

Tafel 2. Charakterisierung der Versuchsflächen

| NSiE | | D 2 | Lö 4 | V 1 | Al 2 | D 5 |
|-------------------------------------|------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Körnungsort | | IS | IU | L | IT | sL |
| Standort | | Müncheberg | Dobitschen | Vippachedelhausen | Schulzendorf | Woldegk |
| Versuchstermin | | 3/1983 | 3/1983 | 3/1983 | 3/1983 | 8/1983 |
| Bodenfeuchtigkeit (Massenanteil) | % | 9,2 (feucht) | 21,6 (sehr feucht) | 22,6 (sehr feucht) | 23,0 (sehr feucht) | 12,2 (optimal) |
| Feldkapazität | % | 71 | 83 | 78 | 77 | 64 |
| Ausgangszustand größte Rauhtiefe | mm | Herbstfurche 150 | Herbstfurche 115 | Herbstfurche 130 | Herbstfurche 140 | Saatfurche ¹⁾ 145 |
| Verschlämmung organische Rückstände | % | gering 3 | mittel 23 | ohne 2 | ohne 4 | gering 6 |
| Bewuchs | % | 9 | 2 | 8 | 7 | 0 |
| Arbeitsgeschwindigkeit | km/h | 6,2 | 5,4 | 5,9 | 6,0 | 6,9 |

1) Scharpflug B 550 kombiniert mit Saatbettbereitungsgesetz B 601

Auf dem frisch gepflügten, bereits mit Packern und Krümlern bearbeiteten sandigen Lehmboden war der Energieverbrauch für die beiden nacheinander angeordneten Eggen (Bild 2, Variante 1) signifikant höher als für die anderen geprüften Werkzeugvarianten, die erreichte Arbeitsqualität aber nur etwa gleich und der Anteil der Aggregate < 40 mm Ø am geringsten. Beim Vergleich der Zinkenschleppenvarianten ist ersichtlich, daß unter den Prüfbedingungen nach Saatsfurche steil stehende Schleppwerkzeuge (Varianten 7 und 8) ein besseres Arbeitsergebnis erreichen als flach stehende mit sehr stumpfem Schnittwinkel (Varianten 5 und 6) und als Rohrschleppen (Variante 4). Da bei steilerer Anstellung der Flachstahlschleppen (130° und 115°) sich die Arbeitsqualität infolge intensiverer Krümelung und Einebnung des Bodens etwas verbesserte und die aufgewendete Energie signifikant abnahm, wurde mit der Zinkenschleppe, bestehend aus zwei Eggenzinkenreihen, einer Flachstahlschleppe mit einem Schnittwinkel von 115° und einer nachgeordneten Federzinkenreihe, der geringste Energiefehlbetrag ermittelt.

4. Schlußfolgerungen

Aus zwei Reihen Eggenzinken, einer Rohrschleppe und einer gelenkig angebrachten Federzinkenreihe bestehende Zinkenschleppen sind zur effektiven und schonenden Saatsbettbereitung im Frühjahr auf allen krümel-fähigen Böden besser geeignet als zwei nacheinander angeordnete Eggen bzw. Eggen-Schleppen-Kombinationen. Die Zinkenschleppen sind außerdem wesentlich kürzer als zwei Eggen.

Auf im Frühjahr verschlämmten Lehm- und Schluffböden ist das Arbeitsergebnis, besonders der Krümelungseffekt, der Zinkenschleppe besser, wenn anstatt der Rohrschleppe eine Flachstahlschleppe mit stumpfem Schnittwinkel von 135° verwendet wird.

Auch bei der Saatsbettbereitung im Sommer nach Saatsfurche haben sich Zinkenschleppen bewährt. Für die weitere Krümelung und Einebnung des gepflügten, mit Packern und Krümlern vorbereiteten sandigen Lehmbodens sind Zinkenschleppen gut geeignet, deren Flachstahlschleppe einen Schnittwinkel von 115° hat.

Literatur

- [1] Bosse, O.; Kalk, W.-D.: Untersuchungen an Schleppwerkzeugen zur Einebnung des Bodens im Frühjahr. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 29 (1985) 7, S. 409-415.
- [2] Bosse, O., u. a.: Vorrichtung zur Belastung von Arbeitswerkzeugen. DDR-Patentschrift Nr. 219 929 vom 20. März 1985 (A 01 B 49/02).
- [3] Bosse, O.; Kalk, W.-D.: Vorschlag zur Bewertung von Bodenbearbeitungswerkzeugen hinsichtlich Arbeitsqualität und Energieaufwand. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 10, S. 444-446.
- [4] Kalk, W.-D.; Bosse, O.: Untersuchungen zur Ermittlung der Einflußgrößen auf den Zugkraftbedarf von Schleppwerkzeugen. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 28 (1984) 9, S. 537-543.

A 4852

Mit Kettenantrieb gekoppelte rotierende Werkzeuge für die mit dem Pflug kombinierte Saatsbettbereitung

Dipl.-Ing. J. Kranz, KDT/Dr.-Ing. W.-D. Kalk, KDT/Dr. agr. O. Bosse
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

| | | |
|-----------------|-----|---|
| B | mm | Breite des Werkzeugs |
| D _w | mm | Werkzeugdiameter |
| F _{Kg} | kN | Kettenzugkraft des getriebenen Werkzeugs |
| F _{Kt} | kN | Kettenzugkraft des treibenden Werkzeugs |
| F _N | kN | Vertikalkraft |
| F _{Ng} | kN | Vertikalkraft des getriebenen Werkzeugs |
| F _{Nt} | kN | Vertikalkraft des treibenden Werkzeugs |
| L _s | mm | Schenkellänge des Winkelstabes |
| M _{wg} | kNm | Drehmoment des getriebenen Werkzeugs |
| M _{wt} | kNm | Drehmoment des treibenden Werkzeugs |
| n _{zg} | | Zähnezahl des Kettenrades auf der Welle des getriebenen Werkzeugs |

