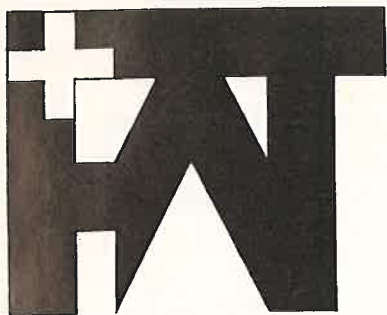




Separatdruck aus FAT-Mitteilungen Nr. 6/1979
in Schweizer Landtechnik Nr. 6/1979
Herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für
Betriebswirtschaft und Landtechnik CH 8355 Tänikon

Mähdrusch in Hanglagen – Hangmähdrescher

E. Spiess

1. Einleitung

Während spezielle Hangmähdrescher namentlich in den USA und Italien schon seit den fünfziger bzw. sechziger Jahren bekannt sind, macht diese Maschinenart in den deutschsprachigen Ländern erst kürzlich von sich reden. Der Einsatz von Hangmähdreschern schien dabei insofern interessant, als beispielsweise in der Schweiz 1977 rund 20% (34 600 ha) der Gesamtgetreidefläche auf Hügel- und Bergzonen sowie Hanglagen in Talgebieten entfallen.

2. Grenzen für den Standardmähdrescher

Mit der anzustrebenden Erweiterung des Getreidebaues zur Entlastung der viehwirtschaftlichen Produktion dürfte eine gezielte Hangmechanisierung noch vermehrt an Bedeutung gewinnen. Denn bei der Arbeit am Hang sind dem Standardmähdrescher bestimmte Grenzen gesetzt, wobei etwa wie folgt differenziert werden kann:

● Arbeitssicherheit

Liegt die theoretische (statische) seitliche Kippgrenze herkömmlicher Mähdrescher je nach Fabrikat und Typ zwischen 35–50%, so kann in der Praxis bei ausreichender Arbeitssicherheit je nach Geländebeschaffenheit höchstens noch an Seitenhängen bis zirka 25% Neigung gearbeitet werden. Weitere Gefahren ergeben sich durch Reifendeformierungen, seitliches Abrutschen und Schwerpunktverlagerungen beim Wenden und Befahren von Unebenheiten. Bei Arbeit in Steig- und Falllinie wird zwar die Kippgefahr wesentlich eingeschränkt; dafür treten aber gelegentlich Adhäsionsprobleme auf, oder es zeigt sich gar eine Überbelastung des Fahr-antriebes.

● Arbeitsqualität

Schwierigkeiten können bereits am **Schneidwerk** auftreten, wenn bei Lagerbeständen in der Schichtlinie gearbeitet werden muss: Durch die höhere Belastung und das stärkere Einsinken der talseitigen Räder bzw. Reifen kann nur noch der untere Teil des Schneidwerkes genügend nah zum Boden geführt werden, um ein sauberes Arbeiten der Aehrenheber zu gewährleisten. Im weiteren wird auch der **Materialfluss** ungünstig beeinflusst:

Durch die Schräglage der Arbeitsorgane rutscht das Druschgut auf eine Seite, sofern entsprechende Leitbleche dem nicht entgegenwirken können. In der Folge zeigt sich eine einseitige Belastung der einzelnen Arbeitselemente und ungenügende Abscheidung der Restkörner. Bei Berg- und Talfahrt hingegen durchläuft das Druschgut die Maschine nicht mehr mit der optimalen Fördergeschwindigkeit. Im ersten Fall werden die Verweildauer und die Relativbewegungen der Druschgutteile beim Passieren der Schüttler und Siebe vermindert und dadurch die Abscheideintensität beeinträchtigt. Hangabwärts entsteht hingegen ein schlechter aufzulockernder Materialrückstau, der im Extremfall gar zu Verstopfungen führen kann. Demzufolge ist bei Hangarbeit mit unvermindertem Durchsatz (bzw. Arbeitsgeschwindigkeit) meistens mit höheren Körnerverlusten zu rechnen.

● Leistung

Sollen die Körnerverluste in vertretbaren Grenzen (bis 1%) gehalten werden, so ist die Arbeitsgeschwindigkeit (bzw. der Durchsatz) mit zunehmender Hangneigung zu reduzieren.

Ferner ist zu bedenken, dass bei Hangeinsatz nicht immer die rationellsten Arbeitswege gewählt werden können, was gleichzusetzen ist mit einer weiteren

Tabelle 1: Hang- und vergleichbare Standardmähdrescher

Technische Daten und Preise (Firmenangaben)

Marke	Claas *				Fahrer		John Deere		Laverda		New Holland	
	Do 85	Do 85 H	M 1302 H	M 1302-Hang	965	965 H	M 112	M 112 AL	S 1540	S 1540 AL		
Schnittbreite Häselhorizontilverstellung	4,50 mech.	4,50 mech.	4,35 hydraul.	4,20 hydraul.	4,25 mech.	4,25 mech.	4,2 hydraul.	4,2 hydraul.	4,57 hydraul.	4,57 hydraul.		
Dreschtrimmel												
Durchmesser	45	45	60	60	61	61	60	60	60	60	60	60
Breite	132	132	127	127	104	104	104	104	100	100	100	100
Schlagleisten	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Korbfläche	0,65	0,65	0,81	0,81	0,61	0,61	0,53	0,53	0,62	0,62	0,62	0,62
Schüttler												
Schüttlerfläche	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
Schüttlerhilfen	5,15 Raffer- zinken	5,15 Raffer- zinken	5,25 Stellstufe	5,25 Stellstufe	3,77 Taumelzinken (Querschüttler)	3,77 Taumelzinken (Querschüttler)	3,84 Schwing- zinken	3,84 Schwing- zinken	3,64 Zentrifugal- abscheider	3,64 Zentrifugal- abscheider	3,64 Zentrifugal- abscheider	3,64 Zentrifugal- abscheider
Siebfläche zweite Reinigung	3,50	3,50	3,83	3,83	3,63	3,63	2,89 (Mehrpreis Fr. 3130.-)	2,89 ja	3,10	3,10	3,10	3,10
Hangausgleich												
seitlich	-	33	-	42	-	20	-	34	-	-	31,5	31,5
bergauf / bergab	-	20 / 10	-	26 / 10	-	-	-	32 / 10	-	-	21 / 14	21 / 14
Steuerung durch	-	Schwimmer	-	Schwimmer	-	Pendel	-	Schwimmer	-	-	Pendel	Pendel
Korntank	4000	3000	3600	3600	3900	3900	3500	2650	3200	3200	3200	3200
Kraftstofftank	200	200	300	300	300	300	245	245	250	250	250	250
Motor	88 (120)	110 (150)	118 (160)	118 (160)	92 (125)	92 (125)	70 (95)	93 (126)	81 (110)	81 (110)	81 (110)	81 (110)
Fahrertrieb mech., Variatorverst. hydraul. hydrostatisch	(Minderpreis Fr. 7075.-) ja	- ja	(M 1302) ja	- ja	ja	ja	(Minderpreis Fr. 10'000.-) ja	- ja	(Minderpreis Fr. 11'100.-) ja	- ja	- ja	- ja
Abmessungen (Transportstellung)												
L/B/H (ohne Schneidwerk) cm	713/300/374	713/348/395	754/295/329	754/303/345	716/269/337	752/300/337	628/297/327	700/348/354	744/340/345	744/350/364	744/350/364	744/350/364
Spurweite vorne / hinten min. cm	234/205	301/316	244/205	249/243	219/198	267/228	213/207	323/250	253/168	289/277	289/277	289/277
Radstand cm	340	383	361	442	372	404	296	386	370	422	422	422
Bereifung vorne	18-26	18,4-34	23,1-26	23,1-26	18-26	18-26	18,4 / 15-26	23,1-26	18-26	23,1-26	23,1-26	23,1-26
Bereifung hinten	12,5 / 80-18	12,5 / 80-18	11,5 / 80-15	12,5 / 80-18	12,5-18	12,5-18	7,5-16	12,5-18	13-18	13-18	13-18	13-18
Gewicht (Arbeitsstellung) ca. kg	7600	9170	7400	8225	7520	7850	6400	8700	7200	9050	9050	9050
Preis 1979 (inkl. Schneidwerkzeugen)	Fr. 101'400.-	166'200.-	115'800.-	163'500.-	99'700.-	112'900.-	89'000.-	135'700.-	134'200.-	169'800.-	169'800.-	169'800.-

