

Einflüsse auf den Trenneffekt verschiedener Siebe bei der Getreidereinigung

Prof. Dr. sc. techn. H. Regge, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik
 Dr. sc. techn. V. N. Minaev, Allunions-Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der UdSSR, Moskau

Verwendete Formelzeichen

E	%	Trenneffekt
g	m/s ²	Erdbeschleunigung
l	mm	Sieblochlänge
n _s	min ⁻¹	Schwingfrequenz des Siebes
q _F	kg/h · dm ²	spezifischer Siebdurchsatz, bezogen auf die Einheit der Siebfläche
r	mm	Modellkornradius
t	s	Fallzeit
v _r	m/s	Fließgeschwindigkeit des Siebgutes
v _k	m/s	kritische Relativgeschwindigkeit des Siebgutes
v _r	m/s	Relativgeschwindigkeit des Siebgutes
α	°	Siebneigungswinkel
β	°	Schwingungsrichtungswinkel

1. Einleitung

Bei der Getreidaufbereitung ist neben dem Sortieren das Sieben eines der bedeutendsten Trennverfahren zur Beimengungsabscheidung. Sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Leistungsparameter einer Getreidereinigungsmaschine werden im entscheidenden Maß von der Auslegung des Siebwerks und seiner Siebe bestimmt. Bedeutende konstruktions- und betriebsbedingte Einflußgrößen der Trennvorgänge sind Siebamplitude, Siebneigungswinkel, Siebschwingungsrichtungswinkel, Schwingfrequenz und spezifischer Durchsatz. Über die Wirkungen von Siebamplitude und Siebfrequenz sowie der daraus abgeleiteten Siebeschleunigung, vor allem aber über den Einfluß des spezifischen Durchsatzes, auf Trenneffekt und Siebverlust sind vielfältige Beiträge in der Fachliteratur erschienen. Speziell zu den Wirkungen vorgenannter Einflußgrößen auf die Trennarbeit von Profilsieben haben beide Autoren schon zu früheren Zeitpunkten in dieser Zeitschrift [1, 2, 3] berichtet. Weit aus weniger Informationen liegen über die Beeinflussung des Siebens durch die Fließgeschwindigkeit des Siebgutes auf der Sieboberfläche, den Siebneigungswinkel und den Schwingungsrichtungswinkel des Siebes vor. Deshalb sollen wesentliche Erkenntnisse aus der Literatur sowie aus eigenen experimentellen Untersuchungen nachfolgend kurz dargelegt werden.

2. Fließgeschwindigkeit des Siebgutes als indirekter Einstellparameter

Eine Grundvoraussetzung für die kontinuierliche Abscheidung von Unterkorn durch Sieböffnungen ist das Vorhandensein einer Relativbewegung zwischen Siebgut und Siebfläche. Je höher die Relativgeschwindigkeit zwischen Siebgut und Siebfläche ist, desto mehr Sieböffnungen werden den Partikeln des Siebgutes je Zeiteinheit angeboten; folglich ist auch eine höhere Abscheideleistung des Siebes zu erwarten. Diese Relativgeschwindigkeit muß aber unter jenem kritischen Wert bleiben, der aufgrund des abnehmenden Zeitintervalls für das Überstreichen einer Sieböffnung ein vollständiges Einschlüpfen von kleinen Siebgutpartikeln in angebotene Sieböffnungen unterbindet. Schon vor mehr als 70 Jahren hat der Akademiker V. P. Gorjačkin [4] für diesen Vorgang ein einfaches physikalisch-mathematisches Modell entwickelt und bei Annahme von Kugelform, Einzelteilchenbewegung und horizontal angeordneter Siebfläche (Bild 1) die kritische Relativgeschwindigkeit gemäß dem Fallgesetz in Abhängigkeit von der Teilchen- und Sieblochgröße wie folgt formuliert:

$$l - r = v_k t \quad (1)$$

$$r = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

$$v_k = (l - r) \sqrt{\frac{g}{2r}} \quad (3)$$

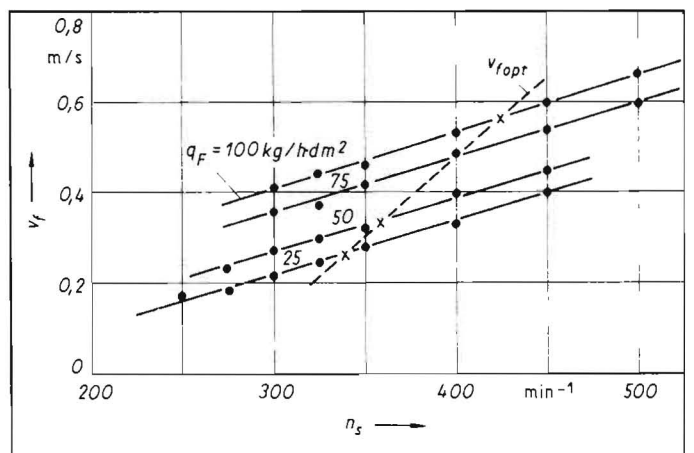
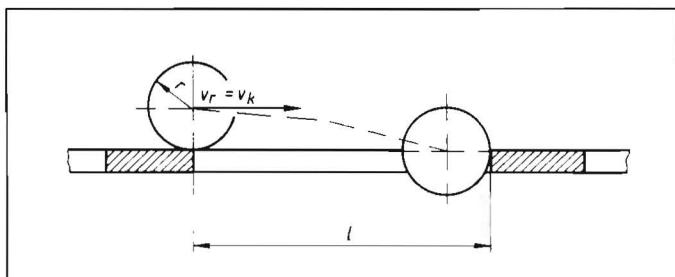
Mit Gl. (3) wurden von Gorjačkin erste grundlegende Einflüsse der Siebgestaltung auf die Siebleistung aufgedeckt, wobei jedoch Fragen der Stabilität und Festigkeit der Siebe nicht außer acht gelassen werden dürfen. Auf diese Grundüberlegungen von Gorjačkin haben andere Forscher [5, 6] aufgebaut und das Modell entsprechend den weiteren Erkenntnissen vervollkommen. Weil die Relativgeschwindigkeit der Siebgutpartikel während der Siebbewegung nicht konstant und demzufolge äußerst schwierig zu erfassen ist, hat Vasil'ev [7] mit Hilfe radioaktiver Isotope die Fließgeschwindigkeit des Siebgutes auf der Siebfläche als durchschnittliche Relativgeschwindigkeit ge-

messen. Bei Untersuchungen mit Flachsieben fand er, daß bei sonst konstanten Betriebsbedingungen mit steigender Schichtdicke des Siebgutes auf der Siebfläche die Fließgeschwindigkeit zunimmt. Gleichzeitig zeigte sich aber auch, daß mit steigendem Durchsatz die optimalen Arbeitsbedingungen bei höheren Fließgeschwindigkeiten auftraten.

Zu ähnlich lautenden Ergebnissen gelangt Terent'ev [8] bei entsprechenden Untersuchungen mit Weizen auf steglosen Harfensieben. Auch hier zeigt sich, daß mit steigendem Durchsatz und wachsender Schichtdicke auf dem Harfensieb das Optimum der Fließgeschwindigkeit zu höheren Werten hinstrebt. Traten beste Trennergebnisse für einen spezifischen Durchsatz von 15 kg/h · dm² bei einer Fließgeschwindigkeit von 0,13 m/s auf, so wurde das Optimum des Trenneffekts für 168 kg/h · dm² erst bei 0,35 m/s erreicht. Überhaupt gelangt Terent'ev zu dem Schluß, daß es für das Trennergebnis i. allg. vorteilhaft ist, über eine steigende Fließgeschwindigkeit die Schichtdicke auf dem Sieb zu reduzieren. Das geht aber nur bis zu einem bestimmten Grenzwert der Fließgeschwindigkeit. Wird dieser überschritten, so nimmt der Trenneffekt ab, weil offensichtlich die Verweildauer des Siebgutes auf der Siebfläche so gering wird, daß nicht jedes Unterkorn in dieser Zeit die Trennfläche erreicht und/oder nicht genügend Zeit findet, um in eine Öffnung – hier der Harfenspalt – einzuschlüpfen. Experimentelle Untersuchungen der Autoren mit Langloch-Profilsieben und Weizenmischungen mit einem Feinkornanteil von 5% brachten eine nahezu lineare Abhängigkeit der Fließgeschwindigkeit und der Siebfrequenz vom spezifischen Durchsatz (Bild 2). Der im Bild 2 eingetragene Linienzug für die optimale Fließgeschwindigkeit v_{f opt}, d. h. für jene Fließgeschwindigkeit, bei der der höchste Trenneffekt erreicht wird, steigt im untersuchten Bereich ebenfalls linear mit dem Durchsatz an, so daß aus den Versuchsergebnissen insgesamt abgeleitet werden kann, daß dem Trennmechanismus aller hier

