

Entwicklung eines Scheibenrostsiebes für Krumenentsteinungsmaschinen

Dr. H. Socher, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Die Einführung industriemäßiger Produktionsmethoden in die Landwirtschaft ist eine objektive Notwendigkeit zur Festigung sozialistischer Produktionsverhältnisse auf dem Lande. Mit der Bereitstellung leistungsfähiger Maschinensysteme für die Pflanzenproduktion schafft die Landmaschinenindustrie wichtige Voraussetzungen dafür. Hohe Arbeitsgeschwindigkeit und große Arbeitsbreite der Maschinen und Geräte sind die Grundlagen für hohe Leistungen.

Der Steinbesatz der Ackerböden behindert den Einsatz der modernen Maschinen und Geräte. Beschädigungen der Mechanisierungsmittel sind beim Zusammenstoß mit Steinen oft nicht zu vermeiden. Die dadurch entstehenden Stillstandszeiten führen zu einer verringerten Leistung der Maschinen. Das Problem der mechanisierten Entsteinung der Ackerböden ist deshalb eine Forderung von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Um wirksam und dauerhaft den hohen Steinbesatz eiszeitlich entstandener Böden zu beseitigen, besteht die Aufgabe, aus der Krumenschicht, die durch das Pflügen jährlich gewendet wird (30 bis 40 cm Tiefe), die Steine mit einem Durchmesser >2 cm zu entfernen. Eine Analyse bisher entwickelter Entsteinungsmaschinen ergab, daß für die Entsteinung der Krumenschicht bis 40 cm Tiefe nur Maschinen geeignet sind, die die zu entsteinende Bodenschicht aufnehmen und die vorhandenen Steine absieben [1].

Für die Bodenaussiebung werden verschiedene technische Lösungen verwendet, die sich an Siebe aus der Aufbereitungs- und Landtechnik anlehnen (Siebstabketten, Schwingsiebe, Trommelsiebe oder Stangensiebe mit Schürfketten).

Eine Patentanalyse zu einsetzbaren Sieben ergab Möglichkeiten, Scheibenrostsiebe in Krumenentsteinungsmaschinen einzusetzen. Vergleichsuntersuchungen zeigten, daß diese Siebe beim Einsatz in Krumenentsteinungsmaschinen allen anderen genannten Siebprinzipien überlegen sein können.

1. Aufgabenstellung

Eine Krumenentsteinungsmaschine muß in erster Linie eine fahrbare hochleistungsfähige Siebmaschine sein, die auf Standorten mit einem Steingehalt bis 800 t/ha in der zu bearbeitenden Bodenschicht einsetzbar ist. Die Bodenarten Sand bis lehmiger Sand sollen im Feuchtigkeitsbereich von 30 bis 70% der Feldkapazität entsteinet werden können. Die Steine mit einem Durchmesser >2 cm sind abzusieben und auf ein Transportfahrzeug zu verladen (Steine mit einem Durchmesser >30 cm werden zuvor durch andere Geräte vom Acker entfernt).

Zur Erfüllung dieser Forderungen waren zunächst die detaillierten Anforderungen an das Scheibenrostsieb zu formulieren. Ausgehend von Aufbau und Wirkungsweise mußten diejenigen Größen gefunden werden, die bei der Konstruktion des Siebes als Variable zur Verfügung stehen. In theoretischen Untersuchungen war zu ermitteln, in welcher Weise die

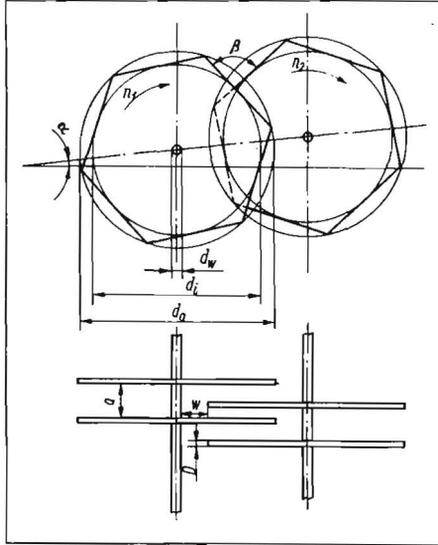


Bild 1. Konstruktions- und Betriebsparameter des Scheibenrostsiebes;

