

Landtechnik von morgen

Folge

15

Eine Zusammenstellung landtechnischer Fachvorträge, die von Ihren Verfassern auf den Informationstagungen auf Gut Schlüterhof gehalten wurden.

1. Die Zukunft der Landwirtschaft; von Dipl.-Ing. Dr. h. c. Anton Schlüter, Seite 2.
2. Schwerpunkte zukünftiger Leistungssteigerungen in der Landwirtschaft; von Prof. Dr. Heinz-Lothar Wenner, Direktor des Institutes für Landtechnik und Vorstand der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan, Seite 3.
3. Wirtschaftliche Nutzung großer Schlepperleistungen bei der Bodenbearbeitung; von Prof. Dr. Sylvester Rosegger, Direktor des Institutes für Betriebstechnik, Seite 6.
4. Leistungsfähige Zuckerrüben-Ernteverfahren im Vergleich; von Dr. Wolfgang Brinkmann, Direktor des Institutes für Landtechnik, Bonn, Seite 12.
5. Anforderungen von Großmaschinen an Schlaggrößen und Schlagformen; von Dr. Hermann Auernhammer, Institut für Landtechnik, Weihenstephan, Seite 17.
6. Leistungsfähige Verfahren bei der Strohbergung (erste Erfahrungen mit Großballen- und Höchstdruckpressen); von LD Dr. Heinz Schulz, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan, Seite 24.



Herausgegeben von der
MOTORENFABRIK ANTON SCHLÜTER MÜNCHEN · WERK FREISING

Die Zukunft der Landwirtschaft

von Dipl.-Ing. Dr. h. c. Anton Schlüter

In unserer Zeit der schnellen und überraschenden Veränderungen, deren Ursache in der immer enger werdenden politischen und wirtschaftlichen gegenseitigen Abhängigkeit vieler Länder und ganzer Kontinente liegt, sind futuristische Prognosen besonders schwierig. Die zukünftige Entwicklung der Landwirtschaft dagegen ist realistisch überschaubar, nicht nur weil die Menschen aller Völker in gleicher Weise daran interessiert und davon betroffen sind, sondern vor allem weil zwingende, natürliche Veränderungen die Zukunft der Landwirtschaft bestimmen.

Diese Zukunft wird getragen von der Entwicklung des landwirtschaftlichen Marktes selbst und sie wird beeinflusst von den Auswirkungen der gesamtwirtschaftlichen Vorgänge, teilweise auch von den Einwirkungen der Politik. Die Zukunft der Landwirtschaft wird aber auch wesentlich mitbestimmt und unterstützt von den Aktivitäten der Partner in der Wissenschaft, in der Beratung und in der Industrie. Gesichert aber wird diese Zukunft in erster Linie durch das Können, durch den Mut und mit dem Idealismus der zum ständigen Fortschritt bereiten landwirtschaftlichen Praktiker.

Die weltweite Entwicklung des landwirtschaftlichen Marktes wird vor allem beeinflusst von dem natürlichen Drang der Menschen zur Vermehrung und zum besseren Leben. Welche Gründe es auch immer geben mag, Tatsache ist, der Hunger auf dieser Welt wächst heute noch schneller als die landwirtschaftliche Produktion, und der Nachholbedarf an Qualität in der Ernährung wird von Tag zu Tag größer. Das sind nicht nur die Voraussetzungen für einen auf Generationen unersättlichen Markt für landwirtschaftliche Produkte, sondern es sind auch die Gründe für die von Jahr zu Jahr wachsende Bedeutung und die sich verbessernde Marktstellung der Landwirtschaft. Auch die regionale und die nationale Entwicklung der landwirtschaftlichen Märkte wird davon auf die Dauer nicht unbeeinflusst bleiben und zur zwangsweisen Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion in allen Ländern führen müssen. Es wird in Zukunft für das Leben der Menschen keinen wichtigeren, für die Existenz des Einzelnen keinen sichereren und für die junge Generation keinen schöneren und erfolgreicher Arbeitsplatz geben als in der Landwirtschaft.

Diese Prognose wird in keiner Weise dadurch beeinträchtigt, daß die landwirtschaftliche Produktion bei der weltweiten Versorgung mit Nahrungsmitteln vorerst auf jeden Fall noch zu unterscheiden hat zwischen den landwirtschaftlichen Produkten, die aus Gründen der Organisation leichter verteilt und für alle Lebensgewohnheiten überall angeboten werden können und den übrigen Produkten, deren Bedarf differenzierter und deren Verteilung schwieriger ist. Es ist sicher richtig und wünschenswert, daß jedes Volk auf dieser Welt seine Grundernährung durch eigene Produktion sicherstellt. Wenn aber die praktische Wirklichkeit seit Jahrzehnten mit immer größerer Deutlichkeit zeigt, daß viele Länder und Völker heute und noch auf lange, unabsehbare Zeit nicht in der Lage sind, den steigenden Bedarf an Grundnahrungsmitteln selbst in ausreichender Menge zu produzieren und bereits beinahe eine halbe Milliarde Menschen auf dieser Welt hungert, ohne sich aus eigener Kraft dagegen helfen zu können, dann müssen politische und wirtschaftliche Lösungen

gefunden werden, diesen Bedarf zu decken – unabhängig davon, wo die ausreichende Produktion dafür und wo der tödliche Hunger zu Hause sind – um diesen Menschen das nackte Leben zu erhalten. Warum soll die Sicherstellung der Ernährung in Ländern, deren Menschen aus eigener Produktion nicht satt werden können, dort leichter sein, wo man festes oder flüssiges Gold für das notwendige Getreide anbieten kann, im Gegensatz zu den armen Völkern, die diesen Reichtum an Energie und Rohstoffen nicht besitzen? Es fehlt bestimmt nicht an genügend guter Landtechnik für eine weltweite ausreichende Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse, sondern vielmehr am guten Willen, wenn nicht sogar am Können verantwortlicher Regierungsstellen in vielen Ländern, wenn Jahr für Jahr Millionen Menschen verhungern.

Die Landwirtschaft hat weltweit einen Markt vor sich, dessen Grenzen heute noch gar nicht absehbar sind. Selbstverständlich braucht dieser Markt eine weitschauende Ordnung, manchmal vielleicht sogar zur Wahrung lebenswichtiger Interessen eine lenkende Hand zum allseitigen Nutzen. Dieser Markt bietet dann zwar beinahe alle Voraussetzungen für eine erfolgreiche und gesicherte Zukunft, in der aber trotzdem, wie fast überall auf dieser Welt, nur derjenige sich behaupten wird, der die Zeichen seiner Zeit rechtzeitig erkennt und danach handelt.

Die Auswirkungen der gesamtwirtschaftlichen Marktentwicklung auf die Landwirtschaft beeinflussen die Entscheidungen des landwirtschaftlichen Unternehmers heute viel stärker noch wie früher, weil Inflation und Währungsveränderungen bei dem ständigen Abbau ausgleichender Maßnahmen auch die lebenswichtige landwirtschaftliche Produktion in vollem Umfang und immer stärker belasten. Die Steigerung der Arbeitskosten vor allem wird auf dem landwirtschaftlichen Betrieb in den nächsten Jahren noch größer sein als in der übrigen Wirtschaft. Wo heute noch das Einkommen landwirtschaftlicher Fachkräfte unter Berücksichtigung anderer Vorteile unter dem industriellen Niveau bei vergleichbarer Tätigkeit liegt, wird im Laufe der Zeit zur allgemeinen Einkommensverbesserung noch der Ausgleich zu bisherigen Lohndifferenzen zu Buche schlagen und sich als zusätzliche Kostenerhöhung auswirken. Dazu kommt als Voraussetzung für eine zeitgerechte, moderne Produktionstechnik der steigende Bedarf qualifizierter Fachkräfte, die nicht nur durch einen höheren Lebensstandard, sondern auch noch mit größeren Anforderungen an die Arbeits- und Lebensqualität die Aufwendungen des landwirtschaftlichen Betriebes erhöhen.

Auch die Auswirkungen der Politik auf die Zukunft der Landwirtschaft sollte man trotz des weltweiten, mit Naturgewalten sich entwickelnden landwirtschaftlichen Marktes nicht unterschätzen. Eine vernünftige Agrarpolitik kann schon im regionalen und nationalen Bereich, vor allem aber auch bei der internationalen Zusammenarbeit, viel Gutes tun. Die vielberedeten und für eine zukunftsgerechte, moderne landwirtschaftliche Produktion unerläßlich notwendigen Strukturverbesserungen landwirtschaftlicher Produktionsflächen zur Steigerung von Produktivität und Wirtschaftlichkeit moderner Arbeitsverfahren können allein mit der Bereitschaft landwirtschaftlicher Unternehmer zur Kooperation oder sogar zur Fusion nicht erreicht werden. Der Gesetzgeber muß Voraussetzungen dafür schaffen, daß wenigstens in

den Gebieten, in denen landwirtschaftliche Produktion auch in Zukunft erfolgversprechend ist, Strukturverbesserungen zum Nutzen aller besser als bisher möglich werden. Zur mittel- und langfristigen Strukturplanung für eine produktive Landwirtschaft gehört dabei auch die rechtzeitige Aufteilung der Landschaft in Erholungsräume und in Gebiete, in denen sich landwirtschaftliche Großflächenproduktion ohne einschränkende Maßnahmen ungehindert entwickeln kann. Auf diesem Gebiet könnte noch fruchtbare nationale Agrarpolitik zum gemeinsamen Nutzen von Verbrauchern und Herstellern betrieben werden.

Die Zukunft der Landwirtschaft wird aber auch wesentlich mitbestimmt und gefördert durch eine auf hohem Niveau tätige wissenschaftliche Forschung und Lehre, die heute schon, mit erheblichen Mitteln ausgestattet, nach einem weitschauenden Programm in Milliardenhöhe in den nächsten Jahren erweitert und verbessert wird und ausschließlich für die Zukunft einer modernen Landwirtschaft arbeitet. Es gibt kaum einen Wirtschaftszweig, der von so vielseitigen Beratungsinstitutionen betreut wird wie die Landwirtschaft. Auch das sind Voraussetzungen und Sicherungen für eine erfolgreiche Zukunft.

Besondere Aktivitäten für die Landwirtschaft entwickelt mit weitschauenden Zielvorstellungen in die Zukunft die Landmaschinen- und Schlepperindustrie. Es ist allgemein die Aufgabe der Industrie, mit Hilfe der Technik den Lebensstandard und die Lebensqualität der Menschen zu verbessern. Die Industrie für die Landwirtschaft entwickelt auf diesem Gebiet eine besonders vielseitige Aktivität. Die Landmaschinen- und Schlepperindustrie arbeitet heute mit allen Mitteln der modernen top-Technik und im engsten Kontakt mit der Wissenschaft an der Entwicklung neuer Maschinen und Geräte, mit denen die Produktivität landwirtschaftlicher Arbeit und gleichzeitig die Qualität und Sicherheit des humanen Arbeitsplatzes ein Niveau erreichen sollen, das den höheren Zukunftserwartungen der Landwirtschaft gerecht wird.

Diese moderne Landtechnik von morgen wird für die nächsten Jahre und Jahrzehnte immer stärkere Antriebskräfte in Schleppern und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen anbieten, so daß eines Tages eine Arbeitskraft, je nach Größe und Struktur der landwirtschaftlichen Nutzfläche, mehrere hundert Hektar allein im Jahr bearbeiten kann. Dieses Angebot ist heute schon mit Antriebsleistungen bis 300 PS auf dem Markt und alle Anzeichen deuten darauf hin, daß die obere Grenze bald noch weiter überschritten wird. Eine moderne Landtechnik wird vor allem die Arbeitsplätze auf Schleppern und bei Landmaschinen humanisieren, das heißt mit mehr Sicherheit, mehr Automatik und mit wesentlich mehr Komfort ausstatten, damit die Arbeit auf dem Bauernhof auch rund um die Uhr noch eine echte Freude bleibt.

Die Landtechnik von morgen kennt vor allem nur noch Gerätekombinationen und in zunehmendem Maße selbstfahrende Erntemaschinen, weil die starken Antriebskräfte dafür heute schon kein Problem mehr sind.

Das Motto für die Parade der Landtechnik 1975: „Mehr Freizeit und eine bessere Arbeitsqualität auf dem Bauernhof“ zeigt zugleich die Aufgabe der Landtechnik von morgen für die Zukunft der Landwirtschaft – eine Zukunft, die heute schon begonnen hat.

Schwerpunkte zukünftiger Leistungssteigerungen in der Landtechnik

von Prof. Dr. Heinz-Lothar Wenner, Direktor des Institutes für Landtechnik und Vorstand der Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan

An den Beginn meines Einleitungsreferates möchte ich auch heute zunächst ein herzliches Vergelt's Gott an Sie, lieber Herr Dr. Schlüter und Ihre verehrte Frau Gemahlin, richten, die Sie keine Mühe scheuen, uns wiederum einen Tag der Begegnung und der Aussprache sowie der Information durch Vorträge und Vorführungen zu schenken. Wenn auch die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe erheblich abgenommen hat, so findet die Schlüter-Informationstagung für Praktiker, Berater, Industrie und Wissenschaft immer mehr Zuspruch; denn das Bedürfnis nach eingehender Information durch Wort und Vorführung, wie es auf diesen Schlüter-Tagungen gepflegt wird, scheint nach wie vor sehr groß zu sein. So bedanken wir uns aufrichtig bei Ihnen, lieber Herr Dr. Schlüter, daß Sie uns Jahr für Jahr diese Möglichkeit bieten.

Angesichts der Tatsache, daß eine große Diskrepanz zwischen dem Angebot an sehr leistungsstarker Technik und der breiten Anwendung nur mittlerer Mechanisierungsstufen in der Praxis besteht, erscheint die Frage sehr problematisch, ob überhaupt Leistungssteigerungen für unsere Mechanisierungsverfahren noch weiterhin notwendig sind. Grundsätzlich können jedoch in einem Industrieland wie die Bundesrepublik Deutschland dauerhafte Fortschritte in der Agrarproduktion in erster Linie nur durch weitere Leistungssteigerungen der Mechanisierungsverfahren erzielt werden, und zwar aus folgenden Gründen: Zunächst gilt es nach wie vor, die Arbeitsproduktivität, also den Bearbeitungsumfang je Arbeitskraft, erheblich anzuheben; auch aus Kostengründen erscheint eine weitere Vergrößerung der Maschinenaggregate in der Regel noch sinnvoll zu sein, da bezogen auf eine Bearbeitungseinheit mit Vergrößerung der Maschine der Kapitalbedarf meistens nicht ansteigt, sich jedoch bei der Erhöhung der Lohnkosten eine Verbilligung ergeben kann; besonders aber auch der berechtigte Wunsch der Praxis nach Risikoverminderung und Ertragssicherung trägt dazu bei, eine weitere Leistungssteigerung der Mechanisierungsverfahren anzustreben. Und schließlich verstärkt diesen Trend auch der steigende Wunsch nach besserem Arbeitskomfort in der Landwirtschaft und nach Befreiung von Sonntags- und Feiertagsarbeit.

Allerdings ist die Landtechnik in einigen Teilbereichen sehr einseitig vorgeprellt. Dort, wo die geringsten Widerstände in der Entwicklung der Landtechnik auftraten, konnte die Geräteleistung erheblich gesteigert werden, zum Beispiel durch Verbreiterung der Geräte bzw. Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit. Auf anderen Gebieten wiederum blieb der technische Fortschritt entsprechend zurück, so daß heute teilweise keine Ausgewogenheit bzw. kein Gleichgewicht der Leistungsfähigkeit der Mechanisierungsverfahren innerhalb der Produktionsbereiche vorliegt. Hinzu kommt die Einengung durch die verfügbaren Zeitspannen, die abhängig von Boden, Klima, Betriebsorganisation und anderen Faktoren die Leistungsfähigkeit

der landtechnischen Verfahren erheblich begrenzen. Jedoch nur dann, wenn in allen Phasen der Produktion eine ausgewogene, hohe Leistung der landtechnischen Arbeitsverfahren erreicht wird, kann ein dauerhafter Erfolg gesichert werden.

Um Anhaltspunkte für die Notwendigkeit zukünftiger Entwicklungen ausfindig zu machen, müßten zwangsläufig die verschiedenen landwirtschaftlichen Produktionsbereiche eingehend analysiert werden auf die Frage, welcher Leistungsstand in den einzelnen Phasen und Arbeitsbereichen mit moderner Technik zur Verfügung steht und wo noch Lücken auftreten. Es wäre allerdings unmöglich, in wenigen Zügen die gesamte Landtechnik abzuhandeln, so daß nur einige Schwerpunkte deutlich gemacht werden können, die mit der heutigen Veranstaltung in Verbindung stehen. Im Wintergetreideanbau, den wir zunächst betrachten wollen, ergibt sich dabei folgendes Bild (Bild 1). Die Mechanisierungsverfahren werden in ihrer Leistungsfähigkeit, ausgedrückt durch die zu bearbeitende Fläche in ha je AK, zunächst durch die verfügbaren Zeitspannen begrenzt. Bei der Herbstbestellung wurden in diesem Beispiel 12 Feldarbeitstage angenommen, für die Getreideernte 120 Mähdruschstunden. Innerhalb des Arbeitsblockes „Herbstbestellung“ wird nun bei mittlerer guter Mechanisierungsstufe mit einem 50-PS-Schlepper, Dreischarpflug, 2,5 m Saatbettkombination und 2,5 m Drillmaschine eine Leistungsfähigkeit von etwa 20 ha pro Arbeitskraft erreicht. Bei gleicher mittlerer Mechanisierungsstufe in der Ernte mit einem 2,4 m breit arbeitenden Mähdrescher wird jedoch einschließlich Körnerabfuhr mit gut 50 ha je AK fast die doppelte Leistungsfähigkeit erzielt. Nur dann, wenn bei der Herbstbestellung eine sehr hohe Mechanisierungsstufe mit 150-PS-Schlepper, Fünfscharpflug und entsprechend großen Saatbettkombinationen und Drillmaschinen zum Einsatz gelangt, ergibt sich ein gewisses Leistungsgleichgewicht zur Ernte mit dem 2,4 m breiten Mähdrescher. Da jedoch inzwischen die Erntemechanisierung mit sehr großen Mähdreschern – im Beispiel wurde ein 6 m breiter Mähdrescher unterstellt – sehr weit vorgeprellt ist, ergibt sich nunmehr wiederum ein erheblicher Engpaß für die Arbeitsgänge der Herbstbestellung. Lediglich dann, wenn der Mähdrusch mit einem Großmähdrescher im Lohnverfahren durchgeführt wird, kann eigenbetrieblich der Abtransport und die Einlagerung der Körnerernte bewältigt werden. Als wesentlicher Engpaß bei der Herbstbestellung wird die zu geringe Leistungsfähigkeit unserer Bodenbearbeitungsverfahren deutlich, besonders für den Arbeitsgang des Pflügens, so daß hier auch in Zukunft Leistungssteigerungen dringend erforderlich sind. Aus diesem Grunde wird Herr Professor Dr. Rosegger aus Braunschweig-Völkenrode über den Einsatz großer Schlepperleistungen bei der Bodenbearbeitung referieren. Und schließlich sei auch die Strohernte in diese Betrachtung mit einbezogen. Die Leistungsfähigkeit der bisherigen Sammelpresse und die zugehörige Strohabfuhr dürften sicherlich in Zukunft nicht mehr befriedigen; Großballenpressen mit zugehörigen größeren Transporteinheiten können hier einen erheblichen Fortschritt bringen. So wird Herr Dr. Schulz über leistungsfähige Verfahren und Verbesserungen in der Strohbergung sprechen.

Da es weiterhin kaum möglich ist, sämtliche landwirtschaftliche Produktionszweige zu behandeln, muß auf eine vereinfachte Darstellung der Probleme zurückgegriffen werden. Dabei sollen lediglich die Prozentanteile der einzelnen Arbeitsbereiche am Gesamtarbeitszeitbedarf der verschiedenen Betriebszweige deutlich gemacht wer-

Arbeitsvolumen im Getreidebau (W.-Getreide) bei unterschiedl. Arbeitsverfahren

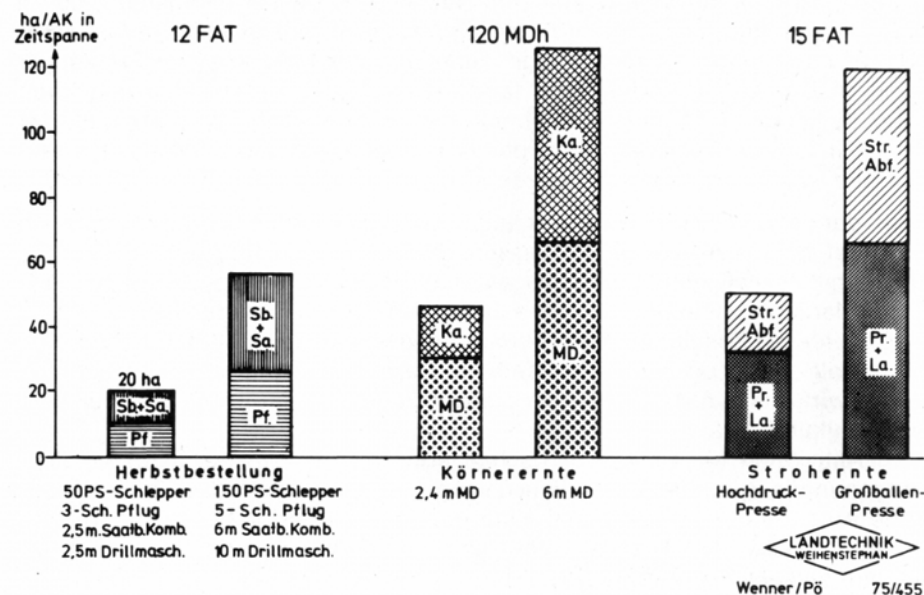


Bild 1

Anteile der versch. Arbeitsbereiche am Gesamtarbeitszeitbedarf bei hochmechanisierten Arbeitsverfahren

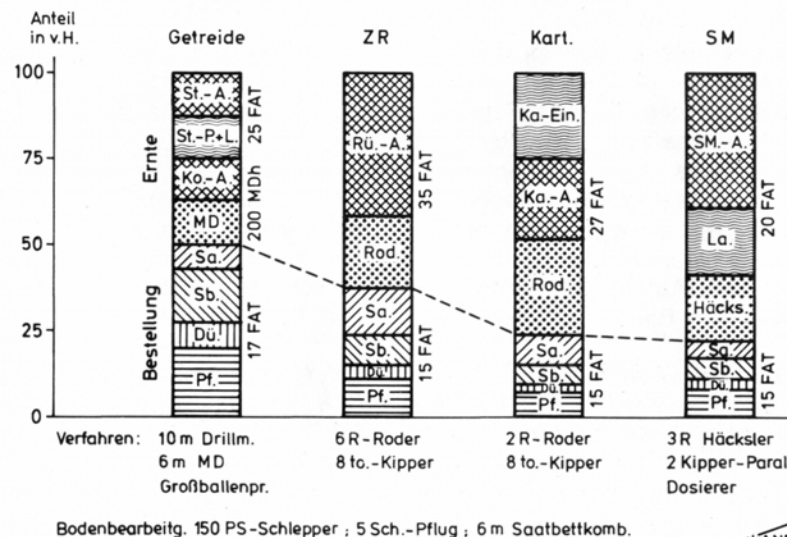


Bild 2

den (Bild 2). Im Getreideanbau zeigt sich nochmals deutlich der sehr hohe Anteil für die Bodenbearbeitung während der Herbstbestellung. Im Zuckerrübenanbau tritt demgegenüber vor allem dann, wenn der vereinzelungslose Anbau durchgeführt wird, bei der Bodenbearbeitung und Bestellung kein Engpaß mehr auf. Jedoch wird die Zuckerrübenenernte zunächst durch den großen Anteil für die Rodearbeiten belastet. Einreihige Bunkerköpfröder dürften jedoch für größere Betriebe mit hohen Leistungsansprüchen vielfach nicht mehr ausreichen. Daher wird die Frage besonders aktuell, welche Verfahrenslösungen in der Ernte erstrebenswert sind, ob mehrreihige Bunkerköpfröder oder geteilte mehrreihige Verfahren anzustreben sind. Hierüber wird Prof. Dr. Brinkmann aus Bonn Auskunft geben. In der Zuckerrübenenernte treten jedoch schwerwiegende Transportprobleme auf, besonders wenn die höchste Mechanisierungsstufe mit einem 6reihigen Roder angewandt wird. Die Rübenabfuhr beansprucht dann etwa 40 % des Gesamtzeitbedarfes des Rübenanbaues selbst beim Einsatz von Fahrzeugen mit 8 t Nutzlast. Hier sind leistungsfähigere Transportverfahren dringend notwendig! Ähnliches gilt für den Kartoffelanbau, wenn in der Ernte 2reihige Roder eingesetzt werden; allerdings kommt hier als begrenzender Faktor die in der Regel zu geringe Annahme- und Einlagerungsleistung hinzu. Ebenfalls kann die Futterernte, wie am Beispiel des Silomaisanbaues deutlich gemacht ist, durch zu geringe Transportkapazitäten und Einlagerungsleistungen verlangsamt werden. Wenn ein 3reihiger Silomaishäcksler zum Einsatz gelangt, nehmen der Ladevorgang im Parallelverfahren und die Silomaisabfuhr mehr als 50 % des Gesamtzeitbedarfes für den Silomaisanbau ein.

