

Résumé:

Dipl.-Ing. H. Skalweit: „Einsatzgrenzen von Schlepper und Gerät am Querhang.“

Die Grenze für den Einsatz von Schlepperanbaugeräten zur Bestellung und Pflege von Hackfrüchten wird durch die Schrägstellung der Längsachse beziehungsweise der Triebäder des Schleppers bestimmt. Durch ein filmisches Meßverfahren wird die Schrägstellung bei verschiedenen Hangneigungen und Böden ermittelt. Die zulässige Schrägstellung wird aus den geometrischen Verhältnissen und den landwirtschaftlichen Forderungen berechnet. Damit kann die Grenze angegeben werden, bis zu der noch eine ordentliche Arbeit ohne Schädigung der Pflanzen möglich ist.

Dipl.-Ing. H. Skalweit: „Limits of Utilisation of Tractors and Equipment on Inclined Surfaces.“

The limits for the utilisation of tractor-drawn equipment for the cultivation and tillage of crops requiring hoeing operations are set by the inclination of the longitudinal axis or that of the driving wheels of the tractor. This limit of inclination on various types of surfaces was measured and recorded by photographic methods. The permissible degree of inclination was then calculated geometrically in relation to agricultural needs. These calculations enable exact limits to be set, up to which work may proceed without risk of damage to the crop.

Dipl.-Ing. H. Skalweit:

«Les limites d'utilisation de tracteurs et d'outils agricoles sur les pentes perpendiculaires.»

La limite d'utilisation d'outils portés destinés à la préparation et l'entretien de cultures de plantes sarclées, est déterminée par la position inclinée que prennent l'axe longitudinal et les roues motrices. Au moyen d'une méthode cinématographique, on a révélé l'ordre de grandeur de l'inclinaison lors du travail sur des pentes plus ou moins rapides et sur des terres à caractéristiques différentes. L'inclinaison admissible est calculée en tenant compte des facteurs géométriques et des exigences du travail agricole. On peut ainsi déterminer le seuil d'application où un travail de qualité acceptable est encore assuré sans que les plantes soient détériorées.

Ing. dipl. H. Skalweit:

«Los límites en el empleo de tractores y de máquinas remolcadas en pendientes transversales.»

El límite para el empleo de máquinas montadas al tractor en el cultivo de frutos escardados, como remolacha etc., depende de la inclinación de las ruedas de propulsión del tractor. En los ensayos que se hicieron, los diferentes grados de inclinación se establecieron por el procedimiento fotográfico, calculándose la inclinación permitida a base de las condiciones geométricas y agrícolas. De esta forma se puede calcular el límite extremo hasta el cual resulte posible una labranza cuidadosa que no perjudique las plantas.

Dr.-Ing. F. Wieneke:

Reibungswerte von Pflanzen und Faserstoffen

Institut für Landmaschinen, TH Braunschweig¹⁾

Für die Konstruktion von Maschinen und Geräten, die organische und anorganische Stoffe transportieren und verarbeiten, ist oftmals die Kenntnis der Reibungswerte notwendig. Es ist ferner wichtig, zu wissen, wie sich die Reibungswerte mit der Rauigkeit der Reibungsflächen, dem Normaldruck, der Gleitgeschwindigkeit, der Reibungszeit und unter dem Einfluß von Feuchtigkeit, Öl, Fett und Schmutz ändern.

Dem Verfasser sind bisher nur Reibungsuntersuchungen mit Stroh, Heu und Silage bekannt geworden, die unter ganz bestimmten Verhältnissen durchgeführt wurden und bei denen die oben genannten Einflußgrößen nicht variiert wurden. Hodges [1] gibt für Mais-Silage auf Holz einen Reibungswert von $\mu = 0,75$ an; Barger [2] ermittelte für Mais-Silage auf Metallplatten einen Reibungswert von $\mu = 0,88$. Hintz und Schinke [3] berichten über Reibungswerte von gehäckseltem Roggen und Hafer auf Stahl bei Gleitgeschwindigkeiten von 0 bis 30 m/s. Über etwa 5 m/s weicht nach die-

sen Untersuchungen der Reibungswert nicht erheblich von $\mu = 0,5$ ab, während die Werte unter 5 m/s stark streuten. Ausführlichere Reibungsmessungen wurden von Richter [4] mit Silage, Stroh und Heu auf einer galvanisierten Fläche angestellt, wobei die Gleitgeschwindigkeit und der Normaldruck variiert wurden (Tabelle 1). Die Ergebnisse der Reibungsuntersuchungen mit Stroh von Kamarow [5], Pusch und Below [6] und Scheffter [7] sind ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt.

Die eigenen Versuche hatten das Ziel, für verschiedene Stoffe den Einfluß der Reibungszeit, der Rauigkeit der Reibflächen, der Gleitgeschwindigkeit, der Flächenpressung, des Normaldruckes und von Verschmutzungen zu bestimmen. In den genannten Untersuchungen sind diese Einflüsse nicht oder nur zum Teil ermittelt worden.

Versuchsordnung

Die Reibungswerte μ_R der ruhenden Reibung wurden auf der schiefen Ebene ermittelt. Dabei gilt die Beziehung $\mu_R = \tan \alpha$, wenn α der Neigungswinkel der Reibfläche ist.

Zur Ermittlung der Reibungswerte der gleitenden Reibung wurde zunächst ein umlaufendes Stahlband gewählt. Da das Band bei größeren Geschwindigkeiten schwingt, führte das zu ungenauen Ergebnissen. Die Messung der Reibungswerte wurde deshalb mit der Versuchsordnung nach Abbildung 1 vorgenommen. Der Halm, der im Winkelbereich α auf der sich drehenden Welle liegt, ist mit einem Ende an einer Waage befestigt, während er am anderen Ende mit dem Gewicht G_1 belastet ist. Aus dem Belastungsgewicht G_1 und dem von der Waage angezeigten Reaktionsgewicht G_2 ergibt sich der Reibungswert:

$$\mu = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{G_2}{G_1} \quad (1)$$

Die Welle wurde mit einem Leonardsatz angetrieben, wodurch die Messung der Reibungswerte bei verschiedenen Gleitgeschwindigkeiten ermöglicht wurde.

¹⁾ Diese Untersuchungen wurden auf Anregung von Professor Dr.-Ing. G. Segler am Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig im Rahmen einer Dissertation durchgeführt.

