

# NUTZEN DER KINEMATIK IN DER LANDTECHNIK

Die Kinematik ist eine besonders in Deutschland hochstehende Wissenschaft, deren Ergebnisse auf vielen Gebieten der Technik bereits nutzbringend verwendet werden. Es lag deshalb bei der Gründung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft nahe, die wissenschaftlichen Ergebnisse der Kinematik auch auf die Landtechnik zu übertragen. Bei landwirtschaftlichen Geräten und Maschinen sind die verschiedenartigsten Getriebe vorhanden. Die Arbeit konnte deshalb von verschiedenen Ansatzpunkten aus in Angriff genommen werden. Ein besonders in den letzten Jahren wichtiges und dringend zu bearbeitendes Problem waren die mit den Pflügen zusammenhängenden Fragen, insbesondere diejenigen, die den Anbaupflug betrafen. Deshalb sollen im vorliegenden Rahmen die damit zusammenhängenden getriebetechnischen Probleme aufgezeigt werden. Es ist zweckmäßig, wenn an bereits früher bekanntgegebene Untersuchungen und Ergebnisse über die Kräftewirkungen zwischen Pflug und Schlepper angeknüpft wird (1). Diese Untersuchungen waren notwendig, um eine teilweise Trennung der Kraft- und Bewegungsverhältnisse vornehmen zu können. Auf diese Weise ist das Erkennen der einzelnen Einflußgrößen leichter möglich.

## Tiefenhaltung des Pfluges

Ein wichtiges Kennzeichen für die Güte eines Pfluges ist seine möglichst konstante Tiefenhaltung, wenn der Schlepper über kurzweilige Hindernisse läuft. Dabei beschreiben die Anlenkpunkte am Schlepper bestimmte von der Art des Hindernisses abhängige Kurven, die wiederum den Pflug mehr oder weniger stark aus seiner Tiefenlage zu bringen versuchen. Es ist sehr schwierig, diese Abhängigkeiten bei Feldversuchen zu erkennen. Wesentlich bessere Ergebnisse verspricht die zeichnerische Untersuchung. Zu diesem Zwecke mußten erst entsprechende Verfahren gefunden werden, um die Schlepkkurven des Pfluges aufzeichnen zu können (2). Es ist erfreulich, daß hier im allgemeinen nur bewegungsgeometrische Fragen zu lösen sind, und die Kräfte nur insofern berücksichtigt zu werden brauchen, als immer eine Kraft, resultierend aus Bodenkraft und Gewicht, übrigbleiben muß. Die Unabhängigkeit zwischen Kräften und Bewegungen wird durch die Schleifsole des Pfluges bzw. durch die auf der Bodenoberfläche laufende Stützrolle erreicht.

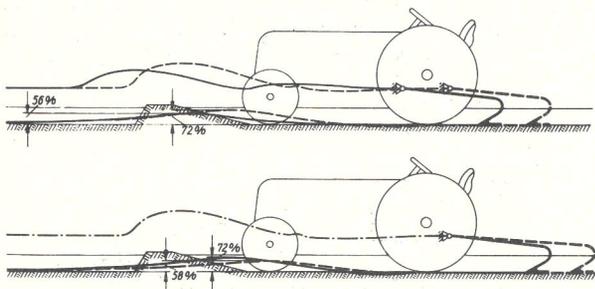


Bild 1: Schlepkkurven für Schwingpflug mit verschiedener Anlenkung und verschiedener Grindellänge.