- a Siebscheibenabstand
- D Siebscheibendicke
- d_i Siebscheibeninnenkreisdurchmesser
- d_a Siebscheibenaußenkreisdurchmesser
- d_w Siebwellendurchmesser
- n Drehzahl der Siebwellen
- w Wellenrundfreiheit
- α Siebanstellwinkel
- β Abstreifwinkel

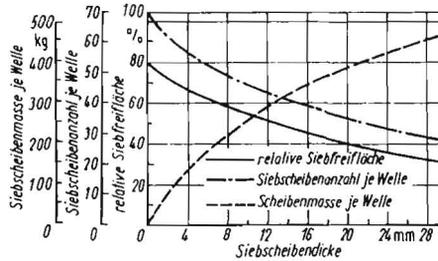
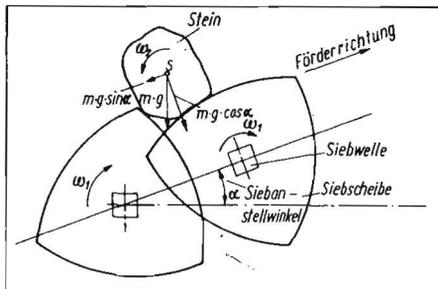


Bild 2. Relative Siebfreifläche, Siebscheibendrehzahl und Siebscheibenmasse in Abhängigkeit von der Siebscheibendicke; Arbeitsbreite 1400 mm, Siebscheibenabstand 20 mm, Siebscheibendurchmesser 300 mm, Siebwellendurchmesser 60 mm

Bild 3. Rollbewegung großer Steine auf dem Scheibenrostsieb



Arbeitseigenschaften und die Funktionssicherheit des Siebes durch die variablen Konstruktions- und Betriebsparameter beeinflussbar sind.

2. Konstruktions- und Betriebsparameter des Scheibenrostsiebes

Scheibenrostsiebe sind eine Sonderform der Walzroste. Die Dicke der Siebscheiben (Wälzelemente) ist im Verhältnis zum Siebscheibendurchmesser nur gering. Die Siebscheiben sind auf angetriebenen Siebwellen so angeordnet, daß sie von Welle zu Welle kammartig ineinandergreifen (Bild 1). Durch Drehen der Siebwellen werden der Transport und eine Umschichtung des Siebgutes erreicht. Die auszusiebenden Bestandteile des Siebgutes können durch die Spaltöffnungen zwischen den Scheiben hindurchfallen. Das Scheibenrostsieb weist folgende Konstruktions- und Betriebsparameter auf:

- Form, Dicke, Größe der Siebscheiben
- Abstand zwischen den Siebscheiben
- Drehzahl der Siebwellen
- Anzahl der Siebwellen und deren Abstand voneinander
- Anstellwinkel des Siebes
- Werkstoff der Siebscheiben.

3. Einfluß der Konstruktions- und Betriebsparameter auf die Arbeitseigenschaften und auf die Funktionssicherheit

Zu den Arbeitseigenschaften des Scheibenrostsiebes sollen gehören:

- Zerkleinern des Bodens
 - Aussieben des Bodens
 - Fördern des Bodens und der Steine.
- Die geforderte Funktionssicherheit bedeutet:
- Verhindern von Steinverklümmungen
 - geringer Verschleiß
 - gute Selbstreinigung.

Damit der Boden ausgesiebt werden kann, muß er auf eine solche Aggregatgröße gekrümelt werden, daß er die Sieböffnungen passieren kann. Dazu müssen im Boden Spannungen erzeugt werden, die zum Bruch der vorhandenen Kluten oder Schollen führen. Von den Siebscheiben müssen folglich Schlagwirkungen ausgehen, die diese Spannungen im Boden erzeugen. Dünne Siebscheiben mit geraden Kanten und geringer Eckenzahl, die mit hoher Umfangsgeschwindigkeit arbeiten, können diese Wirkung am besten hervorrufen. Die im Boden vorhandenen Steine werden stark beschleunigt und durch die darüberliegende Bodenschicht hindurchgeschleudert.

Dadurch wird eine solche Siebtiefenwirkung erzielt, daß auch die Bodenschichten gelockert werden, die nicht direkt mit dem Sieb in Berührung kommen. Das Siebgut wird umgeschichtet, und die Sieböffnungen werden für den Durchgang des gekrümelten Bodens freigehalten.