Bei diesen Gegenüberstellungen wurden für den Einsatz der Großmaschinen und der großen Erntesysteme günstige Bedingungen unterstellt. Erhebliche Abstriche in der Leistungsfähigkeit sind jedoch notwendig, wenn Feldgrößen und Schlaglängen zu gering sind. Aus diesem Grund ist ein gesondertes Referat von Herrn Dr. Auernhammer vorgesehen über die Frage, welche Schlaggrößen überhaupt in Zukunft bei Großmaschinen erforderlich werden.

Da die Transporttechnik einen bedeutenden Schwerpunkt bei der heutigen Vorführung darstellt, sollen 2 Beispiele die Gedanken über die Anforderungen an die notwendige Transportleistung vertiefen. In der Getreideernte gehen mit steigenden Leistungen der Mähdröser auch steigende Anforderungen an die Transportleistung Hand in Hand (Bild 3). Wird ein Standwagen am Feldende abgestellt und der gleichzeitige Abtransport während des Mähdrusches bewerkstelligt, dann genügt bei nur geringer Mähdruschleistung von 0,2 ha je Stunde eine Transporteinheit mit 4 t Nutzmasse, um das Abfahren bei durchschnittlich 12 km/h Transportgeschwindigkeit zu besorgen, selbst bei Entfernungen bis 3 km und mehr. Der Einfluß der Entfernung ist in diesem Beispiel deswegen so bedeutungslos, weil für die Annahmleistung auf dem Hof die Gebläseförderungen mit nur 3 t Förderleistung je Stunde unterstellt wurde. Bei einem 2,4 m breiten Mähdröser würde ein Fahrzeug mit 6 t Nutzmasse genügen, wenn die Einlagerungsleistung mit Hilfe einer Körnerschnecke 10 t/h beträgt; oder aber es werden 2 Fahrzeuge gleichzeitig mit je 4 t Nutzmasse eingesetzt. Bei einem 3 m breit arbeitenden Selbstfahrmähdröser genügt ein Transportfahrzeug mit 6 t Nutzmasse bis 1 km Feldentfernung, darüber hinaus wird ein Fahrzeug mit 8 t Nutzmasse und einer Einlagerungsleistung von 12 t zu Std. mit Elevator erforderlich, oder aber 2 Transporteinheiten mit je 6 t Nutzmasse.

Notwendige Transportleistung beim Mähdrusch

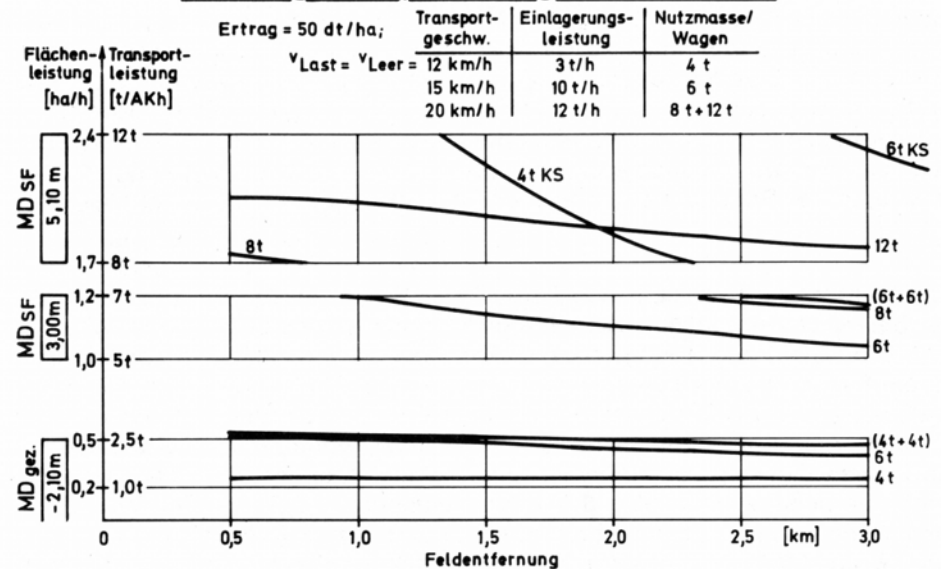


Bild 3

Wenner/Au. Pö 75/448

Erforderliche Transportleistung bei der Zuckerrübenenernte

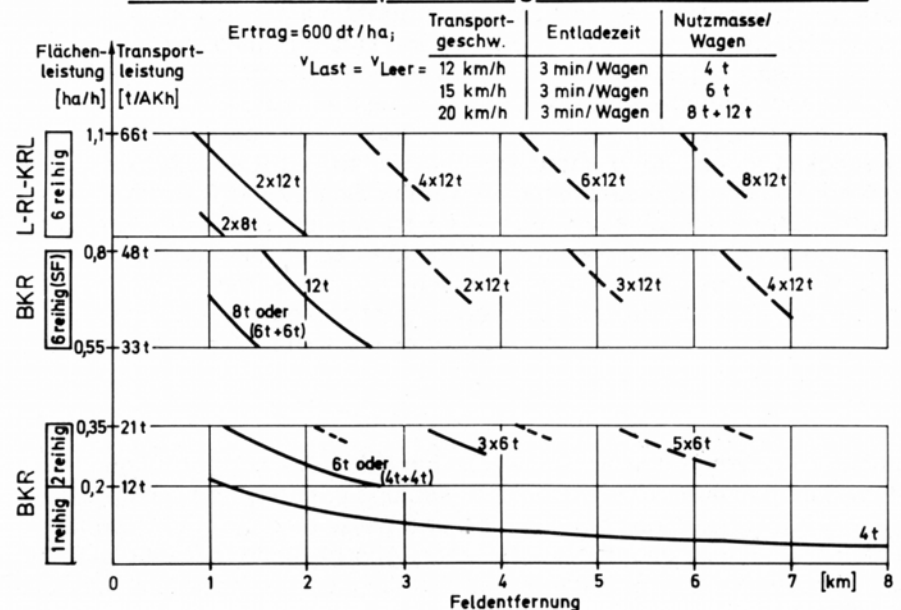


Bild 4

Wenner/Au/Rei Pö 75/447

Bei Großmähreschern wird ein Gleichgewicht der Ernteleistung und der Transportleistung durch Fahrzeuge mit 8 bis 12 t Nutzmasse erreicht, oder aber die Entleerung für die Einlagerung muß schneller erfolgen; denn bei Schnellentleerung in den Körnersumpf würde bis zu einer Feldentfernung von 1,3 km sogar ein Fahrzeug mit 4 t Nutzmasse genügen, bei größeren Feldentfernungen wären jeweils 6 t Fassungsvermögen erforderlich. Als Folgerung aus diesen Zusammenhängen ergibt sich, daß beim Mähdrusch, auch wenn er überbetrieblich mit Großaggregaten durchgeführt wird, in der Regel die betrieblich vorhandene Transportkapazität ausreicht.

Wesentlich schwieriger werden jedoch die Verhältnisse in der Zuckerrübenerte (Bild 4). Bei einem einreihigen Bunkerköpfröder mit einer Leistung von 0,2 ha/h und 12 t Ernteleistung/h genügt neben dem Standwagen bis zu 1 km Feldentfernung ein Fahrzeug mit 4 t Nutzmasse, bis zu 2,5 km Feldentfernung ein Zug mit 2 Fahrzeugen à je 4 t Nutzmasse. Der 2reihige Bunkerköpfröder verlangt je 1 km Transportentfernung eine Einheit mit 6 t Nutzmasse, wenn eine durchschnittliche Transportgeschwindigkeit von 15 km je Stunde eingehalten werden kann. Bei 5 km Transportentfernung werden also 5 Transporteinheiten mit je 6 t Nutzmasse erforderlich. Sehr leistungsfähige Erntegeräte verlangen nun wesentlich höhere Anforderungen an die Transportleistungen. Ein 6reihiger Bunkerköpfröder benötigt neben genügenden Standwagen je 1,5 km Feldentfernung eine Transporteinheit mit 12 t Nutzmasse; bei 5 km Entfernung werden also 3 Transporteinheiten zusätzlich notwendig. 6reihig arbeitende Lader, Rodelader bzw. Köpfrodelader erreichen Leistungen von 1,1 ha/h mit Anforderungen an die Transportleistung von 66 t/h. Wenn hierbei im Parallelverfahren vom Ladegerät direkt auf das Transportfahrzeug überladen wird, sind bereits bei 1 km Entfernung und kurzer Entladezeit 2 Anhänger mit je 12 t Nutzmasse ausgelastet; mit je 1 km weiterer Entfernung wird zusätzlich eine gleiche Transporteinheit erforderlich, das sind bei 5 km bereits 7 Schlepper mit je einem Anhänger von 12 t Nutzmasse! Dabei wurde eine hohe durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h unterstellt, die vielfach nicht einzuhalten ist, so daß noch weitere Transporteinheiten benötigt werden. Solch hohe Transportleistungen lassen sich eigenbetrieblich kaum realisieren, so daß hier in der Regel nur eine Zwischenlagerung mit allen ihren Nachteilen durchführbar ist. Dieses Beispiel zeigt eindringlich, daß einseitige Leistungssteigerungen zu großen Schwierigkeiten führen können, daß also bei Weiterentwicklungen in der Landtechnik auch die Ausgewogenheit der Leistungsfähigkeit in den Produktionsbereichen angestrebt werden muß.

Zur Unterstützung der Vormittagsreferate sollen am Nachmittag Vorführungen stattfinden, und zwar über neuartige Großballenpressen und über leistungsfähige Transportsysteme. Wir hoffen sehr, daß auf diese Art und Weise eine gezielte Information über diese neuen Techniken geboten werden kann. Abschließend verbleibt lediglich der Wunsch, daß die heutige Schlüter-Informationstagung für jeden von uns ein Gewinn sein möge.

Wirtschaftliche Nutzung großer Schlepperleistung bei der Bodenbearbeitung

von Prof. Dr. agr. Sylvester Rosegger, Direktor des Institutes für Betriebstechnik der FAL, Braunschweig-Völkenrode

unter Mitarbeit von Dr. agr. Hans-Christian Olfe, Ing. agr. (grad.) Fritz-Peter Sörge und Dr.-Ing. Heinrich Steinkampf

1. Einleitung

Der derzeitige Stand in der Bodenproduktion ist gekennzeichnet durch ein relativ hohes Ertragsniveau und durch hochmechanisierte, arbeitssparende Verfahren für die wichtigsten Kulturen. Dies wurde u. a. durch neue Entwicklungen der Landmaschinen- und Schleppertechnik ermöglicht.

Im Mittelpunkt der Verbesserung von Arbeitsverfahren in der Feldwirtschaft steht der leistungsstarke Schlepper. Die Möglichkeiten und Grenzen seiner Weiterentwicklung haben SÖHNE (4) und WENNER (5) auf vorangegangenen Informationstagen umfassend dargestellt. Stärker als bisher werden die Forderungen nach einer menschengerechteren Gestaltung des Arbeitsplatzes für den Schlepperfahrer und der wirtschaftliche Einsatz der Maschinen bei der technischen Weiterentwicklung berücksichtigt.

Die Steigerung der Arbeitsproduktivität und die damit verbundene Zunahme der Flächenleistung mit Hilfe steigender Motorleistung beantwortet nicht die Frage nach dem wirtschaftlichen Einsatz leistungsstarker Schlepper. Er wird durch eine Vielfalt technischer, arbeitswirtschaftlicher und ökonomischer Faktoren beeinflusst. Diese können nur betriebsspezifisch Berücksichtigung finden.

In diesem Beitrag wird der Einsatz von Schleppern zwischen 55,2 kW (75 PS) und 220,6 kW (300 PS) für die Bodenbearbeitung zum Getreideanbau bei vorgegebener jährlicher Einsatzzeit, losgelöst vom Einzelbetrieb, betrachtet. Dabei werden nur die wesentlichsten Faktoren, die auf die Wirtschaftlichkeit einen Einfluß haben, diskutiert:

- Umwandlung der Motorleistung in Zug- und Zapfwellenleistung
- Flächenleistung verschiedener Geräte auf unterschiedlichen Böden
- Kosten des Schlepper- und Maschineneinsatzes

2. Umwandlung der Motorleistung in Zug- und Zapfwellenleistung

Bei der Bodenbearbeitung werden überwiegend noch gezogene Geräte benutzt, deren spezifischer Leistungsbedarf sehr hoch ist. Aus diesem Grund sind leistungsstarke Schlepper, die hauptsächlich zur Bodenbearbeitung eingesetzt werden, als Zugschlepper konzipiert, mit der zusätzlichen Möglichkeit, die Leistung über die Zapfwelle abzugeben.

Ein Zugschlepper soll hohe Zugkräfte übertragen. Die Zugkraft wird vom Betriebsgewicht des Schleppers wie auch von den Betriebseigenschaften seiner Triebäder bestimmt. Bekanntlich werden die Schlepper mit zunehmender Motorleistung spezifisch leichter, **Bild 1**.

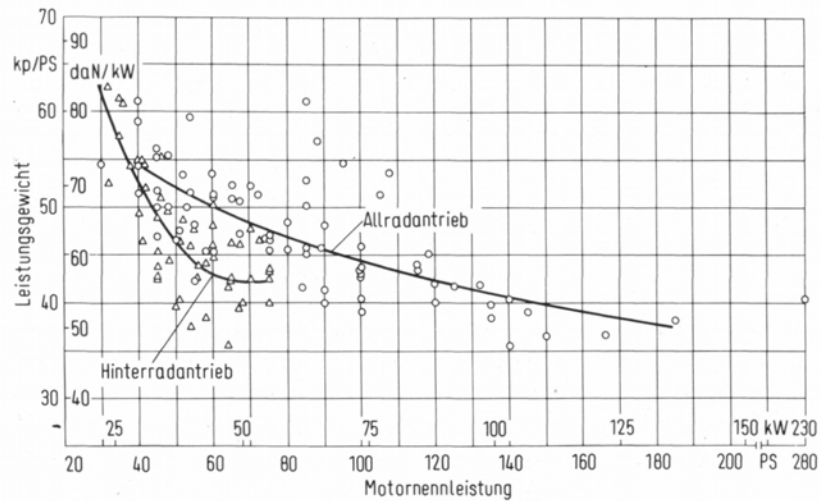


Bild 1: Spezifisches Leistungsgewicht von Ackerschleppern

Leistungsstarke Schlepper können deshalb, bezogen auf die Motorleistung, weniger ziehen. Die Konsequenz aus dem abnehmenden Leistungsgewicht ist der Allradantrieb, um so das gesamte Schleppergewicht zur Zugkraftübertragung auszunutzen.

Mit zunehmender Frontradgröße wird der Wenderadius der Schlepper wegen des abnehmenden Lenkeinschlages größer. Um unzumutbare Wenderadien zu vermeiden, werden Schlepper mit vier großen Rädern gleichen Durchmessers entweder knickgelenkt oder allradgelenkt. Dabei ist die Knicklenkung die konstruktiv einfachere Lösung, bringt jedoch andererseits Probleme bei der Geräteführung an der Dreipunkthydraulik wie auch bei Straßenfahrt im Bereich höherer Geschwindigkeiten mit sich.

Von Bedeutung ist die Abhängigkeit der Betriebseigenschaften der AS-Triebrreifen – das Verhältnis von Ausgangsleistung zu Eingangsleistung am Einzelrad – hat ein ausgesprochenes Maximum und kennzeichnet damit einen optimalen Bereich, in dem bei Dauerzugarbeiten gefahren werden sollte, **Bild 2**. Der Triebkraftbeiwert gibt an, wieviel Prozent der Radlast als Triebkraft übertragen werden kann. Mit zunehmendem Schlupf wird der Triebkraftzuwachs geringer. Wird bei Schlupfwerten rechts vom optimalen Bereich gearbeitet, so können zwar größere Triebkräfte übertragen werden, der Wirkungsgrad sinkt jedoch, d. h. bei konstanter Eingangsleistung wird die Ausgangsleistung am Rad geringer. Ein Arbeiten bei optimalem Wirkungsgrad erfordert ein ausgewogenes Verhältnis von Triebkraft zu Radlast und – auf den Schlepper übertragen – von Zugkraft zu Betriebsgewicht.

Berücksichtigt man am Schlepper außer den Laufwerkverlusten die Getriebeverluste und eine Leistungsreserve des Motors zum Abfangen von Spitzenbelastungen, so muß damit gerechnet werden, daß nur 50 % der Motornennleistung und weniger am Gerät zur Verfügung steht. Da die Laufwerkverluste den höchsten Anteil an den Gesamtverlusten haben, sollte jede Möglichkeit ausgeschöpft werden, die hohen Verluste zwischen Reifen und Fahrbahn zu verringern.

Die Betriebseigenschaften von AS-Triebrreifen auf gut befahrbaren Böden sind um so besser

- je höher der Tonanteil des Bodens, d.h. je schwerer der Boden
- je besser befahrbar der Boden
- je niedriger der Reifeninnendruck
- je höher die Radlast bei gleicher Reifengröße
- je größer das Verhältnis von Durchmesser zu Breite und
- je geringer die Fahrgeschwindigkeit auf Böden mit lockerer Oberfläche ist.

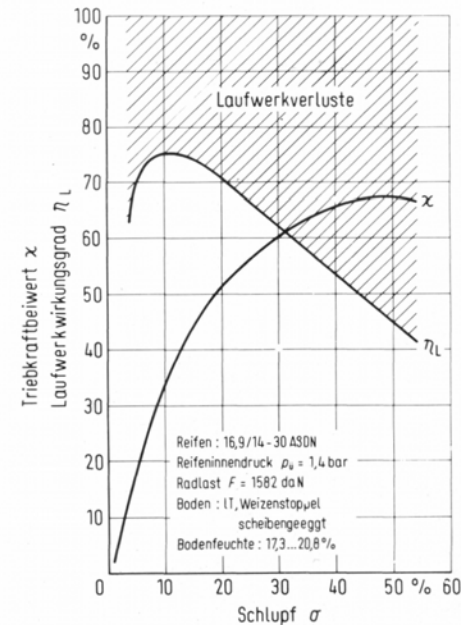


Bild 2: Verlauf des Triebkraftbeiwertes und des Laufwerkwirkungsgrades eines AS-Triebrreifens in Abhängigkeit vom Schlupf

Bessere Betriebseigenschaften ergeben sich weiterhin

- bei Radialreifen (Gürtelreifen) im Vergleich zu Diagonalreifen
- bei Hochstollenreifen auf schmierendem, nachgiebigen Boden im Vergleich zu Reifen mit normal hohem Profil
- beim Fahren in der Furche im Vergleich zum Fahren außerhalb der Furche
- beim zweiten Überrollen einer vorverfestigten Spur.

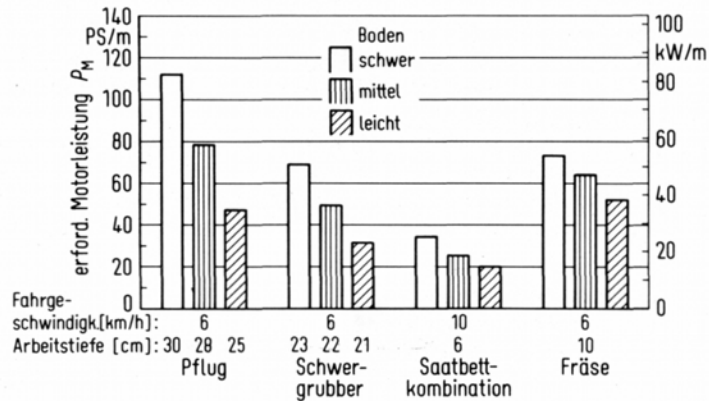


Bild 3: Erforderliche Motorleistung je m Arbeitsbreite für den Antrieb verschiedener Geräte

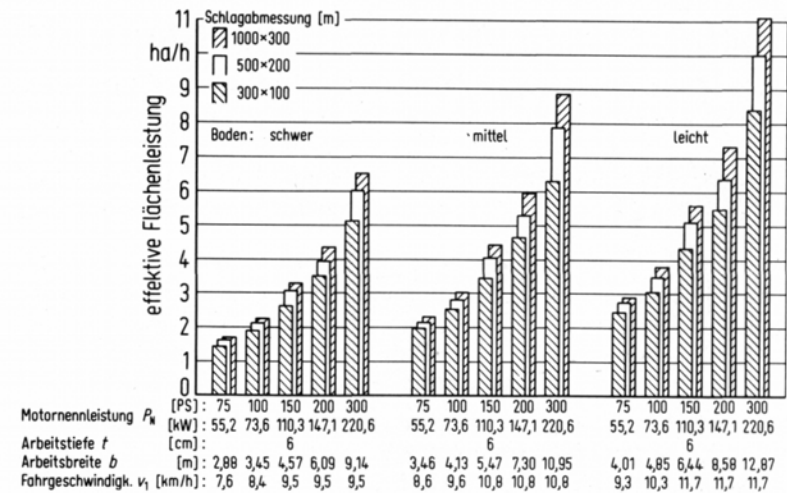


Bild 5: Schlepperspezifische Flächenleistung mit einer Saatbettkombination

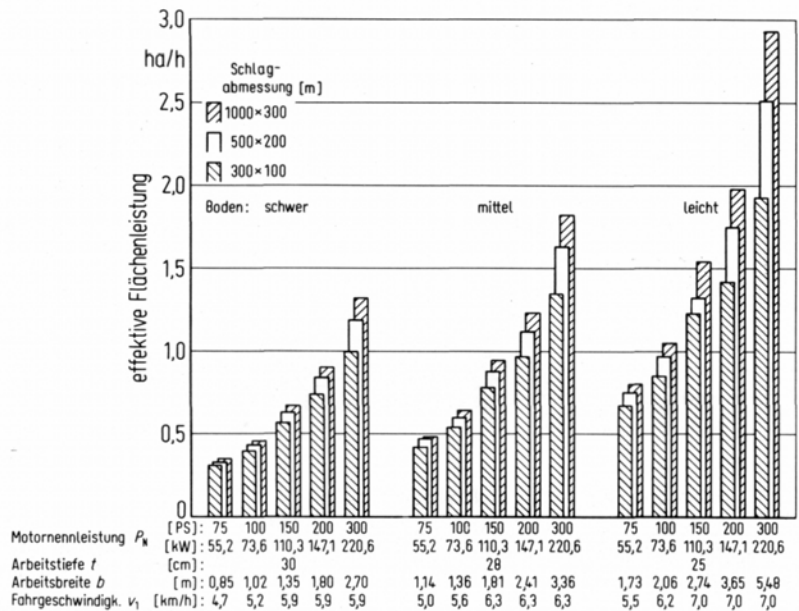


Bild 4: Schlepperspezifische Flächenleistung mit einem Volldrehpflug

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, daß auch das Spurhalten außerhalb der Furche nicht ganz problemlos ist.

