

# Untersuchungen über das Verhalten von Plastwerkstoffen im Kontakt mit Boden

Dr.-Ing. H. Jünke, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

## 1. Einleitung

Plaste haben in vielen Bereichen der Technik teure oder knappe Metalle vorteilhaft ersetzt. Bei richtiger Ausnutzung der speziellen Werkstoffeigenschaften der Plaste resultieren daraus nicht nur ökonomische, sondern häufig auch funktionelle Verbesserungen. Zu den besonders günstigen Eigenschaften zählen neben anderen die Korrosionsbeständigkeit und das antiadhäsive Verhalten, die die Plastwerkstoffe für die Anwendung in landtechnischen Maschinen interessant erscheinen lassen. Das antiadhäsive Verhalten läßt erwarten, daß die zu Bodenbearbeitungswerkzeugen eingesetzten Plaste den Zugkraftbedarf bei gleichzeitiger Verbesserung der Bearbeitungsqualität des Bodens verringern könnten. Eine technisch-ökonomisch sinnvolle Anwendung ist aber nur dann gegeben, wenn die Standzeit der Plastwerkzeuge der Standzeit der Metallwerkzeuge entspricht bzw. der ökonomische Aufwand für beide etwa gleich ist. Wesentlich beeinflusst wird die Standzeit durch das Verschleißverhalten. In der Vergangenheit erfolgten daher in verschiedenen Ländern Untersuchungen über das Verhalten von Plastwerkzeugen im Boden [1] [2]. Hinsichtlich der zu erwartenden Vorteile stimmten die Ergebnisse qualitativ überein. Starke Abweichungen traten jedoch beim Verschleißverhalten auf. Das ist erstens darauf zurückzuführen, daß bei den Feldversuchen naturgemäß auf verschiedenen Bodenarten unter anderen klimatischen Bedingungen gearbeitet wurde und zweitens unterschiedliche Plaste zum Einsatz kamen. Bei den hier beschriebenen Untersuchungen wurde daher versucht, weitestgehend konstante Bedingungen zu schaffen. Ziel der Untersuchungen war es, das Verschleiß- und das antiadhäsive Verhalten der in der DDR verfügbaren Plaste im Kontakt mit Boden zu untersuchen. Tafel 1 enthält die Werkstoffe, die durch Vorversuche aus einer größeren Anzahl für die Untersuchungen ausgewählt wurden. Nicht zur Verfügung stand Polyurethan. Um konstante Versuchsbedingungen zu schaffen, wurden möglichst praxisnahe Laborversuche vorgesehen.

## 2. Versuchsdurchführung

### 2.1. Verschleißuntersuchungen

Für die Verschleißuntersuchungen wurde ein karussellartiger Versuchsstand von 2 m Durchmesser gebaut, der mit verschiedenen Bodenarten gefüllt werden konnte. An der vierarmigen

Werkzeughalterung konnten gleichzeitig zwei Plastproben und Bodenlockerungs- und -glättungswerkzeuge laufen.

Bei der Verschleißuntersuchung wurde erstmals versucht, die Zahl der Variablen, die auf den Verschleißvorgang wirken, so klein wie möglich zu halten. Das betrifft vor allem den Verschleißstoff Boden, dessen Heterogenität eine wissenschaftliche Interpretation der bisher erhaltenen Ergebnisse praktisch unmöglich machte. Auf die Notwendigkeit, die mechanischen Eigenschaften des Bodens in einem möglichst homogenen Zustand zu untersuchen und dann zu variieren, weisen Soucek u. a. [3] hin. Für den Verschleißvorgang wurde deshalb staubtrockener Quarzsand eingesetzt. Zur Untersuchung kamen je Plastwerkstoff 10 Proben, von denen jeweils 5 unter 0° und 45° zur Bewegungsrichtung des Bodens eingesetzt wurden. Dabei wurde gleichzeitig jeweils eine Probe mit einem Anstellwinkel von 0° und 45° verschliffen. Die Bewegungsgeschwindigkeit betrug für alle Proben 7,6 km/h. Zur Auswertung des Verschleißverhaltens wurden der Masseverlust und die Dickenänderung unabhängig voneinander herangezogen.

