

Otto Schnellbach: „Problemas de la dirección de personal en África, consideraciones críticas de un ingeniero de maquinaria agropecuaria al servicio de la ‚Ayuda al Desarrollo‘“

A base de nuestras experiencias en las selvas africanas, hemos intentado exponer en cuántos puntos son distintos los africanos a nosotros. Sin embargo, no nos hemos contentado con la mera determinación de tales puntos, sino que hemos intentado profundizar el fondo y los orígenes de tales diferencias.

Los africanos no quieren ser — y no deben ser — europeos. Nosotros hemos sido llamados a ayudarles en el desarrollo de sus respectivos países, bien que no para acomodarlos a nuestra forma de vivir, sino a una forma nueva, aún no definida claramente en modo alguno, forma esta acorde con las condiciones del medio ambiente africano.

El reconocer la forma muy otra de vivir de los africanos debe preservarnos de toda presunción y sabihondéz. Apre-

demos a respetar al africano con su mentalidad y no olvidemos que él, pese a todas las diferencias, es nuestro hermano.

Esforcémonos en que, en nuestro trabajo en pro del desarrollo, no haya ningún antagonismo entre el „grupo de los europeos“ y el „grupo de los africanos“, sino busquemos una síntesis entre ambos grupos. El que esto es posible lo vemos en el terreno de los grupos cristianos. En ellos negro y blanco están encuadrados en el „grupo de los cristianos“, en contraposición al „grupo de los heterodoxos“.

Nuestra misión ha de ser conseguir que los africanos nos admitan a nosotros en su „grupo de los que van en pos del desarrollo“, que ellos se sientan a sí mismos y nos sientan a nosotros también en el mismo „grupo de los progresistas“, en contraposición a los que todavía no han entendido la nueva época. Además, por nuestra parte son exigidos conocimientos, laboriosidad y perseverancia, pero también cariñosa acogida de los demás e infinita paciencia.

František Habarta:

Das seitliche Abgleiten landwirtschaftlicher Aggregate bei Arbeiten am Querhang

Forschungsinstitut für landwirtschaftliche Maschinen, Chodov bei Prag

I. Einleitung

Die Forderung der landwirtschaftlichen Praxis, daß ein Schlepper in Kombination mit einer Folgemaschine, im folgenden kurz als „Aggregat“ bezeichnet, an Querhängen bis etwa 20° bei unverminderter Qualität der Arbeit zuverlässig arbeiten und die Forderungen nach Sicherheit für den Schlepperfahrer vollkommen erfüllen muß, machen es nötig, folgende grundlegende Probleme im einzelnen darzulegen, deren Lösung notwendig ist:

- a) Die Sicherstellung der Stabilität (Kippgrenze) des landwirtschaftlichen Aggregats,
- b) das Verhindern des seitlichen Abgleitens des Aggregats bei Arbeiten am Hang,
- c) die Schaffung guter Bedingungen für die Funktion der Maschine auf verschiedenen geneigten Hängen, damit es nicht zu einer Verschlechterung der Qualität der Arbeit kommt.

Die Längs- und Querstabilität des Schleppers wird durch die Lage des Schwerpunktes bestimmt. Um eine möglichst tiefe Lage des Schwerpunktes bei genügender Bodenfreiheit des Schleppers zu erreichen, gibt es eine ganze Reihe von Lösungen, über die in Fachzeitschriften berichtet wurde. In letzter Zeit strebt man eine — wenigstens relativ — tiefere Lage des Schwerpunktes durch die Vergrößerung der Spurweite der Vorder- und Hinterräder auf etwa 1800 mm an, aber auch durch die Bereifung des Schleppers mit Luftreifen, die einen kleineren inneren Durchmesser haben, aber breiter sind, oder durch eine konstruktive Änderung der Vorderachse. Die Bodenfreiheit der für die Futterernte und die Wiesenpflege bestimmten Schlepper beträgt heute etwa 200 mm. Die bei der Bodenbearbeitung in Berggebieten gemachten Erfahrungen haben gezeigt, daß diese Bodenfreiheit des Schleppers ungenügend ist. Als minimale Bodenfreiheit des Schleppers zur Durchführung solcher Arbeiten ist ein Wert von 300 mm erforderlich, wobei die minimale Längs- und Querstabilität des Schleppers, also Überschlags- und Kippwinkel, bei dreifacher Sicherheit etwa 60° betragen sollte.

Es ist notwendig, dem Abgleiten des Aggregates am Hang eine ebenso große Aufmerksamkeit zu widmen, wie der Stabilität des Aggregates, wenn nicht sogar eine noch größere, denn das Abgleiten beeinflußt die Qualität der Arbeit und ist in der Regel die Ursache von Unfällen.

Das landwirtschaftliche Aggregat arbeitet am Hang in bestimmter, vorteilhafter Weise so lange, als keine Störung der vollkommenen Berührung der Luftreifen mit dem Boden eintritt. Eine solche Störung kann aber durch viele Faktoren hervorgerufen werden, zum Beispiel

- a) durch Vergrößerung des Arbeitswiderstandes, wobei es zu einer Erhöhung des Schlupfes der Treibräder kommt, dessen Folge wiederum ein erhöhtes Abgleiten des Schleppers ist,
- b) durch dynamische Wirkungen, die durch die Fahrt des Schleppers entlang der Schichtlinie auf unebenem Gelände hervorgerufen werden,
- c) durch die Arbeitsorgane der Maschine,
- d) durch den Zustand der Bodenoberfläche,
- e) durch die Bodenart.

II. Experimenteller Teil

Zur Lösung der Problematik des Abgleitens des landwirtschaftlichen Aggregates war es vor allem nötig, die Gewichtsverteilung auf die einzelnen Räder in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Hangneigung zu kennen sowie die Seitenkräfte, die durch diese Gewichtsverteilung bestimmt werden.

Zum Versuch wurde ein Radschlepper Zetor 4017 benutzt. Sein Gesamtgewicht war $G = 2780 \text{ kg}$,
davon entfiel auf die Vorderachse . . . $G_v = 1125 \text{ kg}$,
auf die Hinterachse $G_h = 1655 \text{ kg}$.

Die Gewichtsverteilung und die Seitenkräfte des Schleppers sind aus Bild 1 und 2 ersichtlich.

Aus Bild 2 geht hervor, daß es sich um eine fast lineare Abhängigkeit handelt, und zwar bis zu einer Neigung des Hanges von 25°. Diese Kräfte wirken sich während der Fahrt sehr unangenehm aus, besonders auf weichem, schlüpfrigem Boden. Es war das Ziel der Untersuchung, vor allem den Zusammenhang zwischen dem auf einem Hang mit unterschiedlicher Neigung arbeitenden Aggregat, der Oberfläche und dem Zustand des Bodens zu ermitteln und dann eine Lösung zu finden, die Voraussetzungen zur Einschränkung des Abgleitens des Aggregates am Hang auf einen minimal zulässigen Wert zu schaffen.

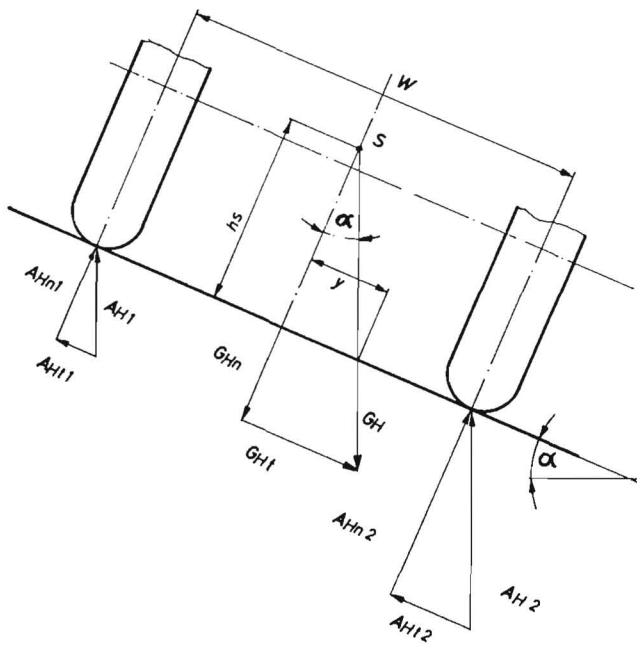


Bild 1: Gewichte und Abstützkräfte am schräg stehenden Schlepper

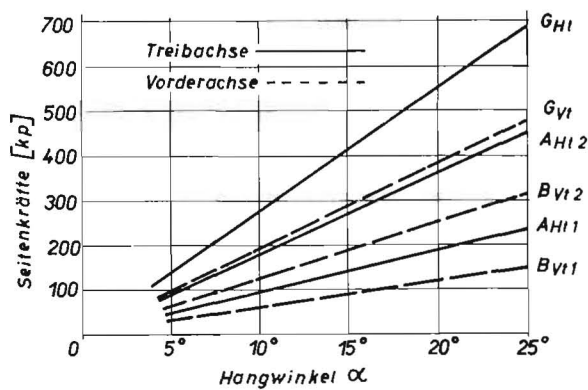


Bild 2: Darstellung der Seitenkräfte am Schlepper bei verschiedenen Hangneigungen

In der ersten Etappe der Lösung wurde der Einfluß der angehängten Maschinen auf die Größe des Abgleitens des Schleppers, aber auch das eigene Abgleiten des angehängten Gerätes ermittelt. Zu diesem Zweck wurde ein spezieller Anhängemeßwagen konstruiert, bei dem die Achse verschwenkt werden kann.