Die Siebleistung wird besonders durch die relative Siebfreifläche bestimmt. Deshalb wird angestrebt, die Siebscheiben und -wellen so zu gestalten, daß ein möglichst großer Anteil der Siebfläche für den Durchgang des Bodens zur Verfügung steht (Bild 2).

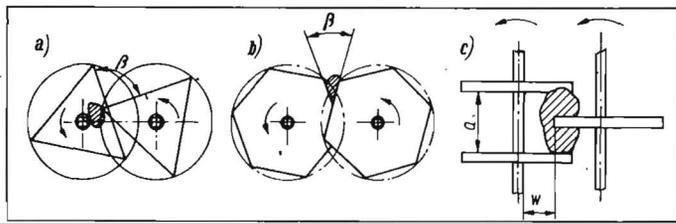


Bild 4
Verklebungen durch Steine im Scheibenrost-sieb:
a) Wellengrundverklebung
b) Spaltverklebung
c) Seitenverklebung

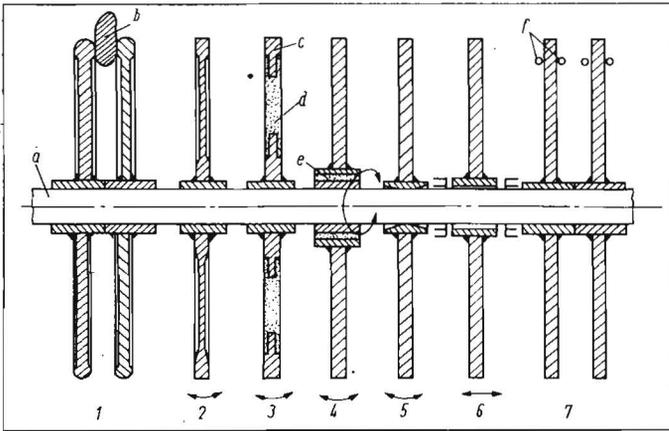


Bild 5
Konstruktive Möglichkeiten zum Lösen von Seitenverklebungen im Scheibenrost-sieb:
a) Siebwellen, b) Stein, c) Stahl, d) Gummi, e) Silenbuchse, f) Stahldraht

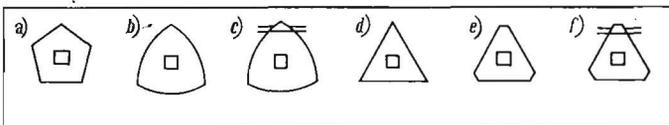


Bild 6
Siebscheibenformen und -anordnungen zu Laborversuchen
a) Fünfeck
b) Bogendreieck
c) Bogendreieck mit zwei Seilen
d) gleichseitiges Dreieck
e) gleichseitiges Dreieck mit verkürzten Spitzen
f) gleichseitiges Dreieck mit verkürzten Spitzen und zwei Seilen

Form und Anordnung der Siebscheiben	Bogendreieck	Bogendreieck mit 2 Seilen	gleichseitiges Dreieck mit verkürzten Spitzen
Außenkreisdurchmesser d_a	mm 350	350	340
Scheibenabstand a	mm 26	47	31
Siebscheibendicke D	mm 8	8	4
Einbauordnung Sieblichstellwinkel γ Wellenzahl z Drehzahl 230 U/min Siebfläche 3,75 m ² Sieblichbreite 1,4 m			
rel. Siebfreifläche %	48,5	41,4	47,5
Abstreifwinkel β	° 92	92	90

Bild 7
Siebscheibenformen und -anordnungen zu Untersuchungen unter Praxisbedingungen

Zum Weitertransport des Siebgutes muß vom Sieb eine Förderwirkung ausgehen. Diese Wirkung ist beim Scheibenrost-sieb durch einfaches Abwälzen des Siebgutes auf den Siebscheiben oder durch Wurfbewegungen zu erreichen. Siebscheiben mit geraden Kanten und wenigen Ecken lassen die besten Förderwirkungen erwarten (Bild 3). Indem die Siebscheiben von Welle zu Welle versetzt angeordnet werden, läßt sich ein abschnittsweise fortschreitendes Beschleunigen und Fördern des Siebgutes erreichen, wodurch die Stoßbelastungen auf das Gesamtsieb wesentlich gemindert werden können.