### 2.2. Adhäsionsuntersuchungen

Die in der Literatur beschriebenen Möglichkeiten zur Messung der Adhäsion [4] sind vor allem auf Einzeluntersuchungen und auf die Messung der Normalkraft ausgerichtet. Auch mit Scherkraftmeßgeräten sind nur Einzelmessungen durchführbar.

Unter Berücksichtigung einer Reihe praktischer Forderungen sowie der nachfolgenden theoretischen Betrachtungen wurde ein neuartiger Adhäsionsprüfstand entwickelt.

Geht man davon aus, daß die Adhäsionskräfte durch Scherkräfte in der Grenzfläche aufgehoben werden, so kann man das Problem auf die Coulombsche Reibung zurückführen. In diesem Fall ist das Reibungsgesetz für die Haftreibung anzuwenden, weil mit Überwindung der Haftreibungskraft die Bindung Boden-Plast gelöst ist. Es ist also notwendig, diese Haftreibung zu messen.

Entsprechend dem Reibungsgesetz für Haftreibung

$$F_r^{(h)} = \mu_h F_N$$

gilt dann

$$F_{AS} = F_r^{(h)}$$

$F_r^{(h)}$  Haftreibungskraft

$F_N$  Normalkraft

$F_{AS}$  Scherkomponente der Adhäsionskraft

$\mu_h$  Haftreibungskoeffizient.

Zur Ermittlung von  $F_r$  bietet sich die Bewegung auf einer schiefen Ebene an, bei der die Hangabtriebskraft im Betrag gleich der Haftreibungskraft im Augenblick des Gleitbeginns ist. Da für den

Schluß von Seite 612

## Literatur

- [1] Grüneberg, G.: Die gegenwärtigen Aufgaben bei der weiteren Verwirklichung der vom VIII. Parteitag beschlossenen Agrarpolitik der SED. Berlin: Dietz Verlag 1974.
- [2] Plötner, K.: Zur Zerkleinerung landtechnischer Stoffe. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, 22 (1973) H. 1, S. 67—74.
- [3] Höhn, K.; Schwedler, R.: Untersuchungen zur Zerkleinerung von Halmgut. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Studie 1975 (unveröffentlicht).
- [4] Jefimow, M. G.: Konstruktive Entwicklung von Zerkleinerungsaggregaten für Erntemaschinen. Traktory i selchosmaschiny 45 (1975) H. 2, S. 46—48.
- [5] Silbermann, J.; Ludwig, H.-U.: Untersuchung des Abnutzungsverhaltens der Schneidelemente der Zerkleinerungseinrichtung eines Feldhäckslers unter Praxisbedingungen. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1975 (unveröffentlicht). A 1078

Tafel 1. Daten der untersuchten Proben und Verschleißbedingungen

Probe	Werkstoff	Dichte in g/cm <sup>3</sup>
1	Polyester + 30 % Glasmatte	1,875
2	Polyester + 30 % Glasgewebe	1,875
3	Phenolharz + 30 % Glasmatte	1,674 ... 1,737
4	Epoxidharz + 30 % Glasgewebe	1,534
5	Polyamid Miramid H2	1,14
6	Polyamid Miramid H2 ZM (molybdänverstärkt)	1,171
7	Polyamid Miramid H2 ZG (graphitverstärkt)	1,256
8	Polyäthylen — ND	0,95
9	Stahl	7,85

Probe	Verschleißrichtung 0°				Verschleißrichtung 45°			
	A μm/km	Δm <sub>A</sub> %	B μm/km	Δm <sub>B</sub> %	A μm/km	Δm <sub>A</sub> %	B μm/km	Δm <sub>B</sub> %
1	45,7	—	46,6	± 11,5	—	—	63,5	± 5,0
3	31,5	± 11,5	34,7	± 13,9	50,8	± 3,8	36,5	± 14,7
4	—	—	5,6	± 10,2	—	—	12,7	± 16,5
5	1,9	± 25,2	2,3	± 25,0	11,7	± 16,1	9,0	± 16,5
6	4,1	± 29,3	5,0	± 14,3	21,04	± 22,6	16,5	± 11,8
7	5,0	± 1,3	3,3	± 12,1	6,3	—	12,9	± 21,2
8	4,9	± 46,9	3,8	± 15,7	36,1	± 11,1	25,6	± 16,6
9	—	—	0,002	—	—	—	0,046	—

