

# Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTL)  
 LANDMASCHINEN- UND ACKERSCHLEPPER-VEREINIGUNG (LAV) IM VDMA  
 MAX-EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK (MEG)

Heft 2/1967

MÜNCHEN

17. JAHRGANG

Franz Wieneke

## Lehre und Forschung der Landtechnik an der Landbau fakultät Göttingen

### Landtechnische Entwicklungslinien

Die Landwirtschaft hat nie zuvor in ihrer Geschichte eine solche technische Revolution erlebt wie in den letzten Jahrzehnten. In einem Menschenalter haben sich Entwicklungsprozesse abgespielt, die bei vergleichbarem Fortschritt früher Jahrhunderte brauchten. Dabei scheint der Technisierungsprozeß noch in stetiger Beschleunigung zu sein.

Die großen Fortschritte in Naturwissenschaft und Technik, die Wandlungen in der Gestaltung der industriellen und landwirtschaftlichen Produktion lassen notwendig erscheinen, die Aufgaben und die Einordnung der landtechnischen Lehre und Forschung innerhalb der Landbauwissenschaften neu zu überdenken. Da die landtechnische Lehre und Forschung an einer Landbau fakultät auf das zukünftige landwirtschaftliche Produktionsgeschehen ausgerichtet sein sollte, ist es sinnvoll, die landtechnischen Entwicklungslinien für einen nahen Zeitraum darzulegen.

Die Landtechnik partizipiert an den allgemeinen technischen Entwicklungsrichtungen. Während im vergangenen Jahrhundert, dem sogenannten Maschinenzeitalter, die Technik in stetig verhaltener Entwicklung die Muskelkraft des Menschen durch die Verbrennungsenergie und die Elektrizität vervielfältigte, ist es das besondere Kennzeichen der schnell

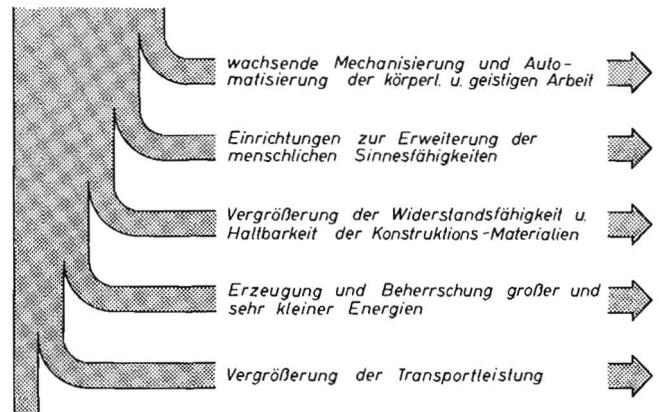


Bild 1: Entwicklungsrichtungen der modernen Technik

vorwärts strebenden modernen Technik, die Sinnestätigkeit des Menschen zu erweitern und die menschlichen Prozesse des Sehens, Hörens, Sprechens, Fühlens und Denkens zu automatisieren (Bild 1).

Als Beispiele seien Radar, Fernsehen, Ampex und die elektronischen Rechenanlagen genannt.

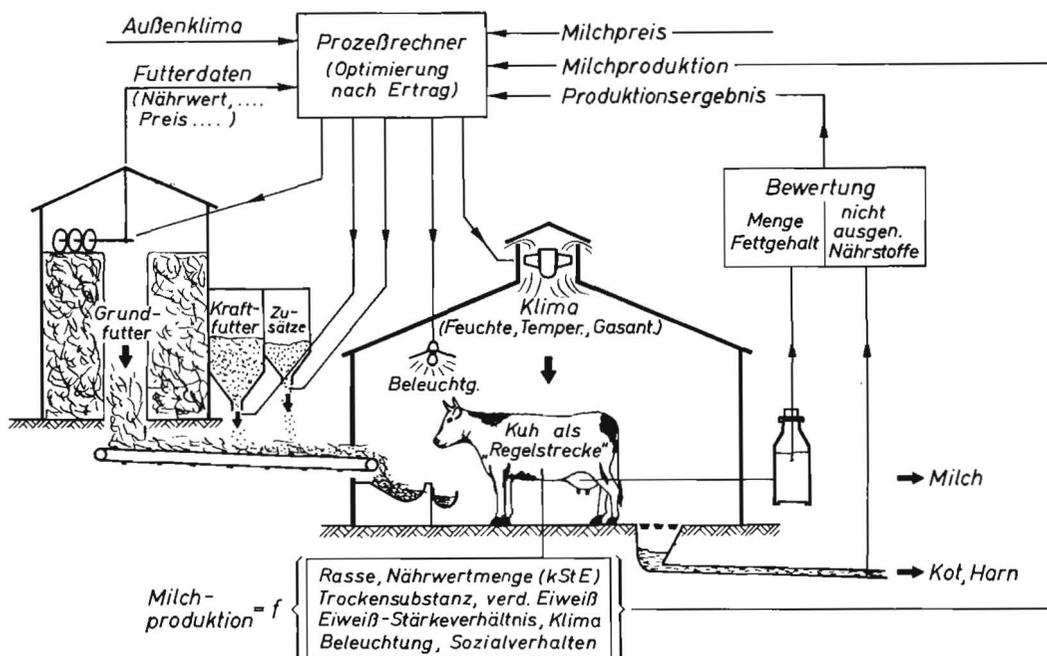


Bild 2: Prozeßoptimierung der Milcherzeugung

$$\begin{aligned}
 M &= 248.42 + 1.8358G + 14117H - 0.00505G^2 \\
 &- 0.00109H^2 - 0.00352GH - 0.00557GT \\
 &+ 0.00069WG - 0.00015HA + 0.0749A \\
 &+ 10060F + 3.1619J - 5.4269K + 0.3694W \\
 &+ 0.09091T^2 - 0.00398F^2 + 15.3569K^{1/2} \\
 &- 27.0461W^{1/2} - 0.00164AT - 0.00023AF \\
 &+ 0.00065WF - 0.00187WJ + 0.00164KA \\
 &+ 0.03865KT - 0.02967KF - 0.03864JT \\
 &- 0.01454JF.
 \end{aligned}$$

M = Milch  
 H = Heu  
 G = Getreide  
 T = Stadium der Laktation  
 A = Index für Produktions-  
 lüchtigkeit  
 K = Inzuchtkoeffizient  
 W = Gewicht  
 F = Außentemperatur  
 J = Alter

Bild 3: Produktionsfunktion der Milcherzeugung (n. HEADY [2])

Weiter nennt R. BRIGHT [1] als Entwicklungstendenzen der modernen Technik die Verbesserung der Werkstoffeigenschaften, die Beherrschung großer und sehr kleiner Energiemengen und die Vergrößerung der Transportleistung.

Die Vergrößerung der Transportleistung wird Rückwirkungen auch auf die landwirtschaftlichen Märkte haben. Die Erzeugung großer Energien und ihre Beherrschung wird zusammen mit der größeren Transportleistung zu einem relativ niedrigen Energiepreis zumindest für die nahe Zukunft führen. Größere Antriebsleistungen werden in der Landwirtschaft installiert werden und energieaufwendige Prozesse, wie die Trocknung, werden sich zunehmend einführen. Die größere Haltbarkeit der Werkstoffe und neue Materialien werden zur Funktionssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Landmaschinen und Geräte beitragen. Die Einrichtungen zur Automation der geistigen Arbeit, die Datenverarbeitungsanlagen, haben sich bei der Planung und Kalkulation von Betrieben sowie für die Entscheidungen der interregionalen Erzeugung und Vermarktung als hilfreich erwiesen. Die Prozeßrechnung in der landwirtschaftlichen Produktion steht im wesentlichen aber noch bevor. Dazu bedarf es noch weiterer Forschungsergebnisse, um das Verhalten der Pflanzen und Tiere mathematisch zu beschreiben, damit sie als „Regelstrecke“ zuverlässig eingeordnet werden können. Vielleicht gelingt es hier, mittels der bio-

logischen Modellsimulation mit begründeter Vermutung und exakter Phantasie, Theorie und Erfahrung in Einklang zu bringen.

Wie sich die Landtechniker die Prozeßoptimierung der Milcherzeugung vorstellen, zeigt Bild 2.

