

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
<a href="http://ageconsearch.umn.edu">http://ageconsearch.umn.edu</a>
<a href="mailto:aesearch@umn.edu">aesearch@umn.edu</a>

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.

## Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.



Wieneke, F.: Entwicklung der Produktionstechnik im Feldbau, Transportwesen und in der Produktkonservierung. In: Weinschenck, G.: Die zukünftige Entwicklung der europäischen Landwirtschaft – Prognosen und Denkmodelle. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 10, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1973), S. 37-55.

### ENTWICKLUNG DER PRODUKTIONSTECHNIK IM FELDBAU, TRANSPORTWESEN UND IN DER PRODUKTKONSERVIERUNG

von

Prof. Dr.-Ing. F. Wieneke, Göttingen

1	Einleitung	37
2	Tendenzen der Schlepperentwicklung	38
3	Transporttechnik	41
4 4.1	Bodenbearbeitung Maßnahmen zur Leistungssteigerung	43 44
5	Technik in der Düngung	46
6	Pflanzenschutztechnik	47
7	Mähdrescherentwicklung	<b>4</b> 7
8	Technik im Zuckerrübenbau	48
9	Technik im Kartoffelbau	49
10 10.1 10.2 10.3	Konservierungstechnik pflanzlicher Produkte Trocknung Kühlung Konservierung mit chemischen Mitteln	51 51 51 51
11	Technischer Fortschritt, Betriebsgröße und -struktur	52

#### 1 Einleitung

Die völlige Mechanisierung der landwirtschaftlichen Produktion in den Fünfziger und Sechziger Jahren und die dann in mehreren Zweigen einsetzenden industriellen Produktionsmethoden haben das Bild der Landwirtschaft stark verändert. Die in der Landwirtschaft der BRD angewandte Technik besitzt in der Technologie einen Stand, wie er auch in den international führenden Ländern anzutreffen ist. In der Entwicklung, Konstruktion und den Fertigungsmethoden weist die Herstellung von landwirtschaftlichen Maschinen, Geräten und Anlagen alle Merkmale eines modernen Maschinenbaues auf.

Die bisherigen Entwicklungen in der Agrartechnik fanden im wesentlichen ihre Grundlage in der empirischen Erkenntnis. In den letzten zwei Jahrzehnten unterstützt oder begründet eine systematische, ingenieurwissenschaftliche Forschung die Entwicklung neuer agrartechnischer

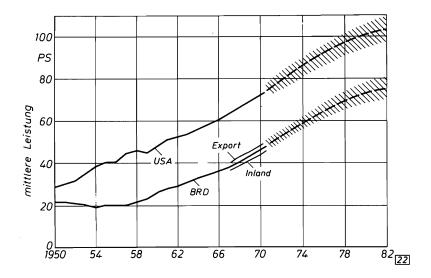
Produkte. In der weiteren Entwicklung wird die Agrartechnik zunächst am Fortschritt im allgemeinen Bereich der Technik partizipieren. Als wichtige, allgemeine technische Entwicklungslinien lassen sich nennen:

Vergrößerung der Transportleistung
Erzeugung, Beherrschung und Verteilung großer und
sehr kleiner Energien
Vergrößerung der Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit
der Konstruktionsmaterialien
Schaffung von Einrichtungen zur Erweiterung der
menschlichen Sinnesfähigkeiten
wachsende Mechanisierung und Automatisierung der
körperlichen und geistigen Arbeit
Rückverarbeitung von Produktionsabfällen und Produkten
zu umweltfreundlichen Stoffen.

Als Gefahren der modernen technischen Entwicklungen nennt ASCHOFF (1): die zunehmende Engmaschigkeit der Entwicklungsprozesse macht es schwerer, das Ganze zu überschauen und Wechselwirkungen vorherzusagen; die weitgehende Arbeitsteilung der menschlichen Gesellschaft erschwert das Zusammenleben in ihr und läßt sie in wachsende Abhängigkeit von Spezialisten geraten, die nur die Funktion von Teilsystemen übersehen, die sich aber auf große Bereiche des Gesamtsystems auswirken können; das immer schnellere Veralten der Produktionsmittel durch den beschleunigten Fortschritt, das ein Anwachsen des Investitionsbedarfes und des unternehmerischen Risikos zur Folge hat - die mittlere Lebensdauer eines technischen Produktes beträgt heute etwa 3 bis 5 Jahre – und das kräftige Streben nach wachsendem Lebensstandard, das sich nur über eine größere Produktivität erreichen läßt, führt zu einer steigenden und umfassenderen Nutzung aller Ressourcen, sie kann zum Entzug der Lebensbasis und Gefährdung der Umwelt durch Schadstoffe führen. In den landwirtschaftlichen Produktionsprozessen sind die allgemeinen technischen Entwicklungslinien eng vermascht mit speziell landwirtschaftlichen Tendenzen. Es seien genannt die steigenden Erträge, die Tendenz zum größeren Betrieb mit vereinfachter Struktur, die abnehmende Zahl der Arbeitskräfte, der größere Energieverbrauch, die zunehmende Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte - zum Teil unter Anwendung neuer Technologien - und neue Formen der Vermarktung.

#### 2 Tendenzen der Schlepperentwicklung

Im Laufe seiner Entwicklung hat sich der Ackerschlepper von einer Zugmaschine zu einer vielseitig verwendbaren Energiequelle und Arbeitsmaschine gewandelt. Seine Motorleistung ist stetig gestiegen. Besonders in den letzten Jahren haben die Leistungsklassen der produzierten Schlepper über 50 PS stark zugenommen (Bild 1). Der Abstand in der mittleren Leistung der Neubauschlepper der BRD und der USA ist betriebsgrößenbedingt. Die mittlere Leistung der Neubauschlepper wird 1980 in den USA bei 100 PS und in der BRD bei 75 PS liegen. Der Grad des Anstieges der mittleren Schlepperleistung ist in den USA und der BRD etwa gleich; die Entwicklung verläuft also in gleicher Schnelligkeit, lediglich phasenverschoben, ab. Dieser Trend wird sich im nächsten Jahrzehnt weiter fortsetzen. Schlepper mittlerer Leistung von 34 bis 60 PS werden nach SÖHNE (2) vorwiegend in den Nebenerwerbsbetrieben alle Aufgaben und in den Vollerwerbsbetrieben Pflege- und Transportarbeiten übernehmen. Schlepper großer Leistung über 60 PS erledigen in den Vollerwerbsbetrieben die Bodenbearbeitung, den Schwertransport und dienen als Antriebsmaschinen für die rotierenden Geräte der Bodenbearbeitung wie Bodenfräsen, für Feldhäcksler und gezogene Vollerntemaschinen. Leistungsstarke Schlepper werden vorwiegend in den Ackerbaubetrieben mit betontem Getreideanbau eingesetzt. So steht in den USA die Gruppe schwerer Schlepper über 140 PS vorzugsweise in den Gebieten mit intensivem Getreideanbau der großen Ebenen



<u>Bild 1:</u> Mittlere Leistung der in den USA und in der BRD gebauten Schlepper mit einer Prognose bis 1982 (nach SÖHNE (2))

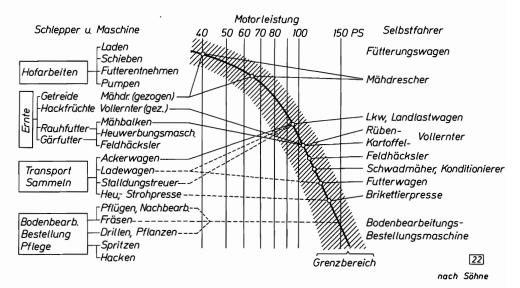
in Montana, Minnesota und Californien, wo sie vielfach die Raupenschlepper ablösen (3). Da die Zahl größerer Betriebe auch in den Achtziger Jahren in der BRD noch relativ gering sein wird, nimmt die Zahl schwerer Schlepper von 100 bis 150 PS in der BRD weniger stark zu als das jetzt schon in den USA zu erkennen ist.

