

# Landtechnik von morgen

Folge

8

---

Eine Zusammenstellung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern auf den Informationstagungen auf Gut Schlüterhof gehalten wurden.

1. Wechselbeziehungen zwischen Schlepperleistung, Reifenabmessungen und Ackerboden; von Prof. Dr.-Ing. Walter Söhne, Seite 3
2. Rationelle Arbeitsverfahren von der Körnermaisernte bis zur Wintersaat; von Dr. Manfred Estler, Seite 10
3. Mais in der Rinderfütterung; von Dr. P. Hofmann, Grub, Seite 15



Herausgegeben von der  
MOTORENFABRIK ANTON SCHLÜTER MÜNCHEN · WERK FREISING



Die Schlüter-Informationstage sind zur Zeit die größten und meistbesuchten Tagungen für Landtechnik in der Bundesrepublik. In einer freiwilligen und modernen Kooperation der landtechnischen Wissenschaft und der Landmaschinenindustrie werden im Gespräch zwischen Wissenschaft, Industrie, Beratung und Praxis fortschrittliche Arbeitsmethoden besprochen, um damit die Landtechnik von morgen gemeinsam zu entwickeln.

Premiere hatte bei der Großvorführung im Herbst 1969 der neue Super 2000 V mit 165 PS nach DIN 70020 und 180 PS nach SAE, der zur Zeit der größte Allrad-Acker-Schlepper in Europa ist. Mit dem Super 2000 V wird eine Tagesleistung erreicht, die der Gesamtgröße eines mittleren Bauernhofes entspricht.



# Wechselbeziehungen zwischen Schlepperleistung, Reifenabmessungen und Ackerboden

von Prof. Dr.-Ing. Walter Söhne

Die Kosten für Unterhaltung und Betrieb von 1,3 Millionen Traktoren in der Bundesrepublik belaufen sich auf über zwei Milliarden DM im Jahr. Der Wirkungsgrad der Übertragung der Motorleistung über den Reifen in eine Zugleistung liegt im Mittel bei 47 Prozent. Gelänge es, diesen Wirkungsgrad auf 52 Prozent zu verbessern, so wäre das schon eine Ersparnis an Betriebskosten, Lohn, Abschreibung etc. in der Größenordnung von 100 Millionen DM. Dies kann aber keineswegs nur durch Schlepper- und Reifenhersteller erzielt werden, sondern bedarf auch eines günstigeren Einsatzes und einer besseren Anpassung an die Bodenverhältnisse durch den Landwirt.

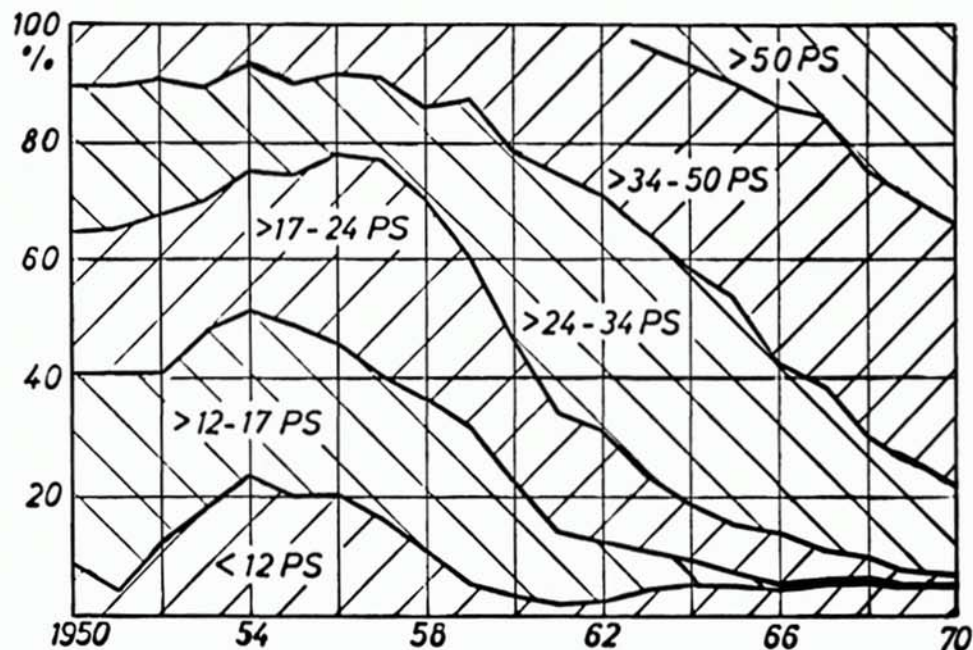


Bild 1: Entwicklung des Anteils der Größenklassen der Schlepperproduktion in der Bundesrepublik zwischen 1950 und 1970.

Die Ackerschlepperreifen wurden folgendermaßen entwickelt:

1. Schon die ersten Reifenkonstrukteure hatten erkannt, daß zur Erfüllung der doppelten Aufgabe – das Gewicht des Schleppers zu tragen und große Zugkräfte auf den Boden abzustützen – großvolumige Reifen mit einem niedrigen Innendruck von 0,8–1,5 atü erforderlich waren.
2. Die ersten Schlepperreifen hatten eine flache, wellige Profilierung, wie sie später nur noch bei Sandböden verwendet wurde. Eine wesentliche Verbesserung der Griffigkeit ergab sich durch die Einführung der Hochstollenreifen, mit denen besonders auf oberflächlich durchweichten Böden, oder nassen Böden mit Bewuchs, erheblich höhere Zugkräfte erzielt werden konnten.
3. Der Übergang von einer geschlossenen zu einer offenen Profilierung machte die Reifen flexibler, so daß sich ihre Aufstandsfläche vergrößerte.
4. Nach dem Kriege kamen die Breitbettfelgen-Reifen auf, die den Materialbedarf verringerten und die Seitenstabilität erhöhten.
5. Die Einführung der Kunstseide- anstelle der Baumwollkordeinlagen ermöglichte es, die tatsächliche Lagenzahl bei gleichbleibender Nenn-Plyrating-Zahl auf etwa die Hälfte zu reduzieren, wodurch, besonders bei großen Reifen, wiederum der Materialbedarf verringert wurde und die Reifen ebenfalls flexibler wurden.
6. Die letzten Entwicklungen sind Niederquerschnittsreifen, Terrareifen und Schleppe rgürtelreifen.

Die starke Zunahme der Schlepperleistungen übte einen großen Einfluß auf die Reifenentwicklung aus (Bild 1). Im Jahre 1956 lagen noch 77 Prozent der Schlepperproduktion in den Leistungsklassen: kleiner als 12 PS, 12–17 PS und 17–24 PS. Der Absatz der Klasse kleiner als 12 PS war schon 1961 völlig zusammengebrochen, hat sich aber inzwischen wieder auf etwa 5 Prozent erholt, weil Einachsschlepper durch kleine Zweiachsschlepper dieser Klasse ersetzt wurden. Die Klassen zwischen 12 und 24 PS spielen keine Rolle mehr. Trotzdem ist nicht auszuschließen, daß sich auch hier wieder ein gewisser Ersatzbedarf, z. T. auch für Einachsschlepper, ergeben wird, der aber prozentual gering bleiben wird. Es ist anzunehmen, daß auch die Leistungsklasse 24–34 PS noch mehr abnehmen wird. Dann würde in naher Zukunft eine u n t e r e Klasse um 40 PS – in kleineren Betrieben als Universalschlepper und in größeren Betrieben für leichtere Arbeiten wie Bestell- und Pflegearbeiten in Reihenfrüchten – und eine o b e r e Klasse zwischen 60 und 90 PS – in größeren Betrieben für die Bodenbearbeitung und für Landmaschinen mit hohem Zapfwellenleistungsbedarf – dominieren. Von den Schleppern der oberen Klasse wird ein erheblicher Anteil Allradantrieb besitzen. Bild 2 zeigt die Entwicklung der mittleren Leistung der Neubauschlepper in den USA und der Bundesrepublik Deutschland mit einer Prognose bis zum Jahre 1974.

Für Schlepper konventioneller Bauart mit Allradantrieb mag sich eine obere Grenze bei 160 PS ergeben. Bei noch größerer Leistung werden die Schlepperhinterräder zu groß. Im Bereich zwischen 130–250 PS werden sich vermutlich Allradschlepper mit Knicklenkung und gleichgroßen Hinter- und Vorderrädern durchsetzen und



falls, wie in der UdSSR, ein Bedarf für noch stärkere Schlepper über 300 PS besteht, wäre eine Dreiachsenausführung mit gleichgroßen angetriebenen Rädern nicht auszuschließen.

Im Laufe einer zwanzigjährigen Schlepperentwicklung ist das mittlere Leistungsgewicht von etwa 70 kg/PS bei einem 30-PS-Schlepper auf 44 kg/PS bei einem 60-PS-Schlepper gesunken. Das wurde ermöglicht durch den Übergang zu tiefergeregelten Anbaupflügen, bei denen das Pfluggewicht und die nach unten gerichteten Bodenkräfte auf die Pflugkörper auf die Schlepperhinterräder übertragen werden. Allradschlepper, von denen man auch bei ungünstigen Bodenverhältnissen höhere Zugkräfte verlangt, sind durch den konstruktiven Aufwand für den Vorderradantrieb noch etwas schwerer als Hinterradschlepper. Eine vorsichtige Prognose läßt aber mit steigender Arbeitsgeschwindigkeit, vor allem bei hoher Schlepperleistung, ein noch geringeres Leistungsgewicht erwarten, so daß der 100-PS-Allrad-Schlepper von 1980 vielleicht nur noch 3000-3500 kg wiegt.

Zur Vergrößerung der Tragfähigkeit der Reifen ging man nach dem Kriege daran, den Reifendurchmesser zu vergrößern. Jedoch steigt die Tragfähigkeit eines Reifens sehr viel mehr mit der Reifenbreite als dem Durchmesser (Bild 3). Das ist gleichsam ein Naturgesetz und läßt sich mit Modellgesetzen beweisen. Wollte man die notwendige Tragfähigkeit der Reifen durch ähnliche Vergrößerungen erreichen, so würden die Reifen übermäßig große Durchmesser erhalten. Infolgedessen mußte man zu überproportional verbreiterten Reifen mit nur wenig vergrößerten Durchmessern übergehen (Bild 4). Dabei spielen natürlich die Reifenkosten eine entscheidende Rolle. Bezieht man den jeweiligen Reifenpreis auf die Tragfähigkeit, so steigt dieser relative Preis mit dem Durchmesser an, mit der Reifenbreite nimmt er geringfügig ab. Auch aus diesem Grund kommt man bei großen Lasten nicht um breite Reifen herum.