Bild 3: Schlepper Z 4017 mit zusätzlichen Greiferrädern und Meßwagen mit verschwenkbaren Achse

Bereifung am Schlepper: 15-28 AS mit Profil entspr. Dunlop T 32
 Bereifung am Wagen: 8-20 AM mit Profil entspr. Dunlop A 21

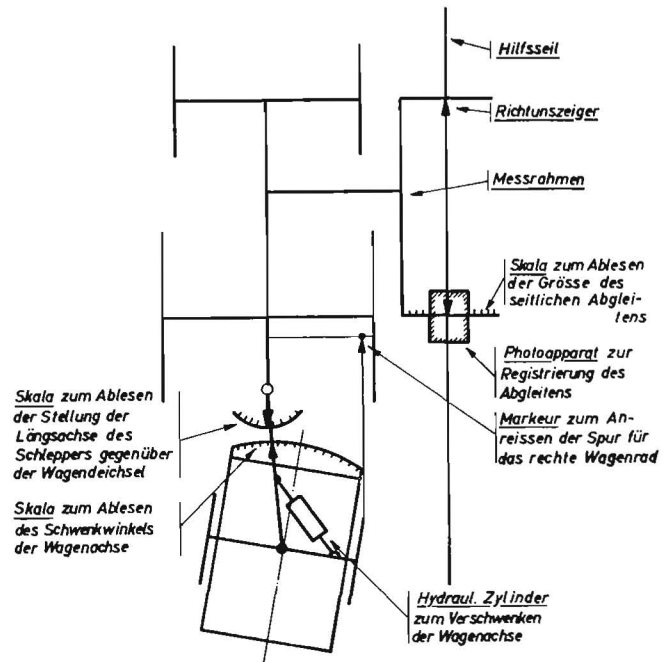


Bild 4: Schema der Versuchsanordnung

Der Zweck der Messung war, den Einfluß der Schwenkung der Achse des Meßwagens auf das Ausmaß des Abgleitens des Aggregates festzustellen, und zwar in Abhängigkeit von der Neigung des Hanges und der Belastung des Meßwagens. Der Meßwagen war so konstruiert (Bild 3 und 4), daß er eine Schwenkung der Achse gegen den Hang zu gestattet. Der Zweck der Schwenkung der Achse gegen den Hang war es, das seitliche Abgleiten festzustellen. Von einer entsprechenden Skala war es möglich die Größe des Schwenkwinkels direkt abzulesen. Am Schlepper war ein Meßgerät befestigt, das bei der Fahrt entlang der Schichtlinie die direkte Ablesung der Abwinkelung der Längsachse des Schleppers gegenüber der Längsachse des angehängten Meßwagens ermöglicht. Die Wagenachse wurde laufend hydraulisch verstellt. Der hydraulische Arbeitszylinder war an den äußeren Kreis der Schlepperhydraulik angeschlossen. Das Gewicht des Meßwagens, einschließlich des Meßwertanzeigers betrug 510 kg. Die Belastung des Wagens wurde stufenweise um je 200 kg bis 1510 kg erhöht. Die Messung wurde auf einer Wiese und auf einer mit einer Fräse umgebrochenen Wiese bei Hangneigungen von 5°, 10°, 15°, 20° durchgeführt. Der Meßwagen war mit Luftreifen 8-20 mit Ackerprofil und mit Luftreifen 6,50-20 mit landwirtschaftlichem Profil bestückt. Der Druck in den Luftreifen des Schleppers war 1 kp/cm².

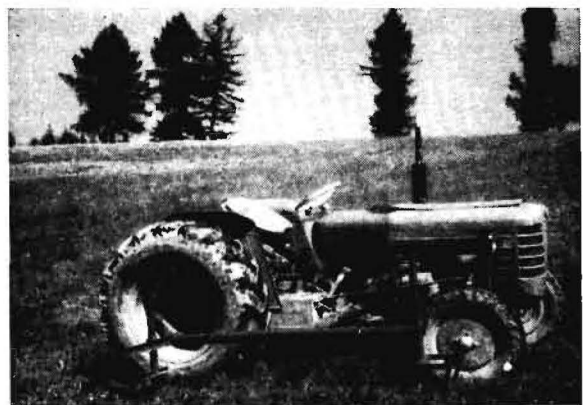


Bild 5: Schlepper Z 4017 mit Rahmen zum Messen der Größe des Abrutschens, Seitenansicht

Der Verlauf der Messung

Ein Hilfsseil wurde entlang der Schichtlinie gespannt. Bei jeder Fahrt wurde es so verlegt, daß der Schlepper beim Messen in einer neuen Spur fuhr. Auf dem Schlepper war ein Meßrahmen befestigt (Bild 5 und 6). Der Fahrer konnte mit Hilfe des Meßseiles ziemlich genau die Spur halten. Am hinteren Ende des Meßrahmens war eine Skala angebracht sowie eine Vorrichtung zum Befestigen eines Photoapparates und einer Filmkamera. Das Ausmaß des Abgleitens konnte direkt an der Skala abgelesen werden, außerdem wurde es zur Kontrolle vom Photoapparat oder von der Filmkamera festgehalten. Fest verbunden mit dem Schlepper war ein Markeur, der auf dem Boden eine Spur anzeichnete. Beim Nullwert des Abgleitens des Wagens gegenüber dem Schlepper fuhr das rechte Rad des angehängten Wagens in dieser Spur. Bei der Fahrt am Hang entlang der Schichtlinien kam es zum Abgleiten des Wagens. Durch die Schwenkung der Wagenachse gegen den Hang wurde das Abgleiten eliminiert, so daß sich der Luftreifen des Wagens wieder mit der Spur des Markeurs deckte. Die Achseneinstellung wurde, wie bereits erwähnt, laufend mittels des hydraulischen Zylinders gesteuert. Die Werte der Einstellung der Wagenachse konnten von der Skala abgelesen werden. Auf dem Schlepper war ein entsprechendes Meßgerät angeordnet.

Auf Bild 7 sind die Ergebnisse der Messung angeführt, und hier kann man den entsprechenden Winkel der Schwenkung der Achse des angehängten Wagens in Abhängigkeit von der Hangneigung und dem Gewicht des Wagens ablesen. Die praktische Bedeutung dieser Messung liegt darin, daß schon bei der Konstruktion der für die Arbeiten am Hang bestimmten Anhängemaschinen damit gerechnet werden muß, daß die Räder gegen den Hang gestellt werden können, und zwar in einem Ausmaß, wie ihn die gemessenen Werte angeben. Bei einer Ausschwenkung der Wagenachse gegen den Hang setzen wir zwar das Abgleiten herab, jedoch auf Kosten der Erhöhung des Abgleitens der Treibräder des Schleppers. Die Reaktion der Kräfte vom Wagen wirkt auf den Schlepper und ruft dadurch Seitenkräfte hervor. Durch Unterbindung solcher Kräfte ist es nötig, auf dem Schlepper eine Vorrichtung zu haben, die es ermöglicht, die Verschiebungskräfte der Treibräder des Schleppers aufzufangen.

Im Bild 8 ist die Messung der Abwinkelung der Längsachse des Schleppers im Aggregat mit dem angehängten Wagen gegenüber der Schichtlinie ohne Verstellung der Wagenachse angegeben. Bei den Messungen wurde festgestellt, daß die Längsachse des Schleppers in Abhängigkeit von der Hangneigung, vom Zugwiderstand des Wagens, von der Art und vom Zustand des Bodens ausschwenkt. Bei der Fahrt entlang der Schichtlinie liegen die Längsachsen des Schleppers und des Wagens in einer Richtung. Bei dieser Art der Befestigung des angehängten Wagens, der ohne Achsenverschwenkung gezogen wird, ist das Abgleiten des Schleppers geringer als im vorhergehenden Fall. Das ist auch aus dem Diagramm Bild 8 ersichtlich.