Tabelle 1: Reibungskoeffizienten bei ruhender Reibung

Versuche von	Reibfläche	Reibungswerte mit			
		Roggenstroh	Weizenstroh	Haferstroh	gehäckseltem Grünfutter
Kamarow	Eisenblech neu, glatt	0,39	0,31	0,28	
	Kiefernholz glatt, in Faserrichtung	0,36	0,28	0,33	
Pusch und Below	verzinktes Eisenblech	0,32	0,24	0,27	
	Birkenholz	0,33	0,30	0,33	
Scheffter	Eisenblech glatt	Stroh in Längsrichtung		0,21	
		Stroh in Querrichtung		0,23	
	Kiefernholz	Stroh in Längsrichtung		0,255	
		Stroh in Querrichtung		0,252	
Richter	galvanisiertes Eisenblech	0,17—0,42		0,52—0,82	

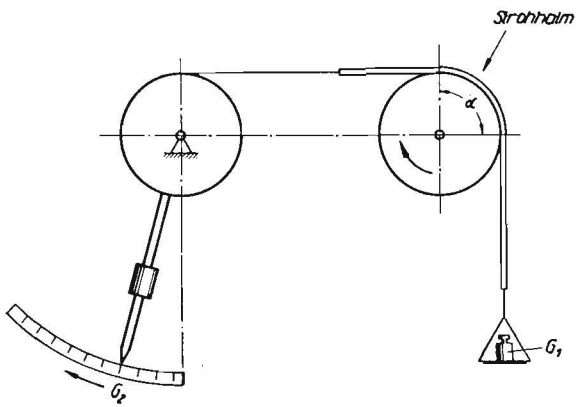


Abb. 1: Versuchsanordnung zur Messung der Reibungswerte bei gleitender Reibung

Ergebnisse

A. Reibungswerte bei ruhender Reibung

In Abbildung 2 sind die Reibungswerte der ruhenden Reibung für Stroh, Heu, Sisal und Wolle auf glatter und rauher Fläche in Abhängigkeit von der Pressung als wichtigstem Einflußfaktor aufgetragen. Mit wachsender Pressung nimmt der Reibungswert ab und bleibt dann bei größeren Werten nahezu konstant. Diese Abhängigkeit läßt sich mit der Beschaffenheit des Versuchsgutes erklären. Die feinen Rippen und Härchen von Stroh, Heu, Wolle und Sisal kommen bei stärkerer Pressung zum Aufliegen, während sie bei geringerem Aufgedruck unverbogen aufsitzen, besser in die Unebenheit der Reibfläche fassen und damit höhere Reibungswerte verursachen.

B. Reibungswerte bei gleitender Reibung

Ähnlichkeit des Versuchsgutes

Während bei der Bestimmung der Reibungswerte auf der schiefen Ebene eine Anzahl Halme und Blätter zur Auflage kamen und so Mittelwerte gemessen wurden, konnten bei den Reibungsversuchen auf der rotierenden Welle immer nur einzelne Halme aufgelegt werden. Um hier einen Überblick über den Wert der Messungen zu erlangen, wurde zuvor die Ähnlichkeit des Versuchsgutes geprüft. Es zeigte sich, daß die unterschiedliche Beschaffenheit der Stroh- und Heuhalme und Blätter, die durch die Wachstumsbedingungen hervorgerufen wird, eine relative große Streuung des Reibungswertes zur Folge hat. Bei den Messungen wurde ferner beobachtet,

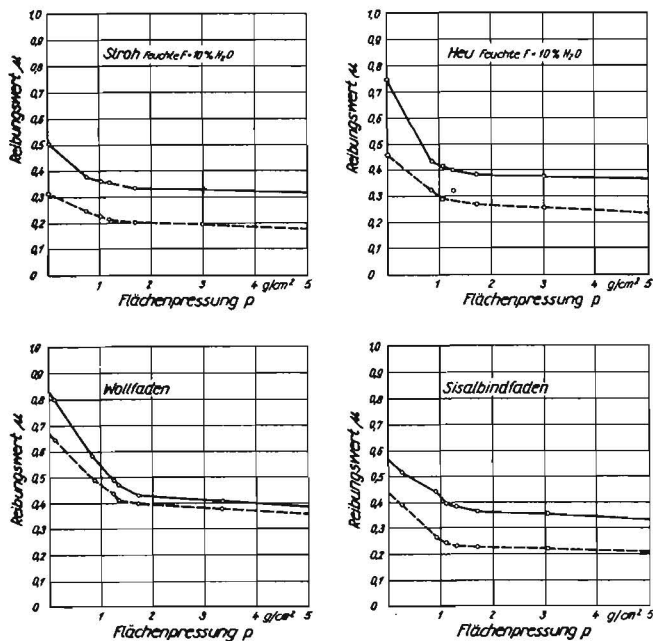


Abb. 2: Reibungswerte der ruhenden Reibung bei verschiedener Flächenpressung

daß der Reibungswert der Halme vom Wurzelstück zur Spitze hin abnimmt. Dies läßt sich vielleicht durch die zur Spitze hin abnehmende Rauigkeit der Rippung erklären. Streuungen des Reibungswertes können auch durch Pilzbeläge hervorgerufen werden. In Abbildung 3 sind die Reibungswerte für 15 aufgeschlitzte Roggenstrohhalme auf grob gedrehter Welle aufgetragen. Der Streubereich ist relativ groß und liegt bei $\mu = 0,35$ bis $0,62$.