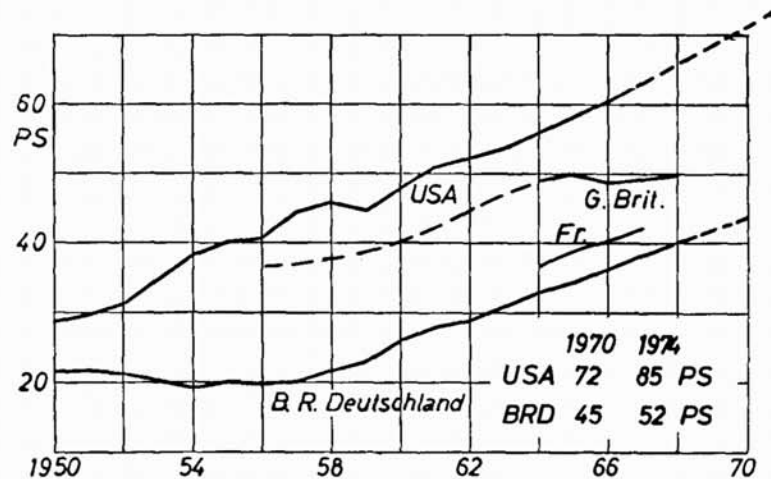


Bild 2: Entwicklung der mittleren Motorleistung der Neubauschlepper in den USA, Großbritannien und der Bundesrepublik in der Zeit von 1950 bis 1970.

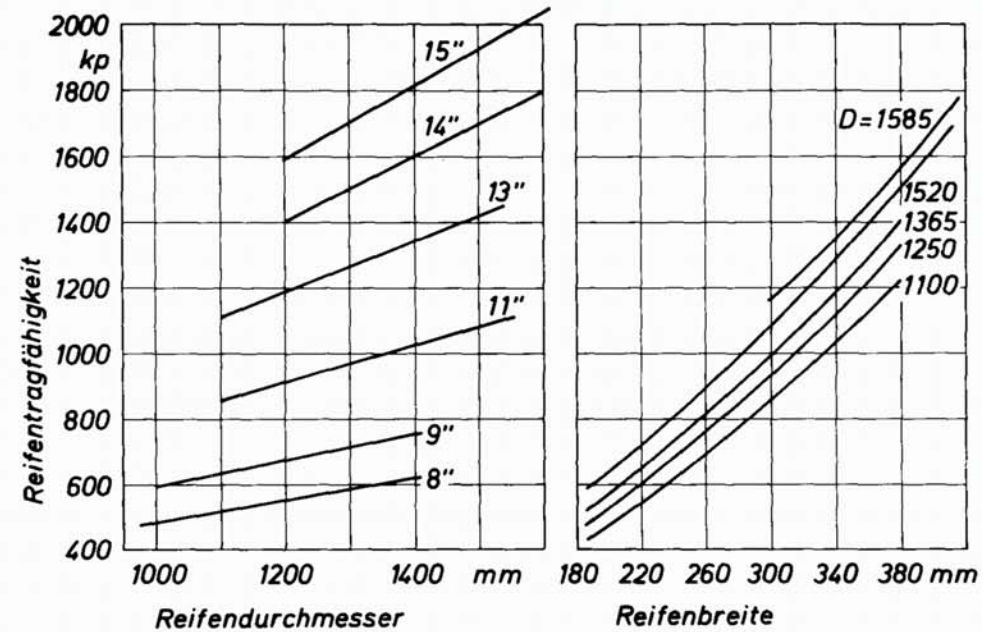


Bild 3: Reifentragfähigkeit in Abhängigkeit von Durchmesser und Breite.

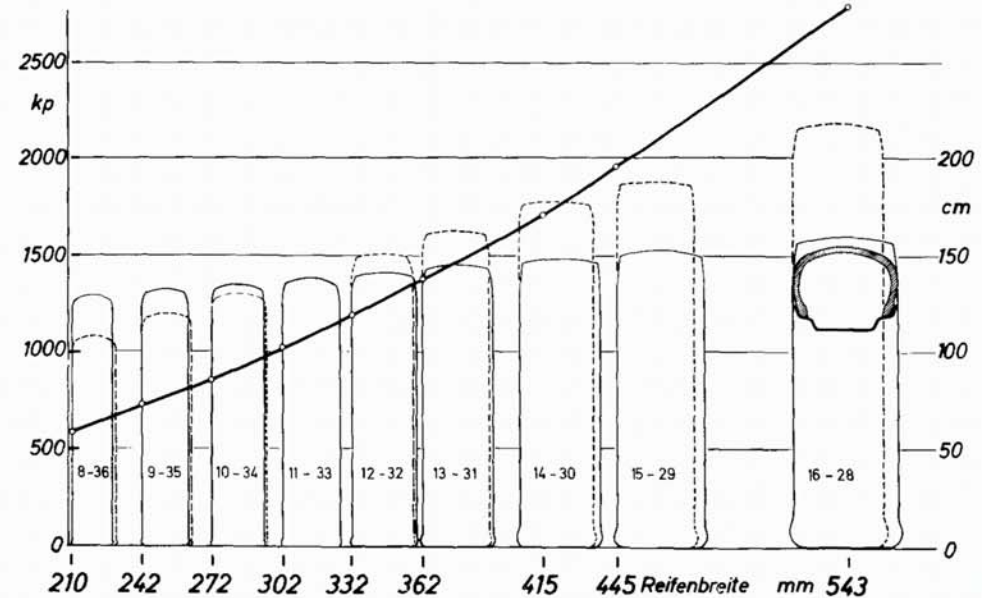


Bild 4: Tragfähigkeit ähnlich vergrößerter und überproportional verbreiteter Reifen.



Bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen müßte man die Reifengrößen besser den Bodenarten und den Reifeninnendruck den jeweiligen unterschiedlichen Bodenzuständen anpassen. Aus obengenannten Gründen kann man den Durchmesser nur wenig vergrößern. Eine Verbreiterung der Reifen wirkt sich aber lange nicht so günstig auf den Rollwiderstand aus, weil mit größerer Breite auch die Reifenspur größer wird und damit die zu deformierende Bodenmenge.

Jedoch kann man bei gleicher Last und breiteren Reifen den Luftdruck absenken. Je mehr sich dadurch der Reifen abplattet, um so länger wird die Aufstandsfläche und um so geringer der Rollwiderstand. Für die deutschen Ackerwagen kann man wahlweise Normreifen mit Innendrücken von 3–4 kp/cm<sup>2</sup>, und für schwierige Bodenverhältnisse Breitreifen mit Innendrücken von 2–2,75 kp/cm<sup>2</sup> verwenden. Nach Messungen von Sonnen ergeben sich durch den Übergang zu Breitreifen Verringerungen des Rollwiderstandes um 15–30%, besonders auf nachgiebigen Böden. Ein Beispiel für einen solchen großvolumigen Niederquerschnittreifen ist der Reifen 15–17 AM mit einer Breite von 380 mm, einem Durchmesser von 850 mm und einer maximalen Tragfähigkeit von 2250 kg bei einem Luftdruck von 2,25 kp/cm<sup>2</sup>. Aufgrund des geringen Außendurchmessers ist dieser Reifen besonders auch für Ladewagen geeignet, die eine niedrige Plattformhöhe besitzen.

#### Analyse der Verluste bei der Triebkraftübertragung

Schlepperreifen sollen bei kleinem Rollwiderstand möglichst hohe Triebkräfte übertragen. Die Triebkraftkurven von Schlepperreifen in Abhängigkeit vom Schlupf hängen natürlich sehr stark von den Bodenarten und -zuständen, den Reifendimen-

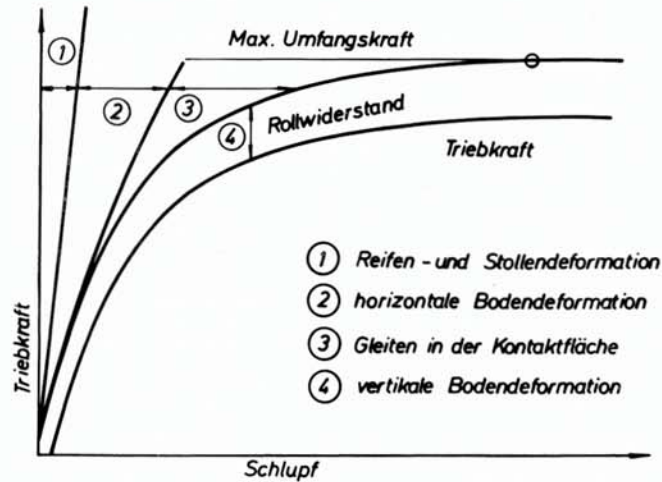


Bild 5: Analyse der Triebkraftschlupfkurve mit schematischer Darstellung der einzelnen Verlustquellen.

sionen, dem Innendruck und der Profilierung ab. Auf griffigem, trockenem Boden erreicht man schon bei relativ kleinem Schlupf maximale Triebkraftbeiwerte zwischen 0,8 bis 1,0. Bei guten Bodenverhältnissen kann man auf trockenem, lehmigem Stoppelfeld Triebkräfte von 70% der Hinterachslast, auf feuchtem, lehmigem Sandboden von 50% der Hinterachslast erreichen.

