

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 41 (1979)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Mähdrusch in Hanglagen : Handmähdrescher  
**Autor:** Spiess, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1081880>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

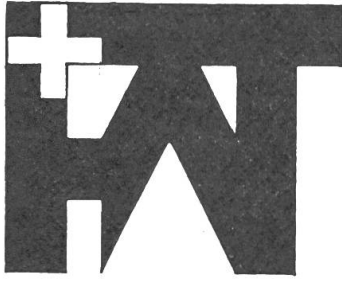
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# 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 Seitenhän-

gen 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 Ueberbelastung des Fahrantriebes.

### ● 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 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:

### ● 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 Steig-

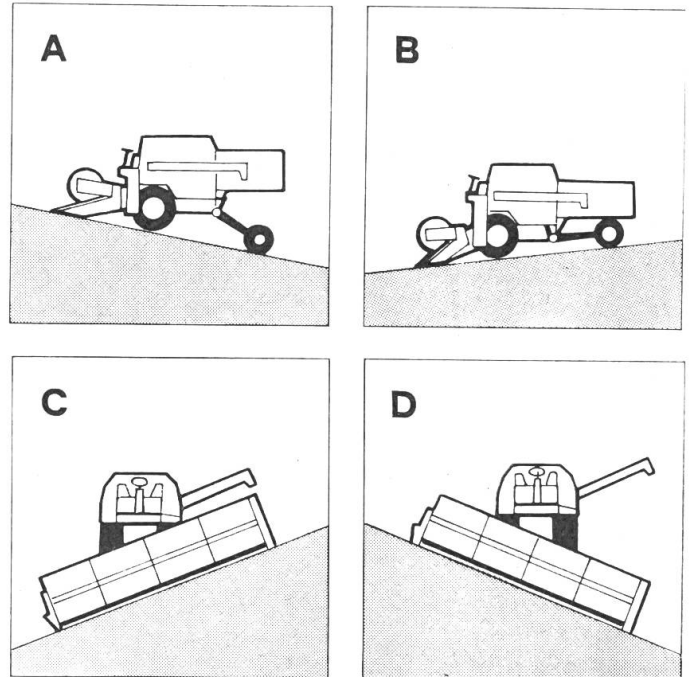


Abb. 1: Ausgleichsfunktionen bei Hangmähdreschern:

A+B = Längs-Ausgleich

C+D = Seiten-Ausgleich

A, B, C+D = Voll-Ausgleich

linie 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



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.

Tabelle 1: Hang- und vergleichbare Standardmähdrescher

Technische Daten und Preise (Firmenangaben)

Marke		Claas *		Fahr		John Deere		Laverda		New Holland	
Typ		Do 85	Do 85 H	M 1302 H	M 1302-Hang	965	965 H	M 112	M 112 AL	S 1540	S 1540 AL
<b>Schnittbreite</b>	m	4,50	4,50	4,35	4,20	4,25	4,25	4,2	4,2	4,57	4,57
Haspelhorizontalverstellung		mech.	mech.	hydraul.	hydraul.	mech.	mech.	hydraul.	hydraul.	hydraul.	hydraul.
<b>Dreschtrommel</b>											
Durchmesser	cm	45	45	60	60	61	61	60	60	60	60
Breite	cm	132	132	127	127	104	104	104	104	100	100
Schlagleisten	Stück	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
Korbfläche	m²	0,65	0,65	0,81	0,81	0,61	0,61	0,53	0,53	0,62	0,62
<b>Schüttler</b>	Stück	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Schüttlerfläche	m²	5,15	5,15	5,25	5,25	3,77	3,77	3,84	3,84	3,64	3,64
Schüttlerhilfen		Rafferzinken	Rafferzinken	Steilstufe	Steilstufe	Taumelzinken (Querschüttler)	Taumelzinken (Querschüttler)	Schwingzinken	Schwingzinken	Zentrifugalabscheider	Zentrifugalabscheider
<b>Siebfläche</b>	m²	3,50	3,50	3,83	3,83	3,63	3,63	2,89	2,89	3,10	3,10
zweite Reinigung		—	—	—	—	—	—	(Mehrpreis Fr. 3130.—)	ja	—	—
<b>Hangausgleich</b>											
seitlich	%	—	33	—	42	—	20	—	34	—	31,5
bergauf / bergab	%	—	20 / 10	—	26 / 10	—	—	—	32/10	—	21/14
Steuerung durch		—	Schwimmer	—	Schwimmer	—	Pendel	—	Schwimmer	—	Pendel
Korntank	l	4000	3000	3600	3600	3900	3900	3500	2650	3200	3200
Kraftstofftank	l	200	200	300	300	300	300	245	245	250	250
<b>Motor</b>	kW (PS)	88 (120)	110 (150)	118 (160)	118 (160)	92 (125)	92 (125)	70 (95)	93 (126)	81 (110)	81 (110)
<b>Fahrantrieb</b>		(Minderpreis Fr. 7075.—)						(Minderpreis Fr. 10'000.—)		(Minderpreis Fr. 11'100.—)	
mech., Variatorverst. hydraul.		ja	—	(M 1302)	—	ja	ja	ja	—	ja	—
hydrostatisch		ja	ja	ja	ja	—	—	ja	ja	ja	ja
<b>Abmessungen (Transportstellung)</b>											
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
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
Radstand	cm	340	383	361	442	372	404	296	386	370	422
<b>Bereifung</b> 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
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
<b>Gewicht</b> (Arbeitsstellung)	ca. kg	7600	9170	7400	8225	7520	7850	6400	8700	7200	9050
<b>Preis 1979</b>	Fr.	101'400.—	166'200.—	115'800.—	163'500.—	99'700.—	112'900.—	89'000.—	135'700.—	134'200.—	169'800.—
(inkl. Schneidwerkwagen)											

