

DK 37:631.3.001.5

## Der Wandel in Forschung und Lehre auf dem Gebiete der Landtechnik

Von **Hans Jürgen Matthies**, Braunschweig

*Forschung und Lehre der Landtechnik befinden sich zur Zeit in einem Übergangsstadium, das die zukünftige Entwicklung noch nicht klar erkennen läßt. Nach einer Analyse der bisherigen Entwicklung und ihrer Voraussetzungen wird im zweiten Teil dieses Beitrages der Versuch unternommen, anhand von neuentwickelten wissenschaftssystematischen Gliederungen und Modellen den voraussichtlichen oder zweckmäßigen Rahmen für die zukünftige Entwicklung von Forschung und Lehre zu beschreiben. Es wird besonders darauf hingewiesen, daß es auch einer Hilfe außerhalb der Landtechnik stehender Gremien und staatlicher Stellen bedarf, um die großen Aufgaben insbesondere auf dem Gebiete der Forschung lösen zu können.*

### Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Voraussetzungen für die Entwicklung von Forschung und Lehre
- 3 Tendenzen in der bisherigen Entwicklung von Forschung und Lehre
- 4 Das künftige Gebäude der Landtechnik in Forschung und Lehre
  - 4.1 Bedeutung der Lehre
  - 4.2 Grundbereiche für Lehre und Forschung
  - 4.3 Beziehungen der Landtechnik zu benachbarten Wissenschaftsbereichen
  - 4.4 Gliederung und Umfang der landtechnischen Forschung
  - 4.5 Gliederung und Umfang der Forschung auf dem gesamten Gebiete der Agrartechnik
- 5 Ausblick
- 6 Schrifttum

### 1 Einleitung

In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich auf dem Gebiete der Landtechnik nicht nur in der landwirtschaftlichen und industriellen Praxis, sondern auch in Forschung und Lehre ein Wandel vollzogen, wie er vorher in einem derartigen Umfang und in einem so kurzen Zeitraum kaum für möglich gehalten werden konnte. Es ist aber auch sicher, daß sich sowohl in der Praxis als auch in Forschung und Lehre in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weitere Wandlungen vollziehen werden. Im Gegensatz zu den ersten Nachkriegsjahren kann man die künftige Entwicklung heute jedoch sehr viel besser voraussehen, als es damals möglich war. Man kann die künftige Entwicklung daher auch besser beeinflussen oder sie vielleicht sogar ein wenig steuern, wenn man sich rechtzeitig bemüht, die vergangene Entwicklung und ihre Voraussetzungen zu analysieren, und versucht, durch systematische Synthese den Rahmen zu erstellen, in dem sich insbesondere Forschung und Lehre in Zukunft bewegen

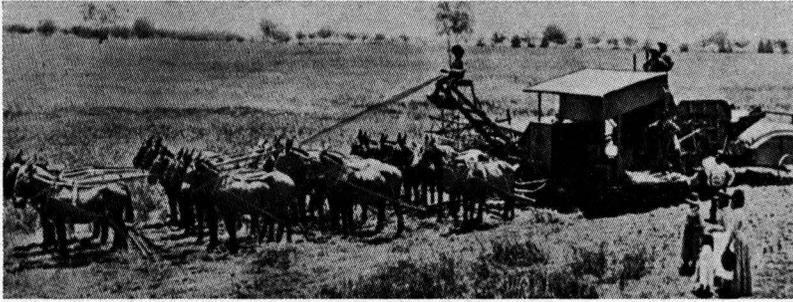
*Prof. Dr.-Ing. Hans Jürgen Matthies ist Ordinarius und Direktor des Instituts für Landmaschinen der Technischen Universität Braunschweig.*

werden. Beides, die Analyse der vergangenen Entwicklung und ihre Voraussetzungen und die Synthese des künftigen Rahmens für Forschung und Lehre, sollen Gegenstand dieses Aufsatzes sein.

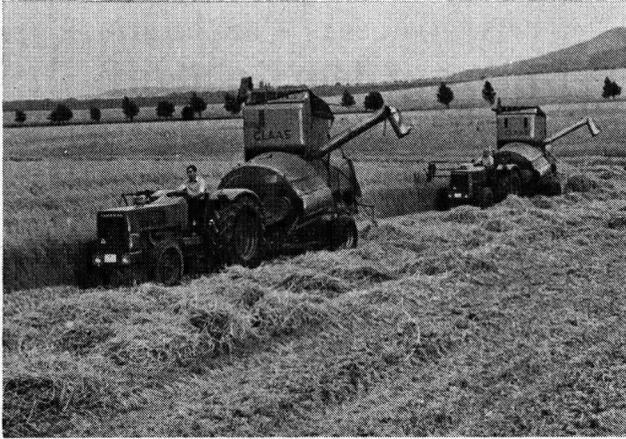
Forschung und Lehre werden in Zukunft einen ständig zunehmenden und einen größeren Einfluß auf die gesamte Entwicklung der Landtechnik haben, als es in der Vergangenheit der Fall sein konnte. Man erkennt diese Tendenz besonders gut, wenn man sich die Entwicklung der gesamten Technik vergegenwärtigt. Man kann in der Technik grundsätzlich zwei verschiedene Gruppen von Fachgebieten unterscheiden [11]. Zur ersten Gruppe gehören Gebiete, die sich mehr aus der Theorie heraus entwickelt haben, Gebiete, die ohne vorbereitende wissenschaftliche Forschungsarbeiten überhaupt nicht entstanden wären, und in denen erst die vorhandene Theorie oder die vorhandenen Grundlagen die Möglichkeit boten, die gewonnenen Erkenntnisse einer praktischen Nutzung zuzuführen. Weite Bereiche der chemischen Technik und der Elektrotechnik und auch die Kerntechnik gehören zu dieser Gruppe; ganze Industriezweige aus dieser Gruppe haben sich aus den Ergebnissen der Forschung entwickelt. Zur zweiten Gruppe gehören umgekehrt diejenigen Gebiete, die ihren Ursprung im Handwerk hatten, die sich also aus der Praxis heraus entwickelten und bei denen sich meist erst nach der empirischen Entwicklung der Maschinen und durch deren Untersuchung oder Prüfung Probleme ergaben, die einer Erforschung bedurften. Neben den meisten Gebieten des allgemeinen Maschinenbaus gehört gerade auch die Landtechnik zu dieser Gruppe der technischen Fachgebiete [6]. Erst nachdem die Landtechnik sich über einen langen Zeitraum hinweg im Bereich der landwirtschaftlichen, handwerklichen und industriellen Praxis entwickelt hatte, war die Basis geschaffen, die eine breit angelegte Erforschung ihrer Probleme ermöglichte und die sogar ein tiefes Eindringen in diese Probleme erforderlich machte. Als Zeitspanne für den Beginn einer mehr in die Breite, gleichzeitig aber auch in die Tiefe gehenden wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiete der Landtechnik werden später vielleicht einmal die Jahre von 1950 bis 1960 angesehen werden. Dieser sich immer rascher weiterentwickelnde neue Abschnitt der landtechnischen Forschung konnte aber im Vergleich zu anderen technischen Fachgebieten erst verhältnismäßig spät beginnen, weil er an eine Reihe von Voraussetzungen gebunden war, die im folgenden näher behandelt werden sollen.

### 2 Voraussetzungen für die Entwicklung von Forschung und Lehre

Die bereits erwähnte breite, mehr aus der Praxis heraus entwickelte Basis, die eine der Voraussetzungen für die Entwicklung von Forschung und Lehre war, konnte in der Landtechnik im Vergleich zu anderen Fachgebieten des Maschinenbaus erst verhältnismäßig spät erreicht werden, weit später als z. B. im



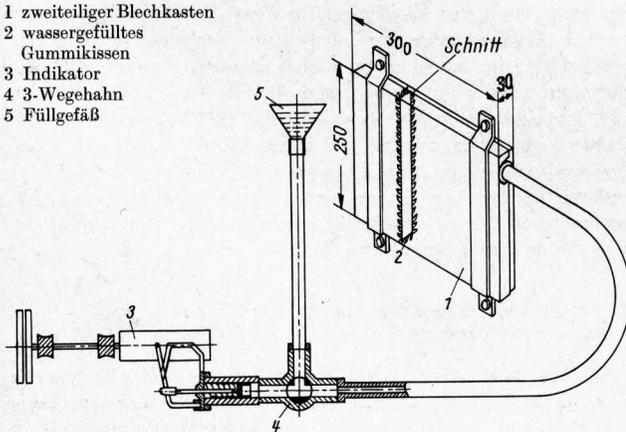
**Bild 1.** Versuch einer Lösung der Energiefrage in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts (Mähdrescher im Gespannzug).



