

Ein Stufenschlepper für Reifenversuche am Hang

Institut für Schlepperforschung, Braunschweig-Völkenrode

Je mehr die Neigung eines Geländes über 5 % hinausgeht, um so schwieriger wird der Einsatz von Schleppern und Landmaschinen und um so mehr nimmt ihre Arbeitsgüte ab. Besonders kritisch sind dabei Hänge zwischen 20 und 30 %, während oberhalb dieses Bereichs im Falllinien-Seilzug gearbeitet werden kann [1].

In der Falllinie wirkt sich die Arbeitsrichtung unterschiedlich aus. Die Zugkraft des Schleppers wird in der Steigung durch seinen eigenen Steigungswiderstand gemindert; außerdem kann seine Längsstabilität so sehr leiden, daß seine Verwendung gefährlich wird [2]. Umgekehrt können im Gefälle die Triebräder eines Schleppers mit Hinterachsantrieb soweit entlastet werden, daß sie nicht mehr genügend bremsen.

Die Arbeit in der Schichtlinie ist durch die mangelnde Seitenstabilität von Schlepper und Landmaschine, durch das seitliche Abrutschen der Räder und durch die Funktionsminderung von Arbeitselementen, Werkzeugen und Geräten begrenzt.

Am Seitenhang wird der Schwerpunkt eines Fahrzeuges nach dem Aufstandspunkt des talseitigen Rades verlagert; weiche Luftreifen und weicher Boden verstärken dies, da ein erhöhtes Einsinken des talseitigen Rades durch ein vermindertes Einsinken des bergseitigen ergänzt wird, so daß die Querneigung des Fahrzeuges größer wird als die Hangneigung. Eine ungenügende Querstabilität bringt hohe Unterschiede der Radlasten, äußerstenfalls die Gefahr des Kippens¹⁾.

Das seitliche Rutschen der Räder wirkt sich in einer Schrägstellung der Räder und, falls nicht Vorder- und Hinterräder gelenkt werden, auch der Fahrzeuglängsachse aus; eine Spurversetzung der Hinterräder gegenüber den Vorderrädern ist dann unvermeidlich. Das Abrutschen beeinträchtigt die Arbeit vor allem in Reihenkulturen; zusammen mit einer mangelnden Seitenstabilität kann es jedes Fahren am Seitenhang, besonders auf feuchter Wiese und nassem, schweren Ackerboden, unsicher machen.

Die Funktionsminderung der Geräte kann schon in der Falllinie, besonders aber in der Schichtlinie, auftreten. So bewegt z. B. ein Pflug, der bergab gezogen wird oder der in der Schichtlinie abwärts wendend arbeitet, viel Erde nach unten; in der Schichtlinie sauber aufwärts wenden kann er nur bis zu einer bestimmten Neigung. Als Gegenstück kann der Mähdrescher gelten, dessen Förderorgane und Siebe nicht mehr ordnungsgemäß arbeiten, sobald gewisse Abweichungen von der Normallage überschritten sind.

Maßnahmen zur Überwindung der Schwierigkeiten am Hang sollen an einigen Beispielen erläutert werden.

Eine wahlweise Verringerung der Schwerpunkthöhe zu Lasten der Bodenfreiheit gestattet eine Verbesserung der Längs- und Querstabilität — eine Möglichkeit, die nicht nur von Einachsschleppern (z. B. Rapid und Monax), sondern auch von Vierradschleppern bekannt ist (Abb. 1). Vergrößerung der Spurweite und Anbau von Gitterrädern erhöhen die Querstabilität.

Eine gleiche Last auf den Furchen- und Landrädern ist schon bei den Motorpflügen durch eine verschiedene Höhenlage beider Räder gegenüber dem Pflugrahmen erreicht worden; bei Einachsschleppern, z. B. dem Rapid, sogar bei einem alten Modell eines Vierradantriebsschleppers von Pavesi [3] kann durch Drehen der Seitenvorgelege um die Ritzelwelle die Last auf den Furchen- und Landrädern gleich gehalten werden.