Nimmt man ein kurzweiliges, vom Schlepper zu überfahrendes Bodenhindernis in seiner Höhe mit 100 % an, so kann man die höchste Erhebung des vom gelenkig angebauten Pflug erzeugten Furchengrundes ins Verhältnis hierzu setzen und erhält unmittelbar einen Bewertungsmaßstab. Nach Bild 1 zeigt sich, daß sowohl die Lage des Anlenkpunktes relativ zu den Schlepperrädern, als auch die Länge des Pfluggrindels ihren Einfluß auf die maximale Erhöhung des Furchengrundes ausüben. Der vor der Hinterradachse angelenkte Pflug erreicht 56, der dahinter angelenkte (oberes Bild) 72 %. Der Pflug mit kurzem Grindel erreicht 72, der Pflug mit langem Grindel nur 58 % (unteres Bild). Diese Ergebnisse sollen Vergleichswerte aufzeigen. Verwendet man einen Gelenkviereckpflug nach Bild 2, so kommt

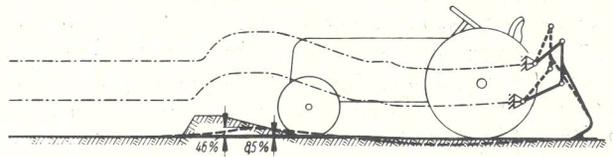


Bild 2: Schlepkkurven für Gelenkviereck-Pflug in verschiedener Anordnung.

man bei dem gleichen Hindernis wie vorher mit den zweckentsprechenden Lenkerlängen auf nur 8,5 %, d. h. also, daß mit der Verwendung eines Gelenkviereckpfluges wesentliche Vorteile verbunden sind. Anbaupflüge mit ideellem Führungspunkt, ein solcher kommt z. B. am Gelenkviereckpflug zustande, werden in großen Stückzahlen u. a. bei der Dreipunktaufhängung verwendet. Der ideale Führungspunkt ist bekanntlich ein sich nur augenblicklich einstellender Drehpunkt des Pfluges, der bei der Bewegung des Pflugsystems seine Lage dauernd ändert und kurzzeitig die gleiche Wirkung wie eine normale Achse hat. Da dieser Punkt nur ein geometrisches Kennzeichen ist und nicht als körperliche Achse dargestellt zu werden braucht, kann man ihn z. B. an einen besonders günstigen Punkt des Schleppers legen, der in Wirklichkeit gar nicht vorhanden zu sein braucht.

## Gelenksysteme

Für den Konstrukteur ist es außerordentlich wertvoll, sich vor Beginn der eigentlichen Konstruktionsarbeit einen möglichst guten Überblick über die für

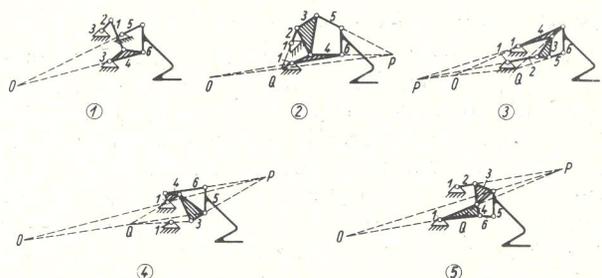


Bild 3: Pflujanlenkung an ideellem Drehpunkt.

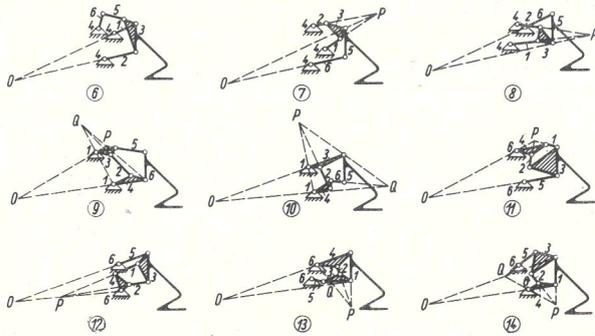


Bild 4: Pfluganlenkung an ideellem Drehpunkt.

den gedachten Zweck möglichen Gelenksysteme zu verschaffen. Derartige systematische Zusammenstellungen wurden im Institut für Landtechnische Grundlagenforschung bereits für verschiedene Anwendungsgebiete zusammengestellt, so auch für Pflugsysteme mit ideellem Führungspunkt (3). Die Bilder 3 und 4 zeigen alle möglichen Gelenksysteme, die mit dem gleichen Aufwand an Hebeln und Gelenken hergestellt werden können. Durch die getriebesystematischen Untersuchungen ist man in der Lage, genau anzugeben, wieviele Möglichkeiten für den gegebenen Zweck vorhanden sind, so daß der Konstrukteur die unbedingte Sicherheit hat, seine Auswahl lückenlos zu treffen. Es ist verständlich, daß bei der Auswahl aus der lückenlosen Zusammenstellung noch weitergehende Fragen über das für den gedachten Zweck günstigste Getriebe zu lösen sind. Die Entscheidungen können meist nur nach sorgfältiger konstruktiver Durcharbeitung getroffen werden.