Im höheren Leistungsbereich wird es immer schwieriger, Motorleistung über die Reifen in Zugleistung umzuwandeln; der Wirkungsgrad der Zugkraftübertragung nimmt ab. Will man die Last der Hinterachse und insbesondere die Größe der Reifen in Grenzen halten, muß man auch die Räder der vorderen Achse antreiben, um ihre Last für die Zugkraft auszunutzen.

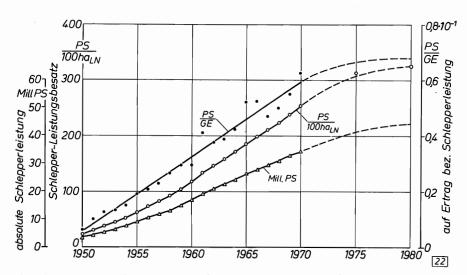
In der Leistung von Ackerschleppern zeichnen sich obere Grenzen ab, wobei als wichtige grenzbestimmende Faktoren die Übertragbarkeit der Motorleistung durch die Reifen auf den Boden, die Schlepperherstellungskosten und die Konkurrenz selbstfahrender Landmaschinen genannt seien. Bei dem für landwirtschaftliche Böden geforderten niedrigen Luftdruck von etwa 1 kp/cm² läßt sich schließlich auch beim vierradangetriebenen Ackerschlepper die Motorleistung bei 200 bis 250 PS nicht mehr effektiv auf den Boden übertragen. Für den dreiachsangetriebenen Schlepper nennt SÖHNE (2) bei einem relativ hohen Reifeninnendruck von 1,8 bis 2,0 kp/cm² eine Grenze von 300 PS bei einem Gewicht von rund 11 Mp. Ein solcher Schlepper könnte einen Aufsattelpflug mit 12 Pflugkörpern und einer Arbeitsbreite von 4,8 m mit einer Geschwindigkeit von 11,2 km/h auf mittelschwerem Boden ziehen. Ein solches Gespann ist aber auf den meisten Feldwegen und auf den Bundesstraßen nicht mehr zu führen. Bei höheren Flächen-, Ernte- oder Verarbeitungsleistungen tritt an die Stelle des Gespanns von Schlepper und Maschine die selbstfahrende Landmaschine (Bild 2).

Während dieser Übergangsbereich für die Erntemaschinen durch die bisherige Entwicklung bereits einigermaßen festliegt, ist er für eine vielleicht zu erwartende Bodenbearbeitungs-Bestellmaschine noch ungewiß.

Es erhebt sich nun noch die Frage, ob der Schlepperbesatz, bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche, weiter steigen wird. Für die Prognose ist unterstellt, daß 1980 alle bis



<u>Bild 2:</u> Grenzbereich der Motorleistung für den Übergang von Schlepper und Maschine zur selbstfahrenden Landmaschine (nach SÖHNE (2))



Absolute Schlepperleistung und Schlepperbesatz für die Jahre 1950 bis 1970 in der BRD mit einer Prognose bis 1980

1970 produzierten Schlepper nicht mehr in Betrieb sind; die Lebensdauer moderner Ackerschlepper wird also mit 10 Jahren angenommen (Bild 3).

Als Begründung für den ansteigenden, wenn auch abgeschwächten Trend eines höheren PS-Besatzes je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche sei aus landwirtschaftlicher Sicht noch angeführt, daß zur Erhöhung der Produktivität eine höhere Schlepperleistung erforderlich ist; in kürzeren, aber optimalen Zeitspannen eine Arbeitserledigung angestrebt wird, die sich nur mit höherer Schlagkraft erreichen läßt, wie sich das in der Bodenbearbeitung deutlich abzeichnet;

die Intensität der Bearbeitung ansteigt und eine Erhöhung der landwirtschaftlichen Transportleistung ebenfalls zu einer Leistungssteigerung führt.

Infolge der Abschwächung der Tendenz beim PS-Besatz ergibt sich trotz eines konstant angesetzten Ertragszuwachses ein weniger starker Anstieg des PS-Aufwandes pro Getreideeinheit in den nächsten Jahren. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß der Schlepperbesatz in der BRD infolge des großen Anteiles kleinerer Betriebe relativ hoch liegt. Bei einem raschen Wachsen der mittleren Betriebsgröße kann ein noch stärker vermindertes Wachstum des mittleren Schlepperbesatzes eintreten. In den Betrieben mit Verkaufsfruchtanbau, insbesondere in den Getreidebaubetrieben, ist bei guter Auslastung mit 1,3 bis 2,0 PS/ha zu rechnen.

Indes lehrt die Erfahrung, daß im Mittel aller Betriebe auch bei dem Einsatz schwerer Schlepper mit einem gewissen Grad an Übermotorisierung gerechnet werden muß. Ansätze für neue Konzeptionen zielen auf eine geschlossenere und umfassendere Vereinigung mit den Arbeitsgeräten als Arbeitsmaschine und auf Maßnahmen hin, welche die Arbeiten des Schlepperfahrers physisch und psychisch erleichtern.

In naher Zukunft stehen die Federung des gesamten Traktor-Chassis, eine aktive Federung des Schleppersitzes und die Minderung des Motorgeräusches als Entwicklungsaufgaben an, um die Arbeit des Schlepperfahrers zu erleichtem. Neben der mechanischen Zapfwelle wird die hydraulische Übertragung von Energie auf die Arbeitsmaschinen in größerem Umfange in höhere Leistungsbereiche vordringen; ein zentrales Hydrauliksystem mit konstantem Druck wird gleichzeitig mehrere Arbeitsmotoren versorgen oder Arbeitszylinder betätigen. In Verbindung mit der Regelhydraulik wird man versuchen, die Einstellung der Arbeitsgeräte zu automatisieren. Das Fahren in oder am Rande der Pflugfurche oder in Reihen wird ebenfalls automatisiert werden. Eine automatisierte Fahrgeschwindigkeitsregelung wird den Einbau stufenloser Getriebe notwendig machen, die sich trotz jahrelanger Bemühungen bisher in größerem Umfang nicht haben durchsetzen können.

Es steht begründet zu vermuten, daß die Automatisierung dieser Teilaufgaben, die den Schlepperfahrer entlastet und gleichzeitig im gewissen Umfang die Arbeitsproduktivität steigert, mit Erfolg gelöst werden kann. Daneben ist natürlich eine völlige Automatisierung derart möglich, daß sie den Schlepperfahrer völlig ersetzt. Einer solchen Lösung, der KONONENKO und POLYK (4) große Chancen einräumen und die das Aussehen des Schleppers natürlich stark verändern würde, stehen aber außerordentlich große Schwierigkeiten gegenüber, die weniger im technischen Bereich als vielmehr in einer sicheren Bewältigung der vielfältigen landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen liegen. So wurde die Entwicklung einer vollautomatischen Pflugmaschine (5, 6) aufgegeben.