Bild 6: Schlepper Z 4017 mit Meßrahmen, Rückansicht

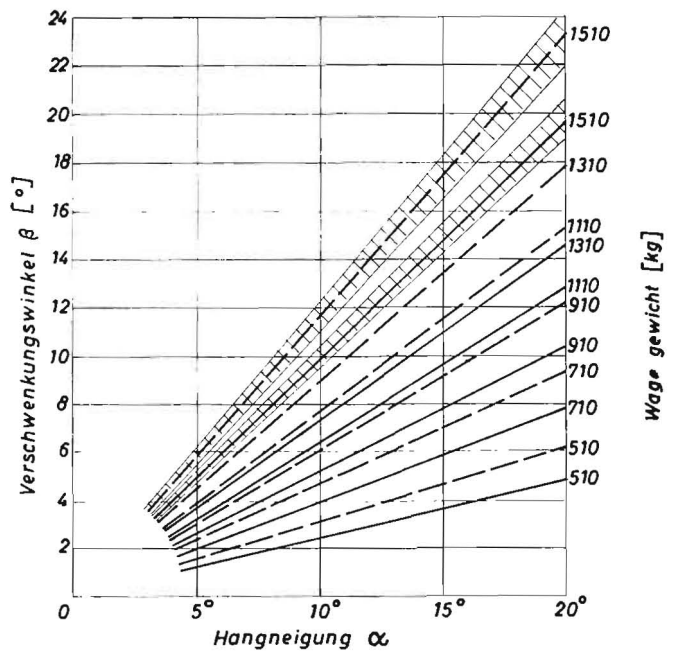


Bild 7: Verschwenkungswinkel der Wagenachse in Abhängigkeit von der Hangneigung bei verschiedenen Wagengewichten
 Fahrgeschwindigkeit 4,82 km/h
 Fahrbahn: normale Wiese: —————
 umgebrochene Wiese: - - - - -

Die Abwinkelung der Längsachse gegenüber der Schichtlinie ist besonders bei der Arbeit in Pflanzenreihen unerwünscht. Die ermittelten Werte sind eine wertvolle Grundlage für die Konstruktion einer Vorrichtung, welche diese Abwinkelungen eliminieren. Wenn wir in Reihenkulturen am Hang verlässlich arbeiten wollen, ist es nötig dafür zu sorgen, daß die Längsachse des Schleppers solche Abwinkelungen nicht aufweist, denn hier schränkt uns die bestimmte Breite der Reihen und das gegebene Ausmaß des Luftreifens ein. Das Problem, einen in Reihenkulturen am Hang verlässlich arbeitenden Schlepper zu schaffen, ist das Ziel der künftigen Forschungsetappe. Wie aus den bisher vorliegenden Messungen dieses Jahres hervorgeht, wird eine Lösung sehr schwer sein, insbesondere, wenn man die knappen Toleranzen des möglichen Abgleitens auf einem Boden bedenkt, der einen größeren Schlupf verursacht, als er auf der Wiese festgestellt wurde.

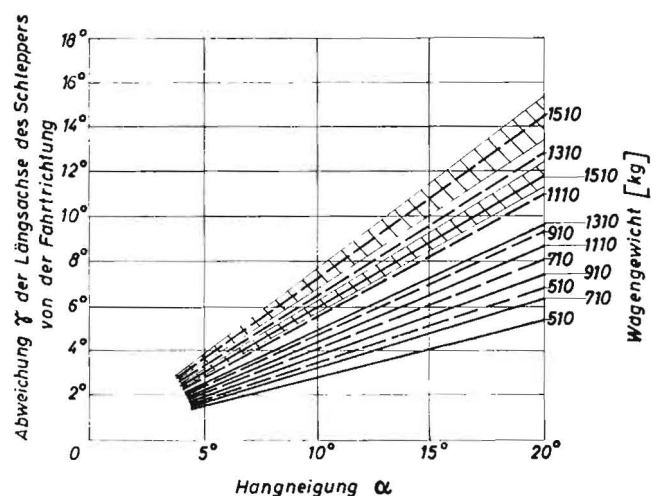


Bild 8: Schrägstellung der Schlepperlängsachse in Abhängigkeit von der Hangneigung bei verschiedenen Wagengewichten
 Versuchsanordnung wie bei Bild 7

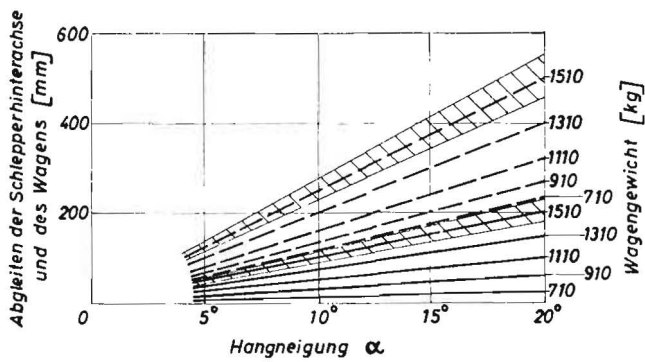


Bild 9: Abgleiten (Abrutschen) der Schlepperhinterachse in Abhängigkeit von der Hangneigung bei verschiedenen Wagengewichten
Wagenachse nicht verschwenkt, Fahrgeschwindigkeit 4,82 km/h
Fahrbahn: normale Wiese
Schlepper: ———
Wagen: - - - - -

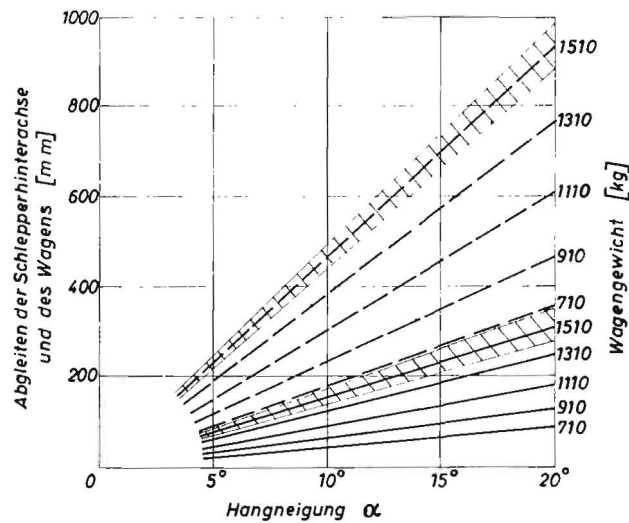


Bild 10: Abgleiten der Schlepperhinterachse in Abhängigkeit von der Hangneigung
Wagenachse nicht verschwenkt, Fahrgeschwindigkeit 4,82 km/h
Fahrbahn: umgebrochene Wiese
Schlepper: ———
Wagen: - - - - -

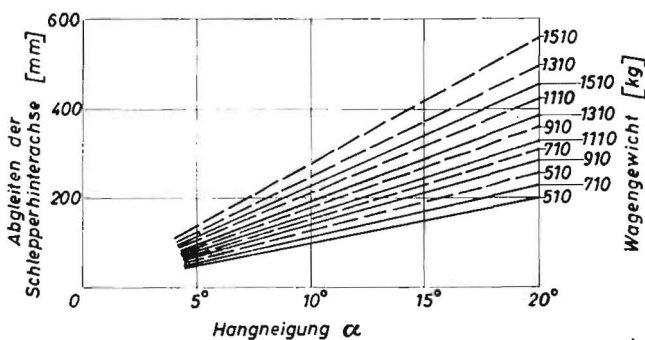


Bild 11: Abgleiten der Schlepperhinterachse in Abhängigkeit von der Hangneigung
Wagenachse so weit verschwenkt, daß Wagen nicht abgleitet
Fahrgeschwindigkeit 4,82 km/h
Fahrbahn: normale Wiese: ———
umgebrochene Wiese: - - - - -

Auf den Bildern 9 bis 11 sind die Messungen des Abgleitens des Schleppers und des Wagens mit verschwenkter und nichtverschwenkter Wagenachse angeführt. Aus den Bildern ist der Unterschied des Abgleitens des Schleppers ersichtlich. In dem Falle, in welchem der Schlepper einen Wagen mit