Bild 2. Abhängigkeit der Fließgeschwindigkeit von der Antriebsfrequenz eines Langloch-Profilsiebes bei der Weizen-Intensivreinigung

Bild 1. Kritische Geschwindigkeit für die Kornabscheidung durch eine Sieböffnung (nach Gorjačkin [4])



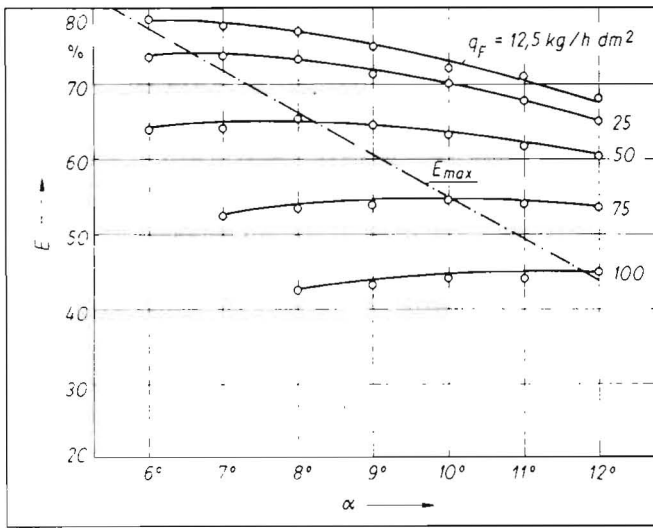


Bild 3 Abhängigkeit des Trenneffekts vom Siebneigungswinkel eines Langloch-Profilsiebes

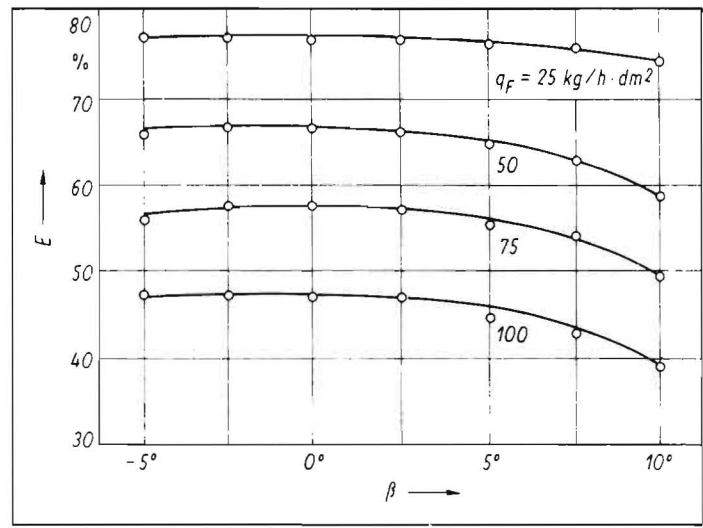


Bild 4. Abhängigkeit des Trenneffekts vom Schwingungsrichtungswinkel eines Langloch-Profilsiebes

behandelten Siebarbeiten die gleiche Gesetzmäßigkeit zugrunde liegt. Die Erkenntnisse besagen weiter, daß es zur vollen Ausschöpfung des Leistungsvermögens einer Siebmaschine erforderlich ist, die Fließgeschwindigkeit des Siebgutes manuell – oder besser noch automatisch – an die gegebenen Betriebsbedingungen anzupassen, zu denen auch die hier nicht behandelten Stoffeigenschaften, wie die Schüttdichte und der Schüttwinkel des Siebgutes [9], gehören. Diese Anpassung geschieht, wie aus Bild 2 ersichtlich, durchsatzabhängig über eine Änderung der Antriebsfrequenz des Siebes oder, wie später noch dargelegt wird, über eine entsprechende Veränderung des Neigungswinkels der Siebebene.

3. Einfluß der Siebneigung auf die Kornabscheidung

Weitestgehend gleichlautend wird in der Literatur die Meinung vertreten, daß mit steigendem Neigungswinkel der Siebe die Fließgeschwindigkeit des Siebgutes zunimmt und daß demzufolge in der Regel die Trennleistung der Siebe ansteigt. Wo dieser letzte Zusammenhang nicht gefunden wurde, muß angenommen werden, daß die Neigungsänderung im Bereich optimaler Fließgeschwindigkeit untersucht wurde, so daß merkliche Effektivitätsänderungen gar nicht erwartet werden konnten.

