

Anforderungen von Großmaschinen an Grundstücksgrößen und -formen

Die Technik in der Landwirtschaft ist einem ständigen Wandel unterworfen. Dieser vollzieht sich in der Innenwirtschaft nur langsam, weil dort meist langlebige Bauten zur Produktion eingesetzt werden. Dagegen schreitet er in der Außenwirtschaft sehr schnell voran, weil dort mit Maschinen gearbeitet wird, welche selten älter als 10—15 Jahre werden. Das aber bedeutet, daß etwa alle 10 Jahre mit einer neuen Maschinengeneration gerechnet werden muß und diese wird von Mal zu Mal größer. So zeigen die derzeitigen Zulassungsstatistiken bei den Ackerschleppern für die Leistungsklasse über 60 PS schon einen Anteil von über 34 %. Wenn wir weiter bedenken, daß im vergangenen Jahr im Durchschnitt 90 Schlepper pro Monat mit mehr als 100 PS verkauft wurden und darüberhinaus noch etwa 300 Schlepper in der Leistungsklasse 80—100 PS, dann müssen wir uns fragen, ob für diese Maschinen, welche ja meistens binnen kürzester Zeit mit den passenden Geräten ausgerüstet werden, auch die erforderlichen Schlaggrößen und Schlagformen vorhanden sind. Gleichzeitig müssen wir aus diesem Trend die Konsequenzen für die heute in der Planung befindlichen Flurbereinigungs- und Neuordnungsverfahren ziehen, damit diese auf die zukünftigen Anforderungen ausgerichtet werden.

Um diese Anforderungen abgrenzen zu können, bedarf es einer exakten Analyse der technischen Möglichkeiten überhaupt, denn jene werden schließlich zu einem gewissen Endpunkt in der Größenentwicklung landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte führen. Für diese Maschinen müssen dann die optimalen Schlagformen und Schlaggrößen gesucht werden und aus diesen Maximalforderungen und den auch in Zukunft anzutreffenden durchschnittlichen Verhältnissen ist eine brauchbare und die Entwicklung berücksichtigende Entscheidung zu fällen. Gleichzeitig kann an den derzeitigen Verhältnissen abgeschätzt werden, wo Maßnahmen für eine maschinengerechtere Flur-

formgestaltung zu ergreifen und in welchem Umfang diese notwendig sind.

Abb. 1

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	< 1ha	1-2ha	2-4ha	> 4ha
Ungünstig	0,50		1,7	14	23	34	29
Günstig	0,85		3,0	6	11	20	63

Voraussetzungen	Schlaglänge in m				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

Die derzeitigen Schlagformen

Die Analyse durchgeführter Flurbereinigungsverfahren (hier aus dem Bereich der Flurbereinigungsdirektion Landau / Isar) zeigt die auf Abb. 1 dargestellten Verhältnisse. Darauf werden aus je zwei Verfahren mit günstigen und zwei Verfahren mit ungünstigen Voraussetzungen die Schlaggrößen und die Schlaglängen vor und nach der Flurbereinigung dargestellt. Betrachten wir zuerst die Situation vor der Flurbereinigung, dann zeigt sich, daß die durchschnittliche Schlaggröße mit 0,50 und 0,85 ha aus sehr kleinen Teilflächen herrühren, die zudem alle etwa gleich lang waren. Wichtig ist auch zu wissen, daß diese mittlere Schlaglänge gleichzeitig die Regel darstellte, denn nur wenige Stücke waren länger als 200 m. Durch die Flurbereinigung wurde ein durchschnittliches Zusammenlegungsverhältnis von etwa 3,5 : 1 erreicht. Dieses Verhältnis sagt aber nur sehr wenig über das tatsächlich Erreichte aus. So zeigt nämlich die Aufgliederung der prozentualen Anteile an Schlaggrößenklassen, daß selbst unter ungünstigen Bedingungen schon

