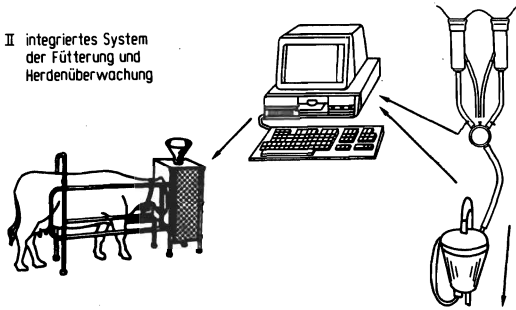
Für die letzte Stufe der rechnergestützten Produktion, nämlich der Automatisierung, ist in der Milchviehhaltung der Einsatz von Robotern für das Melken erforderlich (SCHÖN, 1986). Daran wird zur Zeit an verschiedenen Instituten intensiv gearbeitet. Seit einem Jahr wird versucht, dazu einen Industrieroboter einzusetzen (ARTMANN und SCHILLINGMANN, 1989). Die mechanischen Probleme sind weitgehend gelöst. Große Probleme bereitet allerdings noch das Erkennen der Zitzen und das Nachführen des

Schaubild 10: Stufen des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung

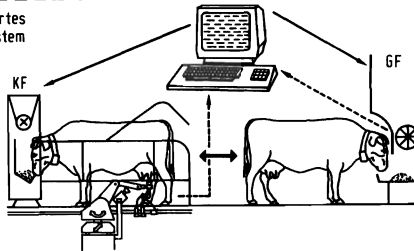
I „Insellösung“



II integriertes System der Fütterung und Herdenüberwachung



III automatisiertes Haltungssystem



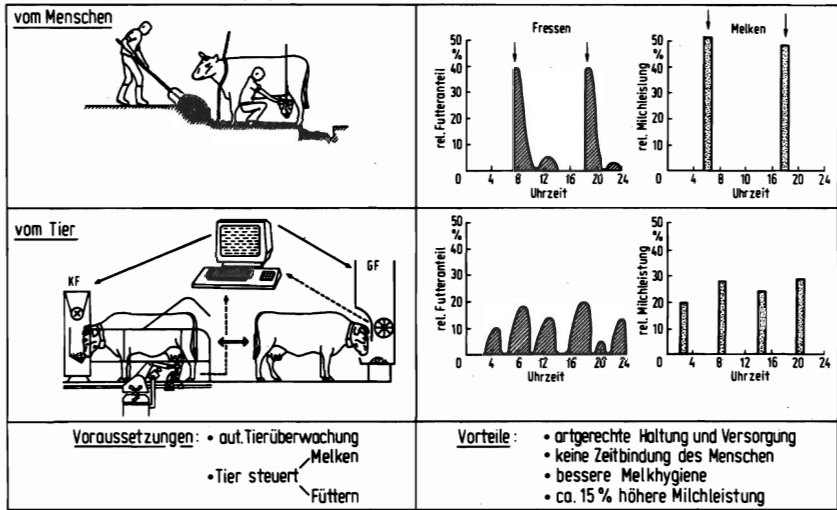
Roboters in "Echtzeit". Die Melkautomaten können in Verbindung mit Kraftfutter-Abrufstationen zur "Selbstbedienung" durch die Kühe eingesetzt werden. Damit wäre ein grundlegend neuer Ansatz für die Entwicklung von Haltungssystemen für die Milchviehhaltung in mittleren Betrieben mit einer Reihe entscheidender Vorteile möglich (siehe Schaubild 11).

1. Die Notwendigkeit, das Einzeltier intensiv zu füttern und zu überwachen hat zu Einzeltierhaltungssystemen, z.B. den Anbindeställen, geführt, welche das Bewegungsverhalten der Kühe beschränken. Rechnergestützte Systeme ermöglichen nun die artgerechte Herdenhaltung bei gleichzeitiger - und das ist neu - intensiver Einzeltierfütterung und Tierüberwachung.