Tafel 2. Mittelwerte der Verschleißmessung an den Proben 1 bis 9 (A berechnet aus Dickenänderung, B berechnet aus Masseverlust, Δm prozentuale Abweichung vom Mittelwert)

betrachteten Fall nur der Betrag interessant ist, kann  $F_r$  gleich der Hangabtriebskraft gesetzt werden und diese gleich der Scherkomponente  $F_{AS}$  der Adhäsionskraft. Gemäß den Gesetzen der Bewegung an der schiefen Ebene ergibt sich damit für diese Komponente

$$F_{AS} = m g \sin \alpha$$

m Masse des bewegten Körpers

g Erdbeschleunigung

α Neigungswinkel der Ebene.

Durch eine kontinuierliche Veränderung des Neigungswinkels α und Erfassung des Wertes bei Gleitbeginn sowie Bestimmung des Wertes  $m g = G$  durch Wägung waren die notwendigen Größen zu erfassen. Um die Adhäsionsscherspannung  $\tau_A$  zu bestimmen, ist der Wert  $F_{AS}$  lediglich durch die Kontaktfläche zu dividieren. Mit den erhaltenen Werten ist es möglich, auch den Haftreibungskoeffizienten

$$\mu_h = \tan \alpha$$

zu bestimmen. Eine Auswertung in dieser Richtung wurde noch nicht mit einbezogen. Die benutzte Versuchseinrichtung weist noch technische Mängel auf, die erst bei Durchführung der Versuche erkannt wurden. Die erhaltenen Adhäsionsergebnisse können daher nur als Relativwerte betrachtet werden, obwohl der besseren Vergleichbarkeit wegen Absolutwerte angegeben sind. Die technische Lösung zeigt Bild 1. Eine Trägerplatte aus Stahlblech wurde um eine horizontale Achse drehbar gelagert. Auf diese Platte waren die zu untersuchenden Plastproben mit einer Stahlvergleichsprobe aufgeklebt. Die Versuchseinrichtung konnte horizontal ausgerichtet und die Trägerplatte über eine Spindel kontinuierlich geneigt werden. Mit Hilfe eines Meßschiebers, der fest angeschraubt war und bei der Plattenhebung mitgeführt wurde, erfolgte die Bestimmung des Neigungswinkels.

Bild 1. Versuchsstand für die Adhäsionsuntersuchung mit aufgeklebten Plastproben

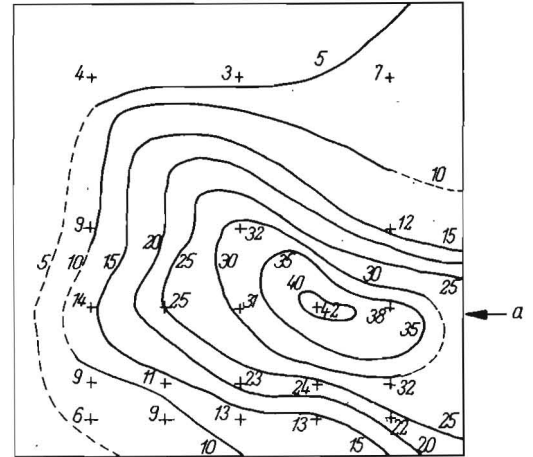
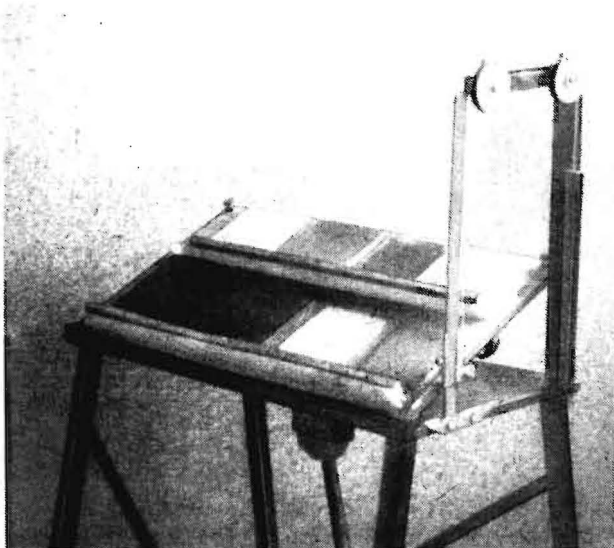