Keresselidse ging von ähnlichen Überlegungen aus, als er einen Schlepper zu entwickeln hatte, der nicht nur wie der

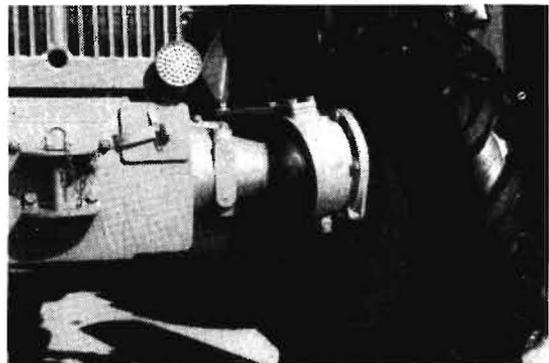


Abb. 1: Italienischer Vierradantriebsschlepper Calzolari TC 25 r 4 mit veränderlicher Schwerpunkthöhe

französische Garnier einen Durchgang von 1,20 m für hohe Reihenerträge, wie Wein, Tee, Tabak und eine veränderliche Spurweite bis 2 m besitzen, sondern auch am Querhang bis zu 30° (50%) ungefährdet arbeiten sollte [4]. Er löste den Schlepper mit Vierradantrieb in zwei schmale Körper auf, die durch ausziehbare Parallelogrammlenker, Gelenkwellen usw. miteinander verbunden sind und die mitsamt den Rädern durch Verstellen der Lenker lotrecht gehalten werden können (Abb. 2).

Versuche, die Funktion der Geräte auch am Hang sicherzustellen, sind bisher kaum gemacht worden. Ein markantes Beispiel aus der neuesten Entwicklung sind amerikanische Selbstfahrmähdrescher für Hangeinsatz; ihr Rumpf mit den Förder-, Dresch- und Sieborganen wird bei dem einen Typ in der Querachse, bei dem anderen auch in der Längsachse waagrecht gehalten. Zu diesem Zweck sind die Triebräder an langen Kurbelarmen befestigt, deren Stellung durch Hydraulik-

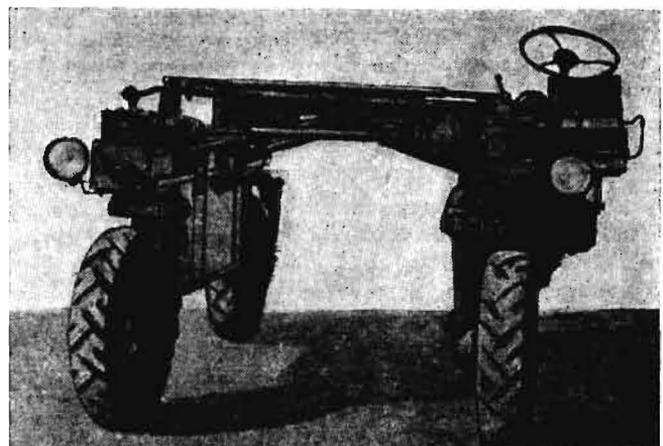


Abb. 2: Russischer Hangschlepper GS-1,5 für Reihenkulturen

¹⁾ Die Seitenstabilität der verschiedenen Schlepperbauarten wird z. Z. untersucht.

zylinder mit großem Hub automatisch geregelt wird; der Antrieb geschieht über Gelenkwellen von dem mit dem Rumpf verbundenen Achsantriebsgehäuse aus [5].

Gegen das seitliche Rutschen der Räder ist vereinzelt etwas unternommen worden. In der Ebene sollen verschiedene Radformen die Seitenführungskräfte der Räder erhöhen, z. B. die Schneidkränze an starren Rädern oder neben Luftreifen. Am Hang wird darüber hinaus lediglich versucht, die Folgen des seitlichen Abrutschens zu mindern, indem die Räder eingeschlagen werden. Ihr Abrutschen ist damit nicht beseitigt, sondern nur seine Auswirkung; leicht kann dabei der Fall eintreten, daß die Räder nicht mehr dem Fahrer gehorchen. Die Seitenkräfte können aber auch durch Seche aufgenommen werden; über entsprechende Versuchsergebnisse hat S ö h n e im März 1956 in Völkenrode berichtet [6]. Die Bergverstellung bei Pflügen und teilweise auch die Lenkung bei manchen Anhängegeräten sind nichts anderes als ein Mittel, zu verhindern, daß das seitliche Abrutschen sich störend bemerkbar macht.

