

# Entwicklung einer Baureihe von Krumenbasislockerern für Traktoren der 20-, 30- und 50-kN-Zugkraftklasse

Dr.-Ing. A. Baur/Dr. agr. R. Herzog/Ing. H. Weinkauf, KDT  
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

## 1. Einleitung

Mit der durchgängigen Mechanisierung haben bewirtschaftungsbedingte Schadverdichtungen, die sich über die Ackerkrume hinaus bis in Tiefen von 45 cm erstrecken, an Umfang und Intensität erheblich zugenommen. Sie schränken die Durchlüftung und die Wasserleitfähigkeit des Bodens ein, wodurch es im Frühjahr zur Vernässung bzw. in Trockenperioden wegen stark eingeschränkter Durchwurzelbarkeit des Unterbodens zu ertragsbeeinflussendem Wassermangel kommt. Aufwendige Intensivierungsmaßnahmen erreichen nicht ihre volle Wirksamkeit, und Ertragsausfälle von 10 bis 30 % können die Folge sein. Zunehmende Bodenwiderstände und geringe Krümelneigung des Bodens bewirken einen erhöhten Bearbeitungsaufwand. Die Verminderung der Wasserleitfähigkeit des Bodens ist auch eine Ursache für zunehmende Erosionen.

Zum Auflockern von Schadverdichtungen werden gegenwärtig in den Pflanzenproduktionsbetrieben der DDR die Tieflockerungsgeräte B371, B372, B372/2 [1, 2] und der Krumenbasislockerer B246 [3] mit den Traktoren K-700, K-700A, T-100 und T-130 eingesetzt.

Das Ziel der Forschungsarbeiten im Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit (FZB) Müncheberg bestand darin, ausgehend vom Krumenbasislockerer B246A, der eine effektive Auflockerung von Schadverdichtungen bis 45 cm Tiefe ermöglicht [3], eine Baureihe zu entwickeln, die auch Geräte für Traktoren der 20- und 30-kN-Zugkraftklasse umfaßt. Für einen standortspezifisch differenzierten Einsatz war die wahlweise Kombination der Krumenbasislockerung mit einer partiellen Krumenvertiefung zu ermöglichen (Einbringen von Krumenboden in die geschaffenen Lockerschächte).

## 2. Technische Beschreibung der Krumenbasislockerer

Der Krumenbasislockerer B246B für Trakto-

ren T-150K verfügt wie der B246A auch über einen pfeilförmigen Rohrrahmen, eine Schnellkupplungseinrichtung und zwei höhenverstellbare Stützräder (Bild 1). Während der B246A mit 4 Lockerungswerkzeugen ausgestattet ist und auf 3 Werkzeuge zurückgerüstet werden kann, wird der B246B in Kombination mit dem Traktor T-150K nur mit 2 Lockerungswerkzeugen eingesetzt, die jeweils in der Traktorenspur laufen. Daher ist der B246B gut zum Auflockern von Regelfahrspuren geeignet. Für Traktoren, die eine Zugkraft von mehr als 30 kN entwickeln, kann der B246B auch mit 3 Werkzeugen ausgerüstet werden.

Der Krumenbasislockerer B246C für Traktoren der 20-kN-Zugkraftklasse (ZT300-Baureihe) besteht aus einem dreieckigen Anbauahmen mit 2 Abstellstützen (Bild 2) oder 2 Stützrädern und einem Lockerungswerkzeug.

Alle 3 Geräte sind bis zu Arbeitstiefen von 50 cm einsetzbar.