Bild 2. Verbindungslinien zwischen Orten gleichen Verschleißes bei der Probe 5 und einem Anstellwinkel von 45°; a Anströmrichtung, Zahlenangaben in  $\mu\text{m} \cdot 10^{-1}$

Die Bodenproben wurden in einem gewichtsbelasteten Stahlrohrkörper von 60 mm Innendurchmesser aufgebracht (Anpreßdruck rd. 0,35  $\text{kp}/\text{cm}^2$ ), ohne daß der Rohrkörper die Plastplatte berührte. So war auch für alle Proben die gleiche Kontaktfläche gewährleistet.

Zur Untersuchung kamen Müncheberger Boden (anlehmiger Sand), IH-Boden (lehmiger Sand aus dem Raum Berlin) und Lehmboden sowie von allen Bodenarten Absiebungen mit einer Körnergröße  $\leq 1 \text{ mm}$ . In Abhängigkeit von der Feuchtigkeit erfolgte die Ermittlung des Adhäsionsverhaltens.

### 3. Ergebnisse

In Tafel 2 und im Bild 2 sind die Ergebnisse der Verschleißuntersuchungen wiedergegeben.

Die Abweichungen zwischen den Verschleißwerten, berechnet aus Dickenänderung und Masseverlust, sind in erster Linie auf die Lage der Meßpunkte zurückzuführen. Das Isohypsenbild (Bild 2) zeigt, daß zumindest bei staubtrockenem Boden ein flüssigkeitsähnliches Strömungsverhalten vorhanden ist und zur näheren Interpretation rheologische Untersuchungsmethoden herangezogen werden mußten.

Es zeigt sich, daß das Verschleißverhalten auf das der Grundmasse zurückzuführen ist und der Einlagestoff keinen Einfluß hat. Polyesterharz zeigt den stärksten Verschleiß, dicht gefolgt von Phenolharz. Bei allen Verbundplasten war die Homogenität der Proben über das Probenvolumen nicht gegeben, so daß starke Streuungen der Meßwerte auftraten. Bei allen Harzarten zeigt sich eine nur geringe Abhängigkeit des Verschleißes von der Beanspruchungsrichtung, während diese bei Polyäthylen ausgesprochen hoch ist. Das günstigste Verschleißverhalten zeigen die Polyamide.

Die Bilder 3 bis 5 zeigen die Ergebnisse der Adhäsionsuntersuchungen. Im Bild 3 sind die Einzelergebnisse der 7 Plaste für Müncheberger Boden wiedergegeben, Bild 4 enthält die Mittelwerte von 7 Plaste für die drei Bodenarten. Vergleicht man die