**Bild 2.** Lösung der Energiefrage durch den Schlepper (Schlepperbetriebener Mähdrescher).

Kolbenmaschinen- oder im Werkzeugmaschinenbau. Wenn man von anderen, mit der technischen Entwicklung eng verknüpften und hier nicht zu behandelnden Faktoren absieht, so liegt diese Verzögerung vor allem in der Energiefrage begründet, die im Landmaschinenbau erst viel später gelöst werden konnte, als in den eben genannten Gebieten, denn hier konnte nicht wie dort die Dampfmaschine den entscheidenden Anstoß für die Weiterentwicklung des gesamten Fachgebietes geben. Die in Deutschland in den Jahren zwischen 1920 und 1930 — früher als in den USA — durchgeführte Elektrifizierung der Landwirtschaft gab die Möglichkeit, wenigstens den Teilbereich der Innenwirtschaft zu mechanisieren, aber erst der noch später zur Verfügung stehende Schlepper in seiner auch für kleinere und mittlere Betriebe geeigneten Form bot die Möglichkeit, den Hauptbereich der landwirtschaftlichen Arbeiten, nämlich die Feldarbeiten, weitgehend zu mechanisieren. So blieben, wie *Dencker* [3] es einmal sehr anschaulich beschrieben hat, der Mensch und das Zugtier bis in unsere Zeit hinein die wesentlichen Energieträger. Obwohl bereits in dieser Entwicklungsphase, etwa von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an, beachtliche Versuche unternommen wurden, die Feldarbeiten auf Zugtierbasis zu

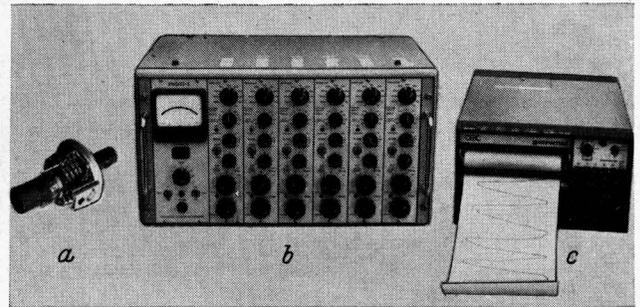
- 1 zweiteiliger Blechkasten
- 2 wassergefülltes Gummikissen
- 3 Indikator
- 4 3-Wegehahn
- 5 Füllgefäß



**Bild 3.** Selbstgebaute Meßeinrichtung zum Messen von Drücken im Strang einer Strohpresse nach *Franke* [5] 1933.

mechanisieren, **Bild 1**, blieb es doch dem Schlepper vorbehalten, die entscheidende Entwicklungsphase der Landtechnik einzuleiten, **Bild 2**. Die Entwicklung der Schlepperzahlen in der Bundesrepublik von 75 000 im Jahre 1949 bis zu etwa 825 000 im Jahre 1960 (1966: 1,2 Mio.) gibt den Zeitraum an, in dem beispielsweise in der Bundesrepublik das Fundament für die Entwicklung der Landtechnik und damit auch die Voraussetzungen für den Beginn eines neuen Abschnittes für Forschung und Lehre geschaffen wurde.

Es muß heute als ein für die Entwicklung der Landtechnik und der landtechnischen Forschung besonders glücklicher Umstand angesehen werden, daß sich gerade in dem oben angegebenen maßgebenden Zeitraum auch die Meßtechnik mit einem unwahrscheinlich raschen Tempo weiterentwickelt hat. Bis in die Nachkriegsjahre hinein war man für die meisten Messungen in der Landtechnik überwiegend auf mechanische und gelegentlich auch auf hydraulische oder einfache elektrische Meßgeräte angewiesen, und man mußte bis dahin vielfach auch die einzelnen Meßgeräte selbst entwickeln, **Bild 3**. Während viele Meßaufgaben an stationären Maschinen oder an Versuchständen mit Hilfe der vorhandenen Meßgeräte noch einigermaßen zu erfüllen waren, war es kaum möglich, z. B. Kräfte oder Drehmomente an einer auf dem Felde fahrenden Landmaschine in ausreichender Zahl und mit ausreichender Genauigkeit zu messen. Diese Möglichkeiten waren erst durch die in den vergangenen 15 Jahren bis zu großer Vollkommenheit weiterentwickelten elektronischen Meßgeräte gegeben, wie sie beispielsweise in **Bild 4** dargestellt sind. Mit Hilfe der im Meßwagen neben der arbeitenden Feldmaschine fahrenden Meßgeräte kann man jetzt eine Vielzahl von Meßwerten in einer Maschine erfassen und so einen guten Einblick in Funktion, Kräfteverlauf oder Haltbarkeit der Baugruppen einer solchen Maschine gewinnen.



**Bild 4.** Moderne elektronische Meßeinrichtung.

- a Meßwertaufnehmer
- b Meßwertverstärker
- c Registriergerät (Lichtstrahloszillograph)

Neben der Meßtechnik haben sich in den vergangenen zehn Jahren nicht nur die Rechentechnik, sondern vor allem auch die Auswertetechnik (beide zusammengefaßt in dem Begriff der „Datenverarbeitungstechnik“) in einem in den fünfziger Jahren kaum für möglich gehaltenen Maße weiterentwickelt (siehe auch [1]). War man bis vor etwa zehn Jahren noch weitgehend auf die herkömmlichen, einfachen Auswertemethoden, **Bild 5**, und auf lange Auswertezeiten bzw. auf einen großen Stab von Mitarbeitern angewiesen, so gibt es heute moderne Analog- und Digitalrechner in allen Größen, auch in den für Institute geeigneten Tischformaten. Diese Geräte lassen sich nicht nur zum Errechnen bisher unlösbarer mathematischer Zusammenhänge verwenden, sondern vor allem auch zum Verarbeiten der in Versuchen gewonnenen Meßwerte. **Bild 6** zeigt als Beispiel einige der im Institut für Landmaschinen der Technischen Universität Braunschweig vorhandenen Geräte in der Zusammenstellung für kombiniertes Meß- und Auswerteverfahren. Der dabei zwischen die ortsbeweglichen und die ortsfesten Geräte geschaltete Meßwertspeicher ermöglicht nicht nur ein langsames Eingeben der Meßwerte in das Registriergerät und damit ein besseres Auswerten der Meßergebnisse, sondern vor allem auch den ortsfesten Einsatz des Analogrechners, sowie nötigenfalls das Eingeben der Meßwerte in einen größeren und

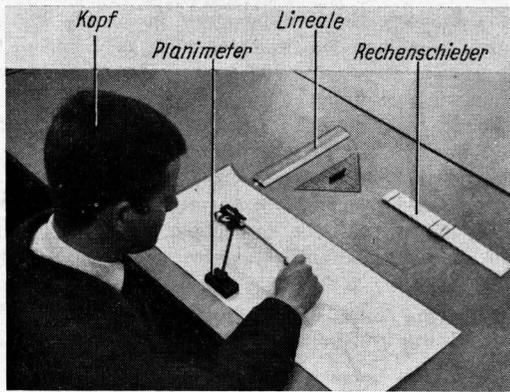


Bild 5. Einige herkömmliche Auswertemittel.

Aufnahmen und Auswerten der Meßergebnisse von etwa 100 Versuchen dauerten nach der im Beispiel beschriebenen Methode etwa zwei Wochen, während sie nach der herkömmlichen Auswertemethode etwa 12 Monate gedauert hätten. Betrachtet man nur dieses eine Beispiel und berücksichtigt man weiter die Tatsache, daß die Datenverarbeitungstechnik gerade erst beginnt, Einfluß auch auf die landtechnische Forschung zu nehmen, so kann man ermessen, welche große Bedeutung dieses Hilfsgebiet in Zukunft für uns haben wird. Infolge der bei uns vorhandenen meist komplizierten und auch komplexen Probleme wird die Datenverarbeitung gerade der landtechnischen Forschung einen noch viel größeren und noch rascher sich entwickelnden Fortschritt bringen, als ihn die Meßtechnik bisher schon ermöglicht hat. Diese Zusammenhänge müssen wir im Auge haben, wenn wir die bisherige und die zukünftige Entwicklung von Forschung und Lehre betrachten.