* Dominator 76 H in Vorbereitung

Minderung der Flächenleistung. Gleiche Kampagneleistungen am Hang bedingen demzufolge eine höhere jährliche Einsatzdauer.

3. Technische Lösungen für den Mähdrusch in Hanglagen

Um die erwähnten Nachteile beim Mähdrusch am Hang zu vermindern, werden nun auch in der Schweiz von fünf Herstellern entsprechende Hangmähdrescher angeboten (Tab. 1). Bei allen Typen handelt es sich um Abwandlungen bereits bewährter herkömmlicher Standardmodelle. Wesentliche Unterschiede sind eigentlich nur an der Schneidwerk-aufhängung und -führung sowie am Fahrwerk festzustellen. Um die beträchtlichen Mehrkosten für den Hangausgleich im Verhältnis zu den Gesamtkosten möglichst vertretbar zu halten, wurden ausschliesslich Maschinen der oberen Leistungsklassen gewählt. Grundsätzlich werden drei Bauarten unterschieden:

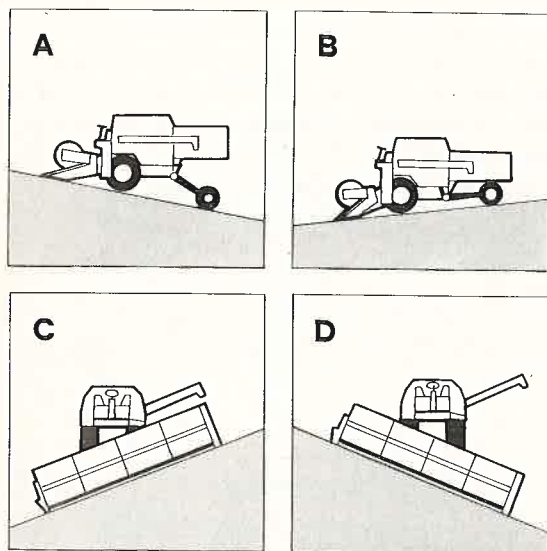


Abb. 1: Ausgleichsfunktionen bei Hangmähdreschern:
A+B = Längs-Ausgleich
C+D = Seiten-Ausgleich
A, B, C+D = Voll-Ausgleich

● Längs-Hangausgleich (Abb. 1, A + B)

Die hintere Achse kann aus- und eingefahren werden, so dass beim Hangauf- und -abwärtsfahren die Dreschorgane wiederum waagrecht bleiben. Diese Ausführung findet hauptsächlich in Italien Verwendung, wo die Felder überwiegend in Fall- und Steiglinie befahren werden. Diese Zusatzausrüstung wird von italienischen Herstellern in verschiedenste Mähdreschermodelle eingebaut.

● Seiten-Hangausgleich (Abb. 1, C + D)

Wie aus der Bezeichnung hervorgeht, wird bei diesen Ausrüstungen nur die Schichtlinienarbeit berücksichtigt. Es muss hier unterschieden werden zwischen Hangmähdrescher-Typen vorwiegend amerikanischer Herkunft mit einem Seitenhangausgleichsvermögen bis 45% und dem Hangmähdrescher



Abb. 2: John Deere 965 H mit Seitenhang-Ausgleich bis 20%. Durch eine Parallelogrammführung bleiben auch die Hinterräder innerhalb des Regelbereichs immer in vertikaler Stellung.

scher John-Deere 965 H (Abb. 2). Sind die ersten Maschinen (Transportbreiten bis zu 4.25 m!) für Gebiete mit Grossflächenanbau bestimmt, wo fast ausschliesslich in Schichtlinie gearbeitet wird und nur selten gewendet werden muss, so wurden bei der Entwicklung des John-Deere 965 H hauptsächlich die mitteleuropäischen Verhältnisse berücksichtigt. Bei diesem Mähdrescher werden die tal- und bergseitigen Triebräder über hydraulisch drehbare Endantriebe (Abb. 3) so weit aus- bzw. eingefahren, dass bis zu 20% Hangneigung die Dreschorgane in der Waagrechten bleiben, während das drehbar angeordnete Schneidwerk über zwei Drahtseilzüge durch die Endantriebe immer parallel zum Boden geführt wird. Querlenker halten auch die Hinterräder immer in vertikaler Stellung. Die entsprechenden elektrischen Steuerimpulse für das unabhängige Hydrauliksystem werden selbsttätig von einem schwingungs-

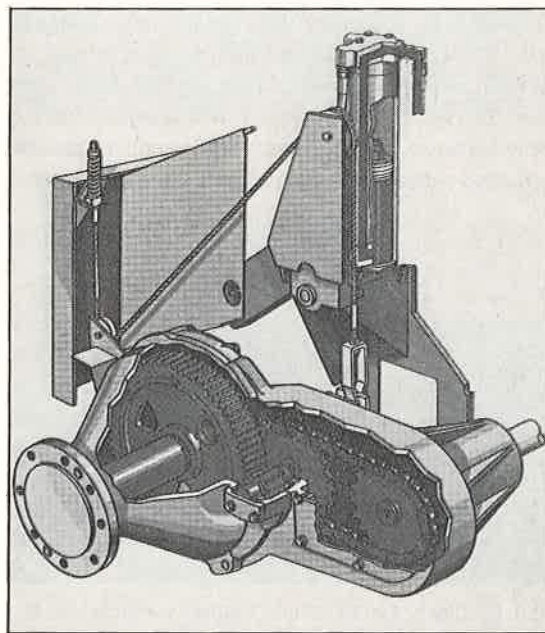


Abb. 3: Beim John Deere 965 H bewirken synchron arbeitende Hydraulikzylinder über drehbare Endantriebe an der Vorderachse den seitlichen Hangausgleich. Die Lagerung der Antriebswelle ist fest mit dem Rahmen verbunden.