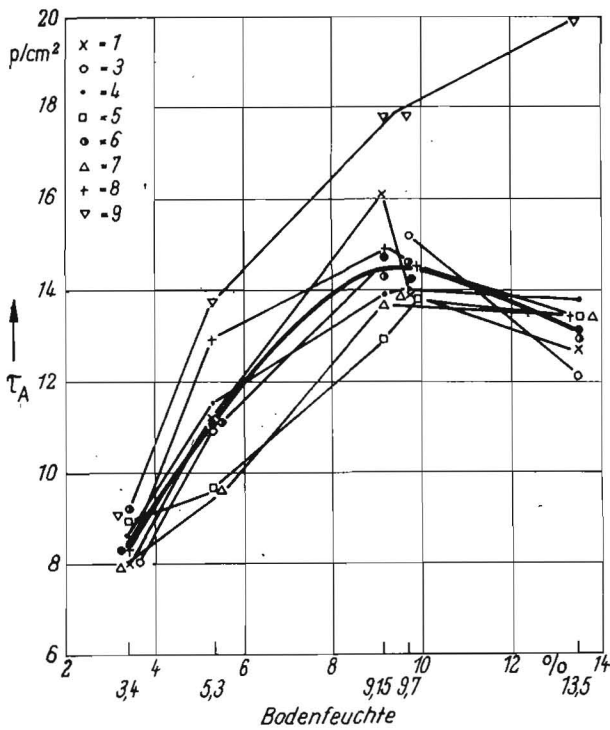


Bild 3. Adhäsionswerte für Müncheberger Boden

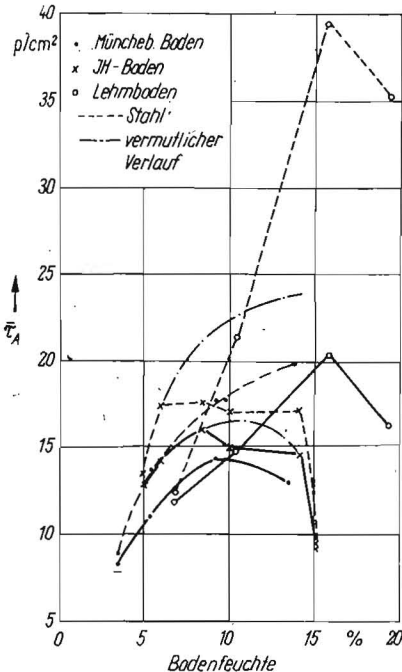
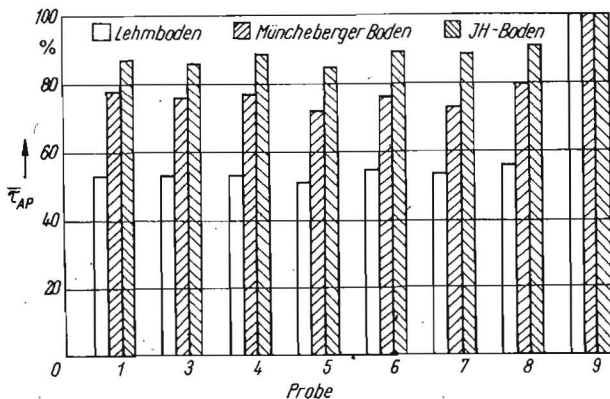


Bild 4. Adhäsionsmittelwerte aus den Versuchen mit 7 Plasten

Bild 5. Prozentuale Adhäsionswerte der Plaste für verschiedene Bodenarten,  $\tau_{\text{Stahl}}=100\%$



Adhäsionswerte, so zeigen die einzelnen Plaste Adhäsionshöchstwerte zwischen 14 und 21 p/cm<sup>2</sup>, abhängig von den Bodenarten, während Stahl Werte zwischen 20 und 40 p/cm<sup>2</sup> ergibt. Im Bild 5 ist das Verhalten dargestellt. Man erkennt, daß die Plaste eine um 20 bis 50% geringere Adhäsion als Stahl aufweisen. Ihr Adhäsionsverhalten wird vor allem durch ihr physikalisches Verhalten gegenüber Wasser bestimmt. Als günstigster Werkstoff zeigt sich auch hier wieder unverstärktes Polyamid (Miramid H2).

#### 4. Diskussion und Schlußfolgerungen

Wie zu erwarten war, weisen die Plaste einen bedeutend höheren Verschleiß als Stahl auf.