Die Funktionssicherheit des Scheibenrost-siebes wird in erster Linie durch die Haltbarkeit der Siebscheiben, Siebwellen und des Antriebs bestimmt. Diese Elemente werden am stärksten beansprucht, wenn sich besonders große Steine auf dem Sieb befinden oder wenn sich Steine im Sieb verkleben. Dabei können drei ver-

schiedene Verklebungsarten auftreten (Bild 4).

Wellengrundverklebung liegt dann vor, wenn ein Stein zwischen zwei Siebscheiben einer Welle gelangt und von einer eingreifenden Siebscheibe auf diese Siebwellen gepreßt wird. Verhindert werden können solche Verklebungen, indem der Siebscheibenabstand a kleiner gewählt wird als die Wellengrundfreiheit w .

Bei **Spaltverklebungen** sind Steine zwischen den Außenkanten von Siebscheiben benachbarter Siebwellen eingeklemmt. Als variable Konstruktionsgröße zur Vermeidung dieser Verklebungen verbleibt der Abstreifwinkel β . Er muß entweder $\geq 90^\circ$ gehalten werden, oder aber bei runden Siebscheiben oder regelmäßigen Vielecken mit großer Eckenzahl kann das Klemmverhalten durch die Umfangsgeschwindigkeit an den Siebscheibenaußenkanten bestimmt werden. Eine von Welle zu Welle

steigende Umfangsgeschwindigkeit der Siebscheiben kann Spaltverklebungen weitestgehend verhindern.

Seitenverklebungen sind Verklebungen von Steinen zwischen benachbarten Siebscheiben einer Welle. Solche Verklebungen werden durch Steine hervorgerufen, die nur geringfügig größer sind als der Siebscheibenabstand a , wenn diese zwangsweise zwischen die Siebscheiben gepreßt werden, wobei es dafür verschiedene Ursachen geben kann. Diese Verklebungen sind nicht zu verhindern; bei der Konstruktion des Siebes kann jedoch darauf geachtet werden, daß solche Verklebungen zwangsweise oder allmählich selbständig gelöst werden (Bild 5). Das ist möglich, wenn die Siebscheiben so angeordnet werden, daß sie sich auf den Wellen in axialer und in Drehrichtung geringfügig bewegen können, oder zwischen den Siebscheiben ein Rost aus Drähten oder Seilen so angeordnet ist, daß die Scheiben zwischen ihnen hindurchreichen. Durch ein solches flexibles Rost werden die Eintrittsöffnungen für Steine in das Sieb so weit begrenzt, daß es kaum zu Verklebungen kommen kann oder daß bestehende Seitenverklebungen zwangsweise gelöst werden.

Die Ergebnisse dieser Betrachtungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

— Form und Drehzahl der Siebscheiben werden hauptsächlich durch die Krümel- und Förderwirkung bestimmt. Verschiedene Formen müssen experimentell untersucht werden.

— Der Durchmesser der Siebscheiben, ihr Abstand voneinander sowie der Durchmesser der Siebwellen und deren Abstand stehen in einem engen Zusammenhang. Bestimmte Größenverhältnisse sind dabei in engen Grenzen variabel, wobei der Siebscheibenabstand von der Größe der abzusiebenden Steine und der Siebwellendurchmesser von der Länge der Siebwellen bestimmt werden.

— Wegen der zu erwartenden großen Belastungen sind die Siebscheiben aus Stahl herzustellen, ihre Dicke ist den Belastungen anzupassen.

— Sieblänge und Anstellwinkel sind so zu wählen, daß eine völlige Bodenauslebung erfolgen kann und große Steine noch über das Sieb hinweggefördert werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse geben im wesentlichen die Tendenzen an, nach denen durch die Konstruktions- und Betriebsparameter die Arbeitseigenschaften und die Funktionssicherheit des Siebes beeinflusst werden können.

In experimentellen Untersuchungen unter Labor- und Praxisbedingungen wurden die Ergebnisse überprüft und zahlenmäßig erfaßt.

4. Experimentelle Untersuchungen

Die durchgeführten Laboruntersuchungen bezogen sich auf Steinverklebungen, auf die Förderwirkung und auf den Verschleiß der Siebscheiben durch Steine.

Drei verschiedene Siebscheibenformen wurden in unterschiedlicher Anordnung in einem Prüfstand eingesetzt (Bild 6).