Damit erhebt sich die Aufgabe, das seitliche Abrutschen der Räder am Hang zu vermindern; sie läuft zunächst auf eine Klärung der Zusammenhänge zwischen den wirkenden Kräften hinaus.

Am Querhang rutschen die Räder so lange seitlich ab, bis sie eine Schrägstellung zur Fahrtrichtung (Schräglaufwinkel) und damit zur Schichtlinie erreicht haben, bei der die Seitenführungskraft der Räder im Gleichgewicht mit der senkrecht zur Radmittelebene wirkenden Gewichtskomponente steht.

Eine Messung dieser Schrägstellung am Seitenhang, die mechanisch, elektrisch oder optisch erfolgen kann [7], gibt damit unmittelbar ein Maß für die Seitenführungsfähigkeit der Reifen und damit für ihre Brauchbarkeit und diejenige der hiermit ausgerüsteten Schlepper und Landmaschinen.

Systematische Versuche am Naturhang sind dadurch sehr erschwert, daß Bodenart und -zustand mit der Neigung stark wechseln und konstante Neigungen über größere Flächen mit konstanter Bodenart sehr selten sind. Deshalb werden nach Möglichkeit Versuchseinrichtungen so ausgebildet, daß die notwendigen Größen in der Ebene bestimmt werden können [8]. Betrachtet man die Vorgänge an einem in der Ebene seitlich rutschenden Rad näher, dann stellt man fest, daß Rad und Boden senkrecht zu dem in der Radmittelebene wirkenden Gewicht durch horizontale Kräfte beansprucht werden, also in einer Richtung, in der große Formänderungen am Luftreifen und am Boden entstehen können. Ändert man jedoch die Lage der Radebene so, daß die Resultierende aus Gewicht und Seitenkraft in ihr liegt, dann werden der Luftreifen in der ihm gemäßen Weise und der Boden am günstigsten beansprucht. Wie auch bei der Konstrukteur-Tagung im März 1956 erwähnt wurde, ist dieser Gedanke mehr oder weniger unbewußt schon verwirklicht worden, z. B. bei den schräggestellten Stützrädern von Scheibenpflügen und bei den luftbereiften Vorderrädern von Straßenhobeln und Planiergeräten; ihr Sturz kann mechanisch oder hydraulisch der wechselnden Richtung der Resultierenden angepaßt werden. Sofern am Hang nicht weitere in der Falllinie wirkende Kräfte auftreten, entspricht die Resultierende nach Größe und Richtung dem Gewicht, sie setzt sich geometrisch aus Normalkraft und Seitenkraft zusammen. Dies bedeutet aber, daß

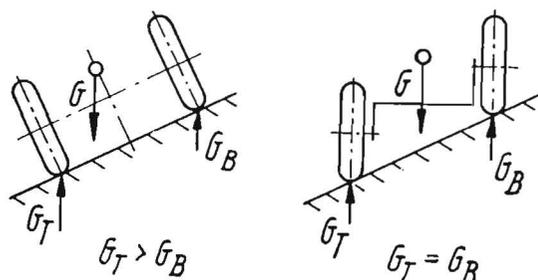


Abb. 3: Versuchskarre mit koaxialer Radstellung und mit Stufenstellung am Hang

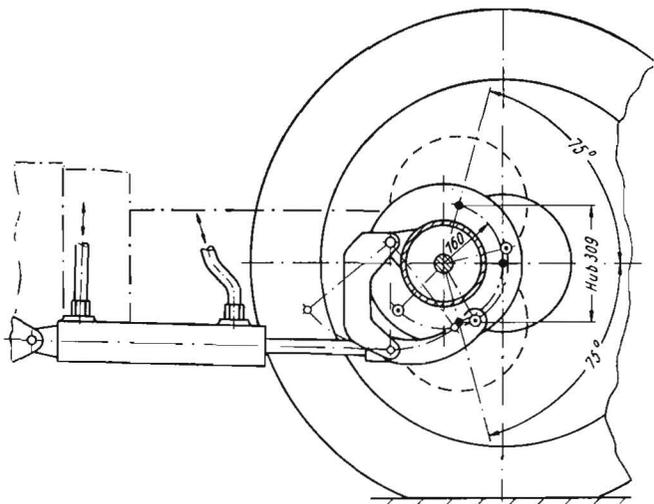


Abb. 4: Verstellkinematik der Triebräder

die Radmittelebene auch am Hang lotrecht stehen muß. Solche Versuche müssen tatsächlich am Hang durchgeführt werden, wenn sie nicht kompliziert werden sollen.