\* Dominator 76 H in Vorbereitung



zwischen Hangmähdrescher-Typen vorwiegend amerikanischer Herkunft mit einem Seitenhangausgleichsvermögen bis 45% und dem Hangmähdrescher 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 Endan-

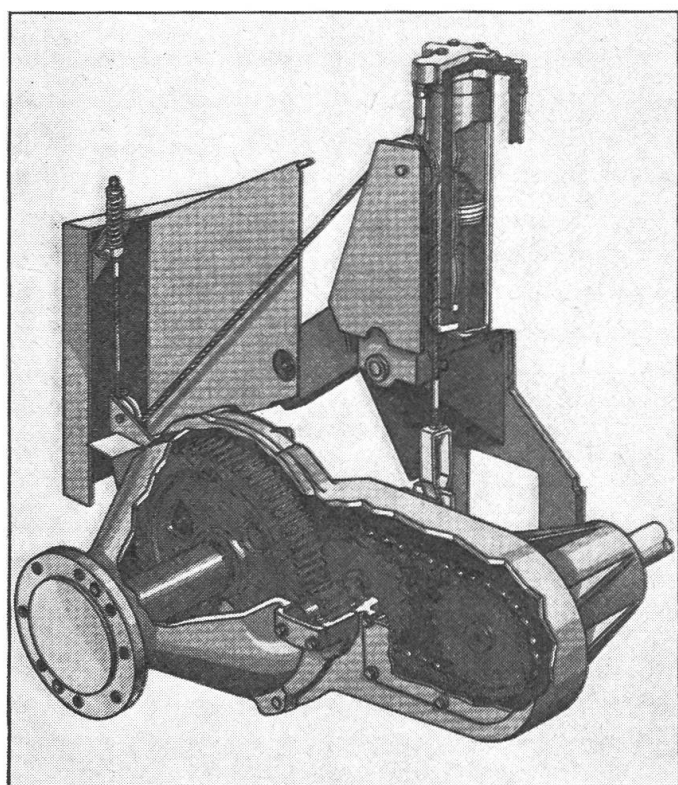


Abb. 3: Beim John Deere 965 H bewirken synchron arbeitende Hydraulikzylinder über drehbare Endantriebe an der Vorderachse den seitlichen Hangausgleich. Die Lagerung der Antriebswelle ist fest mit dem Rahmen verbunden.