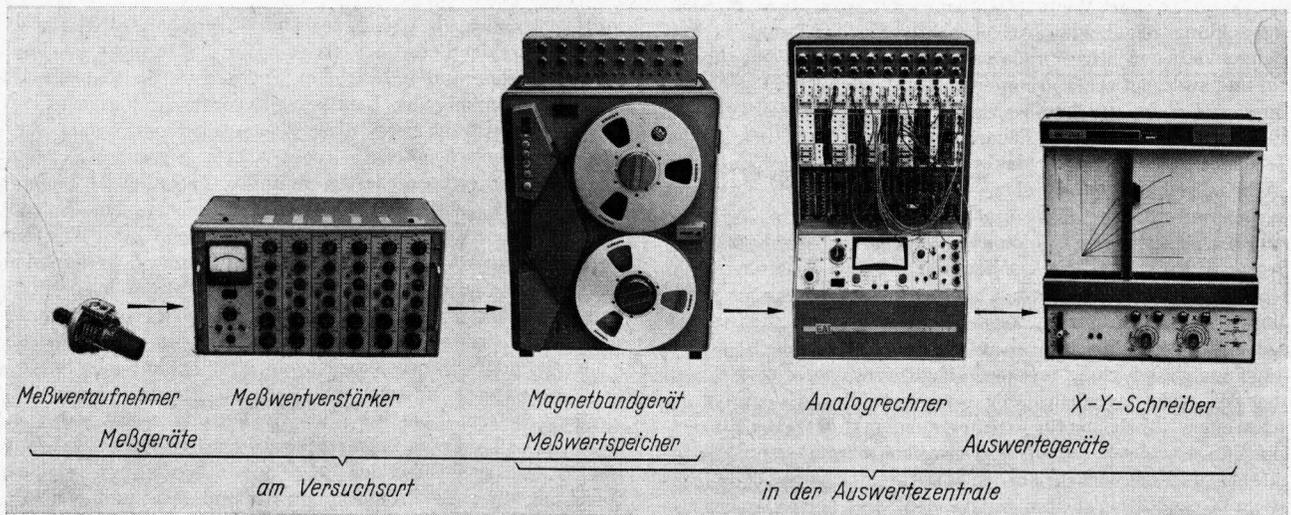


Bild 6. Kombinierte elektronische Meß- und Auswerteinrichtung.

nicht institutseigenen Digitalrechner. Während die in Bild 3 und 5 gezeigten Meß- und Auswertegeräte auch heute noch für einige hundert DM beschafft werden könnten, müssen für den in Bild 6 gezeigten Gerätesatz (unter Berücksichtigung nur eines Meßwertverstärkers und eines X-Y-Schreibers) etwa 140 000 DM aufgewendet werden. Dafür kann diesen Geräten aber in einem unwahrscheinlichen Umfang geistige und manuelle Auswertearbeit übertragen werden. Um das Ausmaß dieser Möglichkeiten hier wenigstens anzudeuten, möge mit Hilfe des in Bild 7 gezeigten Oszillogramms hier ein Beispiel erläutert werden:

In umfangreichen von Sacht [8] durchgeführten Preßtopfversuchen mit Halmgut wurden (mit Hilfe einer ähnlichen Geräteanordnung wie in Bild 6, nur ohne Magnetbandgerät) die folgenden Größen gemessen: der Kolbendruck  $p_k$ , der Bodendruck  $p_b$ , der Seitendruck  $p_s$ , der Kolbenweg  $s$ , und der Bodenweg  $y$ .

Während der Versuchsdauer von weniger als 0,5 s errechnete der Analogrechner die folgenden Werte:  
die Preßdichte

$$\rho = \frac{M_0}{\pi d^2} \frac{1}{(l_u + y - s)},$$

den Logarithmus des Kolbendruckes  $\log p_k$  aus  $p_k$ ,  
die Verdichtungsgeschwindigkeit

$$v = \frac{d(s-y)}{dt} = (s-y)'$$

die Querdruckzahl

$$v_d = \frac{1}{1 + \frac{p_b}{p_s}},$$

den Reibbeiwert

$$\mu = \frac{d}{4(l_u + y - s)} \frac{p_b}{p_s} \ln \frac{p_k}{p_b}$$

und die Verdichtungsarbeit

$$A_v = \frac{\pi}{4} d^2 \int_0^t p_k \frac{d(s-y)}{dt} dt.$$

Diese Werte mußten nun nicht in den früher üblichen Verfahren mühsam in Form von Einzelpunkten über der Preßdichte  $\rho$  aufgetragen werden, sondern sie konnten vom Analogrechner aus gleich in Kurvenform auf dem Bildschirm eines Oszillographen, Bild 7, oder von einem X-Y-Schreiber aufgezeichnet werden.

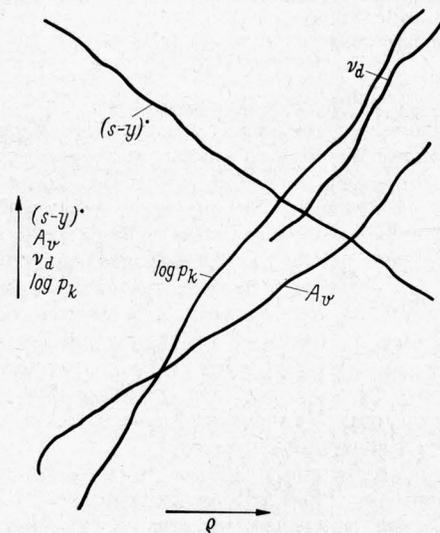


Bild 7. Fotografiertes Oszillogramm mit einigen vom Analogrechner errechneten Kurven.

$\rho$	Preßdichte	$v_d$	Querdruckzahl
$\log p_k$	Kolbendruck	$(s-y)'$	Verdichtungsgeschwindigkeit
$A_v$	Verdichtungsarbeit		

### 3 Tendenzen in der bisherigen Entwicklung von Forschung und Lehre

Wie bei allen aus der Praxis heraus entwickelten technischen Fachgebieten sind Forschung und Lehre auch in der Landtechnik nur sehr langsam gewachsen. Noch in den ersten beiden Jahrzehnten unseres Jahrhunderts waren die vorhandenen Probleme mehr praktischer Natur, sie konnten mit relativ einfachen technischen, oft handwerklichen Mitteln gelöst werden, und die Forschung blieb gegenüber der empirischen Entwicklung der Landmaschinen zunächst im Hintergrund. Auch die Anregungen für die technische Weiterentwicklung von Maschinen und Ver-

fahren kamen überwiegend von praktischen Landwirten, Handwerkern und industriellen Herstellern.

Erst ab Mitte der zwanziger Jahre kann man bei uns in Deutschland einen gewissen Wandel dieser Verhältnisse beobachten. Mehrere Institute und Persönlichkeiten versuchten von da an, die Entwicklung der Landtechnik nach systematischen Gesichtspunkten zu beeinflussen. Dies geschah von zwei Seiten her: einmal aus der Sicht der Anwendung, d. h. des sinnvollen, wirtschaftlichen Einsatzes der Landmaschinen in der Landwirtschaft (Einsatzforschung), zum anderen aus der Sicht der grundlegenden, wirtschaftlich günstigen Gestaltung der Landmaschinen (Grundlagenforschung). Die Namen *Vormfelde* und *Dencker* auf der einen und *Kühne* und *Kloth* auf der anderen Seite sind besonders eng mit dieser Entwicklungsphase der Forschung verbunden, und sie mögen hier als typische Vertreter dieser Forschungsrichtungen angeführt werden. Bis in die Jahre nach dem Zweiten Weltkrieg hinein setzte sich diese Parallelentwicklung der beiden Arbeitsrichtungen fort, und es entstanden dabei wichtige Fundamente für den Aufbau einer breiteren und systematischer arbeitenden landtechnischen Forschung. Die von *Dencker* durchgeführten Arbeiten auf den Gebieten der Mechanisierung des Kartoffelbaus, des Zuckerrübenbaus und der Getreidetrocknung, sowie das von ihm eingeführte Denken in „Arbeitsketten“ können ebenso als Beispiel hierfür genannt werden, wie die von *Kloth* und seinen Mitarbeitern geleisteten Arbeiten z. B. auf den Gebieten der Haltbarkeit, der Kräfte und Beanspruchungen in Werkstoffen, der Pflugkörperuntersuchungen und der Getriebetechnik. Unter schwierigen technischen Bedingungen und mit einem vergleichsweise geringen finanziellen Aufwand hat die Forschung so auf vielen Gebieten bedeutende Beiträge zur Entwicklung unseres Fachgebietes geleistet. Während aber die mehr ingenieurmäßig orientierte Grundlagenrichtung kaum einen Nährboden für Arbeiten auf dem Gebiete der Einsatzforschung zu bieten schien, sind umgekehrt in einigen mehr der Einsatzforschung verschriebenen Instituten hervorragende technische Grundlagenarbeiten entstanden, wie beispielsweise die aus dem *Denckerschen* Institut in Landsberg hervorgegangenen Arbeiten aus dem Gebiete der pneumatischen Förderung, die auch heute noch Gültigkeit haben und die nicht nur die Landtechnik, sondern auch andere Fachgebiete befruchtet haben.