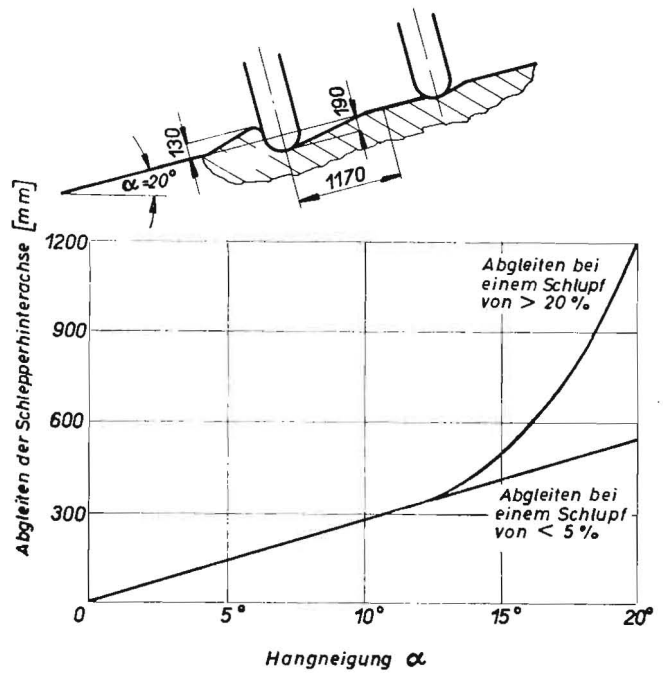


Bild 12: Abgleiten der Schlepperhinterachse bei angehängtem Meßwagen (Wagengewicht 1510 kg) in Abhängigkeit von der Hangneigung bei Schlupf < 5 % und Schlupf > 20 %

einem Gewicht von 1 510 kg zieht, wobei dessen Achse nicht verschwenkt ist (Bild 9), gleitet die Hinterachse des Schleppers auf einer Wiese mit 20° Neigung 200 mm ab. Bei einer Schwenkung der Wagenachse (Bild 11) unter sonst gleichen Bedingungen beträgt das Abgleiten des Schleppers 450 mm, das ist 125 % mehr. Auf der mit einer Fräse umgebrochenen Wiese ist das Abgleiten um 183 % größer. Wie schon früher angeführt worden ist, verhindern wir zwar das Abgleiten des Wagens, aber wir vergrößern das Abgleiten des Schleppers. Trotzdem ist die Art dieser Lösung richtig, denn das Abgleiten des Schleppers läßt sich mittels einer einfachen, am Schlepper angebrachten Vorrichtung weitgehend unterbinden. Im Falle, daß der Wagen ohne Schwenkung seiner Achse von dem Schlepper gezogen wird, ist das Abgleiten des Wagens bei einem 20° geneigten Hang (Bild 9) auf einer Wiese 495 mm, auf der umgebrochenen Wiese, bei einem Gewicht von 1 510 kg, sogar 940 mm (Bild 10). Diese Werte sind hoch und bezüglich der Arbeitsqualität für viele Arbeiten mit angehängten Maschinen unzulässig. Bei dieser Analyse ist es nötig, sich zu vergegenwärtigen, daß diese Werte nur bei einem maximalen Schlupf des Schleppers bis zu 5 % erreicht worden sind. Bei einem größeren Schlupf tritt im praktischen Betrieb in der Regel der Fall ein, der im Bild 12 angeführt ist.

Bild 12 zeigt die Auswirkungen, zu denen es infolge eines erhöhten Schlupfes auf der umgebrochenen Wiese kam. Der Schlepper gleitet so lange ab, bis sich am linken, stärker belasteten Rad eine Stützwand bildet. Das Umstürzen des Schleppers ist unter solchen Umständen eine Frage der Lage des Schwerpunktes. Im Hinblick darauf, daß in einem solchen Falle das Abgleiten eine Frage von Sekunden sein kann, entsteht die Möglichkeit des Umstürzens des Schleppers infolge dynamischer Einwirkungen auf den Schlepper. In der Praxis hat das Abgleiten des Schleppers infolge des Schlupfes der Treibräder oder infolge anderer Faktoren in der Regel den Verlauf einer Kurve, deren Steilheit bei größerer Hangneigung von der Fähigkeit des Luftreifens abhängt, die vom Gewicht des Aggregates hervorgerufenen Seitenkräfte aufzufangen. Dies ist der Grund für die Notwendigkeit der konstruktiven Lösung eines möglichst tief liegenden Schwerpunktes des Aggregates, um das seitliche Abgleiten durch wirksame Vorrichtungen zu unterbinden. Als ein nicht weniger wichtiger Faktor erwies sich die Lenk-

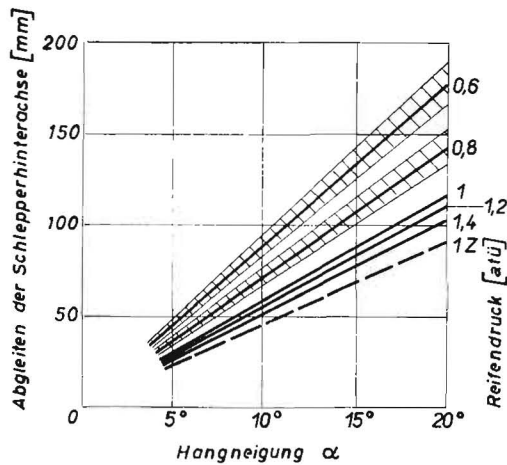


Bild 13: Abgleiten der Schlepperhinterachse in Abhängigkeit von der Hangneigung bei verschiedenen Drücken in den Luftreifen

Meßwagen nicht angehängt

Gewichte: Vorderachse 817 kg, Hinterachse 1625 kg, Gesamtgewicht 2442 kg

Fahrbahn: normale Wiese, Fahrgeschwindigkeit 4,82 km/h

ohne Greiferräder: — — — — —
mit Greiferrädern: - - - - -

barkeit der vorderen Schlepperräder. Wenn eine Störung in der Steuerung der Vorderräder eingetreten ist, zum Beispiel eine Ausschwenkung des Schleppers um die Längsachse oder eine augenblickliche Entlastung der Vorderachse, so daß die Vorderräder des Schleppers aus der vorgezeichneten Bahn herausgefahren sind, dann bemüht sich der Fahrer auf diese Bahn zurückzukommen und ruft bei dieser Bemühung infolge des vergrößerten Widerstandes eine Vergrößerung des Schlupfes an den hinteren Treibrädern hervor. Das hat wiederum ein größeres Abgleiten des Schleppers und der Maschine zur Folge.

Es war Zweck der Messung, die Größe des Abgleitens in Abhängigkeit zur Neigung des Hanges und zur Beschaffenheit der Oberfläche des Bodens festzustellen. Der Schlupf der Treibräder des Schleppers bewegte sich in Grenzen bis zu 5 %. Unter diesen Bedingungen hat das Abgleiten einen nahezu linearen Verlauf. Falls ein größerer Schlupf, eine Ausschwenkung des Schleppers um die Längs- oder Querachse eintritt, dann hat das Abgleiten keinen linearen Verlauf mehr. Die Steilheit der Kurve ist dann durch den augenblicklichen Zustand und die Größe der Neigung des Hanges gegeben. Aus den angeführten Abbildungen ist der Zusammenhang zwischen dem Gewicht des Schleppers, des Aggregates und der Größe des Abgleitens ersichtlich. Es ist auch der Unterschied ersichtlich, ob die Messung des Abgleitens auf einer Weise oder auf einer mit einer Fräse umgebrochenen Wiese durchgeführt worden ist. Zur Verminderung oder zur völligen Beseitigung des Abgleitens ist es notwendig, daß die Treibräder einen minimalen Schlupf aufweisen, das heißt daß sie einen vollkommenen Kontakt mit der Bodenoberfläche haben. Die gegenwärtige Ausführung der Treibluftreifen für Schlepper — die konstruktive Lösung der Profilierung — vermag an Hängen die Seitenkräfte nicht abzustützen, und es gibt zur Zeit auch keine Anzeichen dafür, daß der Luftreifen in der Zukunft befähigt sein wird, es selbst zu tun. Daraus entspringt die Notwendigkeit, eine Vorrichtung zu konstruieren, die eine Garantie für eine bessere Abstützfähigkeit der Luftreifen gibt, so daß es nicht zum Abgleiten über ein zulässiges Maß hinaus kommt und daß damit zugleich auch die Sicherheit der Arbeit erhöht wird. Aus Bild 13 und 14 geht hervor, daß das geringste Abgleiten bei einer Luftreifenfüllung von 1,4 kp/cm² eintritt. Je stärker der Reifendruck ist, desto steifer wird der Reifen, wodurch das Reifenprofil in die Bodenoberfläche eindringt und die Seitenkräfte auffängt. Bei geringerem Druck der Füllung des Luftreifens hingegen kommt es zu stärkeren Deformationen des Luftreifens, er wird hierdurch mechanisch stär-

