

Mechanisierung landwirtschaftlicher Arbeiten am Hang

Die Lösung der ökonomischen Hauptaufgabe erfordert nicht nur die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion allgemein, sondern auch die bestmögliche Ausnutzung aller für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen geeigneten Flächen. Da außerdem die Erhöhung der Arbeitsproduktivität damit in engem Zusammenhang steht, kommt der Mechanisierung von Feldarbeiten in hügeligem Gelände besondere Bedeutung zu. Der FV „Land- und Forsttechnik“ der KDT hatte mit einer Spezialkonferenz über dieses Thema im Dezember 1957 den Auftakt zu einer intensiven Behandlung dieses Problems gegeben und in den dabei ausgearbeiteten Empfehlungen an Wissenschaft, Industrie und Landwirtschaft eine Reihe wichtiger Anregungen und Hinweise sowie praktischer Vorschläge vermittelt. In den folgenden Aufsätzen finden sich bereits eine Anzahl von Ergebnissen aus Arbeiten, die seit dieser Konferenz – und von ihr beeinflusst – durchgeführt wurden.

Das gilt in besonderem Maße für den Bericht von Ing. W. SIMON über Untersuchungen in sechs MTS-Bereichen des Bezirks Erfurt. Sowohl von technischer als auch von ökonomischer Warte aus werden hier die Möglichkeiten und Grenzen des Maschineneinsatzes in der Berglandwirtschaft abgesteckt und unserer Industrie die daraus resultierenden Forderungen für die Mechanisierung übermitteln. Dabei soll auch auf den Beitrag eines Absolventenkollektivs der Ingenieurschule Nordhausen hingewiesen werden, in dem eine fraglos brauchbare Studie über die Konstruktion der Reinigungsanlage für einen Hangmährescher enthalten ist.

Während Dr. J. GÜSSEFELDT Fragen des Maschinen- und Geräteeinsatzes sowie des Feldtransports auf Grund von Untersuchungsergebnissen behandelt, die in mehreren Berggemeinden des Thüringer Waldes zusammengetragen wurden und aus denen interessante Vergleiche möglich sind, untersucht M. DOMSCH die sich aus der mechanisierten Bodenbearbeitung am Hang ergebenden Probleme und verweist auf hierüber gesammelte praktische Erfahrungen.

Umfangreiche Erprobungs- und Versuchseinsätze des Geräteträgers RS 09 und der für ihn entwickelten zahlreichen Anbaugeräte in den Gebirgsgegenden unserer Republik haben erkennen lassen, daß dieser Traktor auch unter extremen Geländebedingungen noch befriedigende Leistungen ermöglicht. Der ausführliche Ergebnisbericht von Ing. G. Unger enthält darüber bemerkenswerte Einzelheiten.

Um den Erfahrungsaustausch über die Mechanisierung landwirtschaftlicher Arbeiten am Hang auf eine noch breitere Ebene zu verlagern und vor allem unserer Industrie weitere Anregungen für die Entwicklung hangtauglicher Konstruktionen zu geben, sollten unsere Praktiker durch Einsendung von Berichten über den Maschineneinsatz in Hanglagen ebenfalls daran teilnehmen. Wir würden sie dann in einem unserer nächsten Hefte veröffentlichen.

Die Redaktion

Dr. J. GÜSSEFELDT, Berlin

Die Landwirtschaft in extremen Hanglagen

Im Gebirge treten die das landwirtschaftliche Geschehen hauptsächlich beeinflussenden Faktoren Boden und Klima hinter den Standortfaktor Hangneigung zurück. Besonders dem Landmaschineneinsatz werden durch einen zu großen Neigungswinkel der LN sehr schnell Grenzen gesetzt, so daß die Gebirgslandwirtschaft aus der modernen Landtechnik bisher nur einen geringen Nutzen ziehen konnte. Aber nicht nur die Neigungen ab etwa 20% sind es, die der Mechanisierung entgegenstehen. Vielfach gliedern sich die Hänge terrassenartig auf, wodurch der Neigungswinkel erheblich verringert wird, statt 35 bis 45% Steigung sind es nur noch 3 bis 8%. Die Terrassen entstanden durch die Art der Bodenbearbeitung auf den einzelnen Parzellen, mit denen sie auch identisch sind. Bei dem vorherrschenden Kleinbesitz handelt es sich zumeist um „Handtücher“ von 4 bis 6 oder auch 10 m Breite.