Überwiegend in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg zeichneten sich planmäßige Bemühungen ab, die beiden oben genannten Forschungsrichtungen, die Einsatzforschung und die Grundlagenforschung, in einzelnen Instituten zusammenzufassen und sie dort bewußt gemeinsam und unter Ausnutzung der gegenseitig befruchtenden Wirkung weiter zu entwickeln. Als ein Beispiel für diese zweite Entwicklungsphase kann die nach dem Kriege von *Segler* gegründete Schule angesehen werden. Hier wurden — um nur wenige Beispiele zu nennen — Maschinen und Geräte für die verschiedenen Arbeitsketten der Grünfütter- und Heuernte in enger Verbindung mit der landwirtschaftlichen und der industriellen Praxis und auch unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Gesichtspunkte weiterentwickelt, hier entstand aber auch eine grundlegende Arbeit über das Wickeln von Halmgut. Auch die ersten Heubelüftungsanlagen für deutsche Betriebe wurden hier ebenso entwickelt und in der landwirtschaftlichen Praxis auf ihre Brauchbarkeit und auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht, wie grundlegende Methoden für die Vorausberechnung und die Bemessung landwirtschaftlicher Belüftungsanlagen. So hat *Segler*, erstmals in größerem Rahmen, bewußt und systematisch die beiden Forschungsrichtungen der Landtechnik zusammengefaßt und damit den Weg aufgezeichnet, den die deutsche landtechnische Forschung in Zukunft wahrscheinlich gehen wird.

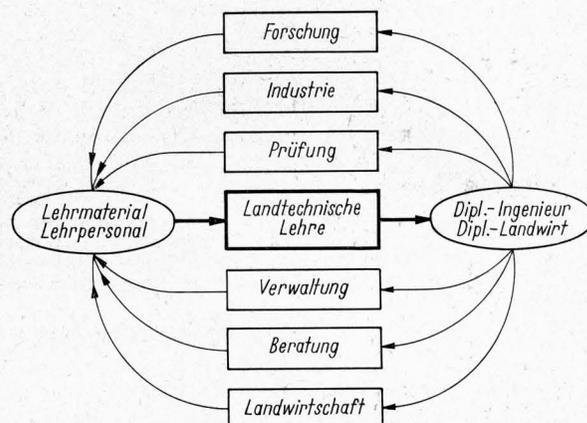
Zu allen Zeiten und auf allen technischen Fachgebieten ist die Forschung sehr eng mit der Lehre verbunden gewesen. Die Forschungsergebnisse bildeten die Basis für die Entwicklung der Lehre, und der in der Lehre vorhandene Zwang zu systematischer, abstrahierender Betrachtungsweise gab der Forschung Richtung und Impulse für ihre eigene Entwicklung. War die Lehre mangels ausreichender Unterlagen bis in die Nachkriegsjahre hinein mehr auf die Schilderung der Funktion und der Bedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz der Maschinen angewiesen, so ermöglichte die zunehmende Erforschung der Landtechnik eine immer

mehr analysierende Betrachtungsweise, in der die zusammenhängenden, grundlegenden Gesichtspunkte mehr und mehr zur Geltung kamen. So werden vielerorts in den Vorlesungen für Ingenieure wie auch in denen für Landwirte bereits seit Jahren grundlegende technologische Gesichtspunkte und Verfahren gesondert und vor der Funktion der gesamten Maschinen behandelt, und auch die Gesichtspunkte für den wirtschaftlichen Einsatz der Maschinen und ihre Zusammenstellung zu Arbeitsketten sind Gegenstand von besonderen Vorlesungen oder besonderen Vorlesungsabschnitten geworden.

#### 4 Das künftige Gebäude der Landtechnik in Forschung und Lehre

##### 4.1 Bedeutung der Lehre

Auch für die künftige Entwicklung unseres Fachgebietes wird die Lehre einen entscheidenden Beitrag zu leisten haben. Sie wird mehr noch als bisher der Umschlagplatz sowohl für die Erkenntnisse der Forschung als auch für Erfahrungen aus landwirtschaftlicher und industrieller Praxis sein. Je schneller die Gesamtentwicklung der Landtechnik voranschreiten wird, um so schneller muß die Lehre diese Erkenntnisse und Erfahrungen wieder verarbeiten und sie — nach Vergleich mit der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf anderen Gebieten — gesichtet und gefiltert wieder weitergeben. So wird die Lehre mehr und mehr einen zentralen Bereich im Kraftfeld der Landtechnik bilden, **Bild 8**. Mit dem Lehrstoff werden auch die ausgebildeten Ingenieure und Landwirte von hier aus in die einzelnen Sparten weitergehen und sie werden ihrerseits für eine schnelle und systematische Weiterentwicklung dieser Sparten sorgen; schließlich werden die einzelnen landtechnischen Sparten der Lehre wieder Material und Personal für ihre eigene Auffrischung liefern. Eine besondere Bedeutung erhält dabei die Tatsache, daß einzelne Personen dieses Kraftfeld u. U. mehrfach durchlaufen (z. B. von der Lehre in die Forschung, von der Forschung über die Promotion in die Industrie, von der Industrie wieder zurück in die Lehre), so daß auch dadurch ein ständiger fruchtbarer Austausch entsteht.



**Bild 8.** Die Lehre im Kraftfeld der Landtechnik.

##### 4.2 Grundbereiche für Lehre und Forschung

Ein klarer Überblick über die künftige Entwicklung eines Fachgebietes kann besonders gut über eine wissenschafts-systematische Synthese gewonnen werden. Da sie für unser Fachgebiet in brauchbarer Form noch nicht vorliegt, soll hier versucht werden, sie neu zu entwickeln, neu nicht bezüglich des überwiegend bekannten stofflichen Inhalts, sondern neu im Hinblick auf Gliederung und Zuordnung der stofflichen Bereiche. Eine solche Synthese, d. h. der systematische Aufbau des künftigen Gebäudes für Forschung und Lehre in der Landtechnik, ist aber nicht möglich ohne gewisse Vereinfachungen und ohne Abstraktion, d. h. ohne eine Loslösung von der Vielfalt der uns in unseren Aufgabenbereichen umgebenden täglichen Vorgänge. Es ist daher auch nicht möglich, in dem Entwurf für ein solches Gebäude alle Einzelfaktoren oder Einzelwünsche zu berücksichtigen. Darin liegt aber auch gerade der Vorteil eines solchen