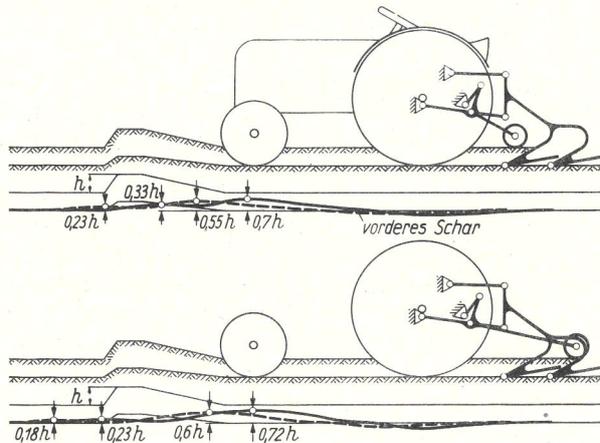


Bild 7: Entstehung der Furchensohle bei verschieden langem Tastrollenhebel.

### Handausheber und Kraftheber

Schlepperanbaugeräte werden noch mit Handaushebung und auch mit Kraftheber ausgerüstet. Im ersten Falle ist es zweckmäßig, die geringe zur Verfügung stehende menschliche Armkraft durch Ausgleichfedern, die beim Absenken gespannt werden, niedrig zu halten. Deshalb wurden eingehende Untersuchungen über den zweckmäßigen Einbau von Federn in Hubgetriebe vorgenommen. Auch hierbei ist es wichtig, sich systematische Zusammen-

stellungen zu schaffen. Bild 5\*) zeigt einen Teil einer solchen Systematik für den Fall, daß eine Last durch eine Feder ausgeglichen werden soll. Eine besondere Bedeutung hat jedoch der hydraulisch bewegte Kraftheber zum Heben und Steuern der Anbaugeräte erhalten. In kinematischer Hinsicht ist der Kraftheber ein in einem Zylinder geradlinig bewegter Kolben, der durch einen Flüssigkeitsdruck beaufschlagt wird. Den Ausschnitt aus einer Getriebesystematik zeigt Bild 6\*). Der Kraftheberzylinder soll hierbei um einen festen Punkt schwenkbar angeordnet sein und die Anzahl der Glieder und Gelenke für alle Anordnungen konstant bleiben. Getriebetechnische Untersuchungen an Krafthebergetrieben sollten sich damit befassen, durch zweckentsprechende Dimensionierung des Zwischengetriebes einen konstanten Druck am Kraftheberkolben möglichst in jeder Zwischengetriebebestellung zu erhalten, obgleich der Hebelarm der Schwerkraft sich dauernd ändert und damit ein ungleichförmig verlaufendes Drehmoment erzeugt. Diese Forderung läßt sich nicht immer leicht erfüllen, da auch andere zu überwindende Kräfte während der Bewegung ihren wirksamen Hebelarm im allgemeinen verändern (4).