triebe (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

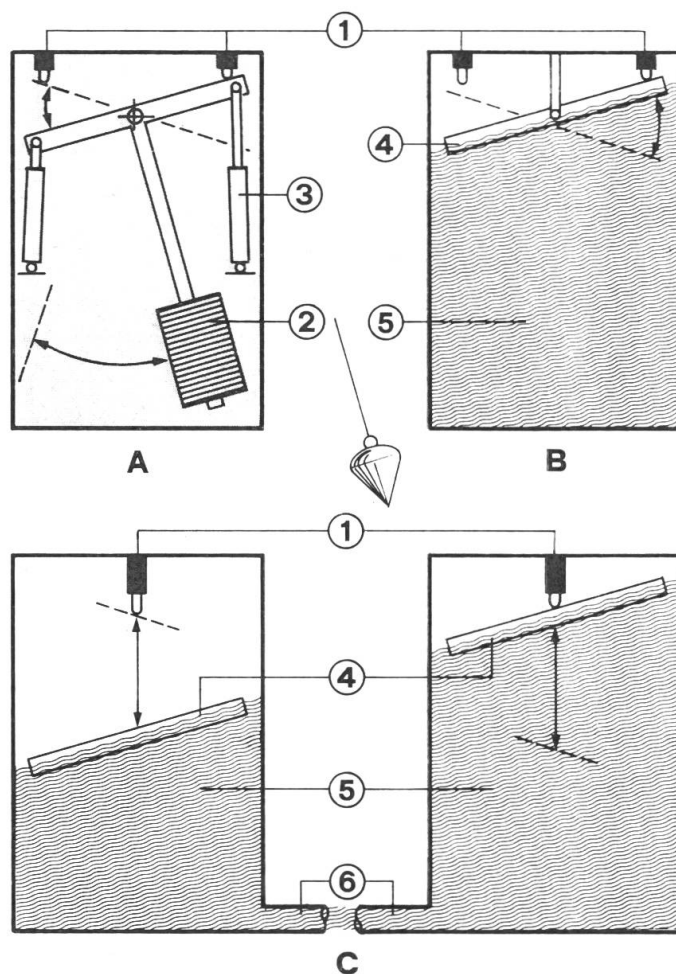


Abb. 4: Schwingungsgedämpfte Pendel- (A: John-Deere und New-Holland) oder Schwimmereinheiten (B: Claas, C: Laverda) erzeugen selbsttätig die elektrischen Steuerimpulse für den hydraulischen Hangausgleich.

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

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

schen Steuerimpulse für das unabhängige Hydrauliksystem werden selbsttätig von einem schwingungsgedämpften 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 Standardmähdrescher analog 15% Hangneigung gleichzusetzen.

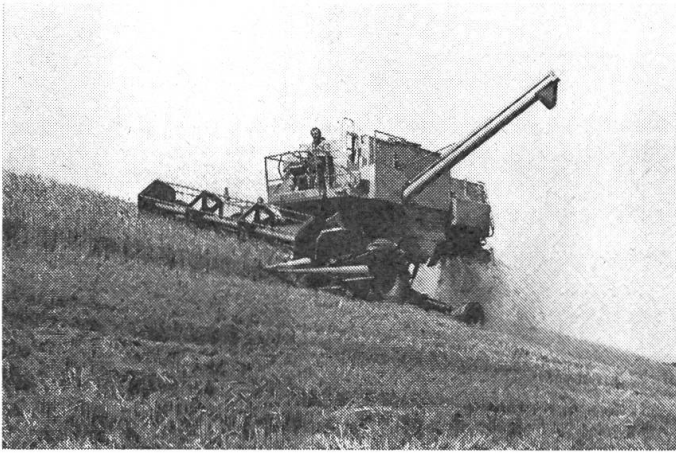


Abb. 5: Claas Do. 85 H mit Vollhang-Ausgleich. Bis zu bestimmten Geländeneigungen bleiben die Dreschorgane sowohl in der Längs- wie auch in der Querachse immer in horizontaler Lage. Sicherheitssperrentile sorgen bei allen Hangmähdreschern dafür, dass sich die Maschine bei einem Leitungsbruch nicht absenken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



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

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

Mähdrescher mit Voll-Hangausgleich 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 Wende- und Anfahrvorgang noch durchführbar. Leistungsfähigere Motoren und hydrostatische Fahrantriebe 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 Uebertragung dieser Kräfte finden folgende Lösungen Verwendung:

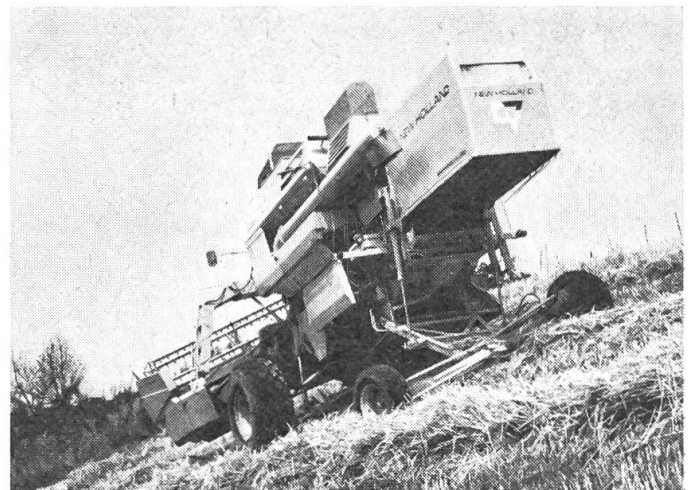


Abb. 7: New Holland S 1540 AL mit Vollhang-Ausgleich. Die abgebildete Maschine ist mit Golfbereifung (Rautenprofil) ausgerüstet. Diese Reifen sollen am Steilhang in Gebieten mit wenig Niederschlägen eine bessere Bodenhaftung ermöglichen als herkömmliche Stollenprofile. Bei feuchten Böden ist allerdings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





Abb. 8



Abb. 9

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

**hydrostatisch** (Hydraulikzylinder):

Laverda M 112 AL (Abb. 8)

**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 Parallelogrammführungen auf, damit die Räder am Seitenhang innerhalb des Ausgleichsbereiches in vertikaler Stellung verbleiben. Dadurch wird die Schwerpunktslage noch zusätzlich verbessert.