Hierzu wurde eine zweirädrige Versuchskarre gebaut, die jede beliebige parallele Stellung beider Räder gestattet, von einer koaxialen bis zur stärksten Stufenstellung (Abb. 3); außerdem kann die Schwerpunkthöhe verändert werden.

Erste Versuche mit dieser Karre wurden von L a n g e im Winter 1955/56 auf fester Fahrbahn durchgeführt; er hat im März 1956 in Völkenrode darüber berichtet [9]. Sie ergaben, daß auf fester Fahrbahn (Walzblech) der Schräglaufwinkel der Räder und damit die Schrägstellung der Fahrzeuglängsachse viel geringer ist, wenn die Räder stufenförmig, also nicht, wie üblich, koaxial an der Versuchskarre befestigt werden.

Die Überlegenheit der Stufenachse auf fester Fahrbahn ermutigte dazu, einen alten Plan für einen Versuchsschlepper aufzugreifen, dessen Seitenstabilität am Hang nicht schlechter sein sollte als in der Ebene; mit ihm sollten nunmehr die Versuche von Lange auch auf weiche Fahrbahnen und auf treibende Räder ausgedehnt werden. Sämtliche Räder mußten nach Wunsch aus der üblichen Anordnung so verstellt werden können, daß sie auch am Seitenhang lotrecht stehen.

Der Versuchsschlepper wurde nach einem Entwurf von C o e n e n b e r g unter weitgehender Verwendung serienmäßiger Teile, die von den Firmen Bosch, Eicher und Zahnradfabrik Friedrichshafen zur Verfügung gestellt wurden, im Institut gebaut.

Die für eine Verwendung vorhandener Teile einfachste Lösung der Radverstellung ergab sich durch eine derartige Änderung eines Portalgetriebes, daß jedes Seitenvorgelege mit Trieb- rad um die Ritzelwelle geschwenkt werden kann.

Die Verstellung der beiden Seitenvorgelege erfolgt naheliegenderweise hydraulisch, um rasch und mühelos die Räder dem Hang anpassen zu können, wie es inzwischen von den Selbstfahrmähdreschern bekannt geworden ist. Um die hohen Kräfte in der Lagerung der Seitenvorgelege an den Achstrich- tern aufnehmen zu können, wurden hier Kugellagerkränze eingebaut. Die beiden Hydraulikzylinder werden durch eine gesonderte Ölpumpe versorgt, die Bewegung wird durch ein Gelenkviereck auf das Seitenvorgelege übertragen (Abb. 4 und 5). Die Vorderräder werden dadurch parallel zu den Hinterrädern gestellt, daß sie durch Parallelogrammlenker geführt sind, deren „Steg“ zusammen mit dem Schlepper- rumpf aufgerichtet wird (Abb. 6). Die Kinematik wurde so gewählt, daß bei Stufenstellung am Querhang eine geringe geometrische Spurverschiebung der Vorderräder nach abwärts eintritt, wodurch die unvermeidliche Versetzung nichtgelenkter Hinterräder gegenüber den Vorderrädern gemindert wird. Die Versuche werden zeigen, wie die Lenker noch abgewan- delt werden müssen, vielleicht trapezförmig.

Die beiden Verstellzylinder sind so geschaltet, daß ihre Be- wegungen stets gegenläufig erfolgen. Man kann aber auch

an einen Gleichlauf denken, entweder zur gleichsinnigen Höhenverstellung beider Räder oder zur mehr oder weniger gleichzeitigen Federung beider Räder durch Zuschaltung von Luftpolstern. Allerdings treten bei dieser Art der Verstellung hohe Kräfte in den Hydraulikzylindern auf; sie können bei anderen Lösungen vermieden werden.