Für die Größe der maximalen Umfangskraft  $U_{\max}$  eines Reifens ist maßgebend:

1. Die Größe der Last  $G$ , die in der Berührungsfläche  $F$  abgestützt wird, multipliziert mit dem Reibungsbeiwert Gummi auf Boden bzw. dem Scherwert  $\mu = \tan \varphi$  Boden auf Boden.
2. Die Größe der Berührungsfläche  $F$  zwischen Reifen und Boden multipliziert mit der Kohäsion  $c$  des Bodens. Die maximale effektive Triebkraft ergibt sich aus der maximalen Umfangskraft  $U_{\max}$  weniger dem Rollwiderstand  $R$

$$T_{\max} = U_{\max} - R = G \cdot \tan \varphi + c \cdot F - \rho \cdot G$$

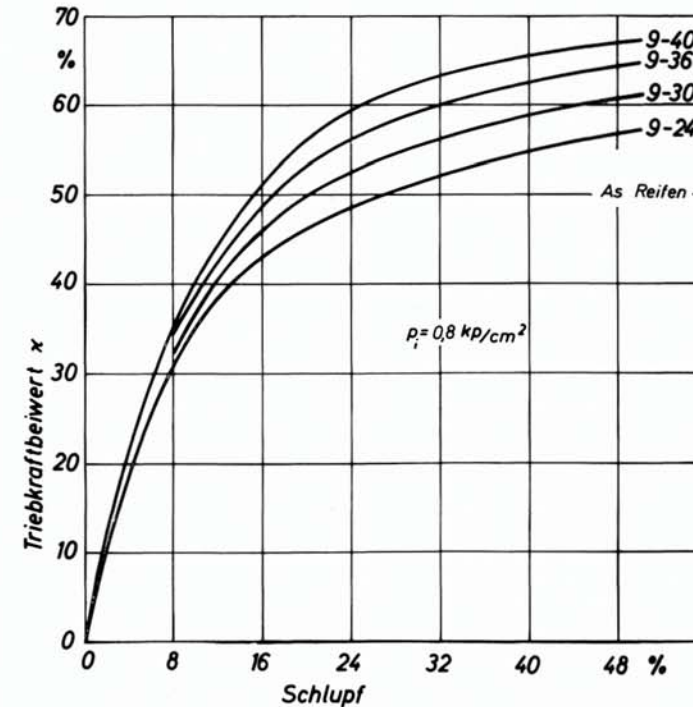


Bild 6: Triebkraftbeiwerte in Abhängigkeit vom Schlupf für verschiedene Reifendurchmesser nach Kliefoth, Bock und Sonnen.

Wenn sich eine Triebkraft ausbildet, wird der Boden zunächst verformt und verspannt. Eine Analyse der Umfangskraft- und Triebkraftschlupfcurve (Bild 5) ergibt, daß der Gesamtschlupf sich zusammensetzt aus dem von der Reifendeformation hervorgerufenen Anteil, dem der Bodendeformation und vom Gleiten der Profilstollen und des zwischen ihnen abgesicherten Bodens auf dem Boden. Der Anteil der Reifendeformation wird beim Gürtelreifen beträchtlich reduziert. Der Anteil der Bodendeformation, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung wird durch kleineren Reifennendruck bei großvolumigen Reifen verringert. Wenn der Rollwiderstand abnimmt, vergrößert sich entsprechend die Triebkraft.

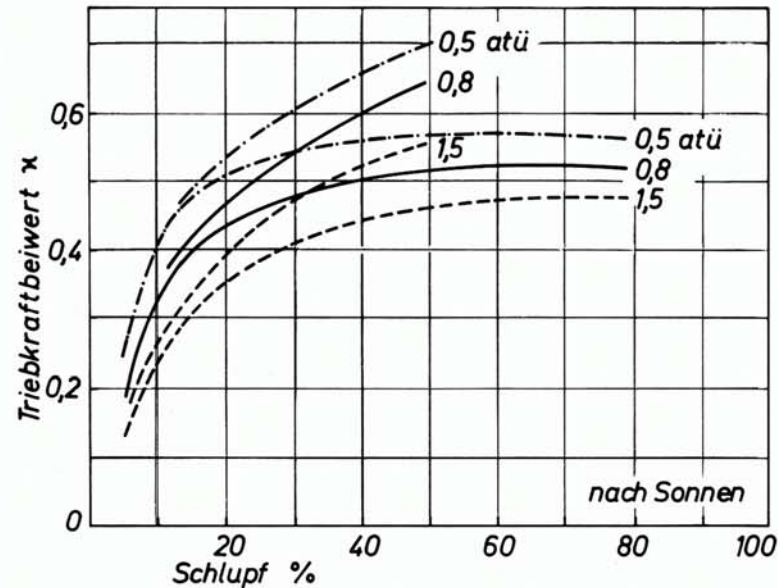


Bild 7: Triebkraftbeiwert in Abhängigkeit vom Schlupf bei unterschiedlichem Reifennendruck auf feuchtem Lehm und feuchtem Sand.

### Einfluß der Reifenabmessungen auf die Triebkraft

In welchem Maße die Triebkraftbeiwerte in Abhängigkeit vom Schlupf mit größerem Reifendurchmesser sogar auf festem Boden ansteigen, zeigt Bild 6. Diese Verbesserung rührt von der Verlängerung der Kontaktfläche und der Verringerung des Rollwiderstandes her.

Eine Vergrößerung der Reifenbreite ergibt dagegen ein uneinheitliches Bild. Je nachdem es sich um einen mehr oder weniger kohäsiven Boden handelt, kann eine Verbreiterung bei gleichem Innendruck den Triebkraftbeiwert vergrößern, aber auch im unteren Schlupfbereich verkleinern. Will man schmale und breite Reifen bei gleicher Radlast miteinander vergleichen, müßte man den Innendruck des brei-

teren Reifens entsprechend absenken. Mit kleinerem Luftdruck vergrößern sich in allen Fällen die Triebkraftbeiwerte besonders bei weichen, nachgiebigen Böden, weniger bei hartem, trockenem Stoppfeld. Dies haben Sonnen u. a. auf verschiedenen schweren Böden gemessen (Bild 7). Man kann aber den Innendruck nur so weit senken, wie es Tragfähigkeit und Rücksicht auf die Lebensdauer des Reifens erlauben.

Für niedrigere Luftdrücke müssen großvolumigere Reifen gewählt werden. Noch günstiger wirken sich Zwillingsreifen aus. Dabei kann der Luftdruck auf etwa 60% des Druckes von Einzelreifen herabgesetzt werden.

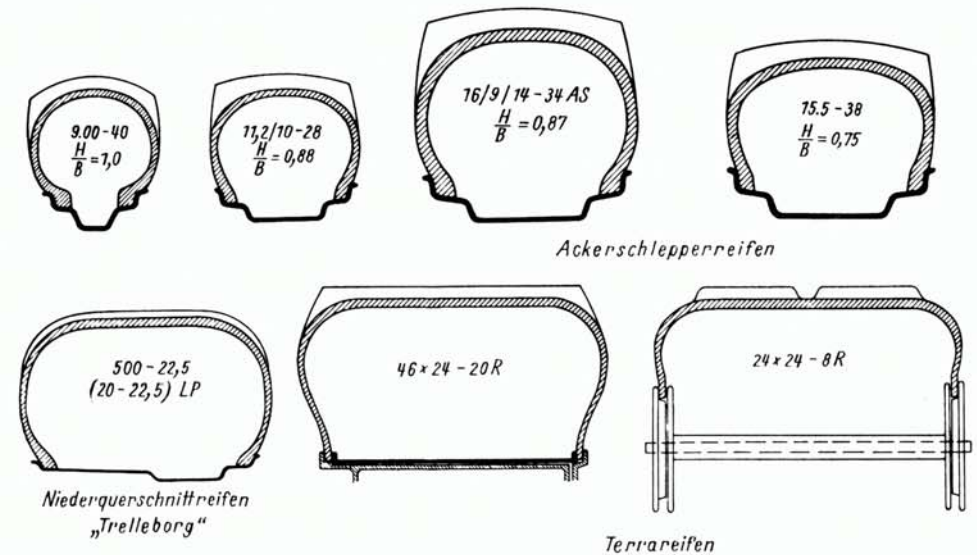


Bild 8: Entwicklung der Querschnitte von Ackerschlepperreifen, Niederquerschnitts- und Terrareifen.

Über den Einfluß der Achslast durch Zusatzgewichte und Wasserfüllung der Reifen auf die Triebkraftbeiwerte liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Auf Reibungsböden steigt die Triebkraft proportional zur Achslast. Auf festen, bindigen Böden kann der Triebkraftbeiwert bei Unterbelastung der Reifen schlechter sein als bei voller Auslastung. Auf wenig tragfähigen Böden bewirkt eine Erhöhung der Achslast zwar noch eine Erhöhung der Triebkraft, jedoch wird der Triebkraftbeiwert kleiner, besonders auf nassen Moorböden.

Für unterschiedliche, schwierige Bodenverhältnisse sollte der Schlepper- und Landmaschinenhersteller immer Reifenübergrößen bereitstellen. Doch sollten diese keinen größeren Durchmesser haben, damit Schlepperschwerpunkt und Dreipunktaufhängung nicht höher zu liegen kommen und sich die Geschwindigkeit nicht vergrößert. Aus diesem Grund, und um den Materialaufwand zu verringern, wurden die



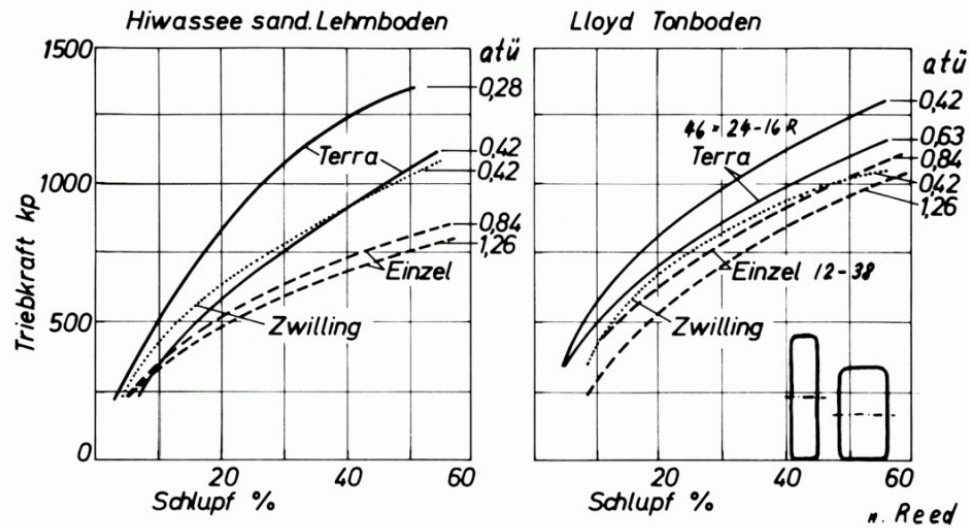


Bild 9: Triebkraftschlupfkurven von Terrareifen, Zwilling- und Einzelreifen auf zwei verschiedenen Böden nach Reed.