Daneben sieht man mauerartige Vorrichtungen, die von den Bauern vor 50 bis 100 Jahren angelegt worden sind, um dem Bodenabtrag Einhalt zu gebieten. Man hatte damals an der Talseite des Ackers Steine aufgeschichtet, die die bis zu 60% geneigten Felder abfangen. Auf diesen Steinmauern hat sich der abgeschwemmte und herabgearbeitete Boden angesammelt und im Laufe der Zeit eine Schicht von 25 bis manchmal 80 cm Dicke gebildet (Bild 1).

So wird die Mechanisierung des Ackerbaues im Gebirge nicht nur durch zu große Neigungswinkel, sondern auf den geringer geneigten Flächen noch durch Mauern und Terrassen gehemmt.

Wie die Neigungen der LN und der Wirtschaftswege sich arbeitswirtschaftlich auswirken, sollten Untersuchungen klären,

die in den Jahren 1955 und 1956 vom Institut für Agrarraumforschung der Humboldt-Universität Berlin ausgingen.

Die nachstehenden Betrachtungen gelten nur dem Maschinen- und Geräteeinsatz und den Feldtransporten, wie sie sich aus den damaligen Untersuchungen im Kreis Neuhaus a. Rennsteig in Thüringen ergaben. Als Repräsentativbeispiele wurden im Süden des Thüringer Waldes folgende Orte gewählt: Unterweißbach, Buchbach, Mellenbach, Meura, Gebersdorf und Deesbach. Die beiden erstgenannten sind besuchte Ferienorte, in denen die Landwirtschaft der starken Hangneigungen wegen keine ausreichende Ackernahrung erzeugen kann und nur als Nebenerwerb betrieben wird. Buchbach und Gebersdorf sind ausgesprochene Bauerndörfer. Eine Zwischenstufe



Bild 1. Terrassen in Mellenbach



Bild 2. Handplügen am Hang (65% St) in Unterweißbach. Furchentiefe etwa 10 cm. Die größte Anstrengung erfordert das Hinauftragen des Pfluges

Bild 3. Häufelpflug am Hang (53% St) in Gebersdorf

Bild 4. Heuernte am Hang (78% St) in Gebersdorf

Bild 5. Gefährlicher Kartoffeltransport zum Hangfußende (55% St)



bilden Meura und Deesbach. Aus diesen sechs Ortschaften wurden 39 Betriebe untersucht, zu denen auch die LPG in Gebersdorf zählt. Siebzehn Nebenerwerbsbetriebe lagen unter 2 ha, während 21 bäuerliche Betriebe die 7 ha-Grenze nicht überschritten, die LPG Gebersdorf (Typ I) bewirtschaftete 20,5 ha Ackerland. Alle untersuchten Betriebe waren mit Landmaschinen und -geräten nur mangelhaft ausgerüstet. Nur ein Betrieb hatte eine Drillmaschine (1,50 m Arbeitsbreite) und ein anderer einen Motormäher (Baujahr 1936), sonst waren nur Pflüge, Eggen, Saateggen und Grubber vorhanden. Auch die MTS hatte eine nur ungenügende Anzahl für Hanglagen geeignete Maschinen zur Verfügung. Ihre Hilfe beschränkte sich vorwiegend auf Transporte, vornehmlich aber Dungfahren, was die Bauern schon als sehr wesentlich empfanden. Wie schwer die Landarbeit in diesen Hanglagen ist, läßt sich auch aus den Bildern 2 bis 5 ersehen.

Der Schleppereinsatz am Hang

wird besonders durch das hier schwierige Wenden, die Spurversetzung und die Kippgefahr erschwert. Die ersten Nachteile treten bereits bei einer Neigung von 10% auf [14].

1. Leistung und Masse des Schleppers müssen am Hang größer sein als in der Ebene. Denn die Motorleistung beim Befahren von Steigungen erhöht sich nach der Formel

$$\text{Steigungswiderstand (kp} \cdot \sin \alpha) \text{ Geschwindigkeit (km/h)} = \text{Steigungsleistung [PS]}$$

270

zuzüglich 11% für Getriebeverluste [2].

2. Ab 10% Steigung verringert sich die Flächenleistung durch die oft nur einseitige Arbeitsmöglichkeit und die geringe Arbeitsbreite wegen der Hangversetzung.
3. Die Arbeitsgüte läßt trotz größter Sorgfalt nach, so daß sich der Handarbeitsaufwand z. B. bei Hackfrüchten erhöht.
4. Gleichzeitig steigen die Aufwendungen für Gespannarbeit (beim Pflügen z. B.).