Ein solches Unterfangen wird erleichtert durch eine Herde genetisch möglichst einheitlich veranlagter Kühe. Ähnlich wie in der Automobilproduktion die Qualität der angelieferten Stähle nicht schwanken darf für die eingestellten Verarbeitungsprozesse der mechanischen und thermischen Verarbeitung, muß hier das „biologische Material Kuh“ in seiner Produktions-Effizienz möglichst gleichmäßig sein, da eine individuelle Anpassung von Fütterung und Umweltgestaltung wirtschaftlich nicht mehr tragbar ist. Es muß ferner das Produktionsverhalten der Kühe bekannt sein. Als die wichtigsten Einflußfaktoren seien Futtermenge, das Eiweißstärkewertverhältnis, die Temperatur, die relative Feuchtigkeit, die Beleuchtung, sowie das Sozialverhalten genannt. Die Abhängigkeit der Milchproduktion von diesen Faktoren sei als mathematische Funktion im Rechner gespeichert. Einen Ansatz, der sich auf praktische Versuche stützt, nennt HEADY [2] (Bild 3).

Damit wäre es möglich, die Kuh als „Regelstrecke“ eines Regelkreises zu betrachten. Sie erhält ihr Grundfutter, das Kraftfutter und die Zusätze in dosierter Menge aus Behältern. Dieses Futter wird in der „Regelstrecke Kuh“ zu Milch, Kot, Harn, Wärme und Wasserdampf transformiert. Das von der Kuh selbst aus dem Tränkebecken aufgenommene Wasser sei in dieser Betrachtung unberücksichtigt gelassen. Als Störgrößen beeinflussen das Stallklima und die Beleuchtung die Regelstrecke, d. h. das Wohlbefinden der Kuh und damit auch ihre Milchleistung. Die Milch wird nach Menge und Qualität, die anderen Ausscheidungen nach ungenutzten Nährstoffen als Regelgrößen gemessen. Für die Prozeßoptimierung ist ferner die Eingabe der Futterdaten, der Futterkosten, des Außenklimas und der Milchpreise notwendig.

Der Rechner verarbeitet alle diese Größen und gibt die optimale Futtermenge und -zusammensetzung sowie die günstigsten Umweltbedingungen an, die über Regler eingestellt werden. Daß dieses keine Utopie darstellt, beweist, daß amerikanische Tierphysiologen, Ökonomen und landtechnische Ingenieure für die Mitte der siebziger Jahre solche Prozeßoptimierungen der tierischen Produktion für durchführbar halten.

Die Automation hat ihren Einzug in die Landtechnik bereits begonnen. Teilprozesse, z. B. die automatische Fütterung, sind bereits verwirklicht. Die Grenzen zwischen dem wirtschaftlichen Einsatz und der Freude an der Technik läßt sich heute in manchen Fällen noch schwer ziehen. Es ist aber sicher, daß in naher Zukunft vieles realistischer und vernünftiger aussehen wird, was heute noch verspielt und unwirtschaftlich erscheint.

Im landwirtschaftlichen Produktionsgeschehen laufen neben den allgemeinen technischen Entwicklungslinien speziell landtechnische und rein landwirtschaftlich-ökonomische, oder überlagern sich (Bild 4).

Als wichtigste sind zu nennen~die steigenden Erträge der pflanzlichen und tierischen Produktion, die Tendenz zum größeren Betrieb mit vereinfachter Struktur, die abnehmende Zahl der Arbeitskräfte, der größere Energieverbrauch, die zunehmende Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte sowie neue Technologien der Weiterverarbeitung in neuen Formen der Vermarktung. Neben den landwirtschaftlichen und ökonomischen Einflüssen wird, wie das Bild 4 zeigt, das zukünftige land- und ernährungswirtschaftliche Geschehen in starkem Maße von der Technik geprägt sein. Im einzelnen ist die Technik durch die Verbesserung des physikalischen Bodenzustandes, eine verlustärmere Produktion und durch einen besseren Pflanzenschutz an den steigenden Erträgen der pflanzlichen Produktion beteiligt. Einige Beispiele sollen das belegen.

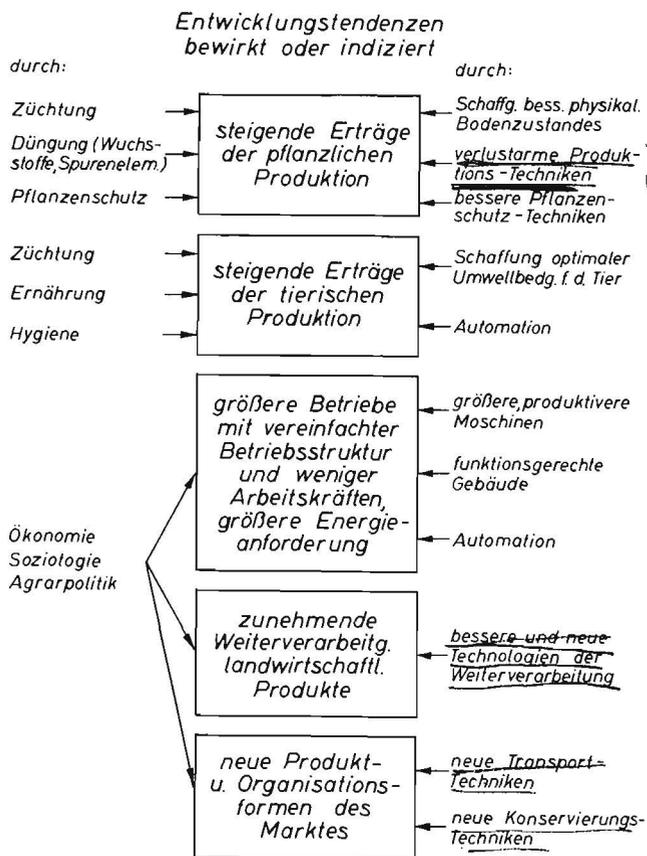


Bild 4: Entwicklungslinien der landwirtschaftlichen Produktion

Durch neue Gärungs- und Belüftungstechniken ist es in den letzten 10 Jahren gelungen, die Ernte- und Konservierungsverluste bei Halmfuttermittelherstellung erheblich zu vermindern (Bild 5). Gegenüber der konventionellen Heuwerbung unter guten Bedingungen mit etwa 28% Verluste im Mittel, liegen die Verluste bei der niedrigfeuchten Anwekksilage und beim Belüftungsheu unter 20%. Zur Wirtschaftlichkeit der tierischen Produktion trägt die Technik durch Schaffung optimaler Umweltbedingungen und durch die Automation bei.

In welchem Ausmaß die Produktionsleistung der Tiere allein vom Stallklima abhängt, zeigt Bild 6. Die größte tägliche Zunahme liegt bei Schweinen in einem sehr begrenzten Temperaturbereich. (3) Sie ist daneben vom Alter der Tiere abhängig.

Größere Betriebe mit vereinfachter Betriebsstruktur und weniger Arbeitskräften werden nicht zuletzt durch den Einsatz produktiverer größerer Maschinen erzwungen. Als Beispiel sei der leistungsstärkere Schlepper genannt (Bild 7). Weltweite Untersuchungen eines amerikanischen Landmaschinenkonzerns ergaben, daß nicht nur die gleiche Tendenz der Entwicklung in allen Ländern, sondern auch der gleiche Gradient des Anstiegs der Schlepperstärke vorliegt. Für die wichtigsten Länder läßt sich damit eine gemeinsame Gerade ziehen. Die mittlere Schlepperleistung, der jährlich verkauften Schlepper, beträgt heute in der Bundesrepublik etwa 38 PS. Mit gleichem Anstieg hat die mittlere Schlepperstärke in den USA heute etwa 60 PS erreicht. Die Phasenverschiebung im Motorisierungsablauf der Bundesrepublik und den USA beträgt ungefähr 12 Jahre.

Die Größe des landwirtschaftlichen Betriebes ist wesentlich vom Fortschritt der Produktionstechnik abhängig. Die optimale Betriebsgröße wird gegeben sein durch die Leistungsfähigkeit eines von einer Person zu bedienenden Maschinensatzes. Für eine kanadische Weizenfarm in Saskatschewan beträgt sie heute 150 bis 200 ha. Man rechnet damit, daß sich bis Ende der siebziger Jahre mit dem Fortschritt der Technik diese Größe nahezu verdoppeln wird. Für den milcherzeugenden Betrieb ergibt sich nach dem derzeitigen Stand der technischen Ausrüstung eine Herdengröße von etwa 40 Kühen, die von einem Mann betreut werden kann.

In welchem Maße die Arbeitsstundenzahl pro ha durch den Einsatz der Technik gesunken ist, zeigt Bild 8.

Innerhalb etwa 30 Jahren ist die Arbeitsstundenzahl für die Getreideernte durch den Einsatz technischer Hilfsmittel auf 1/10 gesunken.