| | | |
|-----------------|--------------------------|--|
| n _t | | Zähnezahl des Kettenrades auf der Welle des treibenden Werkzeugs |
| Q _N | kN/m | auf Arbeitsbreite bezogene Vertikalbelastung |
| R _{wg} | mm | Radius des getriebenen Werkzeugs |
| R _{wt} | mm | Radius des treibenden Werkzeugs |
| s _w | | Werkzeugschlupf |
| VE | %/ (kNm/m ²) | Verdichtungserfolg |
| v _i | m/s | Fahrgeschwindigkeit |
| v _u | m/s | Umfangsgeschwindigkeit |
| W | % | Wassergehalt des Bodens (Massenanteil) |
| w _G | kNm/m ² | spezifische, auf die bearbeitete Fläche bezogene Gesamtenergie |
| w _R | kNm/m ² | spezifische Rotationsenergie |
| w _T | kNm/m ² | spezifische Translationsenergie |

| | | |
|-------------------|---------------------------|---|
| l' | mm | Teilung der Wirkelemente auf dem Werkzeugumfang |
| ZE | mm/ (kNm/m ²) | Zerkleinerungserfolg |
| β | ° | Spitzenwinkel |
| γ | ° | Anstellwinkel |
| ΔGMD | mm | Änderung des gewogenen mittleren Durchmessers (Zerkleinerungswirkung) |
| ΔQ _{rel} | % | relative Verdichtungswirkung |
| η ₀ | | Übertragungswirkungsgrad |
| μ _R | | Drehmomentbeiwert |
| μ _{Rg} | | Drehmomentbeiwert bei getriebenem Werkzeug |
| μ _{Rt} | | Drehmomentbeiwert bei treibendem Werkzeug |

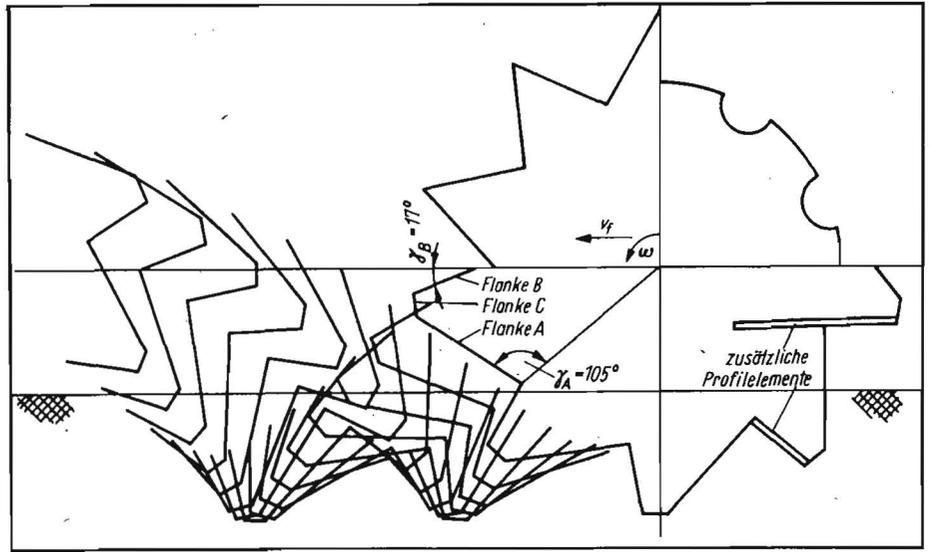
1. Einleitung

Die Bearbeitung des Bodens mit Werkzeug- bzw. Gerätekombinationen zur Grundboden-

Tafel 1. Energetische und ackerbauliche Kenngrößen

- spezifische Translationsenergie w_t (auf die bearbeitete Fläche bezogener Energiebetrag)
- spezifische Rotationsenergie w_R
- spezifische Gesamtenergie w_G
- relative Verdichtungswirkung ΔQ_{rel} (relativer Dichtezuwachs in der von der Grundbodenbearbeitung erfaßten Bodenschicht)
- Zerkleinerungswirkung ΔGMD (Änderung des gewogenen mittleren Durchmessers durch die Bearbeitung)
- Bearbeitungserfolg (auf die spezifische Gesamtenergie bezogene Bearbeitungswirkung)
- Verdichtungserfolg VE
- Zerkleinerungserfolg ZE

Bild 1. Formen der untersuchten Packer und Bewegungsbahn des Treibpackers



bearbeitung und Saatbettbereitung hat hinsichtlich der Steigerung der Arbeitsproduktivität und der Verminderung des Energieaufwands Vorteile. Für die mit dem Pflug kombinierten Saatbettbereitungsgeräte erwiesen sich Kombinationen mit rollenden Werkzeugen als günstig. In diesen Kombinationen kommen überwiegend tiefwirkende Packer zum Zerkleinern und Verdichten des Bodens auch unterhalb der Saatgutablagezone und flachwirkende Krümler zum Zerkleinern und Verdichten des Bodens in der Saatgutablagezone zum Einsatz. Baur [1] und Konzack [2] untersuchten Packer und Krümler, bei denen der Werkzeugschlupf durch Zapfwellenantrieb von dem des rollenden Werkzeugs abweicht. Sie wiesen nach, daß mit getriebenen Werkzeugen, d. h. mit Werkzeugen, deren Schlupf größer ist als der des rollenden Werkzeugs [3], ein höherer Bearbeitungserfolg realisierbar ist als mit rollenden Packern und Krümlern. Bei einem Saatbettbereitungsgerät zur Kombination mit dem Pflug ist aber der Antrieb der Werkzeuge über die Traktorzapfwelle maschinenbautechnisch sehr problematisch. Baur [1] weist darauf hin, daß es untersuchenswert erscheint, die Möglichkeit des Antriebs der Werkzeuge durch ein treibendes Werkzeug, d. h. mit einem Schlupf,

der kleiner ist als beim Rollen [3], zu prüfen. Daraus wurde die Aufgabenstellung abgeleitet, treibende Packer und Krümler hinsichtlich der Realisierung des Antriebs eines getriebenen Werkzeugs über eine Kettenkopplung (d. h. eine kinematische Kopplung) zu untersuchen. Weiterhin waren Erkenntnisse zu Kombinationen (mit Kettenkopplung verbundener) rotierender Packer und Krümler bezüglich der zu realisierenden Konstruktions- und Betriebsparameter zu gewinnen.