Die Grenzen des Schleppereinsatzes in Fallinie sind: Normale Bauart ≈ 19 , bei Allradantrieb ≈ 25 und beim Ketten-schlepper $\approx 30\%$ [4].

Die Grenze des Schichtlinienzuges für Gespann- und Schlepperzug gibt LÖHR [3], [5] für die verschiedenen Arbeiten wie folgt an:

	Steigung in %
Vielfachgeräte, Lege-, Hack- und Rodemaschinen ohne zusätzliche Feinsteuerung	14
mit zusätzlicher Feinsteuerung	20
Drillmaschinen, Grasmäher, Schwadenrechen	17 ... 22
Bindemäher	17 ... 22
Zapfwellenbinder	22 ... 25
Grasschnitt mit Schleppermähwerk	17 ... 30
Grasschnitt mit Schleppermähwerk mit Giterrädern	45 ... 50
Zweiachsschlepper mit Hinterradantrieb	20 ... 23
beim Bergaufwenden	28 ... 30

Darüber hinaus werden vom Gespannzug in der Schichtlinie Arbeiten verrichtet wie

Pflügen mit Brabanterpflug	30 ... 35
Pflügen mit Winkelpflug (Pferdezug)	50 ... 55
Pflügen mit Winkelpflug (Ochsenszug)	60 ... 65
Eggen mit der Rahmenegge	50 ... 65

Motormäherarbeit kann noch ausgeführt werden

mit Motormäher schwerer Art bei	40 ... 45
mit Motormäher leichter Bauart bei	45 ... 50
mit Motormäher mit Giterrädern bei	50 ... 55

Bei diesen Zahlen handelt es sich um Erfahrungswerte, die noch durch Untersuchungen zu verfeinern sind. Von ebenfalls großer Bedeutung ist die Art der Anspannung bzw. die Anordnung der Geräte beim Schlepperzug. Wie sehr sich Reifendruck, Giterräder, Schwerpunktverlegung und Spur-



verbreiterung auf die Geländetauglichkeit eines Schleppers auswirken, lassen die Untersuchungen von DOMSCH [1] erkennen.

Der Seilzug

Bei einer Hangneigung von 35% und darüber wird die Mechanisierung der Feldarbeiten vorteilhaft durch den Fallinienseilzug erreicht.

Als Antriebsquelle dient ein Motorwindenaggregat oder die Anbauwinde des Schleppers. Mit Motorkraft wird das Gerät in der Arbeitsfahrt am Seilzug bergauf gezogen, während die Eigenmasse des Arbeitsgeräts und der Neigungswinkel des Ackers die Leertalfahrt bewerkstelligen. Dieser Leertalfahrt wegen muß der Hang mindestens um 35% geneigt sein.

Man unterscheidet den *direkten* und *indirekten* Fallinien-Seilzug. Bei direktem Seilzug wird die transportable Winde am Oberrand des Feldes aufgestellt und erforderlichenfalls weitergerückt. Die geringen Durchmesser der Trommelwinde und der Führungsrollen für die Aufpulvorrichtung bringen einen erheblichen Seilverschleiß mit sich, der bei der Annäherung des Arbeitsgeräts an die Winde durch die oftmals großen Abweichungen des anlaufenden Seils aus der geraden Richtung noch verstärkt wird. Zudem läßt der erforderliche tiefe Stand über dem Boden das Seil bei unebenem Gelände auf der Erde schleifen. Durch Konstruktionsverbesserungen versuchte man den Seilverschleiß zu mildern, ohne jedoch einen vollen Erfolg zu erzielen.

Die gleichen Voraussetzungen wie das transportable Motorwinden-Aggregat verlangt die Schlepperanbauwinde.

Schließlich erfordert der direkte Seilzug am oberen Feldrand für den Schlepper bzw. die Winde einen ebenen Weg, der jedoch nur selten vorhanden ist. Als Vorteil sind die guten Sichtverhältnisse für die Verständigung zwischen Geräteführer und Windenbediener zu nennen.

Beim direkten Seilzug werden diese Nachteile nahezu aufgehoben. Der feste Stand der Winde ermöglicht, ihre Größe dem Leistungsanspruch der verschiedenen Arbeiten anzupassen und Elektromotore zu verwenden. Der Seilverschleiß bleibt in normalen Grenzen, weil man optimale Dimensionen wählen kann. Allerdings setzt der feste Windenplatz arrondierte Schläge voraus. Bei Streuparzellen muß die Winde fahrbar bleiben.