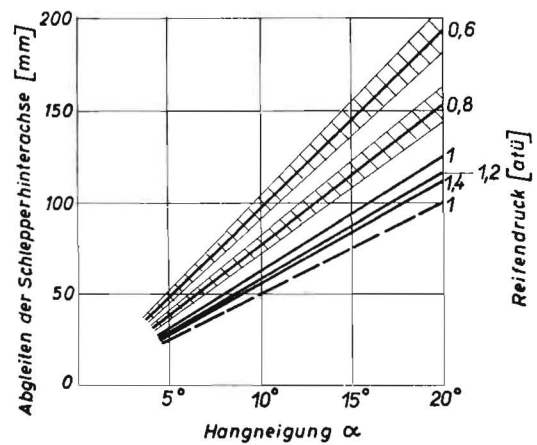


Bild 14: wie Bild 13, jedoch Fahrbahn: umgebrochene Wiese

ker beansprucht, was zu verstärkter Abnutzung führt. Damit sind also keine Voraussetzungen für das Auffangen der Seitenkräfte gegeben.

Weiter wurden Messungen des Abgleitens von Schleppern in Verbindung mit einer Anbaufräse so durchgeführt, daß die Belastung der Vorderachse des Schleppers etwa 20 % des Gesamtgewichtes des Aggregates betrug. Die Messungen wurden ebenfalls auf einer Wiese und auf einer umgebrochenen Wiese durchgeführt. Hier treten schon gewisse Schwierigkeiten auf, um den Schlepper, besonders bei größeren Hängen, in der Fahrtrichtung zu halten. Die Entlastung der Vorderachse hat Einfluß auf die Lenkbarkeit des Schleppers beim Anfahren einer Bodenerhöhung oder einer Vertiefung. Dann kommt es zu einer Störung der Fahrt des Schleppers in der gegebenen Richtung und dadurch in der Regel zu einem Ausschwenken aus der Fahrtrichtung.

Der Fahrer bemüht sich wieder in die richtige Richtung zu gelangen und stellt sich mit der Längsachse des Schleppers infolge der Steuerbewegung der Vorderräder schräg gegen den Hang, wodurch ein erhöhter Fahrwiderstand hervorgerufen wird. Die Folge davon ist ein vergrößerter Schlupf der Treibräder und dadurch ein Abgleiten des Schleppers. Die Entlastung der Vorderachse des Schleppers durch Anbaugeräte ist unangenehm, besonders während der Fahrt, bei der es zu einer wechselnden Entlastung kommt, die durch die dynamische Wirkung der Geräte hervorgerufen wird. Aus den Versuchen geht die Notwendigkeit einer stärkeren Belastung der Vorderachse hervor, in diesem Falle mindestens um 200 kg mehr, als sie durch die Standardausführung gegeben ist. Bei diesen Messungen zeigte sich noch mehr der Bedarf einer Vorrichtung zur Verbesserung der Stützeigenschaften der Luftreifen für Schlepper.

III. Die Bewertung der Meßergebnisse

Aus den erzielten Ergebnissen und gewonnenen Erfahrungen geht hervor:

- Es ist nötig, die Griffigkeit der Bereifung zu verbessern, um damit den Schlupf der Treibräder des Schleppers auf ein Minimum herabzusetzen;
- es ist nötig, das seitliche Abgleiten des Aggregates vollkommen oder doch wesentlich zu unterbinden;
- es ist nötig, die Lenkbarkeit der Vorräder des Schleppers zu verbessern;
- es ist nötig, die Fahrsicherheit bei der Arbeit am Hang zu erhöhen.

Die Folgerungen aus diesen Versuchen waren Gegenstand des Studiums und des Suchens nach zweckmäßigen Lösungen,

welche die Erfüllung der oben angeführten Forderungen sicherstellen würden.

Allgemein bekannt sind Vorrichtungen, die zur Verbesserung der Abstützeigenschaften von Schleppern oder zur Herabsetzung des seitlichen Abgleitens verwendet werden. Es handelt sich durchweg um mechanische Vorrichtungen, welche

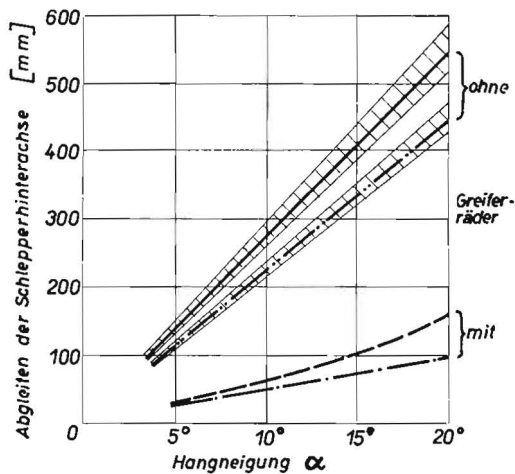


Bild 15: Abgleiten der Schlepperhinterachse bei angehängtem Meßwagen
Wagenachse so weit verschwenkt, daß Wagen nicht abgeleitet
Wagengewicht 1510 kg
Greiferräder mit Einfach-Keilen, Fahrgeschwindigkeit 4,82 km/h
Fahrbahn: normale Wiese
ohne Greiferräder: - - - - -
mit Greiferrädern: - · - · -
Fahrbahn: umgebrochene Wiese
ohne Greiferräder: ————
mit Greiferrädern: - - - - -

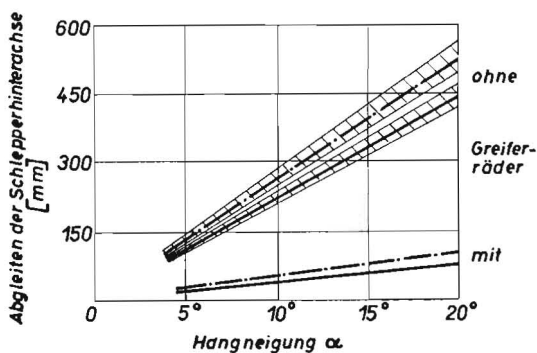


Bild 16: Abgleiten der Schlepperhinterachse in Abhängigkeit von der Hangneigung bei angehängtem Meßwagen
Greiferräder mit Doppel-Keilen
Wagenachse verschwenkt wie Bild 15, Wagengewicht 1510 kg
Fahrbahn: normale Wiese: ————
umgebrochene Wiese: - - - - -

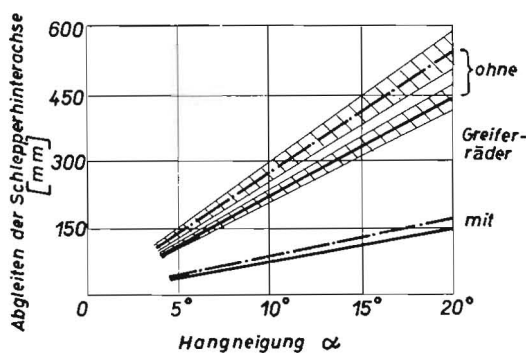


Bild 17: wie Bild 16, jedoch Greiferräder mit Gittereinsätzen statt Keileinsätzen

dauernd mit dem Schlepper verbunden sind, oder die nach dem augenblicklichen Bedarf für eine gewisse Jahreszeit ammontiert werden. Es handelt sich um verschiedenartige mechanische Zusatzgreifer, die der Fahrer von Hand im Stillstand in die Arbeitsstellung bringt. Diese Vorrichtungen arbeiten dann die ganze Zeit in konstanter Einstellung, ganz gleich, ob ihre Funktion gebraucht wird oder nicht. Bei Straßenfahrt des Schleppers müssen sie vom Fahrer in eine Lage gebracht werden, die dem Transport des Schleppers nicht hinderlich ist.