#### 3 Transporttechnik

Der landwirtschaftliche Transport macht im Mittel etwa 40 % aller Außenarbeiten aus. Die Transportleistung je ha liegt im Durchschnitt bei 35 t pro Jahr und kann 60 t pro Jahr erreichen. Nach DOHNE (7) entfallen davon:

40 % auf den Transport von Stalldung, Jauche und Gülle

24 % auf Futtertransporte

12 % auf Rübentransporte und

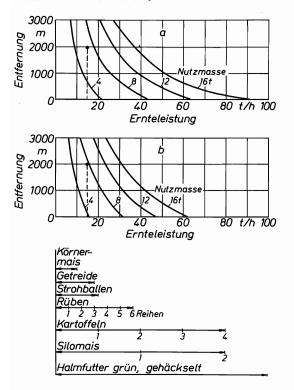
4 % auf Getreide-, Kartoffel- und Mineraldüngertransporte.

Die mittlere Feldentfernung in der BRD kann mit 3 km angesetzt werden, während sie in anderen Ländern erheblich darüber liegt. Die Gesamttransportstrecke liegt bei etwa 20 km/ha und wird von der Schlaggröße nur wenig beeinflußt.

Für die weitere Entwicklung in der landwirtschaftlichen Transporttechnik zeichnen sich folgende

Tendenzen ab: Erhöhung der Transportgeschwindigkeiten und der Nutzlasten und damit der Transportleistung, Verringerung der Be- und Entladezeiten und der Transport mit Containem und Spezialfahrzeugen. Die Entwicklung der Transporttechnik ist gegenüber der raschen Me-chanisierung der Produktionsprozesse und dem schnellen Anwachsen der Durchsatzleistungen landwirtschaftlicher Arbeitsmaschinen zurückgeblieben (8). Damit erhebt sich die Forderung nach größerer Nutzmasse und neuen leistungsfähigeren Transportsystemen. SEGLER hält neben der Erhöhung der Nutzmasse eine kräftige Erhöhung der Transportgeschwindigkeit durch Schnell-Schlepper für die Rationalisierung der Transportarbeiten für notwendig.

Wie Bild 4 zeigt, erfordert ein Fließtransport mit zwei Anhängern und einem Standwagen bei 15 km/h Fahrgeschwindigkeit, 2.000 m Feldentfemung und 15 t/h Ernteleistung Anhänger mit einer Nutzmasse von 8 t.



- Bild 4: Erforderliche Nutzmasse des Anhängers in Abhängigkeit von der Ernteleistung (nach SEGLER (8));
  - a) bei Überladebetrieb mit stetigem prozeßgebundenem Transport (2 Schlepper, 2 Anhänger)
  - b) bei prozeßgebundenem stetigem Transport mit Standwagen (2 Anhänger, 1 Standwagen) mittlere Fahrgeschwindigkeit 15 km/h

Wagen mit großen Nutzmassen von 8 bis 10 t werden aus Gründen der Zugkraftübertragung vorzugsweise als Einachsanhänger ausgebildet; die Stützlast der Deichsel des Einachsanhängers belastet die Schlepperhinterachse und emöglicht die Übertragung großer Zugkräfte auf den Boden, wie es auf den letzten Ausstellungen zu sehen war (Bild 5).

Als neuere landwirtschaftliche Transportsysteme sind zu nennen das Container-System und der Farmlastwagen, der sich aus dem Ladewagen entwickelt hat.

Ein bereits vor einigen Jahren entwickeltes Container-System mit einem Behälter-Fassungsvermögen von etwa 2,5 t hat sich für den landwirtschaftlichen Transport als nicht leistungsfähig genug erwiesen. Auch für den innerbetrieblichen Transport müßten Container ein gleiches Fassungsvermögen aufweisen wie die Ackerwagen. Die seit einiger Zeit in der Landwirtschaft eingesetzten Lastkraftwagen-Container mit 7 bis 12 t Behälter-Nutzmasse eignen sich zum Transport von Erntegut, Futtermitteln und Handelsdünger (Bild 6).

Bild 5:
Einachs-Kipper für große Nutzmassen mit hydraulisch betätigter Rückwand

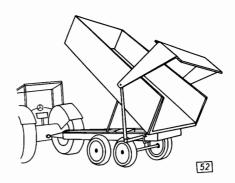
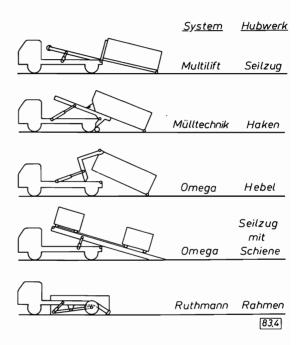


Bild 6: Systeme von Lastkraftwagen – Containern (nach SEGLER (8))



Aus dem Ladewagen, der besonders in die kleineren und mittelbäuerlichen Betriebe in großer Stückzahl Eingang gefunden hat, entwickelte sich der in der Halmfutterernte vielfach verwendbare Farmlastwagen.

Von Interesse ist der Einsatz solcher Fahrzeuge für den Transport von Grüngut zu Heißlufttrocknungsanlagen, für den überbetrieblichen Einsatz und für Lohnunternehmer.

#### 4 Bodenbearbeitung

Die Entwicklung der letzten Jahre führte zu einer Erhöhung der Flächenleistung durch den Einsatz leistungsstärkerer Schlepper in Verbindung mit breiteren Geräten und einer geringfügig angestiegenen Fahrgeschwindigkeit sowie ferner zur Koppelung mehrerer Geräte, wobei gleichzeitig versucht wird, Arbeitsgänge einzusparen. Diese Entwicklung wird sich in den nächsten Jah-

ren weiter fortsetzen. Entwicklungen von Geräten mit neuer technologischer Wirkungsweise, wie sie mit dem Einsatz der Drahtwälzegge in der jüngsten Entwicklungsphase gelang, sind derzeit nicht erkennbar, aber auf dem Gebiet der rotierenden Bodenbearbeitungswerkzeuge denkbar und in der Anwendung neuer physikalischer und chemisch-biologischer Prinzipien grundsätzlich möglich.

#### 4.1 Maßnahmen zur Leistungssteigerung

Eine weitere Leistungssteigerung in der Bodenbearbeitung läßt sich durch eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit, eine Vergrößerung der Arbeitsbreite, den Wegfall von Arbeitsgängen sowie durch Steuer- und Regelungseinrichtungen erreichen.

Der Trend zu höheren Arbeitsgeschwindigkeiten, wie er in der allgemeinen Technik festzustellen ist, wird sich auch in der zukünftigen Bodenbearbeitung einstellen. Sie wird indes in mäßigen Grenzen bleiben, selbst wenn vielleicht Ende der Siebziger Jahre in größerem Umfang achsgefederte Schlepper die Felder befahren; die großen Schwierigkeiten, die Arbeitsqualität der Bodenbearbeitungswerkzeuge auch bei größeren Geschwindigkeiten zu erhalten und der quadratische Anstieg der Zugkraft mit höherer Geschwindigkeit erzwingen einen verhaltenen Trend der Geschwindigkeitssteigerung. So ist trotz erheblicher Bemühungen der Forschungsinstitute und der Industrie die Entwicklung von Schnellpflugkörpern in der Praxis kaum zum Tragen gekommen. Für die Achtziger Jahre darf im Mittel der Einsatzverhältnisse günstigenfalls mit einer maximalen Pfluggeschwindigkeit von 10 km/h gerechnet werden. Die Grenze der Arbeitsgeschwindigkeit für die Bestellarbeiten dürfte mit 12 bis 14 km/h anzusetzen sein.