2. Der Produktionsrhythmus in der Milchviehhaltung wird derzeit nicht durch die physiologischen Regulationsmechanismen bei der Ernährung und Milchbildung, sondern durch den Arbeitsrhythmus des Menschen bestimmt. Bei dem vorgeschlagenen automatisierten Haltungssystem bestimmt der Lebensrhythmus des Tieres die Futteraufnahme und

Schaubild 11: Artgerechte Milchviehhaltung durch rechnergestütztes Melken, Füttern und Tierüberwachen (nach GRAVERT, RABOLD und ROSSING, zitiert nach SCHÖN, 1986)

Produktionsrhythmus und Versorgung werden bestimmt :



Milchabgabe. Dies führt unter anderem auch zu gesteigerter Leistungsbereitschaft, was mehrfach nachgewiesen werden konnte.

3. Solche Haltungssysteme bringen entscheidende Verbesserungen der Arbeitsbedingungen. Zwar wird der Mensch nach wie vor für die Tierbeobachtung, Kontrolle und Tierbehandlung unverzichtbar sein; diese Arbeiten sind aber nicht mehr an feste sich täglich ohne Rücksicht auf Sonn- und Feiertage wiederholende Zeiten gebunden.

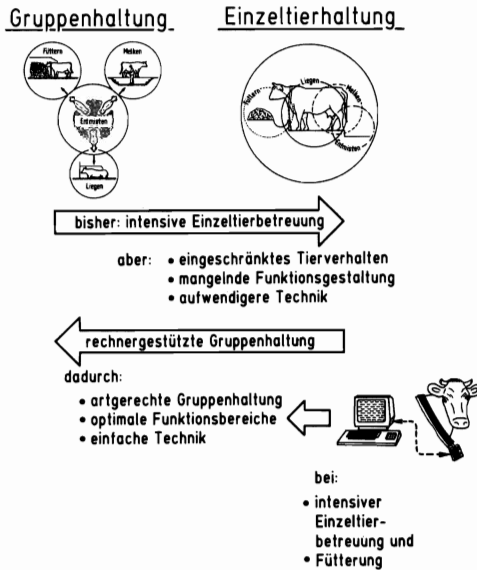
Die technischen Schwierigkeiten und die strukturellen Begrenzungen werden dazu führen, daß vollautomatische Milchviehhaltungssysteme erst zum Ende dieses Jahrhunderts praxisreif sein werden. Trotzdem müssen wir uns in der Forschung bereits heute dieser Aufgabe widmen, um diese Systeme auch mittleren Betrieben zugänglich zu machen und so langfristig die Konkurrenzfähigkeit der bäuerlichen Milchviehhaltung zu sichern.

Rechnergestützte Systeme ähnlicher Form werden derzeit auch für andere Tierarten entwickelt, unter anderem für die Kälberhaltung in Gruppen (PIRKELMANN et al., 1985), die Zuchtsauenhaltung (KIRCHNER, 1989) und die Mastschweinehaltung (EICHHORN und BERBERICH, 1986).

4.3 Auswirkungen rechnergestützter Produktionsverfahren auf die Stallssysteme

Bei fast allen Nutztieren führte in der Vergangenheit der Zwang zur intensiven Einzel-tierbetreuung und Fütterung zur Einzeltierhaltung oder zumindest zur Haltung in kleinen Tiergruppen. Dies hatte zur Folge, daß das Tierverhalten einschneidend eingeschränkt und ein hoher technischer Aufwand für die Klimatisierung sowie für die Ver- und Ent-sorgung betrieben werden mußte (siehe Schaubild 12).