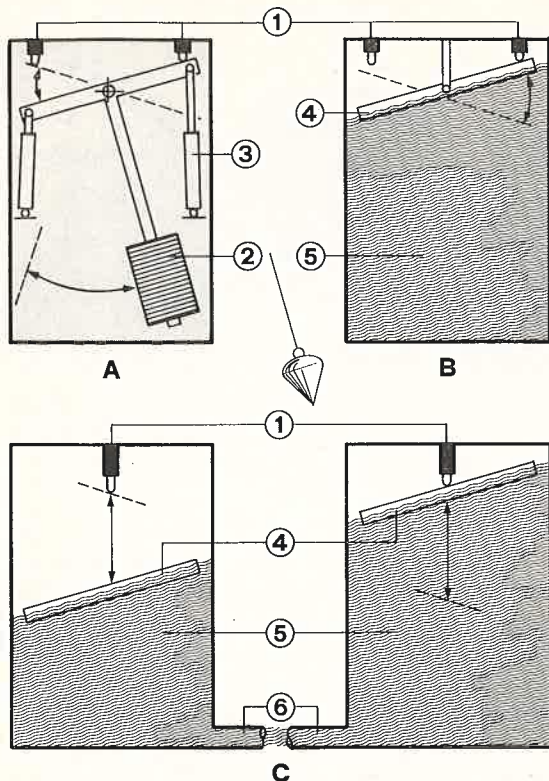


Abb. 4: Schwingungsgedämpfte Pendel- (A: John-Deere und New-Holland) oder Schwimmereinheiten (B: Claas, C: Laverda) erzeugen selbsttätig die elektrischen Steuerimpulse für den hydraulischen Hangaussgleich.

- | | |
|-------------------|------------------------|
| 1 = Mikroschalter | 4 = Schwimmerplatte |
| 2 = Pendel | 5 = Flüssigkeit |
| 3 = Stossdämpfer | 6 = Verbindungsleitung |

(Vereinfachte Darstellung, grösster Pendel- bzw. Schwimmerausschlag ist in Wirklichkeit kleiner.)

gedämpften Pendel abgegeben (Abb. 4). Die Automatik lässt sich aber auch übersteuern oder abschalten. Je nach den Einsatzbedingungen kann auch an Hängen mit mehr als 20% Neigung gearbeitet werden, wenn der Wendevorgang noch möglich ist. Bei beispielsweise 35% ist das Verlust- und Leistungsverhalten dann allerdings dem entsprechenden



Abb. 5: Claas Do. 85 H mit Vollhang-Ausgleich. Bis zu bestimmten Geländeneigungen bleiben die Dreschorgane sowohl in der Längs- wie auch in der Querachse immer in horizontaler Lage. Sicherheitssperren sorgen bei allen Hangmähdräsen dafür, dass sich die Maschine bei einem Leitungsbruch nicht absenken kann.

Standardmähdräse analog 15% Hangneigung gleichzusetzen.

● Voll-Hangaussgleich (Abb. 1, A, B, C + D)

Mähdräse mit Voll-Hangaussgleich vereinigen die Ausgleichsfunktionen der vorgehend genannten Ausführungen (Abb. 5). Seitenhangneigungen werden je nach Typ bis zu 42% Längshangneigungen bis zu 32% (aufwärts) und 22% (abwärts) ausgeglichen. Durch die weitgehend konstant bleibende Gewichtsverteilung und die günstige Belastung der Vorderachse ist auch bei starken Steigungen ein Wenden und Anfahrvorgang noch durchführbar. Leistungsfähigere Motoren und hydrostatische Fahrtriebe sind dabei auf die höheren Drehmomente abgestimmt. Im Gegensatz zum John-Deere 965 H bewirkt hier eine pendelnde Vorderachse den Quer- und eine durch zwei seitliche gelenkige Träger geführte pendelnde Hinterachse den hydraulischen Längsausgleich. Die selbsttätige Steuerung der Magnetventile erfolgt durch elektrische Impulse, abgegeben von zentral angeordneten Pendel- oder Schwimmereinheiten (Abb. 4). Durch die sich der Geländeneigung anpassenden Vorderachsen (Abb. 6) werden die pendelnd aufgehängten Schneidwerke parallel zum Boden geführt. Für die Übertragung dieser Kräfte finden folgende Lösungen Verwendung:

hydrostatisch (Hydraulikzylinder):

Laverda M 112 AL (Abb. 8)



Abb. 6: Pendelnd aufgehängte Vorderachse bei Mähdräse mit Vollhang-Ausgleich (New Holland). Er-sichtlich sind auch der Hydraulikzylinder und ein Drahtseilzug für die Schneidwerkführung.



Abb. 7: New Holland S 1540 AL mit Vollhang-Ausgleich. Die abgebildete Maschine ist mit Golfbereifung (Rautenprofil) ausgerüstet. Diese Reifen sollen am Steilhang in Gebieten mit wenig Niederschlägen eine bessere Bodenhaftung ermöglichen als herkömmliche Stollenprofile. Bei feuchten Böden ist allerdings der Selbstreinigungseffekt schlechter (Ab- rutschgefahr). Alle bisher in der Schweiz vertriebe- nen Hangmähdrescher wurden daher mit Normalbe- reifung bestückt.



Abb. 8



Abb. 9

Abb. 8+9: Mähdrescher mit Vollhang-Ausgleich: Beim Laverda M 112 AL wird das Schneidwerk durch Hy- draulikzylinder und beim Fahr M 1302 – Hang durch Hydraulikzylinder und Drahtseilzüge, parallel zum Boden geführt.

hydrostatisch - mechanisch

(Hydraulikzylinder - Drahtseilzüge):

Fahr M 1302 - Hang (Abb. 9)

mechanisch (Drahtseilzüge):

Claas Do. 85 H, New Holland S 1540 AL

Alle Typen weisen an den Achsen (Fahr M 1302-Hang nur an der Vorderachse) entsprechende Parallelo- grammführungen auf, damit die Räder am Seiten- hang innerhalb des Ausgleichsbereiches in vertikaler Stellung verbleiben. Dadurch wird die Schwer- punktslage noch zusätzlich verbessert.