### Verbesserung der Schlepperzugkraft

Auf den letzten DLG-Ausstellungen zeigte sich die Weiterentwicklung am Anbaupflug in dem Bestreben, durch eine zweckentsprechende gelenkige Verbindung mit dem Schlepper eine möglichst hohe Ausnutzung der Antriebsleistung des Schleppermotors zu erreichen. Dies ist möglich, wenn die Triebräder des Schleppers einer größtmöglichen Vertikalkraft ausgesetzt sind. Dadurch tritt naturgemäß ein unzulässiger Schlupf dieser Triebräder sehr viel später auf. Aus den Kräfteuntersuchungen des Instituts für Schlepperforschung konnten Folgerungen gezogen werden, bis zu welchem Grad eine Verlagerung der Vertikalkräfte auf die Schleppertriebachsen möglich ist. Durch entsprechende gelenkige Verbindungen zwischen Pflug und Schlepper kann der Triebraddruck auf Kosten des Sohlendruckes erhöht werden. Naturgemäß kann hierbei nur ein Mittelwert aus den Boden- und Tiefenschwankungen gewählt werden. Immerhin lassen sich durch günstige Getriebeanordnungen die Kräfte verhältnismäßig gut beherrschen. Verschiedene, auf den Ausstellungen gezeigte Ausführungen unterstrichen die theoretischen Feststellungen. Im allgemeinen mußte bei diesen Anordnungen dauernd oder von Zeit zu Zeit von Hand nachgeregelt werden. Eine Weiterentwicklung zu einem sich automatisch einstellenden Pflugsystem führt in das Wissensgebiet der Regeltechnik. In getriebetechnischer Hinsicht können zunächst einige Verbesserungen angestrebt werden. Bild 7 zeigt z. B. den Ersatz der im

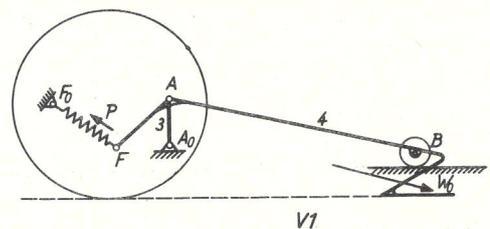


Bild 8: Selbsteinstellender Pflug.

\*) Bild 5 u. Bild 6 siehe Rückseite Umschlag. Bildunterschrift Seite 26.

allgemeinen mit dem Pflug fest verbundenen Stützrolle durch eine Tastrolle. Diese letztere steht mit dem eigentlichen Gelenksystem über ein Zwischengetriebe in Verbindung und beschreibt bei einer entsprechenden Übersetzung größere Vertikalwege als der Pflug selbst. Damit werden aber auch die auf diese Tastrolle wirkenden Kräfte entsprechend geringer, und außerdem wird wiederum das vom Schlepper überfahrene Hindernis nur in verkleinertem Maßstab kopiert. Weitere Möglichkeiten zeigen sich durch die Verwendung sogenannter „Selbsteinstellender Getriebe“, z. B. nach Bild 8. Bei solchen Getrieben dient eine zusätzliche Feder, die bei der Pflugarbeit zum Ausgleich der sich ändernden Bodenkräfte gespannt bleibt. Durch sinnentsprechende Anordnung dieser Feder ist es möglich, den Sohlendruck bei ändernden Bodenkräften konstant zu halten.

### Regelsysteme

Versucht man, den Anbaupflug als ein Regelsystem auszubilden, so muß man sich darüber im klaren sein, daß in einem solchen Regelsystem sowohl die Arbeitstiefe und die Arbeitsbreite als auch der Sohlen- und Anlagedruck selbsttätig geregelt werden müssen. Diese Forderung setzt aber zunächst eine Messung dieser Größen voraus und hier zeigen sich, dem gegenwärtigen Stand der Technik entsprechend, schon außerordentliche Schwierigkeiten, da z. B. eine einwandfrei laufende Tiefenmessung

noch nicht bekannt ist, die unmittelbar zur Regelung benutzt werden kann. Sollte aber die Messung aller zu regelnden Größen möglich werden, so sind Regelsysteme zu schaffen, die nach diesen Messungen selbsttätig eine Verstellung des gesamten Systems so vornehmen, daß die entsprechende Größe auf ihrem günstigen Sollwert gehalten wird. Es ist fernerhin zu berücksichtigen, daß die meisten verwendeten Anbausysteme, z. B. die bekannte Dreipunktaufhängung, als Raumgetriebe ausgebildet werden. Kinematische Untersuchungen an Raumgetrieben sind aber außerordentlich schwierig und zeitraubend, so daß bei der Weiterentwicklung des Anbaupfluges in der angegebenen Richtung noch viel Forschungsarbeit zu leisten ist.