Von Bedeutung für den praktischen Einsatz der Plaste ist ihr Verschleiß im Vergleich zu dem bei Stahl. Aus vorhergehenden Untersuchungen ist zu schließen, daß unter den genannten Versuchsbedingungen der Plastverschleiß höher und der Stahlverschleiß niedriger liegt als bei realen Bedingungen. Während frühere Untersuchungen einen Anhaltswert von 0,16 µm/km Verschleiß für Stahl in feuchtem Boden ergaben, liegt dieser in diesen Untersuchungen bei 0,046 µm/km. In der Größenordnung stimmt er mit dem von Lueger [5] für St 37 angegebenen Wert überein. Zwischenauswertungen des Verschleißes der Stahlproben zeigten, daß eine starke Reiboxydation des Stahls auftrat, die zu zunderähnlichen Schichten führte. Diese Zunderschichten bildeten sich bevorzugt da, wo entsprechend dem Isohypsenbild (Bild 2) ein geringerer Bodendruck zu erwarten ist. An Stellen höheren Bodendrucks war nur eine sehr harte und festhaftende Schicht entstanden. Diese durch tribochemische Reaktionen entstandenen Schichten setzen bei ihrer Bildung nach Pursche [6] beträchtliche Energien frei. Das äußerte sich in einer starken Temperaturerhöhung des Bodens (48 °C) im Versuchsstand. Beim Verschleiß der Plaste proben trat ebenfalls Erwärmung ein, die jedoch so gering war, daß sie, zurückgeführt auf Reibungswärme, nicht als ungewöhnlich empfunden und daher nicht gemessen wurde. Sie dürfte bei etwa 25 °C gelegen haben. Nach Pursche verringern diese Schichten die Triboadhäsion und damit den Verschleiß. Nach Söhne [7] ergibt sich bei staubtrockenem Sand ein Reibungskoeffizient  $\mu_{\text{Stahl}}$  von 0,462, der mit zunehmender Feuchtigkeit um rd. 50% ansteigt. Da mit der Feuchtigkeit auch der korrosive Anteil des Verschleißes erhöht wird, ist die oben genannte Schlußfolgerung wahrscheinlich. Beim Plastverschleiß können in erster Näherung tribochemische Reaktionen ausgeschlossen werden. Weiterhin ist bei zunehmender Feuchtigkeit mit einer Schmierwirkung zu rechnen. Aus vorhergehenden Untersuchungen stammende Verschleißwerte für Polyäthylen weisen auf diese Tendenz hin. Zieht man diese Überlegungen zur Interpretation der erhaltenen Ergebnisse heran, so ist für den günstigsten Plast, Miramid H2, ein Verschleißverhältnis Plast/Stahl von 20:1 abzuschätzen.

Die erhaltenen Ergebnisse der Adhäsionsuntersuchungen erweisen die Eignung der gewählten Versuchsanordnung. Die Meßergebnisse stimmen in der Größenordnung mit den von Katschinski [4] ermittelten Werten überein. Die hier entwickelte Versuchsanordnung weist gegenüber der von Katschinski einige Vorteile auf, da gleichzeitig eine größere Anzahl von Proben untersucht werden kann und unmittelbar der Haftreibungskoeffizient bestimmbar ist. Für genaue Messungen muß das benutzte Funktionsmuster jedoch technisch vervollkommen werden.

Orientierende Bestimmungen des Haftreibungskoeffizienten  $\mu_h$  zeigen sehr gute Übereinstimmung mit Werten, die Söhne [7] zu ähnlichen Böden ermittelte.

Aus dem Kurvenverlauf in den Bildern 3 und 4 ist das von Söhne beschriebene Adhäsionsverhalten abzulesen. Im trockenen Zustand ist deutlich die Reibungsphase zu erkennen, die erhaltenen Werte streuen wenig und sind praktisch als Kohäsionswerte des Bodens anzusehen. Mit zunehmender Feuchtigkeit steigt die Adhäsion an (Adhäsionsphase) und durchläuft ein Maximum, das in die Schmierphase (nasser Boden) übergeht. Dieses Verhalten ist im Bild 4 deutlich zu erkennen. Das hier beschriebene Adhäsionsverhalten tritt bei allen untersuchten Böden auf, naturgemäß mit unterschiedlichen Adhäsionswerten, abhängig von Bodenart und Feuchtigkeit. Abgesiebter Boden zeigte im Rahmen der Meßgenauigkeit die gleichen Werte. Die Unter-

schiede der Adhäsionswerte der einzelnen Plaste liegen in der Größenordnung der Meßunsicherheit. Auch das gilt für alle Bodenarten.