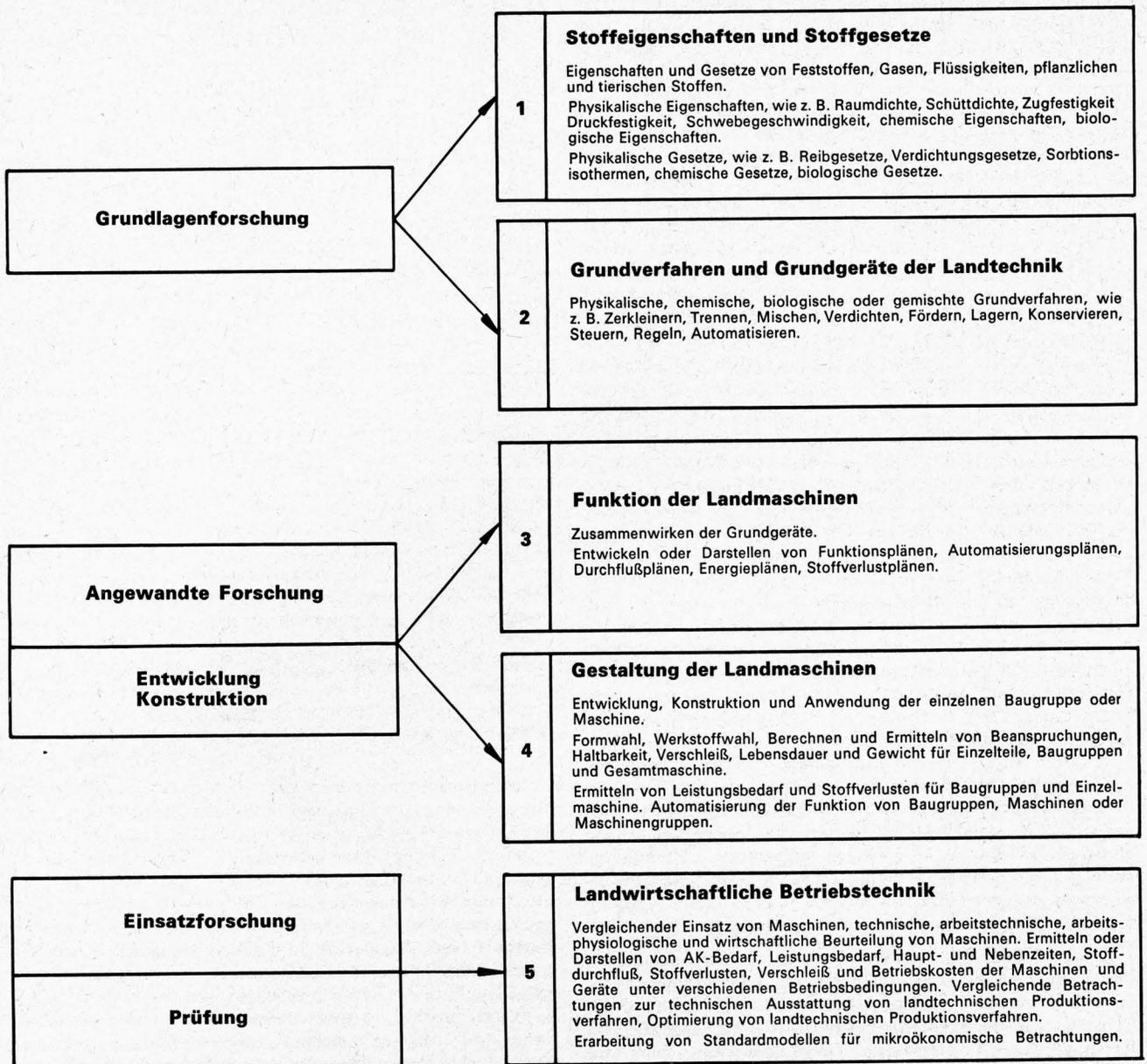


Bild 9. Das Gebäude der Landtechnik in Forschung und Lehre.

Entwurfes, denn er läßt so die tragenden Säulen der künftigen Entwicklung besser erkennen. In den hier folgenden Betrachtungen — die auf älteren Überlegungen zu einem eigenen Vortrag mit gleichem Titel [7] und auf zwei bemerkenswerten im vergangenen Jahre erschienenen Veröffentlichungen von Segler [9] und von Wieneke [10] aufbauen — wird versucht, die Entwicklung von Forschung und Lehre im wesentlichen unabhängig von der Frage zu sehen, an welchen Instituten sie getrieben wird, und auch unabhängig von der Frage, ob es sich um die Ausbildung von Diplomingenieuren oder Diplolandwirten handelt.

Untersucht man zunächst den für die Hochschulausbildung notwendigen Lehrstoff, so findet man, daß er sich in eine Anzahl von Gebieten einteilen läßt, die in mehr oder weniger großem Umfang und mit verschieden großem Gewicht sowohl an den Lehrstühlen der Technischen Hochschulen als auch an denen der landwirtschaftlichen Fakultäten gelehrt werden. Es sind dies die in Bild 9 aufgeführten Gebiete 1 bis 5, hier als „Grundbereiche“ bezeichnet, um damit anzudeuten, daß sie ineinander übergreifen können und nicht unter allen Umständen als starr gegeneinander abgegrenzt zu betrachten sind. Ebenso ist der in Kleindruck mehr beispielhaft angegebene stoffliche Inhalt der Grundbereiche nicht als völlig bindend anzusehen, er kann

vielmehr verändert und der jeweiligen Entwicklung angepaßt werden. Die Grundbereiche müssen auch nicht identisch sein mit den jeweiligen Einzelvorlesungen, sondern es ist denkbar, daß mehrere Grundbereiche in einer Vorlesung zusammengefaßt werden (z. B. „Stoffeigenschaften und Stoffgesetze“ mit „Grundverfahren und Grundgeräte“ oder „Grundverfahren und Grundgeräte“ mit „Funktion der Landmaschinen“) oder auch, daß ein Grundbereich in zwei oder mehreren Vorlesungen getrennt behandelt wird (z. B. „Gestaltung der Landmaschinen“ oder „Landwirtschaftliche Betriebstechnik“). Betrachtet man die Bedeutung der hier zusammengestellten Grundbereiche für die Lehre, so ergibt sich, daß die Bereiche 1 bis 4 für die Ausbildung von Diplomingenieuren von besonderem Gewicht sind, Bild 10,

	Lehrbereich nach Bild 9				
	1	2	3	4	5
Ausbildung zum Diplomingenieur	●	●	●	●	○
Ausbildung zum Diplolandwirt	○	●	●	○	●

Bild 10. Umfang und Gewicht der Lehrbereiche.

- Umfang und Gewicht groß
- Umfang und Gewicht weniger groß oder klein

während diesen aus dem Bereich 5 nur gewisse Grundkenntnisse zu vermitteln sind. Umgekehrt ist der Bereich 4 für die Ausbildung der Diplomlandwirte nur von untergeordneter Bedeutung, und aus dem Bereich 1 interessieren hier mehr die Stoffeigenschaften, weniger die für die Entwicklung von Maschinen notwendigen Stoffgesetze.

Die in Bild 9 aufgeführten, bisher in ihrer Bedeutung für die Lehre behandelten Bereiche können gleichzeitig auch als Grundbereiche für die Forschung angesehen werden. Dabei lassen sich die in den Bereichen 1 und 2 enthaltenen Gebiete unter dem Sammelbegriff „Grundlagenforschung“, die im Bereich 3 und 4 enthaltenen unter den Begriffen „Angewandte Forschung“ und „Entwicklung und Konstruktion“ zusammenfassen. Die im Bereich 5 der Landwirtschaftlichen Betriebstechnik<sup>1)</sup> bearbeiteten Aufgaben könnte man unter die Begriffe „Einsatzforschung“ (betrachtet aus dem Blickwinkel der Landtechnik) und „Prüfung“ einordnen. Es sei aber auch hier wieder vermerkt, daß die Grenzen zwischen den einzelnen Forschungsbereichen durchaus nicht festgelegt, sondern fließend sind.