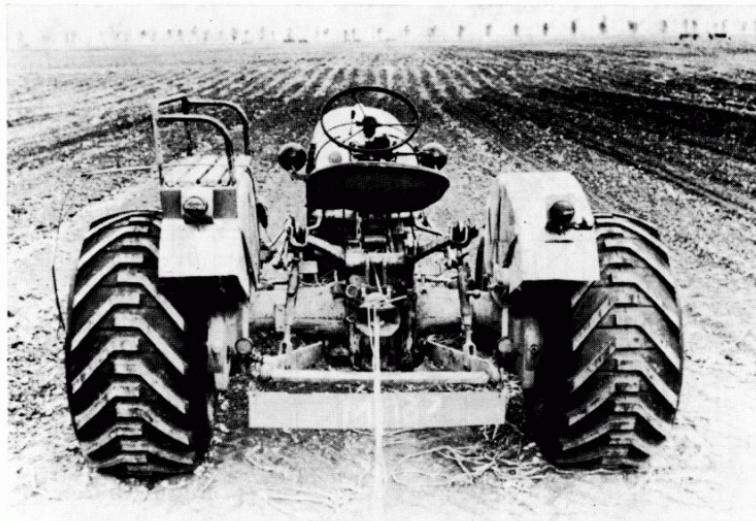


Bild 10: Versuchsschlepper mit Terrareifen.

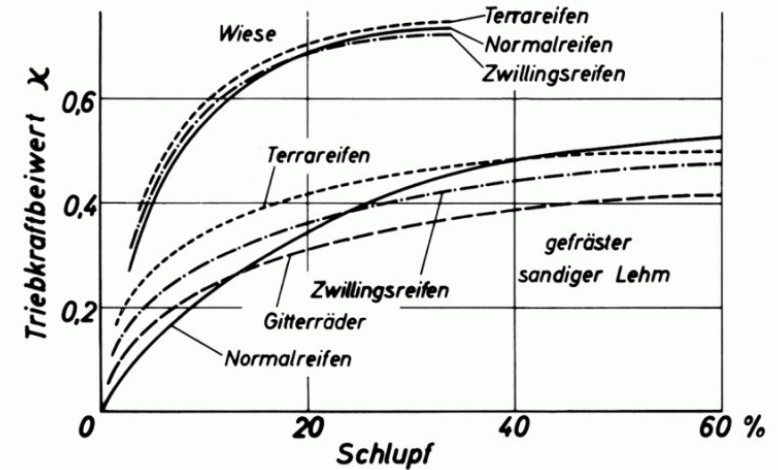


Bild 11: Triebkraftbeiwert-Schlupfkurven von Terrareifen, Zwillingstreifen, Reifen mit Gitterrädern und Normalreifen auf Wiese und gefrästem, sandigem Lehm.

Niederquerschnittsreifen entwickelt. Bei ihnen beträgt das Verhältnis Querschnittshöhe zur -breite nur noch etwa 0,6 (Bild 8). Mit ihnen können auch zusätzliches Ballastgewicht oder schwere Anbaugeräte besser getragen werden.

In konsequenter Weiterentwicklung dieser Idee wurden von der Fa. Goodyear die Terrareifen mit besonders großem Luftvolumen, niedrigem Innendruck und hoher Flexibilität entwickelt. Sie hinterlassen die geringsten Spurtiefen. In der europäischen Landwirtschaft fanden sie wegen ihres hohen Preises bis jetzt noch keinen Eingang. Ein Vergleich mit Einzel- und Zwillingstreifen (Bild 9) zeigt, daß sie umso überlegener sind, je niedriger ihr Innendruck ist.

Unsere Untersuchungen bei einem Vergleich von konventionellen Reifen, Zwilling- und Terrareifen (Bild 10) ergaben zwar auf einer Wiese keine spürbare Verbesserung der Triebkraft, weil die Profile der weichen Terrareifen sich nicht in die Gras-

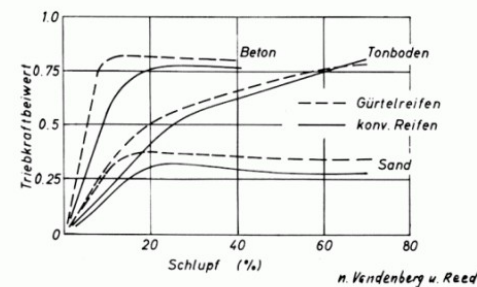


Bild 12: Triebkraftbeiwert-Schlupfkurven für konventionelle und Gürtelreifen auf verschiedenen Böden nach Vandenberg und Reed.

narbe eindrücken. Entscheidend verringert wurde aber die Beschädigung der Grasnarbe. Bei maximaler Zugkraft konnte man mit Terrareifen den Rasen fünfzehnmal überfahren, ehe er die gleiche Beschädigung zeigte wie durch drei Überrollungen mit konventionellen Reifen.

Wenn es einer europäischen Firma gelingt, großvolumige Reifen im Sinne der Terrareifen preiswert herzustellen, so würde ich sie für Grünlandbetriebe in Hanglagen empfehlen, weil sie bei kleinem Durchmesser hohe Triebkräfte entwickeln, den Rasen schonen und wegen der niedrigen Schwerpunktlage nicht so leicht zum seitlichen Überschlag neigen.

Auf 12–14 cm tief gefrästem, trockenem, sandigem Lehm (Bild 11) waren die Terrareifen im Arbeitsbereich zwischen 10 und 20% Schlupf beträchtlich überlegen. Bei hohem Schlupf fräste sich der Normalreifen bis auf den festen Grund und verbesserte dadurch seine Triebkraft.

### Gürtelreifen

Einen echten Fortschritt bedeuten die Gürtelreifen nicht nur bei sportlichen Automobilen, sondern auch bei Ackerschleppern. Als Folge ihrer größeren Seitenwandflexibilität haben sie eine flachere Federkennlinie, dadurch eine größere Berührungsfläche, geringeren Rollwiderstand und Schlupf bei höheren Triebkräften (Bild 12). Der Gürtel verteilt eine tangentielle Verformung der Reifen als Folge hoher Triebkräfte auf 200° des Reifenumfangs und verhindert den Zusammendrückungs-Ausdehnungszyklus in der Berührungsfläche mit dem Boden sowie Seitenwand-

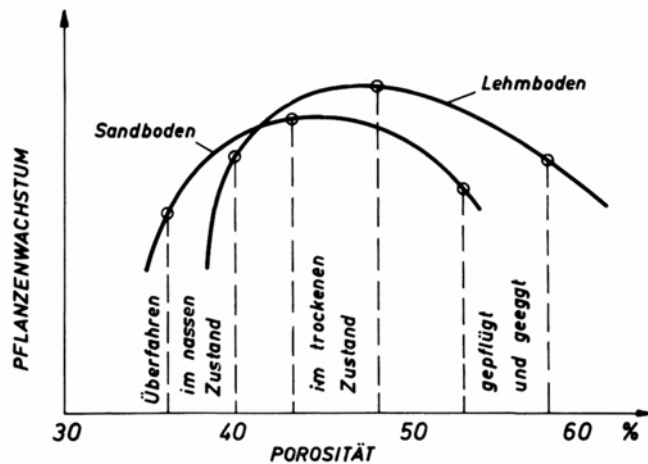


Bild 13: Schematische Darstellung des Pflanzenwachstums in Abhängigkeit von der Bodendichte sowie Bodendichten, die beim Befahren auf trockenem und nassem Lehm und Sandboden erzielt werden.

bucket. Diesen Vorteilen stehen aber auch Nachteile gegenüber, nämlich der höhere Preis, der sich aus der schwierigen Herstellung ergibt und angeblich verwundbarere Seitenwände, wenn der Reifen seitlich gegen eine scharfe Kante rollt; schließlich kann der geringere Zusammendrückungs-Ausdehnungsverlauf in der Berührungsfläche bei bestimmten Bodenverhältnissen auch zu einem leichteren Verschmieren des Gürtelreifens führen. Während die Vorzüge der Gürtelreifen in Versuchen verschiedener Forschungsanstalten z. B. des US-Tillage-Laboratoriums nachgewiesen wurden, konnten sich die amerikanischen Reifenhersteller noch nicht entschließen, Gürtelreifen in großem Stile herzustellen, weil dies erhebliche Kosten für neue Fertigungseinrichtungen mit sich bringt. In Europa ist die Situation etwas günstiger, nachdem eine italienische und französische Firma Schrittmacherdienste leisteten.

### Reifenprofilierung

Ein weiteres Problem, mit dem sich die Reifenindustrie immer wieder beschäftigt hat, ist die Verbesserung der Zugfähigkeit durch geeignete Profilgestaltung. Dabei müssen für unsere Ackerschlepper die Reifenprofile auch für den Straßenverkehr geeignet sein, was in Amerika nicht in gleichem Maße gefordert wird, und anderer-

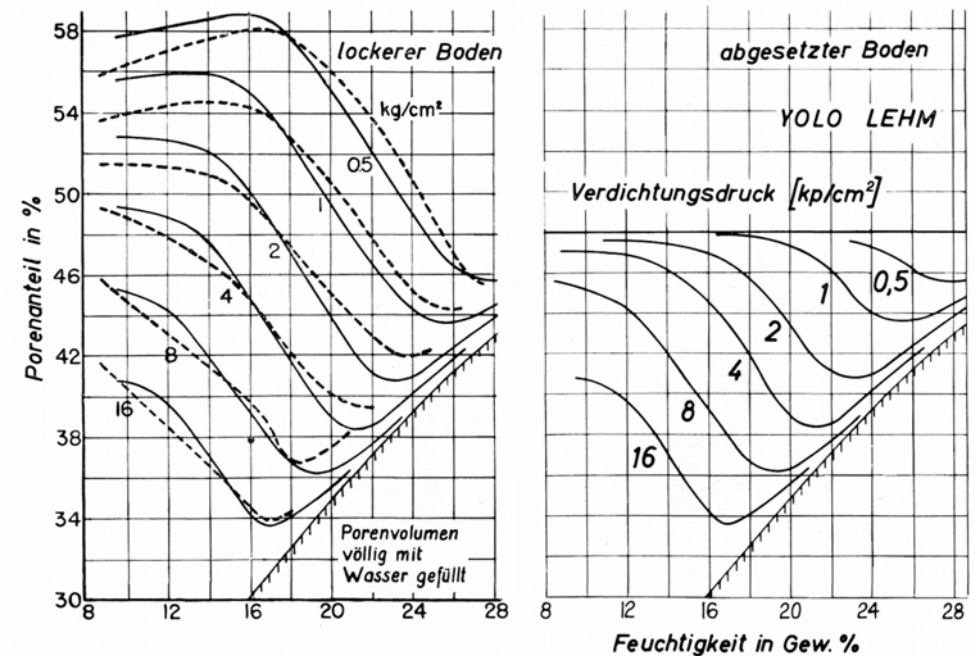


Bild 14: Zusammendrückbarkeit eines Yolo-Lehmbodens in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit, links locker gefräster Boden, rechts abgesetzter Boden.



seits sich bei schmierigem Boden selbst reinigen. Für oberflächlich nasse und schmierige Böden, auf denen normale Profile leichter durchrutschen, bewähren sich Spezialreifen mit sehr hohen Stollen, wie sie in Holland für Marschböden entwickelt worden sind. Sie sind aber für trockenen Boden und Straßenverkehr ungeeignet.