Mit diesen Maschinen wird es unter Umständen möglich, auch topographisch schwierige Lagen, die bisher nur dem Bindemäher vorbehalten waren, für den Mähdrusch zu erschliessen. Solche Einsätze

bedingen vorwiegend Schichtlinienarbeit und gut abgetrocknete Böden. Der Regelbereich kann dabei gegebenenfalls noch etwas überschritten werden; die Wendepunkte dürfen aber nicht mehr als zirka 35% Neigung aufweisen. Es bleibt allerdings zu bedenken, dass unter solchen Bedingungen (meist schlechte Zugänglichkeit) nicht selten die grossen Transportbreiten (bis zu 3,5 m!) sowie der Schneidwerkan- und -abbau zu beschränkenden Faktoren werden dürften.

## 4. Versuche mit Standard- und Hangmähdreschern

Zur Bestimmung des Nutzwertes von Hangmähdreschern 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 entsprechend schräggestelltem Maschinenkörper sowie auch am Hang mit und ohne Ausgleich. Dabei wurden Körner und Stroh aufgefangen und später gereinigt bzw. nachgedroschen.

**Tabelle 2: Versuchsbedingungen**

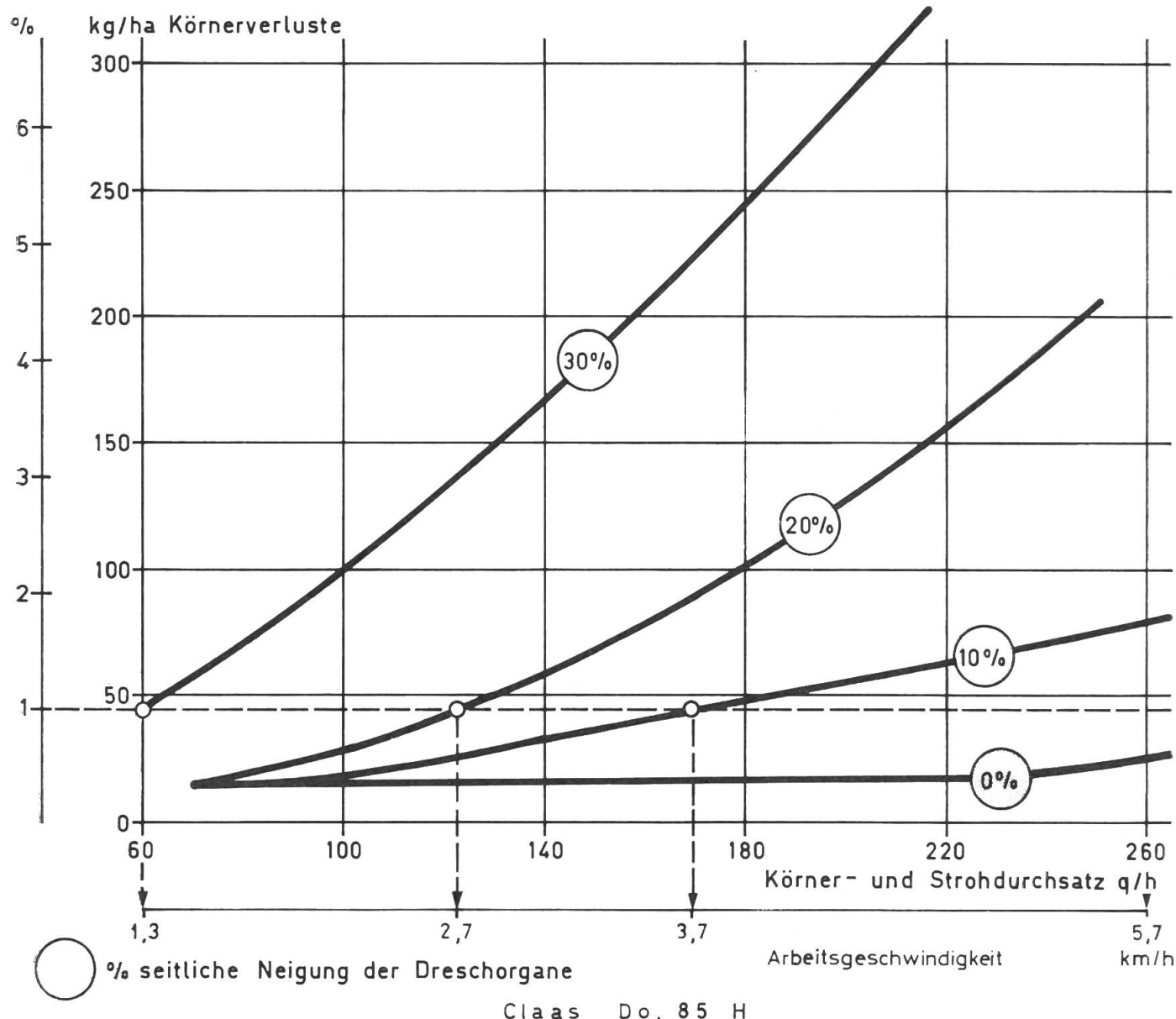
Versuch	Getreideart	KÖRNER			STROH	
		q/ha	Feuchtigkeits- gehalt %	hl-Gew.	q/ha	Feuchtigkeits- gehalt %
A	WG-Sekura	45.1	17.1	62	45.5	41.9
B	WW-Zenit	47.5	13.8	81	70.5	44.3
C	SW-Colibri	48.5	19.9	80	60.1	33.9