Schlechte Sicht vom Windenplatz zum Arbeitsfeld und die dadurch erhöhte Unfallgefahr für den Geräteführer durch einen unaufmerksamen Windenbediener geben Anlaß, Vorrichtungen zum Übersenden elektrischer Tonsignale mittels Zugseil und Batteriestrom an den Windenbediener zu entwickeln [11].

Darüber hinaus ist man bestrebt, den Zwei-Mann-Seilzug durch den Ein-Mann-Seilzug zu ersetzen, indem man den Windenmotor oder die Winde vom Arbeitsgerät aus fernsteuert [10]. Diese Fernsteuerung, die jedoch noch in den Anfängen steckt, wird mechanisch durch Drahtzug oder Seilnüsse an der Winde oder aber als Motorfernsteuerung durch Kabel und Batteriestrom über das Zugseil erreicht. Das Kreuzbacher Institut für landwirtschaftliche Arbeitswissenschaft und Landtechnik versucht, das Problem durch Steuerung auf drahtlosem Wege auf dem 10-m-Band der Postwelle zu lösen, wobei der Geräteführer die Sendeanlage nebst Stabantenne auf dem Rücken trägt [7], [8], [9].

Der wesentliche Vorteil des Seilzuges liegt in seiner hervorragenden Arbeitsgüte. Da das Antriebsaggregat nicht über das Feld fährt, werden Bodendrucke weitgehend vermieden und die Bodenstruktur und damit die Ertragsfähigkeit verbessert. Außerdem trägt der Seilzug sehr bald die Erdraine am Feldfuß ab, reichert den Feldeberrand mit Erde an und steigert die Bodenfruchtbarkeit.

Für die meisten Maschinen und Geräte bietet der Seilzug in der Fallinie die gleichen Einsatzbedingungen wie in der Ebene. Zur Hangtauglichkeit bedürfen sie freilich einer dem Seilzug angepaßten Lenkung und einer verlässlichen Bremsvorrichtung.

Nach LÖHR [3] kann man mit dem Seilzug Silomais noch bei 45 bis 50% und Kartoffeln bei 50 bis 55% Steigung bearbeiten. Der Flachbinder kann bei 50 bis 60%, der Schleuderradroder bei 60%, die Bergdrillmaschine bei 60 bis 70%, der Bergsitzpflug und die Bergegge noch bei 75% Steigung eingesetzt werden.

Durch den Fallinienseilzug erhielt die Steilhang-Landwirtschaft einen Auftrieb, der sie den Betrieben in günstigeren Lagen gleichwertig machte.

Bei Neigungen unter 35% fahren die Geräte infolge des Reibungswiderstandes nicht selbsttätig talwärts, wodurch in diesen Hangbereichen eine Mechanisierungslücke entsteht. Hier ist die Zwei-Trommelwinde des Doppelseilzuges am Platze, die den Rücktransport der Geräte zum Feldfuß bei gleichzeitiger Arbeitsverrichtung bewerkstelligt [6].

LÖHR [12] versuchte, den Schlepper in der Fallinie mit Hilfe des Seilzuges über die kritischen Steigungen von 20 bis 35% hinwegzubringen. Trotzdem ist das Problem der Mechanisierung der Arbeiten an den weniger geneigten Hängen noch nicht gelöst.

Der Neigungswinkel und die Feldtransporte

In welchem Maße sich die Stundenaufwendungen für die Feldtransporte unter dem Einfluß des Neigungswinkels der Wege erhöhen, wird anschließend dargelegt.

Mit Hilfe theoretisch-physikalischer Berechnungen versucht OLSEN [13] zu zeigen, „in welcher Richtung sich die Verhältnisse etwa bewegen, ohne daß alle damit im Zusammenhang stehenden Fragen als beantwortet angesehen werden können.“

Es wird die aufzuwendende Arbeitsleistung für das Fortbewegen einer Last durch den Gesamtwiderstand, der sich aus dem Reibungs- und dem Hubwiderstand ergibt, bestimmt. Zur Berechnung der PS-Leistung ist die Teilung durch 75 notwendig, so daß die Formel lautet

$$\frac{(G_1 \cos \alpha \cdot \mu + G_2 \cdot \sin \alpha) \text{ 1 m/s}}{75} = \times \text{ PS.}$$

Es bedeuten:

G_1 Masse von Last und Wagen [kg],

G_2 Masse von Last und Wagen und Pferden [kg],

μ Reibungswiderstand,

α Neigungswinkel [°].