### Bodenverdichtung durch Befahren

Der Ackerboden soll beim Befahren durch Schlepper, Transportfahrzeuge und Landmaschinen nicht zu stark verdichtet werden, da sonst die Gefahr besteht, daß das Pflanzenwachstum beeinträchtigt wird. Dies kann geschehen durch dichte und harte Bodenschichten, in die Wurzeln nicht mehr eindringen können, oder durch Mangel an Luftporen zum Gasaustausch, wenn die Restporen mit Wasser gefüllt sind, oder durch die Unfähigkeit des Keimlings, eine Kruste zu durchdringen. Bei der Diskussion der Bodenverdichtungen werden scheinbar widersprüchliche Beobachtungen angeführt. Viele Landwirte stellten fest, daß das Getreide in den Reifenspuren keineswegs immer schlechter wächst. Manchmal wächst es auch besser. Dieses ist leicht zu deuten (Bild 13). Die Pflanzenwurzeln gedeihen am besten bei einer optimalen Porosität zwischen 40 und 50%. Wird ein trockener, ebengefräster, also zu lockerer Boden befahren, so kann er gerade in der Fahrspur die richtige optimale Dichte für das Pflanzenwachstum bekommen. Außerdem sammelt sich unter Umständen in der Spur durch Regen eine erhöhte Feuchtigkeit, die ebenfalls dem Wachstum zugute kommen kann.

Wird dagegen der Acker in nassem Zustand befahren, so kann er so stark verdichtet werden, daß dadurch das Pflanzenwachstum beeinträchtigt wird. Der Landwirt sollte nun wissen, ob seine Böden zu den besonders verdichtungsempfindlichen oder weniger empfindlichen Böden gehören. Besonders verdichtungsempfindlich sind: Sandböden in nassem Zustand, kiesig-sandige Lehmböden, überhaupt Böden,

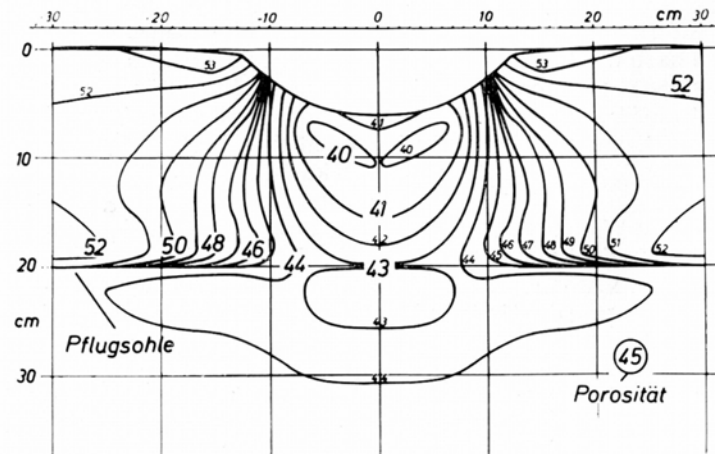


Bild 15: Dichteprofil eines Bodens unter einem zylindrischen Druckstempel nach Reichmann.

bei denen vom Kies bis zum Ton alle Korngrößenfraktionen gleichmäßig vertreten sind. Weniger empfindlich sind Tonböden und Lößböden oder feinsandige Lehme mit annähernd gleicher Korngröße. Bei einem Druck von 3–4 kp/cm<sup>2</sup> eines schweren Ackerwagens kann der Boden um 3–4% Porenvolumen mehr verdichtet werden als unter einem Schlepperreifen mit 1,2 kp/cm<sup>2</sup>. Unter einem Reifen von 1500 kp Radlast liegt die besonders gefährdete Verdichtungszone 14–20 cm unter der Spur, bei 750 kp Radlast dagegen bei 10–14 cm. Von dieser Verdichtungswirkung muß unterschieden werden eine durch den Schlupf verschmierte Schicht, direkt unter der Berührungsfläche, in die ebenfalls Wurzeln und Wasser nur schwer eindringen. In Bild 14 wird die Porosität gezeigt, die bei Drücken von 0,5–16 kp/cm<sup>2</sup> in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit auf einem bestimmten Lehm erzielt wird, und zwar für einen lockeren, eben bearbeiteten Boden, links, und für einen abgesetzten festen Boden, rechts.

Im Feuchtigkeitsbereich von 20–24% ist dieser Boden bei einem Druck von 2 kp/cm<sup>2</sup> besonders verdichtungsempfindlich. Ein sehr nasser Boden läßt sich nur so weit verdichten, bis die Poren völlig mit Wasser gefüllt sind. Er kann dann aber sowieso nicht mehr befahren werden, weil er unter dem Reifen plastisch zur Seite fließt, so daß sich tiefe Spuren bilden.

Die Messung der Dichte durch Entnahme von Bodenproben, wie sie vom Institut für Bodenbearbeitung in Völkenrode und auch vom Verfasser gemacht wurde, ist aufwendig und auch ungenau. Daher wird man in Zukunft in stärkerem Maße sich der physikalischen Erscheinung bedienen, daß eine radioaktive Strahlung durch den Boden je nach dessen Dichte mehr oder weniger absorbiert wird. Mit Hilfe eines Gamma-Strahlenbündels und eines Zählrohrs kann man die Dichte des Bodens ungestört messen. Bild 15 zeigt ein solches Dichteprofil, welches Reichmann in Wieselburg unter der Spur eines zylindrischen Druckstempels gemessen hat. Die Größe der maximalen Druckspannung und die Bodenverdichtung können durch breitere Reifen mit geringerem Innendruck, durch Zwillingsreifen, Terrareifen oder durch Reifen mit Giterrädern abgebaut werden. Da die Zwillingsreifen teurer sind als Giterräder, haben letztere bei uns eine größere Anwendung gefunden. Mit Zwillingsreifen wie mit Giterrädern verursacht man bei der Saatbettvorbereitung und Aussaat weniger tiefe Spuren und kann früher auf einen oberflächlich abgetrockneten Acker als mit Einzelreifen. Durch breitere Reifen niedrigeren Druckes verringert man außerdem den Rollwiderstand und erhöht die Triebkraft. Je schwerer Schlepper und Landmaschinen hoher Leistungen und vor allem je schwerer die Transportfahrzeuge sind, um so sorgfältiger muß der Landwirt bei verdichtungsempfindlichen Böden darauf achten, nicht bei zu nassem Boden denselben mit zu schweren Lasten zu befahren.

Gleiskettenfahrzeuge mit niedrigem Bodendruck spielen in der deutschen Landwirtschaft keine Rolle mehr. Es ist nicht ganz auszuschließen, daß die Luftraupen Bedeutung gewinnen. Sie haben eine gleichmäßige Druckverteilung, relativ schmale, lange Berührungsflächen, optimale Kraftübertragung und verursachen nur geringe Bodenverdichtung. Außerdem können sie auch auf der Straße fahren. Jedoch ist der Aufwand hierfür höher und die Lenkung schwieriger, und es sind noch nicht alle konstruktiven Probleme einer preiswerten Herstellung der Luftraupe gelöst.

# Rationelle Arbeitsverfahren von der Körnermaisernte bis zur Wintersaat

von Dr. Manfred Estler

Bereits zum zweiten Male referiere ich in diesem Jahr anlässlich einer Schlüter-Informationstagung. Die grundverschiedenen Themen dieser beiden Referate mögen ein Ausdruck dessen sein, wie vielseitig die Arbeitsgebiete am Institut für Landtechnik in Weihenstephan sind. Insbesondere das heutige Thema soll aber auch aufzeigen, daß im Verlauf mehrerer Jahre hier in Weihenstephan ein Zentrum der Forschung und wissenschaftlichen Bearbeitung des Maisanbaues entstanden ist, an dessen Spitze Herr Professor Dr. Rintelen steht, in dessen Institut die betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen erarbeitet wurden. Nicht zu vergessen ist aber auch die züchterische Seite, die in Weihenstephan durch Herrn Reg.-Direktor Zscheischler betreut wird, und wir als Landtechniker haben uns, ich meine mit Erfolg, bemüht, die positiven betriebswirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Voraussetzungen zu ergänzen durch eine entsprechende technische und maschinelle Hilfestellung für den praktischen Landwirt. Wenn man berücksichtigt, daß im Verlauf der letzten acht bis zehn Jahre der Körnermaisbau in der gesamten Bundesrepublik ein für unsere klimatischen Verhältnisse erstaunliches Ausmaß angenommen hat und von Jahr zu Jahr Steigerungsraten von 25–30% in der Anbaufläche zu verzeichnen waren, so rechtfertigt dies die große Beachtung, die dem Körnermaisbau geschenkt wird.