Diese bisher angewendeten Zusatzgreifer lösen nicht die Forderung nach einer Schnellverstellung, wenn eine solche insbesondere auch vom Standpunkt der Sicherheit der Arbeit verlangt wird. Ein Schlepper arbeitet beispielsweise auf einer Wiese und die Art der Arbeit erfordert nicht den Eingriff der Vorrichtung zur Verminderung des Abgleitens oder zur Verbesserung der Griffigkeit des Schleppers. Aber im gegebenen Augenblick — falls der Schlepper ins Rutschen gerät — wenn es also nötig ist, ein weiteres Abgleiten und damit einen wahrscheinlichen Unfall zu verhindern, gibt es hier keine Möglichkeit, eine derartige Vorrichtung ohne Fahrtunterbrechung augenblicklich zu betätigen. In einem solchen Fall haben starre Greifer oder andere Vorrichtungen, die zu ihrer Betätigung ohne Fahrtunterbrechung des Schleppers voraussetzen und bei denen der Fahrer nur eine Vorrichtung nach der anderen oder kleine Gruppen in Tätigkeit setzen kann, keinen Sinn. Diese Tatsachen führten uns dazu, eine Vorrichtung zu suchen, die während der Fahrt vom Fahrersitz gesteuert werden kann und die dadurch auch die Fahrt auf der Straße ermöglicht. Das heißt, während der Straßenfahrt des Schleppers wären die Greiferflächen innerhalb des äußeren Umrisses der Luftreifen und hätten andererseits während der Arbeit, falls nötig, eine genügend wirksame Angriffstiefe.

Als Ergebnis des Studiums dieses Problems und einer geeigneten Konzeptions- und Konstruktionslösung ist eine Vorrichtung vorgeschlagen worden, wie sie auf den Bildern 21, 22 und 23 gezeigt ist.

Das Greiferrad besteht aus zehn sternartig angeordneten Tragrohren, in denen sich ausschließbare Greiferkeile bewegen. Die Greiferräder sind mittels sechs Schrauben an der Radfelge befestigt. Die Greiferkeile sind je nach der Art der Arbeit und des Bodens auswechselbar. Für die Arbeit auf Wiesen haben die Greifer die Form von Gitterrädern-Segmenten, so daß sie nach dem Herausschieben in Griffstellung ein Gitterrad bilden. Für die Arbeit auf umgebrochenen Wiesen oder dort, wo es um eine Verbesserung der Zugeigenschaften des Schleppers geht, haben sie die Form von stumpfen Keilen, und zwar einfachen oder doppelten, die mit einer Querrippe verbunden sind.

IV. Die Versuche mit hydraulisch betätigten Greiferrädern an Hängen verschiedener Neigung und Bodenbeschaffenheit

Im Verlauf der diesjährigen Versuche wurde ein Prinzip daraufhin überprüft, ob es den Bedingungen entspricht, die von ihm erwartet werden. Die Ergebnisse der zur Erhaltung der Funktionserwartungen durchgeführten Versuche sind positiv. Auch die Ergebnisse der Messung des Abgleitens des Schleppers, allein oder in Verbindung mit einer Arbeitsmaschine, sind günstig. Die Messungen mit Greiferrädern sind in den Bildern 13 bis 17 angeführt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das Abgleiten eines mit Greiferrädern ausgestatteten Schleppers sich in der Größenordnung von 100 mm bewegt. Auf Bild 15 weicht es vom linearen Verlauf aus folgenden Gründen ab: Auf der umgebrochenen Wiese war die Oberfläche steinig; das verursachte beim Auftreffen des Greifers auf einen Stein ein Anheben des Greiferrades und damit des Schleppers. Das hatte ein verstärktes Abrutschen am Hang zur Folge. Auf dem 20° geneigten Hang lag das Maß des Abgleitens bei

180 mm. Versuche zeigten, daß es Möglichkeiten gibt, um niedrigere Werte des Abgleitens zu erzielen, und zwar durch eine zweckmäßigere Gestaltung der Greiferform, um kleinere Widerstände beim Eindringen in die Bodenoberfläche zu erzielen.

Auf Bild 15 sind die Meßergebnisse des Abgleitens eines mit dem Meßwagen gekoppelten Schleppers angeführt, und zwar sowohl bei Einsatz von Greiferrädern, wie auch im Vergleich hierzu mit einem Schlepper ohne Greiferräder. Beim Einsatz der Greiferräder beträgt das Abgleiten des Schleppers auf der Wiese 100 mm. Unter denselben Bedingungen, jedoch ohne Einsatz der Greiferräder 450 mm, das ist um 350 % mehr. Beim Messen auf der umgebrochenen Wiese beträgt das Abgleiten des Schleppers ohne Greiferräder 550 mm, mit Greiferrädern 155 mm.

Auf Bild 16 ist das Meßergebnis des Abgleitens eines Schleppers mit Doppelgreifern im Vergleich mit einem solchen ohne Greiferräder angeführt. Der Schlepper ist gekoppelt mit einem Anhängerwagen, dessen Achse so gegen den Hang verschwenkt ist, daß er möglichst wenig abgleitet. Das Abgleiten des Schleppers ohne Greiferräder ist auf der Wiese um 356 % größer als beim Schlepper mit Greiferrädern, dessen Wert 99 mm beträgt. Auf der umgebrochenen Wiese ist der Unterschied 450 %, wobei der Schlepper mit Greiferrädern 100 mm abgerutscht ist.

Auf Bild 17 ist ein ähnlicher Vergleich dargestellt, mit dem Unterschied, daß der Schlepper mit Gitterräder-Segmenten, mit rohrartigen Gitteransätzen ausgestattet ist. Das Abgleiten des Schleppers ohne Greiferräder ist auf der Wiese um 200 % höher als bei dem Schlepper mit Greiferrädern, bei welchem die Messung 150 mm beträgt. Auf der umgebrochenen Wiese ist dieser Unterschied 233 %, bei einem Meßwert am Schlepper mit Gitter-Segmenten von 165 mm.

Die Ergebnisse der entlang der Schichtlinie durchgeführten Zugproben sind in den Bildern 18 bis 20 aufgeführt. Ein mit Greiferrädern und Doppelgreifern ausgestatteter Schlepper erreichte auf verschieden geneigtem Hang die maximale Zugkraft von etwa 1800 kg. Die Neigung des Hanges beeinflusste also nicht die Fähigkeit der Greiferräder, den maximalen Wert zu erreichen. Die Greiferräder verbinden mittels ihrer Keile den Schlepper besser mit dem Boden, wodurch der Schlupf auf ein Minimum herabgesetzt und das Abgleiten des Schleppers stark vermindert wird. Beim Schlepper ohne Greiferräder sinkt hingegen die Zugkraft mit steigender Hangneigung und der Schlupf des Schleppers vergrößert sich wesentlich. Die Greiferkeile bohren sich bis zu einer Tiefe von 90 mm ein. Zum Vergleich wurden Testversuche mit einfachen Greifern durchgeführt, die sich nur 40 mm tief einbohrten. Die erzielten Ergebnisse sind beinahe identisch mit den Doppelgreifern. Das läßt sich dadurch erklären, daß die Oberfläche der Wiese so fest ist, daß sich, wie oben angeführt, ein genügender Widerstand zur Erreichung der Zugkraft bildet. Voll im Eingriff mit dem Boden ist in diesem Fall immer nur eine Spitze, eine tritt aus der Erde aus und eine dringt in die Erde ein. Der Versuch hat unsere Erwägungen bestätigt, daß 10 ausschiebbare Greiferkeile vollkommen genügen.

Analyse der erreichten Ergebnisse, wobei der Schlepper ohne Antriebsräder zu 100 % angenommen wird.

Wiese — Abhang 5°: Z 4017 Z (mit Greiferrädern), erreichte $P_{max} = 1830$ kp, das ist um 49,2 % mehr als Z 4017 (ohne Greiferräder). Dabei ist der Schlupf um 12 % kleiner. Die maximale Leistung wurde erreicht bei 24,2 PS, das ist um 20 % mehr bei einem Schlupf von 10 %, Z 4017 erreichte hingegen die maximale Leistung bei einem Schlupf von 24 %, das ist um 14 % mehr.

Wiese — Abhang 10°: Z 4017 Z erreichte $P_{max} = 1780$ kp, das ist um 42 % mehr bei einem niedrigeren Schlupf von 9 %. Die maximale Leistung wurde bei 23,4 PS erreicht,

das ist um 35 % mehr als beim Schlupf von 7 %. Z 4017 erreichte hingegen die maximale Leistung bei einem Schlupf von 23 %, das ist um 16 % mehr.

Wiese — Abhang 15°: Z 4017 Z erreichte $P_{max} = 1815$ kp, das ist um 113 % mehr bei einem niedrigeren Schlupf von 8 %. Die maximale Leistung wurde erreicht bei 21,4 PS, das ist um 50,7 % mehr bei einem Schlupf von 5 %. Z 4017 erreichte dagegen die maximale Leistung bei einem Schlupf von 15 %, das ist um 10 % mehr.