Durch die hydraulisch oder wahlweise auch mechanisch, stets aber in zwei Ebenen wirkende Überlastsicherung, die mit Hilfe eines Horizontal- und Vertikalgelenks realisiert wird, ist ein sicherer Schutz der Werkzeuge vor Beschädigungen durch Haftsteine und Seitenkräfte bei Lenkbewegungen des Traktors gewährleistet. Die mechanische Überlastsicherung ist als Kniehebel ausgeführt und wirkt teilautomatisch (Bild 3). Nach dem Ansprechen muß das Gerät kurzzeitig ausgehoben werden, damit das Werkzeug infolge der Schwerkraft wieder die Arbeitsstellung einnimmt. Daher ist der Einsatz nur auf Böden mit geringem Steinbesatz zu empfehlen. Die Vorteile der mechanischen Überlastsicherung liegen in der Kosteneinsparung und in einer schnelleren Reaktion bei Haftsteinberührung.

Durch die Unifizierung der Baugruppen Werkzeugträger, Lockerungswerkzeug mit Meißel und Schneide, Überlastsicherung, Beleuchtungseinrichtung und Stützräder ist

die Austauschbarkeit zwischen den Geräten der Baureihe B246 gewährleistet. Darüber hinaus ist nur eine kleine Nomenklatur von Ersatzteilen erforderlich.

Die Werkzeugschneide ist ebenso wie der Meißel leicht auswechselbar, wobei die Schneide auch umgedreht werden kann (oberer, wenig verschlissener Teil nach unten), so daß eine längere Lebensdauer erreicht wird.

Für Standorte mit sandigen, nährstoffarmen Unterböden, geringer Krumenmächtigkeit oder hoher Wiederverdichtungsneigung ist die Kombination der Krumenbasislockerung mit einer partiellen Krumenvertiefung durch



Bild 3. Krumenbasislockerer B246C mit teilautomatischer, mechanischer Überlastsicherung und Zusatzbaugruppe zur partiellen Krumenvertiefung

Bild 1. Krumenbasislockerer B246B

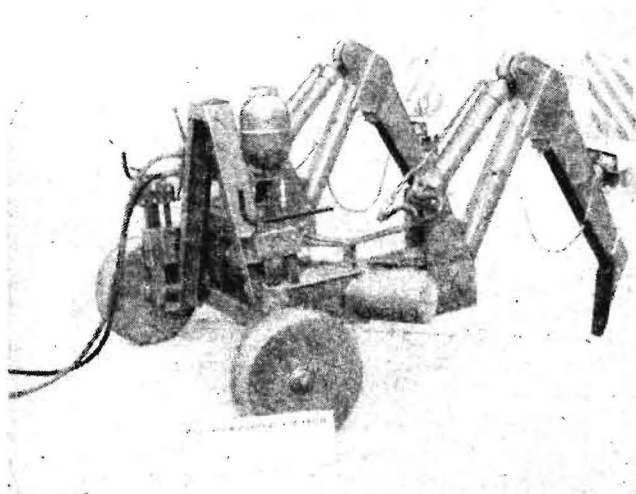


Bild 2. Krumenbasislockerer B246C mit hydraulischer Überlastsicherung in Transportstellung



Tafel 1. Technische Daten der Krumenbasislockerer und Richtwerte für Aufwands- und Leistungsparameter

		Gerätebezeichnung		
		B246A	B246B	B246C
Zugmittel		K-700, K-700A		
			T-150K	ZT 300, ZT 303, ZT 320
Länge	mm	2 650	2 100	1 700
Breite	mm	2 700	2 170	1 050
Höhe	mm	1 750	1 750	1 400
Rahmenhöhe	mm	800	800	800
Masse, komplett	kg	1 250	1 050	280 (+28 kg bei Ausrüstung mit Stützrädern)
Werkzeuganzahl	St.	4, auf 3 abrüstbar	2 <sup>1)</sup> , auf 3 aufrüstbar	1
Werkzeugabstand	mm			
4 Werkzeuge		730	—	—
3 Werkzeuge		1 095	850	—
2 Werkzeuge		—	1 700	—
1 Werkzeug		—	—	1 650
Arbeitsbreite	cm	292	328	—
			in 2 Durchfahrten spurversetzt	
Arbeitstiefe	cm	1...3	bis 50	bis 50
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	...7	7...8	4...8
		je nach Bodenwiderstand)		
Flächenleistung $W_{0,6}$	ha/h	0,9...1,2 <sup>2)</sup>	0,6...0,7 <sup>3)</sup>	0,5...0,6 <sup>4)</sup>
Kraftstoffverbrauch	l/ha	24...29	27...38	14...21
Verfahrenskosten	M/ha	88,1	101,21	64,91