Vasil'ev [7] hat umfassende Analysen zur Lage der Siebe in Getreidereinigungsmaschinen angestellt. Danach variiert der Neigungswinkel α zwischen 0° und 17° . Aufgrund seiner theoretischen und experimentellen Untersuchungen vertritt Vasil'ev den Standpunkt, daß es aus konstruktiver Sicht zweckmäßig ist, die Siebneigung mit etwa 8° zu bemessen. Da mit kleiner werdender Siebneigung die Siebfrequenz angehoben werden muß, kann es bei Unterschreiten des vorgenannten Wertes schon zu negativen dynamischen Auswirkungen beim Maschineneinsatz kommen. Nach Untersuchungen von Jacobi [10] beträgt die optimale Neigung von Flachsieben in Getreidereinigungsmaschinen 7 bis 15° . Der Anlagenbau Petkus Wutha [11] hat in seinen leistungsstarken Vorreinigungs- und Intensivreinigungsmaschinen für die Untersiebung eine kontinuierliche Einstellung der Siebneigung zwischen 8° und 12° vorgesehen, um dadurch eine wei-

testgehende Anpassung der Maschinen an unterschiedliche Einsatzbedingungen zu ermöglichen.

Die Verfasser haben den Einfluß des Siebneigungswinkels eines Langloch-Profilsiebes auf den Trenneffekt bei der Weizen-Intensivreinigung innerhalb eines breiten Durchsatzspektrums untersucht (Bild 3). Die Darstellung zeigt, daß für jeden Durchsatz ein optimaler Siebneigungswinkel auftritt, bei dem sich ein maximaler Trenneffekt einstellt. Wird dieses Neigungsoptimum verlassen, so nimmt nach beiden Seiten der Trenneffekt parallelförmig ab, wobei mit zunehmender Winkelabweichung ganz beachtliche Leistungseinbußen zu verzeichnen sind. Ein solches Verhalten war natürlich zu erwarten, wenn davon ausgegangen wird, daß die Fließgeschwindigkeit des Siebgutes gleichgerichtet der Größe des Neigungswinkels folgt und für jeden Durchsatz nur eine optimale Fließgeschwindigkeit (Bild 2) existiert, bei der ein maximaler Trenneffekt erzielt wird. Auch daß mit steigendem spezifischen Durchsatz das Neigungswinkelloptimum zu größeren Werten wandert, läßt sich mit dem gleichgerichteten Fließverhalten des Siebgutes und mit Bild 2 erklären. Daß die Scheitelfunktionsform des maximalen Trenneffekts E_{max} in Abhängigkeit vom Durchsatz und damit in Abhängigkeit vom durchsatzabhängigen Optimalwert des Siebneigungswinkels in einem Durchsatzbereich, der von der Intensivreinigung bis zur Saatgutaufbereitung reicht, linear verläuft, ist für eine Prozeßregelung – vor allem für eine automatische – von besonderem Vorteil. Mit den aufgedeckten Zusammenhängen (Bild 3) wird nochmals bestätigt, daß die Trennvorgänge von Profilsieben mit jenen anderer Siebartensieben wesensgleich sind. Das Intervall der optimalen Neigungswinkel deckt sich weitestgehend mit jenen, die von anderen Autoren genannt worden sind.

4. Wirksamkeit des Schwingungsrichtungswinkels

Allgemein ist bekannt, daß aus Gründen einer schonenden Siebgutbehandlung und günstiger dynamischer Maschinenkennwerte die Siebkinematik als Flachwurfssystem ausgelegt wird. Das ist, wie zahlreiche Untersuchungen bestätigen, auch für den Funktionsvollzug von Vorteil. So hat Kožu-

chovskij [12] nachgewiesen, daß sich die Trennqualität von Langloch-Flachsieben gegenüber der Horizontalen, zunehmend verschlechtert. Im Bereich zwischen 0° und 30° trat das höchste Trennergebnis bei $\beta = 0^\circ$ auf. Bei der Aufbereitung von Roggen auf Langloch-Flachsieben untersuchte Taran [13] außerdem aufwärts schwingenden Sieben mit positivem Schwingungsrichtungswinkel auch kinematische Auslegungen mit negativem Schwingungsrichtungswinkel. Auch er fand heraus, daß die Horizontalbewegung des Siebkastens ($\beta = 0^\circ$) die beste Feinkornabscheidung bringt. Überhaupt geht aus Analysen [14] hervor, daß die Konstruktion der Siebmaschinen meist so ausgelegt ist, daß die Siebkästen senkrecht oder nahezu senkrecht an Federn oder gelenkigen Schwingern aufgehängt sind.