2. Material und Methoden

Bei rotierenden Bodenbearbeitungswerkzeugen haben Form und Betrag der Bewegungsgrößen einen entscheidenden Einfluß auf die Wechselbeziehungen der Wirkpaarung Boden-Werkzeug. Die wichtigste Kenngröße zur Beschreibung der Bewegungsverhältnisse am rotierenden Werkzeug mit horizontaler Drehachse ist der Werkzeugschlupf s_w , der hier durch folgende Beziehung definiert wurde:

$$s_w = 1 - \frac{v_f}{v_u} \quad (1)$$

Die experimentellen Untersuchungen erfolgten auf den Standorten Dobitschen (Bodenart

uL, NStE LÖ4) und Müncheberg (Bodenart SI, NStE D2).

In Einzelwerkzeuguntersuchungen an Packern wurden ein treibender Sternpacker, ein Treibpacker und ein rollender Scheibenpacker (Bild 1), wie er in den Saatbettbereitungsgeräten B601 und B603 Anwendung findet [4], miteinander verglichen. Der Treibpacker wurde hinsichtlich der Anstellwinkel der Flanken der Wirkelemente für den Einsatz als treibendes Werkzeug optimiert. Zur Erhöhung des erzielbaren Drehmoments wurde die am stärksten in horizontaler Richtung wirkende Flanke mit zusätzlichen Profilelementen versehen.

Einzelwerkzeuguntersuchungen zu Krümlern wurden an getriebenen und treibenden Winkelstabskrümlern mit verschiedenen Anstellwinkeln der Wirkelemente und verschiedenen Durchmessern durchgeführt. Die Variation der Betriebsparameter beschränkte sich bei diesen Versuchen auf den Werkzeugschlupf s_w und die Vertikalbelastung F_N . Zur Ermittlung der energetischen Kenngrößen wurden die Zugkraft und das dem Werkzeug zugeführte Drehmoment gemessen. Die ackerbaulichen Kenngrößen, relative Verdichtungswirkung und Zerkleinerungswirkung, wurden mit Hilfe der Festpunktmethode

Bild 3. Nomogramm zur Bestimmung der Vertikalbelastung bzw. Drehmomentbeiwerte für die Kombination kinematisch gekoppelter Werkzeuge

Bild 2. Kinematisches Schema für kinematisch gekoppelte Werkzeuge;

Momentengleichgewicht:

$$M_{Wt} = M_{Wg} \text{ oder } F_{kt} = F_{kg} \text{ (nach [6])}$$

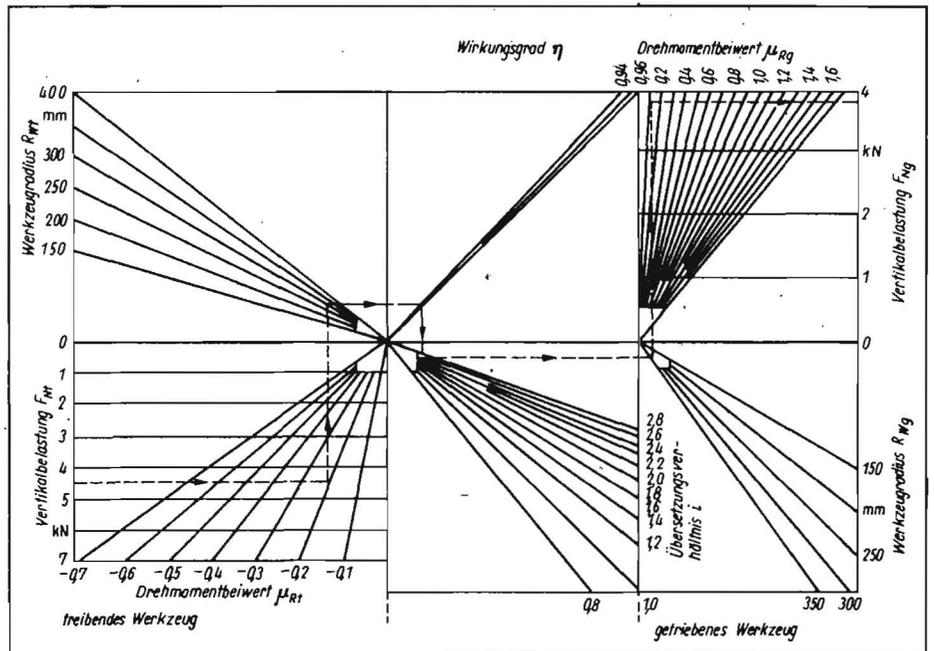
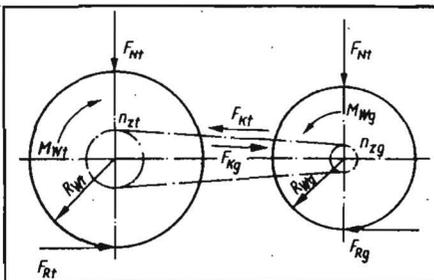
$$M_{Wt} = \mu_{rt} F_{rt} R_{Wt}$$

$$M_{Wg} = \mu_{rg} F_{rg} R_{Wg}$$

$$M_{Wt} \frac{n_{zt}}{n_{zt}} = M_{Wg}$$

Kopplungsbedingung:

$$n_{t0} \mu_{rt} F_{rt} R_{Wt} n_{zt} = \mu_{rg} F_{rg} R_{Wg} n_{zt}$$



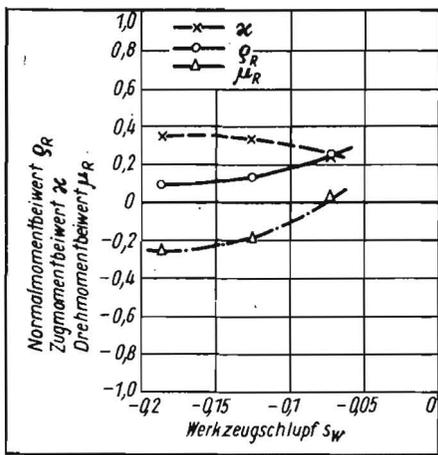


Bild 4. Normalmoment-, Zugmoment- und Drehmomentbeiwert für einen Krümmer ($D_w = 573 \text{ mm}$, $\gamma = 270^\circ$, $Q_N = 4,4 \text{ kN/m}$) in Abhängigkeit vom Schlupf; Standort Dobitschen 1983: uL, NSIE Lö 4, $W = 15,8 \%$

bzw. der Spaltensiebanalyse nach der Richtlinie der TU Dresden [5] ermittelt. Die verwendeten energetischen und ackerbaulichen Kenngrößen sind in Tafel 1 zusammengestellt.

3. Ergebnisse

Eine kinematische Kopplung treibender und getriebener Werkzeuge in einem günstigen Schlupfbereich ist realisierbar, wenn die Drehmomentbeiwerte [3], die Vertikalbelastungen und die Übersetzungsverhältnisse die Kopplungsbedingung zwischen den Werkzeugwellen erfüllen (Bild 2). Statt mit Hilfe des Drehmomentgleichgewichts kann diese Betrachtung auch mit Hilfe des Gleichgewichts der Kettenkräfte vorgenommen werden [6]. Aus den Gleichgewichtsbeziehungen der kinematisch gekoppelten, rotierenden Werkzeuge wurde ein Nomogramm (Bild 3) erarbeitet. Hiermit konnte anhand von Einzelwerkzeuguntersuchungen die Realisierbarkeit einer kinematischen Kopplung ermittelt und entschieden werden, welches Werkzeug als treibendes bzw. welches als getriebenes einsetzbar ist. Beim treibenden Krümmer (Bild 4) ergibt sich bei einem Schlupf von $s_w = -0,15$ ein Drehmomentbeiwert $\mu_R = -0,22$. Mit Hilfe des Nomogramms (Bild 3) wurde ermittelt, daß für einen getrie-

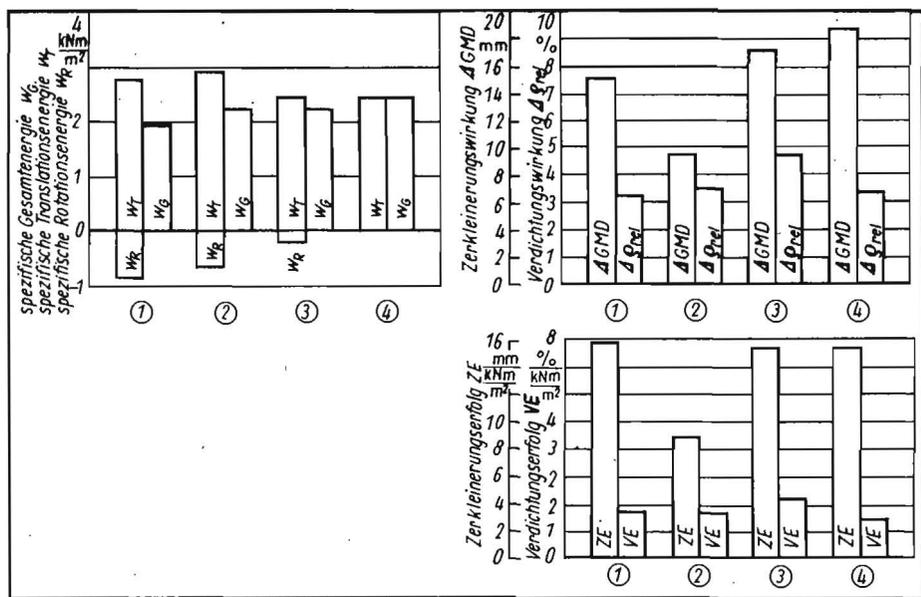


Bild 5. Vergleich der spezifischen Energie, der Bearbeitungsenergien und -erfolge für verschiedene Packer;