- 1) mit dem Traktor T-150 K darf auf Grund des Getriebeaufbaus nur mit 2 Lockerungswerkzeugen gearbeitet werden  
 2) Strichabstand 73 cm  
 3) Strichabstand 82 cm  
 4) Strichabstand 164 cm

Schachtleitbleche (Bild 3) möglich, wodurch diese Böden nachhaltig verbessert werden.

### 3. Untersuchungsergebnisse

#### 3.1. Versuchsmethodik

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag in der Erprobung von Zusatzbaugruppen zur partiellen Krumenvertiefung. An diese Baugruppen wurden folgende Forderungen gestellt:

- Verfüllen des Lockerschachtes in der Krumenbasis mit mindestens 50% Krumenboden
- Minimieren des erforderlichen Zugkraftbedarfs.

Darüber hinaus bestand die Aufgabe, Richtwerte für den Kraftstoffverbrauch und die Flächenleistung der Geräte zu ermitteln (Tafel 1).

Die Erprobungen erfolgten auf den Standorten Hoyerswerda (NStE D1/2), Müncheberg (NStE D2/3) und Woldegk (NStE D5) auf Schlägen mit als schadverdichtet diagnostizierter Krumenbasis (Messung des Durchdringungswiderstands mit einer Handdrucksonde bei Frühjahrsfeuchte [4]).

Die Zusatzbaugruppen für die partielle Krumenvertiefung wurden nur mit dem B246C erprobt, da die Werkzeuge bei allen Geräten der Baureihe identisch sind.

Der Zugkraftbedarf wurde mit Hilfe eines Meßdreiecks bestimmt, das eine mechanische Summierung der im Dreipunktbau angreifenden Horizontalkräfte und deren Übertragung auf einen zentral angeordneten Meßring ermöglichte.

Die Arbeitstiefe wurde über eine Schleifkufe mit angeschlossenem Meßpotentiometer zur Bestimmung der Drehwinkeländerung ermittelt.

Meßwerterfassung und -verarbeitung erfolg-

ten mit einem Bordcomputer, dessen Funktionen weitestgehend durch ein speziell für Geräte- und Werkzeugentwicklungen erarbeitetes Programmsystem festgelegt sind. Die Abfragefrequenz ist abhängig von der Anzahl der zur Messung benötigten Analogkanäle und betrug bei den Untersuchungen  $690 \text{ s}^{-1}$ . Die digitalisierten Meßwerte wurden entsprechend dem gewählten Meßbereich klassiert. Ausgedruckt wurden der Mittelwert und dessen Streuung, die Klassenbreite und die Häufigkeit der Klassenbelegung.

Die Lockerschachtgeometrie und die Verfüllung des Schachtes mit Krumenboden wurden durch Aufgrabungen, Abzeichnen der Profile auf Transparentpapier mit Hilfe eines Glasrahmens und anschließendes Ausplanimetrieren ermittelt.

#### 3.2. Ergebnisse

Untersucht wurden zunächst auf dem Standort Hoyerswerda unterschiedliche Zusatzbaugruppen zur partiellen Krumenvertiefung. Baugruppe 1 war eine maßstäblich verkleinerte, dem Lockerschar angepaßte Ausführung der Schachtleitbleche, die bisher mit dem Tieflockerker B371 [5] eingesetzt wurden. Der Abstand zwischen den Schachtleitblechen entsprach der doppelten Scharbreite.