Die untersuchten grünen Grasblätter zeigten eine mehr oder weniger starke Behaarung. Diese feinen Härchen rufen eine Richtungsabhängigkeit des Reibungswertes hervor. So konnten auf der behaarten Blattoberseite gegen den Strich Reibungswerte von 1,5 bis 2,2 festgestellt

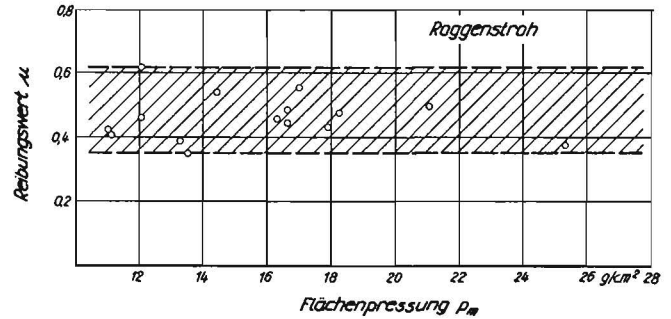


Abb. 3: Streuung der Reibungswerte infolge unterschiedlicher Beschaffenheit des Strohes

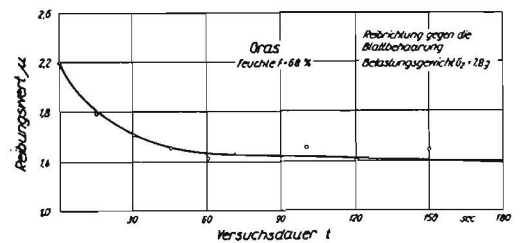
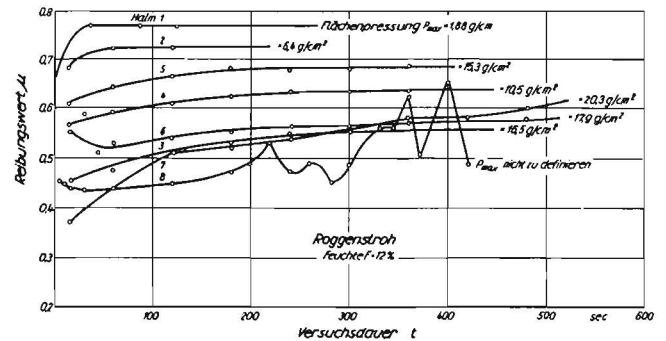


Abb. 4: Zeiteinfluß auf den Reibungswert auf polierter Welle; Gleitgeschwindigkeit $v_{gl} = 3,4 \text{ m/s}$

werden. Mit dem Strich ergab sich ein mittlerer Reibungswert von $\mu = 0,84$. Die unbehaarte Blattunterseite zeigte dagegen nur Reibungswerte von $0,26$ bis $0,46$. Die hohen Reibungswerte gegen den Strich der Behaarung lassen sich dadurch erklären, daß das Blatt sich mit seinen feinen Härchen gegen die mikroskopisch kleinen Unebenheiten der Welle stemmt. Die Ergebnisse bei getrocknetem Gras zeigen eine große Ähnlichkeit. Die wirksamen Haare haben ihre Elastizität verloren und werden bei der ersten Berührung mit der rauhen Oberfläche abgeknickt oder abgebrochen, so daß ein Richtungseinfluß nicht festgestellt werden konnte.

Industriell hergestellte Sisal- und Wollfäden zeigen sehr viel kleinere Streubereiche als die im unveredelten Zustand geprüften Stroh-, Gras- und Heuhalme. Die Vorversuche ergaben, daß hier die Abweichungen in den Grenzen der Versuchsgenauigkeit liegen.

Einfluß der Versuchsdauer

Bei den Versuchen zeigte sich, daß die Versuchsdauer einen wesentlichen Einfluß auf den Reibungswert hat (Abb. 4). Bei

Heu- und Strohhalmen verschmutzt mit längerer Versuchsdauer die vor dem Versuch peinlichst gesäuberte Fläche durch den Abrieb, wodurch die Reibung vergrößert wird. Außerdem werden die anfänglich vorstehenden Kanten abgeschliffen. Der Halm kommt auf einer größeren Fläche zum Aufliegen, wodurch die Reibung sich weiter erhöht. Bei großen Auflagedrücken dauert der Vorgang des Einreibens länger, da der Halm stärker aufgerieben wird. Die Zunahme des Reibungswertes ist deshalb bei größerer Aufreibung größer, bei sehr großen Auflagedrücken wird schließlich ein instabiler Zustand erreicht. Der Halm rutscht von seinem Abriebsbett ab, beginnt hin und her zu tanzen, reibt sich wiederum in einer neuen Bahn auf und der Vorgang beginnt von neuem (Abb. 4, oben, Kurve für Halm 8).

Bei frischem Gras sinkt der Reibungswert mit der Versuchsdauer ab (Abb. 4, unten), da die feinen Härchen und Rippen abgebrochen und weggeschliffen werden.

In ähnlicher Weise wie bei den Strohhalmen steigt auch bei den Wollfäden der Reibungswert mit der Versuchsdauer an, was mit dem Austritt von Öl und Fett aus dem Wollfaden, das einen zähen Schmierfilm bildet, zu erklären ist. Bei Wollfäden, die in Tetrachlorkohlenstoff gelegt und so von Öl und

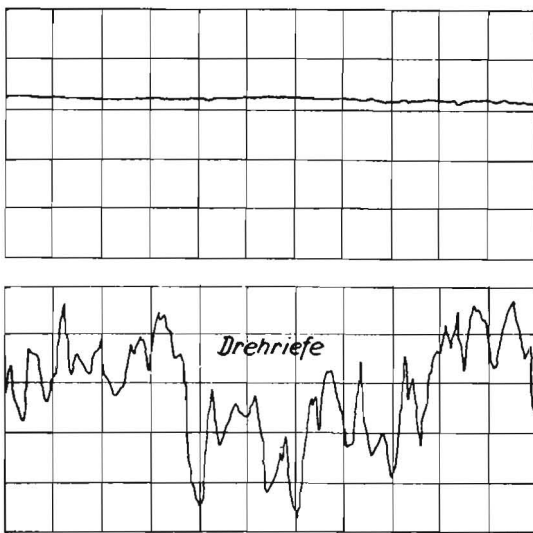


Abb. 5: Rauigkeit der Versuchswellen (oben die polierte, unten die gedrehte Welle)