Neue Technologien insbesondere Fortschritte in den Konservierungstechniken werden zu einer zunehmenden Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte führen und das Marktgeschehen beeinflussen. Erinnert sei an die sogenannten Edelpunkte aus Kartoffeln, die als Chips, Sticks, Kloßmehl, Speiseflocken, Pommes frites, Reibekuchen und tiefe-

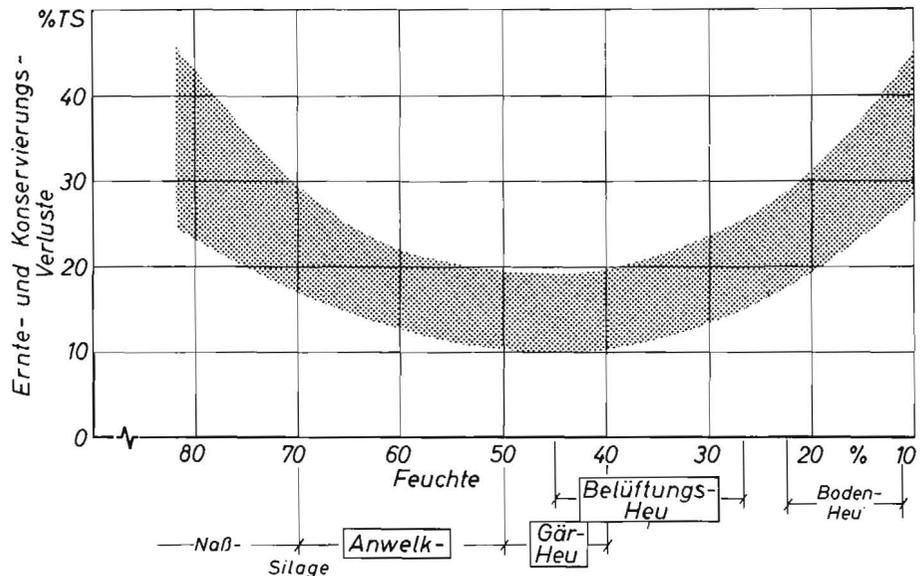


Bild 5: Ernte- und Konservierungsverluste bei der Halmfuttermittelherstellung (n. Werten von HOGLUND, GEY, KLAPP, KÖNEKAMP, SCHMITTEN und ZIMMER [3-8])

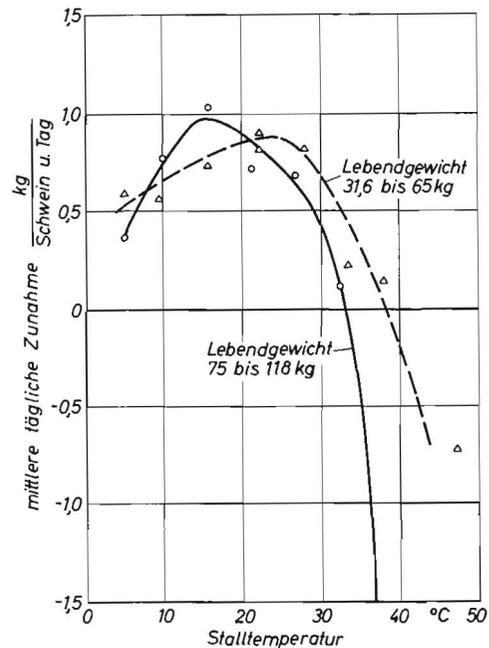


Bild 6: Einfluß des Stallklimas auf die tägliche Zunahme bei Schweinen (n. HEITMANN [9])

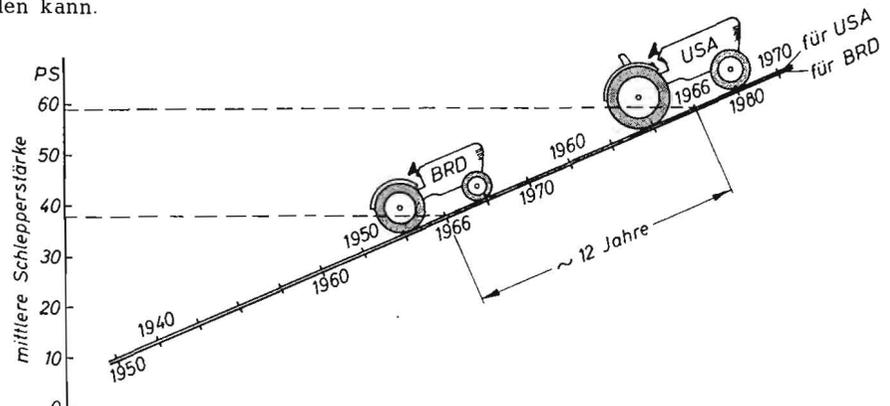


Bild 7: Vergleich der mittleren Schlepperstärken in den USA und der Bundesrepublik Deutschland der jährlich verkauften Schlepper (n. Stat. Jahrbuch und USDA)

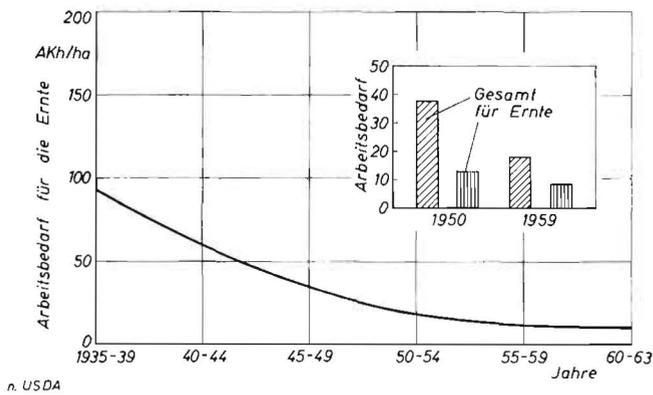


Bild 8: Arbeitsbedarf für die Getreideproduktion

kühlte Salate in der Bundesrepublik erst etwa 6 %, in den USA bereits ca. 35 % des Kartoffelverbrauchs ausmachen.

Als weiteres Beispiel für neue Konservierungstechniken sei die Lagerung von biologischen Produkten in Gasen, die eine biologische Affinität besitzen, genannt, die in den USA zu einer Konservierungskette bis in die Einzelhandelsgeschäfte ausgebaut werden sollen. Die recht unvollständige Zusammenstellung macht deutlich, daß die Agrarstruktur, die Erzeugung und das Marktgeschehen in starkem Maße von der Technik geprägt werden. Die Entwicklung verläuft weltweit in der Tendenz ähnlich und hat ihre Vorbilder in der industriellen Produktion. Es läßt sich somit sachlich feststellen, daß die Technik in den letzten zwei Jahrzehnten in der Landwirtschaft eine Revolution ausgelöst hat, deren Auswirkungen weiter und tiefer reichen als die erste, die sogenannte „ertragssteigernde Revolution“. Die Leitung der Betriebe verlangt gut ausgebildete Landwirte, die gleichzeitig Unternehmer und noch mehr als bisher Maschinentechiker sein müssen.

Im Hinblick auf die landtechnische Lehre erhebt sich nun die Frage nach der Stellung des Diplom-Landwirts in dem zukünftigen Produktionsgeschehen in der Land- und Ernährungswirtschaft. Wie wird sein Berufsbild aussehen? Ich möchte das Berufsbild des Diplom-Landwirts mit seinen vielen Aspekten hier nur insoweit erhellen, als es wesentlich von der Technik mitgeprägt sein wird.

Die zunehmende Mechanisierung und Automatisierung der Agrarproduktion mit kostspieligen und komplizierten Einheiten verlangt Diplom-Landwirte, die die Planung, Einordnung und Anpassung der technischen Systeme an die landwirtschaftlichen Produktionsgegebenheiten vornehmen können. Die technischen Grundverfahren sind mit biologischen

Prozessen ökonomisch zu verknüpfen, eine Tätigkeit, die sich vergleichen läßt mit der eines Betriebsingenieurs in der Industrie. Diese Aufgaben wird er als Berater und Lehrer in den landwirtschaftlichen Schulen, in Kammern und Ministerien und in der freien Beratung und Planung erfüllen.

Einige Diplom-Landwirte werden auch mit der interregionalen Planung des Produktionsgeschehens befaßt sein, eine Tätigkeit, die sich zum Teil mit der des Wirtschaftsingenieurs in der Industrie vergleichen läßt.

Eine größere Zahl von Diplom-Landwirten wird als Partner der Maschinen-Ingenieure in den Versuchsabteilungen der Landmaschinen-Industrie und als Partner der Verfahrens-Ingenieure in der Ernährungs-Industrie tätig sein. Bei der Schaffung neuer Produktionstechniken werden wir sie in den Forschungslabors der Industrie und an wissenschaftlichen Instituten finden.

Es sei noch der Kulturbau zu nennen, der Diplom-Landwirte mit vertiefter technischer Ausbildung benötigt.