Gleichzeitig ist aber zu beobachten, daß nicht zuletzt infolge der Weiterentwicklung der Technik und der Vervollkommnung der angewandten Arbeitsverfahren der Gesamtarbeitsaufwand von der Saat bis zum fertigen Endprodukt wesentlich gesenkt und die Arbeitsabläufe vereinfacht werden konnten. Im gleichen Zuge bildeten sich aber in den praktischen landwirtschaftlichen Betrieben zwei stark ausgeprägte Arbeitsspitzen heraus: Die Einzelkornsaat im Frühjahr und der Block der Herbstarbeiten, der sich zusammensetzt aus der Ernte, der Konservierung und der Bodenbearbeitung, u. U. auch noch der nachfolgenden Saat von Winterweizen.

Welche Bedeutung diese Arbeitsspitzen im landwirtschaftlichen Betrieb einnehmen, mag daraus hervorgehen, daß Professor Rintelen z. B. für die Saatarbeiten im Frühjahr einen Effizienzlohn von etwa DM 35,— für die Arbeitsstunde berechnet hat, d. h., daß für die Saat zum günstigsten Zeitpunkt eine Vielzahl negativer Faktoren ausgeschaltet wird. Ertragshöhe sowie Ertragssicherheit können hierdurch derart beeinflusst werden, daß sich ein so enorm hoher Lohnsatz pro Arbeitskräftestunde ergibt.

Diese beiden Arbeitsspitzen sind naturgemäß in solchen Betrieben ganz besonders ausgeprägt, in denen sich durch die allgemeine Betriebsorganisation, durch die

Gestaltung der Fruchtfolge usw. gewisse Arbeitsballungen und -überschneidungen nicht umgehen lassen. Es sei daran erinnert, daß sich sowohl im Frühjahr bei Rübensaat, Kartoffellegen und Maissaat als auch im Herbst bei der Silomaisernte, Zuckerrübenenernte, Körnermaisernte, Bodenbearbeitung und Bestellung von Winterfrüchten diese Erscheinungen zeigen.

Auch in sich unterliegt im Körnermaisbau der Herbst-Arbeitsblock im wesentlichen zwei konträren Erfordernissen. Die erste ist gekennzeichnet durch die **verfügbare Arbeitsspanne** für die Ernte und im Zusammenhang damit einer möglichst wirtschaftlichen und rationellen Nutzung des Maschinenkapitals.

Vor wenigen Jahren konnte ich im Rahmen einer Untersuchung über die agrarmeteorologischen Voraussetzungen für die Körnermaisernte in zwei deutschen Maisanbaugebieten, nämlich im Raum Karlsruhe, als einem repräsentativen Raum für die traditionellen Körnermaisbaugebiete sowie für den Raum Weihenstephan, repräsentativ für die neu hinzugekommenen Gebiete folgendes feststellen:

1. Als durchschnittlicher Erntezeitraum für die Arbeitsspanne „Körnermaisernte“ kann die Zeit vom 15. Oktober bis 30. November angenommen werden.
2. In diesem Zeitraum stehen für beide Anbaugebiete nahezu übereinstimmend rund 35 Arbeitstage zur Verfügung, in denen der Körnermais bei günstiger Witterung geerntet werden kann.

Vom ökonomischen Standpunkt aus wäre es sinnvoll, die Anschaffung und den Einsatz der Erntemaschinen und Aufbereitungsanlagen auf die volle Ausnutzung dieses Zeitraums abzustimmen, insbesondere bei teuren Spezialmaschinen ohne weitere Einsatzbereiche. Die Vorteile einer solchen Maßnahme: Geringere Investitionen bei der Maschinenanschaffung, längere Einsatzzeiträume und dadurch verringerte Fixkostenbelastung.

Das zweite Erfordernis ist gekennzeichnet durch die Notwendigkeit, bestimmte **Folgearbeiten nach der Körnermaisernte** noch durchzuführen. Die Körnermaisernte ist im allgemeinen die späteste Ernte im Laufe des Jahres. Wir können heute davon ausgehen, daß die überwiegende Zahl der Maisbaubetriebe die Winterfurche als den Normalfall ansieht, die Frühjahrsfurche hingegen als eine Notlösung, wenn im Herbst nicht zum richtigen Zeitpunkt gepflügt werden konnte.

Wenn nun also die Winterfurche nach der Ernte gezogen werden soll, ist zwar ein später Erntetermin nicht unbedingt nachteilig. Dennoch ist, vor allem im Hinblick auf die notwendigen Arbeitsgänge bei der Frühjahrsfeldbestellung eine möglichst sorgfältige Durchführung der Herbstpflugfurche erforderlich.

Soll jedoch nach der Körnermaisernte noch die Winterweizensaat erfolgen, dann muß die Ernte so frühzeitig beendet sein, daß Bodenbearbeitung und Einsaat noch rechtzeitig und ordnungsgemäß vorgenommen werden können. In diesen Betrieben übt also die nach der Körnermaisernte einzubringende Saat entscheidenden Einfluß auf die vorhergehenden Arbeiten aus: Sie verlangt eine ausreichende Schlag-





kraft bei den Erntearbeiten und bei der Aufbereitung des feuchten Mais. Sie verlangt aber ebenso eine gezielte Geräteauswahl und Geräteanwendung bei der Bodenvorbereitung und Saat, wobei im Vordergrund immer die sorgsame, aber dennoch intensive Bearbeitung des Bodens und eine rasche, ordnungsgemäße Saat stehen müssen.

Ausgangspunkt aller dieser Überlegungen ist jedoch, in welchem Zustand die Erntemaschinen das Feld hinterlassen. Je nach Maissorte verbleibt eine Gesamtmasse an sehr dickstengeligem und sperrigem Maisstroh von etwa 240 Doppelzentner pro Hektar bei mittelfrühen Sorten und 270 – 300 dz pro ha bei den mittelspäten Sorten auf dem Feld. Diese große Menge organischer Substanz kann natürlich die Funktion und den Arbeitseffekt der Folgegeräte sehr wesentlich beeinflussen.

Im Konsummaisbau, der den Hauptteil der heute etwa 81 400 ha in der Bundesrepublik einnimmt, wird der Mähdröschler fast ausschließlich als Erntemaschine verwendet. Die hierbei möglichen Ernteverfahren stellen die Ausgangsposition für die Organisation und Mechanisierung der Folgearbeiten bei Strohzerkleinerung, Bodenbearbeitung und Saat dar.

Die beiden möglichen Ernteverfahren mit dem Mähdröschler sollen noch einmal kurz charakterisiert werden.

Beim **Mähdrusch** wird der Mähdröschler mit einem Maismähvorsatz ausgerüstet, wobei die gesamte Maispflanze getreideähnlich verarbeitet und nach dem Motto „einmal darüber – alles vorüber“ das Maisstroh durch angebaute Strohhäcksler zerkleinert und auf das Feld breitwürfig abgelegt wird.

Das zweite Verfahren, das sich in den letzten Jahren besonders durchgesetzt hat, ist der **Pflückdrusch**, d. h. die Verwendung von Mais-Pflückvorsätzen am Mähdröschler. Hier werden nur die Kolben von der Pflanze getrennt und durchlaufen die Maschine. Geringe Strohmenge (max. 30% bei den heute verwendeten neuen Pflückaggregaten mit Pflückschienen und Reiß-Walzen) belasten die Maschinen nicht allzu stark. Der wesentliche Unterschied zum „Mähdrusch“ besteht darin, daß der Großteil von Maisstroh niedergeknickt auf dem Feld stehen bleibt und in der Regel in einem zweiten Arbeitsgang zerkleinert wird.

Die Stroheinarbeitung in den Boden unterliegt generell zwei ganz konträren Gesichtspunkten: Einmal sollte das Stroh so tief in den Boden eingebracht werden, daß es bei der nachfolgenden Bearbeitung der Felder nicht stört und z. B. Verstopfungen bei den Oberflächen-Bearbeitungsgeräten oder den Sämaschinen hervorruft. Andererseits sollte das Stroh so flach eingearbeitet sein, daß die Verrottung rasch in Gang kommt und auch vollständig erfolgt.

Wenn nach der Ernte nur die Pflugfurche gezogen werden soll, verzichten manche Betriebe auf die Zerkleinerung des Maisstrohes, es wird „lang“ untergepflügt. Die geeigneten Vorwerkzeuge zu den Pflügen werden heute von der einschlägigen Industrie angeboten.

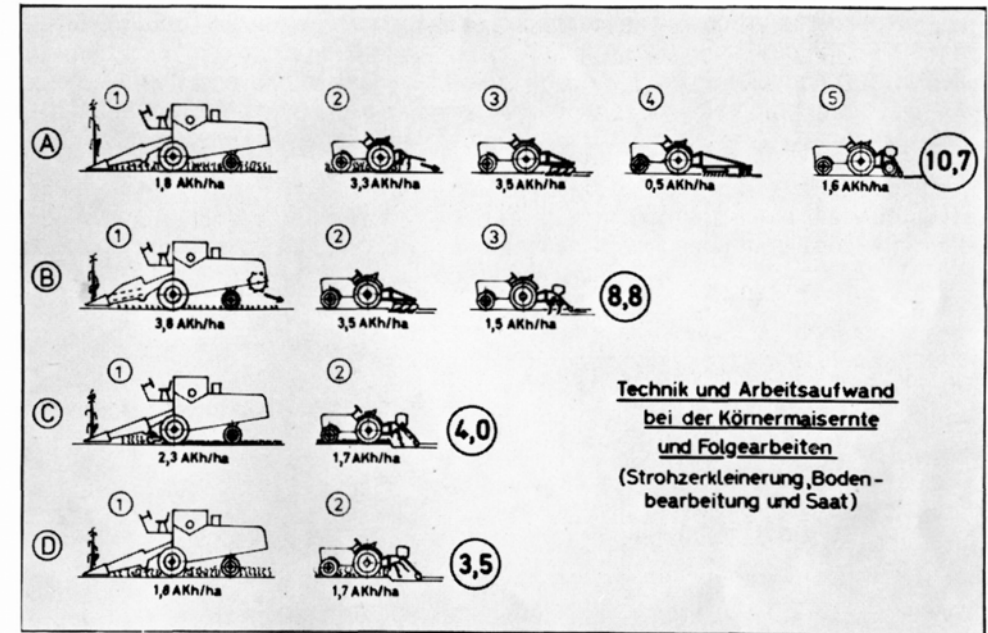


Bild 1: Technische Ausstattung und Arbeitsaufwand bei vier Verfahren der Körnermaisernte und Folgearbeiten.