Grundsätzlich ist anzustreben, eine optimale Leistungsübertragung mit einer hohen Schlagkraft und Arbeitsqualität zu verbinden, weil diese Faktoren einen entscheidenden Einfluß auf den wirtschaftlichen Einsatz von Schleppern haben (2). Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an den Schlepperfahrer.

Beim Antrieb von zapfwellengetriebenen Geräten treten im Gegensatz zur Zugkraftübertragung geringere Verluste auf. Die geringeren Leistungsverluste sprechen aus technischer Sicht zugunsten von zapfwellengetriebenen Geräten. Des weiteren sind zur Erzielung eines guten Bearbeitungseffektes bei zapfwellengetriebenen Geräten im Gegensatz zu gezogenen Geräten keine hohen Fahrgeschwindigkeiten erforderlich. Der Trend zu geringeren Leistungsgewichten führt zwangsläufig zum verstärkten Einsatz von zapfwellengetriebenen Geräten.

Der erforderliche Motorleistungsbedarf je m Arbeitsbreite für Pflügen, Saatbettbereiten, Schwergrubbern und Fräsen auf schweren, mittleren und leichten Böden geht aus Bild 3 hervor.

3. Flächenleistung verschiedener Geräte auf unterschiedlichen Böden

Die Ermittlung des wirtschaftlichen Einsatzes leistungsstarker Schlepper erfordert u. a. die Berechnung der Flächenleistung. Aus der Vielzahl von Bodenbearbeitungsgeräten wurden der Pflug, der Schwergrubber, die Saatbettkombination und die Fräse ausgewählt und jeweils einem Schlepper von 55,2 kW (75 PS), 73,6 kW

(100 PS), 110,3 kW (150 PS), 147,1 kW (200 PS) und 220,6 kW (300 PS) auf schwerem, mittlerem und leichtem Boden zugeordnet.

Die von diesen Schleppern bei den genannten Arbeiten erzielbare Flächenleistung wird im wesentlichen von den Faktoren Motornennleistung, Bodenart und Schlagabmessung beeinflusst. Anhand der schlepperspezifischen Flächenleistung beim Pflügen soll dies verdeutlicht werden, **Bild 4**.

Die Flächenleistung steigt mit zunehmender Motorleistung und Schlagabmessung sowie mit abnehmendem Tonanteil des Bodens. Diese Tendenz ergibt sich auch für die Saatbettbereitung, **Bild 5**, und die übrigen unterstellten Geräte. Für die betriebliche Planung ist die Kenntnis der erzielbaren Flächenleistung eine Voraussetzung. Das Verhältnis der unter praktischen Einsatzbedingungen erzielbaren Flächenleistung zur theoretischen Flächenleistung, die sich aus Fahrgeschwindigkeit und Arbeitsbreite ergibt, ist in **Bild 6** für das Pflügen über der Motornennleistung dargestellt.

Es ist darauf hinzuweisen, daß die effektive Flächenleistung mit zunehmender Motornennleistung bei gleichbleibender Schlagabmessung nicht in gleichem Maße ansteigt wie die theoretische Flächenleistung. Dies bedeutet, daß zur Erzielung der doppelten Flächenleistung mehr als die doppelte Motornennleistung erforderlich ist. Ferner können mit zunehmender Schlagabmessung leistungsstärkere Schlepper mit entsprechend breiten Bodenbearbeitungsgeräten arbeitssparender eingesetzt werden, weil das Verhältnis von tatsächlicher Pflugarbeitszeit zu Rüst-, Wege- und Wendezeit günstiger wird.

Bei der Erörterung der Reifenkennlinien wurde bereits ausgeführt, daß der optimale Bereich für die Zugkraftübertragung zwischen 10–15 % Schlupf liegt. Setzt man die Flächenleistung für das Pflügen bei einem Schlupf von 15 % gleich 100 %, so vermindert sich diese je nach Bodenart bei 20 % Schlupf um etwa 3–6 % und bei 30 % Schlupf um 11–16 %. Wenn man also bei gleicher Motornennleistung und gleichem Schleppergewicht die Arbeitsbreite, die eine Zugkraftübertragung bei etwa 15 % Schlupf zuläßt, überschreitet, wird dies mit niedrigerer Flächenleistung erkauft.

Für das Pflügen mit leistungsstarken Schleppern stellt sich die Frage nach dem arbeitswirtschaftlichen Vorteil von Drehpflügen gegenüber Beetpflügen. Ein Vergleich ergibt für den Beetpflug in Abhängigkeit von drei ausgewählten Schlagformen eine Minderleistung von 3–9 %, **Tabelle 1**. Die Frage, welche Pflugart letztlich wirtschaftlicher einzusetzen ist, kann durch einen Kostenvergleich je Flächeneinheit beantwortet werden.

4. Kosten des Schlepper- und Maschineneinsatzes

Die wirtschaftliche Nutzung leistungsstarker Schlepper ist nur mit Hilfe betriebspezifischer Planungsrechnungen zufriedenstellend zu beantworten. Bei der folgenden Betrachtung über den wirtschaftlichen Einsatz leistungsstarker Schlepper für die Boden- und Stoppelbearbeitung wird von einer jährlichen Einsatzzeit von 800 Stunden ausgegangen. Die Kosten des Schlepper- und Maschineneinsatzes werden bei Annahme einer jährlichen Auslastung unter der Abschreibungsschwelle nach SCHAEFER-KEHNERT (3) berechnet. Da hier für alle Schlepper bei gleicher jährlicher Ausnutzung eine termingerechte Bodenbearbeitung unterstellt wird, bleibt das Ertragsniveau unbeeinflusst.

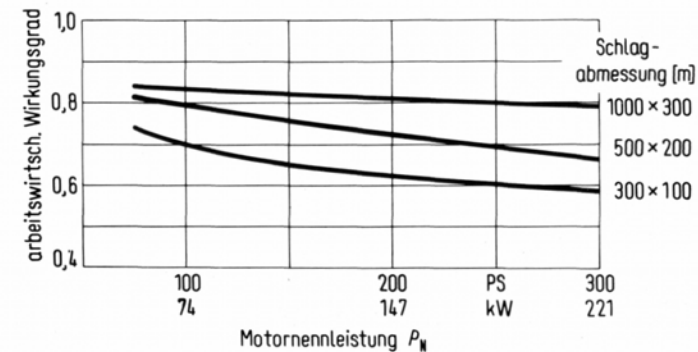


Bild 6: Verhältnis der erzielbaren zur theoretischen Flächenleistung beim Pflügen für unterschiedliche Motornennleistungen

Tabelle 1: Relative Flächenleistung mit Dreh- und Beetpflug (schwerer Boden)

Schlagabmessung (m)	Flächenleistung		
	Drehpflug (%)	Beetpflug (%)	Differenz (%)
1000 x 300	100	97	-3
500 x 200	100	94	-6
300 x 100	100	91	-9

4.1 Kapitalbedarf

Der Kapitalbedarf von Allradschleppern und Bodenbearbeitungsgeräten, der nach Preisangaben verschiedener Herstellerfirmen für das Jahr 1975 ermittelt wurde, ist Grundlage für die folgende Kostenkalkulation. Der mittlere Anschaffungspreis von Allradschleppern beträgt bei vergleichbarer Grundausstattung, Verdeck und MWSt. 843,- DM/kW (620,- DM/PS) für Schlepper von 55,2–110,3 kW (75–150 PS) und steigt bis auf 982,- DM/kW (722,- DM/PS) bei 220,6 kW (300-PS)-Schleppern an. Für die Geräte läßt sich tendenziell feststellen, daß die spezifischen Anschaffungspreise mit zunehmender Arbeitsbreite ansteigen.

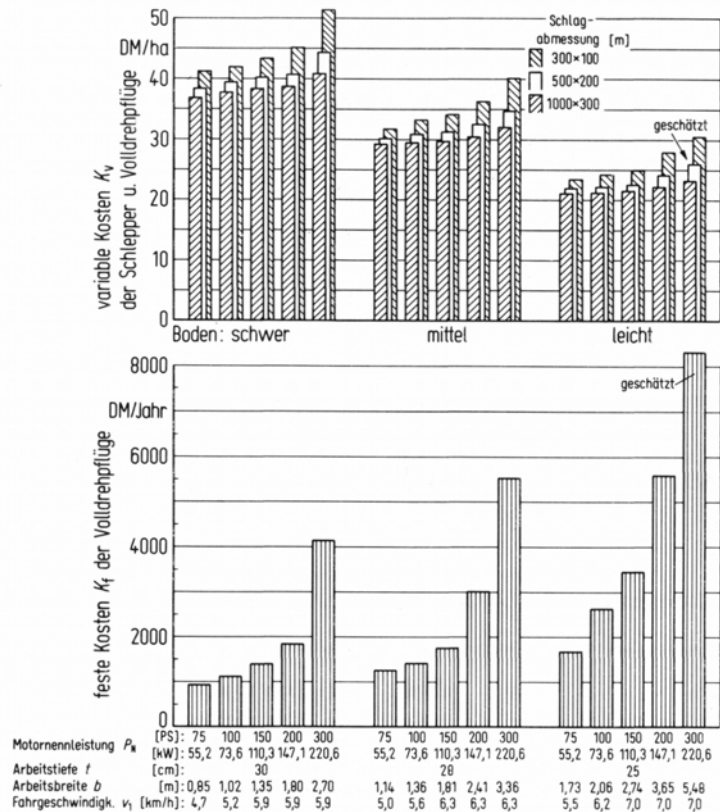


Bild 7: Maschinenkosten für das Pflügen (Voll-drehpflüge). Jährliche Ausnutzung unter der Abschreibungsschwelle

4.2 Maschinenkosten der Bodenbearbeitung

Die Maschinenkosten für die Bodenbearbeitung wurden unter Berücksichtigung der Flächenleistung durch Zusammenfassen der variablen Schlepperkosten und der variablen sowie festen Gerätekosten ermittelt. Sie werden von den bereits dargelegten Faktoren Motorleistung, Arbeitsbreite der Geräte, Schlagabmessung und Bodenart beeinflusst. Ein Vergleich der Maschinenkosten von Beet- und Voll-drehpflügen fällt zugunsten von Voll-drehpflügen aus, so daß in den weiteren Betrachtungen nur diese berücksichtigt werden. Die festen und variablen Kosten für den Voll-drehpflug sind in Bild 7 dargestellt.

Die festen Pflugkosten steigen mit der Motorleistung und abnehmendem Tonanteil des Bodens. Die variablen Maschinenkosten steigen mit zunehmender Schlepperleistung. Zunehmende Schlaggrößen führen zu höheren Flächenleistungen und zu niedrigeren variablen Maschinenkosten. Diese Einsparung wird beim Einsatz leistungsstärkerer Schlepper größer. Weiterhin nehmen die variablen Maschinenkosten vom schweren zum leichten Boden hin ab.

Die Maschinenkosten für die Saatbettbereitung, das Fräsen und Grubbern haben die gleiche Tendenz und werden deshalb nicht gesondert diskutiert.

4.3 Einfluß der Flächenausstattung auf die Maschinenkosten

Für eine termingerechte Bodenbearbeitung stellt sich die Frage, welche Schlepper-Gerätekombination die niedrigsten Kosten ohne und mit Bewertung der Arbeitszeit verursacht.

Um dies zu beantworten, wurden die relativen Schlepperstunden für verschiedene Arbeiten ermittelt, Bild 8.

Nach OKSANEN (1) entfallen bei Schleppern mit 55,2 kW (75 PS) etwa 40% der jährlichen Einsatzzeit auf Restarbeiten. Für die folgenden Betrachtungen wird unterstellt, daß dieser Prozentsatz bei stärkeren Schleppern geringer wird. Die verbleibenden Schlepperstunden verteilen sich auf die Boden- und Stoppelbearbeitung, wobei die Stoppelbearbeitung alternativ mit Fräse oder mit Grubber und Saatbettkombination ausgeführt werden soll.

Bei den drei unterstellten Schlagabmessungen, mittleren Bodenverhältnissen und einer jährlichen Schleppernutzung von 800 Stunden sind für die beiden Arbeitsverfahren in Abhängigkeit von der Schlepperleistung folgende Ackerflächen erforderlich, Tabelle 2.

Die Maschinenkosten der Boden- und Stoppelbearbeitung ohne und mit Bewertung der Arbeitszeit sind über der Einsatzfläche in den Bildern 9 und 10 aufgetragen. Ohne Lohnansatz verteuert sich die Boden- und Stoppelbearbeitung bei konstanter Ackerfläche mit dem Einsatz leistungsstärkerer Schlepper, Bild 9.

Legt man die bei 800 Stunden bearbeitbaren Flächen zugrunde, so ist als kostengünstigste Lösung der 110,3 kW (150-PS)-Schlepper anzusehen. Beim Einsatz von Schleppern mit geringerer Motorleistung verteuern sich die Verfahren der Boden- und Stoppelbearbeitung nur unwesentlich, beim Einsatz von Schleppern mit über 110,3 kW (150 PS) jedoch deutlich. Der 110,3 kW (150-PS)-Schlepper bleibt auch dann am kostengünstigsten, wenn die Stoppelbearbeitung statt von einer Fräse mit Grubber und Saatbettkombination ausgeführt wird.

Im folgenden Bild 10 sind neben den Maschinenkosten die Lohnkosten berücksichtigt, um auch den Bedingungen des überbetrieblichen Maschineneinsatzes Rechnung zu tragen. Bei einer Bewertung der Arbeitszeit mit 10,- DM/h ergibt sich folgende Tendenz:

1. Bei konstanter Ackerfläche unterscheiden sich die Kosten der Arbeitserledigung der Verfahren mit einem 55,2 kW (75-PS)-, 73,6 kW (100-PS)- oder 110,3 kW (150-PS)-Schlepper nur geringfügig voneinander. Sie steigen aber deutlich bei Einsatz eines 147,1 kW (200-PS)- oder 220,6 kW (300-PS)-Schleppers.
2. Kann die Verfahrenskapazität der Schlepper-Gerätekombination innerhalb der verfügbaren Feldarbeitstage voll genutzt werden, so ist der Einsatz von Schleppern mit 110,3 kW bis 147,1 kW (150 bis 200 PS) am kostengünstigsten und der eines 220,6 kW (300-PS)-Schleppers nur geringfügig teurer. Die Kosten der Boden- und Stoppelbearbeitungsverfahren mit dem 55,2 kW bzw. 73,6 kW (75 PS- bzw. 100-PS)-Schlepper steigen erheblich aufgrund des höheren Lohnanteiles.
3. Die kostengünstigere Stoppelbearbeitung mit Grubber und Saatbettkombination statt einer Fräse bleibt auch durch Bewertung der Arbeitsstunde bestehen.

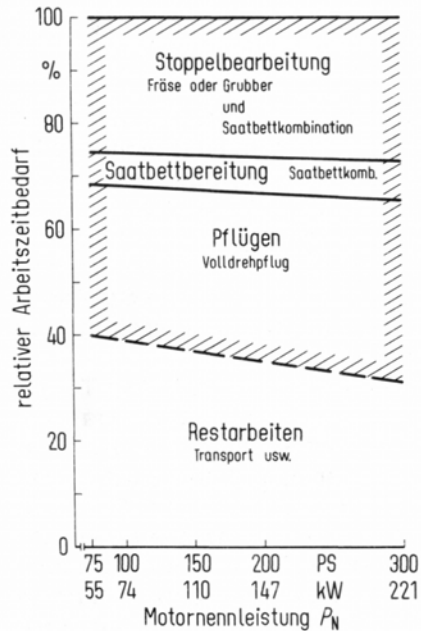
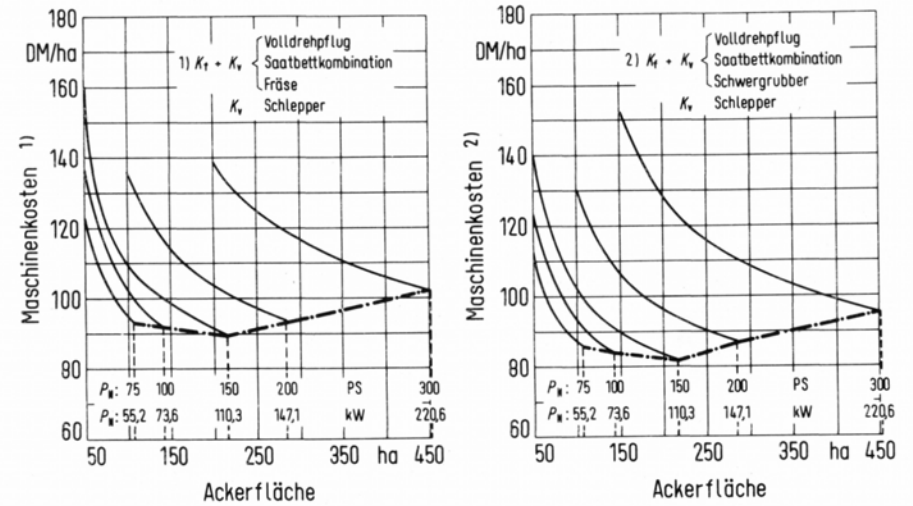


Bild 8: Relative Verteilung von Schlepperstunden für Pflügen, Saatbettbereitung, Stoppelbearbeitung

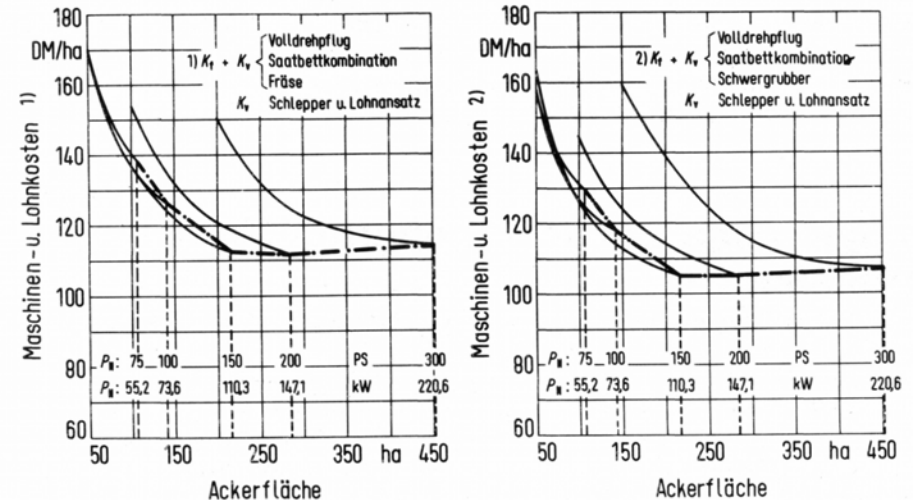
Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Motornennleistung, Flächenausstattung und Schlagabmessung

Motor-Nennleistung		Schlagabmessung (m)		
		300 x 100	500 x 200	1000 x 300
(kW)	(PS)	erforderliche Ackerfläche (ha)		
55,2	75	-11	106	+ 6
73,6	100	-16	141	+ 10
110,3	150	-26	215	+ 18
147,1	200	-39	284	+ 31
220,6	300	-74	452	+ 50



Pflügen u. Saatbettber.: Volldrehpflug Saatbettkombination
 Stoppelbearbeitung : Fräse Schwergrubber Saatbettkombination
 jährliche Ausnutzung der Maschinen unter der Abschreibungsschwelle, jährliche Ausnutzung der Schlepper 800h, mittlerer Boden, Schlagabmessung: 500m*200m

Bild 9: Kosten für Pflügen, Saatbettbereitung und Stoppelbearbeitung ohne Lohnansatz



Pflügen u. Saatbettber.: Volldrehpflug Saatbettkombination
 Stoppelbearbeitung : Fräse Schwergrubber Saatbettkombination
 jährliche Ausnutzung der Maschinen unter der Abschreibungsschwelle, jährliche Ausnutzung der Schlepper 800h, mittlerer Boden, Schlagabmessung: 500m*200m, Lohnansatz 10,- DM/h

Bild 10: Kosten für Pflügen, Saatbettbereitung und Stoppelbearbeitung mit Lohnansatz

Bei voller Nutzung der Verfahrenskapazität ist ohne Lohnansatz der 110,3 kW (150-PS)-Schlepper am kostengünstigsten. Unter Einbeziehung der Bewertung einer Arbeitsstunde mit 10,- DM sind Motornennleistungen von 110,3 kW bis 147,1 kW (150 PS bis 200 PS) am kostengünstigsten. Bei höheren Lohnansätzen verschiebt sich das Kostenminimum zu noch leistungsstärkeren Schleppern.

Die ermittelten Maschinenkosten von ausgewählten Boden- und Stoppelbearbeitungsverfahren mit leistungsstarken Schleppern und der Verfahrensvergleich mit oder ohne Bewertung der Arbeitsstunde geben einen Hinweis über den Zusammenhang zwischen wirtschaftlichem Einsatz leistungsstärkerer Schlepper und Flächenausstattung. Dabei bleiben die festen Kosten der Schlepper unberücksichtigt. Inwieweit die höheren Festkosten beim Einsatz leistungsstärkerer Schlepper gesamtbetrieblich, u. a. durch Einsparung von Kosten für Arbeitskräfte, ausgeglichen werden können, muß Gegenstand einzelbetrieblicher Planungsrechnungen bleiben.