Bei der zu erwartenden geringen Geschwindigkeitserhöhung erhebt sich damit die Frage, in welchem Maße eine Vergrößerung der Arbeitsbreite zu einer Leistungssteigerung führen kann. Da die wenigsten landwirtschaftlichen Flächen eine auch im Kleinprofil ebene Oberfläche aufweisen, ergibt sich hier das Problem der gleichmäßigen Tiefenführung und der Stabilität breiter Bodenbearbeitungsgeräte. Darüber hinaus müssen die Arbeitsgeräte beim Straßentransport den Bestimmungen der StVZO genügen, die derzeit eine maximale Breite von 3 m zuläßt.

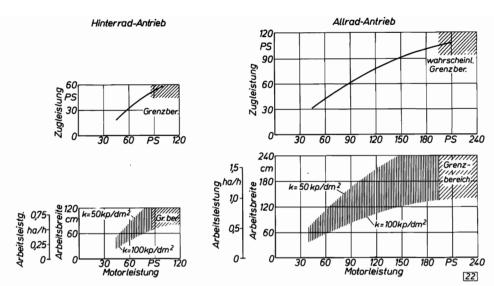
Ein zwölfschariger Schälpflug mit einer Arbeitsbreite von 3,74 m, dessen Rahmen in der Mitte durch ein Gelenk beweglich gehalten ist und der über ein Stützrad die Bodenwellen kopiert, wurde bereits vorgestellt. Bei einer Pflugtiefe von maximal 22 cm werden als erforderliche Schlepperleistung 110 PS angegeben, die sicher nur für leichte Böden ausreichen.

Bei den meisten landwirtschaftlichen Nutzflächen dürfte für das Pflügen eine Arbeitsbreite von 3 bis 3,5 m als Grenze anzusehen sein, soll der Aufwand für eine gleichmäßige Tiefenführung aller Pflugschare, wie er durch Regeleinrichtungen für die einzelnen Schare erreichbar wäre, in Grenzen bleiben.

Bestellkombinationen von 8 m werden bereits angeboten. Hier dürften als Grenze vielleicht 15 m zu nennen sein. Es erhebt sich die Frage, welche Motorleistungen erforderlich sind, um Geräte dieser Arbeitsbreiten bei den vorgenannten Geschwindigkeiten zu ziehen. Aus Bild 7 lassen sich in Abhängigkeit von der Motorleistung die Pflugbreite und die Flächenleistung ohne Berücksichtigung der Nebenzeiten für leichte und schwere Böden entnehmen.

Unter der Voraussetzung, daß das Feld während eines Arbeitstages nicht gewechselt wird, um Nebenzeiten einzusparen, ergeben sich damit in Abhängigkeit von der Motorleistung die in Bild 7 angegebenen Flächengrößen beim Pflügen. Daraus wird deutlich, welche Entwicklung sich in der Betriebsgrößenstruktur bis in die Achtziger Jahre vollziehen muß, soll lediglich der derzeitige Stand der Technik in großem Umfang genutzt werden.

Das Zusammenfassen und Weglassen von Arbeitsgängen – unter dem Begriff "Minimale Bodenbearbeitung" bekannt – kann bei dem Einsatz einer Arbeitskraft zur Kostensenkung und Steigerung



Arbeitsbreite und Arbeitsleistung schwerer Schlepper beim Pflügen; k = 100 kp/dm<sup>2</sup> spez. Pflugwiderstand für schwere Böden k = 50 kp/dm<sup>2</sup> spez. Pflugwiderstand für leichte bis mittlere Böden

der Arbeitsproduktivität führen. Eine Verminderung der Arbeitszeit ist durch Gerätekoppelungen möglich, indes bewirkt sie nur eine Einsparung von Nebenzeiten, da bei gleicher Schlepperleistung das Zusammenfassen mehrerer Geräte zu einer Verminderung der Arbeitsbreite führen muß. Für den Betrieb mit mehreren Arbeitskräften ist der Parallelbetrieb von Einzelgeräten in der Bodenbearbeitung vorzuziehen.

Die Direktsaat ohne Pflugfurche erscheint unter vielen Verhältnissen problematisch, da durch den Wegfall der Pflugfurche die Umsetzungsvorgänge im Boden verlangsamt werden; durch eine unvollkommene Saateinbringung Keimverluste zu erwarten sind; die fehlende Bodenwendung zu einer Anreicherung der Mineralstoffe und organischen Substanz in den oberen Bodenschichten führt und die Verunkrautung – insbesondere durch Quecke und Gräser – meistens zunimmt, wenn keine stark wirksamen, spezifischen Herbizide eingesetzt werden. Das Bestreben indes, die Schlagkraft und Arbeitsproduktivität zu steigem sowie eine biologisch aufgebaute Bodenstruktur durch mechanische Maßnahmen nicht zu zerstören, wird zu einer Verminderung oder intermittierenden Anwendung der Bodenbearbeitung führen. Daß das durch eine Zusammenfassung aller Arbeitsgänge der Bodenbearbeitung in einer Maschine möglich ist, beweist die italienische Entwicklung der Firma Cantone. Diese selbstfahrende Bodenbearbeitungsmaschine besitzt eine Motorleistung von ca. 400 PS, ein Betriebsgewicht von ca. 15 t und eine Arbeitsbreite von 4,35 m.

Zu einer Leistungssteigerung wird sicher auch der Einsatz der Steuerungs- und Regeltechnik beitragen. Ob aber ein vollautomatischer Ablauf der Arbeit in den Achtziger Jahren erreichbar sein wird, erscheint fraglich. Mehrere Schlepper mit Bestellgeräten gleichzeitig auf dem Acker fahren zu lassen, stellt kein technisches Problem mehr dar. Für das anschlußsichere Fahren bieten sich erprobte Kabel- oder Laserstrahlführungen an. Der ökonomische Einsatz indes erscheint in naher Zukunft auch hier noch nicht gegeben.

Bei allen Maßnahmen der Leistungssteigerung in der Bodenbearbeitung muß die Arbeitsqualitätserhaltung möglichst verbessert werden. Das Ziel, durch schlagkräftigere Ausnutzung günstiger Wetterperioden Bodenschäden, insbesondere Bodenverdichtungen, zu vermeiden, wird den Trend zum stärkeren Schlepper verstärken. Die Bemühungen, das Mähdrescherstroh gut gemischt in den Boden einzubringen, die tierischen Exkremente umweltfreundlich in den Boden aufzunehmen und für die Zersetzung des Gründüngers, der bei den zunehmend getreidereichen Fruchtfolgen immer häufiger anzutreffen sein wird, umsatzsichere Bodenhorizonte zu schaffen, werden die zukünftige Entwicklung von Bodenbearbeitungsgeräten sicher stark beeinflussen.

#### 5 Technik in der Düngung

In der Mineraldüngung setzt sich in der landwirtschaftlichen Praxis der Umschlag des Düngers in loser Form immer mehr durch; die Einsparung von Verpackungsmaterial, die Verminderung des AK-Bedarfes und die Arbeitserleichterung sind als wesentliche Gründe hierfür zu nennen. Die Entwicklung von Maschinen und Geräten, Lagerbehältern und -hallen für die Lose-Düngerkette kann im wesentlichen als abgeschlossen betrachtet werden. Auch hier zeigt sich der Trend zu immer größeren Umschlag-, Transport- und Streuleistungen.