A – C: Stehende Bestände, weitgehend unkrautfrei

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





# FAT-MITTEILUNGEN

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

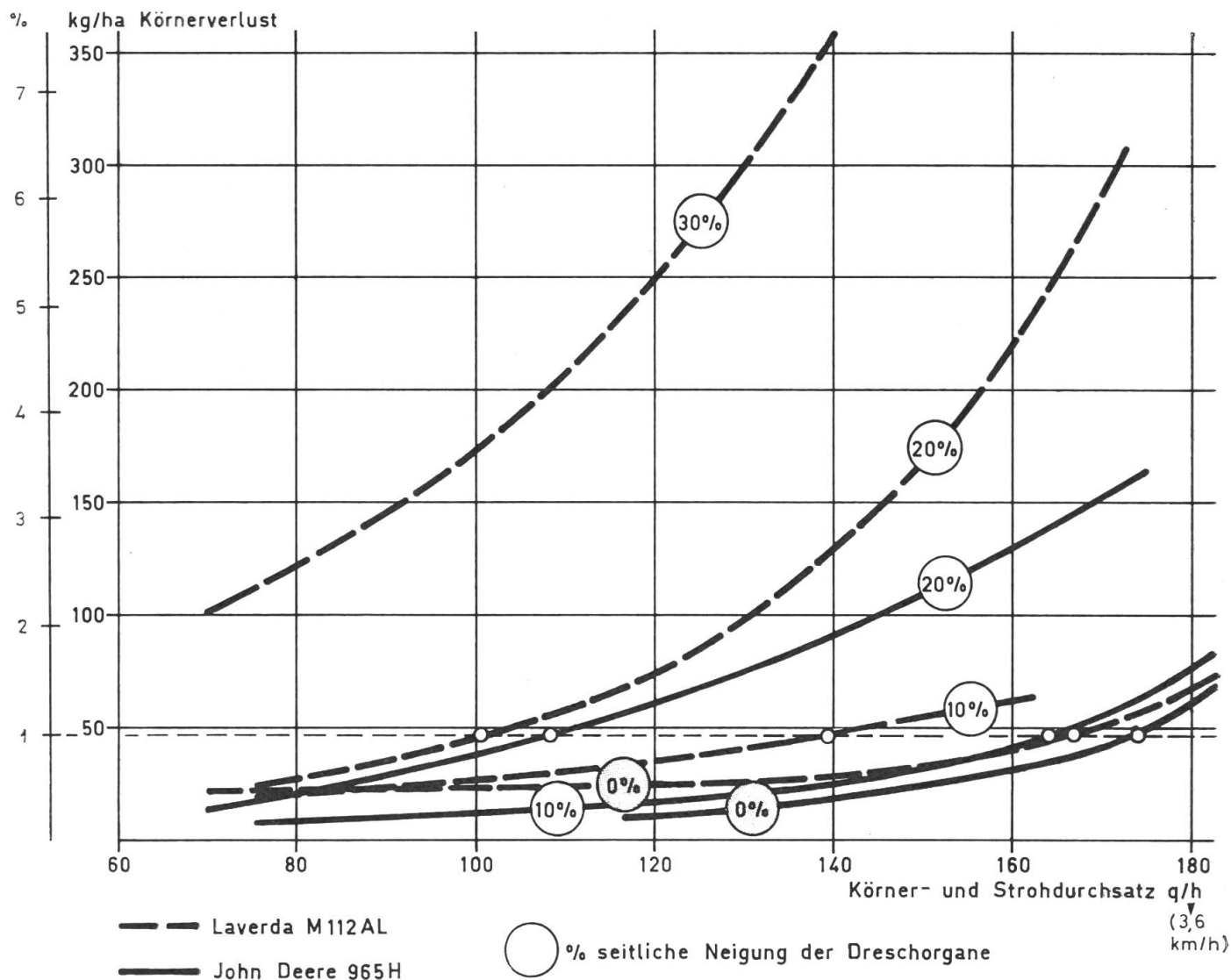
Marke, Typ	Wintergerste (A)		Weizen (B+C) <sup>1)</sup>	
	q/h ca.	km/h <sup>2)</sup>	q/h ca.	km/h <sup>2)</sup>
Claas Do 85 H	200	5.3	(260) <sup>3)</sup>	(5.7) <sup>3)</sup>
John-Deere 965 H	165	4.3	175	3.5
Laverda M 112 AL	120	3.2	165	3.3
New Holland S. 1540 AL	170	4.5	nicht gemessen	