Literatur

- (1) Oksanen, E. H.: Use and Loading of Tractor on Farm. In: Beiträge der internationalen Konferenz „Entwicklungsperspektiven landwirtschaftlicher Schlepper“, 2. Teil, S. 157–168, Warschau 1973.
- (2) Rosegger, S.; Sörgel, F. P.; Steinkampf, H.: Verfahrenstechnische Entwicklungen bei steigenden Arbeits- und Energiekosten in der feldwirtschaftlichen Produktion. Landbauforschung Völkensrode 25 (1975), H. 1, S. 1–10.
- (3) Schaefer-Kehnert, W.: Die Kosten des Landmaschineneinsatzes. KTL-Berichte über Landtechnik, H. 74. München-Wolfratshausen 1963.
- (4) Söhne, W.: Technische Entwicklung bei leistungsstarken Schleppern. Landtechnik von morgen, Folge 13, S. 4–13, Freising 1973.
- (5) Wenner, H. L.: Chancen und Grenzen leistungsstarker Schlepper. Landtechnik von morgen, Folge 12, S. 5–12, Freising 1972.

Leistungsfähige Zuckerrübenenernte-Verfahren im Vergleich

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Brinkmann, Direktor des Institutes für Landtechnik, Bonn

Die Zuckerrübenenernte in der BRD ist auch heute noch gekennzeichnet durch das 1-reihige einphasige Bunkerköpfröder-Verfahren. Die Maschinen hierzu haben eine technische Reife erreicht, die eine störungsunanfällige Einmannarbeit, verbunden mit hoher Arbeitsqualität, gewährleistet. Im vorangegangenen Beitrag von Prof. WENNER wird auch für die Zuckerrübenenernte eine weitere Leistungssteigerung der Erntemaschinen gefordert, um die Arbeitsproduktivität zu erhöhen und um ein hohes Ertragsniveau zu sichern.

Bei unseren östlichen wie westlichen Nachbarländern haben sich mehrreihige mehrphasige Ernteverfahren entwickelt, die vom Westen her in den letzten Jahren auch bei uns in der Ernte eingesetzt werden. Etwa 4 % beträgt der Anteil der Zucker-

rübenfläche in der BRD, die von diesen Maschinen 1974 beerntet wurden. Dabei ist festzustellen, daß in Frankreich in starkem Maße das dreiphasige Verfahren gegen ein zweiphasiges ausgewechselt wird (Tabelle 1).

In Bild 1 ist eine Auswahl mehrreihiger Arbeitsverfahren mit ihren jeweils notwendigen Maschinen und Arbeitsgängen zusammengestellt. Man ist gewohnt, jeden Arbeitsgang, der einen eigenen Durchgang durch das Feld verlangt, als Phase zu kennzeichnen, so bedeutet K+R+L+T ein dreiphasiges Verfahren: 1. Phase Köpfen K, 2. Phase Roden R, 3. Phase Laden L und Transport T zum Feldende. Dabei müssen mindestens 5 Einheiten gleichzeitig eingesetzt werden, um in Fließarbeit eine größtmögliche Leistung zu erzielen. Die jeweils notwendigen Schlepperleistungen und Zahl der Einheiten bei Fließarbeit sind in Bild 1 ebenfalls mit aufgeführt.

Das Zusammenfassen zweier Arbeitsgänge in einer Maschine KR+L+T oder K+RL+T erhöht die Arbeitsproduktivität durch Einsparen einer Arbeitskraft und Einheit ohne die Leistung zu erhöhen, verlangt aber auch den Einsatz eines stärkeren Schleppers, der die größte Maschine für die zusammengefaßten Arbeitsgänge tragen und antreiben muß. Zum Teil hat man diese Maschinen als Selbstfahrer gebaut, ohne daß dies in Bild 1 besonders gezeigt ist. Das Zusammenfassen der Arbeitsgänge Köpfen und Roden in Maschinen, die am Schlepper vorn und hinten angebaut sind, zwingt nicht nur zu einem stärkeren Schlepper, sondern auch zu einer kräftigeren Tragkonstruktion, wodurch wiederum der Kaufpreis für diese Maschinen gegenüber den dreiphasigen Ausführungen steigt.

Auch bei den zweiphasigen Verfahren werden die Rüben im Längsschwad auf dem Boden abgelegt, von der nachfolgenden Lademaschine mit Siebketten oder Sternrädern aufgenommen, gereinigt und auf einen nebenherfahrenden Wagen geworfen. Erst eine Kombination von Köpfen, Roden und Laden in einer Maschine (Köpfrödeladen) vermeidet das Ablegen der Rüben im Längsschwad und spart eine weitere Einheit unter Beibehalt der Transportwagen auf dem Feld ein. Sind diese drei Maschinen wiederum am Schlepper vorn und hinten zu einer einphasigen Erntemaschine angebaut, so wird erneut eine stärkere Schlepperausführung erforderlich, ohne daß die Rodeleistung steigt.

Vom geschobenen Köpfmechanismus bis zum Ende des gezogenen Rodeladers ist eine solche am Schlepper angebaute Erntemaschine ca. 12 m lang. Sie wird dadurch schwerfällig und blockiert in vielen Fällen den schweren Schlepper für die Pflugarbeit. Ein ähnliches gilt auch für die Kombination von Köpfer und Roder am Schlepper. Muß für diese Art der Maschinenkombination ein eigener Schlepper zur Rübenenernte angeschafft werden, so schreckt der hohe Kaufpreis einer selbstfahrenden Arbeitsmaschine nicht. Selbstfahrende Köpfröder oder Köpfrödelader in 6-reihiger Ausführung bringen aufgrund ihrer größeren Wendigkeit eine um etwa 4 % vergleichsweise höhere Leistung. Der hohe Kaufpreis ist durch das zusätzliche Antriebsaggregat erklärt und darf im Vergleich nur zu Schlepper und Maschine betrachtet werden.

Das Rübenblatt wird bei diesen Maschinen gehäckselt und zum Unterpflügen breit auf das Feld verteilt. Das geht jedoch nur dann, wenn das Rübenladen gleichzeitig mit oder unmittelbar nach dem Roden erfolgt. Ist dies nicht der Fall, dann muß zur

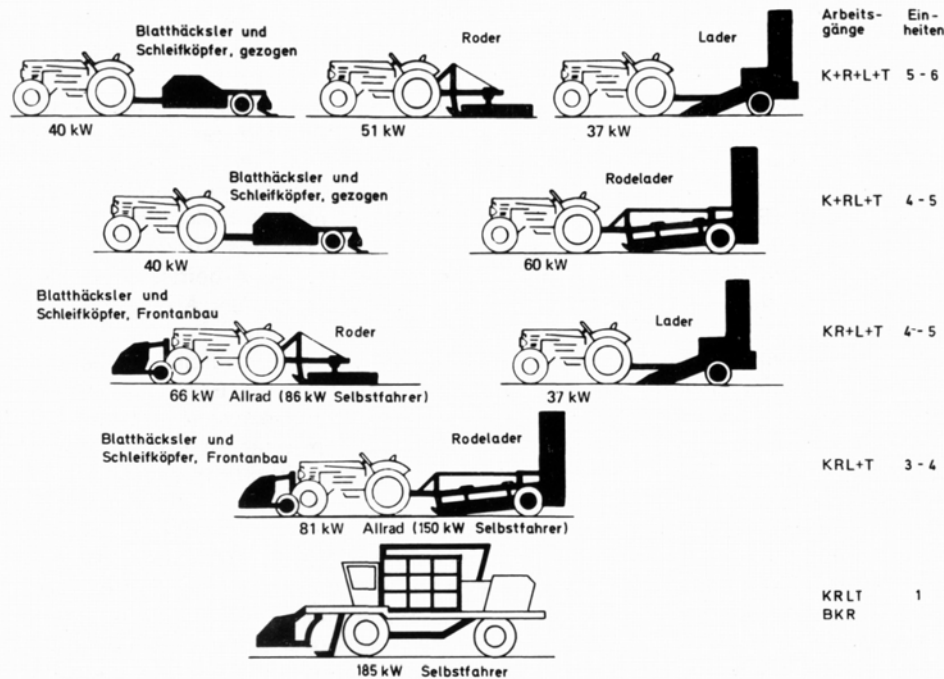


Bild 1: Verfahrensübersicht über 6-reihige Zuckerrübenernteverfahren
 K = Köpfmaschine
 R = Roder
 L = Längsschwadlader
 T = Transport der Rüben im Wagen zum Feldrand
 BKR = Bunkerköpfröder

Vermeidung von Blattverschmutzungen der Rübenlängsschwaden das gehäckselte Blatt ebenfalls im Längsschwad abgelegt und später durch einen eigenen Arbeitsgang zum Unterpflügen breitgestreut werden.

Als sinnvolle Blattbergung bei diesen Verfahren ist ein unmittelbares Überladen des Blattes beim Schlegeln zu empfehlen. Dies zwingt jedoch zum gleichzeitigen Einsatz weiterer Einheiten beim Abfahren des Blattes. Technische Einrichtungen zum Überladen des Blattes am Köpfer werden angeboten. Eine Querschwadablage des geschlegelten Blattes ist vom Arbeitsverfahren her – die Fahrspur für den nebenherfahrenden Wagen oder für den Lader mit Wagen muß freibleiben – und von der Art der Blätterverkleinerung nicht möglich. Das geschlegelte Blatt geht sehr schnell bereits im Querschwad in Gärung über.

Wird schließlich auch das Transportieren der Rüben zum Feldende von der Maschine selbst mit durchgeführt, so ist die vollständige Kombination vom Köpfen über das Roden, Laden und Transportieren erreicht, die bei uns unter dem Namen Bunkerköpfröden-Verfahren bekannt geworden ist.

Damit ist die typisch deutsche Entwicklung der Erntemaschinen angesprochen, die die Vorteile des Rodens in der Gare – längere Rodemöglichkeit bei schlechten Witterungsverhältnissen und leichtere Reinigung der Rüben – ausnutzt. Hinzu kommen arbeitswirtschaftliche Vorteile, da für die Arbeiterledigung nur eine Einheit und ein Mann benötigt werden, wenn man von der Blatternte einmal absieht. Angeregt durch belgische Versuche ist dieser Schritt zur Mehrreihigkeit nunmehr seit wenigen Jahren auch in Deutschland vollzogen worden. In der unteren Zeile des Bildes 2 sehen wir die einphasigen Bunkerköpfrödenverfahren mit unterschiedlicher Anzahl gleichzeitig geernteter Reihen. Zu dem Standardtyp des gezogenen 1reihigen Bunkerköpfröders sind 2reihig gezogene und selbstfahrende Maschinen, 3reihig selbstfahrende Bunkerköpfröder und schließlich seit wenigen Jahren auch 6reihig arbeitende Bunkerköpfröder als Selbstfahrer hinzugetreten.

Land	Ernte- verfahren Phasenzahl	Jahr				
		1970	1971	1972	1973	1974
F	1	0,5	v	v	v	v
	2	9	15	40	54	65
	3	90	85	56	45	35
D	1	99	99	99	96	96
	2					v
	3	v	1	1	4	4

v = versuchsmäßig

Tabelle 1: Relative Anteile in % der Zuckerrübenanbauflächen, die in Frankreich (F) und in der BRD (D) 1974 von ein-, zwei- und dreiphasigen Ernteverfahren beerntet wurden

Einphasigkeit und Einmannarbeit sind nicht zwangsläufig mit einem konsequenten Roden in der Gare verbunden. Dies trifft nur dann zu, wenn weder vor dem Köpfen noch vor dem Roden Maschinen- und Schlepperräder zwischen den Rübenreihen laufen müssen. Ein Abstützen von Maschinenmassen zwischen den Rübenreihen führt zu Verdichtungen im Boden, die die Bodengare in dieser Spur vernichtet, die Erde an die benachbarten Rüben anpreßt, damit die Reinigung wesentlich erschwert und eine erhöhte Bruchgefahr für die Rüben hervorruft.

Mittlerweile haben die Konstrukteure nicht nur der 1reihigen Bunkerköpfröder, sondern auch der 2- und sogar der 6reihigen Bunkerköpfröder gezeigt, daß es technisch möglich ist, vor den ersten Maschinenrädern zu köpfen und zu roden. Im nassen Herbst 1974 hat wiederum das konsequente Köpfen und Roden in der Gare Vorteile gezeigt, da die mehrphasigen Verfahren wohl bei nassen Verhältnissen noch recht lange köpfen und roden und die Rüben im Schwad ablegen können, doch das Aufladen der Rüben aus dem Längsschwad mit nebenherfahrenden

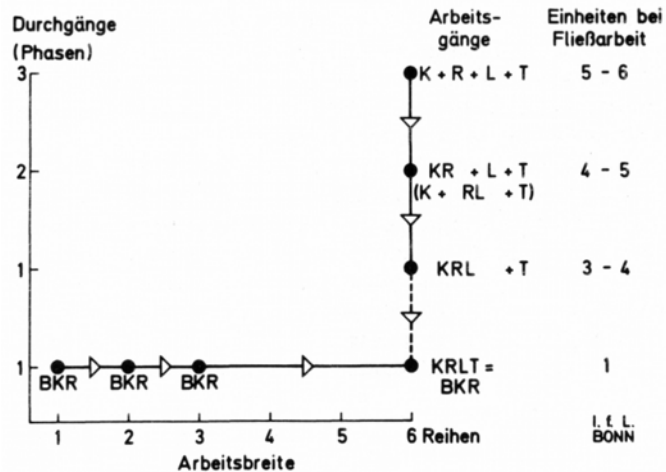


Bild 2:
Entwicklungstendenz
der Zuckerrübenernte-
verfahren in Frankreich
(vertikale Linie) und
in der BRD
(horizontale Linie)

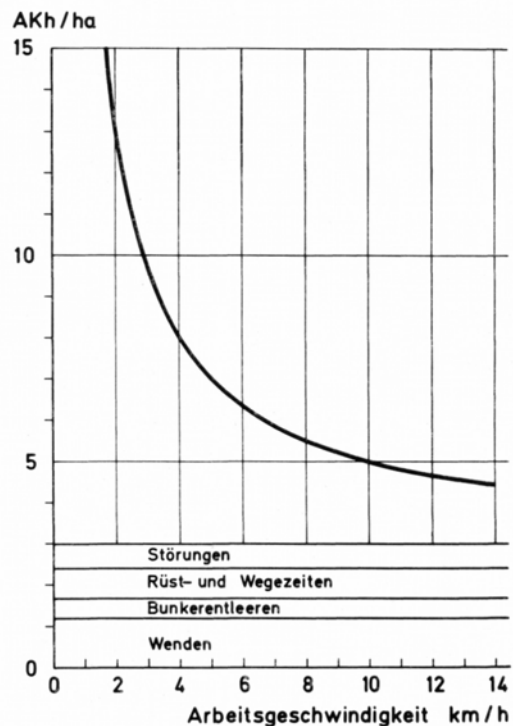


Bild 3: AKh-Bedarf für das einreihige BKR-Verfahren in Abhängigkeit von der Rodegeschwindigkeit. Schlaglänge = 300 m

den Wagen ist in vielen Fällen erst sehr viel später erfolgt, was gleichbedeutend mit einem Zuckerverlust von einigen Prozent in diesem dünnen Längsschwad ist. Die nächstliegende Möglichkeit einer Leistungssteigerung der 1reihigen Bunkerköpfröder erscheint in einer Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit zu liegen. Die Nebenzeiten durch Störungsbeseitigung, Aufrüsten und Fahren der Maschine zum Feld, das Bunkerentleeren sowie das Wenden bedingen einen Teil des Gesamtarbeitsbedarfes, der von der Arbeitsgeschwindigkeit selbst unabhängig ist und konstant bleibt (Bild 3). Der Bereich der heutigen Arbeitsgeschwindigkeiten zwischen 5 und 7 km/h liegt bereits in Bild 3 in demjenigen Teil des Kurvenzuges, der in einen flacheren Verlauf überwechselt. Eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit würde sich daher nur unwesentlich in einer Minderung des Arbeitsbedarfes auswirken.

Hinzu kommt, daß eine Steigerung über 7 km/h hinaus neue Probleme hinsichtlich der Arbeitsqualität aufwirft: Die Steuerung der Maschine, die Bruchgefahr beim Roden, die höhere Belastung der Reinigungsorgane beispielsweise setzen dann höheren technischen Aufwand voraus, um die Arbeitsqualität zu erhalten. Jede Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit wird mit immer höherem technischen Aufwand immer weniger Einsparung an Arbeitskraftstunden bringen.

Gelingt es, die Nebenzeiten zu verringern und gleichzeitig die Arbeitsbreite zu steigern, dann lassen sich zwei arbeitswirtschaftliche Vorteile gewinnen. Dies ist dann der Fall, wenn durch geschickt konstruierte Selbstfahrer Wende- und Bunkerentleerungszeiten verringert werden und die Störanfälligkeit geringer ist. Beim Übergang zu mehrreihigen Maschinen schließlich wird die Zahl der Wendungen je Hektar mit zunehmender Reihenzahl zwangsläufig weniger. Mit einer wendigen selbstfahrenden mehrreihigen Erntemaschine, die eine echte Einmannarbeit ermöglicht, müßte man mit einem Minimum an Arbeitskraftstunden je Hektar auskommen können.

So sieht man in Bild 2 die Entwicklungstendenz ein- und mehrphasiger Ernteverfahren unserer französischen Nachbarn und im eigenen Lande grafisch aufgetragen, rechts die 6reihigen Ernteverfahren, die von oben nach unten von einer Dreiphasigkeit über eine Zweiphasigkeit zur Einphasigkeit rekombiniert werden. Heute wird in Frankreich die Zweiphasigkeit bevorzugt. Der Schritt vom einphasigen Köpfrödelader, der aber noch zusätzlich 2 bis 3 Schlepper und Wagen benötigt, zum einphasigen Bunkerköpfröder, der auch die Rüben noch mit zum Feldende nimmt und mit nur einer Einheit auskommt, liegt nahe. Doch diese Lösung wird in Frankreich nicht 6reihig, sondern nur 3reihig angeboten. In der horizontalen Achse des Bildes 2 sind die in der BRD angebotenen und eingesetzten 1- bis 6reihigen Bunkerköpfröder wiedergegeben.

Die Tabelle 2 zeigt eine Zusammenstellung und einen Vergleich ein- und mehrphasiger Zuckerrübenerntemaschinen und -verfahren verschiedener Arbeitsbreiten teils mit selbstfahrenden, teils mit gezogenen Maschinen. Entsprechend einer Ein- oder Mehrphasigkeit ist auch die Zahl der bei Fließarbeit einzusetzenden Einheiten zwischen 5 bei dreiphasigen bis zu 1 bei einphasigen Verfahren zu entnehmen. Die Werte für den Arbeitszeitbedarf, die Kampagneleistung und der jeweilige Kaufpreis sind auf die entsprechenden Werte des 1reihigen Bunkerköpfröders bezogen und

Verfahren	Arbeitsbreite in Reihen	Antriebsart	Einheiten bei Fließarbeit	rel. Arbeitszeitbedarf	rel. Kampagneleistung	rel. Kaufpreis
BKR	1	gez	1	1,00	1,0	1,0
BKR	2	gez	1	0,55	1,8	1,7
BKR	2	sf	1	0,45	2,2	4,0
BKR	3	sf	1	0,39	2,5	4,4
BKR	6	sf	1	0,19	5,1	8,6
K+R+L+T	6	gez	5	1,10	4,7	1,8
K+RL+T	6	gez	4	0,84	4,7	2,0
KR+L+T	6	gez	4	0,84	4,7	2,0
KR+L+T	6	sf	4	0,80	4,8	4,4
KRL+T	6	gez	3	0,63	4,7	2,2
KRL+T	6	sf	3	0,61	4,9	4,9

Tabelle 2: Zusammenstellung und Vergleich ein- und mehrphasiger Zuckerrübenerntemaschinen und -verfahren

BKR = Bunkerköpfröder

K = Köpfer

R = Roder

L = Lademaschine

T = Transport der Rüben in Wagen zum

Feldrand

KR = Köpfröder

RL = Rodelader

KRL = Köpfrodelader

gez = gezogene Maschine

sf = selbstfahrende Maschine

rel. Arbeitsbedarf 1,00 = 1,25 h/ha

rel. Kampagneleistung 1,00 = 30 d à 8 h,

38 ha

rel. Kaufpreis 1,00 = 35 000,- DM

daher in Relativwerten ausgedrückt. Alle diese Zahlen sind Mittelwerte aus einer Vielzahl fremder und eigener Versuche und Erfahrungen.

Beim Übergang von 1reihigen Maschinen zu mehrreihigen zeigt sich eine Vervielfachung der Kampagneleistung. Die Störungsbeseitigung an den Organen einer Reihe führt zwangsläufig zum Stillstand auch der Organe weiterer Reihen in ein- und derselben Maschine. So sieht man in Tabelle 2, daß die relative Kampagneleistung beim Übergang von 1reihigen zu 2reihigen gleichwertigen gezogenen Maschinen sich nur um das 1,8fache erhöht. Anders dagegen beim Übergang auf eine 2reihige selbstfahrende Maschine, die aufgrund ihrer besonderen Wendigkeit über die 2fache Kampagneleistung hinauskommen kann. 3reihige Selbstfahrer (Bunkerköpfröder) sind wiederum schwerfälliger und erreichen nur die 2,5fache, 6reihige selbstfahrende Bunkerköpfröder das 5,1fache eines 1reihigen gezogenen Bunkerköpfröders. Da es sich hierbei um einphasige Maschinen, die in echter Einmannarbeit arbeiten, handelt, ist der relative Arbeitszeitbedarf entsprechend der jeweiligen Steigerung der relativen Kampagneleistung verringert.

Bei Beachtung der relativen Kaufpreise ist zu beachten, daß bei den gezogenen Maschinen der jeweilig notwendige Schlepper nicht im Kaufpreis enthalten ist, während bei den selbstfahrenden Maschinen der Motor und das Fahrwerk jeweils mit in den Kaufpreis eingehen muß.

Betrachtet man in Tabelle 2 die mehrphasigen 6reihig arbeitenden Maschinen, die bis zur vollkommenen Rekombination zur Einphasigkeit aufgeführt sind, so steigt mit zunehmender Rekombination der Kaufpreis an. Vor allem zeigt sich auch hier wiederum der Kaufpreisunterschied gezogener zu selbstfahrenden Maschinen. Die notwendigen Wagen zur Abfuhr der Rüben ans Feldende sind bei allen diesen nicht selbst bunkernden Maschinen im Kaufpreis mit einbezogen.

Die relative Kampagneleistung allerdings steigt jetzt mit steigenden Kaufpreisen kaum; allenfalls zeigen die Selbstfahrer aufgrund der größeren Wendigkeit eine leichte Leistungssteigerung. Der relative Arbeitszeitbedarf hingegen fällt mit zunehmender Rekombination, da ja die Zahl der Einheiten sich laufend verringert. Sie bleibt jedoch bei 3 Einheiten stehen, so daß trotz der großen relativen Kampagneleistung ein 6reihiger Köpfrodelader durch die mindestens 3 notwendigen Einheiten nur auf $\frac{2}{3}$ des Arbeitszeitbedarfes eines 1reihigen Bunkerköpfröders heruntersinkt.