Neben den mechanisch auswerfenden Kreiseldüngerstreuern – die Kastenstreuer werden nur noch in wenigen Typen angeboten – wurden auf der letzten DLG-Ausstellung auch mehrere pneumatisch arbeitende Streuer großer Breite vorgestellt (9). Die Ausbringung des Düngers mit Druckluft wurde erstmals von WEISTE vor einigen Jahren verwirklicht. Die flüssige Mineraldüngung, die im Ausland zum Teil die Hälfte des gesamten Düngerverbrauchs darstellt, macht in der BRD noch weniger als 1 % aus. In den nächsten 5 Jahren erwartet GREGOR (10) eine Zunahme auf 5 %.

Für die Ausbringung von Mineraldünger in flüssiger Form sprechen die niedrigen Düngerkosten; Lohn-, Schlepper- und Maschinenkosten machen dagegen einen etwas größeren Anteil aus (Bild 8).

In Ländern mit einem hohen Anteil der Flüssigdüngung, wie in den USA und Dänemark, mußten die Preise für feste Mineraldünger stark gesenkt werden. Durch hochprozentige NPK-Dünger mit über 60 % Gesamtkonzentration, wie er 1969 in den USA auf den Markt gekommen ist, soll die weitere Zunahme der flüssigen Mehrstoffdünger aufgehalten werden (11). Die Düngung

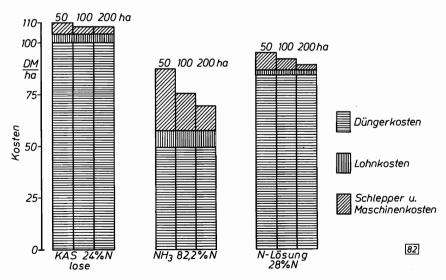


Bild 8: Kostenvergleich für das Ausbringen von flüssigem und festem Stickstoffdünger

bewachsener Flächen und das Einbringen flüssigen Mineraldüngers auf schweren Böden bereitet gewisse Schwierigkeiten. Es erscheint jedoch möglich, diese teilweise oder ganz durch Modifikation oder neue Technologien zu überwinden.

Ob die flüssige Ausbringung von Mineraldüngern, insbesondere von Stickstoff, weiteren Raum gewinnen wird, bleibt zunächst eine Frage der Düngemittelpreise und ist damit schwer abzuschätzen.

#### 6 Pflanzenschutztechnik

Neben den Fortschritten der Pflanzenzüchtung, den Maßnahmen der Düngung und Anbautechnik, hat der Pflanzenschutz wesentlich zu der Ertragssteigerung in der jüngsten Zeit beigetragen.

Die vergangenen Jahre brachten den Übergang von der mechanischen zur chemischen Unkrautbekämpfung. Die Sicherung und Verbesserung der Qualität, besonders bei Direktverkaufsfrüchten und der Pflanzenschutz als technologisches Mittel, wie bei der Halmverkürzung und der Desikkation, sind als neuere Entwicklungslinien zu nennen.

Mit der Verfeinerung und zunehmenden Verschiedenartigkeit der auszubringenden chemischen Mittel geht auch ein Wandel der Technik einher, der sich besonders in einer größeren Verteilgenauigkeit, einer vereinfachten Einstellung und sicheren Kontrolle der Ausbringmasse widerspiegelt (12). Im einzelnen seien die leichtere Einstellung und verbesserte Bedienung der Dosierarmaturen, der Einbau von Einstellmanometer und Regelautomaten für den Durchfluß und eine äquidistante Führung des Düsenbalkens zum Boden genannt. Auch die Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit und Verschleißfestigkeit der Materialien tragen zu einer größeren Lebensdauer bei Einschalten einer hohen Dosiergenauigkeit bei. Die Verfeinerung der Gerätetechnik, insbesondere das kontrollierte, genaue Dosieren, wird auch in der Zukunft ein wichtiges Entwicklungsziel bleiben. Indes wird seit langem auch das Übergewicht der chemischen Komponente im Pflanzenschutz als Gefahr bewertet (13). Überhöhte Rückstände können die Verbraucher gefährden und durch unsachgemäßen Umgang mit Chemikalien können die Lebensgemeinschaften von Pflanzenbeständen gestört und eine Auslese resistenter Schädlingsrassen bewirkt sowie Nützlinge vernichtet werden. Biologische Bekämpfungsverfahren können aber bei dem derzeitigen Erkenntnisstand, sollen eine gewisse Intensität der pflanzlichen Erzeugung, die derzeitigen Fruchtarten-Anbauverhältnisse und enge Fruchtfolgegestaltung beibehalten werden, den chemischen Pflanzenschutz nicht voll ersetzen. Dagegen dürfte die Integration von chemischen, biologischen und ackerbaulichen Maßnahmen auf längere Sicht einen optimalen Schutz gewähren.

#### 7 Mähdrescherentwicklung

Auf den ersten Blick mag es vielleicht scheinen, daß die Mähdrescherentwicklung der jüngsten Zeit wenig Neues gebracht hat und auch die Zukunft keine großen Schritte erwarten läßt. In der Tat hat sich die Entwicklung des Mähdreschers in den vergangenen Jahren zu einer leistungsstarken Arbeitsmaschine (Bild 9) die Verbesserung der Funktionssicherheit und der Arbeitsqualität seiner Arbeitsorgane, die Vereinfachung der Bedienung weniger spektakulär vollzogen, als im Schlepperbau (14).

Die Verbesserung der Arbeitsorgane und insbesondere die Ausrüstung der Mähdrescher mit Steuer- und Regeleinrichtungen wird in den nächsten Jahren bei gleichen baulichen Abmessungen zu einer Steigerung von etwa 20 bis 30 % in der Durchsatzleistung führen (15).

Gleichzeitig wird durch diese Einrichtungen auch die Arbeitsqualität der Dresch-, Reinigungsund Schüttlerorgane erhöht. Eine Verkürzung der Halmlänge und noch standfestere Sorten

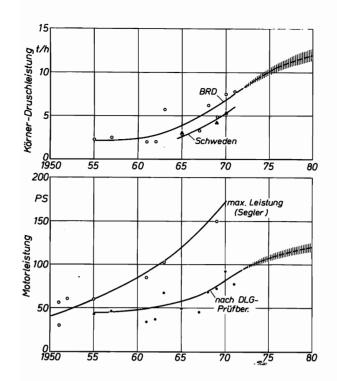


Bild 9:

Entwicklung der Drusch- und Motorleistungen von Mähdreschern in den Jahren 1950 bis 1972 mit einer Prognose bis 1980;

(nach Werten der DLG-Prüfberichte, max. Werte nach SEGLER (8))

(Werte für Schweden nach CLAESSON (16))

könnten zu einer weiteren Steigerung des Durchsatzes beitragen. Die Entwicklung von Dreschorganen nach neuen technologischen Prinzipien, die den bekannten Schlagleisten-Drescher ersetzen können, bereitete bisher große Schwierigkeiten. Das mögen die zahlreichen Lösungen von Versuchsmaschinen und Vorschlägen in der Patentliteratur belegen.