Auf der umgebrochenen Wiese sind die Beziehungen ähnlich. Die Ergebnisse der Zugproben haben klar die Vorteile der Greiferräder für alle Arbeiten gezeigt, bei denen verlangt wird, daß der Schlepper einen möglichst vollkommenen Kontakt mit dem Boden hat, damit gute Eigenschaften erreicht werden.

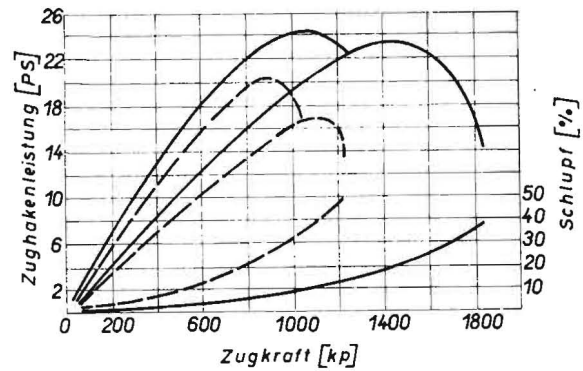


Bild 18: Zugkraftcharakteristik des Schleppers bei zwei Fahrgeschwindigkeiten

Greiferräder mit Doppel-Keilen, Schleppergewicht 2879 kg ($G_V = 827$ kg, $G_H = 2052$ kg); Höhe der Zugschiene über dem Boden 350 mm
 Fahrbahn: normale Wiese, Hangneigung 5°
 mit Greiferrädern: — — — — —
 ohne Greiferräder: - - - - -

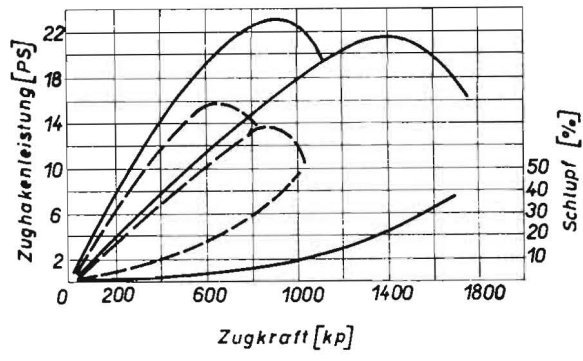


Bild 19: wie Bild 18, jedoch Hangneigung 10°

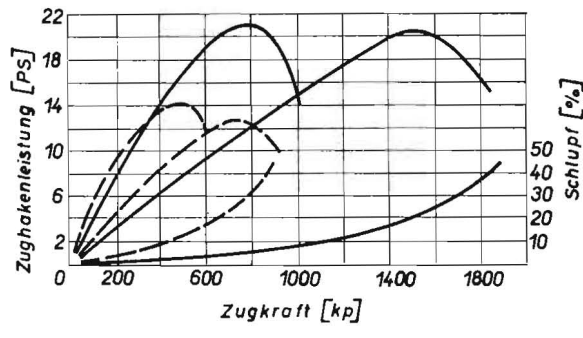


Bild 20: wie Bild 18 und 19, jedoch Hangneigung 15°

Die Ergebnisse der Messungen des Schlupfs beim Pflügen bei Verwendung hydraulisch gesteuerter Greiferräder.

Auf den Bildern 21 bis 23 sind die Ergebnisse beim Pflügen angeführt, wobei der Schlepper Zetor 4017 mit hydraulisch vom Fahrerstand aus gesteuerten Greiferrädern ausgestattet war. Diese Versuche wurden auf Grund eines Vortrages von Prof. Dr. Ing. R. FRANKE, Darmstadt, durchgeführt, der in einem Vortrag in Stuttgart in den Tagen vom 25. bis 27. 10. 1966 außer anderem auf die Zweckmäßigkeit der Lösung einer Vorrichtung hinwies, welche die Adhäsionseigenschaften des landseitigen Schlepperrades beim Pflügen verbessern würde. Wir führten in der CSSR diese Informationsmessungen durch und erzielten sehr günstige Ergebnisse, wie die Bilder 21 bis 23 zeigen. In diesem Jahre werden wir diese Versuche unter einem breiteren Gesichtspunkt fortsetzen.

V. Zusammenfassung

Aus dem Verlauf der Arbeiten und der erzielten Ergebnisse beim Lösen der Problematik des seitlichen Abgleitens des Schleppers am Hang in Verbindung mit Anbaugeräten und Anhängewagen, ergeben sich folgende Erkenntnisse:

1. Am Hang rutscht ein Aggregat, bestehend aus Schlepper und angehängter Arbeitsmaschine, bis zu 25 % Hangneigung proportional der Hangneigung ab, sofern der Schlupf nicht größer als 5 % ist. Bei größerem Schlupf wächst die Rutschneigung überproportional. Gegensteuern bei abgleitendem Schlepper vergrößert den Schlupf und entsprechend das seitliche Abgleiten. Angehängte Geräte oder Maschinen sollten steuerbare Räder haben, um gegensteuern zu können, obwohl das Gegensteuern durch den vergrößerten Zugwiderstand den Schlupf und demnach auch das Abrutschen des Schleppers vergrößert.
2. Die Seitenkräfte, die das Abgleiten des Schleppers verursachen, können jedoch durch hydraulisch gesteuerte

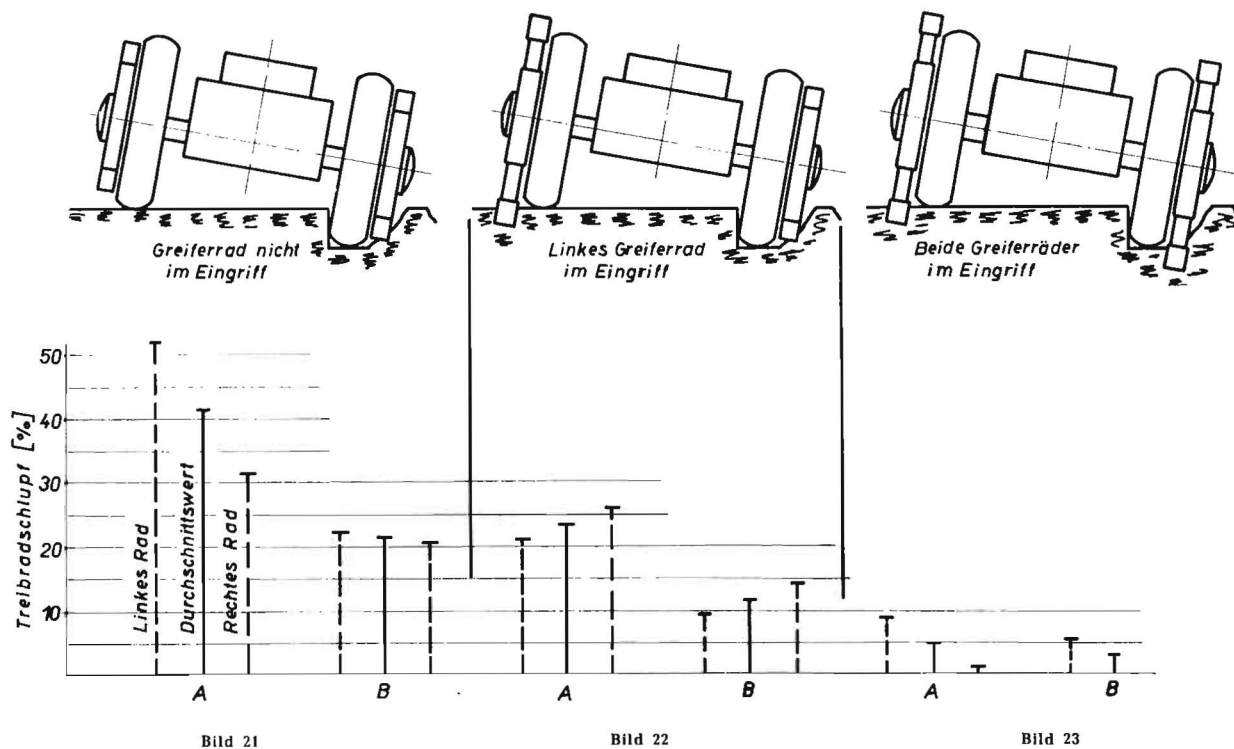
Greiferräder, die zusätzlich am gummibereiften Schlepper angebracht sind, aufgefangen werden.