Die Regelung der Verstellzylinder erfolgt noch von Hand, jedoch ist auch eine automatische Einstellung unter dem Einfluß eines gedämpften Pendels möglich. Tastversuche an einer schon vorhandenen Versuchskarre für Krottheber ergaben, daß mit serienmäßig verfügbaren Teilen nicht ohne weiteres eine ausreichend gedämpfte, aber feinfühligere Regelung erreicht werden kann (Abb. 7). Von einer Durchbildung der Anlage wurde aber abgesehen, da es nicht Aufgabe des Instituts ist, über die Erstellung einer für Hangversuche geeigneten Einrichtung hinaus Entwicklungsarbeit zu leisten, zumal einwandfreie Regeleinrichtungen schon bekannt sind [5].

Auch für den Ackerwagen wäre eine derartige Einrichtung vorteilhaft. In Abbildung 7 soll die Spitze des Dreiecks den Schwerpunkt eines hoch beladenen Erntewagens markieren. So lange die Räder so verstellt sind, daß der Schwerpunkt nicht außerhalb des Lotes über den Radaufstandspunkten, bei Sattelanhängern über den Schenkeln des Stützdreiecks, liegt, könnte ein solcher Wagen am Querhang nicht umkippen. Beim Kurvenfahren bewirkt die automatische Verstelleinrichtung, daß sich das Fahrzeug wie ein Motorrad „in die Kurve legt“.

Die ersten Beobachtungen des Stufenschleppers am Hang haben bereits eine Bestätigung der aus den Versuchen auf fester Fahrbahn mit der Versuchskarre gezogenen Schlüsse gebracht: Der Schräglaufwinkel der Reifen in Stufenstellung ist wesentlich geringer als in Normalstellung. Dies zeigt sich sehr deutlich sowohl an den Vorderrädern, deren Lenkung auch am Hang mit feuchtem Boden völlig sicher wird und geringere Kräfte erfordert, sobald sie aufgerichtet sind (möglicherweise ist der übliche Nachlauf am Seitenhang ungünstig), als auch an den Hinterrädern, deren Spurversetzung gegenüber den Vorderrädern, abgesehen von dem Einfluß der Vorderachskinematik, beträchtlich geringer wird.

In den kommenden Versuchen soll am Hang der Einfluß der Radstellung sowohl auf den Schräglaufwinkel als auch auf Zugkraft und Schlupf geklärt werden. Hierbei wird auch untersucht werden müssen, ab die lotrechte Stellung der Räder am Hang eine vom üblichen abweichende Ausbildung der Lauffläche der Luftreifen verlangt. Tastversuche mit gezogenen starren Rädern erscheinen ebenfalls nötig. Falls einheitliche Boden- und Neigungsverhältnisse auf genügend großen Flächen nicht zu finden sind, kann möglicherweise auf eine Hang-Bodenrinne nicht verzichtet werden.

Die Lotrechtstellung des Schlepperrumpfes am Hang und in der Furche durch die Räderverstellung hat neben der besse-



Abb. 8:
Versuchsschlepper
beim Pflügen

ren Aufnahme der Kräfte zwischen Reifen und Boden weitere Vorteile:

1. Die Lasten auf den Berg- und Talrädern beziehungsweise Land- und Furchenrädern bleiben jeweils gleich; dadurch:
 - a) Reifeneinsenkung und Spurbildung des Tal- und Bergrades sind die gleichen, so daß die Fahrzeugquerneigung nicht wie sonst größer als die Hangneigung werden kann.
 - b) Die Zugkraft des bergseitigen Rades ist bei gleichem Bodenzustand dieselbe wie beim talseitigen; damit ist die höchstmögliche Zugkraft des Schleppers auch ohne Differentialsperre erreichbar.
 - c) Die Kippgefahr ist beseitigt oder selbst dann entscheidend verringert, wenn die Radverstellmöglichkeit nicht ganz ausreicht, um das Fahrzeug völlig lotrecht zu halten. Dies könnte dann eintreten, wenn beim Pflügen talwärts gewendet werden muß. Besonders günstig kann sich die Radverstellung bei Schmalspurschleppern auswirken, deren Schwerpunkt heute für gleiche Seitenstabilität tiefer gelegt werden muß als bei Schleppern mit Normalspur. Je schmaler die Spur eines Fahrzeuges ist, um so stärker wirkt sich die Radverstellung aus.
2. Lader können auch am Querhang ohne Kippgefahr verwendet werden, wenn die Ladeschaufel sich ihm anpassen kann.