#### 8 Technik im Zuckerrübenbau

Im Zuckerrübenanbau der BRD vollzieht sich derzeit der Übergang zum vereinzelungslosen Anbau. Mit der Aussaat auf den Endabstand von 18 bis 20 cm entfällt das Vereinzeln, gleichzeitig steigt aber auch das Risiko, das von der Qualität des Saatgutes, dem Bodenzustand und der Witterung abhängt. BRINKMANN (17) fordert bei einem Mindestabstand von 18 cm, der die untere Grenze für die Mechanisierbarkeit der Ernte darstellt und einer Reihenweite von 45 cm einen Mindestfeldaufgang zwischen 60 und 65 %. Derartige Keimeigenschaften erreicht in der Praxis derzeit nur das pillierte Monogemsaatgut.

Damit stellt sich der Züchtung das Ziel, die Keimfähigkeit von Monogermsaatgut weiter zu erhöhen und für die Technik die Aufgabe, ein geeignetes Saatbett zu schaffen und die Knäuel gleichmäßig flach im Boden abzulegen.

Nachdem die Entwicklungen der Sätechnik in den letzten Jahren zu einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit bis auf etwa 6 bis 8 km/h geführt haben, wird mit dem vereinzelungslosen Anbau in der nahen Zukunft die Arbeitsqualität wieder mehr im Vordergrund stehen, um den Feldaufgang weiter zu verbessern. Das Ablegen des Rübensamens auf einen Endabstand von 18 cm hat die Anforderung an die Arbeitsweise der Köpforgane der Erntemaschine wesentlich erhöht. Unterstellt man einen mittleren Rübendurchmesser von 15 cm, so verbleibt zwischen zwei benachbarten Rüben ein Freiraum von 3 cm. Die Höhe des Blattansatzes benachbarter Rüben schwankt im Mittel zwischen 4 und 6 cm. Dieser Höhenunterschied muß bei einer Fahrgeschwindigkeit von 2 m/s (7,2 km/h) in 0,015 s zurückgelegt werden. Derart hohe Bewegungs-

geschwindigkeiten des Köpfmessers, wie sie in der Größenordnung von Kameraverschlüssen liegen, erfordern eine Fremdsteuerung; die Trägheit der bewegten Teile des Köpfapparates allein reicht zum Senken des Messers nicht aus. Erwünscht wäre auch aus dieser Perspektive deshalb eine Steigerung der Keimfähigkeit des Monogermsaatgutes selbst, so daß eine Ablage auf größeren Endabstand möglich wäre.

In der Erntetechnik zielt die weitere Entwicklung in der BRD auf eine Steigerung der Leistung der verschiedenen Ernteverfahren (Übersicht 1) ab. Das läßt sich erreichen durch eine Erhöhung der Köpfgeschwindigkeit und damit höhere Fahrgeschwindigkeiten; den Einsatz mehrreihiger Bunkerköpfroder und den Übergang zu geteilten Ernteverfahren, wie sie in Frankreich, Dänemark und England in großem Umfang seit Jahren praktiziert werden.

<u>Übersicht 1:</u> Verfahren der Zuckerrübenernte ohne Blattbergung (Stand 1972 nach BRINKMANN (18) und KESTEN)

i	Bunkerköpfroder (1phasig)		1phasig)	Köpfen, Roden, Laden
!	1reihig gezogen	2reihig gezogen	_	(3phasig) 6reihig gezogen
Arbeitsgänge	1	1	1	3
Arbeitskräftebedarf	1	1	1	5–6
Schlepperbedarf	1	1		5-6 +
Arbeitszeitbedarf (Akh/ha)	6,4	3,5	2,5	7,0
Tagesleistungen (8 Stunden) (ha) Kampagneleistungen (ha)	1,25 38	2,3 70	3,2 95	6,3 190
Anschaffungspreise (einschl. MWSt.) (DM)	22 000	35 000	90 000	50 000 ++
Anschaffungspreise je ha Kampagneleistung (DM)	580	500	950	260
Kapitalbedarf je Reihe (DM)	22 000	17500	30 000	8 300
Bunkerinhalt (t/Reihe)	2-2,5	2,25	1,5	-
Bunkerinhalt reicht für eine Reihenlänge von (m)	800 <b>-</b> 1 000	900	600	Längsschwadablage, dann Laden u. Abfuhr
Gewicht der Maschine (t) bei vollem Rübenbunker	5	7,5	11	-

<sup>&</sup>lt;sup>+|</sup> mit zwei Einachskippern, <sup>++</sup> einschl. zwei Einachskipper u. Sonderbereifung f. Schlepper

#### 7 Technik im Kartoffelbau

Angesichts stark zurückgehender Anbauflächen und eines hohen Preisdruckes hat die Mechanisierung des Kartoffelbaues einen hohen Stand der Technik erreicht. Besondere Kennzeichen der jüngsten Entwicklung sind bei den Legemaschinen der Ersatz des Fehlstellenausgleiches durch einfache, funktionssichere Schöpfsysteme und die mechanische Pflanzgutbeschickung aus Großbehältern; bei den Erntemaschinen sind das weitere Vordringen des Bunkerroders, die Entwicklung zweireihiger Roder mit einem Rollboden-Großbunker von etwa 3 t Fassungsvermö-

gen und die Einführung geteilter Emteverfahren in der BRD zu nennen (19, 20). Erste Versuche mit Maschinensätzen für das geteilte Kartoffelernteverfahren liegen bereits etwa 10 Jahre zurück (21, 22). Mit dieser Entwicklung im großen ging im Detail eine stetige Verbesserung der Funktion und Haltbarkeit der Arbeitsorgane einher. Besondere Bemühungen galten der Verminderung der Beschädigung der Kartoffel beim Erntevorgang; durch eine Verminderung der Zahl von Fallstufen, kleinere Fallstufenhöhen zwischen den Arbeitsorganen und besondere Polsterung der Arbeitswerkzeuge konnten ansehnliche Erfolge erzielt werden.

Schwieriger zu lösenden Problemen der Siebtechnik und der Trennung von Kartoffeln, Kluten und Steinen kommt die Konzentration des Kartoffelanbaues auf leicht absiebbaren und steinarmen Böden entgegen.

Die weitere Entwicklung wird zunächst, wie auch bei den anderen Arbeitsmaschinen, unter dem Zwang der Leistungssteigerung stehen. Die auf der DLG-Ausstellung in Hannover gezeigten neuen Großmaschinen und Maschinensätze für geteilte Ernteverfahren mögen das belegen.

Das in den USA in den wärmeren Anbaugebieten entwickelte getrennte Verfahren des Rodens und Aufnehmens hatte vorrangig die Verbesserung der Erntequalität zum Ziel; das Abtrocknen und Erwärmen der Kartoffel zwischen Roden und Aufnahme festigt die Schale und macht sie widerstandsfähiger gegen Beschädigungen.

Für unsere Bedingungen steht ferner das Gewinnen einer hellen, trockenen und direkt lagerfähigen Ware im Vordergrund. Heute dient das geteilte Ernteverfahren immer mehr auch der Steigerung der Flächenleistung, die unter günstigen Klimaverhältnissen ein Mehrfaches der Flächenleistung derzeit üblicher Bunkerrodeverfahren betragen kann (Übersicht 2).