Schaubild 12: Tendenzen bei der Entwicklung von Haltungsverfahren



Durch den Einsatz rechnergestützter Systeme ist es nun möglich, die einzelnen Tiere auch in der Herde intensiv zu überwachen und tierindividuell zu füttern. Dadurch wird auch bei einem hohen Produktionsniveau die artgemäßere Gruppenhaltung möglich. Dies hat aber auch den Vorteil, daß die einzelnen Funktionsbereiche getrennt und sowohl hinsichtlich des Tierverhaltens als auch der Arbeitserledigung optimal gestaltet werden können (z.B. Liegebox, Melkstand). Hinzu kommt in der Regel eine einfachere Technik für die Entsorgung und Klimatisierung. Dies deutet darauf hin, daß gerade durch die Entwicklung rechnergestützter Haltungssysteme neue Ansätze zur Entwicklung einfacher Gebäudelösungen und einer artgerechten Gruppenhaltung möglich sind (PIOTROWSKI und GARTUNG, 1987).

5 Zusammenfassung

Die technischen Entwicklungstendenzen in der Agrarproduktion werden von der Entwicklung der Werkstoffe, der Energienutzung, der Informationstechnik und der Biotechnologie bestimmt. Die Nutzung fossiler Energie führte zur Mechanisierung, die zwar einen hohen Stand erreicht hat, aber noch nicht als abgeschlossen gelten kann (HEEGE, 1988). Weitere strukturelle Veränderungen sind beim Schlepper- und Maschineneinsatz zu erwarten. Zukünftige Entwicklungen zielen auf eine Minderung des Betriebsmitteleinsatzes, auf eine "ökologische" Optimierung der Technik und auf eine Vereinfachung der Maschinen- und Gebäudesysteme.

Die Informationstechnik steht in einem frühen Stadium der Anwendung. Durch integrierte rechnergestützte Systeme des Pflanzenbaues läßt sich der Betriebsmitteleinsatz verringern und der "Know how-Transfer" beschleunigen. In der Tierhaltung ermöglicht die Elektronik bei einer artgerechten Gruppenhaltung eine intensive Einzelzertifütterung und Tierbetreuung. Dies ist die Grundlage einfacher, aber "intelligenter" Systeme. Automatisierte Melkverfahren können in Verbindung mit der Abruffütterung auch in mittleren Milchviehbetrieben zum Einsatz kommen.

Die weitere konsequente Nutzung des mechanisch-technischen Fortschrittes zur Minderung der Kosten und zur ökologischen Optimierung sowie die Entwicklung rechnergestützter Produktionsverfahren dürften die weitere Entwicklung der Landtechnik beschleunigen. Damit sind neue Anstöße in der Strukturveränderung der Landwirtschaft zu erwarten, die sich nicht so sehr an den Betriebsgrößen, sondern vielmehr an der Qualifikation der Betriebsleiter orientieren.

In noch größerem Maße dürfte sich aber der technologische Abstand zu der Landbewirtschaftung in den Entwicklungsländern vollziehen und diese noch stärker als bisher in eine aussichtslose Situation drängen.

Literaturverzeichnis

ARTMANN, R. und SCHILLINGMANN, D.: Automation of milking by using robots and electronics. - Vortrag, 2. Intern. Kolloquium AGROTIQUE 89 Roboter und Automation für landwirtschaftliche Betriebe, Bordeaux, 26.-29.9.1989.

ARTMANN, R. und SCHLÜNSEN, D.: Stand der rechnergestützten Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung. - Übersicht Tierernährung 15 (1987), H. 2, S. 93-212.

AUERHAMMER, H.: Einbindung der Prozeßsteuerung in das rechnergestützte Management. - In: VDI 1987b.

BATEL, W.: Grundlagen technischer Entwicklungslinien in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. - Mitteilungen der Gesellschaft der Freunde der FAL (1986), H. 1, S. 13-24.

BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (Hrsg.): Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft Sh. 201. Parey, Hamburg und Berlin 1989.

DUDDEK, H.: Vom komplizierten Modell zur großen Einfachheit. - Forschung - Mitteilungen der DFG (1984), H. 1, S. 15-16.