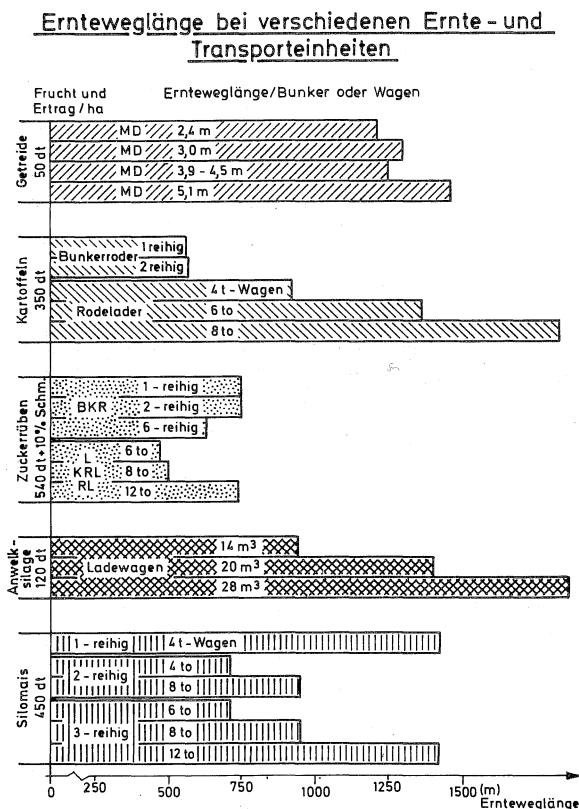
mehr als 60 % aller Schläge größer als 2 ha und daß unter den günstigen Verhältnissen sogar $\frac{2}{3}$ aller Schläge größer als 4 ha wurden.

Diese durchaus günstigen Verhältnisse bei den Schlaggrößen wurden aber bei den Schlaglängen nicht erreicht. Dort blieben nämlich unter ungünstigen Verhältnissen etwa $\frac{2}{3}$ unter der 200 m-Grenze, d.h. die Schlaglängenerhöhung erbrachte nur etwa 35 %. Auch unter den günstigen Verhältnissen blieb noch $\frac{1}{3}$ unter 200 m Schlaglänge, obwohl dabei eine Erhöhung der Schlaglänge um etwa 68 % erreicht wurde. Insgesamt kann aus dieser Abbildung gefolgert werden, daß einem durchschnittlichen Zusammenlegungsverhältnis von 3,5 : 1 nur ein Schlaglängenerhöhungsverhältnis von etwa 1,5 : 1 gegenübersteht und daß damit die Form der neu entstandenen Schläge zum Quadrat tendiert.

Ernteweglängen bei den Erntemaschinen

Auf diesen Flächen werden nun Maschinen eingesetzt, welche z.T. Erntegüter sammeln und dann selbst oder nach einer am Feldrand zu erledigenden Übergabe diese zur Hofstelle oder anderen Stellen transportieren. Dabei wird immer dann ein günstiges Ergebnis erreicht, wenn eine oder mehrere Schlaglängen zur Befüllung des Sammelbehälters ausreichen.

Abb. 2



Auf Abb. 2 wurden deshalb für verschiedene Erntegüter und -verfahren die möglichen Ernteweglängen aufgetragen, denn sie stellen in jenen Fällen die maximal mögliche Schlaglänge dar, bei denen auf ein Überladen im Feld oder auf Parallelverfahren verzichtet werden soll. Dabei zeigt sich, daß insbesondere bei den wasserreichen Erntegütern Kartoffeln und Zuckerrüben Schlaglängen von 500—600 m nicht überschritten werden sollten und daß bei anderen Früchten das Maximum zwischen 1 100 und 1 200 m liegt.