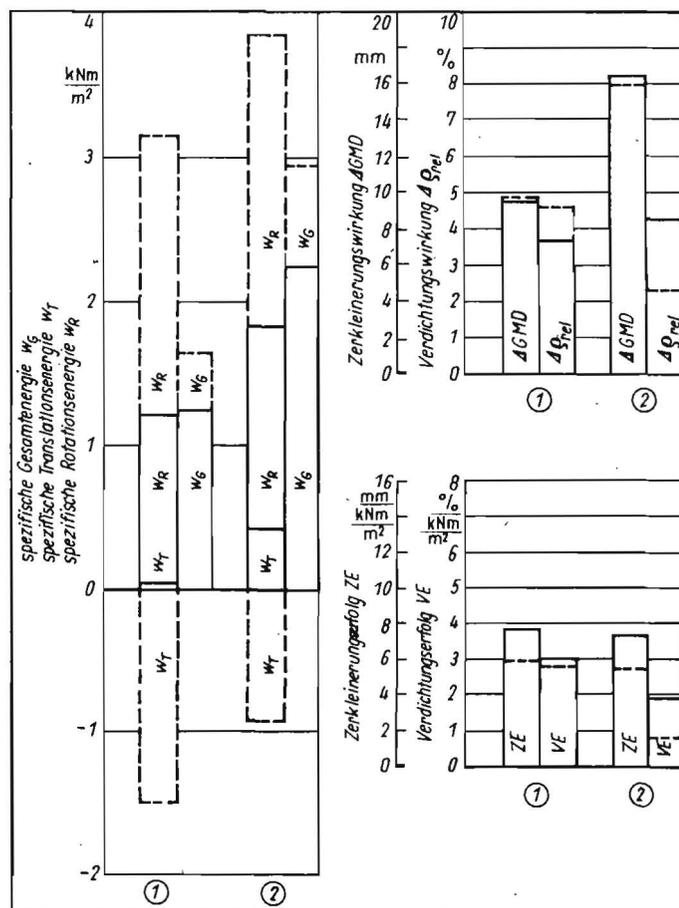
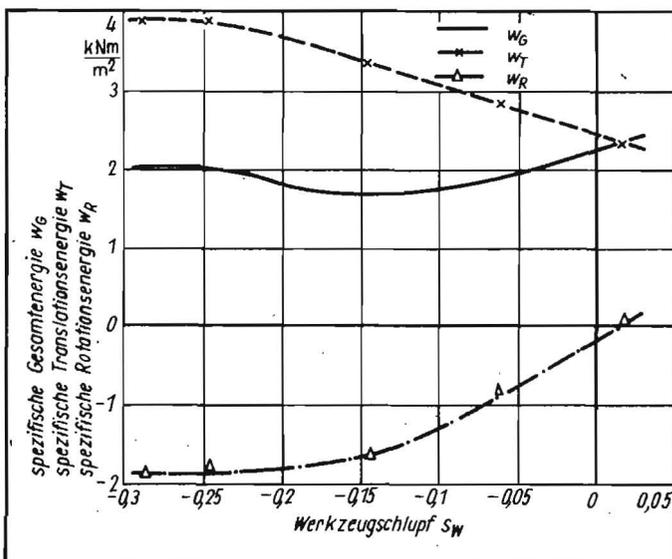
| Nr. | s_w | Q_N kN/m |
|--|--------|---------------|
| 1 Sternpacker | -0,072 | 5,8 |
| 2 Treibpacker ohne Profilelemente | -0,072 | 5,6 |
| 3 Treibpacker mit aufgesetzten Profilelementen | -0,079 | 5,6 |
| 4 Scheibenpacker | -0,071 | 5,6 |

Bild 7. Spezifische Energie, Zerkleinerungs- und Verdichtungswirkung sowie Zerkleinerungs- und Verdichtungsenergie für getriebene Winkelstabkrümmer mit verschiedenen Anstellwinkeln und bei unterschiedlichem Schlupf;

| Nr. | γ | s_w (—) | s_w (---) | Q_N kN/m |
|-----|----------|-----------|-------------|---------------|
| 1 | 270 | 0,025 | 0,14 | 4,3 |
| 2 | 240 | 0,025 | 0,14 | 4,3 |

Standort s. Bild 4

Bild 6. Spezifische Energie, Zerkleinerungs- und Verdichtungsenergie sowie Zerkleinerungs- und Verdichtungsenergie für Sternpacker ($D_w = 600 \text{ mm}$, $B = 7 \text{ mm}$, $Q_N = 5,8 \text{ kN/m}$) in Abhängigkeit vom Schlupf; Standort s. Bild 4



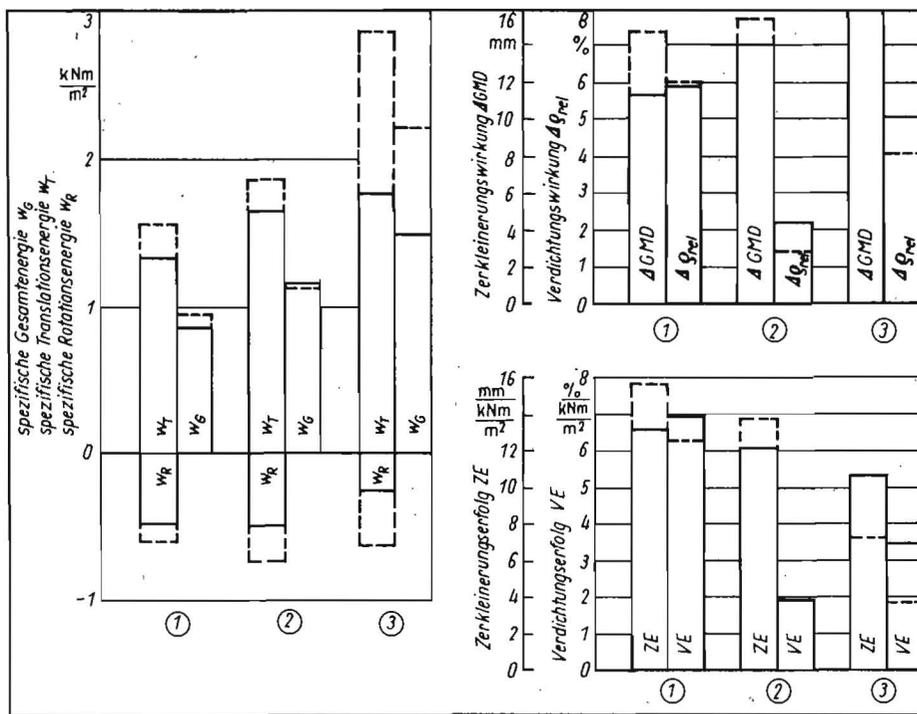


Bild 8. Spezifische Energie, Zerkleinerungs- und Verdichtungswirkung sowie Zerkleinerungs- und Verdichtungserfolg für treibende Winkelstabkrümler ($D_w = 478$ mm, $L_s = 30$ mm) mit verschiedenen Anstellwinkeln und bei unterschiedlichem Schlupf;