Setzt man $G_1 = 1000$ kg, $G_2 = 2000$ kg, $\mu = 0,12$ und berechnet sie für die Neigungswinkel bis zu 36% (20°), so wird bei einer graphischen Darstellung der Leistungsbedarf durch eine Gerade gekennzeichnet, d. h. er steigt proportional dem Neigungswinkel an (Bild 6). Wichtig ist hierbei die Frage nach dem erhöhten Arbeitszeitaufwand der gesamten Transportarbeit für eine bestimmte Frucht während einer Vegetationsperiode. In allen Untersuchungsorten liegen die Wirt-

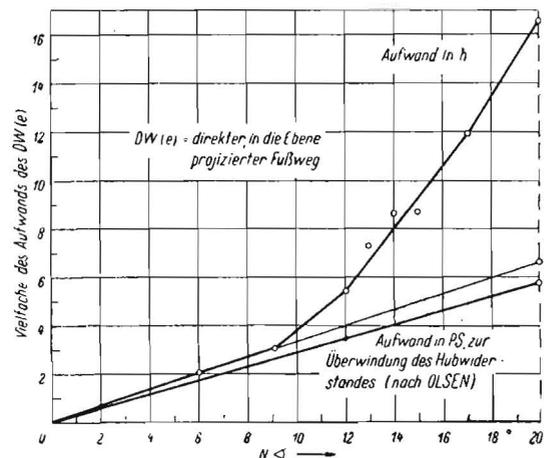


Bild 6. Der Einfluß des Neigungswinkels auf die Höhe des Transportaufwands

schaftshöfe in den Tallagen, so daß die Hauptmenge des Transportguts, der Stallung, bergauf zu schaffen ist.

Es wurden acht Wege mit unterschiedlicher Hangneigung ausgewählt und auf ihnen die Transportmenge in dt für eine 10 a große Kartoffel-Feldfläche (Stall- und Handelsdünger sowie Saat- und Erntegut) und der hierfür notwendige Zeitbedarf bei Kuhanspannung ermittelt.

Die Transportmenge für einen Kartoffelacker von 10 a hängt von der Höhe der jeweiligen Stallungsgaben und der Ernterträge ab. Sie schwankt zwischen 38 und 72,4 dt.

Der Reibungskoeffizient, der je nach der Beschaffenheit des Weges einen sehr unterschiedlichen Wert annehmen kann, bleibt hier unberücksichtigt, da die Beschaffenheit der Feldwege keine großen Unterschiede aufweist und alle Zeitmessungen bei trockenem Wetter genommen wurden.

Der Einfluß des Neigungswinkels auf die Länge des Anfuhrwegs

Die Länge des Transportwegs wird durch den Neigungswinkel des Weges oder den Höhenunterschied zwischen Hof und Feld beeinflusst. Es kann z. B. ein sehr weiter Fahrweg zu einem Ackerstück führen, das nur wenige 100 m vom Wirtschaftshof entfernt liegt. Hier ist der Höhenunterschied so groß, daß der vorhandene direkte Weg wegen seines zu großen Neigungswinkels unbefahrbar ist.

Bis zu einer Neigung von $\approx 15\%$ (9°) kann man den direkten Fußweg (DW = Direktweg) auch als Fahrweg (FW) benutzen, wobei die Fahrbarkeit des DW vorausgesetzt wird. Mit zunehmender Steigung von DW ist eine zunehmende Länge des

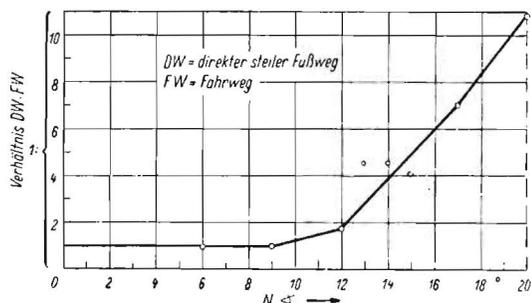


Bild 7. Der Einfluß des Neigungswinkels auf die Länge des Fahrwegs (FW)

FW verbunden. Das Verhältnis DW:FW wächst von 1:1 bei 0 bis 15 auf 1:11 bei 36% (20°) Steigung an, wobei unter dem Neigungswinkel immer die Steigung auf dem Direktweg zu verstehen ist (Bild 7).

Der Einfluß des Neigungswinkels auf die Aufwandshöhe für den Stallungstransport beim Schlepperzug¹⁾

Durch den Schleppereinsatz beim Stallungsfahren kann man die Transportzeiten wesentlich senken (Tabelle 1).

Vergleicht man die Schlepperleistung auf Hangwegen mit der auf ebenen Wegen, wobei unter „Arbeit“ und „Leistung“ nicht die physikalischen Begriffe verstanden werden dürfen, so gestaltet sich dieser Vergleich noch ungünstiger als beim Kuhgespann.