Diese Form der Schachtleitbleche zeigte schon nach kurzer Einsatzzeit starke Verschleißerscheinungen im unteren Drittel, deren Ursache der hohe Seitendruck infolge des Arbeitens im ungelockerten Bodenbereich war. Eine Anpassung der Form der Schachtleitbleche an den bei der Lockerung entstehenden trapezförmigen Bodenaufbruch (Baugruppe 2) führte bei gleichbleibendem Arbeitseffekt (Bild 4) auf fließfähigem Boden zu einer Zugkrifteinsparung von fast 2 kN je Werkzeug.

Vergleichsuntersuchungen auf dem Standort Woldegk bei stark ausgetrocknetem Boden (nach Feldgras) ergaben, daß die Varianten mit und ohne partielle Krumenvertiefung ohne vorheriges Pflügen signifikant (Mittelwertvergleich mit Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $d = 0,05$ ) höhere Zugkraftwerte aufwiesen, als auf gepflügtem Boden (Bild 4). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei einer vorausgegangen Pflugfurche mit einer Tiefe von 28 cm der durch anschließende Krumenbasislockerung geschaffene Lockerquerschnitt nur etwa 20% gegenüber Vergleichsvarianten auf gescheibter Grasstoppel betrug. Daher waren die Werte für den spezifischen Zugwiderstand (Zugkraft bezogen auf den geschaffenen Lockerquerschnitt) fast viermal höher, wenn auf gepflügtem Boden gearbeitet wurde. Hinsichtlich der Krumeneinlagerung in den Lockerschacht traten trotz trockenharter Bodenverhältnisse keine gesicherten Unterschiede zwischen gepflügten und ungepflügten Flächen auf. Das war auf die an den Leitblechen angebrachten Schachtfüller (Bild 3) zurückzuführen.

Berücksichtigt man, daß auf gepflügtem Boden der Fahrwerkswirkungsgrad von Radtraktoren bis 20% geringer sein kann als auf Stoppelflächen [6], so ist der Einsatz der Krumenbasislockerer auf gepflügtem Boden nur dann vorteilhaft, wenn der Boden ohne vorherige Pflugfurche zu grobschollig aufbricht.

Eine Überprüfung der Zugkraft für den Krumenbasislockerer B246A mit 4 Werkzeugen, die mit Zusatzbaugruppen zur partiellen Krumenvertiefung ausgestattet waren, ergab, daß der Traktor K-700 bei einer Arbeitstiefe von durchschnittlich 50,1 cm, einer Arbeitsgeschwindigkeit von 1,48 m/s und einem Zugkraftbedarf von 43,5 kN (10 Wiederholungen, Standort Müncheberg, nach Kartoffeln) mit dieser Ausrüstungsvariante nicht überfordert wird.

#### 4. Einsatzhinweise

Voraussetzung für den Erfolg einer Lockerung ist die Feststellung von Intensität, Tiefenlage und Verteilung von Schadverdichtungen. Eine Lockerungsbedürftigkeit liegt vor, wenn deutliche Beeinträchtigungen des Wurzelwachstums, Vernässung von Teilflächen oder frühzeitiges Welken der Pflanzen bereits in kurzen Trockenperioden festgestellt werden. Messungen mit Handdrucksonden bei Wassersättigung im Frühjahr objektivieren diese Untersuchungen auf D-Standorten. Auf bindigen Böden (L- und V-Standorte) sind Schadverdichtungen durch visuelle Strukturbeurteilungen in Kombination mit Wasserleitfähigkeitsmessungen zu ermitteln [4]. Wird die Krumenbasislockerung auf S- bis SL-Böden mit einer partiellen Krumenvertiefung kombiniert, kann auf die teilschlagbezogene Feststellung der Lockerungsbedürftigkeit verzichtet werden, da in jedem Fall eine ertragswirksame Bodenverbesserung erreicht wird.