Flächenleistungen von Großmaschinen bei der Ernte

Betrachten wir nun einmal die Flächenleistung eines großen selbstfahrenden 6-reihigen *Bunkerköpfröders* (allein in Süddeutschland laufen derzeit etwa 7 solcher Maschinen mit Kampagneleistungen von 200 ha / Maschine), wie er als Beispiel auf Abb. 3 dargestellt ist, dann ergeben sich die auf Abb. 4 dargestellten Zusammenhänge. Ausgehend von 150 m Schlaglänge wird darauf die Rodeleistung in ha / h bis 600 m Schlaglänge dargestellt. Außerdem werden noch verschiedene Schlaggrößen einbezogen. Während bei 2- und 3-ha Schlägen die optimale Schlaglänge bei 550—600 m liegen würde, zeigen alle anderen Schlaggrößen ihre maximale Leistungsfähigkeit bei 600 m, was einer vollen Auslastung der Bunkerkapazität von 10 t entspricht. Jede Vergrößerung der Schläge erbringt deutlich sichtbare Leistungszunahmen bis zum 10-ha Schlag. Darüberhinausgehende Schlaggrößen wirken sich nur noch unwesentlich aus, zumal dann auch mehrere An- und Abfahrten / Schlag erforderlich würden, weil die Rodeleistung eines Tages überschritten würde. Insgesamt ergibt sich aus dieser Kalkulation eine Mehrrodeleistung zwischen dem 2-ha Schlag bei 150 m Schlaglänge und dem 10-ha Schlag mit 600 m Schlaglänge von nahezu 25 %.

Abb. 3



Rodeleistung 6-reihiger Bunkerköpfröder

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

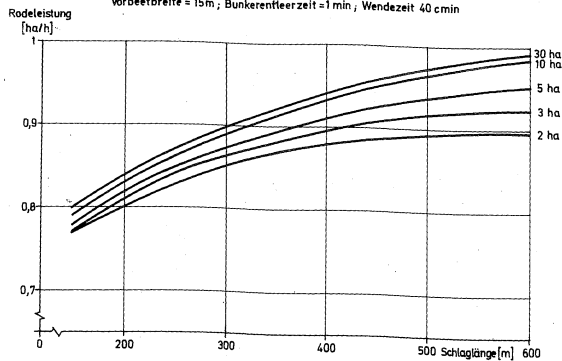


Abb. 4

Ähnliche Verhältnisse sind bei *Großmähdreschern* mit etwa 5 m Arbeitsbreite (Abb. 5), wie sie heute schon in größerer Zahl von Lohnunternehmen eingesetzt werden, anzutreffen. Da diese Maschinen aber an keine Flurstücksformen gebunden sind, soll einmal aufgezeigt werden, welchen Einfluß unterschiedliche Bearbeitungsformen auf die Flächenleistung ausüben.



Abb. 5

Da auch beim Mähdrescher die Schlaggröße 10 ha mit etwa 600 m Schlaglänge die optimale Schlaggröße darstellt, wurde diese Schlaggröße für Abb. 6 zugrundegelegt. Während darauf die Beet- und die Auf-Ab-Bearbeitungsform mit zunehmender Schlaglänge eine ständige, leicht abnehmende Mehrleistung bei höherer Schlaglänge erreichen, zeigt die Rundumbearbeitung ein vollständig anderes Ergebnis. Dabei wird bei sehr kurzen und dadurch sehr breiten Schlägen das beste Ergebnis erreicht, während bei der quadratischen Form von 333 x 333 m nur ein um etwa 10 % schlechteres Ergebnis möglich ist. Sicher könnte hier angeführt werden, daß es Sache des Landwirts ist, die günstigste Bearbeitungsform selbst auszuwählen. Dies gilt aber nur für Früchte ohne Reihenbindung bei der Ernte. Nehmen wir nur als Beispiel einen Silomaisschlag, der in etwa quadratische Form hat und etwa 200 m Sei-