In den Laboruntersuchungen wurden als Siebgut Steine aus eiszeitlichen Geschieben als Rohmaterial und in gebrochener Form als Schotter verwendet. Mit einem Rundlauf über Förderbänder wurden so Versuchsbedingungen auch für Dauerversuche geschaffen. Zu Verschleißuntersuchungen wurden Siebscheiben unterschiedlicher Stähle verwendet, und die Untersuchungen zur Förderwirkung wurden mit Modellkörpern aus Stahl durchgeführt.

In den Laboruntersuchungen konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Steinverklümmungen konnten mit Siebscheiben der Form gleichseitiger Dreiecke (auch bei verkürzten Spitzen) und mit Bogendreieckscheiben weitestgehend unter folgenden Bedingungen vermieden werden:
 - Der Abstand von den Siebscheibenaußenkanten zu den benachbarten Siebwellen ist mindestens 1,3mal so groß wie der Siebscheibenabstand.
 - Der Abstreifwinkel zwischen den Siebscheiben benachbarter Wellen ist größer als 90°, und die Siebscheiben greifen ständig kammartig ineinander.
 - Zwischen die Siebscheiben geklemmte Steine wurden durch die beschriebene Anordnung von Stahlseilen zwangsweise befreit. Bei Sieben ohne diese Zusatzbaugruppe lösten sich die eingeklemmten Steine, wenn die Siebscheiben mit einem axialen Spiel von 0,2 mm je Siebscheibe eingebaut wurden und auch in Drehrichtung auf den Siebwellen geringfügiges Spiel aufwiesen.
 - Die Förderwirkung der Siebscheiben wurde mit zunehmender Eckenzahl geringer. Dreieckscheiben mit gebogenen Kanten fördern schlechter als solche mit geraden Kanten.
 - Siebscheiben aus gehärtetem Federstahl waren hinsichtlich Verschleiß und Verformung günstiger als Scheiben aus unbehandeltem Stahl.
- Aufbauend auf den Ergebnissen der Laboruntersuchungen erfolgten die experimentellen Untersuchungen unter Praxisbedingungen.

Schwerpunkte bildeten dabei die Probleme

- Krümeln und Ausieben des Bodens
 - Selbstreinigung des Siebes
 - Verschleiß.
- Drei verschiedene Scheibenrostsiebe (Bild 7) wurden nacheinander in eine Maschine eingebaut und auf vergleichbaren Standorten erprobt.
- Auf Standorten mit Stoppelrückständen war bei der Variante mit Bogendreieckscheiben in Kombination mit einem Drahtrost der Siebtransport nicht gesichert und das Sieb verstopfte.
- Vergleiche zwischen den beiden anderen Maschinen ergaben, daß zur völligen Bodenaushebung beim Sieb mit Bogendreieckscheiben eine um rd. 25 % größere Sieblänge erforderlich war als bei dem Sieb mit Siebscheiben in der Form gleichseitiger Dreiecke. Große Steine wurden von den Scheiben mit geraden Kanten erwartungsgemäß wesentlich besser gefördert.
- Die Maschine, deren Sieb mit gleichseitigen Dreieckscheiben und verkürzten Spitzen ausgerüstet war, erbrachte insgesamt die besten Ergebnisse.
- Die im Boden befindlichen Steine mit einem Durchmesser >5 cm werden zu 100 %, und die Steine im Durchmesserbereich von 2 bis 5 cm zu 91 bis 98 % vom Scheibenrostsieb aus dem Boden abgesiebt. Die Einsatzgrenze des Siebes hinsichtlich der Siebqualität liegt auf lehmigem Sandboden bei einer Feuchtigkeit von 70 % der Feldkapazität, sie wird durch die Krümelbarkeit des Bodens bestimmt.
- Der Anteil der mit den Steinen abgefahrenen Pflanzenrückstände liegt auf unbearbeiteten

Stoppelfeldern bei rd. 80 %, er kann jedoch durch einmaliges Bearbeiten des Bodens mit einer Scheibenegge bereits zur Hälfte gesenkt werden.

Die Einsatzgrenzen des Siebes hinsichtlich Hangneigung liegen bei 6°, bei Arbeiten in Falllinie werden Steine mit einem Durchmesser >25 cm nicht mehr gefördert.

Die Verschleißmessungen ergaben, daß die Siebscheiben der ersten vier Wellen nach rd. 30 ha erneuert werden müssen, die Scheiben der übrigen Wellen können die doppelte Lebensdauer erreichen.