### Schrifttumsnachweis

1. SKALWEIT, H.: Schlepper und Pflug, Forschung zwischen Theorie und Praxis. Landbauforschung 5 (1955), S. 29—31.
2. HAIN, K.: Die Form der Furchensohle auf unebenem Acker bei verschiedenen Anbausystemen. 11. Konstrukteurheft (1953), S. 72—76.
3. HAIN, K.: Die Entwicklung von Anbausystemen für Schleppergeräte aus sechsgliedrigen kinematischen Ketten. 11. Konstrukteurheft (1953), S. 65—71.
4. HAIN, K.: Kräfte und Bewegungen in Krafthebergetrieben.  
HAIN, K.: Konstruktion des Krafthebergetriebes für konstante Kolbenkraft. 12. Konstrukteurheft (1955), S. 45—68 u. S. 69—83.

Friedrich Hogreve, Institut für Konstitutionsforschung

## HOCHLEISTUNGSKÜHE IN NORD- UND SÜDDEUTSCHLAND

Über Konstitutionseliten beim Rind berichtete der Verfasser bereits 1954 (1). Es handelte sich um die Darstellung von Untersuchungsbefunden an schwarzbunten Dauerleistungskühen aus den Gebieten Lüneburg und Südhannover. Die Lüneburger Tiere gehörten nach Eintragungen im Rinderleistungsbuch verschiedenen Jahrgängen an und lebten noch. Die Tiere aus Südhannover verteilten sich ebenfalls auf mehrere Jahre. Sie waren im Gegensatz zu den Lüneburgern bereits durch Tod aus der Zucht und Nutzung eliminiert.

Einige Monate später wurden Angaben über direkte und indirekte Nutzleistungen unter dem Titel „Lebende Elitekühe der Höhenviehassen“ (2) veröffentlicht. Es handelte sich dabei um Tiere, die 1954 mit einer Milchleistung von 40 000 kg Milch und mehr in das Rinderleistungsbuch der Arbeitsgemeinschaft der Höhenviehzüchterverbände in München eingetragen sind.

Es heißt in dem Artikel:

„Einmal im Jahr wollen wir unsere besten lebenden Rinderleistungskühe in dieser Zeitschrift veröffentlichen. Sie verdienen eigentlich einen Orden für ihre braven Leistungen, die sie Tag für Tag und Jahr für Jahr erbrachten. ...“

Es wurden Erhebungen über Lebensdauer, erzeugte Milch und Milchfett in kg, Fett-% und die Zahl der Kalbungen von 47 Kühen des Höhenfleckviehes, 42 Kühen des Braunviehes, 1 Kuh des Gelben Höhenviehes und 2 Kühen des Roten Höhenviehes zusammengestellt. Sie ergeben ein anschauliches Bild von der Leistungskraft der Spitzenkühe der süddeutschen Zuchtverbände.

Es lag nun nahe, die süddeutschen Leistungsangaben vom Standpunkt der Konstitutionsforschung nach den gleichen Gesichtspunkten auszuwerten wie die erwähnten früheren, norddeutschen Erhebungen. Um volle Vergleichbarkeit zu haben, war es lediglich notwendig, auch aus einem norddeutschen Verband Tiere mit mindestens 40 000 kg erzeugter Milch heranzuziehen, die gleichfalls sämtlich 1954 als RL-Kühe eingetragen waren. Dankenswerterweise stellte die Herdbuchgesellschaft Lüneburg das gewünschte Tiermaterial zur Verfügung, so daß einem konstitutionell ausgerichteten Rassenvergleich der Spitzen- und Hochleistungskühe nichts mehr im Wege stand.

Aus beobachteten Übereinstimmungen und Differenzen in den Unterlagen von den konstitutionell wertvollsten Rindern, die die praktische Zucht auf-