

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 40 (1978)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Mechanisierungsverfahren im Hangfutterbau  
**Autor:** Ott, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1081949>

#### **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:** 03.02.2026

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

**Tabelle 6: Energiekosten-, Oel und Stromverbrauch pro t Trockenmais**  
(Feuchtmais 20% TS, Trockenmais 80% TS)

Trocknungsverfahren	Oel kg/t	Strom kWh/t	Energie- kosten
Warmbelüftung	555	263	220.–
Körnermaistrockner	497	153	190.–
Rundtrockner	482	128	182.–
Bandtrockner	333	80	125.–
Trommeltrockner	290	119	113.–
Oelpreis 0,35 Fr./kg		Strom 0,10 Fr./kWh	

Bei einer hofeigenen Warmbelüftungsanlage erreichen allein die Energiekosten beinahe den Tarifansatz bei Grastrocknungsanlagen. Bevor man sich für den Bau einer hofeigenen Anlage entschliesst, sollten alle übrigen Möglichkeiten gut abgeklärt werden. Mit den zusammengestellten Daten hoffen wir eine

Hilfe für die Abklärung der einschlägigen Fragen leisten zu können. Ein einfaches Rezept kann leider nicht abgegeben werden.

Seit dem 1. Januar 1978 werden in der Schweiz die neuen SI-Einheiten angewendet. Diese Neuerung bringt auf nationaler und internationaler Ebene eine bedeutende Vereinfachung der technischen Masseeinheiten.

Im vorliegenden Beitrag werden folgende Einheiten verwendet:

1 MJ (Megajoule)	= 239 kcal
1 J (Joule)	= 0,239 cal
1 kWh	= 860 kcal
1 mbar (Millibar)	= 10,2 mm WS
1 bar	= 1,02 at = 10200 mm WS
1 dt (Dezitonnen)	= 100 kg

## Mechanisierungsverfahren im Hangfutterbau

A. Ott

### 1. Einleitung

In den vergangenen Jahren hat die Mechanisierung der Hangbetriebe eine grosse Bedeutung erlangt. Heute arbeitet in der Hügel- und Bergzone rund die Hälfte der Futterbaubetriebe mit dem Traktor und etwas mehr als ein Drittel mit dem Transporter oder Selbstfahrladewagen. Die Hälfte dieser Betriebe verfügt über einen Selbstfahrladewagen, ein Ladegerät oder einen gezogenen Ladewagen. Die Mechanisierung brachte den meisten Hügel- und Bergbetrieben eine erhebliche Leistungssteigerung. Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Hangarbeit nach wie vor teuer, doch kann der Einsatz moderner Maschinen auch im Hangbetrieb weitgehend wirtschaftlich gestaltet werden, wenn die Betriebsgrösse an die Leistungsfähigkeit der Maschinen angepasst wird.

Über das Ausmass der Hangbehinderung und der daraus entstehenden Erhöhung der Arbeitserledigungskosten bestehen recht unterschiedliche Auffas-

sungen. Der vorliegende Beitrag soll darauf eine Antwort geben. Es ist allerdings zu erwähnen, dass die Behinderung der Feldarbeiten nicht der einzige natürliche Nachteil der Bergbetriebe ist. Die kürzere Vegetationsdauer und die geringeren Futtererträge haben zur Folge, dass der Bergbauer mit höheren Kosten grössere Flächen bearbeiten muss als der Talbauer, um das Winterfutter für eine Grossviehseinheit zu ernten. In einzelnen Regionen bieten die Parzellierung, die Kupierung und die Wegverhältnisse weitere Schwierigkeiten für eine rationelle Mechanisierung.

### 2. Stand der Arbeitstechnik

In vielen Bergbetrieben ist heute ein Maschinenpark vorhanden, der für einzelne Arbeiten doppelspurig und für andere wieder lückenhaft ist. Dies röhrt davon her, dass in den vergangenen Jahren eine Unsicherheit bestand, welches Mechanisierungskonzept