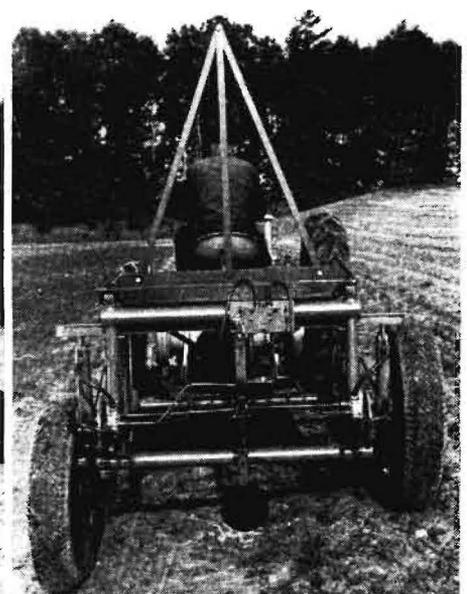


Abb. 5: Versuchsschlepper in Stufenstellung — Abb. 6: Versuchsschlepper in Stufenstellung — Abb. 7: Versuchskarre für automatische Hangverstellung

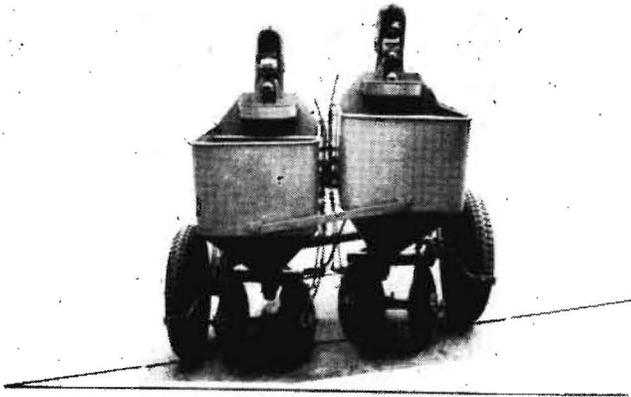


Abb. 9: Kartoffellegemaschine der Fa. Stoll, Broistedt, mit Hangverstellung

3. Der Fahrer kann auch am Hang und beim Pflügen (Abb. 8) in bequemer Haltung sitzen, er kann alle Bedienungsorgane wie sonst erreichen und besitzt ein Gefühl der Sicherheit, wie es auch ein Sitz mit veränderlicher Seitenneigung nicht geben kann.

Offen sind noch folgende Fragen:

1. Welche Verteuerung tritt durch die Radverstellung, die aus Sicherheitsgründen automatisch erfolgen sollte, für den Schlepper, seine Arbeitsgeräte und den Ackerwagen ein?
2. Wie ist die Radverstellung gegenüber der Hanglenkung der Triebachse zu bewerten?
3. Wie sind die Arbeitsgeräte am Schlepperrumpf anzulenken, damit sie sich auch bei verstellten Rädern den Spuren und der Bodenoberfläche genügend anpassen können?

Die erste Frage kann beantwortet werden, wenn konkrete Vorstellungen über serienmäßig mögliche Ausführungen vorliegen; die zweite, sobald Versuchsergebnisse und praktische Erfahrungen vorhanden sind.

Zu der dritten Frage kann vielleicht schon folgendes gesagt werden: Je nach der Art der Anlenkung und der Verstellbewegung der Räder ändert sich bei der Verstellung ihre Spurweite. Bei der gewählten Art bleiben der Abstand der Triebäder und bei ihrer lotrechten Stellung die lotrechte Projektion der Spurweite konstant. Damit wird aber die Spurweite auf der Hangfläche um so größer, je steiler ihre Neigung ist. Hierdurch ergeben sich besondere Bedingungen für die Anbringung der Zwischenachsgeräte.