Flächenleistung von Großmähdreschern bei unterschiedlichen Arbeitsformen

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

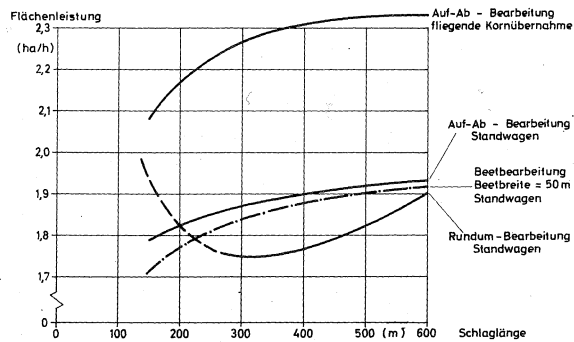


Abb. 6

tenlänge besitzt, dann können nach Abb. 2 auf einen Wagen 4 Reihen geladen werden. Dies wiederum hat zur Folge, daß 3mal und die Restschlagbreite am Vorgehende zurückgelegt werden muß und damit die Gesamtarbeitszeit durch einen sehr hohen Neben- und Wendezeitanteil belastet wird. Eine Unterteilung des Gesamtschlages im Beete bringt bei Silomais und auch bei Zuckerrüben erhebliche Verluste mit sich, weil z.B. nach Abb. 7 ein Schlepperrad direkt auf einer Reihe läuft. Diese Reihe kann aber bei günstigen Witterungsbedingungen nur stark verschmutzt, bei ungünstigen Bedingungen dagegen überhaupt nicht mehr geerntet werden, weshalb je nach Anbaugbiet quadratische Feldformen äußerst ungünstige Auswirkungen auf die Flächenleistungen ausüben. Wenig Bedenken bestehen hier in Grünlandgebieten, da dabei sowohl die Werbung als auch der Abtransport keine großen Schwierigkeiten mit sich bringt.



Abb. 7

Flächenleistungen von Großmaschinen bei der Bodenbearbeitung

Ausgehend von diesen Überlegungen müssen nun auch noch Bodenbearbeitungsmaschinen untersucht werden, um dann aus der Gesamtschau der Feldbear-

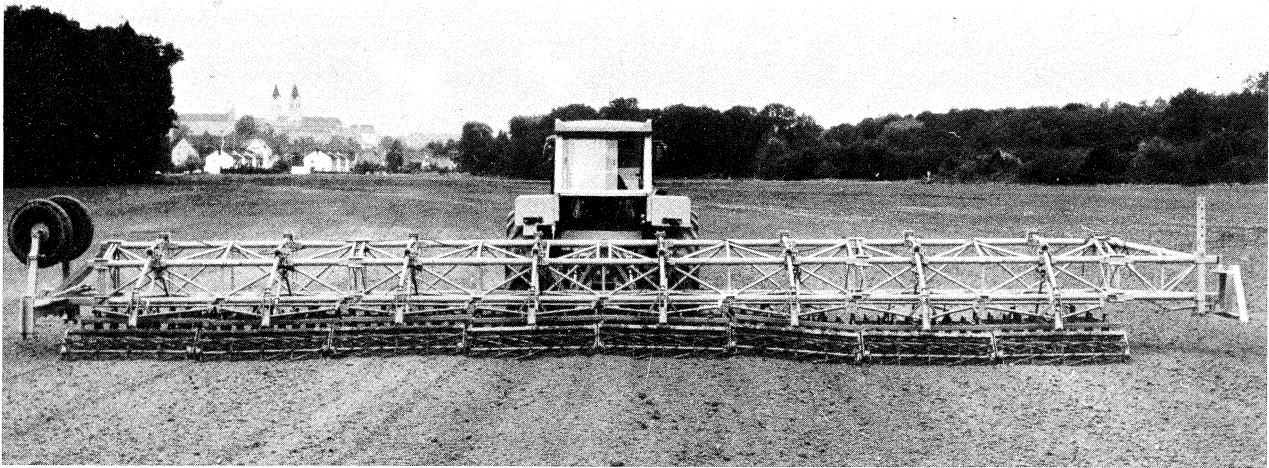


Abb. 8

beitung auf die günstigste Schlaggröße und Schlaglänge zu kommen.