Während abgesiebte Böden und Langzeitbelastungen bis zu 18 h keine wesentliche Erhöhung der Adhäsion bewirken, zeigen Langzeitbelastungen bis zu 65 h starke Zunahme der Adhäsion, bei extremer Feuchtigkeit kann diese mehr als das Fünffache des Normalwerts erreichen. Man kann das darauf zurückführen, daß durch das austretende Wasser eine Bodenentmischung auftritt, indem abschlämmbare Teilchen bis zur Grenzfläche Boden-Plast absickern und so die Kontaktfläche vollständig ausfüllen. Bei Stahl war gleichzeitig eine chemische Reaktion zu erkennen, die die Haftung so vergrößerte, daß die Kohäsionskraft des Bodens überwunden wurde und die Probe teilweise abbrach. Wurden die Adhäsionskräfte bei den Plasten überwunden, war stets eine saubere Oberfläche vorhanden.

Ein während der Versuchsdurchführung nicht erkennbarer Fehlereinfluß verfälschte das Ergebnis für IH-Böden. Der vermutliche Verlauf des Adhäsionsverhaltens ist im Bild 4 mit eingezeichnet. Unter Berücksichtigung dieser Korrektur (im Bild 5 nicht enthalten) ergibt sich, daß Stahl eine um 40 bis 100% stärkere Adhäsion aufweist, bzw. die Adhäsion bei den Plasten um 20 bis 50% niedriger liegt als bei Stahl.

Insgesamt ergibt sich, daß Polyamid (Miramid H2) sowohl hinsichtlich des Verschleiß- als auch des Adhäsionsverhaltens die günstigsten Eigenschaften aufweist. Ob Polyurethan bessere Eigenschaften zeigt, kann nur durch Versuche ermittelt werden. Die Ergebnisse bestätigen die allgemeinen Erfahrungen über das antiadhäsive Verhalten der Plaste auch für Böden.

Insbesondere für schwere Böden wirkt sich das im Verhältnis zu Stahl stark vorteilhaft aus.

Die Verschleißwerte lassen jedoch eine Anwendung der Plaste als Werkstoff für Bodenbearbeitungswerkzeuge zur Zeit ökonomisch und technisch als nicht sinnvoll erscheinen, soweit sie einem

Verschleiß durch gleitende Reibung unterliegen. Bei rollender Reibung ist zu erwarten, daß der Verschleiß in ökonomisch vertretbaren Grenzen liegt und das gute antiadhäsive Verhalten ausgenutzt werden kann. Um diese Aussage zu bestätigen, sind jedoch Feldversuche erforderlich.

## 5. Zusammenfassung

Zur Ermittlung des Verschleiß- und Adhäsionsverhaltens wurden acht Plastwerkstoffe untersucht, wobei für den Verschleiß trockener Kies, für die Adhäsion drei verschiedene Bodenarten als Gegenstoff dienten. Eine neuartige Versuchseinrichtung zur Bestimmung des Adhäsionsverhaltens wird beschrieben. Von den untersuchten Werkstoffen weist Polyamid Miramid H2 sowohl bezüglich des Verschleißes als auch der Adhäsion das günstigste Verhalten auf. Die Verschleißbeträge sind aber auch bei diesem Plast noch so groß, daß ein Einsatz als Werkstoff für Bodenbearbeitungswerkzeuge z. Z. technisch und ökonomisch nicht sinnvoll erscheint.