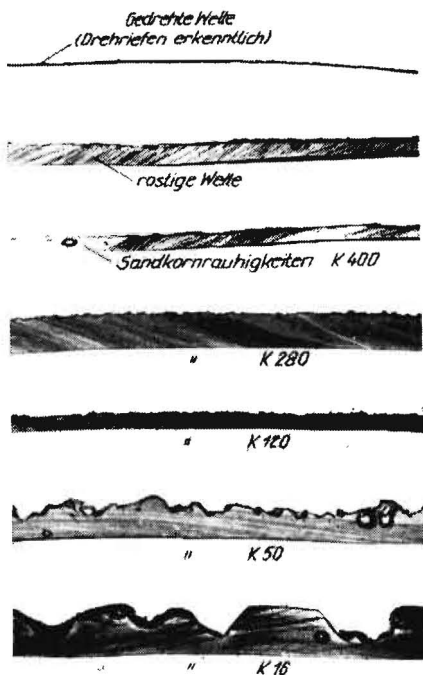


Abb. 6: Rauigkeit der Versuchswellen im Bild

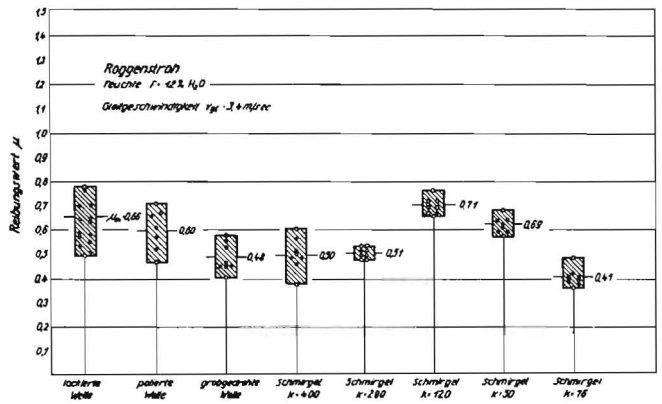


Abb. 7: Einfluß der Rauigkeit auf den Reibungswert bei Stroh

Fett gereinigt wurden, blieb der Reibungswert über die Versuchsdauer konstant.

Bei den Sisalfäden konnte ein Zeiteinfluß nicht ermittelt werden.

Einfluß der Wellenrauigkeit

Es wurden die Reibungswerte für Stroh, Heu, Gras, Sisal und Wolle auf folgenden Oberflächen bestimmt:

1. Stahlwelle, poliert
2. Stahlwelle mit Lacküberzug
3. Stahlwelle, verrostet
4. Stahlwelle, grob gedreht

Um die Rauigkeitseinflüsse im Extremen zu untersuchen, wurden die Hülsen aus Schmirgelleinen mit verschiedener Rauigkeit über die Welle gezogen:

5. Schmirgelmörnung K = 400 (sehr fein)
6. Schmirgelmörnung K = 280
7. Schmirgelmörnung K = 120
8. Schmirgelmörnung K = 50
9. Schmirgelmörnung K = 16 (sehr grob)

Die Rauigkeit der Versuchswellen ist in Abbildung 5 und 6 dargestellt.¹⁾ Die Reibungswerte in Abbildungen 7, 8 und 10 stellen die maximalen Endwerte dar, die sich nach einer gewissen Versuchsdauer ergeben, nach der der Reibungswert nur noch unwesentlich ansteigt. Damit ist der Zeiteinfluß berücksichtigt, wie er im vorhergehenden beschrieben ist. Bei grünem Gras (Abb. 9) sind zu den Endwerten des Reibungsvorganges (schmal gestrichelt) auch die besonders hohen Anfangswerte (breit gestrichelt) eingetragen. Aus den einzelnen Versuchsergebnissen wurden Mittelwerte gebildet. Wie die Abbildungen 7 bis 11 zeigen, wächst der Reibungswert nicht direkt mit der Rauigkeit. Gut polierte und lackierte Wellen ergeben die größten Reibungswerte. Daraus läßt sich schließen, daß die tragende Fläche, die bei dieser Oberflächenbeschaffenheit besonders groß ist, einen wesentlichen Einfluß auf die Reibung hat. Durch das Austreten von Feuchtigkeit oder Fett aus den Reibungsstoffen und durch den Abrieb baut sich auf einer glatten Fläche leicht ein zusammenhängender, zäher Schmutzfilm auf, der den Reibungswert stark ansteigen läßt, während gedrehte Wellen eine rauhere aber kleinere Tragfläche besitzen. Der Abrieb kann sich in den Tälern sammeln, wobei der Aufbau eines Schmutzfilmes wesentlich schwieriger ist. Bei glatter Wellenoberfläche treten außerdem vermutlich Saug- und Klebwirkungen auf.

Das Schmirgelleinen hat mit Ausnahme der sehr feinen Körnung, deren Rauigkeit in der Größenordnung von grob gedrehten Wellen liegt, eine zerfasernde Reibungswirkung. Die Reibungswerte nehmen von feinem zu grobem Schmirgel zunächst zu und fallen bei ganz grobem wieder ab. Die Oberfläche der Halme hat bei scharfem Schmirgelpapier und der dadurch auftretenden zerfasernden Reibung keinen großen Einfluß, da der Reibungswert durch die innere Struktur der Halme bestimmt wird, die völlig zerrieben werden. Die Höhe der Spitzen hat bei der zerfasernden Reibung keinen Einfluß

¹⁾ Die Wellen mit größeren Rauigkeiten wurden mit Wiedoloid-Firnis überstrichen. Nach Verdunstung des Lösungsmittels wurde die hartgewordene Filmschicht abgezogen, mit dem Mikrotom geschnitten, unter dem Ponphot vergrößert und fotografiert Abb. 6.

mehr auf die Größe des Reibungswertes. Bei ganz grober Körnung kommt es nur noch zu einzelnen Verhakungen, da die Zahl der Spitzen wesentlich geringer ist. Die verrostete Welle liegt in ihrer Rauheitswirkung überraschend niedrig. Die ermittelten Reibungswerte für eine rostige Welle gelten für die Verhältnisse, die nach Abrieb des Roststaubes herrschen. Die Ermittlung des Reibungswertes bei anhaftendem Roststaub ist insofern schwierig, als bei geringster Berührung der Roststaub abfällt.

Die Ermittlung der Reibungswerte für verschiedene Wellenrauigkeiten zeigt, daß für alle untersuchten Materialien die glatte und lackierte Welle die höchsten Reibungswerte ergeben. Als Erklärung dafür kann angegeben werden, daß durch die Strukturbeschädigung des Gutes und durch den Austritt von Feuchtigkeit oder Fett ein zäher Schmierfilm auf dem rotierenden Maschinenteil erzeugt wird, dessen Aufbau auf glatten und lackierten Wellen am meisten begünstigt ist.