<sup>1)</sup> Claas: Sommerweizen, John-Deere und Laverda: Winterweizen

<sup>2)</sup> bei 4.2 m Arbeitsbreite

<sup>3)</sup> bei 0.5% Körnerverlust, Durchsatz wurde nicht weiter gesteigert

Abb. 12



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 Hangausgleich. 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 Hangausgleich 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 Druschleistungen. 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 Hangausgleich 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 Hangausgleich 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 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

**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
965 H	14.7 ↓	—	2.4		91	0.13
	15.3 ↑	ohne	2.7		102	0.66
Laverda	15.8 ↓	ohne	2.4		92	0.92
M 112 AL	15.0 ↑	mit	2.9	Wintergerste	113	0.48
	15.3 ↓	mit	2.9		112	1.60
	20 ↓	ohne	3.1	Sommerweizen	143	0.24
	13.5 ↑	ohne	3.6		164	1.61
Claas	20 ↓ (20)	ohne	2.5		115	0.63
Do. 85 H	13.5 ↑ (20)	ohne	3.4		153	3.79
	20 ↑ } 10 ↓ }	mit	3.4		154	0.30

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

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.

### 5.1 Verluste beim Standardmähdrescher und Mehrkosten des Hangmähdreschers

Diesbezüglich stellt sich die Frage, ob es nicht wirtschaftlicher wäre, bei unverminderter Leistung mehr