Für diese Tätigkeiten in einem verfeinerten und wissenschaftlich stärker fundierten Produktionsgeschehen ist eine vertiefte technische Ausbildung von Diplom-Landwirten notwendig. Eine solche Vertiefung auf dem Gebiete der Technik für Diplom-Landwirte ist in Schweden, Dänemark, Holland und den USA bereits möglich und sollte auch bei uns angestrebt werden.

Neben der Ausrichtung auf das zukünftige Berufsbild sollte die Technik in Lehre und Forschung wissenschaftssystematisch in die Landbauwissenschaften eingeordnet sein.

Die Zuordnung von Landbauwissenschaften und Technik läßt sich an ihrem gemeinsamen Objekt, dem land- und ernährungswirtschaftlichen Produktion-Geschehen vornehmen.

Das land- und ernährungswirtschaftliche Produktionsgeschehen nimmt seinen Ausgang mit den natürlichen Produktionsfaktoren, Klima, Boden, Pflanze, Tier und Mensch (Bild 9).

Die pflanzlichen und tierischen Produkte gelangen direkt oder weiterverarbeitet auf den Markt. Das Produktionsgeschehen wird in seinen Zweigen, der pflanzlichen und tierischen Produktion, wirksam gestaltet und modifiziert durch die Technik und geplant und kalkuliert durch die Ökonomie. Die hier getroffene Anordnung der einzelnen Wissensgebiete resultiert nicht aus wissenschaftshierarchischen Erwägungen sondern lediglich aus Gründen der Veranschaulichung. Der Werdegang des biologischen Produktes läßt sich systematisch in Grundverfahren und Grundprozesse zerlegen, wie es das Bild für pflanzliche Produktionen zeigt. Als wichtigste seien das Pflügen, Gare, Düngen, Säen, Wachsen und Reifen, das Schneiden und Entkörnen genannt. Es

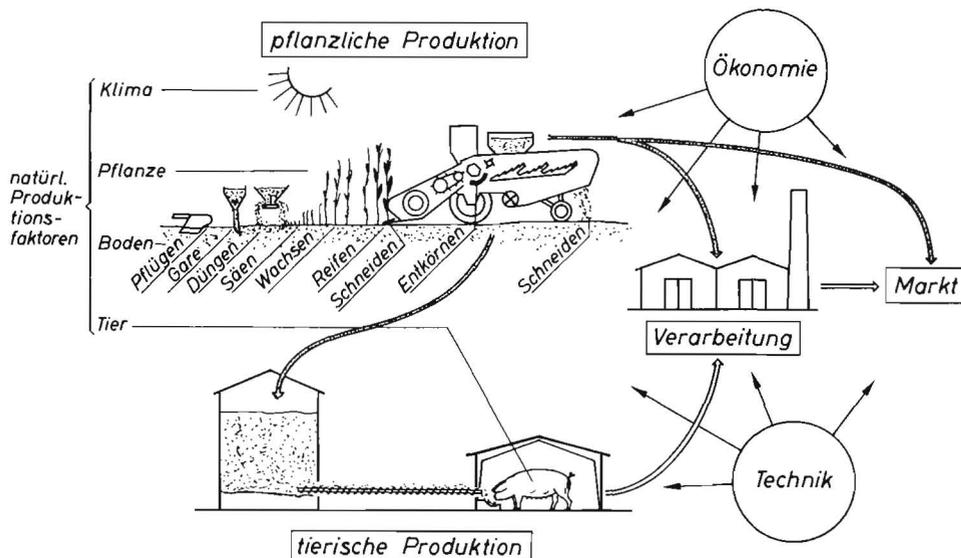


Bild 9: Das land- und ernährungswirtschaftliche Produktionsgeschehen

ist für landwirtschaftliche Produktionen typisch, daß technische Grundverfahren und biologisch-chemische Grundprozesse abwechseln, ähnlich wie dieses in der Verfahrenstechnik anzutreffen ist.

Wie in der pflanzlichen Produktion, so läßt sich dieses Prinzip natürlich auch in der tierischen Produktion und in der Weiterverarbeitung der biologischen Produkte anwenden.

Diese Betrachtungsweise der Landtechnik empfiehlt sich auch für die Lehre der Technik für Diplom-Landwirte, da sie die Vielzahl der landwirtschaftlichen Maschinen, Geräte und Einrichtungen in ihrer Wirkungsweise auf eine geringe Zahl von Grundverfahren und Grundvorgängen zurückführt.

### Landtechnische Lehre

Orientiert man die landtechnische Lehre am zukünftigen Produktionsgeschehen und versucht man sie wissenschaftssystematisch einzuordnen und zu entwickeln, so gibt sich folgendes Lehrgebäude der Landtechnik (Bild 10).

Aufbauend auf die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Biologie, Physik, Chemie und Mathematik werden in der Eingangsvorlesung „Grundlagen der Landtechnik“ die Grundverfahren und -vorgänge, wie z. B. Schneiden, Fördern, Trennen, Trocknen, Gefrieren und Klimatisieren, um nur einige zu nennen, in ihrer Wirkungsweise und ihrem Ablauf behandelt. Da diese Grundverfahren und -vorgänge an sich nicht veränderbar sind, sondern nur weitergebildet werden können, stellen sie einen ruhenden Pol in der dynamischen Entwicklung der Technik dar. Sie beinhalten einen Grundlagengehalt und eine gewisse Zeitlosigkeit, die dem Ausbildungsziel einer nicht so schnell veralternden Lehre entgegenkommt. Die Aufgliederung der Landtechnik in Grundverfahren und -vorgänge erweist sich auch im Hinblick auf die Automation und die Rechentechnik als vorteilhaft.

In der „Angewandten Landtechnik“ werden die landtechnischen Grundverfahren und -vorgänge zu Maschinen und Geräten sowie Einrichtungen zusammengestellt. Die Landmaschinen stellen ihrem Wesen nach Arbeitsmaschinen dar. Das Zusammenwirken der verschiedenen Arbeitsorgane läßt sich durch die Arbeitscharakteristik beschreiben. So macht die Arbeitscharakteristik eines Mähdreschers eine Aussage über die Entkörnungsqualität in Abhängigkeit vom Korn-Stroh-Verhältnis, vom Durchsatz, von der Feuchte und der Getreideart (Bild 11).

Es erscheint wichtig, den zukünftigen Diplom-Landwirten die Arbeitscharakteristiken der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte nahe zu bringen, um sie für ihre spätere Arbeit zu befähigen, die Technik in richtiger Abstimmung und Einordnung planen und kalkulieren zu können.

Bild 11: Arbeitscharakteristik eines Mähdreschers

Werte n. DLG-Prüfbericht Nr. 880

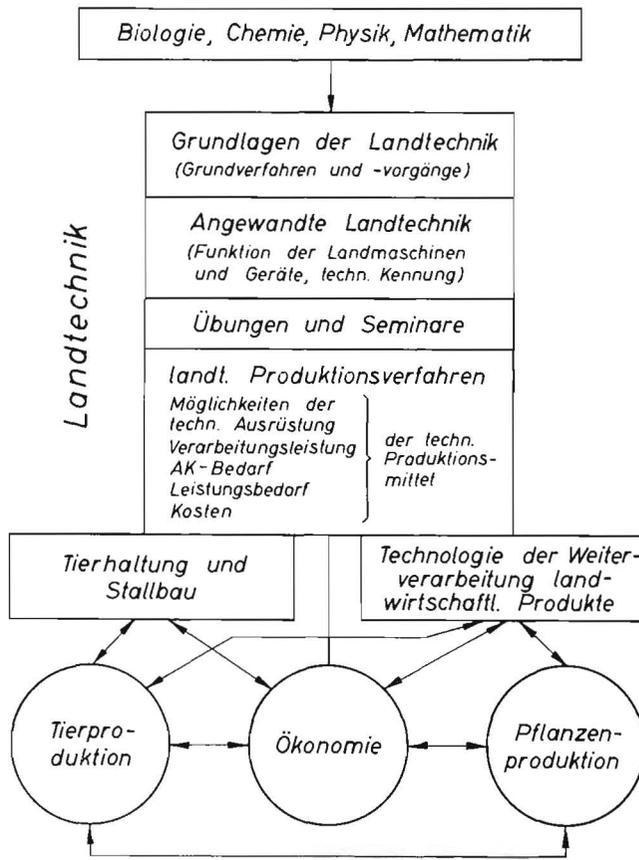
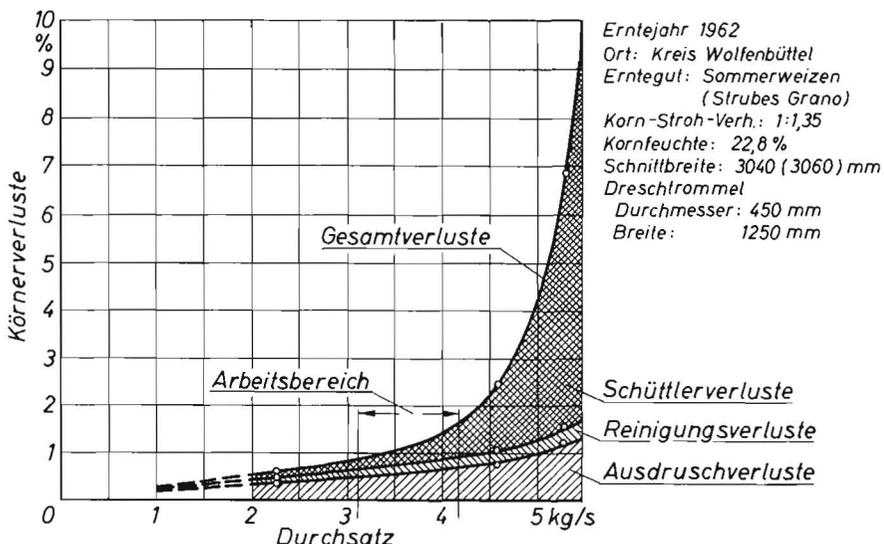