Dresdener Untersuchungen mit Langloch-Profilsieben zur Weizen-Intensivreinigung haben zu gleichlautenden Ergebnissen geführt (Bild 4). In Abhängigkeit vom Schwingungsrichtungswinkel stellt sich über einem breiten Durchsatzspektrum ein maximaler Trenneffekt bei horizontaler Siebschwingung ein. Dabei ist der Einfluß der Winkelabweichung von der 0° -Lage zunächst geringfügig, so daß aus konstruktiver Sicht nicht unbedingt eine genaue vertikale Siebkastenaufhängung gefordert werden muß. Um die Ursache der Wirkung des Schwingungsrichtungswinkels zu ergründen, wurde auch bei diesen Untersuchungen die Fließgeschwindigkeit des Siebgutes auf der Siebfläche gemessen. Die Fließgeschwindigkeit wächst linear mit der Zunahme des Schwingungsrichtungswinkels (Bild 5), d. h., wenn die Wurfkomponente des Siebvorgangs zunimmt. Offensichtlich stellt sich durchsatzabhängig die optimale Fließgeschwindigkeit gerade bei horizontaler Siebbewegung ein. Das ist auch ein Grund dafür, daß die Schwingungsrichtung der Siebe nicht als variabler Maschineneinstellparameter, sondern vorteilhafter als konstanter Konstruktionsparameter auszulegen ist.

5. Zusammenfassung

Über den Einfluß der Fließgeschwindigkeit sowie der Neigung und Schwingungsrichtung von Sieben auf die Kornabscheidung in der Getreideaufbereitung ist bisher relativ

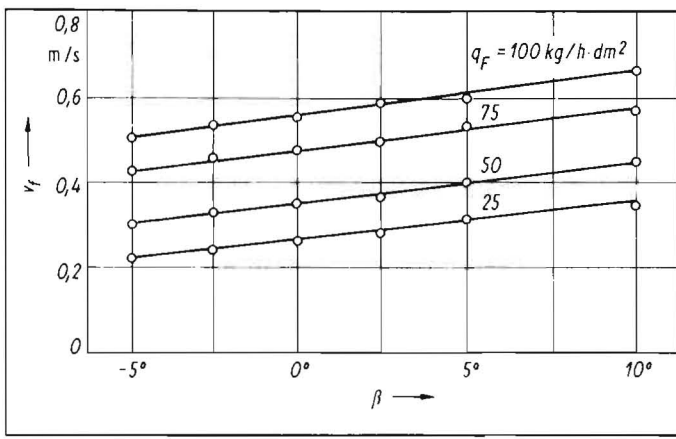


Bild 5
Abhängigkeit der Fließgeschwindigkeit vom Schwingungsrichtungswinkel eines Langloch-Profilsiebese

wenig veröffentlicht worden. Ergebnisse einer Literaturrecherche über diesbezügliche Untersuchungen an Flach- und Harfensieben werden solchen aus Dresdener Untersuchungen an Profilsieben gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, daß die aufgedeckten Gesetzmäßigkeiten für alle Siebarten zutreffen, was zu einer Erweiterung und Vertiefung der bisherigen Erkenntnisse führt. Daraus lassen sich umfassendere und gesichertere Schlussfolgerungen für die Konstruktion und den Betrieb in Entwicklung befindlicher Siebmaschinen ableiten.

Literatur

[1] Regge, H.; Minaev, V. N.: Zur Theorie und Praxis der Feinkornabscheidung eines profi-

lierten Untersiebese in der Getreidereinigung. agrartechnik, Berlin 33(1983)4, S. 177-178.

[2] Regge, H.; Minaev, V. N.: Zur Leistungscharakteristik profilierter Untersiebese in Getreidereinigungsmaschinen. agrartechnik, Berlin 37(1987)4, S. 171-172.

[3] Regge, H.; Minaev, V. N.: Untersuchungen zur Leistungsoptimierung profilierter Untersiebese in der Getreidereinigung. agrartechnik, Berlin 39(1989)5, S. 231-233.