Zu einem Vergleich der Erntekosten ohne die Blatternte sind folgende Unterstellungen gemacht: normale Witterungsbedingungen bei der Ernte, 30 Arbeitstage zu je 8 bzw. 12 Stunden bestimmen die Kampagnestunden, Lohnniveau 15,- DM/Arbeitsstunde. Hineingeblendet sind die durch Versuche oder durch Erfahrung gewonnenen Werte für die jeweils tatsächlich erreichten Kampagneleistungen. Als Abschreibungszeit wurden für die gezogenen Maschinen 6 Jahre unterstellt. Bei den selbstfahrenden Einheiten wurde eine gebrochene Abschreibung gewählt: für die Motoren, die Antriebsorgane und das Fahrgestell (zusammen 66 % des Kaufpreises) eine Abschreibung nach 12 Jahren, für die eigentlichen Rübenernteeinrichtungen (33 % der Kaufsumme) 6 Jahre. Die Kosten für Unterbringung und Versicherungen sind zu 1 %, für die Verzinsung zu 8 % des Kaufpreises angenommen. Diejenigen Schlepper, die Erntemaschinen und Rübenwagen auf dem Felde ziehen, werden mit 5,80 DM/h, diejenigen, die 2reihige Maschinen oder einen Köpfröder ziehen, mit 8,80 DM/h berechnet. Die Rüben sollen am Feldrand entweder in Standwagen übergeladen oder aber zu einer Feldrandmiete aufgekippt werden.

Die benutzten arbeitswirtschaftlichen Daten sowie die Anschaffungspreise für die im Kostenvergleich angeführten Verfahren sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Ausgewählt wurden diejenigen Verfahren, die in der BRD teils inländischer, teils ausländischer Herkunft angeboten und auch bereits eingesetzt werden. Die dreiphasigen Verfahren sind nicht mehr aufgeführt, da sie im Ursprungsland Frankreich in der Einsatzhäufigkeit stark zurückgehen und auf der letzten Vorführung in Frankreich nicht mehr gezeigt wurden.

Man entnimmt aus den Kurvenzügen des Bildes 4 die Erntekosten für einige ausgesuchte Ernteverfahren, abhängig von der jeweiligen Kampagnefläche. Die Endpunkte kennzeichnen die jeweils geringsten Erntekosten bei maximaler Kampagneleistung und 30tägiger Kampagnedauer. Die durchgezogenen Kurvenzüge bei täglich 8stündiger, die punktierten Kurven bei 12stündiger täglicher Arbeitszeit.

Zum Vergleich ist der Preis von 400 DM eingezeichnet, der bei überbetrieblicher Abarbeitung nur der Rüben (ohne Blattbergung) je Hektar etwa bezahlt werden muß. Liegt durch die abzuerntende Zuckerrübenfläche die Kostenkurve unterhalb dieser Vergleichslinie, lohnt der Einsatz einer eigenen Maschine für diese Fläche.

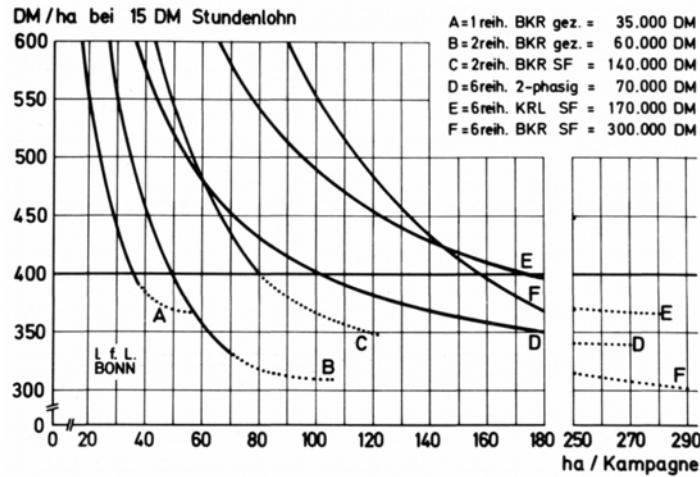


Bild 4: Erntekosten verschiedener Zuckerrüben-ernteverfahren ohne die Blattbergung

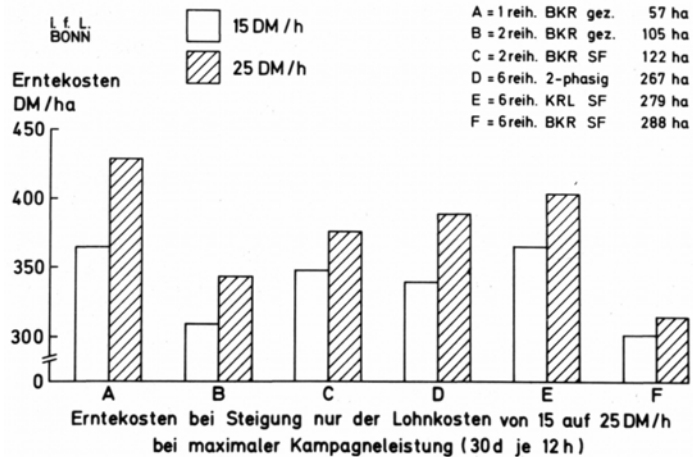


Bild 5: Erntekosten einiger ausgesuchter Zuckerrüben-ernteverfahren bei Steigerung nur der Lohnkosten von 15 DM/h auf 25 DM/h und max. Kampagneleistung (30 d je 12 h)

Andernfalls ist eine Lohnabertung vorzuziehen. Damit zeigen sich deutliche Einsatzgrenzen für die hier ausgewählten Zuckerrüben-Ernteverfahren. Der Schnittpunkt der Kostenkurve für den 1reihigen gezogenen Bunkerköpfröder mit der 400-DM-Linie liegt bei etwa 35 ha. Damit lohnt die Aberntung einer Zuckerrübenfläche mit einer eigenen Maschine erst ab 35 ha aufwärts. Für jedes eingezeichnete Verfahren lassen sich so die Mindesteinsatzflächen für die Aberntung durch eine eigene Maschine ablesen. Weiterhin ist selbst bei enorm hohem Kapital-

Verfahren	BKR	BKR	BKR	BKR	KRL + T	KR+L+T
Reihenzahl	1	2	2	6	6	6
Antriebsart	gez.	gez.	SF	SF	SF	gez.
Arbeitsgänge	1	1	1	1	1	2
Arbeitskräftebedarf	1	1	1	1	3	4
Schlepperbedarf	1	1	-	-	2	4
Arbeitszeitbedarf AKh/ha	6,4	3,5	2,9	1,25	3,9	5,4
Tagesleistung (8 h) ha	1,25	2,3	2,7	6,4	6,2	5,9
Kampagneleistung (30 d) ha	38	70	81	192	186	178
Anschaffungspreise:						
incl. MWSt. DM	35.000	60.000	140.000	300.000	170.000 ^{*)}	70.000 ^{*)}
je ha Kampagneleistung DM	921	857	1.728	1.563	914	393
je Reihe DM	35.000	30.000	70.000	50.000	28.300	11.600

*) mit 2 Einachsskippern

Tabelle 3: Auswahl einiger Verfahren der Zuckerrüben-ernteverfahren ohne Blattbergung

Ernteverfahren Reihen	Flächenleistung ha		Schmutzrüben dt	
	8 h	12 h	1 h	12 h
1 BKR gez.	1,3	1,9	82	984
2 BKR gez.	2,3	3,4	147	1.764
2 BKR SF	2,7	4,1	176	2.112
3 BKR SF	3,1	4,7	204	2.448
6 BKR SF	6,4	9,6	418	5.021
6 KR + L + T gez.	5,9	8,9	386	4.629
6 KRL (SF) + T	6,2	9,3	405	4.864

Tabelle 4: Ernteleistungen 1- bis 6-reihiger Erntemaschinen, Ertrag 455 dt/ha + 15 % Schmutz = 523 dt/ha Schmutzrüben

einsatz ein Ernteverfahren lohnend, wenn es mit geringsten Arbeitskraftstunden und dadurch geringsten Lohnkosten arbeitet, aber auch eine ausreichend große Zuckerrübenfläche zur Verfügung hat. So ist eine 6reihige selbstfahrende Bunkererntemaschine bei 290 ha Kampagneleistung und 12 Stunden Einsatz je Tag in der Lage, den kostengünstigsten Bereich eines 2reihigen gezogenen Bunkerköpfröders mit etwa 300 DM zu erreichen (Bild 4 B und F). Aus Bild 5 ist zu entnehmen, in welchem geringem Umfang steigende Lohnkosten bei gleichbleibenden Anschaffungspreisen sich auf die Erntekosten bei Ernteverfahren mit geringem Arbeitsbedarf (F) auswirken.

Um solche mehrreihigen Erntemaschinen mit ihrer gegenüber den einreihigen Erntemaschinen größeren Kampagneleistung kostengünstig einzusetzen, muß also eine ausreichende Fläche beerntet werden, die beim Übergang vom 1reihigen zum mehrreihigen Verfahren in Einzelbetrieben vielfach nicht vorhanden ist. Dies wiederum bedeutet, daß mehrreihige Maschinen bei der derzeitigen Struktur der Zuckerrübenflächen hauptsächlich für einen überbetrieblichen Einsatz, sei es durch Lohnunternehmen, durch Maschinenringe oder durch Maschinengemeinschaften, einzusetzen sind.

Dieser Zwang zur größeren Fläche zwingt aber auch zu einer größeren Betriebssicherheit der Maschinen, denn nur dann sind diese Maschinen kostengünstig, d. h. sie müssen unter allen Witterungsbedingungen arbeiten können, was zweifellos eine hohe technische Perfektion und damit auch einen hohen Anschaffungspreis bedingt.

Die absoluten Flächenleistungen in einem 8- bzw. 12-Stundentag und die daraus resultierenden Schmutzrüben in dt/h bzw. in 12 Stunden, ausgehend von einem durchschnittlichen Rübenantrag von 455 dt/ha, zusätzlich 15 % Schmutz zeigt die Tabelle 4. Während man heute bei einem 1reihigen Bunkerköpfröder gewohnt ist, täglich so viele Rüben zu roden, wie man auch abzuliefern hat, wird die stündlich anfallende Masse (82 dt/h) beim Übergang auf 2- bzw. 6reihige Verfahren erheblich höher und liegt schließlich bei über 400 dt/h. Diese starke Steigerung der stündlich anfallenden Erntemassen hat eine Auswirkung auf die Transportverhältnisse und wird zwangsläufig bei zunehmender Verwendung dieser Verfahren auch auf die Organisation der Ernte erheblichen Einfluß nehmen.

Die Erntekosten bei der jeweiligen maximalen Kampagneleistung differieren um etwa 50–150 DM. Zieht man in Betracht, daß 2 % Ernteverlust bereits 100 DM ausmachen können, so wird deutlich, daß beim Übergang von einer 1reihigen Maschine guter Arbeitsqualität zu mehrreihigen Maschinen mit arbeitswirtschaftlichen Vorteilen auf keinen Fall höhere Ernteverluste in Kauf genommen werden dürfen.

Das Köpfen ist immer noch ein recht schwieriges Problem, vor allen Dingen, wenn bei Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit und durch andere Köpfsysteme die Köpfqualität durch steigende Anteile zu hoch geköpfter Rüben schlechter wird und andererseits, wenn man bedenkt, daß zu tief geköpfte Rüben sehr schnell erhebliche Massenverluste bedeuten. Auch Rodeverluste dürfen nicht vernachlässigt werden, Rodeverluste, die dadurch entstehen, daß die Rüben entweder direkt verloren gehen, herausgeschlagen oder durch falsches Ansteuern der Einzerrübe durchgeschnitten werden. Gerade bei den mehrreihigen Maschinen, die meist mit festen, nicht beweglichen Rodescharen eingesetzt werden, wird vom Schlepperfahrer eine recht starke Beobachtung beim Steuern und damit eine erhöhte Beanspruchung verlangt. Auch die Verluste, die durch ein längeres Liegenbleiben der Rüben in einem Längsschwad entstehen, beziffern sich bei 4- bis 5tägiger Lagerung auf dem Feld mit 3–5 % Zuckerverlusten. Das Lagern in einer großen Miete am Feldrand bringt bei gleicher Lagerzeit nur etwa 1 % Zuckerverluste.

Diejenigen Verluste, die durch Brechen der Rüben beim Fallen auftreten, kann der Landwirt weitgehend dadurch verhindern, daß er bei den Umlade- und Aufladevorgängen die Rüben möglichst nie aus Höhen über 1,50 m fallen läßt.

Wenn auch bei jeder der hier geschilderten Verlustquellen jeweils nur wenig Prozente an Zucker- und Rübenverlust auftreten, so addieren sich doch diese einzelnen geringen Werte und können sehr schnell 8 % Verlust erreichen, die bereits den Gesamtkosten einer Beerntung gleich sind.

Neues Zahlenmaterial über den jeweiligen Umfang der Verluste bei den verschiedenen Verfahren und Maschinentypen zu erarbeiten, ist das Ziel umfangreicher Versuche des Instituts für Landtechnik in Bonn.

Anforderungen von Großmaschinen an Schlaggrößen und Schlagformen

von Dr. Hermann Auernhammer, Institut für Landtechnik, Weihenstephan

Seit Jahren steigt das Angebot von Schleppern in der Leistungsklasse über 60 PS und neuere Zulassungsstatistiken zeigen, daß diese Maschinen verstärkten Eingang in die Landwirtschaft finden. Der gleiche Trend ist auch bei den Erntemaschinen zu beobachten. Es stellt sich deshalb unmittelbar die Frage, ob unter den bestehenden strukturellen Verhältnissen in der Bundesrepublik Deutschland überhaupt die Möglichkeit besteht, derartige Großmaschinen sinnvoll einzusetzen und die darin installierte Leistungsfähigkeit in Flächenleistung umzusetzen.

Die bestehenden strukturellen Verhältnisse

Wenn heute Angaben über die derzeitigen strukturellen Verhältnisse benötigt werden, dann muß fast ausschließlich mit Prämissen gearbeitet werden, weil exakte Statistiken darüber fehlen. Umso erfreulicher ist es, daß auf meine Bitte hin die Flurbereinigungsdirektion Landau/Isar eine statistische Auswertung durchgeführter Flurbereinigungsverfahren erstellte. Obwohl diese Auswertung mit Sicherheit nicht repräsentativ für Bayern oder sogar für das gesamte Bundesgebiet sein kann, erbrachte sie erste brauchbare und damit für weitere Untersuchungen wiederverwendbare Daten. Ausgehend von den topographischen Verhältnissen in den einzelnen Flurbereinigungsgebieten wurden 4 Verfahren analysiert und diese unterteilt nach günstigen und nach ungünstigen Voraussetzungen. Daraufhin wurden die Schlaggrößen und die Schlaglängen vor und nach der Flurbereinigung untersucht (Bild 1). In bezug auf die Situation vor der Flurbereinigung zeigt sich auf dieser Abbildung, daß die durchschnittlichen Schlaggrößen mit 0,50 und 0,85 ha bei Schlaglängen von etwa 150 m erreicht werden und damit Schlagformen mit 40–80 m Breite die Regel darstellen. Daß nur wenige Schläge von diesen Standardmaßen abweichen, zeigt der prozentuale Anteil an den verschiedenen Schlaglängen. Dabei liegen zwischen 89 und 90 % aller Schläge in der Längenklasse bis 200 m. Insgesamt erbrachte die Flurbereinigung ein durchschnittliches Zusammenlegungsverhältnis von etwa 3,5 : 1 und die Flurbereinigungsmaßnahme führte damit zum

2-ha-Schlag unter ungünstigen, bzw. 3-ha-Schlag unter günstigen Verhältnissen. Daß diese Durchschnittszahlen aber nur wenig über die tatsächlichen Verhältnisse aussagen, geht aus den Anteilsklassen der einzelnen Schlaggrößen hervor. Dabei zeigt sich, daß selbst unter ungünstigen Verhältnissen etwa $\frac{2}{3}$ der Schläge über 2 ha groß sind und daß der gleiche Anteil unter den günstigen Bedingungen sogar größer als 4 ha ist. Obwohl damit bei den Schlaggrößen für die Mechanisierung geeignete Flächen vorliegen, zeigen die dabei erreichten Schlaglängen deutliche Mängel auf. So sind auch nach der Flurbereinigung unter den ungünstigen Verhältnissen noch $\frac{2}{3}$ aller Schläge kürzer als 200 m, Schläge über 300 m Schlaglänge fehlen sogar nahezu vollständig. Auch bei den günstigen Voraussetzungen ist noch $\frac{1}{3}$ aller Schläge kürzer als 200 m, im Gegensatz zu den ungünstigen Verhältnissen sind dabei aber schon $\frac{1}{3}$ aller Schläge länger als 300 m.

Insgesamt zeigt sich damit, daß die Flurbereinigung zwar im ϕ Schläge mit mehr als 2 ha Fläche erbrachte, diese aber im Hinblick auf die Schlaglängen nur eine unwesentliche Änderung erfuhren. Diesen strukturellen Gegebenheiten stehen nun die derzeit technischen Möglichkeiten gegenüber.

Die möglichen Ernteweglängen bei Erntemaschinen

Im Hinblick auf eine Minimierung des Zeitaufwandes kommt bei Erntemaschinen dem Bunkerfassungsvermögen eine große Bedeutung zu. Dabei würde nämlich immer dann ein optimales Ergebnis erreicht, wenn eine Schlaglänge für einen Bunkerinhalt ausreichen würde, oder wenn der Bunker ein Vielfaches der Schlaglänge aufnehmen könnte. Für die wichtigsten Erntegüter wurden deshalb die Ernteweglängen in bezug auf die derzeitigen Verhältnisse bei den Erntemaschinen auf Bild 2 dargestellt.

Ausgehend von den oben ermittelten Voraussetzungen bei den Schlaglängen nach der Flurbereinigung kann daraus ersehen werden, daß alle derzeitig eingesetzten Erntemaschinen zumindest den Ertrag einer Schlaglänge aufnehmen können. Darüberhinaus treten auch bei längeren Schlägen keine Probleme bei Erntegut mit geringem Wassergehalt wie Getreide auf. Dagegen wird bei Kartoffeln, Rüben und Silomais schon sehr bald die mögliche Schlaglänge erreicht und auch größte Transporteinheiten können insbesondere bei den Rüben nur Schlaglängen bis 700 m bewältigen. Aus den Gegebenheiten bei den Schlaggrößen, den Schlaglängen und den möglichen Ernteweglängen kann nun eine Zuordnung von einzelnen Großmaschinen und optimalen Schlaglängen versucht werden.

Großmaschinen und Bearbeitungsformen

Selbst wenn bei Erntemaschinen Schlaglänge und Bunkerfassungsvermögen sehr günstig aufeinander abzustimmen sind, kann aufgrund unterschiedlicher Bearbeitungsform ein stark variierendes Ergebnis erreicht werden. Dies trifft aber auch für alle anderen Maschinen und Geräte in der Außenwirtschaft zu. Folglich müßte für jede einzelne Maschine durch eine Versuchsreihe die optimale Zuordnung zur Schlaggröße und zur Schlagform ermittelt werden. Dies hätte aber zur Folge, daß es nicht möglich wäre, eine allgemein gültige Aussage über für Großmaschinen sinnvolle Schlaggrößen und Schlaglängen zu treffen und daß zudem ein nicht vertret-

barer Untersuchungsaufwand notwendig wäre. Deshalb wurde auf Bild 3 eine Systematisierung für Großmaschinen versucht, wobei die Bearbeitungsform und die Maschinenbauart die Einordnungskriterien darstellten.

Auf dieser Darstellung wird eine erste Unterteilung in Maschinen und Geräte mit oder ohne Bunker vorgenommen. Dann folgt eine Untergliederung für beide Maschinenarten an die Notwendigkeit einer Reihenarbeit. Nur exemplarisch werden einige Maschinen und Geräte aufgeführt und schließlich wird es möglich, typische

Schlaggröße und Schlaglänge vor und nach der Flurbereinigung

Voraussetzungen	vor der Flurbereinigung		nach der Flurbereinigung							
			Schlaggröße in ha							
			Anteil der Schläge an der LN							
	ϕ Schlaggröße		ϕ Schlaggröße	< 1 ha	1-2 ha	2-4 ha	> 4 ha			
Ungünstig	0,50		1,7	14	23	34	29			
Günstig	0,85		3,0	6	11	20	63			
			Schlaglänge in m							
			Anteil der Schläge(%)			Anteil der Schläge(%)				
			ϕ	< 200	200-300	> 300	ϕ	< 200	200-300	> 300
Ungünstig			145	88	12	-	197	65	33	2
Günstig			155	80	16	4	261	34	38	28

Quelle: Schriftverkehr mit der Flurbereinigungsdirektion Landau/Isar

H. Auernhammer

Bild 1

und mögliche Bearbeitungsformen abzuleiten. Es zeigt sich, daß manche Geräte jede Bearbeitungsform zulassen, wobei die Randumarbeit bei der Restparzelle in die Beet- oder Auf-Ab-Bearbeitung übergeht. Typische Maschinen sind dafür die Saatbettkombinationen bei den reinen Bearbeitungsmaschinen auf der linken und die Mährescher für Getreide bei den Ernte- oder Bunkermaschinen auf der rechten Seite der Abbildung.

Dazwischen steht je eine Gruppe, welche vor allem an Auf-Ab- oder Beearbeit gebunden ist oder welche beide Formen zulassen. Eine zentrale Stellung nimmt dabei der Pflug ein. Er wird aufgrund seiner Ausbildung als Beet- oder Kehrflug eingesetzt und er war auch mit der Initiator für die Entwicklung und Produktion von Großschleppern. Demgegenüber werden fast alle Erntemaschinen mit Bunker in Beearbeit eingesetzt, denn z. T. wird auf nebenherfahrende Transporteinheiten über-

Ernteweglänge bei verschiedenen Ernte- und Transporteinheiten

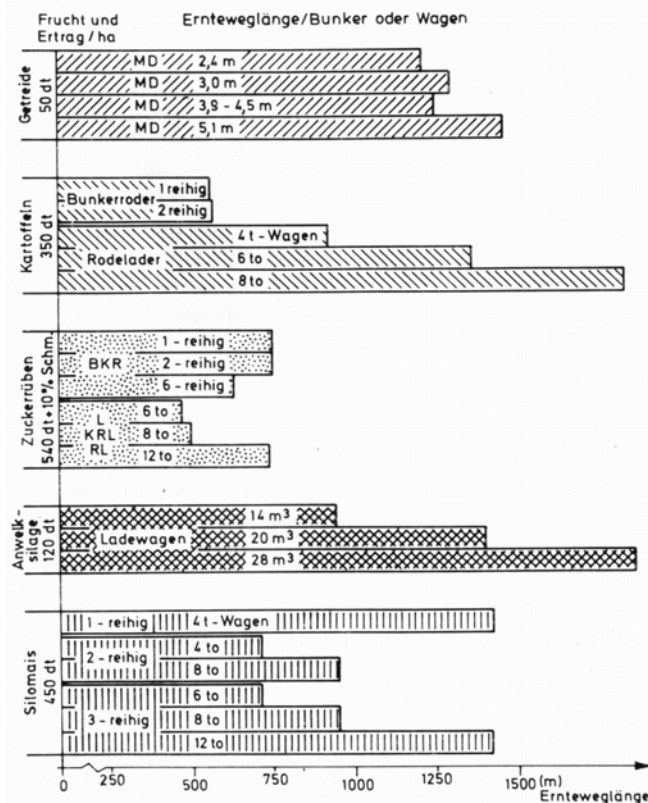


Bild 2

laden und dafür wiederum eignet sich die Beearbeitung am besten. Sie führt dann aber besonders bei großen Beetbreiten zu einem erheblichen Wendezeitanteil an der Gesamtarbeitszeit.