Bild 10: Lehre der Landtechnik an der Landbauakademie Göttingen

Der bisherige Übungsstoff wird in Übungen und Seminaren vertieft, wobei sich die Seminare mit aktuellen technischen Problemen und auch noch in der Forschung befindlichen Objekten befassen.

Die landtechnischen Maschinen und Geräte werden nun in die Produktionsverfahren eingeordnet, was Gegenstand der Vorlesung „Landtechnische Produktionsverfahren“ ist. Hier werden die verschiedenen Möglichkeiten der technischen Ausrüstung eines Produktionsprozesses besprochen und die Verarbeitungsleistung, die Einsatzgrenzen, der Leistungsbedarf und die Kosten ermittelt. Von besonderer Wichtigkeit ist die Einsatzcharakteristik (Bild 12).

Diese Daten werden von der Wirtschaftslehre des Landbaues für die Planung und Optimierung benötigt.



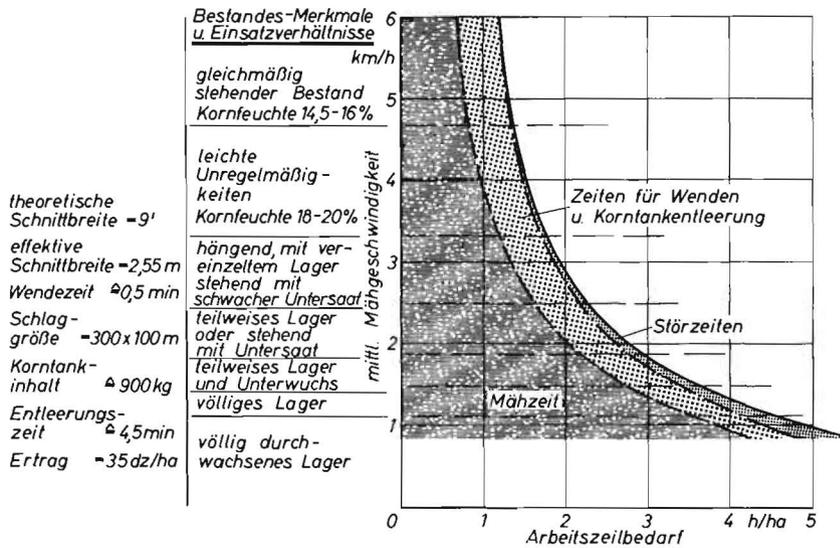


Bild 12: Einsatzcharakteristik eines Mähdreschers

**Forschungsgebiete**

biologisch-chemisch technisch		ökonomisch technisch	technisch biologisch-ökonomisch	
Weiterentwicklung produktions- technischer Grundlagen	Schaffung neuer produktions- technischer Grundloggen	Bewertung der technischen Produktions- mittel	Automation biologischer Produktions- prozesse	Kulturbau
Aufbereiten und Trocknen biologischer Produkte	Dehydrieren von Halmfutter	Einfluß des Witterungs- ablaufes auf die Ökonomie des Maschinen- einsetzes	Durchsatz- regelung am Mähdrescher	Dränung

Bild 13: Landtechnische Forschung an der Landbaufakultät Göttingen

In einer weiteren Vorlesung „Tierhaltung und Stallbau“ wird der Einsatz der Technik im Stall besprochen und damit die Brücke zur Tierproduktion geschlagen.

Die Vorlesung „Technologie der Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte“, die noch aufgenommen werden soll, scheint im Hinblick auf die zukünftige Weiterentwicklung der Technologie und der Entwicklung neuer Vermarktungsformen wichtig.

#### Landtechnische Forschung

Die Notwendigkeit, die Lehre lebendig zu erhalten, jungen Diplom-Landwirten ein vertieftes technisches Wissen zu vermitteln, zur Lehrfähigkeit und zum Fortschritt der Land-

technik beizutragen, macht eine intensive Forschung erforderlich (Bild 13).

Wie bereits eingangs erwähnt, hat die Landtechnik im rein maschinenbaulichen Bereich Anschluß an die anderen Industriezweige gewonnen und diese auf einigen Gebieten sogar überholt. Der mögliche Fortschritt auf dem landtechnischen Gebiet liegt vielleicht weniger in der Fortentwicklung des reinen Maschinenbaues als vielmehr in der Entwicklung neuer Produktionstechniken. Hier treffen sich Biologen, Chemiker, Physiker, Ökonomen und Ingenieure zum gemeinsamen Tun. Es ist sicher, daß das Ausmaß des Fortschrittes wesentlich vom Zusammenwirken dieser Wissensbereiche abhängt.