Während sich die Erhöhungen für Kuh- und Schlepperzug bis zu einer Steigung von 15% (9°) gleichen, da DW gleich FW ist, steigen die Aufwandstunden ab dieser Grenze beim Schlepperzug bedeutend mehr als beim Kuhgespann (Bild 8). Woran liegt das?

¹⁾ Bei der Darstellung des erhöhten Transportaufwands auf Hangwegen werden die Zeitmessungen auf dem Fahrweg (FW) mit dem berechneten Zeitaufwand auf dem in die Ebene projizierten Direktweg (DW) verglichen. Beide Aufwandswerte werden zueinander in ein Verhältnis gebracht, indem die Stundensumme auf dem DW-Weg = 1 gesetzt wird.

Tabelle 1. Zeitaufwand beim Stallungsfahren

Weg	Neigungswinkel		einfache Weglänge [m]	Last [dt]	Arbeitsdauer		Verringerung des Zeitaufwands von 100 auf
	[%]	[°]			Kuhgespann [h]	Schlepperzug [h]	
1	10	6	750	30	8,0	0,2	8,75
2	15	9	270	30	5,2	0,27	5,19
3	20	12	1100	35	20,25	1,2	5,78
4	23	13	2100	40	24,5	1,3	5,71
5	25	14	1875	30	18,25	1,25	6,85
6	27	15	2700	30	27,0	2,3	8,25
7	30	17	3150	30	27,2	2,1	7,72
8	36	20	4900	40	62,5	3,3	5,28

Bild 9 zeigt in der Kurve *a* noch einmal die Zunahme des Fahrwegs mit steigendem Neigungswinkel, ausgedrückt durch das Verhältnis DW:FW. Kurve *b* stellt das Verhältnis der Wegstrecken dar, die auf den beiden Wegen DW (e) und FW mit dem Kuhgespann für den Stallungstransport zurückgelegt wurden.

Das Kilometerverhältnis muß größer sein als das Verhältnis DW:FW, weil die geringeren Lademöglichkeiten auf dem Hangwege zur Bewältigung der gleichen Menge ein häufigeres Fahren als in der Ebene erfordern. Eine Last, die in der Ebene in 10 Fahrten fortgeschafft werden kann, erfordert im Gebirge beispielsweise 13 Fahren. Da sich dieses Verhältnis beim Schlepperzug auf 10:20 weitet, muß also das Wegstreckenverhältnis infolge des großen Unterschiedes in der Anzahl der notwendigen Fahrten ebenfalls steigen. Dadurch wird sogleich das Aufwandsverhältnis für den Schlepperzug ungünstig beeinflusst (Kurve *c*).

Subtrahiert man die Differenz zwischen den Kurven *a* und *c* auf Bild 9 von der zweiten Kurve auf Bild 8, so kommt man für den Schlepperzug auf die Aufwandswerte beim Kuhgespann, d. h. der so stark gesteigerte Mehraufwand des

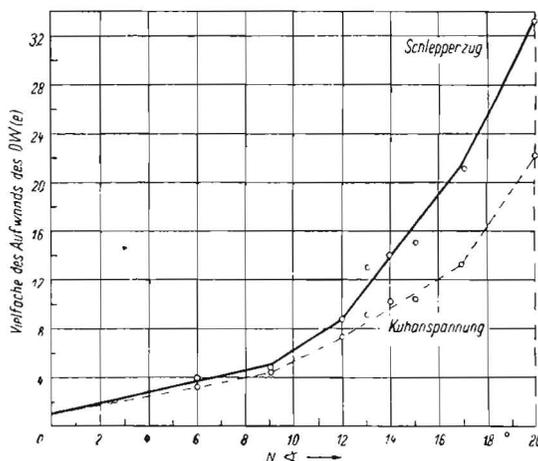


Bild 8. Stallungstransport auf Hangwegen mit Kuhgespann und im Schlepperzug in Abhängigkeit vom Neigungswinkel

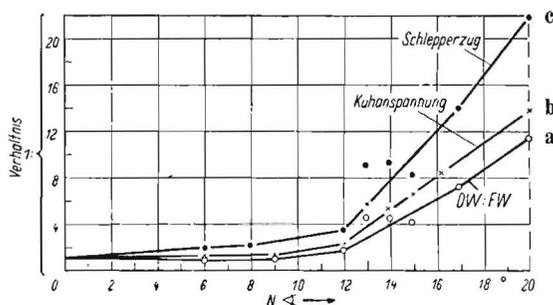


Bild 9. Stallungstransport auf Hangwegen. Verhältnis von DW:FW und von den auf DW (e) und FW zurückgelegten Wegstrecken

Schlepperzugs im Gebirge hängt mit seinem gegenüber dem Kuhgespann relativ größerem Leistungsvermögen in der Ebene zusammen, das hier um 100% (10:20) höher liegt. Für das Kuhgespann sind es nur 33% (10:13).