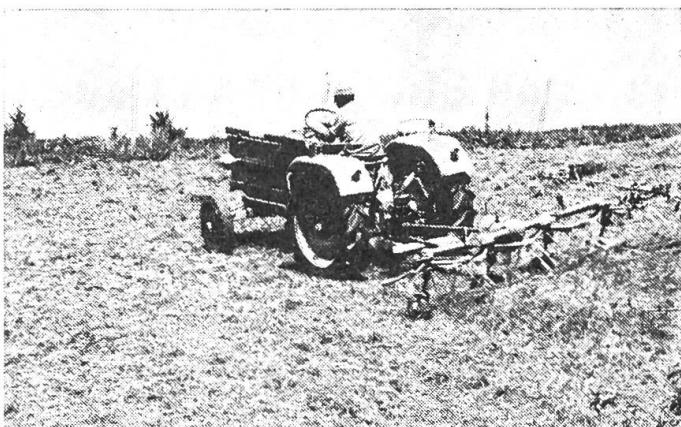


Abb. 1: Der Traktor erfüllt hauptsächlich in Betrieben mit Selbstfahrladewagen die Rolle einer relativ teuren, zweiten Zugkraft. Aber auch Zweitmaschinen müssen gewartet und mit den nötigen Sicherheitsvorrichtungen versehen sein.

sich durchsetzen werde. So trifft man beispielsweise in Betrieben mit Selbstfahrladewagen oft zusätzlich noch einen Traktor an, der für den Einsatz mit dem Kreiselzettwender und für verschiedene Transporte benutzt wird. Hätte man aber anstelle des Selbstfahrladewagens einen Transporter angeschafft, dessen Aufbaueräte (Ladegerät, Mistzetter usw.) rasch und ohne grossen Aufwand gewechselt werden können, dann würde sich der Traktor in den meisten Fällen erübrigen.

Der Sinn einer rationellen Mechanisierung besteht also nicht einfach darin, für jede Arbeit eine gute Maschine anzuschaffen, sondern mit möglichst we-

nig Maschinen eine konzentrierte, lückenlose Mechanisierungskette anzustreben, die in bezug auf Leistung und Kosten auf den Betrieb abgestimmt ist.

Zum **Mähen** verwenden knapp 10% der Hügel- und Bergbetriebe ein Kreiselmähwerk zum Traktor. Der mittlere Motormäher mit 6 kW (8 PS) Motorleistung oder der kleinere Bergmäher ist praktisch auf jedem Bergbetrieb anzutreffen. Seine einfache Handhabung und der hohe technische Stand gewährleisten in den meisten Fällen einen wirtschaftlichen Einsatz.

**Die Zweiachsmäher**, die in den letzten Jahren von verschiedenen Firmen entwickelt wurden, sollen in erster Linie eine bedeutende Arbeitserleichterung und Arbeitseinsparung bringen. Die praktischen Einsatzgrenzen dieser Maschinen liegen je nach Typ



Abb. 3: Ein Zweiachsmäher soll hangtauglich sein, damit der Motormäher ersetzt werden kann. Als einzige Zugkraft kommt er nur in wenigen Fällen in Frage, da seine Hangtauglichkeit mit Ladewagen oder Mistzetter nicht höher liegt als beim Allradtraktor.



Abb. 2: Der Bandrechen lässt sich heute mit wenig Aufwand an den Motormäher anbauen. Diese Lösung ist vor allem in Bergbetrieben mit Kreiselzettwender praktisch und wirtschaftlich.

zwischen 50 und 65% Neigung. Die Anschaffungskosten liegen zwischen den Kosten eines günstigen Allradtraktors und denen eines grossen Transporters inklusive Ladegerät. Auch wenn derart teure Spezialmaschinen nur für spezielle Betriebsverhältnisse in Frage kommen, kann man heute schon sagen, dass nur jene Fabrikate empfehlenswert sind, deren Einsatzgrenze deutlich über jener des Allradtraktors liegt. Verschiedene Versuche und Messungen haben

gezeigt, dass hier der Terra-Reifen eindeutige Vorteile bringt. Als einzige Zugkraft kommen diese Zweiachsmäher kaum in Frage, weil sie entweder die nötige Tragkraft für den Einsatz mit Ladewagen nicht aufweisen oder dann zusammen mit dem Ladewagen wegen ihres tiefen Eigengewichtes höchstens die Hangtauglichkeit eines (billigeren) Allradtraktors haben. Gewisse Absatzmöglichkeiten sind aber bereits heute schon auf grossen Betrieben mit einem bedeutenden Anteil Hanggelände oder im überbetrieblichen Maschineneinsatz vorhanden.