5. Zusammenfassung

In theoretischen und experimentellen Untersuchungen wurden zum Scheibenrostsieb die Konstruktions- und Betriebsparameter ermittelt, die für die Dimensionierung und für den Einsatz des Siebes erforderlich sind. Die in der Erprobung unter Praxisbedingungen erzielten Ergebnisse zeigen, daß mit der gefundenen Lösung die Aufgaben der Boden-Stein-Trennung in Krumentsteinungsmaschinen erfolgreich gelöst werden können.

Literatur

- [1] Roßdeutscher, H.: Beitrag zur Ackerbodenentsteinung im Endmoränengebiet. Humboldt-Universität Berlin, Dissertation 1968.
- [2] Socher, H.: Wissenschaftlich-technische Untersuchungen zur Entwicklung eines Scheibenrostsiebes für Krumentsteinungsmaschinen. FZ für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Dissertation 1974. A 1456

Neuerungen und Erfindungen

Patente zum Thema „Bodenbearbeitung“

SU-Urheberschein 420262 Int. Cl. A 01b 1518
Anmeldetag: 25. Januar 1972

„Rasenpflug“

Erfinder: V. V. Krzemevskij

Der Wiesenumbruch erfordert besondere Pflüge bzw. Pflugkörper, um die feste Rasendecke zu durchschneiden, zu wenden und sauber in die Furche einzulegen.

Um mit einem normalen Pflugkörper arbeiten zu können, wird vorgeschlagen, vor dem Pflugkörper a ein spezielles Winkelmesser b zu befestigen (Bild 1). Das Winkelmesser b ist mit

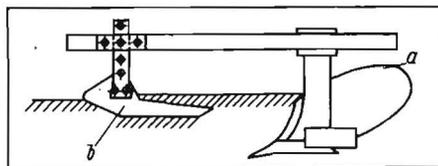


Bild 1.

einer senkrechten Schneide ausgestattet und trennt zunächst die Grasdecke ab. Der nachfolgende Pflugkörper a hebt die abgeschnittene Schicht mit an, und diese rutscht, bevor der eigentliche Erdbalken gewendet wird, in die Furche und wird mit Erde bedeckt.

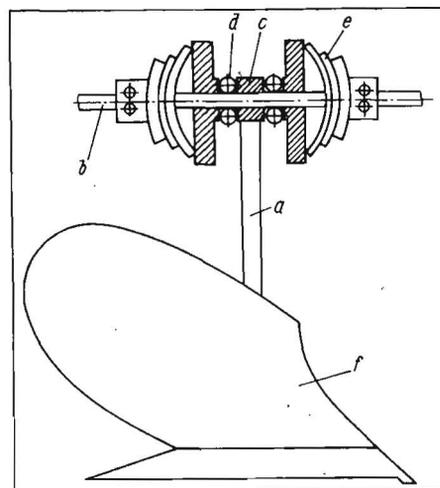
SU-Urheberschein 419194 Int. Cl. A 01b 11/00
Anmeldetag: 22. Juli 1971

„Bodenbearbeitungsgerät“

Erfinder: T. S. Skakun

Die Pflugkörper sind am Pflugrahmen oft gelenkig befestigt, um elastisch ausweichen zu können. Sie schwingen um ihren Anlenkpunkt am Rahmen, wobei die Scharspitze einen Bogen beschreibt und in das Erdreich eindringt.

Bild 2



Um diesen Nachteil zu vermeiden, hat der sowjetische Erfinder eine Parallelführung des Grindels a auf dem Rahmen b vorgeschlagen (Bild 2). Ein Führungsstück c, an dem der Grindel a befestigt ist, gleitet mit Hilfe von Rollen d auf dem Rahmen b. Das Führungsstück wird durch Blattfedern e gehalten. Bei Belastung durch ein Hindernis kann der Pflugkörper f elastisch ausweichen, wobei er nicht mehr ausschwingt, sondern sich parallel auf dem Rahmen verschiebt.

SU-Urheberschein 381312 Int. Cl. A 01b 35/22
Anmeldetag: 26. August 1971

„Selbststellendes Hackwerkzeug“

Erfinder: T. A. Agabekli u. a.

Die Erfinder schlagen ein selbstreinigendes Hackmesser mit waagerechter Klinge vor (Bild 3). Die beiden Klingen a, b sind unabhängig voneinander an einer Doppel-

Bild 3