Große Schlepper sind in der Lage Saatbettkombinationen mit bis zu 12 m Arbeitsbreite zu ziehen (Abb. 8). Derartige Gespanne haben die Eigenschaft einer relativ kurzen Länge bei sehr großer Breite. Gehen wir davon aus, daß aufgrund der Straßenverkehrszulassungsordnung und damit verbunden des hohen Bauaufwandes für Transportvorrichtungen auch Großschlepper nur maximal 8 bis 10 m Arbeitsbreite erledigen können, dann ergeben sich die Flächenleistungen von Abb. 9. Darauf werden sowohl für die 8 m als auch für die 10 m-Kombination die Flächenleistungen in ha/h in Abhängigkeit von der Schlaglänge und von unterschiedlicher Schlaggröße dargestellt. Für die 8 m breite Saatbettkombination zeigt sich für Flächen über 3 ha eine starke Leistungszunahme bis etwa 600 m Schlaglänge. Schlaggrößen über 10 ha erbringen nur noch einen geringen Leistungszuwachs. Kleine Flächen hingegen erlauben optimale Leistungen nur, wenn die ausreichende Schlagbreite vorliegt. Sehr schmale Schläge führen nämlich bei diesen breiten Arbeitsgeräten zu übermäßiger Doppelarbeit und damit zu sehr geringer Flächenleistung. Bei diesen Geräten erbringen ausreichende Schlaggrößen und Schlaglängen eine Mehrleistung von nahezu 20 %. Eine ähnliche Leistungssteigerung wäre aber auch möglich, wenn anstelle größerer und längerer Schläge breitere Geräte zum Einsatz kämen. Dieser Maßnahme stehen aber wirtschaftliche Bedenken gegenüber. Wie auf Abb. 10 rechts gezeigt wird, bringt zwar auf durchschnittlichen Schlaggrößen eine Erhöhung der Arbeitsbreite eine lineare Abnahme des Zeitbedarfes pro ha bis hin zu 10 m Arbeitsbreite. Aber auch für diese sehr breiten Geräte bleibt der Zeitbedarf für das Anbauen an den Schlepper und die Fahrt zum Feld und wiederum zurück in gleichem Maße erhalten wie für

Flächenleistung großer Saatbettkombinationen

(v = 8 km/h, Vorbeetbreite = 2 × A'breite, Auf-Ab - Bearbeitung)
Flächenleistung

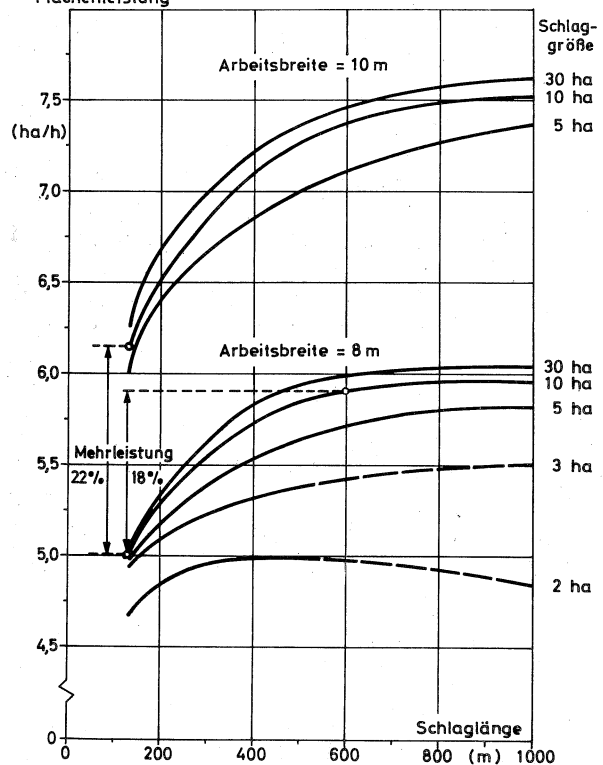


Abb. 9

kleinere Geräte und somit ergibt sich z.B. für einen halben Tag Arbeitszeit die Situation von Abb. 10 links. Je breiter die Geräte werden umso stärker nimmt der Anteil an Wende- und Wegezeiten zu und umso geringer wird die effektive Arbeitszeit. Insgesamt würde dies dazu führen, daß über einen Meter zusätzliche Arbeitsbreite auf zu kleinen Schlägen nur eine Mehrleistung von 0,5 m Arbeitsbreite zu erreichen ist.