**In der Futterwerbung** war bis vor wenigen Jahren der Bandrechen als selbstfahrende Maschine oder kombiniert mit dem Motormäher die dominierende Maschine im Berggebiet. Weil sowohl die Arbeitsleistung als auch die Arbeitsqualität dieser Maschinen beim Zetten und Wenden nur teilweise befriedigen, hat der Kreiselzettwender, angetrieben vom Traktor oder Transporter, stark an Bedeutung gewonnen.

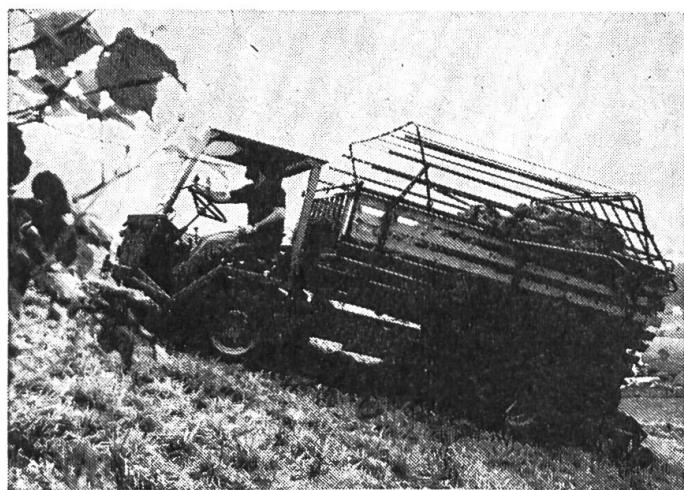


Abb. 4: Der Ladetransporter gewinnt im Bergbetrieb zunehmend an Bedeutung. Wenn das Ladegerät rasch auf- und abgebaut werden kann, lässt er sich recht gut mit dem gezogenen Kreiselzettwender einsetzen.

**Zum Schwaden** ist der Bandrechen in Hanglagen immer noch die geeignete Maschine. Der Kreiselrechen arbeitet in der Schichtlinienfahrt und vor allem im kupierten Gelände unsauber. Zudem kommt er praktisch nur für Traktorbetriebe in Frage, da er

nur an der Dreipunktaufhängung befriedigend arbeitet.

**Beim Aufladen** des Futters lässt sich im Traktorbetrieb ein kleiner bis mittlerer Tiefgangladewagen bis zu 35% Neigung einsetzen. Der Transporter mit Ladegerät arbeitet in der Falllinie bis 60% und in der Schichtlinie bis 45% Neigung.

**Die Düngung** mit Hofdüngern ist vorwiegend ein Transportproblem. Je grösser das Ladevolumen, umso grösser ist die Arbeitsleistung. Für Mistzetter und Druckfass ist die Ladekapazität in Hanglagen allerdings eng begrenzt. Auf Transportern werden Mistzetter von 1 bis 2 m<sup>3</sup> Ladevolumen und Vakuum- oder Pumpfässer bis zu 2,5 m<sup>3</sup> eingesetzt. Die Einsatzgrenze auf dem Feld liegt bei den Fässern allerdings tiefer als beim Futterladen oder Mistzetten, da die Schwankungen der Gülle die Kippgefahr stark erhöhen.

In arrondierten Betrieben hat die Verschlauchungsanlage immer noch eine grosse Bedeutung. Sie besitzt den Vorteil, dass sie von den Gelände- und Bodenbedingungen weitgehend unabhängig ist. Während die Verschlauchungsanlage nur bei ausreichender Verdünnung der Gülle gut funktioniert, kann mit dem Fass auch unverdünnte Gülle ausgeführt werden. Die Vorteile des Aufbaufasses liegen in der geringen Rüstzeit, in sauberen Arbeitsbedingungen und in guten Einsatzmöglichkeiten auf parzellierten Betrieben.

### 3. Arbeitsaufwand, Arbeitskosten

Der Aufwand für die Arbeiten im Hanggelände ist relativ schwer zu bestimmen, da einerseits viele Mechanisierungsmöglichkeiten und anderseits auch sehr unterschiedliche Einsatzbedingungen vorherrschen. Die folgenden Ergebnisse erfassen eine Auswahl der heute verbreitetsten Arbeitsverfahren.

Der Arbeitsaufwand der einzelnen Mechanisierungsverfahren nach Tab. 1 wurde für verschiedene Neigungsstufen bei üblichen Einsatzbedingungen berechnet.