Mit diesen Maschinen wird es unter Umständen mög- lich, auch topographisch schwierige Lagen, die bisher nur dem Bindemäher vorbehalten waren, für den Mähdrusch zu erschliessen. Solche Einsätze bedingen vorwiegend Schichtlinienarbeit und gut ab- getrocknete Böden. Der Regelbereich kann dabei gegebenenfalls noch etwas überschritten werden; die Wendeplätze dürfen aber nicht mehr als zirka 35% Neigung aufweisen. Es bleibt allerdings zu be- denken, dass unter solchen Bedingungen (meist schlechte Zugänglichkeit) nicht selten die grossen Transportbreiten (bis zu 3,5 m!) sowie der Schneid- werkan- und -abbau zu beschränkenden Faktoren werden dürften.

4. Versuche mit Standard- und Hangmähdreschern

Zur Bestimmung des Nutzwertes von Hangmähdre- schern konnten im Sommer 1978 verschiedene Mess-



Abb. 10a



Abb. 10b

Abb. 10a+10b: Die Bestimmung des Durchsatzes und der Verluste erfolgte teils in der Ebene bei entspre- chend schräggestelltem Maschinenkörper sowie auch am Hang mit und ohne Ausgleich. Dabei wurden Körner und Stroh aufgefangen und später gereinigt bzw. nachgedroschen.

Tabelle 2: Versuchsbedingungen

Versuch	Getreideart	KÖRNER			STROH	
		q/ha	Feuchtigkeits- gehalt %	hl-Gew.	q/ha	Feuchtigkeits- gehalt %
A	WG-Sekura	45.1	17.1	62	45.5	41.9
B	WW-Zenit	47.5	13.8	81	70.5	44.3
C	SW-Colibri	48.5	19.9	80	60.1	33.9

A – C: Stehende Bestände, weitgehend unkrautfrei

Tabelle 3: Körner- und Strohdurchsätze bzw. Arbeitsgeschwindigkeiten bei 1% Körnerverlust und horizontaler Lage der Dreschorgane.

Marke, Typ	Wintergerste (A)		Weizen (B+C) ¹⁾	
	q/h ca.	km/h ²⁾	q/h ca.	km/h ²⁾
Claas Do 85 H	200	5.3	(260) ³⁾	(5.7) ³⁾
John-Deere 965 H	165	4.3	175	3.5
Laverda M 112 AL	120	3.2	165	3.3
New Holland S. 1540 AL	170	4.5	nicht gemessen	

¹⁾ Claas: Sommerweizen, John-Deere und Laverda: Winterweizen

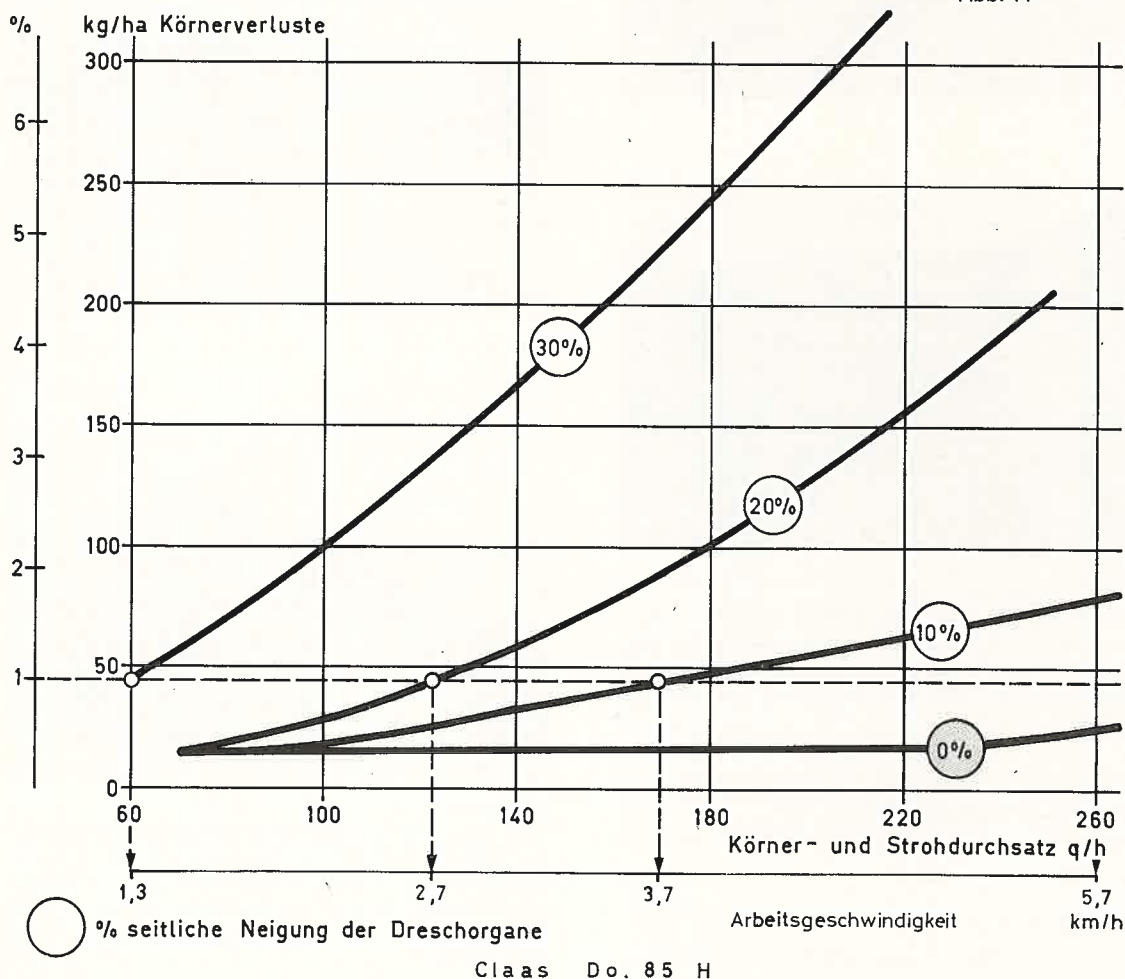
²⁾ bei 4.2 m Arbeitsbreite

³⁾ bei 0.5% Körnerverlust, Durchsatz wurde nicht weiter gesteigert

Abb. 11+12: Zusammenhang zwischen Durchsatz, seitlicher Neigung der Dreschorgane und Körnerverluste. Bei Hangauführungen muss der Durchsatz bzw. die Fahrgeschwindigkeit infolge stets horizontaler Lage der Dreschorgane nicht herabgesetzt werden.

Claas Do. 85 H, Versuche in Sommerweizen (C). Trotz hoher Arbeitsgeschwindigkeiten (Durchsatz 260 q/h) konnte bei waagrechter Lage die Verlustgrenze von 1% nicht erreicht werden. John-Deere 965 H und Laverda M 112 AL, Versuche in Winterweizen (B).

Abb. 11



versuche (Abb. 10a und 10b) mit vier Maschinen in Gersten- und Weizenbeständen (Tab. 2) durchgeführt werden.

Im Vordergrund der Versuchsfrage stand die Verlustminderung oder Steigerung des Durchsatzes bei Hangarbeit im Vergleich zu entsprechenden Mähdreschern ohne Hangaussgleich. Unter Beachtung der Voraussetzung, dass bei uns die Getreidefelder hauptsächlich in Schichtlinie angelegt werden, wurde der Arbeit an Seitenhängen besondere Bedeutung zugemessen.