Einfluß der Flächenpressung

Ein eindeutiger Einfluß der Flächenpressung auf den Reibungswert konnte bei Stroh nicht nachgewiesen werden (Abb. 12). Mit höherer Flächenpressung steigt auch der Reibungswert allgemein leicht an. Bei kleineren Pressungen ergeben sich Werte mit verschiedener Tendenz.

Bei frischem Gras konnten für die Blattseiten, die keine Behaarung aufwiesen, keine unbedingten Abhängigkeiten von der Flächenpressung ermittelt werden, so daß auf eine besondere Darstellung verzichtet wird. Bei behaarten Blättern ist eine Abhängigkeit vorhanden und zwar in der Weise, daß bei geringerer Belastung der Reibungswert größer wird. Als Erklärung wird angenommen, daß sämtliche Haare unverbogen auf der Welle aufsitzen. Bei größeren Lasten werden die Haare umgebogen, schließlich kommt das Blatt selbst zum Aufliegen. Eine experimentelle Bestimmung des Zusammenhanges ist schwierig, da bei Änderung der Lasten der Zeiteinfluß stark stört. Bei flusigen Sisal- und Wollfäden konnte, wie bei den behaarten Grasblättern, ein Abfall des Reibungswertes mit höherer Flächenpressung nachgewiesen werden (Abb. 12). Der Abfall kann durch das Ausrichten der Flusen erklärt werden.

Einfluß der Gleitgeschwindigkeit

Bei lufttrockenem Stroh konnte im Bereich von $v = 3,0$ bis $13,3$ m/s nur eine geringe Drehzahlabhängigkeit festgestellt werden (Abb. 13). Im Bereich von $0,8$ — $3,0$ m/s ergibt sich ein geringer Zuwachs mit der Gleitgeschwindigkeit.

Die in Abbildung 13 aufgetragenen Reibungswerte für Heu stellen die Höchstwerte des Reibungsvorganges dar, die sich nach einer bestimmten Einlaufzeit einstellen. Bei kleinen Geschwindigkeiten steigt der Reibungswert wie bei Stroh zunächst an, um dann ab etwa 1 m/s konstant zu bleiben.

Bei grünem Gras ist der Zeiteinfluß groß, deshalb wurden die Messungen schnell hintereinander durchgeführt. Im Punkt B (Abb. 13) wurde das Einschleifen abgewartet; der Reibungswert sinkt auf einen gewissen Endwert C ab. Beim Zurückgehen auf die Anfangsgeschwindigkeit steigt die Kurve wieder parallel zur ersten an. Der Abfall des Reibungsbeiwertes ist auf den Einfluß der Blattbehaarung zurückzuführen, die sich bei größeren Gleitgeschwindigkeiten ausrichtet.

Bei Sisal konnte nur eine geringe Drehzahlabhängigkeit ermittelt werden, auf eine Auftragung wurde verzichtet.

Einfluß der Feuchte

Von großem Einfluß auf den Reibungsvorgang ist der Feuchtigkeitsgehalt des Gutes. Das Gut kann einmal eine negative Feuchte, die von den lebenden Zellen gehalten wird, zum anderen von außen eingetretenes Quellwasser, das in den Hohlräumen gespeichert ist, besitzen.

Den Einfluß der vegetativen Feuchte gibt Abbildung 14 wieder. Die Versuche wurden so geführt, daß eine Beschädigung der Zellen und damit ein Austritt des Zellwassers vermieden wurde. Im frischen Zustand kommen infolge des hohen Zelldruckes die Rippung und die Behaarung der Halme oder Blätter stärker zur Wirkung, das hat einen hohen Reibungswert