Die Kinematik der Zwischenachsgeräte, in erster Linie der Hackgeräte, muß in der Querebene so sein, daß diejenigen

Werkzeuge, die in der Spur der Räder laufen sollen, möglichst geringe Abweichungen aufweisen. Je nach der Ausbildung der Kinematik bleibt entweder die Spurweite der Werkzeuge auch auf der Hangfläche konstant (Abb. 9) oder nur ihre lotrechte Projektion; sie ändert sich im letzteren Fall genau so wie die Spurweite des beschriebenen Stufenschleppers. Ein weiterer Unterschied kann auftreten: Entweder stehen die Werkzeugschnittflächen parallel zur Bodenoberfläche, also genau so, wie es beim Arbeiten in der Ebene und bis jetzt am Hang der Fall ist, oder sie können horizontal gestellt werden. Was günstiger ist, kann nur der Pflanzenbauer beziehungsweise die Beobachtung und der Versuch lehren. Da bei der Reihenkultur nur Kehrarbeit in Frage kommt, müßten die Werkzeuge wie üblich spiegelbildlich ausgebildet bleiben, könnten also keinesfalls dem Hang in nur einer Fahrtrichtung angeglichen werden.

Beim Mähwerk würde sich bei bergwärts liegendem Mähbalken die ohne Umlenkung unangenehme Schränkung des Kurbeltriebes am Hang ändern.

Die Kräfteverhältnisse in der Dreipunktaufhängung werden beim Pflügen vielleicht günstiger, auch kann das Einsetzen mit der gewünschten Arbeitsbreite besser werden, wenn beim Einfahren in die Furche die Verstellung der Räder die Schräglage mehr als ausgleicht. Untersuchungen sind noch erforderlich.

Schrifttum:

- [1] G. Hentschel, W. Korn u. H. Rühmann: Grenzen der Mechanisierung. Landtechnik 11 (1956) 1, S. 16-20.
- L. Löhr: Grenzen des Maschineneinsatzes am Hang. Technik und Landw. 8 (1956) 3, S. 60-64.
- L. Löhr: Maschineneinsatz im Gelände zwischen 15 und 30% Steigung. Intern. Landmaschinen-Markt 8 (1956) S. 4-7 und 40-45.
- F. Friedli und J. Hefti: Bericht über die Eignung des Vielzwecktraktors für schweizerische Verhältnisse. IMA-Mitteilungen 1 (1956) Nr. 8-11 (Beilage zu „Der Traktor u. d. Landmaschine“ 18 [1956] 8 und 10).
- [2] H. W. Sack: Longitudinal Stability of Tractors. Agr. Eng. 37 (1956) 5, S. 328-333.
- [3] A. Alpe: I vecchi Concorsi tennero a battesimo la motorizzazione macchine et motori agricoli 14 (1955) 5, S. 49-63, Abb. 1 u. 4.
- [4] Sch. J. Keresseli: Gebirgsschlepper. Deutsche Agrartechnik 4 (1954) 11, S. 313-316 und Selchomaschina Moskau 1954 N. 2, S. 15-19.
- E. Sorokin: Neue sowjetische Traktoren. Maschinno Traktornaja Stanzija 15 (1955) Nr. 10, S. 34-38.
- [5] D. C. Heitshu: The Self-Propelled Hillside Combine. Agr. Eng. 37 (1956) 3, S. 182-183 und 187.
- S. D. Pool: Controls of Full-Leveling Hillside Combine. Agr. Eng. 37 (1956) 4, S. 245-248.
- [6] W. Söhne: Verbesserung der Schlepperseitenführung am Hang durch Scheibenseche. Grundlagen der Landtechnik, H. 9, Düsseldorf 1957 (in Vorbereitung).
- [7] H. Skalweit: Einsatzgrenzen von Schlepper und Gerät am Querhang. Landt. Forsch. 6 (1956) S. 143-146.
- [8] H. Kremer und W. Söhne: Die Seitenführungskräfte starrer Räder. Grundlagen der Landtechnik, H. 9, Düsseldorf 1957 (in Vorbereitung).
- [9] H. Lange: Seitenführungskräfte von Ackerluftreifen. Grundlagen der Landtechnik, H. 9, Düsseldorf 1957 (in Vorbereitung).