[4] Gorjakin, V. P.: Sobranie sočinenie (Gesammelte Werke), Band 1. Moskau: Verlag Kolos 1968, S. 244-246.

[5] Sergo, E. E.: Droblenie, izmelčenie i grochočenie poleznych iskopaemych (Berechnung, Zerkleinerung und Klassierung der Bodenschätze). Kiew: Verlagsvereinigung Wysšaja škola 1975.

[6] Avdeev, N. A.: Centrobežnye separatory dla

zerna (Zentrifugalseparatoren für Getreide). Moskau: Verlag Kolos 1975.

[7] Vasil'ev, S. A.: Separacija semjan sel'skokožajstvennych kul'tur na rešetach (Separation von Samen landwirtschaftlicher Kulturen auf Sieben). Autorreferat einer Doktordissertation, Moskau 1962.

[8] Terent'ev, U. V.: Issledovanie tehnologii razdelenija semjan po toščine (Untersuchungen zur Korntrennung nach der Dicke). Autorreferat einer Kandidatendissertation, Čeljabinsk 1968.

[9] Schwanz, H., u. a.: Siebtabellen und Anleitung zur Maschineneinstellung bei der Aufbereitung von Mähdruschfrüchten. Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Petkus Wutha, 1986.

[10] Jacobi, H.: Getreidebearbeitung und -lagerung. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1982.

[11] Pohler, H.; Schwanz, H.: Saatgutaufbereitung - Grundlagen und Technik. Wutha/Quedlinburg: Anlagenbau Petkus Wutha/Ingenieurbüro für Saat- und Pflanzgut Quedlinburg, 1982.

[12] Kožučovskij, I. E.: Issledovanie raboty ploskich rešet (Untersuchungen zur Arbeit der Flachsiebese). Trudy VIM, Moskau, Bd. 28 (1960) S. 8-11.

[13] Taran, A. I.: Issledovanie vlijanija napravlenosti kolebaniy ploskich rešet na prosevaemost' zernovogo materiala (Untersuchung des Einflusses der Schwingungsrichtung der Flachsiebese auf die Kornabsiebung). Autorreferat einer Kandidatendissertation, Moskau 1962.

[14] Gortinskij, V. V., u. a.: Processy separirovanija na zernoobrabatyvajuščich predpriyatijach (Separationsprozesse in den getreideverarbeitenden Betrieben). Moskau: Verlag Kolos 1980.

A 5911

Anzeigen

Verstärken Sie Ihre Präsenz auf dem Markt!

Durch eine Anzeige ...
... Ihres Unternehmens



Mitglied des Europäischen Adressbuchverleger-Verbandes



Zeichen für Leistung

... im a. b. address Produkte- u. Dienstleistungsverzeichnis der Allgemeinen Branchen- u. Adressbuch Verlag GmbH, Berlin (West). Die '90er Ausgabe von a. b. address erscheint im August. Rund 360 000 Anbieteradressen aus der Bundesrepublik Deutschland, der Deutschen Demokratischen Republik, Österreich und der Schweiz mit sämtlichen dem Verlag bekannten Kommunikationsmitteln, sind nach über 2 000 Branchengruppen gegliedert aufgeführt. Durch gezielte, internationale Verbreitung ist a. b. address unentbehrlich für Ihre Marketing-Strategie.

a. b. a. Verlagsvertretung in der DDR: Ilona Seifert und Klaus Heise
Boxhagener Straße 35 Berlin 1035 Tel.: 58 838 06

Aus unserem FERTIGUNGSPROGRAMM bieten wir an:

- Einachsskipper HTS 30.10, 3 t
- Wegehobel zum Begradigen von Wirtschaftswegen
- Selbstentladeanhänger HTS 30.04/1
- Ladezangen für Großkisten
LZ 01 = 1 075 mm Greifweite
LZ 02 = 800 mm Greifweite
- Kippdrehzangen für Großkisten
- Geländegängige Gabelstapler Basis MTS-50
- Reifenmontiergeräte für Reifengrößen bis 15-30
- Selbstfahrende Pflegewagen für Gewächshauswirtschaften
- Großes Palettenangebot für Umschlag und Lagerung

Informieren Sie sich bei unserer Abteilung Technik!

Bestellungen für 1991 werden ab sofort entgegengenommen!

KfL Potsdam, Neufahrland, 1501
Telefon: Fahrland 2 86, Telex: 015351