Die Wirkung des Neigungswinkels auf den Transportaufwand läßt sich demnach auf drei Ursachen zurückführen:

1. Auf die direkte Verlängerung des Fahrwegs bei großen Steigungswerten des steilen, kurzen Fußwegs,
2. auf die indirekte Verlängerung des Fahrwegs durch das Anwachsen der Wegstreckensumme infolge der geringeren Lademöglichkeiten und
3. auf das Anwachsen des Hubwiderstands.

Literatur

- [1] DOMSCH, M.: Einige Gedanken zur Vollmechanisierung der Bodenbearbeitung. Die Deutsche Landwirtschaft, Berlin (1955) H. 11, S. 537 bis 543.
- [2] KLIEFOTH, F.: Steigung, Steigungswiderstand und Steigungsleistung. Landtechnik, München (1955) H. 16, S. 608 und 609.

- [3] LÖHR, L.: Landtechnik und Landnutzung an Hängen. Landtechnik, München (1955) H. 20, S. 706 bis 709.
- [4] LÖHR, L.: Fall- oder Schichtenlinie. Deutsche Landtechnische Zeitschrift, München (1955) H. 1, S. 7 bis 10.
- [5] LÖHR, L.: Einachserschlepper - Helfer der Bergbauern. Deutsche Landtechnische Zeitschrift, München (1954) H. 11, S. 308 und 309.
- [6] Zur Problematik der Bergbauertechnik. Techn. u. Landw., Baden-Baden (1955) H. 10, S. 249 bis 252.
- [7] LÖHR, L.: Seilzugverwendung am Seil- und Rebhang. Mitt. d. DLG, Ausg. A, Frankfurt/Main (1955) Nr. 48, S. 1211 bis 1213.
- [8] LÖHR, L.: Die Fernsteuerung im Bodenseilzug. Internat. Landmaschinenmarkt, Wels (1955) H. 11, S. 479 bis 484.
- [9] LÖHR, L.: Beschaffenheit und Verwendung der Seilwinde am Steilhang. Techn. u. Landw., Heidelberg (1955) H. 15, S. 373 bis 376.
- [10] LÖHR, L.: Erfolgreicher Bodenseilzug durch Fernsteuerung. Deutsche Landtechnische Zeitschrift, München (1955) H. 12, S. 401 bis 403.
- [11] LÖHR, L.: Fernsteuerung des Motor-Winden-Aggregates durch den Geräteführer. Internat. Landmaschinenmarkt, Wels (1954) H. 7, S. 306 bis 309.
- [12] LÖHR, L.: Maschinen im Gelände. Internat. Landmaschinenmarkt, Wels (1956) H. 2, S. 40 bis 45.
- [13] OLSEN, K.-H.: Oberflächengestalt, Landwirtschaftlicher Betrieb und Agrarlandschaft. Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landw., Braunschweig-Völkenrode (1951) H. 2.
- [14] SEIFERT, H.: Schlepper am Hang. Landtechnik, München (1954) H. 8, S. 194 und 195. A 3568

M. DOMSCH, Bornim*)

Zur Bodenbearbeitung in Hanglagen²⁾

Die verschiedenen Arbeitsgänge bei der Bodenbearbeitung bedingten bisher - besonders in Hanglagen - eine hohe Beanspruchung für Mensch und Tier. Es ist deshalb vor allem dort notwendig, alle Möglichkeiten einer sinnvollen Mechanisierung planmäßig zu entwickeln und mit Hilfe der MTS zweckmäßig einzusetzen.

Neben der körperlichen Arbeitserleichterung soll durch die Mechanisierung eine höhere Arbeitsproduktivität und -güte mit einem ökonomisch vertretbaren Aufwand erzielt werden, d. h. der Geräteeinsatz muß in einem gesunden Verhältnis zur erzielbaren Nutzleistung des Flächenertrages stehen. In extremen Lagen sind die Flächen gegebenenfalls einer anderen Nutzungsform zuzuführen. Das gilt vor allem für Hänge über 25%.