4.1 Leistungsvermögen und Hangverhalten von vier verschiedenen Hang- und Standardmähdreschern

In Tabelle 3 sind die erzielten Körnerdurchsätze bzw. Fahrgeschwindigkeiten bei 1% Körnerverlust und horizontaler Lage der Dreschorgane von den 1978 angebotenen vier Hangmähdreschertypen dargestellt. Diese Angaben sind für jede Hangneigung zu verstehen, sofern innerhalb des Ausgleichsbereichs gearbeitet wird. Um Vergleiche zu entsprechenden Standardmähdreschern (z. B. Claas Do. 85)) zu erhalten, wurden verschiedene Messversuche am Hang mit ausgeschaltetem Hangaussgleich oder in der Ebene mit schräggestelltem Maschinenkörper durchgeführt. Wie erwartet werden konnte, zeigte der nach den Arbeitselementen am grössten ausgelegte Claas Do. 85 H (5 Schüttler) deutlich die höchsten Drusch-

leistungen. Bereits eine leichte seitliche Schräglage der Dreschorgane (entspricht Standardausführung) bewirkte hingegen bei dieser Maschine und in etwas vermindertem Masse auch beim Laverda und New-Holland relativ grosse Verlustanstiege. Wesentlich günstiger ist das Hangverhalten des John-Deere 965 (Standard) zu beurteilen. In bezug auf die Körnerverluste bzw. Leistung lässt der Hangaussgleich bei diesem Typ erst ab etwa 10% seitlicher Neigung spürbare Vorteile erwarten. Diese Zusammenhänge werden auch aus den Abbildungen 11, 12 und 13 ersichtlich.

4.2 Verlustverhalten bei Arbeit in Fall- und Steiglinie

Die in Tabelle 4 aufgezeigten Ergebnisse verdeutlichen, dass im untersuchten Bereich den Verlusten bei Bergauf- und Bergabfahrt eine wesentlich kleinere Bedeutung zuzumessen ist als bei Schichtlinienarbeit. Dies umsomehr, als unter diesen Bedingungen (z. B. beim Anschneiden eines Bestandes) meist auch langsamer gefahren werden muss.

Durch den Hangaussgleich konnten nur die Verluste bergauf zum Teil beträchtlich reduziert werden, dies insbesondere dann, wenn gleichzeitig bei seitlichem Gefälle (Versuch mit Claas) gearbeitet werden musste. Die Wirksamkeit des Ausgleiches bei Falllinienarbeit dürfte hingegen eher an steileren Hängen

Abb. 12

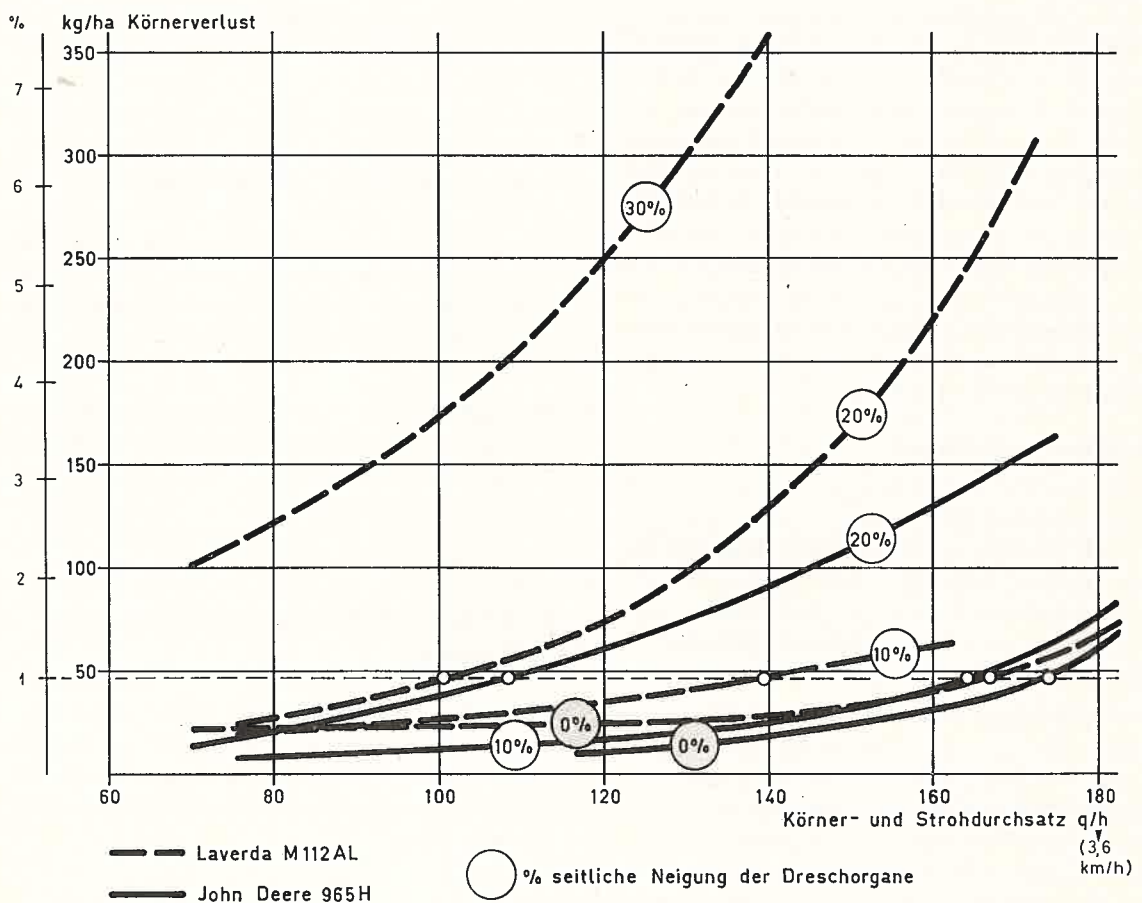


Tabelle 4: Körnerverluste in der Fall- und Steiglinie (Versuche A+C)

Marke Typ	Gelände- neigung %	Längs- hang- ausgl.	Arbeits- geschw. * km/h	Körner- und Stroh- durchsatz q/h	Körnerverluste über Siebkasten und Schüttler		
					%	kg/ha	
J.D.	15.5 ↑	—	2.6	Wintergerste	97	0.13	6.1
965 H	14.7 ↓	—	2.4		91	0.13	5.5
Laverda	15.3 ↑	ohne	2.7		102	0.66	27.6
	15.8 ↓	ohne	2.4		92	0.92	29.0
M 112 AL	15.0 ↑	mit	2.9	113	0.48	21.8	
	15.3 ↓	mit	2.9	112	1.60	60.9	
Claas Do. 85 H	20 ↓	ohne	3.1	Sommerweizen	143	0.24	10.2
	13.5 ↑	ohne	3.6		164	1.61	62.1
	20 ↓ (20)	ohne	2.5		115	0.63	16.6
	13.5 ↑ (20)	ohne	3.4		153	3.79	123.8
	20 ↑ }	mit	3.4		154	0.30	15.4
	10 ↓ }						

Arbeitsrichtung: ↑ = aufwärts ↓ = abwärts
() = zusätzliche Neigung quer zur Maschine
* bei 4,2 m Arbeitsbreite

in bezug auf Störungen (Verstopfungen) zum Tragen kommen.