Handelte es sich bei den Saatbettkombinationen um sehr kurze aber breite Geräte, so stellen Pflüge für Großschlepper genau das Gegenteil dar (Abb. 11). Sie

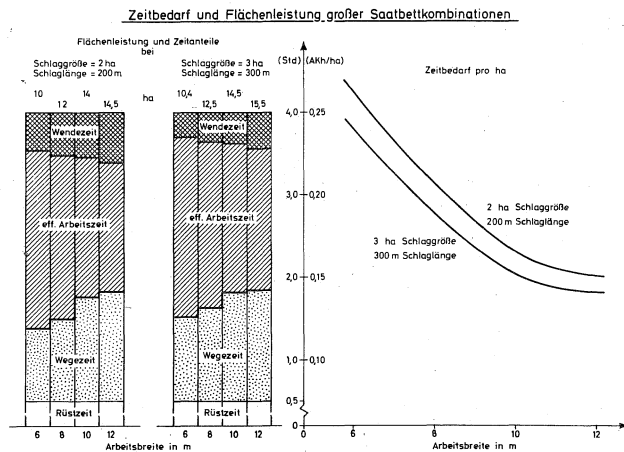


Abb. 10

ergeben zusammen mit dem Schlepper ein sehr langes Gespann und erfordern deshalb auch entsprechende Vorbettbreiten an beiden Feldenden. Deshalb lassen bei großen Pflügen nur lange Flurstücke die in den Pflügen enthaltenen Leistungen zu. Dies zeigt sehr deutlich Abb. 12. Wiederum wurde die Flächenleistung über der Schlaglänge aufgetragen und wiederum zeigt sich eine starke Leistungszunahme mit zunehmender Schlaglänge und zunehmender Schlaggröße. Auch hier bringt eine Vergrößerung der Schläge über 10 ha hinaus nur noch eine geringe Mehrleistung. Um noch exakter festzustellen, wo für die Pflugarbeit als dem Initiator der Entwicklung großer Schlepper die optimale Schlaggröße liegt, wurde eine weitere Untersuchung durchgeführt. Dazu wurden zuerst die möglichen Flächenleistungen bei einer für jeden Pflugtyp realistischen Flächengröße und Flächenform errechnet. Mit dieser Flächengröße wurde dann die mögliche Flächenleistung pro Stunde in Abhängigkeit von der Schlaglänge 150 bis 1 000 m errechnet. Daraus ergab sich für jeden Pflug eine typische Leistungskurve, deren Werte auf Abb. 13 dargestellt sind. Die linke Ordinate zeigte die Flächenleistung und die rechte Ordinate die Tagesleistung oder Mindestschlaggröße unter der Prämisse, daß ein Flurstück mindestens für einen Ganztage Arbeit bieten soll.