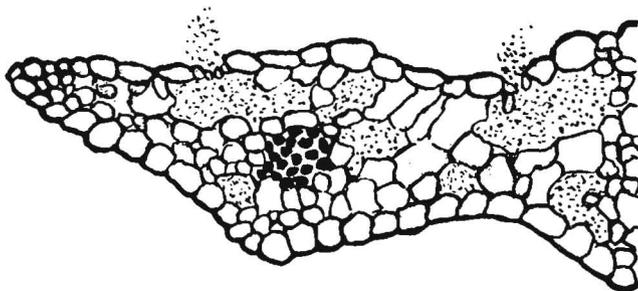


Bild 14: Ungequetschtes Grasblatt

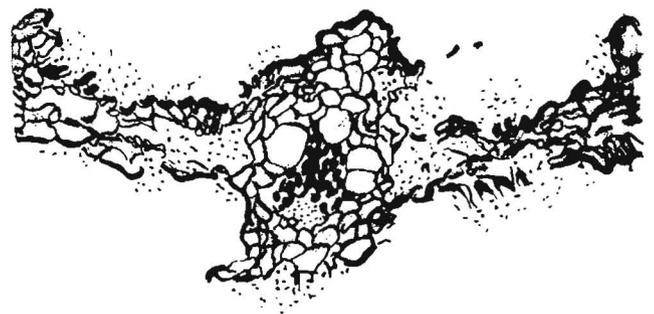


Bild 15: Gequetschtes Grasblatt

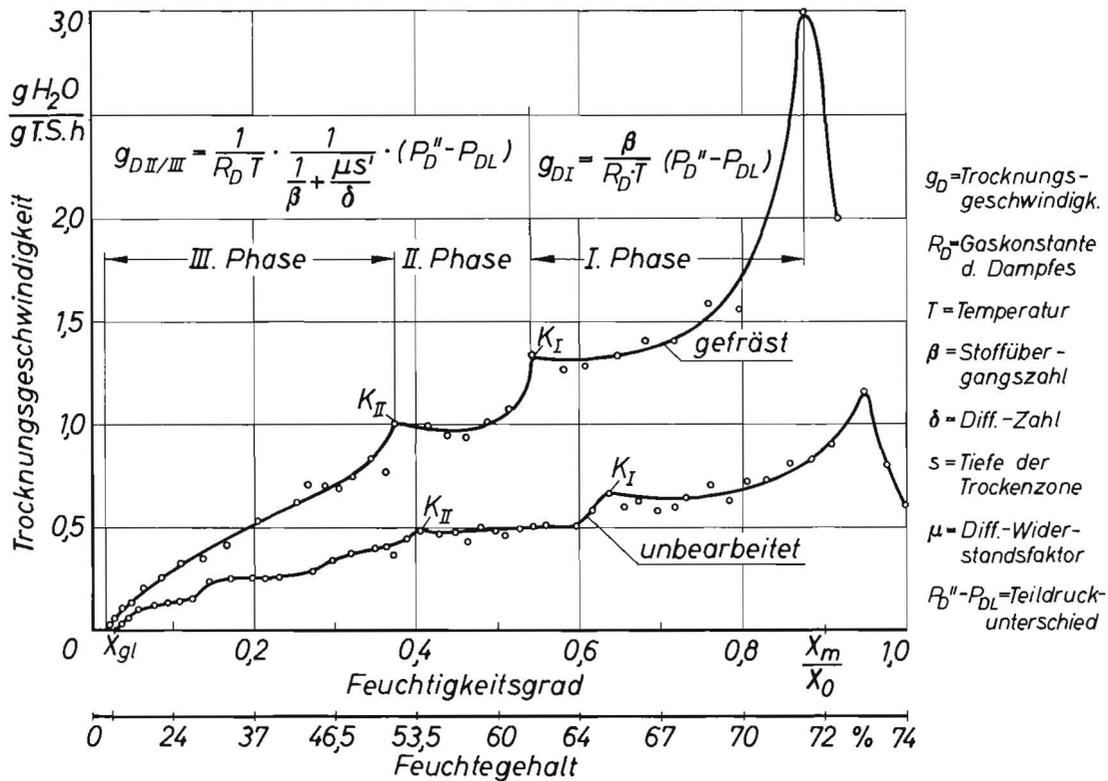


Bild 16: Trocknungsverlauf von unbearbeitetem und gequetschtem Lieschgras

So lag es nahe, die Forschung am landtechnischen Institut in die Bereiche der Biologie, Chemie und Technik, der Ökonomie und Technik und der Technik und der Biologie-Ökonomie zu unterteilen, wobei im ersten Bereich der Schwerpunkt auf der Biologie und Chemie, im zweiten auf der Ökonomie und im dritten auf der Physik und Technik liegt. In den ersten zwei Bereichen arbeiten deshalb auch Diplom-Landwirte, die ihre Unterstützung durch die Diplom-Ingenieure erfahren, während im letzten Bereich Diplom-Ingenieure arbeiten, die in den biologischen und ökonomischen Fragen von Diplom-Landwirten beraten werden.

Der biologisch-chemische Forschungsbereich beinhaltet Aufgaben der Erarbeitung von produktionstechnischen Grundlagen. Zur Zeit wird die Trocknung biologischer Produkte, insbesondere des Halmfutters, das Aufbereiten und Dehydrieren von Halmfutter bearbeitet.

Eine sehr wichtige Aufgabe in der Halmfutterernte ist die Verkürzung der Trocknungsdauer, um das Wetterisiko zu vermindern und die Verluste zu senken.

Als einen Weg für die Verkürzung der Trocknungszeit bietet sich die mechanische Aufbereitung des Halmfutters durch Quetschen an. Bei einem unbeschädigten Blatt tritt der ungesättigte Wasserdampf im wesentlichen nur aus den Stomata aus (Bild 14).

Gequetschte Halme bieten durch die Risse und Beschädigung der Zellstruktur Verdunstungsflächen größeren Ausmaßes und trocknen schneller (Bild 15).

Das Halmgut weist drei charakteristische Trocknungs-Phasen auf, wie sie hygroscopischen Stoffen eigen sind. Die erste Phase kennzeichnet die Oberflächentrocknung, in der zweiten Phase wandert die Trocknungszone in das Halmfutter ein und in der dritten Phase findet eine gleichmäßige Trocknung über den ganzen Querschnitt bis auf das hygroscopische Gleichgewicht statt, das von der relativen Feuchte und der Trocknungstemperatur abhängt. Für jede dieser drei Phasen gelten unterschiedliche Gesetze. Es gehört mit zur Aufgabe des Forschungsvorhabens, die das Trocknungsverhalten des

Halmfutters kennzeichnenden Faktoren, insbesondere die Diffusionszahl und den Diffusionswiderstand zu bestimmen.

Wie das Bild 16 zeigt, liegt die Trocknungsgeschwindigkeit für gefrästes Halmgut wesentlich höher. Durch das Fräsen läßt sich also bei gleichen Trocknungsbedingungen eine kürzere Trocknungszeit erzielen. Interessant ist auch, daß sich die Knickpunkte der Trocknungskurve nach links, also zu einer geringeren Feuchte verschieben. Das bedeutet, daß der Abschnitt der Oberflächentrocknung ausgedehnt wird.

Ein anderer Weg, das im Halmfutter vorhandene Wasser zu entfernen, ist das Dehydrieren durch Abpressen von Saft (Bild 17).

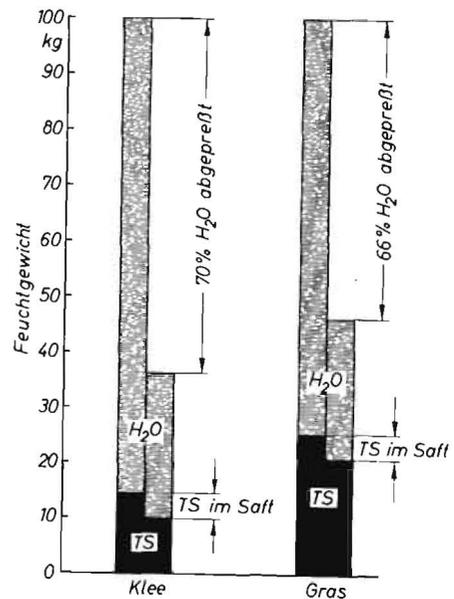


Bild 17: Dehydrieren von Halmfutter

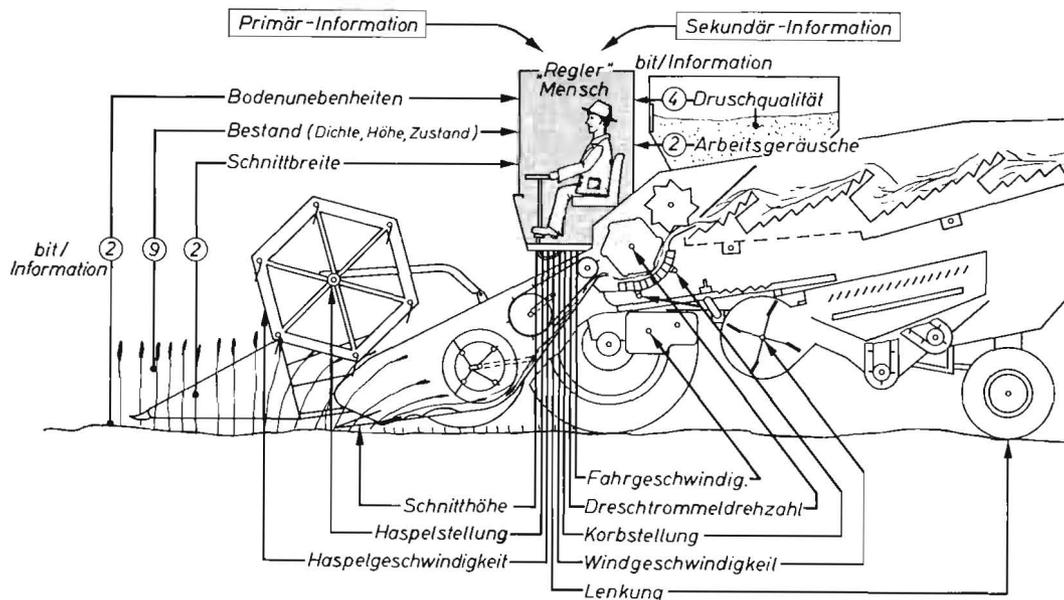


Bild 13: Fluß der Regel- und Stellgrößen beim Mähdrusch mit dem Menschen als Regler

Aufgabe unseres Forschungsvorhabens ist es, Wege zu finden, die z. B. durch Zentrifugieren, Filtrieren, Koagulieren und andere physikalisch-chemisch-biologische Prozesse, die Nährstoffe, im wesentlichen das Protein, aus dem Saft gewinnen.

Im ökonomisch-technischen Bereich haben die Forschungsaufgaben das Ziel, Methoden zu entwickeln und Daten zu sammeln, um den Einsatz der Technik zuverlässiger planen und optimieren zu können. Zur Zeit suchen wir die Frage zu beantworten, wie bei einem statisch gegebenen Witterungsverlauf während der Halmfütterernte Verluste und Maschineneinsatz optimiert werden können. Hier sind der statische Witterungsverlauf der Trocknungsgeschwindigkeit von Halmfütter und technische und ökonomische Daten des Maschineneinsatzes durch mathematische Gesetzmäßigkeiten zu verknüpfen.