<u>Übersicht 2:</u> Verfahren der Kartoffelernte
(Daten nach SPECHT, KTBL-Versuchsstation Dethlingen)

	Sammelernte einreihig leicht mittel schwer		zweireihig	geteiltes <sup>+</sup> Ernteverfahren	
Arbeitskräfte-Bedarf	3	3	3	3	4
Schlepper-Bedarf	1	1	1	1	2
Flächenleistung <u>ha</u> 8h	0,8	1,1	1,5	2,0	ca. 1
Bunker-Fassungsvermögen dt	8	12	15 20 ++	30	<b>-</b> ,
Maschinen-Gewicht dt	15	20-25	25-30	25-35	15
Schlepper PS	20	30-40	40-50	50-60	30-35
Kampagneleistung ha	15	25	35	40	ca. 25
Anschaffungspreis DM	10 000	14000	18000	18 000 - 28 000	Roder 3000 Sammler 12000
Anschaffungspreis je ha Kampagneleistung DM/ha	670	560	515	450-700	ca. 600

<sup>+</sup> Daten des Maschinensatzes der Firma Kuxmann, DLG-Ausstellung 1972; die Bergeleistung des geteilten Verfahrens in den USA liegt bei ca. 10 ha/8 h

Daneben werden die weitere Verbesserung der einzelnen Arbeitsorgane und eine umfassendere Regelung und Automatisierung zur Leistungssteigerung und Verminderung der Beschädigungen beitragen.

#### 10 Konservierungstechnik pflanzlicher Produkte

#### 10.1 Trocknung

Die Konservierung von Getreide durch die Trocknung bereitet keine Schwierigkeiten mehr. Auch hier zeichnet sich der Trend zu immer größeren Trocknungsleistungen ab. Wärmeleistungen von 1,5 Mill. Kcal/h werden in fahrbaren Trocknungsanlagen installiert; dies auch im Hinblick auf die Trocknung von Körnermais, der in der BRD mit 35 bis 50 % Feuchtegehalt der Körner geerntet werden muß. Hochleistungstrockner für Körnermais wenden das Gleichstromprinzip an (23), das die Anwendung hoher Eingangstemperaturen von etwa 200 °C erlaubt. Die Trocknung frostgeschädigter Körner – die Ernte läßt sich häufig nicht vor Frosteintritt abschließen – bereitet hinsichtlich der Qualität noch besondere Schwierigkeiten. Die weitere Entwicklung wird eine sichere, schädigungsarme, dabei aber leistungsfähige Trocknung des feuchten Körnermaises zum Ziel haben.

#### 10.2 Kühlung

Die Kühlung hat auch bei den landwirtschaftlichen Massenprodukten wie Getreide, Kartoffeln und Zuckerrüben in gewissem Umfang Anwendung gefunden (24). Die Anwendung geringer Kältegrade wurde besonders bei der Zwischenlagerung von Getreide und Kartoffeln mit Erfolg praktiziert. Auch bei der Zuckerrübenlagerung vermeidet die Absenkung der Temperaturen auf geringe Kältegrade bedeutende Zuckerverluste (25). Eine Zwischenlagerung wird durch den zeitlich gedrängten Anfall der pflanzlichen Ernteprodukte notwendig, soll die Durchsatzleistung der nachfolgenden Verarbeitungseinrichtungen in wirtschaftlichen Grenzen bleiben. Die Kühlkonservierung von Getreide, bei der bereits Tagesleistungen von 170 t erreicht werden, und mit der durchweg gute Erfahrungen gemacht wurden, wird sich in den Gebieten, in denen das Getreide – besonders Körnermais – mit einem hohen Feuchtegehalt erdroschen werden muß, weiterverbreiten. Geschlossene Kühlräume für die Kartoffel sind bisher nur in geringem Umfang und vorwiegend für die Saatzucht erstellt worden. Die Lagerung von Speisekartoffeln erscheint ohne Kühlung möglich zu sein. Dagegen verlangt die Verwertung von Kartoffeln für bestimmte Edelprodukte eine ganz besondere Temperaturführung, bei der auch Kühlzeiten zwischengeschaltet sein können; mit der zunehmenden Verarbeitung von Kartoffeln zu Edelprodukten dürfte die Kühlung auch hier einen größeren Umfang einnehmen.

#### 10.3 Konservierung mit chemischen Mitteln

Die Konservierung von Getreide und Körnermais mit Propionsäure hat sich in der Praxis bereits bewährt (26). Propionsäure wirkt fungizid, bakterizid und enzymhemmend. Nicht zugelassen für die Behandlung mit Propionsäure sind Brotgetreide, Saatgetreide und Braugerste. Im landwirtschaftlichen Betrieb kommt dieses Verfahren daher vorerst nur für die Konservierung von Futtergetreide in Betracht.

Die Verfahrenskosten liegen niedriger als bei der Satztrocknung und unterschreiten die Kosten für die Lagerung unter luftdichtem Abschluß erheblich.

Nachdem es in den letzten Jahren gelungen ist, korrosionsbeständige, gleichmäßig applizierende Dosiereinrichtungen zu entwickeln, wird die Konservierung mit Propionsäure sich in den nächsten Jahren stark ausbreiten.

#### 11 Technischer Fortschritt, Betriebsgröße und -struktur

Unter dem Kostendruck in der Landwirtschaft und dem harten Wettbewerb der Landmaschinen-Industrie ist die landtechnische Entwicklung in den letzten Jahren stärker in Bewegung geraten, als zu erwarten war. Sie stieß in kurzer Zeit in die großen PS-Klassen der Ackerschlepper und die Bereiche hoher Durchsatzleistungen der Mähdrescher und der anderen Erntemaschinen vor. Neue Technologien wurden erprobt und vorgestellt, wie in der Bodenbearbeitung mit den vorstehend beschriebenen neuen Bestell- und Sätechniken. Die Verfeinerung der Technik, die verstärkte Anwendung von Steuerungs- und Regelungseinrichtungen und die Automation sind in allen Bereichen der Außenwirtschaft und der Konservierung als Kennzeichen eines hohen technischen Entwicklungs- und Fertigungsstandes anzutreffen. Die moderne Agrartechnik zeichnet sich ferner durch einen größeren Komfort und eine vereinfachte Bedienung aus. Schon die bisherigen Fortschritte der jüngsten agrartechnischen Entwicklungen erfordern mehr technisches Verständnis des Betriebsleiters, erzwingen größere zusammenliegende Flächen und eine vereinfachte Betriebsorganisation. Die leistungsfähigen Großmaschinen verändern nicht nur die Betriebs- sondern auch die Landschaftsstruktur der BRD. Es zeigt sich indes, daß allein der verfügbare technische Fortschritt vielfach nicht übernommen und zur Produktivitätssteigerung ausgenutzt werden kann, da in den Betrieben das Kapital und die zusätzliche Fläche fehlen. Man darf auch für die nahe Zukunft begründet vermuten, daß das einzelbetriebliche Wachstum weniger durch den Mangel an fortentwickelten oder neuen Technologien begrenzt sein wird, als vielmehr durch die Möglichkeiten einer wirtschaftlichen Anwendung.