Das Gebäude der landtechnischen Forschung hat sich bisher — wie erwähnt — überwiegend aus dem Bereich der angewandten Landtechnik, d. h. aus den Bereichen 3, 4 und 5 heraus entwickelt. Erst jetzt ist man dabei, die Bereiche 1 und 2, „Grundverfahren und Grundgeräte“ und „Stoffeigenschaften und Stoffgesetze“, aufzubauen. Diese beiden Bereiche werden einmal die bleibende und nur wenig veränderliche Basis für Forschung und Lehre und darüber hinaus für die Weiterentwicklung der gesamten Landtechnik sein. Je weiter der Aufbau dieser Bereiche fortschreiten wird, um so mehr werden sie — wie bei der Entwicklung anderer technischer Fachgebiete auch — in Zukunft Anregungen und Impulse für die Weiterentwicklung der Landtechnik geben. Ebenso bedeutungsvolle Veränderungen wie im Bereich der Grundlagenforschung zeichnen sich in dem zwischen den Bereichen der angewandten landtechnischen Forschung und Entwicklung und der Agrarökonomie liegenden Grundbereich der landwirtschaftlichen Betriebstechnik ab, deren Aufgabe es ist, die technische, arbeitstechnische und arbeitsphysiologische und wirtschaftliche Beurteilung von Maschinen und Produktionsabläufen durchzuführen. Die künftige Bedeutung der Betriebstechnik — die im Begriff ist, sich zu einem Spezialbereich der Landtechnik zu entwickeln — soll im folgenden Abschnitt noch ausführlicher behandelt werden.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß sich die hier aufgeführten fünf Grundbereiche nicht allein auf die Landtechnik zu beschränken brauchen, sondern daß sie unverändert auch auf das Gebiet der Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Güter (im folgenden mit „Verarbeitungstechnik“ bezeichnet) oder auf andere technische Gebiete übertragen werden können. Auch eine Übertragung auf das landwirtschaftliche Bauwesen wird möglich, wenn man bei jeweiliger Ergänzung des stofflichen Inhalts die Bereiche 3 und 4 jeweils um das Wort „Bauliche Anlagen“ erweitert. Es erscheint ferner auf lange Sicht gesehen auch denkbar, den großen Grundbereich 5 zu unterteilen; beim augenblicklichen Stand der Entwicklung jedoch dürfte dies nicht zweckmäßig sein.

#### 4.3 Beziehungen der Landtechnik zu benachbarten Wissenschaftsbereichen

Will man die großen Entwicklungslinien der landtechnischen Forschung erkennen, so kann man sie nicht für sich allein betrachten, sondern man muß sie im Rahmen der benachbarten Fachgebiete, d. h. vor allem in ihrer engen Verbindung zu den Landwirtschaftswissenschaften und zum Fachgebiet des Maschinenbaus sehen. Bild 11 zeigt die oben festgelegten Grundbereiche in ihrer Verbindung zu den Naturwissenschaften und vor allem zu den Landwirtschaftswissenschaften auf der einen

sowie zu den technischen Wissenschaften auf der anderen Seite. Alle drei Wissenschaftsgebiete haben die Naturwissenschaft zur Grundlage. Während zwischen den fünf Grundbereichen der Landtechnik und den Wissenschaftsbereichen der pflanzlichen und der tierischen Produktion naturgemäß enge Verbindungen bestehen, sind — nach den oben getroffenen Voraussetzungen — Verbindungen zwischen den ersten vier Bereichen der Landtechnik und der Agrarökonomie (Betriebswirtschaft) nur indirekt über die landwirtschaftliche Betriebstechnik vorhanden. Sehr enge direkte Beziehungen bestehen jedoch zwischen der Betriebstechnik und der Agrarökonomie, ebenso wie die Betriebstechnik denjenigen Grundbereich darstellt, über den die landtechnische Forschung einen besonders engen Kontakt zur landwirtschaftlichen Beratung pflegen sollte.

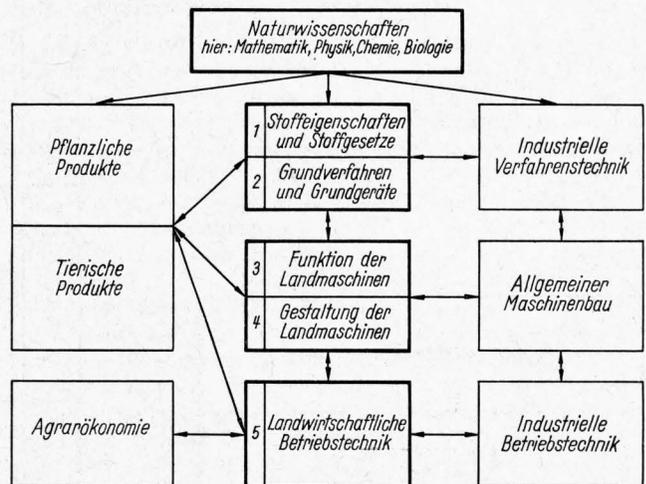
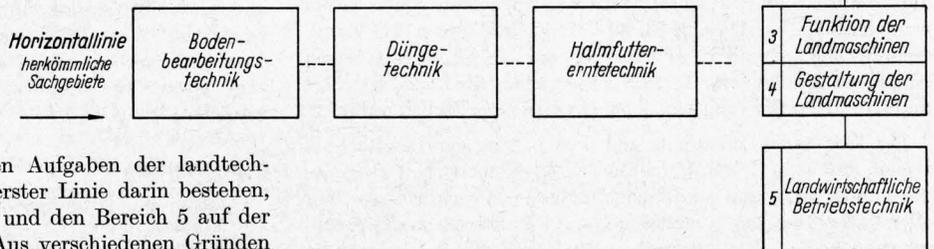


Bild 11. Verbindungen zwischen den Lehr- und Forschungsbereichen der Landtechnik und anderen Fachgebieten.

Besonders instruktiv sind auch die durch diese Darstellung klar umrissenen Verbindungen zwischen der Landtechnik und den allgemeinen technischen Wissenschaften. Die Landtechnik wird in Anlehnung an die industrielle Verfahrenstechnik oft als eine „landwirtschaftliche Verfahrenstechnik“ bezeichnet, was jedoch nur bis zu einem gewissen Grade richtig ist. Genau so gut könnte man nämlich auch viele andere Bereiche des allgemeinen Maschinenbaus als unter die Verfahrenstechnik fallend ansehen, denn die mit Recht aus dem allgemeinen Maschinenbau herausgelöste industrielle Verfahrenstechnik hat nahezu alle physikalisch/technischen, chemisch/technischen und auch biologisch/technische Grundverfahren mit in ihr Wissenschaftsgebäude übernommen. Wenn man von Nebengebieten der Landtechnik absieht, in denen beispielsweise der Apparatebau eine Rolle spielt (z. B. Milchwirtschaft), so bestehen aber zwischen der industriellen Verfahrenstechnik und der Landtechnik in Wirklichkeit Verbindungen nur bei den Bereichen der „Stoffeigenschaften und Stoffgesetze“ und der „Grundverfahren und Grundgeräte“. Hier sind allerdings außerordentlich enge Wechselbeziehungen vorhanden, auf deren Ausbau — zum Nutzen beider Fachgebiete — in Zukunft besonderer Wert gelegt werden sollte. Es ist denkbar, daß sich später einmal der heute auf dem Gebiet der Landtechnik noch unterentwickelte Grundbereich „Stoffeigenschaften und Stoffgesetze“ aus allen Gebieten des Maschinenbaus und auch aus der Verfahrenstechnik herauslösen und zu einem übergeordneten Lehrbereich entwickeln wird. Während die Grundbereiche 3 und 4 zu der industriellen Verfahrenstechnik kaum, und wenn, dann überwiegend indirekte Verbindungen aufzuweisen haben, sind diese Grundbereiche mit verschiedenen Bereichen des allgemeinen Maschinenbaus (z. B. Fördertechnik, Kraftfahrzeugtechnik) sehr eng verbunden. Beide Grundbereiche werden aber infolge der speziellen Probleme des Landmaschinenbaus als geschlossene Bereiche der Landtechnik voraussichtlich voll erhalten bleiben. Zwischen der landwirtschaftlichen Betriebstechnik und der industriellen Betriebstechnik (im Maschinenbau nach einem Vorschlag von Dolezalek [4] mit Produktionswirtschaft bezeichnet) bestehen infolge der unterschiedlichen Materie bisher nur sehr lose Verbindungen.