Tafel 2. Untersuchte Werkzeugkombinationen 1 bis 8

| Werkzeug 1 (Packer) | Nr. im Bild 5 | D_w mm | Werkzeug 2 (Krümler) | Nr. im Bild 7 | D_w mm | kinematische Kopplung | zapfwellengetrieben | rollend | F_{N1} kN | F_{N2} kN |
|---------------------|---------------|----------|----------------------|---------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|-------------|-------------|
| 1 Sternpacker | 1 | 600 | Krümler | 1 | 382 | x | | | 5,39 | 1,86 |
| 2 Sternpacker | 1 | 600 | Krümler | 1 | 382 | | | x | 5,80 | 4,10 |
| 3 Treibpacker | 3 | 600 | Krümler | 1 | 382 | x | | | 5,48 | 1,77 |
| 4 Treibpacker | 3 | 600 | Krümler | 1 | 382 | x | x | | 5,36 | 1,88 |
| 5 Treibpacker | 3 | 600 | Krümler | 1 | 382 | | | x | 5,60 | 4,10 |
| 6 Treibpacker | 2 | 600 | Krümler | 2 | 478 | x | x | | 5,86 | 1,45 |
| 7 Treibpacker | 2 | 600 | Krümler | 2 | 478 | x | | | 5,83 | 1,48 |
| 8 Treibpacker | 2 | 600 | Krümler | 2 | 478 | | | x | 5,60 | 4,30 |

benen Packer bei kinematischer Kopplung mit einem treibenden Krümler bei der für das Bearbeitungsergebnis erforderlichen Vertikalbelastung der Drehmomentbeiwert kleiner als 0,1 ist. Kalk und Bossé [3] ermittelten aus Meßergebnissen von Baur [1] für einen getriebenen Packer bei einem Schlupf von $s_w = 0,15$ einen Drehmomentbeiwert von $\mu_R = 0,7$. Danach müßte also, um eine kinematische Kopplung im günstigen Schlupfbereich zu realisieren, die Vertikalbelastung des getriebenen Packers verringert werden. Daraus schlußfolgernd erscheint es nur sinnvoll, einen Krümler durch einen Packer treiben zu lassen, da beim Packer keine wesentliche Verringerung der Vertikalbelastung möglich ist. Beim Krümler, der hauptsächlich im Bereich der Bodenoberfläche arbeitet, ist eine Belastungsreduzierung durchführbar. In die weiteren experimentellen Untersuchungen brauchten also keine getriebenen Packer einbezogen zu werden.

3.1. Untersuchungen an Packern

Mit dem Sternpacker wurde auf Lehmböden eine höhere Rotationsenergie als mit den beiden Treibpackervarianten erzielt (Bild 5). Der Treibpacker ohne Profilelemente erreichte das geringste Drehmoment, realisierte aber als treibendes Werkzeug die höchsten Bearbeitungswirkungen.

Bezüglich der Zerkleinerungswirkung war der rollende Scheibenpacker den treibenden Packern überlegen.

Der Treibpacker mit aufgesetzten Profilelementen gewährleistete die geringste Zerkleinerungswirkung, da die Keilwirkung der flachen Scheiben durch die aufgesetzten 20 mm breiten Profilelemente stark beeinträchtigt wurde.

Die Abhängigkeit der spezifischen Energie, der Bearbeitungswirkungen und -erfolge vom Werkzeugschlupf (Bild 6) zeigte, daß auf Lehmböden ein Werkzeugschlupf von $s_w = -0,15$ für einen treibenden Sternpacker als günstig erscheint. Auf Sandboden stellt sich dieses Verhältnis bereits bei einem Werkzeugschlupf von $s_w = -0,1$ ein.

3.2. Untersuchungen an Krümlern

Die Winkelstabkrümler wurden sowohl als getriebene als auch als treibende Werkzeuge untersucht. Für die einzelnen Antriebsarten wurden jeweils verschiedene Anstellwinkel der Wirkelemente betrachtet ($\gamma = 0^\circ, 135^\circ, 240^\circ, 270^\circ$) [7].

Von den getriebenen Winkelstabkrümlern mit den Anstellwinkeln 240° und 270° war der Krümler mit $\gamma = 240^\circ$ hinsichtlich der Bearbeitungswirkungen besonders bei der Zerkleinerungswirkung und bei der Verdich-

zu Bild 8

| Nr. | γ | s_w (—) | s_w (---) | Q_N kN/m |
|-----|----------|-----------|-------------|------------|
| 1 | 270 | -0,12 | -0,16 | 4,3 |
| 2 | 0 | -0,12 | -0,20 | 4,3 |
| 3 | 135 | -0,12 | -0,24 | 4,3 |

Standort s. Bild 4

tungswirkung beim größeren Schlupf-überlegen (Bild 7). Jedoch durch den höheren Energieaufwand sind die Bearbeitungserfolge geringer als bei einem Anstellwinkel von $\gamma = 270^\circ$.

Beim Vergleich der treibenden Krümler (Bild 8) erwies sich ebenfalls derjenige mit einem Anstellwinkel von $\gamma = 270^\circ$ als günstiger gegenüber denen mit einem Anstellwinkel von 0° und 135° . Er bewirkte zwar nur die geringste Zerkleinerung, aber die höchste Verdichtung und aufgrund des geringen Energiebedarfs die höchsten Bearbeitungserfolge.

3.3. Untersuchung von Werkzeugkombinationen

Bei den untersuchten Kombinationsvarianten (Tafel 2) wurden jeweils der Winkelstabkrümler als getriebenes und der Packer als treibendes Werkzeug eingesetzt. Dabei mußte die Vertikalbelastung des getriebenen Werkzeugs gegenüber den Einzelwerkzeuguntersuchungen verringert werden, da sonst bei kinematischer Kopplung keine Schlupfwerte, die im günstigen Bereich lagen, realisierbar waren (Bild 9). Die Rotationsenergie des treibenden Werkzeugs reicht bei der in den Einzelwerkzeuguntersuchungen realisierten Vertikalbelastung für das getriebene Werkzeug nicht aus. Eine Veränderung der Vertikalbelastung des Packers ist wegen der Erzielung des gewünschten Bearbeitungserfolgs nicht möglich.