Die Einsatzgrenze eines Mechanisierungsverfahrens liegt selbstverständlich höher (etwa 5–10 Neigungs-

**Tabelle 1: Auswahl von einigen verbreiteten Mechanisierungsverfahren**  
(Anschaffungspreise von 1977)

Zugkraft und Laden	Mähen	Zetten/Wenden	Schwaden	Anschaffungs- kosten
Kleintransporter, 11 kW (15 PS), Laden von Hand	Bergmäher, 160 cm	selbstf. Band- rechen, 160 cm	selbstf. Bandrechen	28 200.–
Selbstfahrladewagen, 30 kW (40 PS)	mittlerer Mäher, 190 cm	selbstf. Band- rechen, 160 cm	selbstf. Bandrechen	48 900.–
Transporter, 30 kW (40 PS) mit Ladegerät	mittlerer Mäher, 190 cm	Kreiselzett- wender, 460 cm	Mäher und Bandrechen	54 400.–
Allradtraktor, 40 kW (55 PS) mit Ladewagen, 13 m <sup>3</sup>	Kreiselmäher, 160 cm	Kreiselzett- wender, 460 cm	Kreisel- rechen	55 300.–

**Tabelle 2: Einsatzgrenzen**

	Einsatzgrenze in % Neigung auf feuchter Wiese		trockener Wiese
Bergmäher (145–160-cm-Balken)	65	85	
mittlerer Mäher (190-cm-Balken)	45	65	
Bandrechen	45	60	
Ladetransporter:			
Schichtlinie	30	45	
Falllinie	40	60	
Transporter und Kreiselzettwender	40	50	
Allradtraktor und Lädewagen	30	40	
Allradtraktor und Kreiselmäher	25	35	
Zweiachsmäher (je nach Typ)	40–60	50–65	

prozente) als die in Abb. 5 angegebenen Neigungsstufen.

Aus Tab. 1 und Abb. 5 ist ersichtlich, wie hoch Arbeitsaufwand und Kosten für die einzelnen Mechanisierungsverfahren ausfallen.

Auffällig ist der hohe Arbeitsaufwand für die Futterwerbung (Zetten und Wenden) bei den Verfahren mit Bandrechen im Vergleich zum Kreiselzettwender. Mit dem Kreiselzettwender kann die Arbeitszeit auch beim Transporter-Verfahren entscheidend verkürzt werden, wobei gleichzeitig die Arbeitsqualität und Arbeitsbelastung verbessert wird. Voraussetzung ist allerdings, dass sich das Ladegerät rasch und leicht mit zwei Hilfsstützen auf- und abbauen lässt. Dadurch entsteht zudem eine Arbeitskette, mit welcher

ohne weiteres zwei Personen gleichzeitig arbeiten können.

## 4. Diskussion der Ergebnisse

Im vorliegenden Aufwand- und Kostenvergleich handelt es sich nicht darum, Unterschiede zwischen Tal- und Bergbetrieben aufzuzeigen. Es geht vielmehr um die Höhe der Hangbehinderung bei der eigentlichen Bergmechanisierung. Im Talbetrieb sind die Feldformen und Schlaggrößen meistens günstiger und lassen eine höhere Arbeitsleistung zu. Dabei sind die Traktorkosten deutlich tiefer, da der Normalantrieb ausreicht und eine geringere Motorleistung erforderlich ist. Im vorliegenden Beispiel würden die Kosten der Futterernte für eine Talmechanisierung (mit einem Normaltraktor von 33 kW bzw. 45 PS) um rund Fr. 80.– je GVE billiger ausfallen als das Verfahren mit Allradtraktor bei 0–17% Neigung.

Die Kostenberechnung wurde durchgehend mit Katalogpreisen durchgeführt. In der Praxis werden aber für Traktoren Rabatte gewährt, die um 5 bis 10% höher liegen als beim Transporter. Dieser Rabatt würde im vorliegenden Beispiel eine Reduktion von Fr. 7.– je GVE bewirken.

**Der Einfluss der Hangneigung auf den Arbeitsaufwand und die Arbeitserledigungskosten** innerhalb der Verfahren ist wohl etwas geringer, als man es sich allgemein vorstellt. Der Grund liegt darin, dass eine hangtaugliche Mechanisierung auch im günstigen Gelände nur eine mäßige Leistung aufweist. (Eine Ausnahme bilden einige neuere Zweiachsmäher.)