Aufbauend auf diese Einteilung und die schon aufgezeigten Verhältnisse bei den Schlaggrößen und Schlaglängen sowie bei den möglichen Ernteweglängen sollen im folgenden typische Vertreter der einzelnen Gruppen untersucht werden. Dazu wurden vor allem jene Maschinen und Geräte ausgewählt, bei welchen gerade in den vergangenen Jahren eine sehr starke Entwicklung hinsichtlich der Arbeitsbreite oder der Gesamtgröße stattgefunden hat. Es soll aber auch versucht werden, Möglichkeiten an diesen Maschinen aufzuzeigen, um sie auch auf kleineren Flächen einsetzen zu können.

Saatbettkombinationen

Zur besseren Auslastung von Großschleppern werden diese vor allem bei der Saatbettbereitung herangezogen, und der Markt bietet heute schon Saatbettkombinatio-

Zuordnung landw. Maschinen und Geräte zu Bearbeitungsformen

Abhängigkeit	Ohne Bunker		Eigen- oder Fremdbunker	
	Ungebunden	An Reihen gebunden	Ungebunden	Ungebunden
Maschinen und Geräte	Saatbettkombinationen	Pflüge	Bunkerköpfroder	Mähdrescher
	Eggen Fräsen Heuwerbegeräte	Hackfruchtpfleegeräte Säegeräte	Kartoffelsammelroder Rodelader Feldhäcksler Düngerstreuer Mähdrescher (Körnermais)	
Bearbeitungsform	Auf - Ab Beet ↑ Rundum	Auf - Ab Beet	Auf - Ab Beet	Auf - Ab Beet ↑ Rundum

Bild 3

nen mit bis zu 12 m Arbeitsbreite an. Charakteristisch für diese Geräte ist die große Arbeitsbreite im Verhältnis zur Baulänge und außerdem zeichnen sie sich dadurch aus, daß sie fast ausschließlich von der Schlepperhydraulik getragen werden können. Damit kommen sie mit einem sehr kurzen Vorbeet aus.

Werden derartige Geräte auf ihre Flächenleistung untersucht, dann zeigt sich dabei das auf Bild 4 dargestellte Ergebnis. Darauf wurde über eine Schlaglänge bis 1000 m die Flächenleistung für Saatbettkombinationen mit 8 m und mit 10 m Arbeitsbreite aufgetragen. Außerdem wurden für beide Arbeitsbreiten verschiedene Schlaggrößen ausgehend von 2 ha bis 30 ha in die Modellkalkulation mit einbezogen.

Es zeigt sich, daß beim 2-ha-Schlag bei einer Schlaglänge von 400–500 m die höchste Flächenleistung erreicht wird und danach die Leistung wieder abnimmt. Zu erklären ist dies vor allem durch die notwendigerweise Doppelarbeit bei zu schmalen Schlägen, wenn dabei Schlagbreite und Arbeitsbreite nur ungenau aufeinander abzustimmen sind. Dagegen nimmt bei allen größeren Schlägen die Flächenleistung mit zunehmender Schlaglänge erheblich zu und erreicht beim 10- und 30-ha-Schlag etwa 20 % Mehrleistung. Wichtig aber ist, daß Schläge über 10 ha nur noch eine unwesentliche Flächenleistungssteigerung zulassen und daß bei den 10- und auch bei den 30-ha-Schlägen die Erhöhung der Schlaglänge über 600 m hinaus nur noch eine geringe Leistungssteigerung ermöglicht. Wird nun von einer Schlaggröße von 5 ha ausgegangen, so zeigt sich, daß die Mehrleistung von etwa 20 % durch große Schlaglängen auch durch eine größere Arbeitsbreite erkauft werden könnte. Auch bei 10 m Arbeitsbreite zeigt sich, daß die Leistungssteigerungen über 600 m Schlaglänge und 10 ha Schlaggröße nur noch gering sind. Vermut-

Flächenleistung großer Saatbettkombinationen

($v = 8 \text{ km/h}$, Vorbeetbreite = $2 \cdot A$ 'breite, Auf-Ab - Bearbeitung)
Flächenleistung

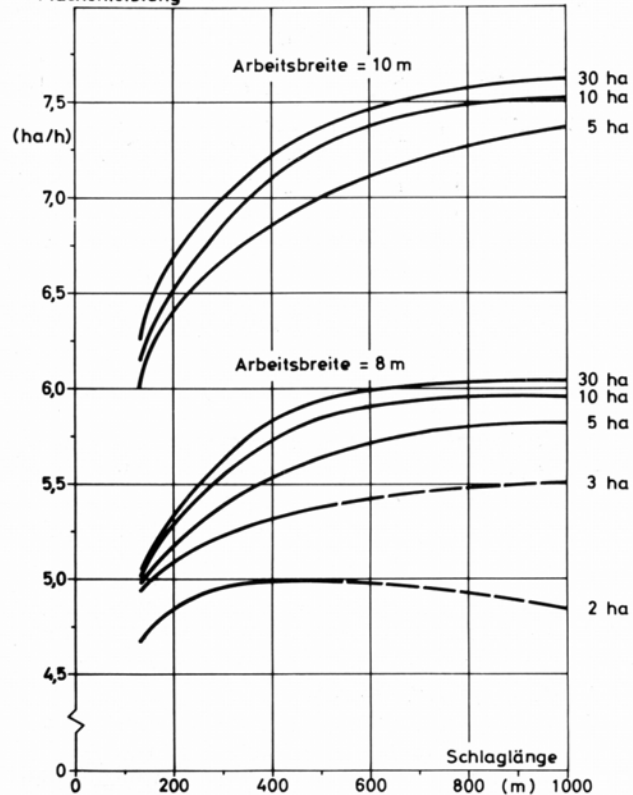


Bild 4

lich müßten sie sogar als nicht relevant betrachtet werden, denn bei großen Arbeitsbreiten der Geräte und ständiger Aufmerksamkeit der Bedienungsperson muß mit nachlassender Leistungsbereitschaft und damit Doppelarbeit aufgrund nicht vollständig ausgelasteter Arbeitsbreite gerechnet werden.

Insgesamt wird somit aus dieser Darstellung ersichtlich, daß eine höhere Flächenleistung durch größere Schläge und höhere Schlaglängen möglich ist, daß aber auch auf kleineren Flächen eine Erhöhung der Arbeitsbreite eine beträchtliche Mehrleistung zuläßt. Allerdings ergibt sich dann die Frage, ob die Steigerung der Arbeitsbreiten die in sie gesetzten Erwartungen immer erfüllen können. In bezug auf die nach der Flurbereinigung erreichten Flächengrößen führt dies zu den auf Bild 5 dargestellten Zeitbedarfskurven in Abhängigkeit von der Arbeitsbreite. Darauf führt die Erhöhung der Arbeitsbreite bis 10 m zu einer nahezu linearen Abnahme des Zeitbedarfes/ha. Erst ab 10 m Arbeitsbreite kann eine weitere Senkung des

Zeitbedarfes auf den angegebenen Schlaggrößen von 2 bis 3 ha nicht mehr erreicht werden.

Diese Zusammenhänge bringen aber bei der Arbeitsorganisation erhebliche Leistungseinbußen mit sich. Nehmen wir an, daß ein Halbtage mit der Arbeit der Saatbettvorbereitung auf kleinen Flächen ausgefüllt werden soll, dann ergeben sich die auf Bild 5 links dargestellten Verhältnisse. Bei Zugrundelegung von 2-ha-Schlägen würden bei steigender Arbeitsbreite zwischen 10 und 14,5 ha bearbeitet werden können, bei 3-ha-Schlägen 10,4–15,5 ha. Da dann aber mehrmals von Feld zu Feld gefahren werden müßte, ist neben der Rüstzeit mit erheblichen Wegezeitanteilen zu rechnen. Diese Zusammenhänge würden im Extremfall dazu führen, daß von 4 vorhandenen Arbeitsstunden nur noch knapp 2 Stunden oder 45 % effektiv gearbeitet werden würde. Damit wird ersichtlich, daß eine Übermechanisierung bei Geräten mit großer Flächenleistung sehr bedenklich ist. Sie führt nämlich auf der einen Seite zu einer starken Senkung der Gesamteinsatzstunden und verbietet zudem den überbetrieblichen Einsatz, da dann wiederum mit einer zu geringen Flächenleistung in Bezug auf die benötigte Gesamtarbeit zu rechnen ist.

Pflüge

Während Saatbettkombinationen aufgrund ihrer kurzen Bauart fast ausschließlich von der Schlepperhydraulik getragen werden, handelt es sich bei mehrscharigen Pflügen über 4 Scharen fast ausschließlich um Aufsattelgeräte. Diese bedingen aber im Zusammenwirken mit dem Schlepper ein sehr langes Gespann und damit ein sehr breites Vorbeet auf beiden Seiten der Schläge. Kurze Schlaglängen verhindern deshalb bei den Pflügen höchste Flächenleistungen. Dies wird auf Bild 6 sichtbar, auf welcher wiederum die Flächenleistung über der Schlaglänge aufgetragen wurde. So würde bei den Schlaggrößen 10 und 30 ha die Mehrleistung bei 1000 m Schlaglänge etwa 30 % betragen. Aber auch auf dieser Darstellung wird sichtbar, daß Schlaggrößen über 10 ha nur noch geringfügige Zunahmen der Flächenleistungen zulassen. Außerdem muß bedacht werden, daß schon ab etwa 12 ha Schlaggröße die Pflugarbeit mehr als einen 8-Stunden-Tag in Anspruch nimmt und dann zusätzliche Zeitanteile für Rüstarbeiten und für die Wege anfallen. Auch bei den Pflügen liegt die größte Flächenleistungssteigerung bei Schlaglängen bis 600 m. Da die aufgezeigten Ergebnisse aber nur für Kehr- und Beetpflüge bis 50 m Beetbreite gültig sind (die auftretenden Wendezeiten sind dabei etwa gleich groß), soll gesondert untersucht werden, wie sich die Flächenleistungen der Kehr- und Beetpflüge zueinander verhalten.

Auf Bild 7 wurden die Ergebnisse dieser Untersuchung in Abhängigkeit von der Schlaglänge bei einem 10-ha-Schlag untersucht. Der Kehrpflug stellt dabei die Bezugsleistung 100 % dar und darunter sind die Flächenleistungen der Beetpflüge bei Beetbreiten von 75–200 m aufgetragen. Sehr deutlich wird darauf die Überlegenheit des Kehrpfluges gegenüber dem Beetpflug bei Schlägen bis 300 m Schlaglänge sichtbar, und auch darüberhinaus bleibt der Beetpflug deutlich hinter der Leistung der Kehrpflüge. Bedenkt man außerdem, daß kurze Schlaglängen die Flächenleistung sowieso in Grenzen halten und daß darüberhinaus Minderleistungen durch den Einsatz des Beetpfluges entstehen, dann können die Minderleistungen auf kurzen Schlägen durchaus 40–50 % betragen.

Zeitbedarf und Flächenleistung großer Saatbettkombinationen

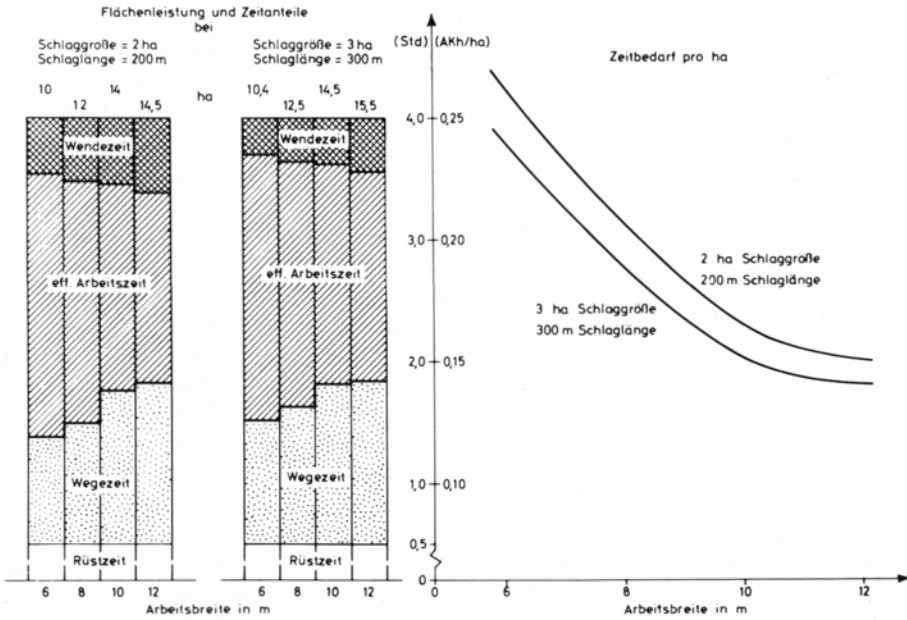


Bild 5

Flächenleistungsvergleich zwischen Kehr- und Beetpflug

Arbeitsbreite = 2,7 m ; 8 scharig ; v = 6,5 km/h ; Schlaggröße = 10 ha

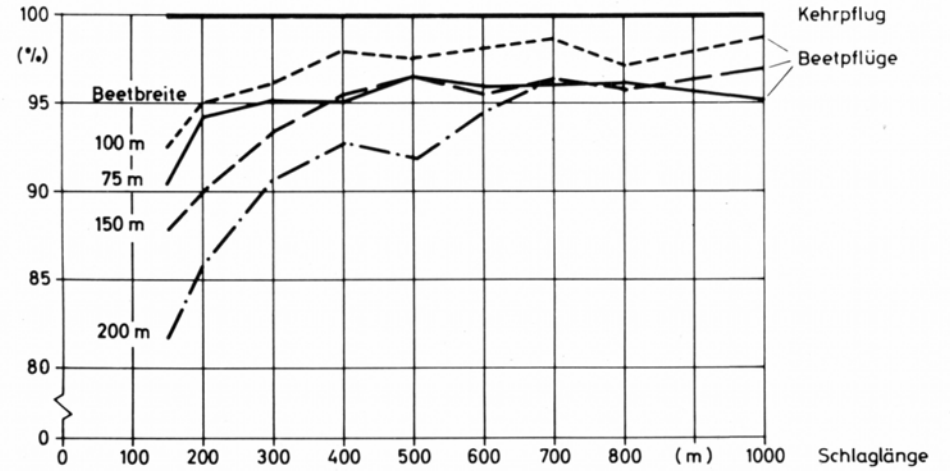


Bild 7

Flächenleistung von 8-scharigen Pflügen

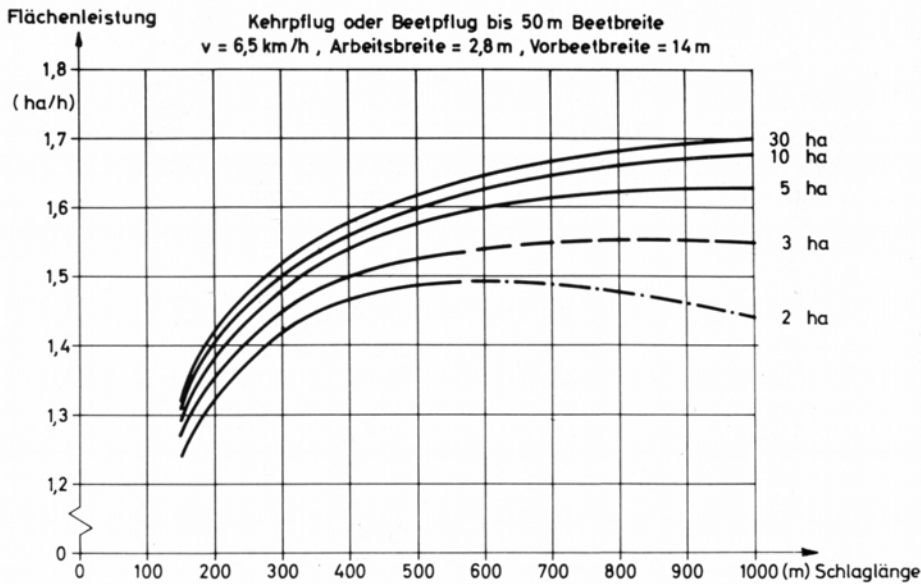


Bild 6

Rodeleistung 6-reihiger Bunkerköpfröder

Arbeitsbreite = 2,7 m ; v = 4,5 km/h ; Ertrag = 540 dt/ha + 10% Schmutz
Vorbeetbreite = 15 m ; Bunkerentleerzeit = 1 min ; Wendezeit 40 cmin

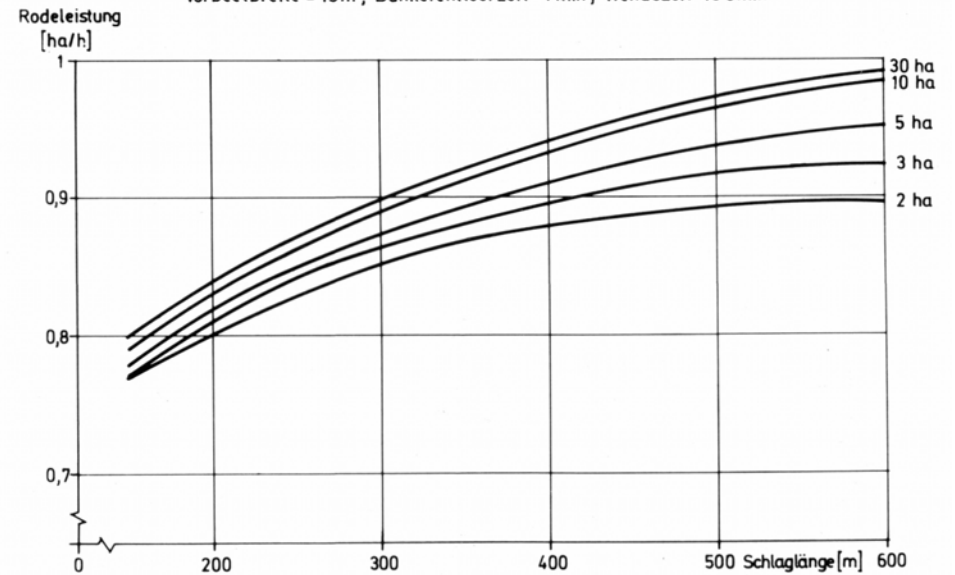


Bild 8

Einfluß der Vorbeetbreite auf die Rodeleistung selbstfahrender Bunkerköpfröder

Arbeitsbreite = 2,7 m ; v = 4,5 km/h ; Ertrag = 540 dt/ha + 10% Schmutz
 Bunkerinhalt = 100 dt ; Entleerzeit = 1 min ; Wendezeit = 40 cmin ; Schlaglänge = 225 m

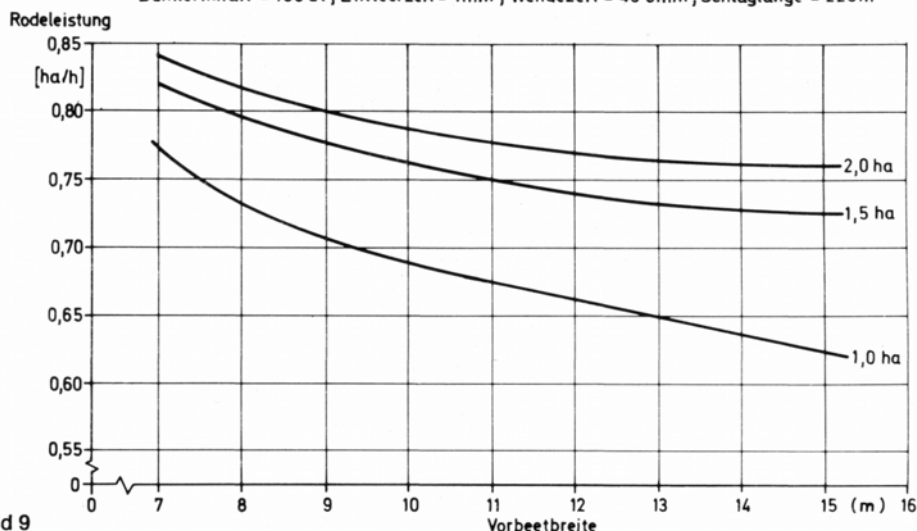


Bild 9

Flächenleistung von Großmähdreschern bei unterschiedlichen Arbeitsformen

Ertrag = 50 dt/h ; v = 5 km/h ; Arbeitsbreite = 5,10 m ; Schlaggröße = 10 ha

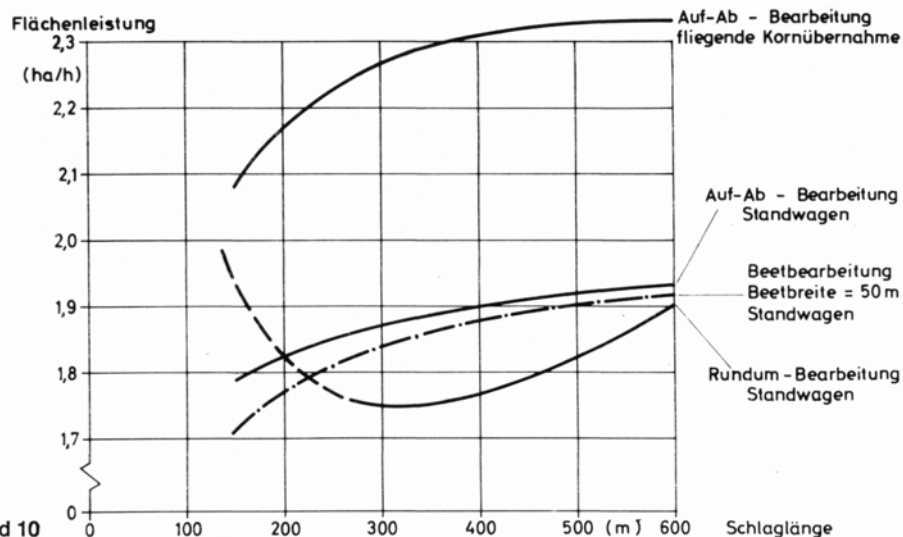


Bild 10

Bunkerköpfröder

Während Bearbeitungsmaschinen keinerlei Beschränkungen bei der Schlaglänge unterliegen, setzt bei Erntemaschinen mit Eigenbunker das Bunkerfassungsvermögen eine deutliche Grenze. Müssen zudem großvolumige Erntemassen wie bei Zuckerrüben geerntet werden, dann tritt diese Begrenzung schon frühzeitig ein. Dies dürfte der Hauptgrund sein, warum bei Zuckerrübenbunkerköpfrödem erst in den letzten Jahren 6reihige Maschinen entwickelt wurden. Wie skeptisch die einschlägige Industrie diesen Entwicklungen aus der Praxis gegenübersteht, beweist die Tatsache, daß bisher kein namhafter Hersteller von Bunkerköpfrödem aus dem Inland eine derartige Maschine anbietet. Neben der Erkundung optimaler Schlaggrößen für derartige Maschinen muß deshalb zusätzlich untersucht werden, ob solche Maschinen auch auf kleinen Flächen sinnvoll einzusetzen sind.