Eine weitere Aufgabe der landtechnischen Forschung besteht darin, die Ergebnisse der Physik und neue Entwicklungen auf anderen Gebieten der Technik im Bereich der Landwirtschaft anzuwenden. Hier arbeiten wir an der Automation der landwirtschaftlichen Produktion.

In Fortführung früherer Arbeiten auf dem Gebiet der Mähdruschtechnik versuchen wir, den Dreschprozeß beim Mähdrusch in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußgrößen teilweise zu automatisieren.

Bei Mähdruschern ist der Mensch als Fahrer und Prozeßgestalter schon nicht mehr in der Lage, rechtzeitig die Maschine auf die augenblickliche Erntebedingung einzustellen (Bild 18).

Hier hat der Fahrer die Bodenunebenheiten und den Bestand nach Dichte, Höhe, Zustand und Grünanteil sowie die mögliche Schnittbreite laufend zu erfassen und zu bewerten, um daraufhin die Schnitthöhe, Haspelstellung und -umfangsgeschwindigkeit, die Fahrgeschwindigkeit, die Dreschtrommel-

drehzahl, die Korbeinstellung, die Windgeschwindigkeit sowie die Lenkung für eine richtige Stoppelhöhe, für die störungsfreie Aufnahme, einen sauberen Schnitt und eine zügige Annahme des Erntegutes durch den Mähdrusch, für eine optimale Gestaltung des Dreschprozesses sowie die Einhaltung der Fahrspur einzustellen. Den Auslastungsgrad des Mähdruschers kann der Fahrer am Geräusch des Dreschorgans und die Qualität des Dreschgutes durch Abschätzung des Bruchanteils und des Verunreinigungsgrades bei einem Blick in den Korntank abschätzen, um gegebenenfalls nachträgliche Korrekturen an der Gesamteinstellung vorzunehmen. Diese zu bewältigende Informationsfülle kann auch von einem versierten Mähdruschfahrer schon bei mittelschweren Erntebedingungen nicht ohne Qualitätseinbußen oder einer geringeren Flächenleistung in richtige Steuerbefehle umgesetzt werden. Zwar ist der Mensch nach Untersuchungen an Piloten (10) in der Lage, eine Informationsgeschwindigkeit von 15 bit/s zu erreichen, kann sie aber im Falle des Mähdruschers, bedingt durch die für die hydraulischen Steuerventile erforderlichen Betätigungszeiten (von etwa 0,5 Sekunden pro Steuervorgang) nicht ausnutzen (Bild 19).

Die Arbeit des Mähdruschfahrers kann durch Automation verschiedener Steueraufgaben wesentlich erleichtert werden (Bild 20).

Die Einhaltung einer konstanten Stoppelhöhe wird z. B. durch unter dem Schneidbalken angeordneten Tastfinger und einem mechanisch-hydraulischen Regler erreicht, der den Hydrozylinder an der Schneidwanne mit Drucköl beaufschlagt. Der Fahrer braucht hierbei nur noch durch Vorgabe des Sollwertes die Schnitthöhe an einem Einstellhebel zu wählen. Diese Regelanlage ist bereits für die gängigsten Typen amerikanischer Mähdruschler lieferbar.

Mit Hilfe einer größeren Anlage läßt sich der Dreschprozeß selbst regeln und auch optimieren. Dazu müssen aber für den Mähdrusch die Zusammenhänge zwischen dem Ernteziel (hoher Durchsatz, geringe Verluste, kleiner Bruchanteil) einerseits und der Getreideart und -feuchte, Fahrgeschwindigkeit, Dreschtrommelumfangsgeschwindigkeit, Spaltweite des Korbes andererseits bekannt sein. Der Erntegutstrom wird vor den Dreschorganen nach Volumen und Feuchte meßtechnisch durch geeignete Geber erfaßt, die mit der o. a. Beziehung zusammen einem Rechner zugeführt werden. Darüber, ob es hier günstiger ist, den Rechner im „in-line“- oder „off-line“-Betrieb einzusetzen, möchte ich mich nicht festlegen. Da mit wachsendem Durchsatz die Verluste ansteigen, ist beim Einsatz des Mähdruschers zu entscheiden, ob dem

nach Schmidtlein:

$$F_p = e^{-\tau \cdot s} \cdot \frac{1}{T_N \cdot s + 1} \cdot k_p \frac{T_L \cdot s + 1}{T_I \cdot s + 1}$$

Frequenzgang =  $e^{-\tau \cdot s}$  (Reaktionszeit)  $\cdot$   $\frac{1}{T_N \cdot s + 1}$  (Totzeit erster Ordnung im Nerven und Muskelsystem)  $\cdot$   $k_p \frac{T_L \cdot s + 1}{T_I \cdot s + 1}$  (Anpaßterm (Anpassung des Menschen an die Regelstrecke))

Bild 19: Reglerverhalten des Menschen (n. SCHMIDTLEIN [10])

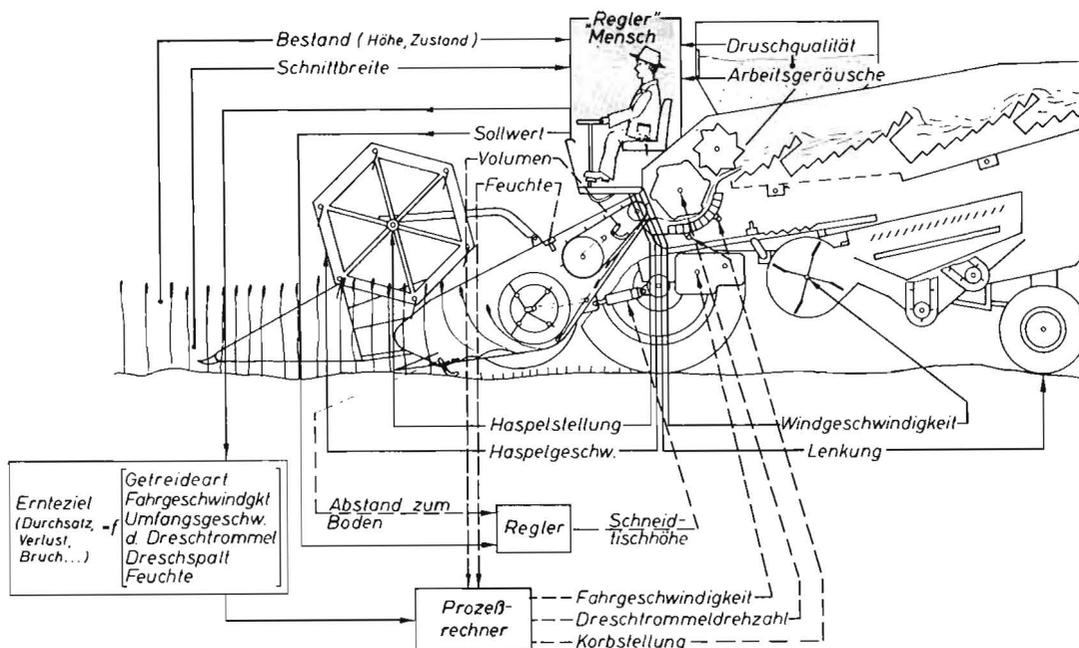


Bild 20: Regelung der Schnitthöhe und Automation des Dreschprozesses beim Mähdrusch

maximalen Ernteertrag oder der höheren Flächenleistung (z. B. bei drohendem Wetterumschlag) größeres Gewicht beigemessen werden soll. Dieses entspricht bei der Regelhydraulik des Schleppers der Wahl zwischen der konstanten Furchentiefe und dem konstanten Zugwiderstand.

Weitere Aufgaben der Automation, der pflanzlichen und tierischen Produktion sind in Vorbereitung.

Ausgehend von den Entwicklungstendenzen der modernen Technik und dem zukünftigen Produktionsgeschehen im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft wurde versucht, Leitlinien für die Lehre und Forschung der Landtechnik an der Landbaufakultät abzuleiten und zum Schluß aus eigenen Forschungsarbeiten berichtet.

Von besonderer Bedeutung für Lehre und Forschung ist dabei die Tatsache, daß nach einer langen Periode eines verengten Spezialistentums und der gegenseitigen Entfremdung nun auf allen Gebieten die Erkenntnis durchbricht, daß die Arbeit des einzelnen verkümmert, wenn er nicht die Symbiose mit anderen Wissenszweigen sucht.

Wenn es für einen Ingenieur einen Grund gibt in einer Landbaufakultät zu wirken, dann in dieser Symbiose mit den Landbauwissenschaften, zum Fortschritt und Nutzen der gesamten Landwirtschaft und zur Sicherung unserer Ernährung von morgen beizutragen.