<sup>1)</sup> Dieses Wort — eigentlich im Sinne einer „Betriebswirtschaft“ zu verwenden — wurde aufgrund von Überlegungen in der Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode übernommen, da andere für diesen Aufgabenbereich verwendete Bezeichnungen, wie „Landtechnische Produktionsverfahren“ oder „Landwirtschaftliche Produktionstechnik“ durch anderweitige Verwendung im Maschinenbau oder in den Landwirtschaftswissenschaften schon belegt sind.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß zwischen allen Grundbereichen der Landtechnik und den Bereichen der Landwirtschaftswissenschaften und des Maschinenbaus klar zu umreißende Verbindungen von verschiedenem großem Umfang und verschiedenem Gewicht bestehen. Es wird die Aufgabe der künftigen Forschung und auch der Lehre sein, die Verbindungen nach beiden Seiten hin so eng wie möglich zu gestalten, zum Nutzen der Landtechnik und auch zum Nutzen der Landwirtschaft. Im Bereich der Landtechnik werden die künftigen Hauptaufgaben darin bestehen, den schon gut fundierten Bereich der „Grundverfahren und Grundgeräte“ weiter zu erforschen, vor allem aber systematisch mit dem Aufbau des Bereiches „Stoffeigenschaften und Stoffgesetze“ zu beginnen, der — gemessen an dem notwendigen Umfang — noch fast völlig unbearbeitet ist (siehe auch [9]). Weiter wird es notwendig sein, den Bereich der Betriebstechnik systematischer und präziser als bisher zu bearbeiten. Während die mehr mechanisch/technisch orientierten Bereiche 3 und 4 sich inzwischen dem hohen Niveau des übrigen Maschinenbaus weitgehend angeglichen haben, besteht heute im großen gesehen hinsichtlich der Qualität und der Allgemeingültigkeit der gewonnenen Erkenntnisse zur Seite der Betriebstechnik hin noch ein bedeutendes Gefälle. Dieses Gefälle kann auch von der Agrarökonomie aus beobachtet werden, die inzwischen ebenfalls ein sehr hohes Niveau erreicht hat. Andererseits ist die Betriebstechnik heute durch den hohen Entwicklungsstand der Landmaschinen, durch die rasch zunehmenden Erkenntnisse der Agrarökonomie und infolge der inzwischen hochentwickelten Meß- und Auswertetechnik in der Lage, mit einer präziseren Aufgabenstellung und mit exakteren Methoden als in früheren Jahren an die Lösung ihrer überaus zahlreichen Aufgaben heranzugehen. Sie wird sich dabei zu einem unentbehrlichen Gesprächspartner für die Bereiche der angewandten Forschung und Entwicklung und zu einem wichtigen Datenlieferanten für die Agrarökonomie zu entwickeln haben.



Die oben beschriebenen künftigen Aufgaben der landtechnischen Forschung werden also in erster Linie darin bestehen, die Bereiche 1 und 2 auf der einen und den Bereich 5 auf der anderen Seite weiterzuentwickeln. Aus verschiedenen Gründen scheint sich die von der maschinentechnisch orientierten Seite der Landtechnik ursprünglich herbeigewünschte Hinwendung zur Bearbeitung der Grundlagenbereiche augenblicklich in einem stärkeren Maße zu vollziehen, als es für die Gesamtentwicklung unseres Fachgebietes auf die Dauer gut sein kann. Die Landtechnik sollte daher bemüht sein, die exakte Durchführung der zur Betriebstechnik gehörenden Aufgaben in Zukunft als ebenso wichtig anzusehen wie die Grundlagenforschung. Sie würde sonst nicht nur einen ihrer wichtigsten Grundbereiche vernachlässigen, sondern sie liefe auch Gefahr, den für sie lebenswichtigen engen Kontakt zur Agrarökonomie und zur landwirtschaftlichen Praxis zu verlieren oder doch unnötig zu beschränken. Aus dieser Forderung ergibt sich allerdings die Frage, welche Wege beschritten werden können, um alles, die Grundlagenforschung und die Einsatzforschung und schließlich auch den Zwischenbereich der angewandten Forschung in ausreichendem Maße zu berücksichtigen. Als ein Versuch zur Beantwortung dieser Frage mögen die folgenden Ausführungen angesehen werden.

#### 4.4 Gliederung und Umfang der landtechnischen Forschung

Will man den enormen Umfang der landtechnischen Forschung darstellen, so kann man sich nach **Bild 12** eine durch die oben entwickelten Grundbereiche gegebene „Vertikallinie“ und eine durch die herkömmlichen Sachgebiete der Landtechnik bestimmte „Horizontallinie“ vorstellen. Denkt man sich die Doppelbereiche 1 + 2 und 3 + 4 und den Bereich 5 der Vertikallinie auf die einzelnen Sachgebiete der Horizontallinie projiziert, so ergibt sich das breite Feld der gesamten landtechnischen Forschung.

Dieses Feld muß nicht vollkommen gleichartig gegliedert sein; so werden beispielsweise die im Grundbereich 2 zusammengefaßten „Grundverfahren und Grundgeräte“ neu geordnet nach Zerkleinern, Trennen, Mischen, Verdichten usw. erscheinen, während die Untergliederung der Grundbereiche 3 und 4 nach den herkömmlichen Sachgebieten (Bodenbearbeitung, Düngung, Säen und Pflanzen, Pflanzenpflege und Pflanzenschutz, Mähen usw.) erfolgen kann. Die Betriebstechnik dagegen wird üblicherweise in einzelne Produktionsverfahren oder Produktionsabläufe (z. B. Halmfutterergewinnung, Maisgewinnung usw.), weiter in Arbeitsabschnitte (z. B. Bestellung, Bergung, Konservierung usw.) und in Arbeitsgänge (Mähen, Quetschen Schwaden usw.) untergliedert.

Wenn man nun die Frage untersucht, wo und in welchem Rahmen diese vielfältigen Aufgaben in Zukunft bearbeitet werden sollen, so gelangt man zu der Überzeugung, daß vor allem diejenigen Institute, die sich mit der Ausbildung junger Diplomingenieure oder Diplolandwirte befassen, Aufgaben sowohl aus den Grundlagenbereichen 1 und 2 und den angewandten Bereichen 3 und 4 als auch aus dem Einsatzbereich 5 mit in ihr Forschungsprogramm aufnehmen sollten. Es sollte hier also der bereits oben erwähnte und schon begonnene Weg des Zusammenfassens mehrerer Bereiche unter einem Dach weiter ausgebaut werden. Besonders günstige Verhältnisse ergeben sich dabei, wenn man die Forschungsaufgaben so wählen kann, daß die

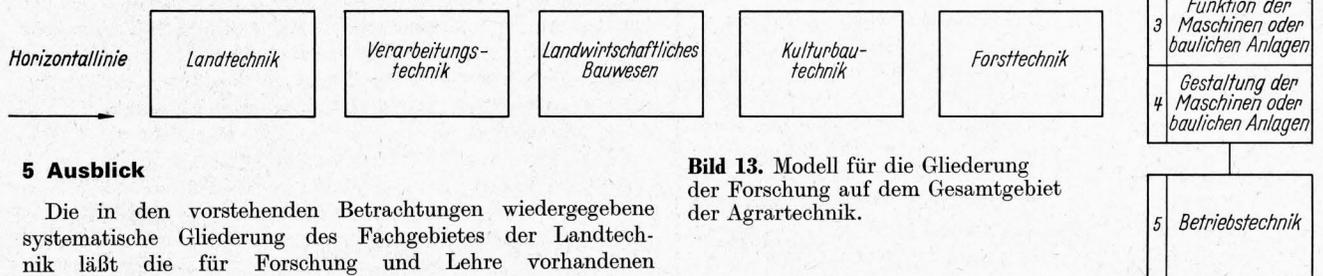
**Bild 12.** Modell für die Gliederung der landtechnischen Forschung.

Grundbereiche im Rahmen eines Sachgebietes liegen, wie z. B. im Rahmen der Halmfutterernte. Das ist in vielen Fällen natürlich nicht möglich und auch nicht durchaus notwendig. Wichtig scheint es vor allem zu sein, daß alle Grundbereiche in einem Institut vertreten sind, denn nur so scheint eine ausreichende gegenseitige Befruchtung der Bereiche, eine optimale Berücksichtigung ihre speziellen Belange, eine ausreichende Sicherung des Niveaus der Arbeiten, vor allem aber eine gute und umfassende Ausbildung künftiger Landtechniker möglich zu sein. Es ist dabei nur natürlich, daß Umfang und Gewicht der einzelnen Grundbereiche an den verschiedenen Instituten auch verschieden verteilt sein sollten und daß sich Unterschiede insbesondere zwischen den an Technischen Hochschulen und den an landwirtschaftlichen Fakultäten oder Hochschulen arbeitenden Instituten ergeben.