\* Blätter für Landtechnik Nr. 145

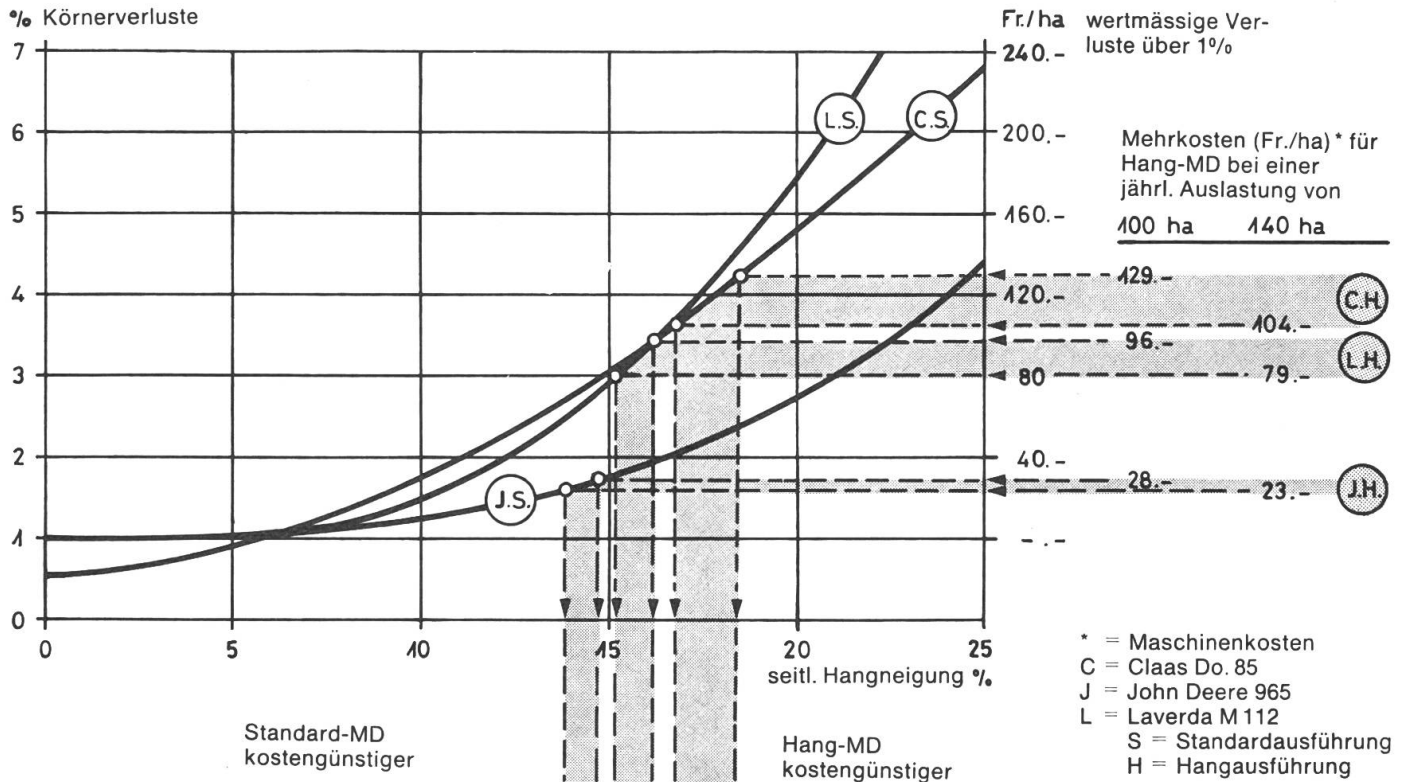


Abb. 13: Verlustanstieg von Standard-Mähdreschern bei unvermindertem Durchsatz im Hanggelände sowie entsprechende Mehrkosten von Hangmähdreschern (Bemerkungen unter Tab. 5).

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 Hangmähdrescher in Beziehung gebracht werden. Übersteigen 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.

## 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 Standardmährescher. Beim preisgünstigeren John-Deere 965 H mit Seitenhang-Ausgleich liegt diese Grenze bei 15%. Infolge der geringeren Leistung von Standardmähreschern ist ihre mögliche jährliche Einsatzfläche allerdings entsprechend kleiner. Wesentlich interessanter werden Hangmährescher, 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 Standardmähreschern 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 bei-



**Beispiel: Kostengleichheit bei 15% mittlerer Hangneigung**

Notwendige h/Jahr	Kosten A + B Fr./ha			
400	81	300.-	(C.S.) Standardausführung	Claas Do. 85
440	452	308.-	(C.H.) Hangausführung	
410	82	306.-	(J.S.) Standardausführung	John Deere 965
420	404	297.-	(J.H.) Hangausführung	