4.3 Leistungs- und Verlustverlauf bei Schichtlinienarbeit

Zur Abklärung dieser Fragen wurden die Arbeitsgeschwindigkeiten (bzw. die Durchsätze) bei horizontaler Lage der Dreschorgane stufenweise gesteigert bis zum Erreichen der tolerierbaren Körnerverlustgrenze von zirka 1%. Entsprechende Messversuche mit etwa gleichen Durchsätzen, aber seitlich geneigtem Maschinenkörper veranschaulichen dabei den vergleichweisen Verlustverlauf von Standardmähdreschern (Abb. 11 und 12). Wurde zum Beispiel bei 20% seitlicher Hangneigung gedroschen, so betrug der Leistungsabfall (Durchsatz bzw. Fahrgeschwindigkeit) bei der Standardausführung von Claas, John-Deere und Laverda im Vergleich zur Ebene respektive zur Hangausführung jeweils 53%, 38% bzw. 39%, wenn gleiche Verluste von 1% vorausgesetzt werden.

4.4 Weitere Feststellungen

● Eine von der Horizontalen abweichende Lage des Maschinenkörpers führte in den meisten Versuchen zu einem weit höheren **Körnerverlustanstieg über die Siebe** als über die Schüttler. Bei steigendem Durchsatz und horizontaler Lage der Dreschorgane wurden hingegen bei allen Maschinen die **Schüttlerverluste** leistungsbegrenzend.

● Hinsichtlich **Bruchkornanteil** und **Verunreinigung** im geernteten Getreide zeigten sich in Abhängigkeit von der Neigung des Maschinenkörpers keine bedeutenden Unterschiede. Unabhängig davon konnten jedoch beim Laverda M 112 AL (ausgerüstet mit zweiter Reinigung!) etwas weniger Verunreinigungen und beim New-Holland ein um 0,5–1% höherer Bruchkornanteil festgestellt werden.

● Trotz des beträchtlichen Regelbereichs jener Mähdrescher mit Vollhangausgleich entstanden bei Bergfahrt auf feuchten Böden teilweise **Adhäsionsprobleme**. So war es beispielsweise mit dem Claas Do. 85 H (vordere Bereifung 18,4–34) bei vollem Korntank nicht mehr möglich, eine Steigung von ca. 15% zu befahren (diese Maschine wird, um die höchstzulässige Transportbreite von 3,5 m nicht zu überschreiten, mit anderen Felgen und schmälere Reifen ausgerüstet, als dies zum Teil im Ausland der Fall ist).

● Aus italienischen Untersuchungen geht hervor, dass in stark kupiertem Gelände mit Vollhang-Mähdreschern angeblich **Treibstoffeinsparungen** von 12–39% erzielt wurden. Dieser Aspekt konnte in unseren Versuchen nicht berücksichtigt werden. Bei hohen Durchsätzen entstand jedoch der Eindruck, dass die Motoren infolge seitlicher Schräglage der Dreschorgane vergleichsweise stärker belastet wurden.

● Funktionssicherheit, Regelgenauigkeit und Ansprechdauer der Hangausgleichsvorrichtungen befriedigten bei allen Maschinen (zum Teil erst nach gewissen Einstellarbeiten).

5. Wirtschaftlichkeit von Hangmähdreschern

Den folgenden wirtschaftlichen Betrachtungen wurden die durchgeführten Versuche mit den Mähdreschern Claas, John-Deere und Laverda in Weizen sowie Kostenkalkulationen nach FAT-Richtlinien * zugrunde gelegt.

* Blätter für Landtechnik Nr. 145

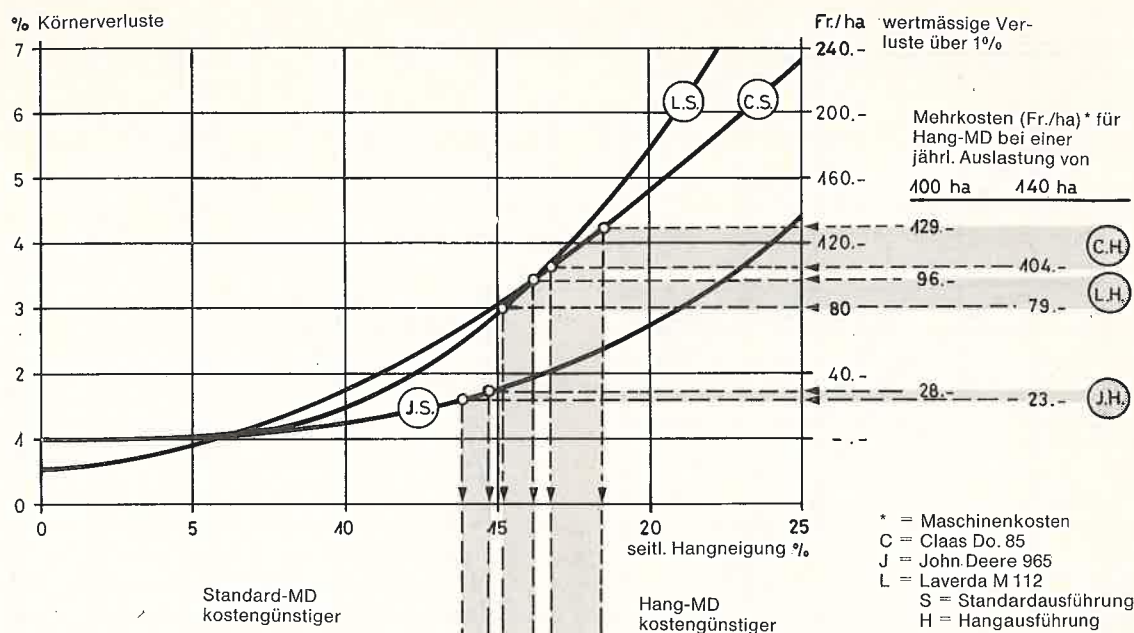


Abb. 13: Verlustanstieg von Standard-Mähreschern bei unvermindertem Durchsatz im Hanggelände sowie entsprechende Mehrkosten von Hangmähreschern (Bemerkungen unter Tab. 5).