Abb. 11

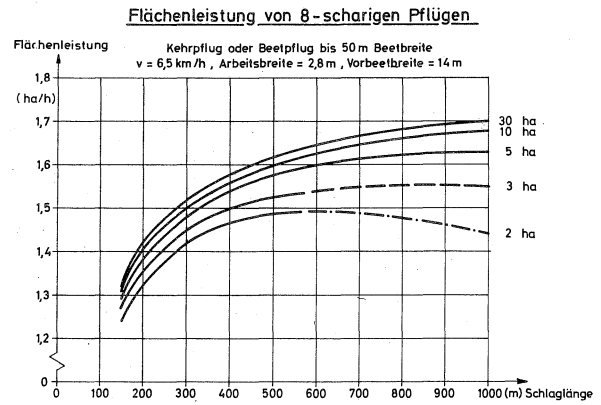
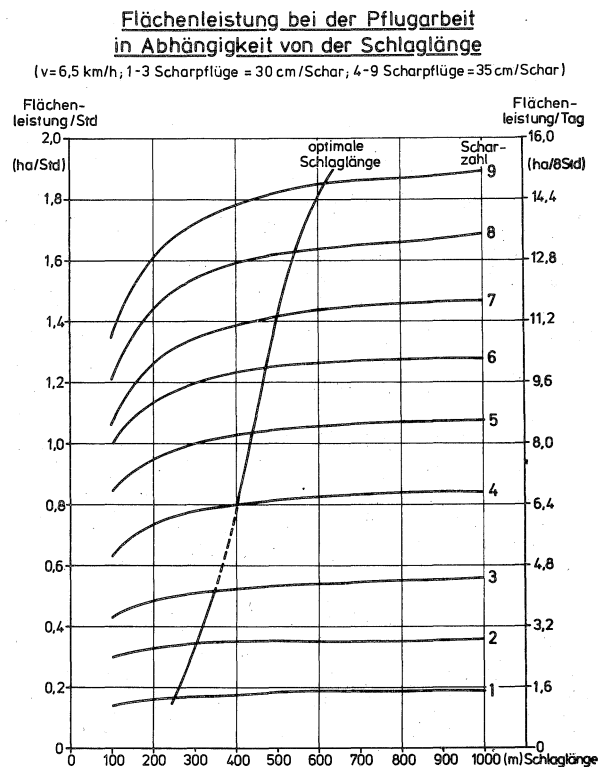


Abb. 12

Zur Bestimmung der optimalen Schlagform wurde nun so vorgegangen, daß jener Punkt ermittelt wurde, an welchem die Leistungszunahme von weiteren 50 m Schlaglänge unter 1 % der dabei erzielbaren Flächenleistung pro Std. fiel. Daraus ergab sich dann die Kurve der optimalen Schlaglänge und auf der rechten Ordinate abzulesen der optimalen Schlaggröße. Für den derzeit in der breiten Landwirtschaft eingesetzten 3-Scharpflug müßten demnach etwa 300 m Schlaglänge vorliegen bei einer Schlaggröße von etwa 4—5 ha. Jedes weitere Schar würde etwa 60 m Schlaglänge und etwa 1,6—1,8 ha größere Schläge erfordern. Damit müßten für den 8-Scharpflug Schläge von etwa 600 m Schlaglänge und 13 ha zur Verfügung stehen.