Schlußfolgernd aus den Einzelwerkzeuguntersuchungen wurde das Übersetzungsverhältnis so gewählt, daß für den Packer ein Schlupf von $s_w = -0,1$ und für den Krümler ein Schlupf von $s_w = +0,1$ realisierbar ist.

3.4. Diskussion der Ergebnisse

Aus der Literatur sind kinematisch gekoppelte Werkzeugkombinationen bekannt. Estler u. a. [8], Fock [9], Koeller [10] sowie Watts und Patterson [11] beschreiben Doppelzinkenrotoren, bei denen das vordere Werkzeug mit in Drehrichtung abgewinkelten Zinken treibend bewegt und das hintere mit in entgegengesetzter Richtung abgewinkelten Zinken mit mehrfacher Drehzahl angetrieben wird. Das Übersetzungsverhältnis beträgt 2,5 bis 3,2. Die Untersuchung der Einzelwerkzeuge ergab, daß eine kinematische Kopplung rotierender scheibenförmiger Packer und walzenartiger Winkelstabkrümler möglich ist, wenn bestimmte Bedingungen eingehalten werden. Um bei der Kopplung für beide Werkzeuge einen günstigen Schlupfbereich zu realisieren, muß das treibende Werkzeug relativ hoch (rd. 6 kN/m) und das getriebene gering (1 bis 2 kN/m) belastet werden. Die für den Antrieb des getriebenen Werkzeugs notwendige Rotationsenergie ist höher als die beim treibenden Werkzeug gleicher Vertikalbelastung freiwerdende. Der Packer benötigt eine bestimmte minimale Vertikalbelastung, um das geforderte Bearbeitungsergebnis unterhalb der Saatgutablagezone zu errei-

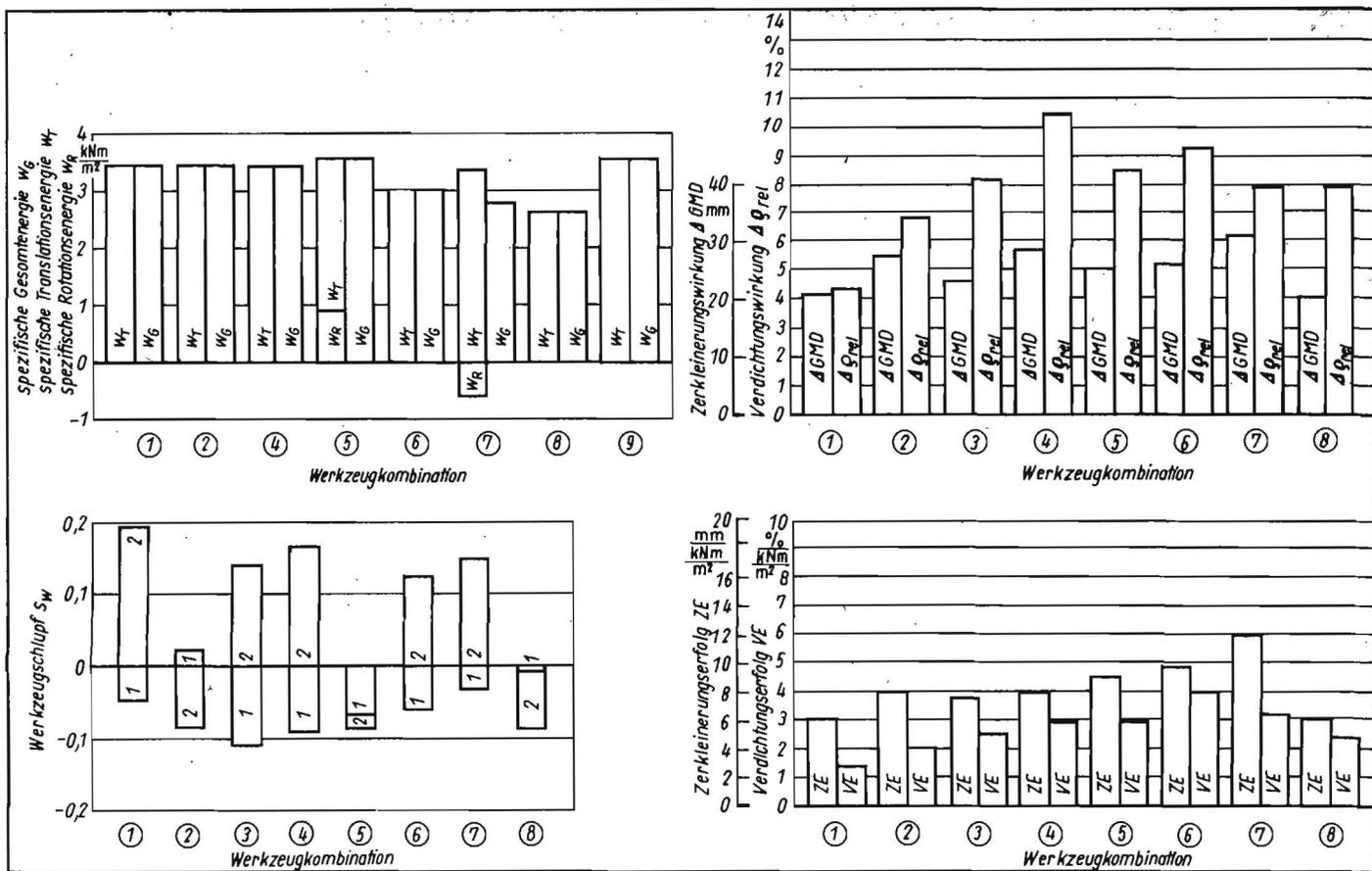


Bild 9. Spezifische Energie, Zerkleinerungs- und Verdichtungswirkung sowie Zerkleinerungs- und Verdichtungserfolg für Kombinationen rotierender Werkzeuge nach Tafel 2

chen. Der Winkelstabkrümmer bewirkt auch noch bei geringerer Belastung eine günstige Krümelung und Verdichtung in der oberen Bodenschicht, da er im Bereich der Bodenoberfläche arbeitet. Die Ergebnisse zeigen außerdem, daß mit den untersuchten Packern in der treibenden Antriebsart höhere Drehmomente zum Antrieb eines anderen Werkzeugs erzeugt werden als durch den treibenden Krümmer.