Tabelle 5: Lohn- und Maschinenkosten

Mährescher	Marke	Ausführung	Mittlere Gelände-neigung %	Lohn- und Maschinenkosten (Fr./ha) sowie mögliche Auslastung (ha/Jahr) in Abhängigkeit von der jährlichen Einsatzdauer							
				80 h / Jahr		100 h / Jahr		120 h / Jahr		140 h / Jahr	
				Fr./ ha	(ha / J.)	Fr./ ha	(ha / J.)	Fr./ ha	(ha / J.)	Fr./ ha	(ha / J.)
Claas Do 85	Hang		0-33	427.-	(86)	371.-	(108)	335.-	(130)	310.-	(151)
			10	318.-	(73)	278.-	(91)	251.-	(109)	231.-	(127)
	Standard		15	345.-	(65)	300.-	(81)	269.-	(97)	248.-	(113)
			20	385.-	(56)	329.-	(71)	294.-	(85)	269.-	(99)
			25	440.-	(47)	380.-	(58)	336.-	(70)	305.-	(82)
John Deere 965	Hang		0-20	376.-	(68)	328.-	(85)	295.-	(102)	272.-	(119)
	Standard		10	347.-	(66)	304.-	(82)	275.-	(98)	252.-	(115)
			15	371.-	(60)	322.-	(75)	290.-	(90)	266.-	(105)
			20	425.-	(50)	368.-	(62)	326.-	(75)	299.-	(87)
Laverda M 112	Hang		0-34	444.-	(66)	387.-	(82)	349.-	(98)	320.-	(115)
	Standard		10	340.-	(60)	295.-	(75)	267.-	(89)	246.-	(104)
			15	362.-	(55)	313.-	(69)	282.-	(82)	258.-	(96)
			20	400.-	(48)	345.-	(60)	308.-	(72)	281.-	(84)
			25	480.-	(38)	413.-	(47)	363.-	(57)	331.-	(66)

Bemerkungen zu Tab. 5, Abb. 13 und 14

Die **Flächenleistungen** wurden berechnet bei 1% Körnerverlusten und Nebenzeiten von insgesamt 30 Min./ha (Rüstzeit, Wenden, Bunkerentleeren, Verlustzeit, Wegzeit). **Lohnanspruch für Fahrer:** Fr. 15.-/h.

Die als Bezugsgrösse verwendete «mittlere Hangneigung in %» bezieht sich auf die jährlich abzuerntende Gesamtfläche. Für die rechnerische Ermittlung wird die durchschnittliche Neigung der Einzelfelder mit deren Fläche in Hektar multipliziert und die Summe dieser Werte durch die Gesamtfläche dividiert.

Beispiel:

Einzelfelder

Fläche ha	Ø Neigung %	Fläche x Neigung
1,0	13	13
1,5	24	36
2,6	0	0
—	—	—
—	—	—
—	—	—
5,1		49 : 5,1 = 9,6% mittlere Hangneigung

5.1 Verluste beim Standardmähdrescher und Mehrkosten des Hangmähdreschers

Diesbezüglich stellt sich die Frage, ob es nicht wirtschaftlicher wäre, bei unverminderter Leistung mehr Körnerverluste in Kauf zu nehmen und dafür auf den teureren Hangmähdrescher zu verzichten. Für diese Überlegungen müssen – wie in Abb. 13 dargestellt – die zusätzlich durch Hangarbeit verursachten wertmässigen Verluste mit den Mehrkosten für Hang-

mähdrescher in Beziehung gebracht werden. Uebersteigen diese Verlustkosten je Flächeneinheit die Mehrkosten des Hangausgleiches, so wird der Hangmähdrescher interessanter. Unter den vorgegebenen Bedingungen (Weizen) liegt die Wirtschaftlichkeitsgrenze je nach Fabrikat und jährlicher Auslastung zwischen 14 und 18% mittlerer Hangneigung. Diese Betrachtungsweise dürfte allerdings beim überbetrieblichen Mähdreschereinsatz aus naheliegenden Gründen auf Schwierigkeiten stossen.

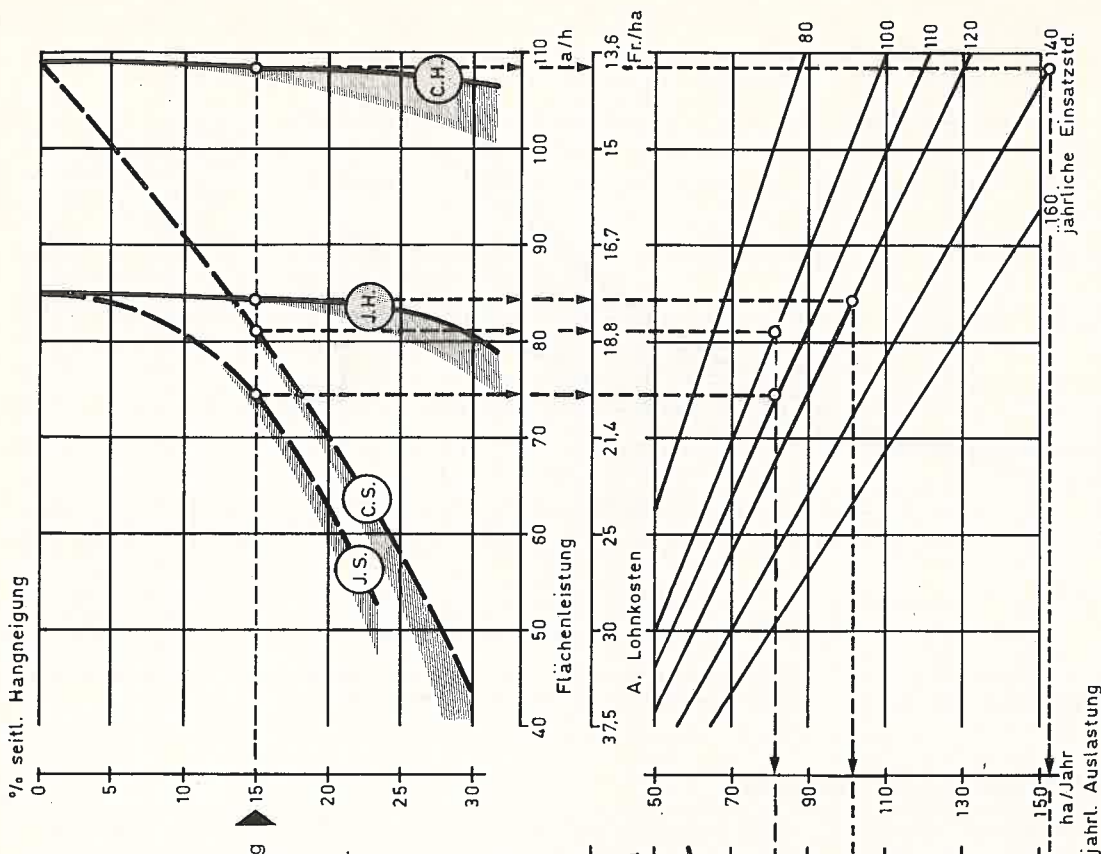
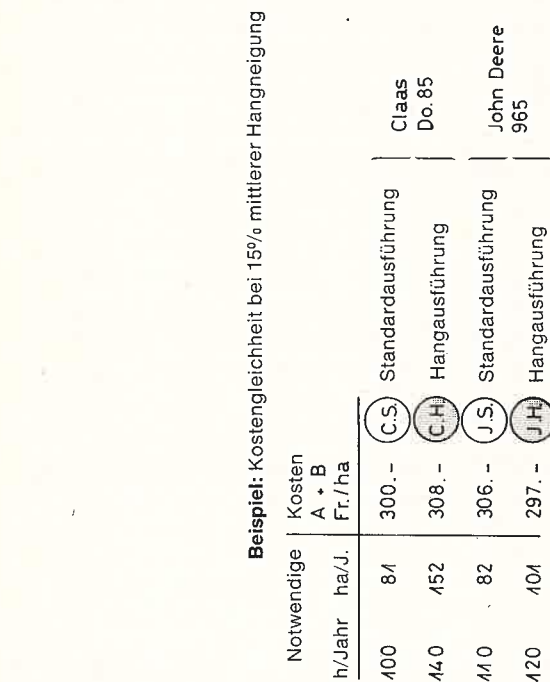