Überall dort, wo nach der Ernte die Wintergetreide-Einsaat erfolgen soll oder, wie z. B. hier in Weihenstephan, schwere, wenig tätige Böden vorliegen, kann auf eine saubere Strohzerkleinerung als Voraussetzung für die einwandfreie Unterbringung und die rasche, genügende Verrottung nicht verzichtet werden. Die Überlegungen, welche Arbeitsverfahren für die Zerkleinerung des Strohes, für die Einarbeitung in den Boden, für die Saatbettvorbereitung und für die Saat in Abhängigkeit von dem jeweiligen Mähdröschler-Arbeitsverfahren möglich sind, führen zu den folgenden 4 wesentlichen Möglichkeiten (Bild 1):

A Das „traditionelle“ Verfahren, das heute von dem Großteil der Maisbaubetriebe angewandt wird. Hierbei läßt der Mähdröschler mit Pflückvorsatz das Stroh niedergeknickt auf dem Feld stehen. Es folgt ein Zerkleinerungs-Aggregat für das Maisstroh (z. B. Schlegelfeldhäcksler, Rotorschneider, Mulchgerät). Danach wird das Stroh untergepflügt und es folgt die Saatbettvorbereitung mit Gerätekombination sowie die Einsaat mit der Drillmaschine. Dieses Verfahren hat den unbestreitbaren Vorteil, daß die Körnermaisernte und Strohzerkleinerung voneinander getrennt sind. Der eigentliche Drusch kann störungsfrei und mit hoher Schlagkraft bei geeigneter Witterung und ohne Rücksicht auf eine Strohbearbeitung vorgenommen werden. Das Stroh wird dann in einem zweiten Arbeitsgang als eine nicht termingebundene Arbeit zum geeigneten Zeitpunkt mit Spe-



zialmaschinen zerkleinert. Bodenbearbeitung und Saat lassen sich mit vorhandenen und vor allem für den Landwirt gewohnten Maschinen und Geräten durchführen. Dieses Verfahren hat außerdem den Vorzug, daß die Maschinenkosten nicht nur die Folgearbeiten bei Körnermais belasten, sondern auf den gesamten Arbeitsumfang im landwirtschaftlichen Betrieb verteilt werden können, so daß eine günstige Kostensituation zu verzeichnen ist. Dem steht gegenüber, daß 5 Arbeitsgänge mit einem Gesamtaufwand von mehr als 10 Arbeitskräftestunden je Hektar anfallen.

B Das zweite Verfahren unterstellt als Erntemaschine den Mähdrescher mit Mähvorsatz und Anbau-Strohhäcksler. Die maschinelle Gesamtausstattung umfaßt den Mähdrescher, einen Pflug und als dritten Arbeitsgang ein kombiniertes Bestell-Saatgerät: Rüttelegge mit Drillmaschine oder Feingrubber mit Drillmaschine oder Fräse mit Drillmaschine. Diese Geräte wurden bereits im Frühjahr in dem Referat über die Minimal-Bodenbearbeitung vorgestellt und konnten damals im praktischen Einsatz beobachtet werden. Durch das Zusammenfassen von Ernte und Strohzerkleinerung sowie Saatbettvorbereitung und Saat in zwei Maschinen verringert sich die Gesamtzahl an Arbeitsgängen auf drei. Der erforderliche Arbeitsaufwand liegt aber immer noch bei etwa 8,5–9 AKh/ha. Die hier vorgesehenen Bestell-Saatgeräte benötigen eine vorhergehende Pflug-

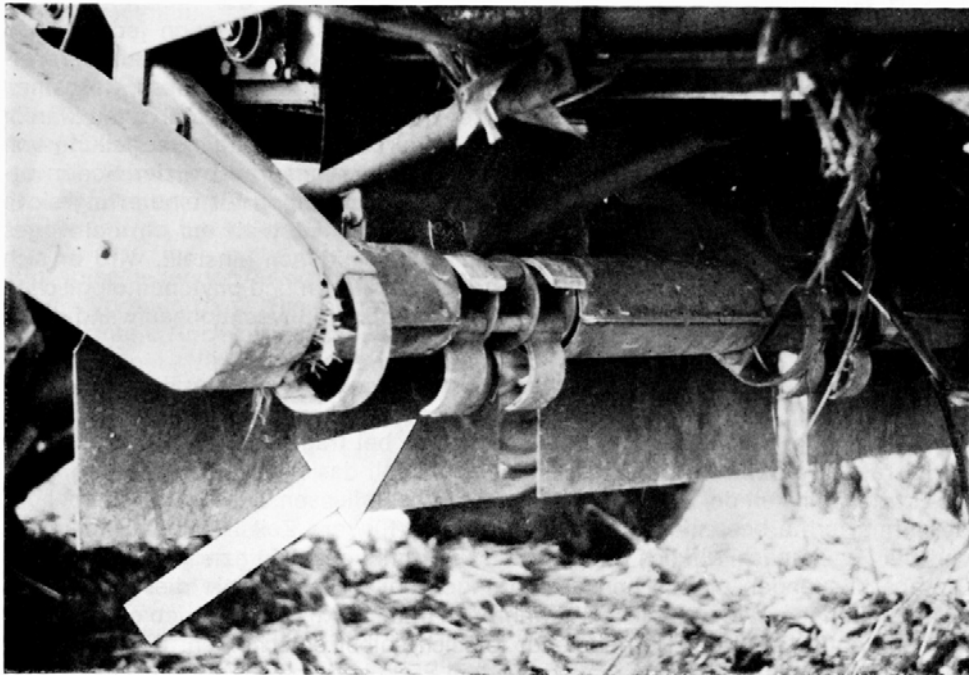


Bild 2: Starr angelenkte Maisstrohschläger am Maispflückvorsatz.

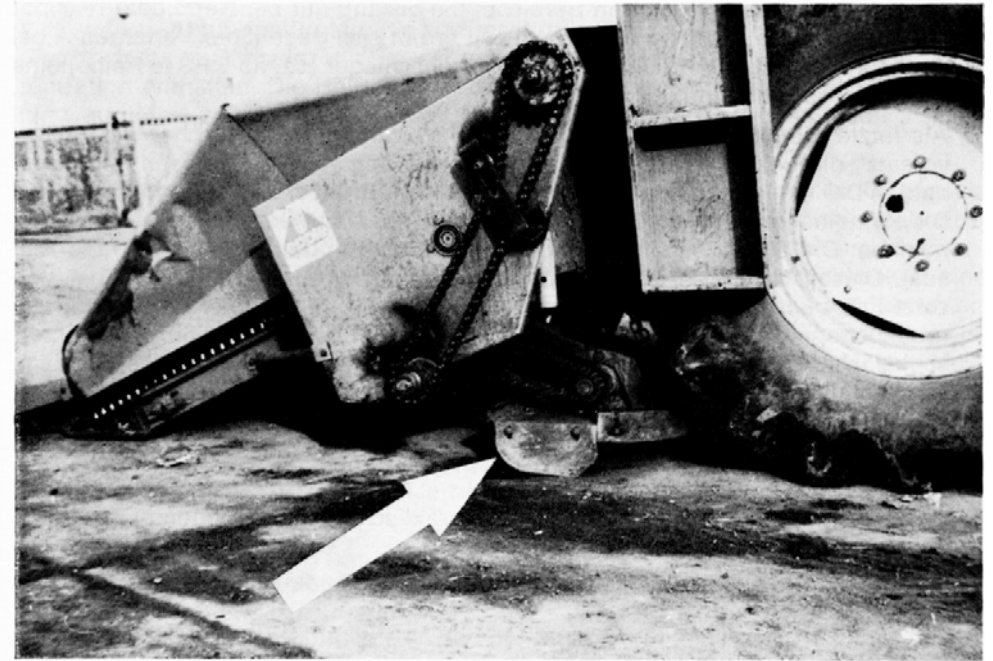


Bild 3: Parallelogrammgeführte, vertikal bewegliche Unterbau-Strohschläger am Maispflückvorsatz.

furche, wobei in der Geräteausstattung besonderer Wert auf eine geringe Störungsanfälligkeit gegenüber der reichlich vorhandenen organischen Substanz im Boden gelegt werden muß.

C Das nächste Verfahren verzichtet völlig auf den Pflug und hat als maschinelle Ausstattung einen Mähdrescher mit Pflückvorsatz und Unterbau-Strohschläger sowie als zweiten Arbeitsgang eine Bodenfräse mit Aufbau-Drillmaschine oder eine Spezial-Drillmaschine mit Scheibenscharen.

Die erwähnten Unterbau-Strohschläger (Bild 2 und 3) wurden in der heute vorgeführten Form im Zuge von Versuchsarbeiten an unserem Institut entwickelt. Sie lassen nunmehr die Kombination von Maisdrusch und Strohzerkleinerung auch beim Verfahren „Pflückdrusch“ zu, was bisher nur beim „Mähdrusch“ möglich war. Dadurch wird einer der letzten großen Vorteile des Verfahrens „Mähdrusch“, nämlich das „einmal darüber – alles vorüber“ auch mit diesem leistungsfähigen Verfahren erreicht. Die erwähnten Unterbau-Strohschläger können später bei den praktischen Vorführungen im Einsatz beobachtet werden. Die weitere Komprimierung der erforderlichen Arbeitsgänge auf zwei läßt damit den Arbeitsaufwand für das Gesamtverfahren auf etwa vier Arbeitsstunden je Hektar

absinken und gelangt damit in Bereiche, die bislang nur bei Getreide erreichbar schienen. Bei Betrachtung der Arbeitszeit ergibt sich gegenüber Verfahren A bei der Ernte durch den Antriebsbedarf der Strohschläger (ca. ab 5 PS je Reihe) eine geringfügige Erhöhung des Arbeitsbedarfes.