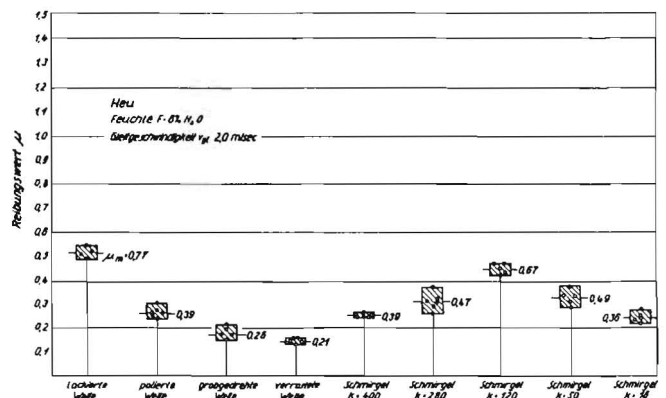


Abb. 8: Einfluß der Rauigkeit auf den Reibungswert bei Heu

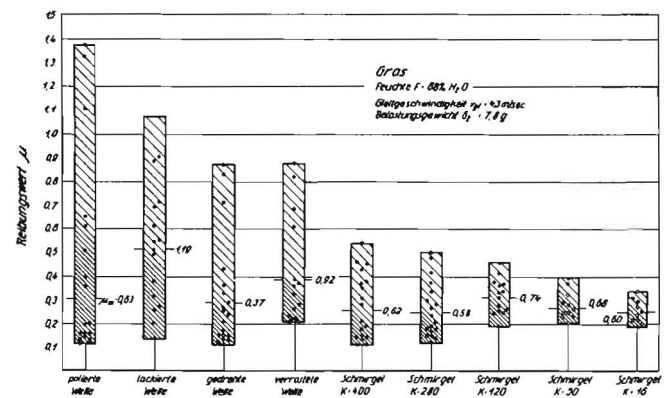


Abb. 9: Einfluß der Rauigkeit auf den Reibungswert bei grünem Gras

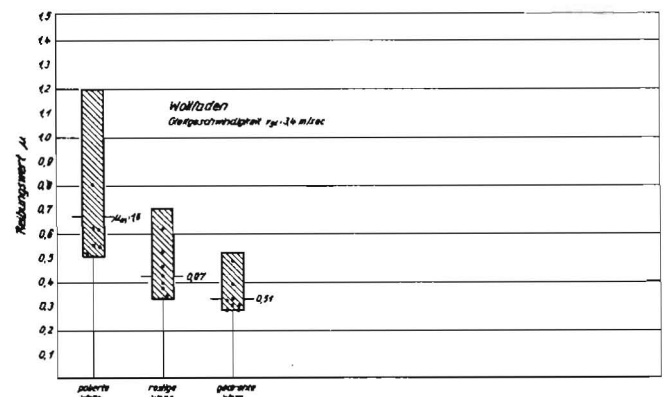


Abb. 10: Einfluß der Rauigkeit auf den Reibungswert bei Wolle

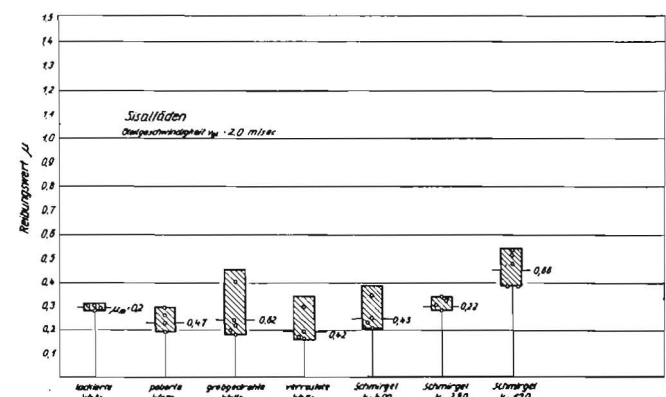


Abb. 11: Einfluß der Rauigkeit auf den Reibungswert bei Sisal

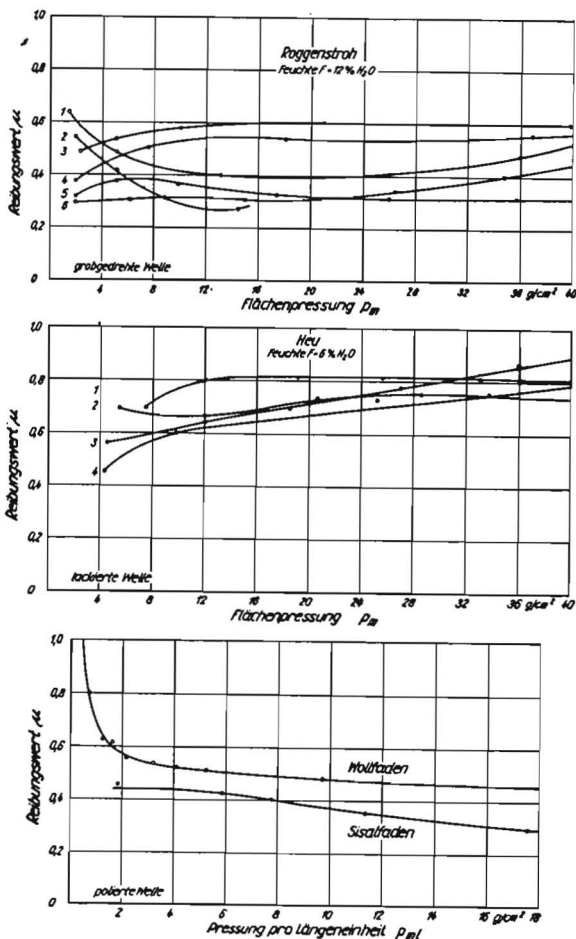
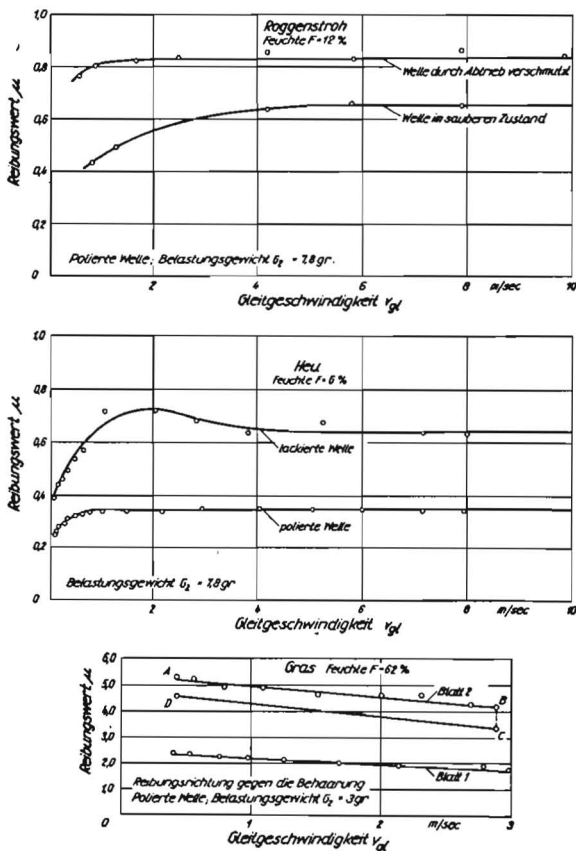


Abb. 12: Einfluß der Pressung auf den Reibungswert



↑ Abb. 13: Einfluß der Gleitgeschwindigkeit auf den Reibungswert

Abb. 14: Einfluß der vegetativen Feuchte auf den Reibungswert. Werte für Luzerne nach F. Z. Blevins und H. J. Hansen [8] →

zur Folge. Mit abnehmender Feuchte erschlafft die Blattoberfläche. Die scharfen Kanten und Härchen verlieren ihre Wirkung; der Reibungswert fällt ab. Besonders stark ist der Abfall im Welkbereich mit einer Feuchte $F = 30-40\% \text{ H}_2\text{O}$.