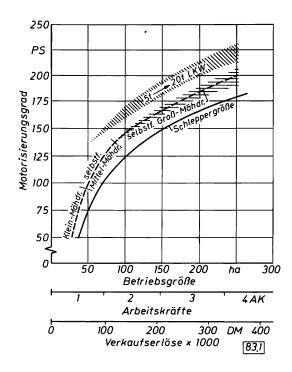
Der überbetriebliche Maschineneinsatz und andere Organisationsformen des technischen Einsatzes lassen die Landwirtschaft schon in ihrer jetzigen Betriebsgrößenstruktur am technischen Fortschritt der jüngsten Zeit partizipieren; auf längere Sicht jedoch werden die Leitmaschinen eines Produktionszweiges so abgestimmt sein, daß sie ausgelastet sind und einen festen Bestandteil dessen bilden. Man muß nämlich davon ausgehen, daß langfristig ein bestimmter Stand der Produktionstechnik eigengesetzlich eine optimale Größe der technologischen Produktionseinheit mit bestimmter eigener Faktorausstattung erzwingt. Agrarpolitische Maßnahmen können dieses Streben zu technologisch optimalen Produktionseinheiten lediglich beschleunigen oder bremsen.

Nach dem derzeitigen Stand der Technik läßt sich im Getreidebaubetrieb und auch im Rüben – Getreidebau eine technologische Produktionseinheit auf 1 AK aufbauen. Es erhebt sich damit die Frage nach der Ausstattung an Maschinen, Geräten und Fläche für eine solche Produktionseinheit mit einer AK in den verschiedenen Produktionszweigen der Außenwirtschaft. Abhängig vom Klima stehen für das Pflügen, die Bestell-, Pflege-, Dünger- und Erntearbeiten bestimmte Zeitspannen zur Verfügung. Mit den derzeit maximalen technischen Leistungen der Maschinen ergibt sich so die notwendige Fläche für einen bestimmten Produktionszweig. Sie liegt im norddeutschen Raum für einen Getreidebaubetrieb mit 1 AK, einem Allradschlepper von etwa 120 PS und einem Mähdrescher von 5 m Schnittbreite bei etwa 100 ha. Den Arbeitsbedarf moderner Verfahren für den Getreideanbau gibt ESTLER (27) mit 14 Akh/ha, für den Körnermaisbau mit 8 Akh/ha und für den Rübenbau mit 19 Akh/ha an. PETERSEN (28) ordnet den Verkaufserlösen des Betriebes die technische Ausstattung an Schlepper-PS und die Größe der Mähdrescher zu. Da die Verkaufserlöse für Getreide flächenabhängig sind, kann damit die Maschinengröße auch in Abhängigkeit von der Betriebsfläche aufgetragen werden.

Man darf die Prognose wagen, daß in der nahen Zukunft das Tempo der technischen Entwicklung anhalten wird, wobei sich der Fortschritt mehr als bisher in verbesserten oder neuen Technologien manifestieren wird und es damit eines intensiveren Zusammenwirkens von Biologen, Ingenieuren und Ökonomen bedarf.

Bild 10: Verknüpfung von Maschinengröße, Zahl der Arbeitskräfte, Betriebsfläche und Verkaufserlös für einen Getreidebaubetrieb

(in Anlehnung an PETERSEN (28))



#### Literatur

- 1 ASCHOFF, V.: Forschung und Fortschrift VDI-Zeitschrift, Bd. 114 (1972) S. 545/549.
- 2 SÖHNE, W.: Versuch einer Prognose der Leistung und Produktion der Ackerschlepper sowie ihrer konstruktiven Weiterentwicklung Grundlagen der Landtechnik 4/1972 (Vorabdruck).
- 3 PETERSEN, R.: Analyse des US-Schleppermarktes Landtechnik, 1972, S. 273/274
- 4 KONONENKO, A. und A. POLYAK: Present and foreseeable trends in the development of tractors, especially high-capacity tractors Working paper Nr. 54, 4 March 1971 of United Nation Economic Social Council.
- 5 SEGLER, G.: Automatisches Pflügen mit einem neuen Gerät Umschau 1964, Nr. 3, S. 83.
- 6 MITTELBACH, B.: Ein automatischer Pflug Landtechnische Forschung, 13 (1963), S. 51/52.
- 7 DOHNE, E.: Fahrzeuge und Lastentransporte in der Landwirtschaft der BRD Bericht des KTBL, Frankfurt (Main), April 1972.
- 8 SEGLER, G.: Entwicklungstendenzen in der landwirtschaftlichen Transporttechnik Grundl. d. Landtechnik, Bd. 22 (1972), S. 97/102.
- 9 MEYER, F.: Die technischen Hilfsmittel zur Düngung Mitteilungen der DLG 1972, S. 734/735.
- 10 GREGOR, E.: Billiger mit NH<sub>3</sub>? Landmaschinenmarkt 1972, Heft 4, S. 18/20.
- 11 KTBL: Flüssige Mineraldüngung ein Erfahrungsbericht Manuskriptdruck 23, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Frankfurt (Main).
- 12 OSTARHILD, H.: Pflanzenschutztechnik und Pflanzenschutzbewußtsein DLG-Mitteilungen 1972, S. 975/976.
- 13 HANUSS, K.: Moderne Tendenzen im Pflanzenschutz DLG-Mitteilungen 1970, S. 189/191.
- 14 KRASNIESCHENKO, L.W.: Stand und Perspektive im Mähdrescherbau Deutsche Agrartechnik 1971, S. 193/196.
- 15 WIENEKE, F. und M. EIMER: Automation am M\u00e4hdrescher DLG-Mitteilungen 1972, S. 470/472.
- 16 CLAESSON, S. u.a.: Skördetröskning Combine Harvesting Jordbrukstekniska Institutet (1972), Meddelande nr. 344.
- 17 BRINKMANN, W.: Hinweise für einen zeitgemäßen Zuckerrübenbau Mitteilungen der DLG, H. 20 (1972), S. 495/497.
- 18 BRINKMANN, W. u. KESTEN: DLG-Merkblatt 98, Arbeitsverfahren der Zuckerrübenernte, 1972, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- 19 SPECHT, H.: Erntemaschinen für Kartoffel Grundl. d. Landtechnik 1972, S. 139/140.
- 20 SCHOLZ, B.: Stand der Technik im Kartoffelbau auf der DLG 72 Landtechnik 1972, S. 302/305.

- 21 BAADER, W.: Das zweigeteilte Kartoffelernteverfahren Landbauforschung Völkenrode 1958, S. 32/34.
- 22 BRENNER, W.G. und K. Grimm: Kartoffelernte im zweigeteilten Verfahren Landtechnische Forschung 1960, S. 70/76.
- 23 MÜHLBAUER, W.; SCHEUERMANN, A.; MAURER, K. und K. BLÜMEL: Trocknen von Kömermais im Gleichstromverfahren mittels hoher Lufttemperaturen Grundl. d. Landtechnik, Bd. 21 (1971), S. 1/5.
- 24 BAUDER, H.J.: Die Kühlkonservierung landwirtschaftlicher Massengüter Grundl. d. Landtechnik, Bd. 19 (1969), S. 129/136.
- 25 BAGERT, K.: Die Belüftung von Zuckerrübenmieten Dissertation Universität Bonn 1960.
- 26 FINK, F.: Die Konservierung von Kornermais und Getreide mit Propionsäure Landtechnik, 13 (1971), S. 334/338.
- 27 ESTLER, M.: Arbeitsverfahren und praktische Anwendung der Minimal-Bodenbearbeitung Der Förderungsdienst, 19. Jg., H. 10 (1971), S. 334/343.
- 28 PETERSEN, R.O.: Strukturbild des Landmaschinenmarktes der BRD Landmaschinenmarkt, 1972, S. 22/23.