### Zusammenfassung

In der landwirtschaftlichen Produktion hat sich in den letzten Jahrzehnten eine bedeutende Wandlung vollzogen, an der die Technik maßgebend beteiligt ist. In der Zukunft wird die Produktionstechnik noch mehr als bisher industrielle Züge aufweisen. Die Lehre und die Forschung der Landtechnik an Landbaufakultäten sollte dieser Entwicklung Rechnung tragen und mit den Disziplinen der pflanzlichen und tierischen Produktion, sowie der Ökonomie eine Symbiose eingehen.

Im vorstehenden Beitrag wird gezeigt, wie Lehre und Forschung der Landtechnik an der Landbaufakultät Göttingen entsprechend diesen Forderungen aufgebaut und gegliedert ist.

### Schrifttum

- [1] R. BRIGHT: Directions of technological change and some business consequences, *Battelle Technical Review* 12 (1963) Nr. 7 u. 8, S. 8—21
- [2] HEADY u. a.: Milk Production Functions in Relation to Feed Inputs, Cow Characteristics and Environmental Conditions, *Research Bulletin* 529, Juli 1964. Iowa State University Ames, Iowa
- [3] HOGLUND, C.R.: An important word for word research, *Agric. Economics* 947, Dept. of Agric. Economics, Michigan State University 1964
- [4] GEY, H.: Die Warmlufttrocknung, ein Trocknungsverfahren zur Gewinnung einer hochwertigen Futtermittelkonserven aus wirtschaftseigenen Futtermitteln und ihr Einfluß auf die Organisation der landwirtschaftlichen Betriebe. Diss. 1962, Leipzig, Landwirtschaftliche Fakultät der Karl-Marx-Universität
- [5] KLAPP, E.: Wiesen und Weiden, Parey-Verlag 1956
- [6] KÖNEKAMP, A. H.: Die Konservierung von Gras, *DLP* 1954, Jg. 77, S. 212
- [7] SCHMITTEN, E.: Vergleichende Untersuchungen über die Verdaulichkeit von belüftetem und bodengefrorenem Heu, *Arbeiten z. d. dtsh. Tierzucht*, Heft 41, Hilstrup 1958
- [8] ZIMMER, E.: Nährstoffverluste und ihre Ursachen. *DLP* 1957, S. 287-288
- [9] HEITMANN, H. jr. and HUGHES E. H.: The effects of air temperature and relative humidity on the physiological well-being of swine, *Journ. of Animal Science* May 1949
- [10] SCHMIDTLEIN, H.: Über den Wissensstand auf dem Forschungsgebiet „Regler Mensch“, *Jahrbuch* 1963, Der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e. V., S. 484—499

### Résumé

*Franz Wieneke: "Lecturing and Research of Agricultural Engineering at the Agronomy Faculty in Göttingen"*

*During the last decades the agricultural production has changed considerably which is to a great extent attributed to engineering. In future, the production technique will tend more than so far toward industrialization. Lecturing and research of agricultural engineering at the agronomy faculty should take this development into account and work together with the sections of plant production, animal production as well as economics.*

*The preceding contribution shows how lecturing and research of agricultural engineering are organized and arranged according to these demands at the agronomy faculty at the University of Göttingen.*

Franz Wieneke: "Enseignement et recherches dans le domaine de la technique agricole à la faculté agricole de l'université de Goettingue"

Au cours des dernières décennies, on a pu remarquer un changement considerable de la production agricole auquel la technique à contribué de façon décisive. Dans l'avenir la technique de production agricole montrera encore plus de caractéristiques techniques que jusqu'ici. L'enseignement et la recherche pratiqués aux facultés agricoles des hautes écoles doivent tenir compte de ce fait et arriver à une symbiose avec les disciplines de la production végétale et animale et avec l'économie rurale. L'auteur de l'article présent montre comment le programme et l'organisation de l'enseignement et de la recherche de technique agricole à la faculté agricole de l'université de Goettingue tiennent compte de ces conditions.

Franz Wieneke: "Enseñanza e investigación de la ingeniería agrícola en la Facultad Agronómica de Göttingen"

En la producción agropecuaria se ha operado, en los últimos decenios, una transformación significativa en la que la técnica ha participado en forma determinante. En el futuro acusará la técnica de la producción aún más carácter industrial que hasta ahora. En la enseñanza e investigación de la ingeniería agrícola en facultades de agronomía debería considerarse tamaña evolución y llegar a una simbiosis con las disciplinas de la producción vegetal y animal así como con la economía.

En la colaboración indicada se señaló cómo la enseñanza y la investigación de la ingeniería agrícola está organizada y estructurada en consonancia con tales exigencias en la Facultad Agronómica de la Universidad de Göttingen.

Sun-Whi Cho, Helmut Schwanghart, Hans von Sybel:

## Der Gittereffekt an Raupenkettens auf lockerem Boden <sup>1)</sup>

Institut für Landmaschinen, TH München

### Buchstabenverzeichnis

A	cm <sup>2</sup>	Fläche	w	%	Wassergehalt
B	—	Index für Bruch	w <sub>a</sub>	%	Ausrollgrenze
E	cm	Eingriffslänge	w <sub>f</sub>	%	Fließgrenze
E <sub>a</sub>	kp/cm	aktiver Erddruck	x	cm	Längenkoordinate
E <sub>p</sub>	kp/cm	passiver Erdwiderstand	z	cm	Einsinktiefe
F	—	Abkürzung eines Ausdruckes	α	°	tan α = h/b
G	kp	Gewicht	β	°	= α + δ
G <sub>B</sub>	kp	vertikaler Anteil der Bruchlast	γ	°	Winkel in der aktiven Rankine'schen Zone
H	kp	Netto-Triebkraft, Horizontalkomponente der Bodenreaktion	γ	°	Schiebung
K	cm	Konstante bei der Bestimmung der Fließfunktion	γ <sub>1</sub>	kp/cm <sup>3</sup>	spez. Gewicht oberhalb der Gründungssohle
L	cm	Lückenweite	γ <sub>2</sub>	kp/cm <sup>3</sup>	spez. Gewicht unterhalb der Gründungssohle
N	—	Gliederzahl	δ	°	Winkel, unter dem die Last gegen die Normale auf die Belastungsfläche geneigt ist
R <sub>pl</sub>	kp/cm	Bruchlast nach der Plastizitätstheorie	ε <sub>r</sub>	°	Basis-Winkel der aktiven Rankine'schen Zonen
R <sub>B</sub>	kp/cm	resultierende Bruchlast pro Einheit der Streifenfundamentlänge	ε <sub>l</sub>	°	Basis-Winkel der aktiven Rankine'schen Zonen
b	cm	Plattenbreite	ζ	°	Winkel der Schräglage eines Kettenfahrzeuges gegenüber der Horizontalen
c	kp/cm <sup>2</sup>	scheinbare Bodenkohäsion	η	°	90° — δ
e	—	Porenziffer	θ	°	Winkel zwischen den beiden die radiale Übergangszonen begrenzenden Polstrahlen
f	—	Index für fiktiv	z	—	Triebkraftbeiwert
h	cm	Greiferhöhe	z <sub>l</sub>	—	Triebkraftbeiwert einer „gelängten“ Kette
i	%	Schlupf	z <sub>b</sub>	—	Triebkraftbeiwert einer „gebreiteten“ Kette
j	cm	Schubweg	z <sub>0</sub>	—	Triebkraftbeiwert einer geschlossenen Kette
k <sub>w</sub>	—	Konsistenzkennzahl von Atterberg	λ <sub>f,δ</sub>	—	Tragfähigkeitsbeiwert
l	cm	Plattenlänge	λ <sub>b,δ</sub>	—	Tragfähigkeitsbeiwert
n	%	Porenanteil	λ <sub>l</sub>	—	Tragfähigkeitsbeiwert
p	kp/cm <sup>2</sup>	Flächenpressung	ξ	—	Abkürzung eines Ausdruckes
p <sub>B</sub>	kp/cm <sup>2</sup>	Flächendruck bei Bruchseintritt	σ	kp/cm <sup>2</sup>	Normalspannung
r <sub>0</sub>	cm	Radiuslänge am Übergang der aktiven Rankine'schen Zone in die Zone mit spiraligen Scherebenen	τ	kp/cm <sup>2</sup>	Schubspannung
t	cm	Tiefe	τ̄	kp/cm <sup>2</sup>	mittlere Scherfestigkeit
			φ	°	Winkel der Scherfestigkeit
			ψ	°	Winkel in der aktiven Rankine'schen Zone
			∧	—	maximal

1) In dieser Studie ist die am Institut für Landmaschinen durchgeführte und von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Hochschule München genehmigte Dissertation gleichen Themas des erstgenannten Verfassers auszugsweise mitenthalten