Darüber hinaus ist es notwendig, im Rahmen der sich bildenden Genossenschaften überall dort eine Flächenzusammenlegung vorzunehmen, wo es die Hangneigungsverhältnisse gestatten, ohne jedoch dabei der Bodenerosion Vorschub zu leisten.

Infolge der meist nur relativ geringen Krumentiefen und des oft hohen Steingehalts der Böden ist, von wenigen Ausnahmen abgesehen, deren spezifischer Widerstand verhältnismäßig niedrig. Auf den schweren Lehmböden muß man aber besonders darauf achten, daß eine evtl. bei zu hoher Bodenfeuchte mögliche Druckschädigung vermieden und dadurch der spezifische Arbeitswiderstand unnötig erhöht wird.

Da alle hier erwähnten, am Hang zum Einsatz gelangenden Bodenbearbeitungsgeräte den Schlepper als Kraftquelle benutzen, sollen zunächst diese einer kurzen Betrachtung unterzogen werden.

Niedriges Eigengewicht

Eine einfache Berechnung zeigt, daß jedes kg Maschinenmasse, das unnötigerweise am Hang herumgefahren wird, den unproduktiven Verlustanteil von Fahr- bzw. Steigungsleistung am Gesamtaufwand erhöht. Der heute noch vielfach verwendete Kettenschlepper mit Anhängepflug benötigt bei einer Steigung von 20% gegenüber einem möglichen Allradschlepper mit Anbaupflug bei gleicher Nutzleistung eine etwa 2,6 mal

größere Motorleistung zur Überwindung des Fahr- und Steigungswiderstandes. Ein solches Mißverhältnis zwischen den verschiedenen Einsatzgewichten ist technisch nicht gerechtfertigt und damit wirtschaftlich nicht tragbar.

Bei einem angenommenen Bodenwiderstand von 50 kp/dm² werden für die reine Pflugarbeit etwa 37 PSh/ha benötigt. Für den leichteren Allradschlepper errechnet sich ein Fahr- und Steigungswiderstand von nur 34 PSh/ha, während der Kettenschlepper etwa 86 PSh/ha braucht, d. h. für die gleiche Pflugarbeit benötigt der leichtere Radschlepper mit Anbaupflug theoretisch 42% weniger Treibstoff. Unberücksichtigt ist dabei noch der erhöhte Reparaturaufwand des Kettenschleppers durch den stärkeren Laufwerksverschleiß am Hang.

Die neue Entwicklungsrichtung eines leistungsstarken und zugsicheren Schleppers mit niedrigem Eigengewicht, in Verbindung mit einer funktionssicheren Kraftüberanlage, die nur bei Bedarf vom Anbaugerät aus eine entsprechende „dynamische“ Zusatzlast auf die Schlepperachse zu übertragen gestattet, wird deshalb vor allem für Hangarbeiten eine besondere Bedeutung erlangen, wie Schlepper und Gerät in immer stärkerem Maße zu einer Maschineneinheit verschmelzen, also nur beide zusammen betrachtet werden können. Nachdem in absehbarer Zeit auch Triebachshänger zur Verfügung stehen dürften, können durch sie auch die Transportaufgaben mit leichten Schleppern ausgeführt werden, wo bisher allein der Schlepper mit hohem Leistungsgewicht vorherrschte.

Nicht zuletzt ist daran zu erinnern, daß wegen der kürzeren Vegetationszeit in den Berglagen gegenüber der Ebene ein höherer MotPS-Besatz/ha notwendig ist, um alle anfallenden Arbeiten auf dem Acker termingerecht ausführen zu können.

Schwerpunktlage und Kippsicherheit des Schleppers

Eine weitere unabdingbare Forderung im Interesse der Sicherheit des Fahrers ist eine möglichst niedrige Schwerpunktlage (Bild 1 und 2). So ist z. B. der Praxis die labile Standsicherheit des RS 04 (RS 14) bekannt, die sich auch durch breitere Spur nicht restlos beseitigen läßt, so daß dann vielfach der in seinem Kippverhalten günstigere „Pionier“ eingesetzt wird, obwohl man mit dem leichteren RS 14 auch motorisch die Arbeit schaffen könnte. Es wird so nur aus vorbeugenden Sicherheitsgründen ein höherer Material- und Energieaufwand getrieben, als tatsächlich erforderlich wäre.

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGGER).

1) Der Beitrag stellt eine gekürzte und überarbeitete Wiedergabe des vom Verfasser anlässlich der Hangkonferenz der KDT im Dezember 1957 in Leipzig gehaltenen Vortrages dar.