#### 4.5 Gliederung und Umfang der Forschung auf dem gesamten Gebiet der Agrartechnik

Seit einiger Zeit sind auch bei uns in Deutschland Bestrebungen im Gange, den Begriff der Landtechnik in Zukunft weiter zu fassen als bisher, und außer der eigentlichen Landtechnik auch die Gebiete der Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Güter, des landwirtschaftlichen Bauwesens, der Kulturbau-technik und der Forsttechnik in ein landtechnisches Gesamtgebäude mit einzubeziehen. Der „Arbeitskreis Forschung und Lehre“ hat daher auf Anregung von *Köstlin* vorgeschlagen, in Anlehnung an den amerikanischen Begriff „Agricultural Engineering“ und den französischen Begriff „Génie Rural“ die oben genannten Teilgebiete unter dem schon in verschiedenen Ländern

verwendeten Sammelbegriff „Agrartechnik“ zusammenzufassen. Überträgt man das in Bild 13 entwickelte Modell auf das Gesamtgebiet der so definierten Agrartechnik, so ergibt sich die in Bild 13 wiedergegebene Darstellung. Die Grundbereiche 3 und 4 sind darin um die entsprechenden Bezeichnungen aus dem landwirtschaftlichen Bauwesen erweitert worden, und die oben genannten fünf Teilgebiete der Agrartechnik bilden die Horizontallinie. Sie sollten dabei eine ihrem fachlichen Inhalt entsprechende Untergliederung erhalten; so sollte beispielsweise das Teilgebiet der Landtechnik wie in Bild 12 nach den herkömmlichen Sachgebieten gegliedert sein. Da man sich die Teilgebiete der Landtechnik, der Verarbeitungstechnik, des landwirtschaftlichen Bauwesens, der Kulturbau-technik und der Forsttechnik sozusagen in Reihe hintereinandergeschaltet vorzustellen hat, ergibt sich für die Agrartechnik eine sehr lange Horizontallinie und — nach Projektion der Vertikallinie auf diese Horizontallinie — ein außerordentlich umfangreiches Feld der agrartechnischen Forschung.



holten Planungen erinnern. Sie sollten auch für die Landtechnik — ähnlich wie für die Raumfahrttechnik, die Kerntechnik oder die Verfahrenstechnik — die Voraussetzungen für die notwendige und den besonderen Bedingungen der Landtechnik angemessene langfristige Vorausplanung ihrer Aufgaben schaffen. Dabei sollte die Tatsache berücksichtigt werden, daß die für die kommenden Jahre und Jahrzehnte zu erwartenden und erforderlichen strukturellen Veränderungen in der deutschen Landwirtschaft nur mit Hilfe einer hochentwickelten Agrartechnik erfolgreich durchgeführt werden können.

## 5 Ausblick

Die in den vorstehenden Betrachtungen wiedergegebene systematische Gliederung des Fachgebietes der Landtechnik läßt die für Forschung und Lehre vorhandenen Zukunftsaufgaben klar erkennen, und sie macht auch die wachsende Bedeutung, den Inhalt und den Umfang dieser Aufgaben deutlich. Wenn die umfassenden Aufgaben der landtechnischen Forschung in Zukunft aber rechtzeitig und in einem die gesamte Landwirtschaft weiterentwickelnden Sinne gelöst werden sollen, wird es nicht nur der Bemühungen der Landtechnik allein, sondern darüber hinaus auch der intensiven Anstrengungen anderer für die Entwicklung in Landwirtschaft und Landtechnik verantwortlicher Gremien oder Stellen bedürfen.

Der hier umrissene Inhalt und der Umfang der Landtechnik zeigen, daß es in Zukunft einer engen Zusammenarbeit zwischen der Landtechnik und den Fachgebieten des Maschinenbaus, vor allem aber zwischen Landtechnik und Landwirtschaftswissenschaften bedarf. Die Teamarbeit wird in Zukunft eine ständig zunehmende Bedeutung erlangen, und viele der künftigen Forschungsaufgaben werden nur in enger Zusammenarbeit zwischen Landwirten und Ingenieuren zu lösen sein. Man sollte dieser künftigen Entwicklung dadurch Rechnung tragen, daß man in der Forschung auch an den Technischen Hochschulen die Zusammenarbeit zwischen Diplomingenieuren und Diplomlandwirten fördert, aber auch dadurch, daß man an den landwirtschaftlichen Fakultäten und Hochschulen durch die Bildung einer neben den Gebieten der pflanzlichen Produktion, der tierischen Produktion und der Agrarökonomie stehenden Fachrichtung für Landtechnik (bzw. Agrartechnik) die Voraussetzungen für die Ausbildung einer ausreichenden Zahl qualifizierter, technisch versierter Diplomlandwirte schafft. Während man an den Technischen Hochschulen mit gutem Erfolg bereits vor Jahren Fachrichtungen für Landtechnik eingerichtet hat, obwohl der Landmaschinenumsatz im Verhältnis zum Umsatz der anderen Gebiete des Maschinenbaus (einschließlich Verfahrenstechnik und Kraftfahrzeugbau) nur einige Prozent ausmacht, erscheint es angesichts des hier umrissenen Umfangs der Landtechnik und im Hinblick auf die Tatsache, daß heute etwa 35% der von der Landwirtschaft benötigten sächlichen Betriebsmittel auf die Landtechnik entfallen [2], nur schwer verständlich, daß an deutschen landwirtschaftlichen Fakultäten bisher noch keine Fachrichtungen für Landtechnik oder für Agrartechnik geschaffen werden konnten.

Auf der anderen Seite sollten sich auch die für Landwirtschaft und Landtechnik zuständigen staatlichen Stellen heute wieder an ihre in den ersten Nachkriegsjahren so weitsichtigen und großzügigen, aber von der bisherigen Entwicklung weit über-

**Bild 13.** Modell für die Gliederung der Forschung auf dem Gesamtgebiet der Agrartechnik.

Mögen die vorstehenden Ausführungen dazu beitragen, die Gesichtspunkte für die weitere Entwicklung der Agrartechnik und auch die Ansatzpunkte für die Unterstützung und die Förderung dieses Gebietes klar zu erkennen. Mögen aus diesem Überblick aber auch Folgerungen gezogen werden, zum Nutzen der Landtechnik und zum Wohle der Landwirtschaft.

## 6 Schrifttum

- [1] *Batel, W.*: Grundlegende technische Entwicklungslinien in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Mitt. d. Ges. d. Freunde d. Forsch.anst. f. Landw. Völknerode 1966, H. 1, S. 13/24.
- [2] *Brandkamp, F.*, und *H. J. Müller*: Produktion, Verkaufserlöse und Betriebsaufgaben der Landwirtschaft im Bundesgebiet. Agrarwirtschaft **17** (1968) H. 2, S. 33/48.
- [3] *Dencker, C. H.*: Der Weg der Landwirtschaft von der Energieautarkie zur Fremdenergie. Arbeitsgem. für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, H. 10 (1952).
- [4] *Dolezalek, C. M.*, und *G. Ropohl*: Ansätze zu einer produktionswissenschaftlichen Systematik der industriellen Ferti-gung. VDI-Z. **109** (1967) Nr. 14, S. 636/40.
- [5] *Franke, R.*: Untersuchung des Preßvorganges bei Strohpressen der Landwirtschaft. Diss. TH Berlin 1933.
- [6] *Matthies, H. J.*: Entwicklung und Forschung in der Landtechnik. Ber. aus Forschung und Hochschulleben der TH Braunschweig, 1960, S. 224/32.
- [7] *Matthies, H. J.*: Der Wandel in Lehre und Forschung auf dem Gebiete der Landtechnik. Unveröffentl. Vortrag in Bad Godesberg vom 13. 5. 1964.
- [8] *Sacht, H. O.*: Das Verdichten von Halmgütern in Strangpressen. Fortschr.-Ber. VDI-Z. Reihe 14, Nr. 4. Düsseldorf: VDI-Verlag 1966.
- [9] *Segler, G.*: Verfahrenstechnik in der Landwirtschaft. VDI-Z. **109** (1967) Nr. 9, S. 394/400.
- [10] *Wieneke, F.*: Lehre und Forschung der Landtechnik an der Landbau-fakultät Göttingen. Landtechn. Forsch. **17** (1967) H. 2, S. 33/41.
- [11] *Wurster, C.*: Forschung als Grundlage der chemischen Industrie. VDI-Z. **96** (1954) Nr. 24, S. 797/801.