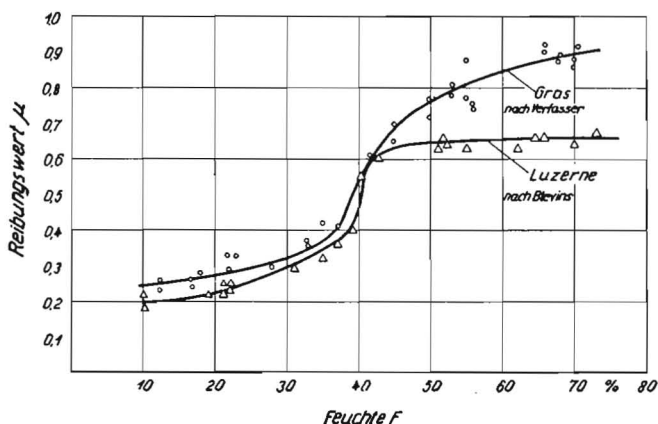
Das Quellwasser, das abgestorbene Pflanzenteile von außen aufgenommen haben, sowie die am Gut haftenden Regen- oder Tautropfen, lassen beim Reibungsvorgang in den meisten Fällen einen Schmierfilm entstehen. Da aber keine weitere Flüssigkeit nachgeführt wird, verdunstet dieser durch die entstehende Reibungswärme allmählich, wobei sich die Zähigkeit erhöht. Außerdem tritt durch den Abrieb und durch die an der Welle haftenden Verunreinigungen eine Verschmutzung ein, wodurch die Zähigkeit des Schmierfilmes weiter ansteigt. Das Schmiermittel wird schließlich so zäh, daß ein Kleben des Materials auf der Welle eintritt. Dieser Reibungsvorgang ist in Abbildung 15 für ein Strohlatt dargestellt. Zu Beginn des Versuches verschmutzt die Welle durch die aus dem Halm austretende Feuchte, wobei der Reibungswert ansteigt. Durch das Benetzen der Welle mit Wasser wurde zwischen Blatt und Welle ein Wasserfilm erzeugt, der mit der Reibzeit verdunstet und durch den Abrieb zöher wird. Dann tritt ziemlich sprunghaft der Zustand des Klebens ein, bei dem das Blatt oder der Halm sofort mitgenommen und die Welle umwickeln würde, wenn man ihn losließ. Schließlich reibt das Blatt seine Berührungsfächen wieder trocken; der Reibungswert fällt ab und erreicht nicht ganz wieder den Anfangswert der trockenen Reibung, da inzwischen seine Oberfläche durch das Abreiben verändert wurde.

Schließlich gibt es noch einen Reibungszustand, bei dem sich zwischen den beiden Reibungsflächen von Welle und Gut soviel Flüssigkeit befindet, daß dauernd ein Schmierfilm erzeugt wird, den Zustand der flüssigen Reibung. In Tabelle 2 sind

Tabelle 2:
Reibungswerte bei verschiedenen Wellenoberflächen

Zustand der Wellenoberfläche	Reibungswert μ
trocken	0,58
Wasserfilm	0,925
Staufferfett	1,28
Öl SAE 10	1,20
Öl SAE 20	1,40
Öl SAE 30	1,54
Öl SAE 40	1,60
Öl SAE 90	2,28

die Reibungswerte der flüssigen Reibung für Wasser, Öl und Fett angegeben. Die Rauigkeit der Reibungsflächen ist bei der flüssigen Reibung von untergeordnetem Einfluß, da sie meist innerhalb des Schmierfilmes liegt und nicht wirksam wird. Mit größerer Geschwindigkeit steigt dagegen der Reibungswert bei der flüssigen Reibung an und nimmt mit höherer Flächenpressung ab. Wie Tabelle 2 zeigt, liegen die Reibungswerte unter dem Einfluß von Öl und Fett sehr hoch. In den



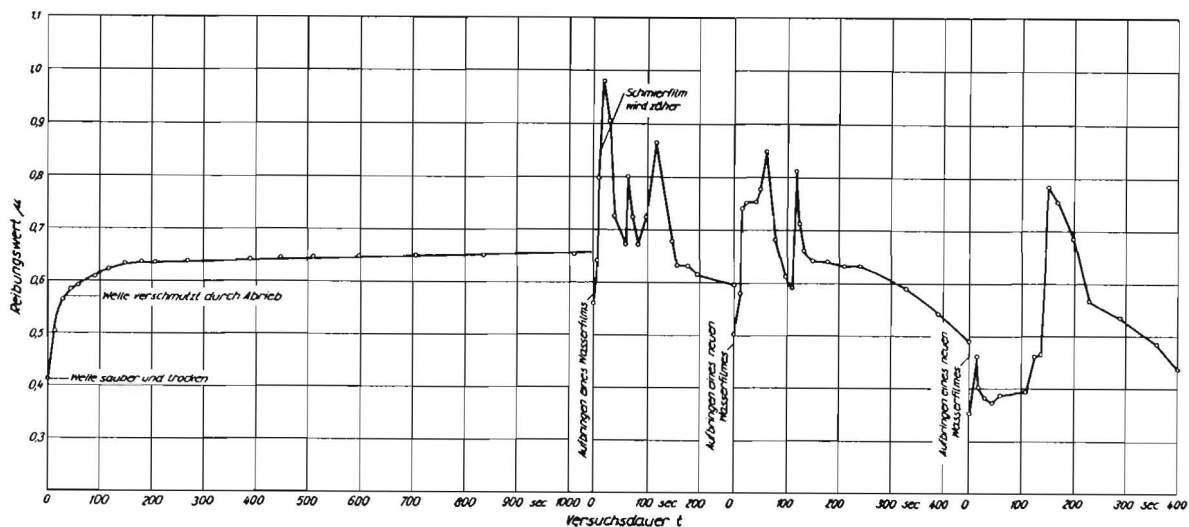


Abb. 15: Reibungsvorgang bei trockener, flüssiger und gemischter Reibung von Stroh auf glatter Welle

meisten Fällen ist die Reibungskraft so groß, daß ein Kleben und Haften auftritt und das leichte Gut wie Stroh, Heu und Fasern mitgenommen wird, sich um die Welle schlingt und damit wickelt und oft zu erheblichen Betriebsstörungen führt. Die höchsten Reibungswerte verursachen Öl und Fett, die durch Staub verunreinigt wurden und auf der Welle haften. Die Versuche ergaben für ein Fett-Staub-Gemisch Reibungswerte von $\mu = 2,0$ bis $3,0$. Es konnte festgestellt werden, daß dann in jedem Falle ein Festkleben der untersuchten Reibungstoffe auf der Welle eintrat.

Zusammenfassung

Die vorstehenden Reibungsuntersuchungen mit Stroh, Heu, Gras, Sisal und Wolle ergaben, daß die Rauhgigkeit der Reibflächen die Reibungskoeffizienten am stärksten beeinflusst. Glatte Wellen ergeben höhere Reibungswerte als grob gedrehte Wellen. Die maximale Rauhgigkeitswerte von Schmirgelleinen liegt im Bereich einer Körnung $K = 120$. Bei Wolle, Stroh und Heu bildet sich ein Schmierfilm durch den Austritt von Feuchtigkeit, Öl und Fett, der zu höheren Reibungskräften, in manchen Fällen zum Kleben und Wickeln führt. Von geringerem Einfluß ist die Gleitgeschwindigkeit. Bei geringen Geschwindigkeiten fällt der Reibungswert etwas ab. Behaarte und flüssige Stoffe dagegen zeigen bei kleineren Geschwindigkeiten ein Ansteigen mit der Geschwindigkeit. Die Flächenpressung hat ebenfalls keinen großen Einfluß auf die Größe des Reibungswertes. In starkem Maße macht sich die Feuchte

auf den Reibungsvorgang bemerkbar. Die größten Reibungswerte treten auf, wenn Öl, Fett und Staub die Reibfläche verschmutzen.