Abb. 13

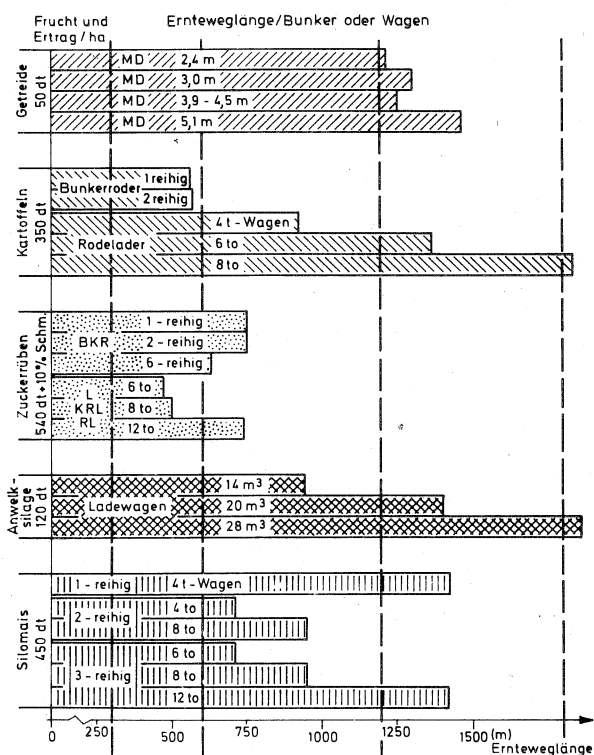


Zusammenfassung und Ausblick

Versuchen wir nun, aus allen diesen Leistungsdaten eine Flurstücksgröße und -form abzuleiten, so kann dabei direkt an die Untersuchung der Pflugarbeit angeknüpft werden. Bei allen Maschinen und Geräten wurde der stärkste Leistungszuwachs auf Schlägen um 10 ha mit einer Schlaglänge bis 600 m erreicht. Demgegenüber steht die Durchschnittsmechanisierung der Landwirtschaft mit Schleppern von 50—70 PS und den dazugehörigen Geräten wie Pflügen mit drei Scharen und Saatkombinationen von 2,5—3 m. Für diese wurde eine ausreichende Schlagform mit

Abb. 14

Ernteweglänge bei verschiedenen Ernte- und Transporteinheiten



Literatur:

E. Gindele:

Die Bedeutung agrarstruktureller Elemente für eine rationelle Arbeitserledigung in der Feldwirtschaft. KTBL - Schrift 156

H. Auernhammer:

Die Anforderungen von Großmaschinen an Schlaggrößen und Schlagformen
In: Landtechnik von morgen, Schlüterwerke Freising, Heft 15 (1975)

4—5 ha bei 300 m Schlaglänge ermittelt. Damit könnte direkt das Wegeraster für zeitgemäße Flurbereinigungsverfahren abgeleitet werden, wie es auf Abb. 14 dargestellt wird. Bei 250—300 m Schlaglänge würde bei fast allen Erntemaschinen und Transporteinheiten eine Auf- und Abfahrt bei der Arbeit möglich sein, d.h. es wäre ein befestigter und ein unbefestigter Weg notwendig, da alle An- und Abfahrten von einer Seite aus erfolgen könnten. Schlaglängen zwischen 300 und 500 m würden dagegen bei den Erntemaschinen sehr ungünstig abschneiden, denn sie hätten zur Folge, daß an jedem Schlagende ein nur zu $\frac{2}{3}$ gefüllter Bunker entleert werden müßte und daß zudem an jedem Feldende ein befestigter Weg vorhanden sein müßte.

Für Großbetriebe oder zukünftige Neuordnungen müßten dann lediglich die unbefestigten Wege entfernt werden, um auf 500—600 m Schlaglänge mit befestigten Wegen an beiden Schlagenden zu gelangen.

Allerdings haben die aufgezeigten Maschinengrößen schon angedeutet, daß die derzeit üblichen Tragfähigkeiten der Flurbereinigungswege nicht mehr ausreichend sind. Große Mähdrescher, 6-reihige Bunkerköpföder und Großschlepper mit ihren Anhängern bringen Achslasten bis zu 10 t und Gesamtbreiten bis zu 3 m mit sich.

Ein neu konzipiertes Wegenetz müßte deshalb regional unterschiedlich nicht nur den notwendigen Rasterabstand von etwa 600 m aufweisen, sondern darüber hinaus auf Tragfähigkeiten von 10 t und in Zuckerrübenanbaugebieten auf Wegebreiten von mindestens 3,5 m ausgelegt werden.

Dann würde es auch möglich sein, den immer stärker vordringenden Großmaschinen die notwendigen Flächen zur Verfügung zu stellen und einen reibungslosen Transport der Maschinen selbst und der Erntegüter sicherzustellen.

E. Isensee:

Transporttechnik für die Getreideabfuhr
In: Landtechnik, Heft 12 (1975), Seite 518—525

F. Tebrügge:

Transporttechnik und Wirtschaftswege
In: Landtechnik, Heft 12 (1975), Seite 514—518

Bildernachweis (Abb. Nr.):

- 3, 11 Auernhammer
- 5 Reinholz
- 7 Werkbild Fahr
- 8 Werkbild Schmotzer