Deshalb wurde für einen 6reihigen Bunkerköpfröder mit gemessenen Daten aus der Praxis eine Kalkulation der möglichen Flächenleistung in Abhängigkeit von der Schlaggröße und der Schlaglänge durchgeführt (Bild 8). Auch daraus wird ersichtlich, daß bei zunehmender Schlaglänge eine Mehrleistung bis zu 25 % möglich ist. Begrenzt wird die Rodeleistung bei einer Schlaglänge von 600 m, da dann mit 10 t Rüben das Bunkerfassungsvermögen vollständig ausgelastet ist. Sehr deutlich zeigt sich außerdem, daß zur Erzielung optimaler Rodeleistungen 10 ha Schläge erforderlich sind. Wenn aber bedacht wird, daß die Vielzahl der Rübenschläge zwischen 1 und 2 ha Schlaggröße liegen, dann muß nach einer Möglichkeit gesucht werden, hohe Leistungen auch auf kleinen Flächen zu erreichen. Nach dieser Darstellung können aber für solche Klein- und Kleinstflächen selbstfahrende Maschinen nur Flächenleistungen von 0,6–0,7 ha/h erreichen. Diese obere Grenze wird fast ausschließlich von dem breiten Vorbeet von je 15–18 m Breite gesetzt, welches aufgrund der geringen Wendigkeit dieser Maschinen benötigt wird. Deshalb wurde auf Bild 9 die Rodeleistung für kleine Schläge in Abhängigkeit von der benötigten Vorbeetbreite untersucht. Eine erhöhte Wendigkeit würde demnach vor allem den kleinen Schlägen entgegenkommen. Darauf wären Mehrrodeleistungen bis zu 25 % möglich. Würde es zudem noch gelingen, durch Verbesserung der Köpfforgane eine höhere Rodegeschwindigkeit zu erreichen, dann könnten diese Maschinen auch auf Kleinflächen Rodeleistungen von 0,8–0,9 ha/h erzielen und damit die für einen rentablen Einsatz notwendige Kampagneleistung erbringen.

Großmähdrescher

So bleibt als letzte Gruppe der Mähdrescher zu untersuchen, der aufgrund seiner Frontschrägenform und seines Einsatzes im Getreide an keine besondere Arbeitsform gebunden ist. Da auch bei dieser Maschine der 10-ha-Schlag eine Größe darstellt, auf welcher nahezu die maximale Flächenleistung erreicht wird, wurde diese Schlaggröße in Abhängigkeit von der Schlaglänge und den möglichen Bearbeitungsformen untersucht (Bild 10). Im Gegensatz zu allen anderen untersuchten Maschinen und Geräten erbringt darauf die Erhöhung der Schlaglänge nur etwa 8–10 % Mehrleistung.

Ähnlich wie bei den Pflügen liegt die Beearbeitung wieder um etwa 5 % unter der Druschleistung der Auf-Ab-Arbeit. Darüberhinaus wird aber beim Mähdrusch die

Erzielbare Druschleistungen beim Mähdrusch in Abhängigkeit vom Bunkerfassungsvermögen

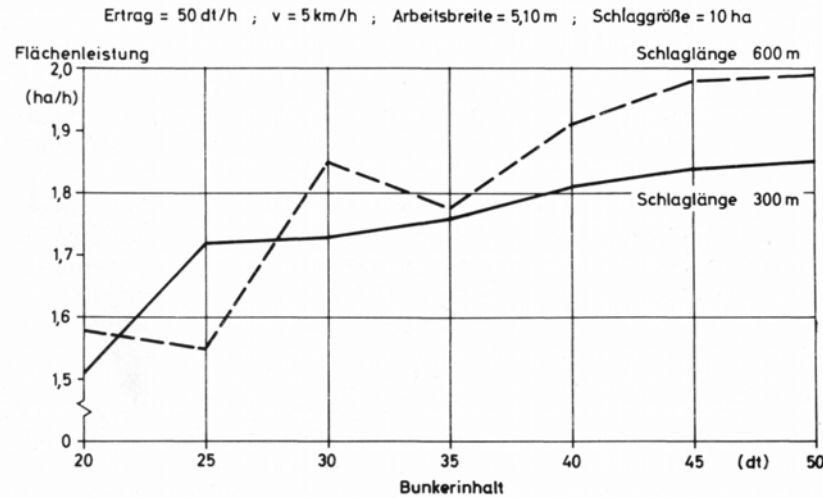


Bild 11

Ernteweglänge bei verschiedenen Ernte- und Transporteinheiten

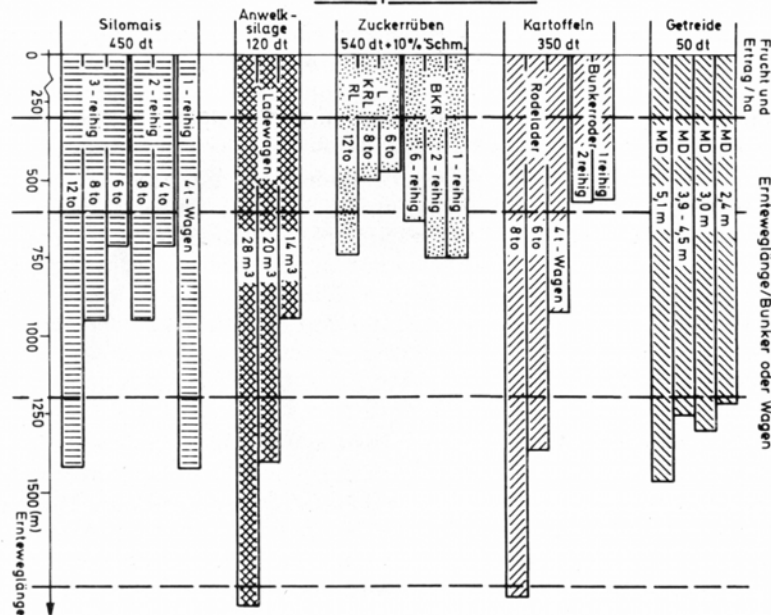


Bild 12

Rundumarbeit möglich. Sie würde bei kurzen Schlaglängen über die Schlagumkehr zu einem sehr langen Schlag kommen und damit eine sehr hohe Druschfläche erreichen. Wichtig aber ist, daß bei nahezu quadratischen Flächen diese Bearbeitungsform etwa 10% weniger leistet als die Auf-Ab-Bearbeitung. Erst wenn die Schlagform wieder zunehmend rechteckig wird, steigt auch die Druschleistung stark an. Da bei großen Flächen vielfach die fliegende Kornübernahme praktiziert wird, wurde diese Form ebenfalls berechnet. Sie würde etwa 20% Mehrleistung durch den Mährescher zulassen. Allerdings kommt dieser Vorteil erst bei großen Schlaglängen voll zur Geltung. Diese Tatsache beweist, daß die Zeit für die Bunkerentleerung einen wesentlichen Anteil an der Gesamtarbeitszeit darstellt. Außerdem ergab die Durchsicht der verschiedenen Firmenprospekte sehr starke Differenzen bei den Bunkerinhalten und gleichen MD-Schnittbreiten. So schwanken die Bunkerinhalte bei Mähreschern mit 5 m Schnittbreite von 35 bis 63 dt.

Um aufzuzeigen, in welchem Umfang die Druschleistung vom Bunkerinhalt abhängig ist, wurden auf Bild 11 die Ergebnisse dieser Untersuchung dargestellt. Darauf zeigen die Druschleistung und die Schlaglänge von 300 m nur einen geringen Zusammenhang. Eine sehr starke Erhöhung der Druschleistung wäre aber möglich, wenn bei 600 m Schlaglänge die derzeitigen Bunkerinhalte auf etwa 50 dt gesteigert würden. Dadurch würde sich auch in vielen Fällen die nur schwer zu organisierende fliegende Kornübernahme erübrigen, denn sie setzt eine reibungslos funktionierende Transportkette und vor allem einen störungsfreien Einlagerungsvorgang in das Getreidelager voraus. Damit zeigt sich an diesem Beispiel, daß bei den Mähreschern nicht unbedingt die Schlaggröße die Haupteinflußgröße darstellt, sondern daß die Bearbeitungsform und die Organisation des Abtransportes der Erntegüter einen wesentlichen Einfluß auf die Leistung ausüben.

Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich somit feststellen: Die heute auf dem Markt angebotenen Großmaschinen sind in ihrer Leistungsfähigkeit sehr stark von den Schlaggrößen und der Schlagform abhängig. Hinsichtlich der Schlaggröße sollten unter den derzeitigen technischen Verhältnissen 10 ha die untere Grenzen darstellen. Bei den Schlaglängen sollten 600 m nicht unterschritten werden. Da von vielen Betrieben diese Forderungen nicht erfüllt werden können, wird die **Industrie** gezwungen sein, weitere Bemühungen in die Großmaschinen zu investieren, um einerseits die Bunkerfassungsvermögen bei Erntemaschinen weiter zu erhöhen und andererseits eine noch größere Wendigkeit dieser Maschine zu erreichen. Für die **Flurbereinigung** stellt sich daraus die Aufgabe, Neubereinigungen so zu gestalten, daß ein Grundwegeraster von 300 m (Bild 12) mit einem befestigten und einem unbefestigten Weg erreicht wird. Bei Betriebsvergrößerung oder für Teilnehmer mit großen Betriebsflächen ergäbe sich dann die Möglichkeit, Flächen mit 600 m Schlaglänge und beiderseits befestigten Wegen zu erreichen. Allerdings muß betont werden, daß neben dieser Maßnahme die Erstellung von großmaschinengerechten Wegen mit eine Voraussetzung für den Einsatz dieser Maschinen ist, denn Wegebreiten von 3 m und Tragfähigkeiten von 3 t Achslast sind für derartige Maschinen nicht mehr ausreichend.

Leistungsfähige Verfahren bei der Strohbergung

Erste Erfahrungen mit Großballen- und Höchstdruckpressen

von LD Dr. Heinz Schulz, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik und landtechnischer Verein, Weihenstephan

Für viele Landwirte, die ihr Getreidestroh nicht verbrennen oder in den Boden einarbeiten können, sondern innerbetrieblich verwerten oder nutzbringend verkaufen wollen, ist die Strohbergung zu einem arbeitswirtschaftlichen Engpaß geworden. Ähnliches gilt auch für die Heubergung, die wieder mehr in den Vordergrund rückt, nachdem die Heißlufttrocknung unter der Erdölverteuerung zu leiden hat.

Kurze Schönwetterperioden zu nutzen und dabei möglichst viel Heu und Stroh trocken und mit guter Qualität zu bergen, das ist eines der Hauptprobleme, welches die Landtechnik auf diesen Gebieten heute zu lösen hat.

Ladewagen und Hochdruckpresse mit Ballenschleuder haben zwar schon den Ladevorgang selbst zur schlagkräftigen Einmannarbeit gemacht, aber bei diesen Verfahren schluckt einfach der Transport und die Einlagerung zu viel von den kostbaren Schönwetterstunden. Außerdem bleibt meist am Hof noch recht viel Handarbeit bzw. es werden aufwendige Einlagerungsgeräte nötig.

Neue, leistungsfähige Großballenverfahren, die jetzt aus den USA und England zu uns kommen, können dazu beitragen, diese Probleme grundlegend zu lösen (Bild 1). Man kann mit ihnen Heu, Stroh und evtl. auch andere Materialien mit sehr hoher Leistung bei optimaler Witterung pressen und zunächst auf dem Feld oder am Feldrand liegen lassen. Diese 350–700 kg schweren Ballen sind nämlich relativ witterungsunempfindlich und können erst zu einem späteren Zeitpunkt vom Feld abgeholt und eingelagert werden.

Der zweite Hauptvorteil besteht darin, daß alle Vorgänge beim Laden, Abladen, Einlagern und Auslagern mit dem Schlepper und zwar mit Frontlader oder Heckgabel erfolgen können bzw. müssen. Für Leute, die lieber mit der Handgabel als mit dem Frontlader arbeiten, mag diese Abhängigkeit vom Schlepper sicher auch ein Nachteil sein.

Weitere Hauptnachteile der Großballenverfahren: sie stellen bestimmte Anforderungen an Zug- und Ladeschlepper und benötigen zur Einlagerung ebenerdige Gebäude (Ausnahme: Hocheinfahrten).

Unter Beachtung dieser Gesichtspunkte gebe ich den neuen Großballenverfahren auch unter unseren mitteleuropäischen Verhältnissen eine gute Chance und werde sie daher zu einem Schwerpunkt meiner Tätigkeit in den nächsten Jahren machen. Erste Erfahrungen konnten wir aber schon im vergangenen Sommer sammeln und zwar im Rahmen von Forschungsaufträgen der Stiftung der Landmaschinenindustrie sowie des Bayerischen Landwirtschaftsministeriums. Parallel dazu konnte ich auch private Erfahrungen mit Großballen in meinem 3,5 ha großen Nebenerwerbsbetrieb machen. An den Ergebnissen, über die ich berichten, sind vor allem meine Mitarbeiter Perwanger und Mitterleitner beteiligt. Dank schulde ich weiterhin der ein-

schlägigen Landmaschinenindustrie sowie den Landwirten mit Pioniergeist in den verschiedensten Gebieten Bayerns, die sich für unsere Großballenversuche begeistern ließen.

3 Rundballenpressen der Firmen Gehl, New-Holland und Welger sowie der Bigbaler von Howard-Rotavator kamen zum Einsatz, letztere Maschine lief allerdings nur kurzzeitig im Versuchsprogramm. Die anderen Geräte wurden vergleichsweise in Heu, Grassamenstroh, Getreidestroh, Grummet und – sofern sie dafür geeignet waren – auch in Anweilksilage und Grünfutter eingesetzt. Versuche in Mais und Rübenblatt stehen noch aus.

Alle Großballenpressen ähneln im Betrieb einem Ladewagen mit Bindevorrichtung. Sie laufen in geradem Zug hinter dem Schlepper, sind kompakt, durch breite Spur und niedrigen Schwerpunkt hangtauglich und haben durch den geraden Materialfluß ein sehr hohes Schluckvermögen. Verstopfungen und Störungen durch Fremdkörper sind selten. Grundsätzliche Unterschiede ergeben sich aber durch die Ballenform.

Beim Bigbaler, der kubische Ballen mit ca. 1,5 m Breite, 1,5 m Höhe und ca. 2,5 m Länge preßt, wird das Material durch eine stoßweise arbeitende Förderschlinge verdichtet, dabei hilft die im gleichen Takt schwingende Vorderwand mit (Bild 2). Ist der gewünschte und an einem Manometer ablesbare Verdichtungsgrad erreicht, hält der Schlepperfahrer kurz an und löst über ein Seil den Bindemechanismus aus.

3 Knoter binden dann mit starkem Polypropylenbindegarn den Ballen und zwar nach dem gleichen Prinzip und in Längsrichtung wie bei der Hochdruckpresse. Gleichzeitig wird die Rückwand geöffnet. Nun wird weitergeladen, das neue Material drückt den gebundenen Ballen heraus, und die Rückwand schließt sich selbsttätig wieder.

Ganz anders arbeiten Rundballenpressen. Sie verdichten nicht stoßweise, sondern wickeln den Schwad gleichmäßig auf. Die amerikanischen Maschinen wickeln dabei von innen nach außen, ähnlich wie man einen Teppich aufrollt. Dies geschieht mit umlaufenden Ketten oder Bändern, die durch Federzug bei größer werdendem Ballen nachgeben (Bild 3 und 4). Hat der Ballen die gewünschte Größe, hält der Schlepper an, läßt den Ballen aber mit eingeschalteter Zapfwelle weiterrotieren. Von Hand gesteuert wird nun das Bindegarn spiralförmig um den Ballen gewickelt und abgeschnitten. Die Enden werden nicht verknotet. Jetzt wird die Zapfwelle ausgeschaltet, die Rückwand hydraulisch geöffnet (doppelter Hydraulikanschluß nötig!) und der Ballen durch kurzes Zapfwelleneinschalten ausgestoßen. Nach ebenfalls hydraulischem Schließen der Rückwand kann der nächste Ballen gepreßt werden. Die Ballengröße ist je nach Maschinentyp verschieden. Die bei uns eingesetzte Gehl 1500 macht Ballen mit ca. 1,5 m Länge und 1,7 m ϕ und die New Holland 850 solche mit ca. 1,7 m Länge und 1,65 m ϕ .

Völlig abweichend von den amerikanischen Maschinen ist die neue Welger-Rollpresse gebaut (Bild 5). Sie arbeitet mit 6 umlaufenden Bändereinheiten, die eine 6eckige Preßkammer mit unveränderlicher Größe umschließen. Dadurch wird der Ballen nicht wie beim amerikanischen Prinzip von innen nach außen geformt, sondern von außen nach innen. Das Material kommt anfangs locker in die Preßkammer herein, beginnt dann zu rotieren und wird erst durch die neuen Windungen immer



Bild 1: Großballenverfahren bei der Strohbergung



Bild 3: Rundballenpresse mit umlaufenden Ketten



Bild 2: Bigbaler beim Pressen von eckigen Großballen



Bild 4: Rundballenpresse mit umlaufenden Bändern



Bild 5: Rundballenpresse mit 6eckiger Preßkammer

stärker zur Mitte hin gepreßt. Dadurch entsteht in der Mittelzone eine typische sternförmige Faltung. Binden und Ausstoßen funktionieren wie schon beschrieben. Der Preßdruck ist an einem Manometer ablesbar. Die Ballen sind 1,5 m lang und haben einen ϕ von 1,8 m. Trotz der kurzen Entwicklungszeit macht diese Maschine schon einen sehr fertigen Eindruck und besticht durch ihre einfache aber wirkungsvolle Konzeption sowie durch die Exaktheit der Ballen.

Die Rundballenpressen kosten ca. 20 000 DM, der Bigbaler ca. 28 000 DM. Alle Maschinen sind gut für den überbetrieblichen Einsatz geeignet.

Gemessen wurden bei unseren Versuchen:

- Ballengewichte, Raumgewichte und Raumgewichtsverteilung bei verschiedenen Trockenmassegehalten
- Leistung und Arbeitsaufwand nach der Teilzeitmethode bei Pressen, Laden, Transport und Einlagerung
- Zapfwellenleistungsbedarf und Drehmomentverlauf über den gesamten Preßvorgang. Diese elektronischen Messungen wurden in Zusammenarbeit mit unserer meßtechnischen Abteilung durchgeführt.
- Treibstoffverbrauch, gemessen mit einer speziellen Vorrichtung
- Bröckelverluste bei verschiedenen Phasen des Preß-Binde- und Ausstoßvorganges
- Bindegarnverbrauch
- Verhalten bei Bewitterung im Freien durch Entnahme von Trockenmasseproben aus verschiedenen Zonen mit einem Bohrgerät.

Außerdem werden Beobachtungen beim Auflösen, Verfüttern und Einstreuen der Großballen angestellt; detaillierte Messungen hierbei folgen noch im Winter.

Nun zu den Ergebnissen bzw. Erfahrungen:

Die Ballengewichte schwanken je nach Fabrikat und Preßgut zwischen

350 und 500 kg bei Stroh

450 und 700 kg bei Heu

1000 und 1300 kg bei Anwelksilage

Mit den amerikanischen Maschinen kann man den Ballendurchmesser variieren, das heißt auch kleinere Ballen als mit dem Nenndurchmesser machen. Demgegenüber läßt sich der Verdichtungsgrad nur wenig willkürlich beeinflussen. Die Raumgewichte nehmen von innen nach außen ab, die Ballen haben einen dichten Kern mit einer lockeren Außenzone und sehen etwas „ruppig“ aus. Demgegenüber haben die Welger-Rundballen eine „harte Schale und einen weichen Kern“, immer den selben Durchmesser und man kann den Verdichtungsgrad um ca. 100 % bei gleichem Material verändern, indem man einfach weniger oder bei entsprechendem Kraftbedarf auch mehr in die Maschine hineinläßt. Derart gut verdichtete Rundballen kommen im Raumgewicht nicht nur an normal verdichtete Hochdruckballen heran, sondern können diese noch übertreffen, wenn man die Stapel vergleicht. Exakt geformte Rundballen erhält man mit möglichst breiten und starken Schwaden. Bei schwachen Schwaden muß man „pendeln“, d. h. den Schwad gleich lange mal links, rechts und in die Mitte der Maschine hereinlassen. Schlangenlinienfahren ist verkehrt, dabei kommt zuviel in die Mitte herein und die Ballen werden faßförmig.

Was die Abhängigkeit von der Materialstruktur betrifft, so stimmt die bisherige Meinung keinesfalls, daß Rundballenpressen nur langhalmiges Material verarbeiten können. Allerdings gibt es hier Unterschiede zwischen den untersuchten Maschinen, die sich durch Verbesserungen aber noch ausbügeln lassen. So verdaut die Gehl-Maschine am liebsten trockenes und langes Heu und Stroh, während die New-Holland- und Welger-Presse zusätzlich auch mit kurzem und zähen Material z. B. Anwelkgras für die Silagebereitung fertig werden. Mit der Welger-Presse kann man sogar Grünfutter sehr schonend laden und den nicht gebundenen Ballen mit etwas geöffneter Rückwand auf dem Futtertisch fein dosiert wieder abwickeln. Man sieht daran, daß die Möglichkeiten, die in diesen Großballenverfahren stecken, noch längst nicht ausgenutzt sind.

Die Leistung und damit auch der Arbeitsbedarf sind bei den Großballenpressen vor allem von der Antriebsleistung, also der Schlepperstärke sowie von der Schwadgröße und der Schlaglänge abhängig. Durch den typischen Drehmomentverlauf der einzelnen Großballenpressen stellen sie unterschiedliche Mindestanforderungen an die Schlepperleistung (Bild 6). Rundballenpressen mit ihrer gleichmäßigen Arbeitsweise kann man schon mit ca. 60 PS betreiben, aber sie verkraften auch 100 bis 120 PS. Die meisten PS braucht der Bigbaler und zwar bedingt durch die stoßweise Arbeitsweise. 80 bis 100 PS je nach Verdichtungsgrad sind hier das Minimum. Der Bigbaler bräuchte eigentlich ein noch größeres Schwungrad (wie es jede Hochdruckpresse hat) um die Stöße besser auszugleichen.

Die Welger-Presse kann man notfalls schon mit ca. 40 PS fahren, wenn man auf den maximalen Verdichtungsgrad verzichtet. Ein Schaltgetriebe wäre hierbei günstig, um die Bänder bei Ende des Preßvorganges langsamer laufen zu lassen.

Bei einem Antrieb mit ca. 100 PS kann man mit Rundballenpressen auf ebenen, großen Schlägen mit starken Schwaden bis zu 25 Ballen/h Stroh pressen. Dabei bringen es die Maschinen auf das enorm hohe Schluckvermögen von ca. 36 t/h Heu und 23 t/h Stroh. Reduziert wird diese hohe Leistung durch den Zeitverlust zum Binden und Ausstoßen, weil diese Vorgänge ja im Stand erfolgen und u. U. mehr Zeit erfordern, als der Lade- und Preßvorgang. Das Binden müßte noch beschleunigt und evtl. automatisiert werden, um vor allem auch den Schlepperfahrer, der sich jetzt noch sehr stark konzentrieren muß, zu entlasten. Immerhin liegen aber die jetzt schon erreichbaren Preßleistungen einschließlich Stör- und Wendezeiten bei den Rundballenpressen zwischen 15 t/h Heu und 10 t/h Stroh und damit doppelt so hoch wie bei der Hochdruckpresse mit Ballenschleuder (Bild 7).