- EICHHORN, H. und BERBERICH, R.: Möglichkeiten der Prozeßsteuerung in der Schweinehaltung. - Beiträge zur Technik in der Schweinehaltung. Gießen 1986.
- HEEGE, H.J.: Zukunftsperspektiven in der Landtechnik. - Berichte über Landwirtschaft 66 (1988), H. 3, S. 416-439.
- HEEGE, H.J., LÜSSE, T. und OH, I.H.: Mattentrocknung von Grünfutter. - Landtechnik 43 (1988), H. 4, S. 172-174.
- KIRCHNER, M.: Abruffütterung für Zuchtsauen. - KTBL-Schrift 334. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup 1989.
- KLINNER, W.E., NEALE, M.A. und ARNOLD, R.E.: A new stripping header for combine harvesters. - The Agric. Eng. (1987) Spring, S. 9-14.
- OLFE, G. und SCHÖN, H.: Einsatzzeiten von Schleppern bei unterschiedlichen betrieblichen Verhältnissen. - Grundlagen der Landtechnik 34 (1984), Nr. 6, S. 236-243.
- PIOTROWSKI, J. und GARTUNG, J.: Bau- und haltungstechnische Folgerungen des Elektronikeinsatzes in der Tierhaltung. - In: VDI 1987b.
- PIRKELMANN, H., STANZEL, H. und WENDLING, F.: Automatisierte Versorgung und Kontrolle von Aufzucht- und Mastkälbern. - Grundlagen der Landtechnik 35 (1985), Nr. 3, S. 89-95.
- SCHLÜNSEN, D., ROTH, H., SCHÖN, H., PAUL, W. und SPECKMANN, H.: Möglichkeiten einer rechnergestützten Gesundheits- und Brunstüberwachung in der Milchviehhaltung. - Züchtungskunde 59 (1987), H. 2, S. 81-96.
- SCHÖN, H.: Automatisierte Milchviehhaltung - eine Utopie? - Landtechnik 41 (1986), H. 5, S. 220-223.
- SCHÖN, H.: Technik im Dienste einer sich wandelnden Landwirtschaft. - Landbauforschung Völkenrode 38 (1988), H. 1, S. 1-11.
- SCHOLZ, H.: Ordnungsgemäße Landwirtschaft - Regelungsbedarf für Gesetzgeber und Verwaltung. - Vortragstagung in Bayreuth am 20.9.1989.
- SHINNERS, K.H., BARRINGTON, G.P. und KOEGEL, R.G.: Forming mats from macerated to accelerate braying rates. - ASAE-Paper No. 82-1531, 1982.
- SOURELL, H., SCHÖN, H., BRAMM, A., WOLF, J. und SHANI, U.: Entwicklung und Einsatz eines wasser- und energiesparenden Beregnungsverfahrens für aride und humide Klimazonen. - Berichte über Landwirtschaft 67 (1989), S. 488-508.
- STEINKAMPF, H. und SOMMER, C.: Druck- und Verdichtungsmessungen im Feld unter großvolumigen Reifen. - In: VDI-Gesellschaft Agrartechnik (HRSG.): Reifen landwirtschaftlicher Fahrzeuge. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 7, (Vorträge der Tagung in München, 27./28. April 1989), S. 156-269.
- STUMPENHAUSEN, J. und ARTMANN, R.: Rechnergestützte Fütterung für Milchvieh in Lauf- und Anbindeställen - Stand, Bewertung, Entwicklung. - Vortrag BML-Referententagung Landtechnik und Bauwesen, Freising-Weihenstephan, 15.-17.3.1988.
- VDI-Fachgruppe Landtechnik (Hrsg.): Mikroelektronik in der Agrartechnik für den Umweltschutz. - VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 4 (Vorträge der Tagung in Braunschweig-Völkenrode, 7./8. Mai 1987).
- VDI-Fachgruppe Landtechnik (Hrsg.): Elektronik in der Tierhaltung. - VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 5 (Vorträge der Tagung in Braunschweig-Völkenrode, 8./9.12.1987).