## Literatur

- [1] Prochorowa, M. F.: Über den Einfluß der Oberflächenschichten aus Kunststoff auf die Bodenhaftung bei vibrierenden Arbeitsflächen. *Mechan. i Elektrifik. soz. sel.* 21 (1963) H. 2.
- [2] —: Was machen die anderen? USA: Leichter pflügen. *Der Plastverarbeiter* (1962) S. 561.
- [3] Soucek, R.; Bernhardt, G.; Bernhardt, K.; Leithold, B.: Die Bedeutung des Bodens als Werkstoff für das Entwickeln von Bodenbearbeitungswerkzeugen. *agrartechnik* 24 (1974) H. 9, S. 444–446.
- [4] Katschinski, N. A.: Untersuchung der physikalischen Eigenschaften von Boden und Pflanzenwurzelsystemen. Moskau 1931.
- [5] Lueger: *Lexikon der Technik*, Bd. 3: Werkstoffe und Werkstoffprüfung. DVA Stuttgart 1961, S. 679/681.
- [6] Pursche, G.: Neue grundsätzliche Überlegungen zum Werkstoffverschleiß. *die Technik* 27 (1972) H. 7, S. 452/462.
- [7] Söhne, W.: Reibung und Kohäsion bei Ackerböden. *Grundl. d. Landtechn.* (1953) H. 5, S. 64/80.

A 1008

# 68. Landwirtschaftsmesse mit internationaler Landmaschinenausstellung Budapest 1975

Dr. habil. G. Krupp, KDT, VEB Bodenbearbeitungsgeräte Leipzig

Der Verfasser hatte Gelegenheit, im Rahmen einer von der KDT (Bezirksverband Rostock) organisierten Studienreise die Landwirtschaftsausstellung in Budapest zu besuchen, über die dabei gewonnenen Eindrücke auf einigen Gebieten soll hier berichtet werden.

Die Landmaschinenschau gab einen recht umfassenden Einblick in den Stand der Landtechnik auf — wörtlich zu nehmen — engem Raum. Die Beteiligung sozialistischer Länder (Bild 1)<sup>1)</sup> und der Vereinigung „Agromasch“ brachte viele Beispiele der sozialistischen ökonomischen Integration im RGW.

Die Aussteller aus kapitalistischen Ländern bemühten sich offensichtlich darum, Exponate zu zeigen, die ihnen für den Einsatz in der sozialistischen Landwirtschaft geeignet erscheinen. Die Landmaschinenindustrie des Gastgeberlandes war mit einem umfangreichen und vielgestaltigen Angebot an modernen Landmaschinen vertreten, vielfach war ein intensives Suchen nach optimalen Lösungen erkennbar. Die Anzahl von Neuentwicklungen und Lizenzprodukten war erstaunlich hoch. Die Palette reichte vom 50-kN-Traktor Rába-Steiger bis zu ULV-Geräten im Pflanzenschutz.

Die DDR veranschaulichte mit einer repräsentativen Kollektiv-

Ausstellung unserer Landtechnik für Pflanzen- und Tierproduktion den erreichten hohen Entwicklungsstand.

## 1. Traktoren und selbstfahrende Landmaschinen

Von seiten der UdSSR wurde eine ganze Traktorenreihe vom Traktor der 9-kN-Klasse (0,9-Mp-Klasse) bis zum K-700 der 50-kN-Klasse (5-Mp-Klasse) ausgestellt.

Die Neuheit bei den großen Traktoren war der ungarisch-österreichische Traktor Rába-Steiger in der Klasse 50 kN mit einer Motorleistung von 176 kW (245 PS) und dem gleichen prinzipiellen Aufbau aus zwei durch Gelenk verbundenen Rahmen wie der K-700 (Bild 2). Die Motorleistung liegt zwischen der des K-700 und der des K-701. Die Anzahl der Getriebegänge ist mit 10 Vorwärtsgängen geringer als die bei den Traktoren K-700/K-701 (16 Gänge). Besondere Ausrüstungen, wie Regelhydraulik oder Schaltung unter Last, hat der Traktor nicht. Der Traktor wurde allgemein mit Zwillingsreifen vorgestellt und hat in dieser Ausführung eine größte Breite von 3675 mm, was beträchtlich über die zulässigen Transportbreiten im Straßenverkehr der DDR und auch der UVR hinausgeht.

Von den selbstfahrenden Landmaschinen sei als relative Neuheit