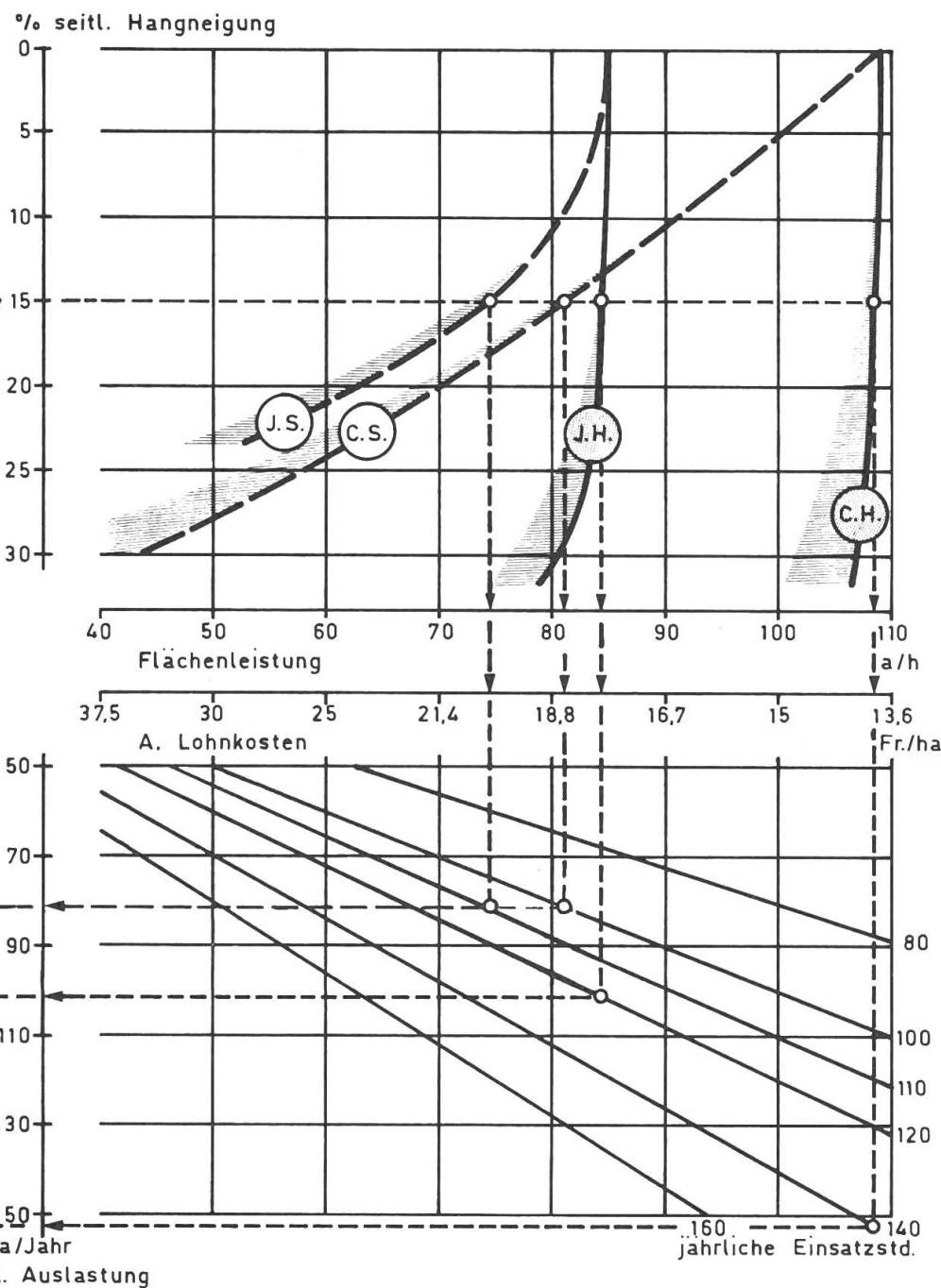
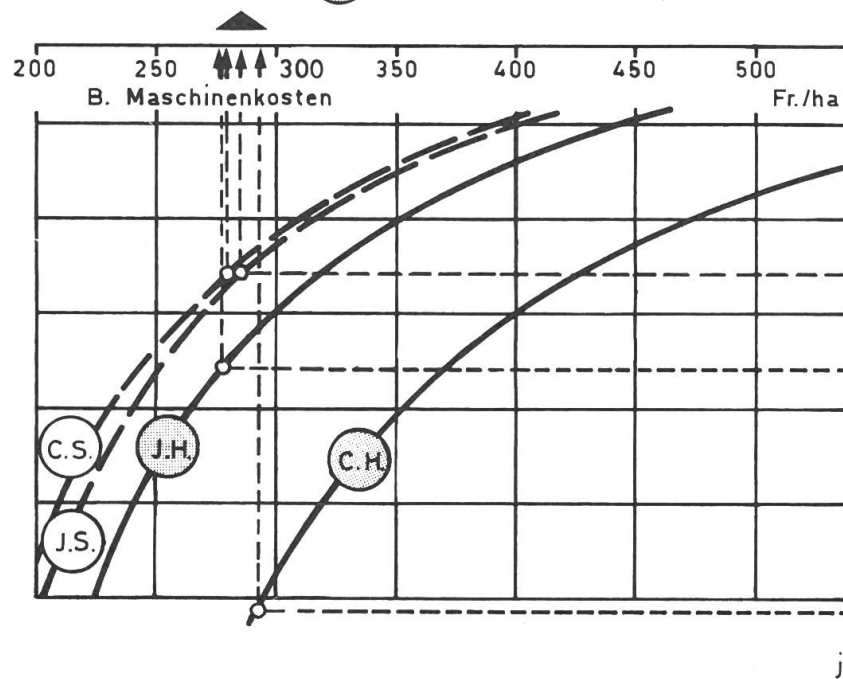


Abb. 14: Zusammenhang zwischen Hangneigung, Flächenleistung, Lohnkosten, Einsatzdauer, Auslastung und Maschinenkosten bei Körnerverlusten von 1% (Bemerkungen unter Tab. 5).

**Tabelle 5: Lohn- und Maschinenkosten**

Marke Typ	Mähdrescher 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)
	Stan- dard	10	318.—	(73)	278.—	( 91)	251.—	(109)	231.—	(127)
		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)
	Stan- dard	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)
	Stan- dard	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.

spielsweise 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 weniger 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.