Diese Feststellung ist aber wichtig, wenn es um die Art der Nutzung von Steilhängen geht. Die Nutzung von Steilhängen bietet somit bei der mechanischen Futterernte nicht unbedingt mehr Probleme als beispielsweise mit der Weide. Kleinere und vom Stall weit entfernte Steilhänge, die mindestens teilweise mechanisierbar sind, sind mit Maschinen insgesamt sicher leichter zu bewirtschaften als durch Weidegang.

Der Begriff Steilhang ist sehr relativ. In einem topographisch günstigen Betrieb mit Normaltraktor ist ein Hang von 30% Neigung bereits recht problematisch für die mechanische Bewirtschaftung. Hingegen ist mit einer Transporter-Mechanisierung zwischen ausgeglichenen Hängen von 30% Neigung und ebenen Lagen kaum ein Unterschied im Arbeitsaufwand festzustellen. Für die Futterernte bildet hier auch ein Hang von 35–50% Neigung meistens kein grosses Hindernis. Im Grenzbereich zwischen 50 und 60% Neigung steigt der Arbeitsaufwand deutlich an. Doch kommt es auch hier darauf an, wie das Gelände und die Feldform gestaltet sind. Wenn es gelingt, die Schwaden so anzulegen, dass der Selbstfahrladewagen oder Ladetransporter ohne grosse Wendemanöver und in der Fallinienfahrt arbeiten kann, dann ist der Arbeitsaufwand für die Futterernte auch im Gelände von 50–60% Neigung noch nicht unverhältnismässig hoch.

Aehnliche Ueberlegungen sind anzustellen, wenn es um die Frage geht, ob ein Traktor oder Transporter als Zugkraft angeschafft werden soll. Der Traktor ist eine universelle Antriebsmaschine, erreicht aber im Gelände recht bald seine Einsatzgrenze. Seine Vorteile liegen in der grossen Arbeitsleistung auf günstigem Gelände und in der hohen Transportkapazität bei grösseren Entfernungen. Hingegen ist der Arbeitsaufwand im Feld ab 30% Neigung deutlich höher als bei der Mechanisierung mit Ladetransporter.

Der Transporter ist eine hangtaugliche, wendige Maschine und ist dank der guten Umbausysteme in den letzten Jahren ebenfalls zu einem vielseitigen Fahrzeug geworden. Probleme ergeben sich allerdings noch beim überbetrieblichen Einsatz von Aufbaueräten (Mistzetter, Druckfass usw.), da jedes Fabrikat noch seine eigene Aufbaunorm hat.

## 5. Schluss

Die Nachteile der Bergbetriebe gegenüber den Talbetrieben liegen nicht nur in der Behinderung durch die Hangneigung. Vegetationsdauer, Erträge und strukturelle Voraussetzungen sind weitere, ebenso wichtige Behinderungen. Der Einfluss der Hangneigung auf die Bewirtschaftung mit modernen, hangtauglichen Maschinen ist in letzter Zeit wohl eher etwas überschätzt worden, während die Bedeutung von Parzellierungs- und Gebäudeverhältnissen ab und zu unterschätzt wurde. Die Gebäude können für die Leistungsfähigkeit einer Mechanisierungskette ebenso entscheidend sein wie eine einzelne Maschine.

Dem Bergbetrieb steht heute ein Angebot an Maschinen zur Verfügung, das sicher noch weitere Verbesserungen zulässt. Die Regel, dass eine technische Verbesserung einen umso höheren Kostenprung verursacht, je höher das technische Ausgangsniveau bereits ist, hat für den Bergbetrieb eine ganz besondere Bedeutung, weil der produktions-technische und wirtschaftliche Spielraum hier recht gering ist. Wenn wir heute beispielsweise die Arbeitsleistung eines Motormäthers mit einem Zweiachsmäher verdoppeln wollen, müssen wir für diese Leistungsverdoppelung den fünf- bis sechsfachen Anschaffungspreis bezahlen. Eine wesentliche Erhöhung der Arbeitsleistung dürfte daher für die meisten Bergbetriebe in nächster Zukunft aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht möglich sein. Ein leichter Zweiachsmäher dürfte aber aussichtsreich sein, sofern es gelingt, solche Maschinen mit einem ansprechenden technischen Niveau und mit höchstens den zwei- bis dreifachen Anschaffungskosten des Motormäthers zu entwickeln.

---

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

FAT-Mitteilungen können als Separatdrucke in deutscher Sprache unter dem Titel «Blätter für Landtechnik» und in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.–. Einzahlungen an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheck 30 - 520. In beschränkter Anzahl können auch Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.

---