Leistungsbedarf von Großballenpressen

(Gerstenstroh 35 dz/ha ; MD - Schnittbreite 3,60 m ; Arbeitsgeschwindigkeit 8,5 km)

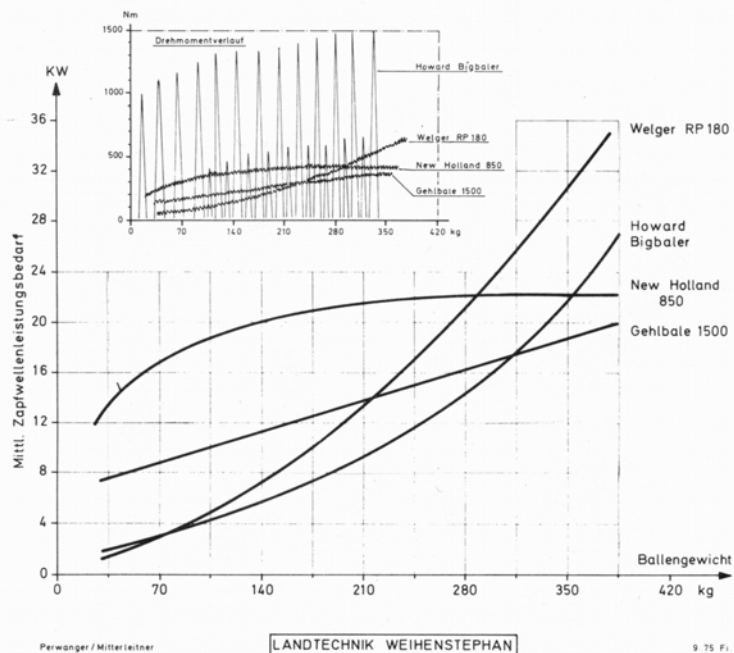


Bild 6: Leistungsbedarf von Großballenpressen

Preßleistung und Arbeitszeitbedarf in der Strohbergaung bei Hochdruck- und Großballenpressen

(40 dz/ha Stroh ; 3,60 m MD - Schnittbreite ; 300 m Schlaglänge ; 1 km Feldentfernung ; Einlagerung in ebenerdige Gebäude)

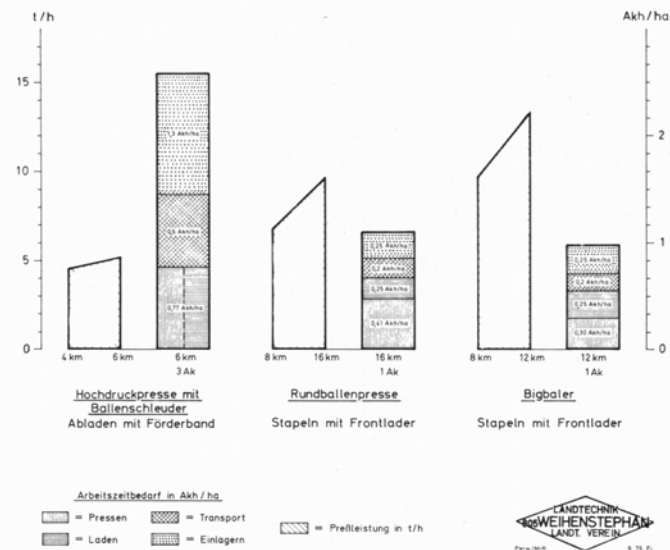


Bild 7: Preßleistung und Arbeitszeitbedarf in der Strohbergaung bei Hochdruck- und Großballenpressen

Der Bigbaler bringt es trotz etwas geringeren Schluckvermögens auf eine noch höhere Preßleistung als die Rundballenpressen, weil ja der Zeitaufwand zum Binden viel kürzer ist und das Ballenausstoßen während des nächsten Preßvorgangs erfolgt. Voraussetzung ist allerdings, daß die Knoter funktionieren, was bei unseren Versuchen keinesfalls selbstverständlich war. Wer einmal einen nichtgebundenen Bigbaler-Ballen auseinanderstreuen und zum zweiten oder gar drittenmal pressen mußte, preist die Funktionssicherheit der knoterlosen Rundballenpressen. Vorausgesetzt aber, der Bigbaler knotet sicher, kommt er auf die bisher unerreicht hohe Preßleistung von 20 t/h Heu und 13 t/h Stroh. Der spezifische Brennstoffverbrauch der Rundballenpressen lag bei einer Vergleichsmessung bei 1148 g/t Preßgut im Vergleich zu 1163 g/t bei Hochdruckballen (Schlepper mit 100 PS). Im Arbeitsbedarf für Pressen, Laden, Transport und Einlagern liegen die Großpressen mit ca. 1 AK/ha bei Stroh um etwa das 2,5fache niedriger als Hochdruckpressen mit Ballenschleuder und Abladen mit Förderband. Im Bindegarnverbrauch liegen Großballenpressen wesentlich niedriger als Hochdruckpressen (Bild 8). Rundballenpressen kommen mit normalem Sisal oder Kunststoffbindegarn von 200 bzw. 400 m Lauflänge aus. Sisalbindegarn haftet besser am

Ballen, Kunststoffbindegarn ist bei längerer Lagerung im Freien oder auf gewachsenem Boden günstiger, da es nicht verrottet. Der Verbrauch ist vor allem von der Geschicklichkeit des Schlepperfahrers abhängig, mit 10–12 Windungen kann man den Ballen sicher binden. Noch weiter läßt sich der Bindegarnverbrauch senken, wenn man Niederdruckbindegarn verwendet, was bei nicht extrem verdichteten Rundballen durchaus möglich ist. Ganz Sparsame können evtl. sogar das Bindegarn ein zweites Mal verwenden.

Entscheidend ist aber nicht nur der Bindegarnverbrauch, sondern die Bindegarnkosten. Durch das sehr teure Spezialgarn liegt der Bigbaler hier in der gleichen Höhe wie die Hochdruckpresse, während die Rundballenpressen bei Verwendung von Sisalgarn mit 300 DM/kg nur halb so hoch liegen wie die Hochdruckpresse!

Verlustfeststellungen konnten aus den schon erwähnten Gründen nur bei den Rundballenpressen gemacht werden. Dem Augenschein nach sind die Bröckelverluste vor allem bei sprödem Stroh sehr hoch, aber auch bei blattreichem, trockenem Grummet scheint viel zwischen den Bändern oder Ketten herauszufallen und zwar um so mehr, je kleiner die Schwaden sind und je länger man für einen Ballen fahren muß. Vergleichsversuche zeigten, daß bei den verschiedenen Rundballenpressen unterschiedliche Ursachen für diese Verluste bestehen. Die Gesamtverluste liegen in einer Höhe, die bei Stroh tragbar, bei dem wertvollen Heu aber verbesserungswürdig erscheint (Bild 9).

Beim Verhalten der Großballen bei Regen müssen zwei Dinge auseinandergehalten werden. Einmal können sie durch ihre große Masse und geringe Oberfläche Niederschläge leichter verkraften als die gleiche im Schwad liegende oder zu Hochdruckballen gepreßte Menge. Durch diesen Effekt können Bigbalerballen ca. 25 mm Niederschläge ohne größeren Schaden überstehen, größere Mengen jedoch dringen zwischen den senkrechten Schichten ein. Daran ändert auch die schwachgeneigte Oberfläche nichts. Wesentlich höhere Niederschlagsmengen, sogar 100 mm und mehr können gutgeformte Rundballen vertragen, besonders wenn die richtige Seite mit nach unten zeigenden Halmenden zur Wetterseite gerichtet ist. Hier läuft tatsächlich ein Teil des Regens ab und nur die Oberfläche wird in einer Tiefe von 5–10 cm durchnäßt. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Ballen nicht im Stapel einregnen, sondern einzeln und mit Zwischenabstand liegen. Trotz der vorteilhaften Wetterfestigkeit der Rundballen sollte man sie aber normalerweise in unserem Klima nicht wie in den USA bis zum Verbrauch draußen liegen lassen, sondern baldmöglichst hereinholen, denn besser wird die Qualität durch die Bewitterung sicher nicht. Ob in unserem Klima ein gewisser „Heurentereffekt“ vorhanden ist und locker gepreßte Ballen aus etwas feuchtem Material draußen nachtrocknen können, ist noch zu untersuchen.

Das Hantieren der Großballen wird von Uneingeweihten zunächst als sehr problematisch angesehen, in Wirklichkeit liegt hier aber die Hauptchance des Verfahrens. Wir haben es nämlich mit schleppergerechten Einheiten zu tun, die das in der Industrie weitverbreitete Gabelstaplerverfahren nun auch für unser voluminöses und unhandliches Halmgut ermöglichen. Ein leistungsfähiger Frontladerschlepper ist allerdings Voraussetzung, wenn man Transportfahrzeuge zwischenschalten und die Ballen mehrstöckig stapeln will (Bild 10). Wichtiger als viel PS sind eine hohe

Bindegarnverbrauch und -kosten je t Preßgut

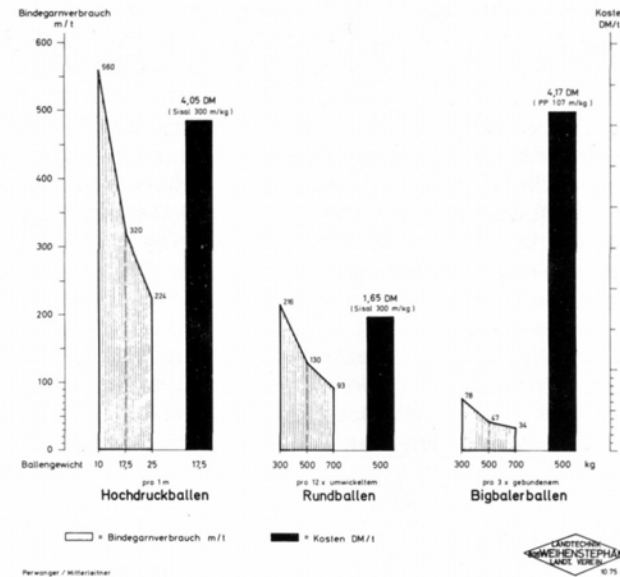


Bild 8: Bindegarnverbrauch und -kosten je t Preßgut

Verluste bei Rundballenpressen in %

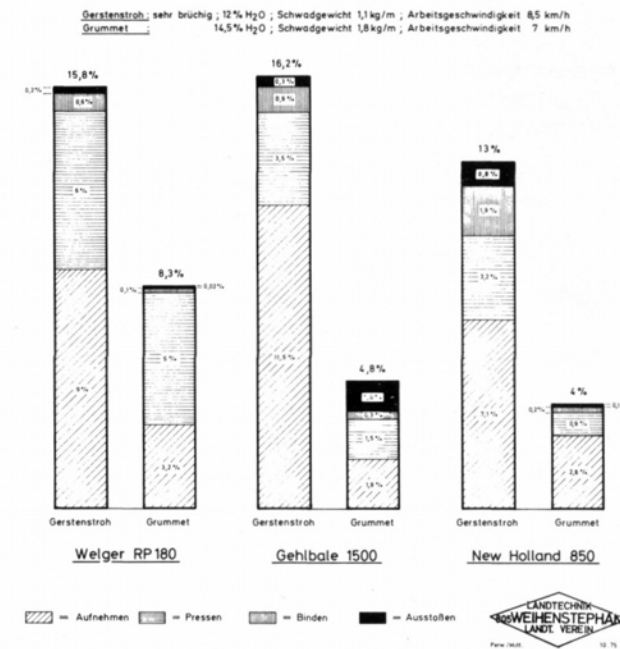


Bild 9: Verluste bei Rundballenpressen in %

Hubkraft des Frontladers von ca. 1000 kp gemessen am Gabeldrehpunkt und eine ausreichende Belastung der Schlepperhinterachse. Einige Firmen haben schon Spezialwerkzeuge zum Greifen der Großballen entwickelt. Wir haben verschiedene Geräte untersucht, so die sehr aufwendige hydraulische Zange von Howard, den Mitteldorn von Welger, die zweiteilige Zinkenheckgabel von Gehl und Welger sowie ein ähnliches Eigenbaugerät. Alle haben Vor- und Nachteile und persönlich ziehe ich daher eine einfache hydraulisch schwenkbare Mistgabel mit schlanken, langen Federstahlzinken vor, mit der man die Ballen im unteren Drittel ansteicht (Bild 11). Damit ist auch die leichte Abnahme vom Wagen oder Stapel möglich. Auch Bigbaler-Ballen kann man damit quer anstechen, wie man überhaupt die Großballen immer nur quer zur Schichtrichtung aussuchen soll, d. h. bei Rundballen in Richtung zur Längsachse. An dieser Stelle möchte ich ausdrücklich auf mögliche Unfallgefahren bei Großballen hinweisen. Rundballen können an Hängen mit mehr als 15 % Neigung ins Rollen kommen und alles im Weg stehende niederwalzen. Man sollte nicht versuchen, sie aufzuhalten! Auch bei der Frontladerarbeit ist Vorsicht geboten, insbesondere beim Fahren mit voll angehobenem Ballen in Kurven, was möglichst unterbleiben sollte. Ballen soll man so stapeln oder sichern, daß sie weder vom Wagen, noch vom Stapel herunterfallen und jemanden erdrücken können. Diese Warnungen sollten um so ernster genommen werden, als es ja noch keine einschlägigen Vorschriften der Berufsgenossenschaft gibt.

Als Transportfahrzeuge für Großballen dürften vorerst vorhandene Ackerwagen genügen, obwohl sich zukünftig sicherlich auch die Entwicklung von Spezialfahr-



Bild 11: Hydraulisch schwenkbare Frontladergabel mit Federstahlzinken für Großballen



Bild 10:
Frontlader
beim Laden
von Großballen



Bild 12: Ackerwagen mit Plattformverbreiterung für 4 Rundballen

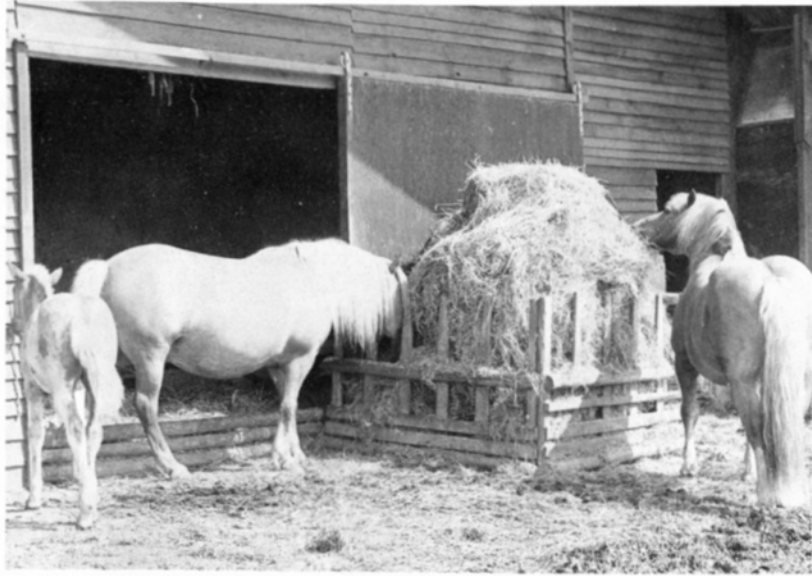


Bild 13: Selbstfütterung bei Großballen mit Palisadenfreßgitter



Bild 15: Abrollen eines liegenden Rundballens

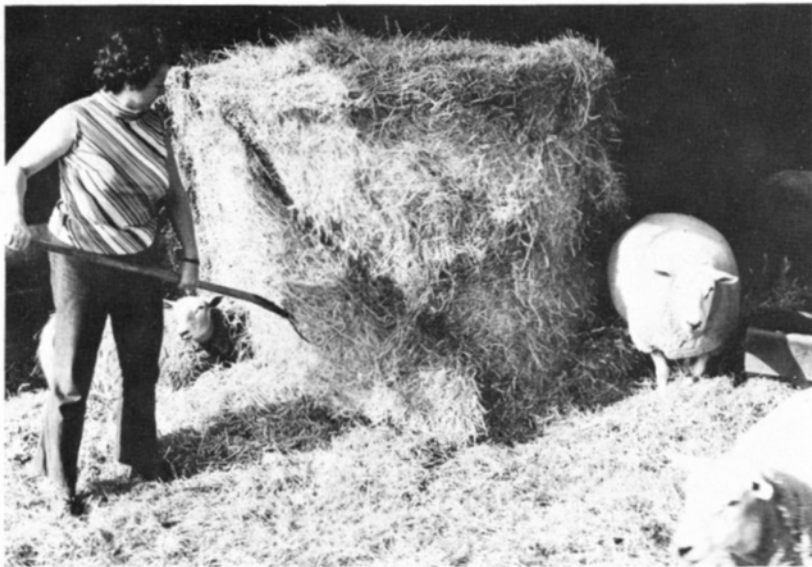


Bild 14: Auflösen eines auf dem Kopf stehenden Rundballens



Bild 16: Höchstdruckpresse mit einem 80 cm langen und 30 kg schweren Strohballen

zeugen lohnen wird. Bigbalerballen haben den Vorteil, daß man sie quer auf den Wagen legen und so auf ca. 2,5 m Breite kommen kann. 6–8 Ballen lassen sich mit genügend großen Wagen transportieren. Bei zweistöckigen Stapeln sollte man sie aber gegenüber der Normallage um 90° drehen, weil sie dann fester liegen. Mit Rundballen ist eine optimale Wagenausladung schwieriger, hier geht es meist nicht ohne entsprechende Verlängerung oder Verbreiterung der Plattform (Bild 12). Die 1,5 m langen Welger- und Gehlballen kann man zwar zu zweit nebeneinander auf einen verbreiterten Wagen legen und dann bei einer gerade noch zulässigen Gesamtbreite von ca. 3,0 m auf 4,6 oder gar 8 Ballen pro Wagen kommen, aber diese große Breite ist beim Befahren verkehrsreicher Straßen doch sehr problematisch. Hier sind also noch einige Wünsche offen, die man mit einer Rundballenpresse für ca. 1,2 m lange Ballen am leichtesten erfüllen könnte.

Verblüffend schnell geht das Be- und Entladen von Wagen mit Großballen, natürlich ohne Handarbeit. Als Ladeleistung kann man 36 t/h annehmen, wenn die Wagen durch einen zweiten Schlepper vorgezogen werden. Muß man mit Standwagen arbeiten, kommt man auf ca. 24 t/h. Beim Einlagern vom Wagen in ebenerdige Lagergebäude erreicht man ebenfalls ca. 24 t/h. Wenn keine vorhandenen Gebäude ausgenutzt werden können, kann man heute mit Hilfe unseres Selbstbauprogramms geeignete stützenfreie Lagerhallen preiswert in Selbsthilfe errichten. Übrigens kann man Großballen ohne zu großen Arbeitsaufwand innerbetrieblich mehrfach umstapeln.

Der Verbrauch von Großballen ist relativ unproblematisch, wenn man es richtig macht. Selbstfütterung ist bei allen Ballenformen möglich, die Verluste lassen sich durch ein geeignetes Freßgitter gering halten (Bild 13). Zum Auflösen von Hand braucht man Bigbalerballen nur aufzuschneiden, die senkrechten Schichten lassen sich dann leicht entnehmen. Für Rundballen sind schon Auflösegeräte in Entwicklung, wir glauben aber, daß man vorerst in vielen Fällen darauf verzichten kann. Stellt man nämlich Rundballen auf den Kopf und schneidet das Bindegarn durch, fällt der Ballen fast von selbst auseinander bzw. man kann ihn schichtweise ablösen (Bild 14). Liegende Rundballen lassen sich nach Entfernen des Bindegarns auch abrollen, dabei entsteht ein Teppich von 15–30 m Länge (Bild 15). Weitere Möglichkeiten, z. B. Einsatz der Presse selbst als Dosiergerät sollen noch erprobt werden.

Abschließend noch einige Erfahrungen über den ersten Einsatz von Höchstdruckpressen. Höchstdruckpressen sind verstärkte Hochdruckpressen, die eine noch stärkere Verdichtung des Materials bei entsprechender Schlepperleistung ermöglichen (Bild 16). Dies wird bei Stroh immer mehr gewünscht, um weitere Transportentfernungen überbrücken zu können oder beim Verheizen von Stroh nicht so oft nachlegen zu müssen. Schon in Vorversuchen konnten wir feststellen, daß es mit tragbarem Kraftaufwand möglich ist, normale Hochdruckballen mit einem Raumgewicht von ca. 100 kg/m³ auf das halbe Volumen bzw. doppelte Raumgewicht nachzuverdichten. In England gibt es hierfür schon eine stationäre, zapfwellengetriebene Maschine, die ca. 60 Ballen/h nachverdichtet.

Beim praktischen Einsatz eines von der Industrie zur Verfügung gestellten Prototyps einer Höchstdruck-Feldpresse wurde bei Antrieb mit einem 120-PS-Schlepper eine Prebleistung von 10–12 t/h Stroh erzielt. Die maximal erreichten Raumgewichte lagen bei trockenem Stroh zwischen 135 und 180 kg/m³, je nach Ballenlänge von 60–120 cm. Bei kurzen Ballen wird nämlich das Raumgewicht automatisch niedriger und zwar bedingt durch den höheren Anteil der sogenannten Fadenlose. Eine noch stärkere Verdichtung würde zwar die Presse schaffen, aber das Bindegarn macht dies nicht mit. Hochdruck-Sisalgarne reißt und bei Kunststoffbindegarn hält der Knoten nicht. Ein verstärkter Bindgarntyp ist aber schon verfügbar. Ein zweites Problem ist das Bewegen der bis zu 35 kg schweren Ballen. Auch hier wird noch nach geeigneten Lösungen gesucht.

Neben uns setzte der Maschinenring Jura kürzlich erstmals eine Höchstdruckpresse ein, um Stroh nach Holland zu verkaufen. Dieses Beispiel zeigt, über welche Entfernungen sich Stroh bei entsprechendem Verdichtungsgrad heute wirtschaftlich transportieren ließe. Da der holländische Strohverbrauch in den nächsten Jahren auf das Doppelte anwachsen wird, sind hier interessante Absatzmöglichkeiten gegeben.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die neuen leistungsfähigen Großballen- und Höchstdruckpressen erfolgversprechende Entwicklungen sind, die uns speziell auch in der Strohbergung und Strohverwertung weiterhelfen werden. Sicherlich sind diese Verfahren noch nicht für jeden Betrieb geeignet und sie werden auch eine gewisse Anlaufzeit benötigen. Wir werden uns weiter um die Erprobung und Fortentwicklung dieser Lösungen bemühen und versuchen, die Ergebnisse möglichst schnell den Interessenten aus Industrie, Vertrieb, Beratung und Praxis zugänglich zu machen.