Abb. 14: Zusammenhang zwischen Hangneigung, Flächenleistung, Lohnkosten, Einsatzdauer, Auslastung und Maschinenkosten bei Körnerverlusten von 1% (Bemerkungen unter Tab. 5).

5.2 Lohn- und Maschinenkosten von Standard- und Hangmähdreschern

In Tabelle 5 und Abb. 14 sind die Zusammenhänge zwischen Hangneigung, Flächenleistung, jährlicher Einsatzzeit und Auslastung sowie Kosten bei gleichbleibenden Körnerverlusten dargestellt. Wird die gleiche jährliche Einsatzzeit vorausgesetzt, so zeigt sich, dass Mähdrescher mit Vollhang-Ausgleich erst ab 20–25% mittlerer Hangneigung mit geringeren Kosten je Hektar arbeiten können als vergleichbare Standardmähdrescher. Beim preisgünstigeren John-Deere 965 H mit Seitenhang-Ausgleich liegt diese Grenze bei 15%. Infolge der geringeren Leistung von Standardmähdreschern ist ihre mögliche jährliche Einsatzfläche allerdings entsprechend kleiner. Wesentlich interessanter werden Hangmähdrescher, wenn die jährliche Einsatzdauer und Auslastung durch zusätzliche Arbeit, zum Beispiel in höheren Lagen, erweitert werden können. Unter diesen Bedingungen sind Kosteneinsparungen schon bei einer geringeren mittleren Hangneigung möglich.

6. Schluss

Zunehmende Hangneigung führt bei Standardmähdreschern zu einer Verminderung der Arbeitssicherheit und -produktivität. Es zeigt sich aber auch, dass nicht alle Typen am Hang gleich arbeiten. Einem hohen Durchsatzvermögen in der Ebene kann beispielsweise ein ungünstiges Hangverhalten nachteilig gegenüberstehen. Mit anderen Maschinen kann wiederum an Hängen bis zu 10–15% Neigung gearbeitet werden, ohne dass dabei die Leistung wesentlich abfällt oder die Verluste bedeutend ansteigen.

Die technischen Vorteile von Hangmähdreschern sind einleuchtend: Indem immer etwa mit konstant bleibender Fahrgeschwindigkeit gearbeitet werden kann und keine Optimierung nach der jeweiligen Hangneigung bzw. den entsprechenden Verlusten erfolgen muss, werden nicht nur die Leistung und Sicherheit erhöht, sondern auch die Bedienung erleichtert. Infolge der beträchtlich höheren Anschaffungspreise arbeiten Vollhang-Mähdrescher allerdings erst bei mittleren Geländeneigungen ab etwa 20% kostengünstiger; eine Voraussetzung, die zur Zeit nur in wenigen Fällen gegeben ist. Die zweifelsohne grössere Arbeitssicherheit kann dabei kaum mit Zahlen ausgedrückt werden, ist aber trotzdem entsprechend zu berücksichtigen. Die we-

niger aufwendigen Mähdrescher mit Seiten-Hangausgleich werden schon bei wesentlich geringeren Hangneigungen wirtschaftlicher als Standardmaschinen. Einsatzgrenze, Leistung und Arbeitssicherheit (wenden!) sind jedoch bei starken Neigungen ungünstiger zu beurteilen.

Interessant werden Hangmähdrescher vor allem dann, wenn durch deren höhere Arbeitsgrenze und Leistung zusätzliche Zeit und Flächen bereitgestellt werden können. Unter der Voraussetzung, dass der Einsatz dieser Grossmaschinen genügend berücksichtigt wird, dürfte eine gezielte Erweiterung des Getreidebaues in Hanglagen zur Verbesserung des Nutzwertes beitragen.

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

ZH	Schwarzer Otto, 052 - 25 31 21, 8408 Wülflingen
ZH	Schmid Viktor, 01 - 77 02 48, 8620 Wetzikon
BE	Mumenthaler Rudolf, 033 - 57 11 16, 3752 Wimmis
BE	Marti Fritz, 031 - 57 31 41, 3052 Zollikofen
BE	Herrenschwand Willy, 032 - 83 32 32, 3232 Ins
	Marthaler Hansueli, 035 - 2 42 66, 3552 Bärau
LU	Rüttimann Xaver, 045 - 81 18 33, 6130 Willisau
LU	Widmer Norbert, 041 - 88 20 22, 6276 Hohenrain
UR	Zurfluh Hans, 044 - 2 15 36, 6468 Attinghausen
SZ	Fuchs Albin, 055 - 48 33 45, 8808 Pfäffikon
OW	Müller Erwin, 041 - 68 16 16, 6074 Giswil
NW	Muri Josef, 041 - 63 11 22, 6370 Stans
ZG	Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof, 042 - 36 46 46, 6330 Cham
FR	Krebs Hans, 037 - 82 11 61, 1725 Grangeneuve
BL	Langel Fritz, Feldhof, 061 - 83 28 88, 4302 Augst
BL	Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 061 - 99 05 10, 4461 Anwil
SH	Hauser Peter, Kant. landw. Schule Charlottenfels, 053 - 2 33 21, 8212 Neuhausen a.Rhf.
AR	Ernst Alfred, 071 - 33 26 33, 9053 Teufen
SG	Haltiner Ulrich, 085 - 758 88, 9465 Salez
SG	Pfister Th., 071 - 83 16 70, 9230 Flawil
SG	Steiner Gallus, 071 - 83 16 70, 9230 Flawil
GR	Stoffel Werner, 081 - 81 17 39, 7430 Thusis
AG	Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 - 31 15 53, 5722 Gränichen
TG	Monhart Viktor, 072 - 64 22 44, 8268 Arenenberg

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, Telefon 052 - 33 19 21, 8307 Lindau.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.—, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30-520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.