3. Die Anhängemaschinen sind so zu konstruieren, daß sie die Möglichkeit bieten, die Räder in einem gewissen Umfang zu steuern, der abhängt vom Gewicht der Maschine, von der Art des Bodens, auf dem sie vorwiegend arbeiten werden und von der Neigung des Hanges, wofür sie bestimmt sind. Die auf die Treibräder des Schleppers wirkenden und durch den Arbeitswiderstand der Anhängemaschinen hervorgerufenen Seitenkräfte können dann durch die Greiferräder am Schlepper aufgefangen werden.

4. Die Konzeption und die Konstruktionslösung der hydraulisch vom Fahrerstand aus gesteuerten Greiferräder haben die Erwartungen erfüllt, und zwar sowohl was die Verbesserung der Zugeigenschaften des Schleppers, als auch was das seitliche Abgleiten am Hang anbelangt. Das gleiche gilt auch für die Frage der Sicherheit der Arbeit am Hang, denn sie können im Augenblick der Gefahr sofort eingesetzt werden, zum Beispiel wenn der Schlepper ins Schleudern gerät. Wichtig ist es, die Hydraulik zur Bedienung der Greifer an einem unabhängigen hydraulischen Kreis anzuschließen, dessen Pumpe nicht von der Motorkupplung abhängig ist.

Schrifttum:

- [1] MEYER, H.: Ein Stufenschlepper für Reifenversuche am Hang. Landtechnische Forschung 6 (1956), S. 139—142
- [2] SKALWEIT, H.: Einsatzgrenzen von Schlepper und Gerät am Querhang. Landtechnische Forschung 6 (1956), S. 143—146
- [3] COENENBERG, H.-H.: Entwicklung eines Stufenschleppers für Hangversuche. Landbauforschung 7 (1957), Heft 3, S. 71—72
- [4] SKALWEIT, H.: Der Schlepper beim Arbeiten am Hang. Grundlagen der Landtechnik 9 (1957), S. 99—100
- [5] MEYER, H., SCHÜNKE, W., SKALWEIT, H.: Ein-Mann-Arbeit mit dem Schlepper und ihre Grenzen am Hang. Landtechnische Forschung 13 (1963), S. 121—128
- [6] IPEK, I. S.: Über die Kräfte und Momente an einem Luftreifen und ihren Einfluß auf das Verhalten luftbereifter Fahrzeuge am Hang. Diss. Braunschweig 1963



Bilder 21 bis 23: Ergebnisse der Schlupfmessungen beim Pflügen mit und ohne Greiferräder

Schleppergewicht 2879 kg, Bodenwiderstand 0,6 kg/cm²
 Breite der Keile der Greiferräder 80 mm
 Keilspitzen 80 mm über Reifenradius, Eindringtiefe max. 90 mm
 Fahrgeschwindigkeit 4,82 km/h; durchschnittliche Furchentiefe 20 cm
 A = ohne hydr. Tiefenregelung; B = mit Mischregelung

Résumé

František Habarta: "Lateral Slipping of Agricultural Aggregates Working at a Slope"

As a result of the trials which were made in order to solve the problems regarding lateral slipping of tractors with implements working at a slope the following has been realized:

1. Up to 25% inclination of a slope an aggregate consisting of tractor and implement will slip proportionate to the inclination, in case of an inclination over 25% slip will be more than proportionate. If the tractor starts slipping, countersteering would only increase skid and at the same time lateral slipping. Implements or machines following the tractor should be fitted with steerable wheels in order to allow countersteering, though hereby — due to higher resistance to traction skid and consequently slipping is increased.

2. The lateral powers causing the slipping of the tractor, however, can be absorbed by hydraulically controlled "gripping wheels" which are fitted to the tractor in addition to the wheels.

3. The implements following the tractor should offer the possibility of steering the wheels to a certain extent depending on the weight of the machine, the kind of soil on which it will mainly work and on the inclination of the slope at which the machine will be used.

The lateral forces which have effect on the driving wheels of the tractor and which are caused by the rolling resistance of the implements can be absorbed by the gripping wheels fitted to the tractor.

4. Design of the hydraulically operated gripping wheels, which are being steered by the driver, have met the expectations in respect of improving the traction qualities of the tractor as well as in respect of side-slipping at a slope. The same applies to the problem of safety when working at a slope, as these wheels can be used immediately, i. e. when the tractor starts slipping.

It is of importance to connect the hydraulics operating the gripping wheels at a separate oil circuit, the pump not being dependent on the motor coupling.

František Habarta: Le glissement latéral du couple tracteur/machine agricole lors du travail à flanc de coteau.

En examinant les travaux consacrés aux problèmes du glissement latéral du tracteur travaillant avec des machines portées ou des remorques à flanc de coteau et les résultats obtenus, nous pouvons en tirer les conclusions suivantes:

1. Le glissement latéral du couple tracteur/machine attelée travaillant à flanc de coteau est proportionnel à la pente jusqu'à une inclinaison de 25% pourvu que le patinage des roues ne dépasse pas 5%. Quand le patinage est supérieur à cette valeur, la tendance au glissement latéral accroît et n'est plus que proportionnelle à l'inclinaison. Une conduite en sens opposé accroît le patinage et, par conséquent, le glissement latéral quand le tracteur dérive déjà. Des outils ou machines attelés devant être munis de roues directrices pour permettre une conduite en sens opposé, bien que celle-ci accroisse, d'autre part, le patinage et, par conséquent, le glissement latéral par l'augmentation de la résistance à la traction.

2. Les forces latérales qui peuvent provoquer le glissement latéral du tracteur, peuvent être compensées par des roues

à crampons commandées hydrauliquement et qui doivent être montées sur le tracteur en plus des pneumatiques.

3. Les machines attelées doivent être construites de façon à permettre une direction des roues dans une certaine mesure qui dépend du poids de la machine, de la nature du sol sur lequel elle doit travailler en général et de la pente des coteaux pour lesquels elle est destinée. Les forces latérales agissant sur les roues motrices du tracteur et provenant de l'effort résistant des machines attelées, peuvent être compensées par les roues à crampons du tracteur.

4. La conception et les solutions constructives des roues à crampons commandées hydrauliquement à partir du siège du conducteur, ont satisfait les espoirs aussi bien en ce qui concerne l'amélioration des propriétés de traction du tracteur qu'en ce qui concerne l'empêchement du glissement latéral à flanc de coteau. Ceci est vrai aussi pour la sécurité de travail sur la pente parce que ces roues peuvent être mises en action au moment du danger, par exemple quand le tracteur commence à déraper. Il est important que le système hydraulique commandant les crampons soit accouplé à un circuit hydraulique dont la pompe est indépendante de l'embrayage du moteur.

František Habarta: „El corrimiento lateral de grupos agrícolas al trabajar en declives"

Del transcurso de los trabajos y de los resultados obtenidos al solucionar la problemática del corrimiento lateral del tractor en declives en combinación con aperos y remolques resultan las siguientes conclusiones:

1º En declive, un conjunto compuesto de tractor y de máquina de trabajo remolcada resbala hasta un 25% de la inclinación de la pendiente proporcionalmente. Cuando el tractor resbala, el virar la dirección en sentido contrario al del corrimiento equivale a aumentar el deslizamiento. Los aperos o máquinas que se llevan enganchados deberían de tener ruedas móviles para poder contravirar, aunque el contraviraje eleva el corrimiento por el aumento de la resistencia que implica.

2º Las fuerzas laterales que originan el corrimiento del tractor pueden, sin embargo, ser absorbidas por ruedas de agarre mandadas hidráulicamente, ruedas estas que con carácter auxiliar pueden ser dispuestas en tractores dotados de neumáticos.

3º Las máquinas remolcadas hay que construirlas de forma que ofrezcan la posibilidad de maniobrar las ruedas en un determinado grado, dependiente del peso de la máquina, de la clase de suelo en el que se trabaja preferentemente y de la inclinación del declive. Las fuerzas laterales que actúan sobre las ruedas motrices del tractor y que tienen su origen en la resistencia de trabajo de las máquinas enganchadas pueden ser absorbidas, entonces, por las ruedas de agarre de que va dotado el tractor.

4º La concepción y la solución constructiva de las ruedas de agarre mandadas hidráulicamente desde la cabina del tractorista han cumplido con todo lo que de ellas se esperaba, a saber tanto en lo que se refiere a la mejora de las cualidades de tiro del tractor, como en lo que añade al resbalamiento lateral en las laderas. Lo mismo se hace extensivo a la cuestión de la seguridad del trabajo en declives, pues pueden ser accionadas, inmediatamente, en cualquier momento de peligro, verbigracia al derrapar el tractor.

Importante es que el sistema para mando de las ruedas de agarre disponga de un circuito hidráulico independiente, cuya bomba no dependa del embrague del motor.