Die vorstehend angegebenen Reibungswerte liefern nicht nur Unterlagen für die Konstruktion von Maschinen und Geräten für die Verarbeitung von Pflanzen- und Faserstoffen, sie geben überdies Aufschluß über das Problem des Wickelns an umlaufenden Maschinenteilen, wie es z. B. an der Dreschtrömel und am rotierenden Halmteiler bekannt ist. Über die Ergebnisse der Untersuchungen des Wickelvorganges an rotierenden Wellen und Maschinenteilen wird noch an gleicher Stelle berichtet werden.

Schrifttum:

- [1] L. H. Hodges: The design of a general-purpose farm wagon rack for mechanical unloading. Agr. Eng. 30 (1949) S. 124-126.
- [2] E. L. Barger u. a.: Results of test on mechanical loading devices for chopped forages. Agr. Eng. 30 (1949) S. 223-225.
- [3] O. E. Hintz, u. R. Schinke: Coefficient of sliding friction for corn and alfalfa on steel. Advanced Engineering Dept. International Harvester Comp., Rep. 3 — A 1866 — 52 R. 1, Chicago 111, July 1952.
- [4] D. W. Richter: Friction coefficients of some Agricultural Materials. Agr. Eng. 35 (1954) S. 411-413.
- [5] Komarow: Die Reibungskoeffizienten des ungedroschenen Getreides, des Strohes und der Körner der wichtigsten Kulturpflanzen. Landwirtschaftliche Maschine, Nr. 3, Moskau 1934.
- [6] Pusch und Belaw: Bestimmung des Reibungskoeffizienten von Dreschprodukten. Landwirtschaftliche Maschine, Nr. 3, Moskau 1934.
- [7] H. Scheffer: Das Pressen von Stroh. Diss. TH Berlin 1943, S. 22.
- [8] F. Z. Belvins u. H. J. Hansen: Analysis of Forage Harvester Design. Agr. Eng. 37 (1956) S. 21-26.

Résumé:

Dr.-Ing. F. Wieneke: „Reibungswerte von Pflanzen und Faserstoffen.“

Für die Konstruktion von Maschinen und Geräten, die organische und anorganische Stoffe transportieren und verarbeiten, ist oft die Kenntnis der Reibungswerte notwendig. Bisher sind Reibungsuntersuchungen nur mit Stroh, Heu und Silage durchgeführt worden, und zwar unter ganz bestimmten Verhältnissen, bei denen die Einflußgrößen nicht variiert wurden. Die Untersuchungen, über die der Verfasser hier berichtet, halten das Ziel, für verschiedene Stoffe den Einfluß der Reibungszeit, der Rauhgigkeit der Reibflächen, der Gleitgeschwindigkeit, der Flächenpressung, des Normaldruckes und von Verschmutzungen auf den Reibungswert bei gleitender Reibung festzustellen. Die Versuche erstrecken sich auf Stroh, Heu, Gras, Sisal und Wolle. Die Ergebnisse liefern nicht nur Unterlagen für die Konstruktion, sie geben überdies Aufschluß über das Problem des Wickelns an umlaufenden Maschinenteilen.

Dr.-Ing. F. Wieneke: „Co-efficients of Friction for Plants and Fibres.“

The satisfactory design of machinery and equipment for the transportation and processing of organic and inorganic substances frequently requires the consideration of the numerical values of the co-efficients of friction of the substances to be processed. Experiments and tests under certain non-variable conditions have already been made with hay, straw and silage. The tests now described by the author were made with the object of determining the co-efficients of friction for various substances, particular attention being paid to the effect of the duration of the movement, the roughness of the surfaces under test, the rate of movement, the normal pressure and the soiling of the surfaces in contact. Straw, hay, sisal and wool were used in these experiments. The results obtained not only furnish valuable information to designers but also afford some insight into the problem of the winding and coiling of the various materials on rotating parts.

Dr.-Ing. F. Wieneke: «Coefficients de frottement de plantes et matières fibreuses.»

La connaissance du coefficient de frottement est souvent indispensable à la construction de machines et outils qui doivent transporter ou traiter des matières organiques et inorganiques. Jusqu'ici on n'a effectué des essais visant à déterminer le coefficient de frottement que sur la paille, le foin et le silage dans des conditions bien déterminées, sans varier les facteurs d'influence. Les essais décrits dans l'article ont eu pour but de déterminer, pour différentes matières, l'influence sur le coefficient de frottement lors d'un frottement par glissement, des facteurs comme le temps de frottement, l'aspérité des surfaces en friction, la vitesse de glissement, la pression exercée sur les surfaces, la pression normale et les contaminations. Les essais ont été effectués sur la paille, le foin, le fourrage vert, le sisal et la laine. Les résultats n'ont pas seulement fournis des données pour la construction des machines et outils, mais ont également aidé à éclaircir le problème posé par le bourrage des pièces de machine en rotation.

Ing. Dr. F. Wieneke: «Coeficientes de rozamiento de plantas y fibras.»

En la construcción de máquinas y de aparatos para el transporte y para la manipulación de materiales orgánicos o anorgánicos conviene con frecuencia conocer el coeficiente de rozamiento. Hasta aquí se han hecho investigaciones en esta materia solamente con paja, heno o con productos silados, y esto bajo condiciones determinadas, sin variar las dimensiones del material. Las investigaciones sobre los que el autor informa, tenían el objeto de establecer para varios materiales, la influencia de la duración del roce, del grado de aspereza de las superficies, de la velocidad de resbalamiento, de la presión de las superficies, de la presión normal y del grado de suciedad, siendo el roce de resbalamiento. Los ensayos se hicieron con paja, heno, hierba fresca, sisal y con lana. Los resultados no sólo pueden servir de base para la construcción, sino que suministran también datos sobre el problema del enrollado en elementos de máquina rotativos.