Résumé:

Prof. Dipl.-Ing. H. Meyer: „Ein Stufenschlepper für Reifenversuche am Hang.“

Ausgehend von einer Betrachtung über die Kräfteverhältnisse zwischen Reifen und Boden am Seitenhang und von dem günstigen Ergebnis bei Versuchen auf fester Fahrbahn mit der Stufenkarre, wurde ein Versuchsschlepper gebaut, der es gestattet, die erforderlichen Versuche hinsichtlich Seitenführung, Zugkraft und Schlupf durchzuführen. Die ersten Beobachtungen bestätigten die Überlegenheit der Stufenstellung auch auf weicher Fahrbahn gegenüber der üblichen Anordnung der Achsen luftbereifter Lenk-, Fahr- und Triebäder. Auch in anderer Hinsicht ergeben sich manche Vorteile, so daß vielleicht auf diesem Wege, wenn er wirtschaftlich realisierbar ist, die Hangarbeit von Schlepper und Landmaschine verbessert und die Einsatzgrenze nach oben bis an das Anwendungsgebiet des Falllinien-Seilzuges verschoben werden kann.

Prof. Dipl.-Ing. H. Meyer: „Tyre Tests with Self-aligning Tractors on Inclined Surfaces.“

As a result of observations made on the forces involved between the tyre and the ground on laterally inclined surfaces and from the satisfactory results obtained with self-aligning trailers on solid roads, an experimental tractor was designed and built, on which tests on tractive effort, slip and lateral alignment could be made. The very first tests confirmed the superiority of the alignment as compared with the usual arrangement of pneumatictyred leading, carrying and driving wheels. This was also apparent on soft surfaces. Many other advantages were observed, so that it may be possible, provided it be economical, to improve the operating capacities of tractors, so that the point at which rope haulage must be resorted to is extended far beyond its present limits.

Prof. Dipl.-Ing. H. Meyer: «Tracteur à roues étagées destiné à des essais effectués sur des pneumatiques lors du travail sur les pentes.»

En tenant compte, d'une part, des conclusions tirées de l'examen du rapport des efforts développés entre les pneumatiques et le sol, lors du travail sur une pente et, d'autre part, des résultats favorables obtenus lors des essais sur un sol solide effectués à l'aide d'un véhicule à roues étagées, on a construit un tracteur expérimental au moyen duquel on a pu entreprendre des essais visant la direction latérale, l'effort de traction et le patinage. Les premiers résultats ont confirmé la supériorité de la disposition étagée des roues, même sur un sol mou, par rapport à la disposition usuelle des essieux et roues de direction, roues de marche et roues motrices garnies de pneumatiques. Cette disposition apporte encore d'autres avantages de sorte que l'on peut espérer améliorer le travail des tracteurs et outils agricoles sur les pentes et élargir leur champ d'application jusqu'à ce que la zone d'utilisation des treuils soit atteinte.

Ing. dipl. H. Meyer, catedrático: «Un tractor de escalón para el ensayo de neumáticos en pendientes.»

Saliendo de unas consideraciones relativas a la relación de los esfuerzos entre el neumático y el piso en declive lateral, así como a los resultados favorables conseguidos en pruebas hechas con un carro de escalón en terreno firme, se ha construido un tractor que permite efectuar los ensayos necesarios, en cuanto a conducción lateral, esfuerzo de tracción y patinaje. Las primeras observaciones confirmaron la superioridad de la posición de las ruedas en escalón, también en terreno blando, en comparación con la disposición corriente de los ejes de ruedas de dirección, de rodaje y de propulsión con neumáticos. Pudieron apreciarse otras ventajas más, existiendo quizás así la posibilidad de mejorar las condiciones de trabajo de tractores y de máquinas agrícolas enganchadas en pendientes laterales, siempre que la realización resulte racional, pudiendo elevarse el límite de su empleo hasta el margen de aplicación del polipasto en línea de caída.