D Als letzte Möglichkeit läßt sich nach dem Verfahren „Mähdrösch mit Pflückvorsatz“ die direkte Frässaat, also die Anwendung von Bodenfräsen mit aufgebauten Drillmaschinen ohne jegliche zusätzliche Strohzerkleinerung durchführen. Die Kombination von Fräse und Drillmaschine hat somit drei Funktionen zu übernehmen: Die Strohzerkleinerung, die Einarbeitung in den Boden sowie die Einsaat. Dieses Verfahren ist vorzugsweise auf leichteren Böden anwendbar und setzt Fräs- und Saatkombinationen voraus, bei denen ein unterschiedlicher Bearbeitungsgrad durch Verändern der Fräsewellen-Drehzahl oder durch unterschiedliche Messereinstellungen möglich ist. Infolge des Verzichtes auf eine Strohzerkleinerung verringert sich der Gesamtarbeitsbedarf auf etwa 3,5 Arbeitsstunden je Hektar. Bei hohem Strohanfall kann jedoch wegen der größeren Belastung der Fräse und der Gefahr von Verstopfungen der Arbeitsbedarf höher liegen als bei Verfahren C.

Diese vier Verfahren werden später bei den praktischen Vorführungen auf getrennten Parzellen im Einsatz gezeigt.



Bild 4: Bodenbearbeitung und gleichzeitige Weizeneinsaat im „Fräsdill-Verfahren“.

Zweifelloos stellt die Zusammenfassung und Begradigung der erforderlichen Feldarbeiten im Arbeitsblock „Körnermaisernte, Bodenbearbeitung, Saat“ für viele Betriebe keinen Wunschtraum dar, sondern ist eine echte und dringende Forderung. Im Hinblick auf den Effizienzlohn für die landwirtschaftlichen Arbeitskräfte in Zeiten von Arbeitsspitzen ist bei streng termingebundenen Arbeiten auch vom ökonomischen Standpunkt aus die Verwendung geeigneter und schlagkräftiger Mechanisierungslösungen sinnvoll und vertretbar. Die heutigen Erntegeräte sind im allgemeinen so leistungsfähig, daß sie den Ansprüchen nach hoher Schlagkraft und hoher Flächenleistung genügen. Bei der Bereitstellung leistungsfähiger und preisgünstiger Konservierungsverfahren bestehen jedoch teilweise noch offene Probleme.

Die Untersuchungen und Beobachtungen beim Einsatz der Bestell-Saatgeräte oder generell bei der „Minimal-Bodenbearbeitung“ werden zur Zeit mit erheblichem und sicherlich auch berechtigtem Aufwand durchgeführt. Dabei läßt sich feststellen, daß die hierfür angebotenen Gerätelösungen größtenteils über das Experimentierstadium hinaus sind.

Die Ergebnisse der vergangenen Jahre geben Anlaß zu wirklich berechtigten Erwartungen.

Von der Gerätetechnik ist zu fordern, daß sie nicht allein die Voraussetzungen für eine saubere Bodenvorbereitung und einwandfreie Saat schafft. Es müssen auch ausgesprochen schleppergerechte Maschinen Verwendung finden, die zwar den Einsatz leistungsstarker Schlepper erfordern, aber infolge der höheren Schlagkraft auch rechtfertigen. Die geeignete technische Ausrüstung kann jedoch nicht allein als die Voraussetzung für den richtigen und nutzbringenden Einsatz der Verfahren angesehen werden. Für den einzelnen Landwirt, der mit diesen Maschinen und den genannten Arbeitsverfahren arbeiten muß, besteht die Aufgabe, mit klarem Urteilsvermögen und viel Fingerspitzengefühl durch eine richtige Beurteilung von Bodenzustand, Witterung, anzustrebendem Zerkleinerungsgrad bei der Bodenvorbereitung und vielen anderen Faktoren die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Anwendung der Verfahren zu schaffen. Wenn sich ein Betrieb auf ein derartiges Verfahren mit immerhin erheblichen Maschineninvestitionen einstellt, wird er sich auch intensiv mit den pflanzenbaulichen, bodenkundlichen und phytopathologischen Problemen auseinandersetzen müssen, damit der höhere Investitionsaufwand durch höhere und sichere Erträge gerechtfertigt wird.

Zweifelloos besteht bei der technischen Weiterentwicklung der Geräte noch genügend Spielraum mit der Zielsetzung, neben der einwandfreien Arbeit vor allem auch eine hohe Flächenleistung und Schlagkraft bei tragbarem Antriebsbedarf für die Geräte zu erreichen. Der Maschineneinsatz soll das Risiko einschränken, aber die Ertragsfähigkeit der Böden nicht ungünstig beeinflussen. Dies ist gerade bei der Körnermaisernte besonders wichtig, weil die verfügbare Zeit im Herbst knapp ist und die Praxis nach wirklich ausgereiften und funktionstüchtigen Verfahren sucht. Die anschließenden praktischen Vorführungen sollen zeigen, wie diese Verfahren ablaufen können. Wie ein solches Verfahren in dem praktischen Betrieb eingeordnet werden könnte, muß der Betriebsleiter letztlich selbst entscheiden. Die vorhandenen technischen Lösungen geben jedoch dem Praktiker ein sehr wesentliches Werkzeug hierfür an die Hand.



# Mais in der Rinderfütterung

von Dr. P. Hofmann, Grub

Der Futterpflanzenbau kann in seiner Auswirkung auf die betrieblichen Leistungen nur im Zusammenhang mit der Verwertung der Futterpflanzen in der Fütterung beurteilt werden. Die Landwirtschaft ist auf eine hohe Produktivität angewiesen, weshalb der massierte Anbau ertragsreicher Pflanzen notwendig ist. Dies wirkt jedoch für die Verwertung dieser Pflanzen besondere Probleme auf.

## Der Futterwert von Mais

Mais ist ein einheitliches und damit relativ einseitiges Futter. Trotzdem sind beim Futterwert große Extreme zu verzeichnen, die sich entscheidend auf die Verwertungsmöglichkeit auswirken. Der Wert wird beeinflusst von der Sorte, von der Vegetationsdauer, vom Reifegrad und vom Trockensubstanzgehalt. Ein besonderes Merkmal des Maises ist die Schmackhaftigkeit, weshalb im Gegensatz zu früheren Befürchtungen bezüglich der Aufnahmebereitschaft durch die Rinder kaum Schwierigkeiten bestehen.

Eine gewisse Rolle spielt der Proteingehalt, dessen Ergänzung durch billige Komponente zu einem besonderen Problem in der praktischen Fütterung geworden ist. Ein weiteres Merkmal des Maises ist seine außerordentlich gute Silierfähigkeit. Dies führt jedoch in der Praxis zu Nachlässigkeiten bei der Siliertechnik, was sich auf die Verlustquote sehr viel nachteiliger auswirkt, als meist angenommen wird. Das Problem der Nachgärung der Maissilage beim Öffnen ist weitgehend eine Folge von Fehlern in der Siliertechnik.

Ein entscheidender Gesichtspunkt bei der Beurteilung des Futterwertes von Mais ist die Verdaulichkeit. Sie ist abhängig vom Reifegrad und damit vom Kolben- bzw. Körneranteil. Hochverdauliche Grundfutterstoffe sind entscheidende Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Rinderhaltung, weshalb dem Mais in dieser Hinsicht eine zentrale Bedeutung zukommen kann.

## Verfütterung von Silomais

Mais kann wegen seiner guten Futtereigenschaften in der Rinderfütterung als Alleinfutter eingesetzt werden, was in früheren Zeiten Anlaß zu ungünstigen Erfahrungen gewesen ist.

In der Milchviehfütterung wird dem Silomais gelegentlich eine ungünstige Wirkung auf die Fruchtbarkeit nachgesagt. Eine überzeugende Begründung für eine solche Wirkung ist jedoch nicht zu finden, es sei denn, daß bei hohen Gaben, ähnlich wie

bei fast allen anderen einseitigen Futterrationen, mit der Zeit Imbalancen in der Nährstoffversorgung auftreten, die zu Fruchtbarkeitsstörungen führen können. Spezifisch wirkende Substanzen (Östrogene) sind im Mais nicht in extrem hoher Konzentration enthalten. Die Hälfte der Tagesfuttermenge kann bei der Milchkuhfütterung aus Mais bestehen, ohne daß nachteilige Auswirkungen befürchtet werden müssen.

Bei der Rindermast nimmt der Mais eine dominierende Stellung ein. Im Gegensatz zur Milchviehfütterung kann Mais an Mastrinder in maximalen Gaben verabreicht werden, so daß die Grundfütterration für Mastrinder ausschließlich aus Mais bestehen kann. Für den Erfolg des Maises als Mastfutter hat die Verdaulichkeit eine entscheidende Bedeutung. Unterschiedliche Erfahrungen sind stets auf die unterschiedlichen Qualitäten des Silomais zurückzuführen. Mast auf Silomaisbasis ist praktisch die einzige Form der Rindermast, die wirtschaftlich mit der Milchkuhhaltung verglichen werden kann.

Gerade bei der Rindermast hat die Eiweißergänzung besondere Bedeutung. Durch die niedrigen Kosten der KStE in Mais läßt sich hier in besonderem Maße Nichtproteinstickstoff (NPN), z. B. Harnstoff, einsetzen.

## Verfütterung von Maiskolben

Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Nährstoffkonzentration ist die Verfütterung von Maiskolben. Etwa 80 bis 85% der Nährstoffe im körnerreichen Silomais sind in den Maiskolben enthalten. Die alleinige Ernte und Verfütterung der Kolben würde zu wesentlichen Entlastungen bei der Maisernte, beim Silobau und bei der Verfütterung führen. Es ist denkbar, daß diesem Verwertungsverfahren in Rindermastbetrieben in Zukunft eine gewisse Bedeutung zukommen kann.

Die Verfütterung von Körnermais an Rinder wird nur in Ausnahmefällen in Frage kommen. Körnermaissilage kann, wenn die Körner nicht zerkleinert sind, zu einer schlechteren Verwertung wegen der Unverdaulichkeit der Maisschale führen. Wenn Körnermais gefüttert werden soll, kommt er als Kraftfutter in getrocknetem Zustand in Frage.

## Fütterungsmethoden

Der Mais als hochwertiges Futter muß möglichst verlustfrei bis zum Tier gebracht werden. Selbstfütterung und andere extensive Fütterungsverfahren sind in der Regel nicht zu empfehlen.

Bei Verfütterung von Maissilage, die auch für die Sommermonate empfohlen wird, muß die übliche Sorgfalt bei der Entnahme beachtet werden.

Zusammenfassend ist zum Futterwert von Mais in der Rinderfütterung festzustellen, daß er bei richtigem Einsatz zu einem unentbehrlichen Bestandteil einer rentablen Rindviehhaltung geworden ist.