Bei den Untersuchungen zeigte sich, daß bei den kinematisch gekoppelten Varianten Schlupfchwankungen auftreten, die durch Änderungen der Bodenbedingungen verursacht sind. Als günstig erwies es sich, die kinematisch gekoppelten Werkzeugkombinationen zusätzlich mit der Traktorzapfwelle zu koppeln und damit ein Konstanthalten des Werkzeugschlupfes zu gewährleisten. Diese technische Maßnahme ist aber hinsichtlich der Kombination des Saatbettbereitungsgärts mit dem Pflug nur mit sehr hohem technischem Aufwand realisierbar. Die untersuchten kinematisch gekoppelten Werkzeugkombinationen gewährleisten nicht in jedem Fall eindeutige Vorteile gegenüber den rollenden Kombinationen. Nur bei der Kombination, bestehend aus Treibpacker mit aufgesetzten Profilelementen und dem Winkelstabkrümmer mit dem größeren Durchmesser ($D_w = 478 \text{ mm}$), waren hinsichtlich der Bearbeitungserfolge die kinematisch gekoppelten Varianten der rollenden Kombination überlegen, obwohl beim rollenden Krümmer die Vertikalbelastung höher war.

4. Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen an kinematisch gekoppelten rotierenden Werkzeugen führten zu folgenden wichtigen Schlußfolgerungen:

- Eine kinematische Kopplung eines treiben-

den scheibenförmigen Packers mit einem getriebenen Winkelstabkrümmer ist realisierbar und ackerbaulich vorteilhaft, wenn bestimmte Konstruktions- und Betriebsparameter gewährleistet werden.

- Für den treibenden Packer sind ein Werkzeugschlupf von $s_w = -0,1 \dots -0,15$ und eine Vertikalbelastung von $Q_N = 5 \dots 6 \text{ kN/m}$ (bezogen auf die Arbeitsbreite) bei Lehm Boden zu realisieren.
- Für das getriebene Krümmerwerkzeug sind ein Werkzeugschlupf von $s_w \approx 0,1$ und eine Vertikalbelastung von $Q_N = 1 \dots 2 \text{ kN/m}$ zu realisieren.
- Ein Konstanthalten des Schlupfes durch Kopplung mit der Traktorzapfwelle ist vorteilhaft.

Literatur

- [1] Baur, A.: Untersuchungen zu aktiv-rotierenden, scheibenförmigen Werkzeugen für die Verdichtung des Bodens. TU Dresden, Dissertation 1981.
- [2] Konzack, J.: Untersuchungen zum Einfluß gewählter Konstruktions- und Betriebsparameter rollender Werkzeuge auf den Energieaufwand beim Verdichten und Zerkleinern des Bodens nach der wendenden Grundbodenbearbeitung. TU Dresden, Dissertation 1981.
- [3] Kalk, W.-D.; Bosse, O.: Darstellung der an rotierenden Bodenbearbeitungswerkzeugen mit horizontalen Drehachsen wirkenden Kräfte und Drehmomente. *Grundlagen der Landtechnik*, Düsseldorf 35 (1985) 4, S. 118–126.
- [4] Bosse, O.; Kalk, W.-D.; Landsmann, A., u. a.: Neues Saatbettbereitungsgärät B603 für die Pflüge der B-200-Baureihe. *agrartechnik*, Berlin 33 (1983) 11, S. 487–489.
- [5] Richtlinie für die Aggregatgrößenzusammensetzung des Ackerbodens mittels Spaltensieb. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, 1983.
- [6] Sednev, N. A.: *Povyšenje proizvoditel'nosti*

počvoobrabatyvajuščich mašin (Erhöhung der Produktivität von Bodenbearbeitungsmaschinen). *Traktory i sel'chozmašiny*, Moskau 48 (1983) 11, S. 11–12.

- [7] Kranz, J.: Untersuchungen an kinematisch gekoppelten, treibenden und getriebenen Werkzeugen mit horizontalen Drehachsen zur mit dem Pflügen kombinierten Saatbettbereitung. TU Dresden, Dissertation 1986.
- [8] Estler, M.; Knittel, H.; Zeltner, E.: *Bodenbearbeitung aktuell: schlagkräftig – bodenschonend – energiesparend*. Frankfurt (Main): Verlagsgesellschaft Agrar 1984.
- [9] Fock, W.: Bericht über die Reise zur Teilnahme an der 28. Tagung der FAO/ECE Arbeitsgruppe für Mechanisierung der Landwirtschaft vom 25. 10. bis 29. 10. 1982 in Genf (Schweiz). FZM Schlieben/Bornim, 1982.
- [10] Koeller, K.: Dyna-Drive nur für Großbetriebe geeignet – ein gut arbeitendes, aber teures Bodenbearbeitungsgerät. *DLG-Mitteilungen*, Frankfurt (Main) 97 (1982) 18, S. 1068–1069.
- [11] Watts, C. W.; Patterson, D. E.: The Development and Assessment of High Speed Shallow Cultivation Equipment for Autumn Cereals. *Journal agric. Eng. Res.*, London/New York (1984) 29, S. 115–122.

A 4886