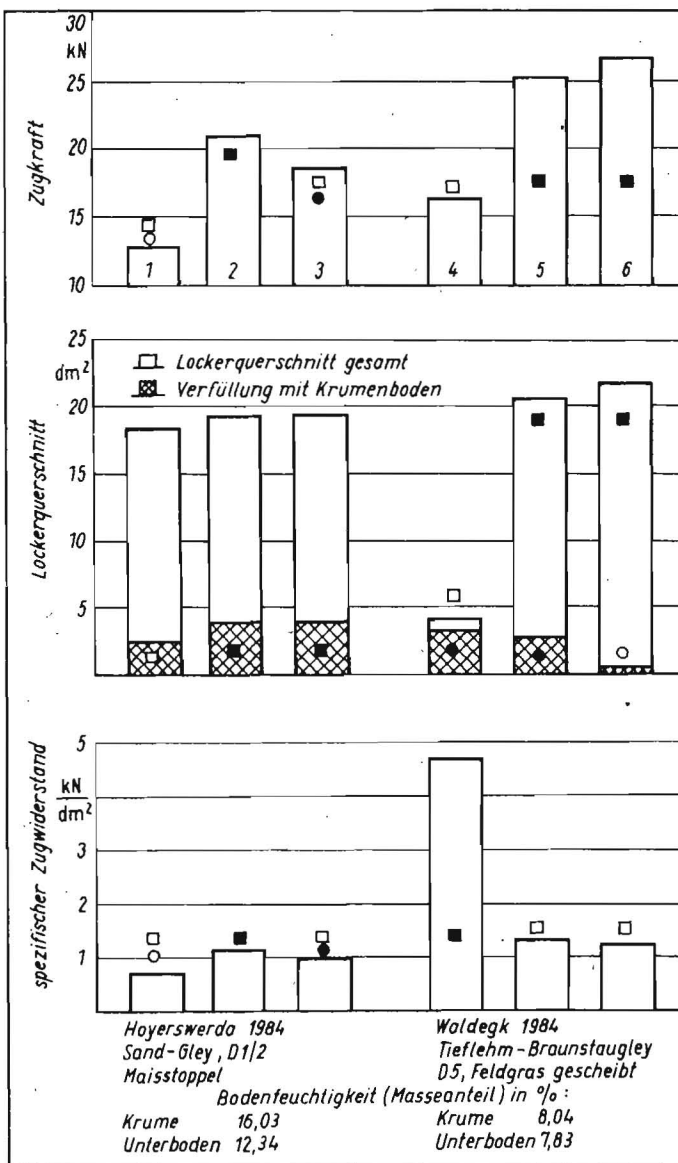
Während der Krumenbasislockerer B246A vorwiegend für größere zusammenhängende Teilflächen geeignet ist, kann der B246B vorteilhaft zum Auflockern von zeitweiligen Regelfahrspuren und Abfahrtrassen eingesetzt werden (Tafel 1). Der Krumenbasislockerer B246C wurde zur Bearbeitung verdichteter Teilflächen (Vorgewende, stauvernähte Senken nach deren Abtrocknung, Mietenplätze) konzipiert.

Aufgrund unterschiedlicher Arbeitsbreiten der Krumenbasislockerer sind verschiedene Arbeitsweisen erforderlich, um flächendeckend zu lockern. Mit dem B246A wird um die gesamte Arbeitsbreite und mit dem B246B um die halbe Spurbreite versetzt gearbeitet. Der Wiederverdichtungsprozeß wird verzögert, wenn die Krumenbasisbearbeitung schräg ( $> 30^\circ$ ) zur Hauptbearbeitungsrichtung des Schlags durchgeführt wird [4, 7]. Mit dem B246C ist das Bearbeiten ganzer Schläge aufgrund der geringen Arbeitsbreite uneffektiv bzw. nur mit großem Lockerschachtabstand (164 cm beim Spur-an-Spur-Fahren) möglich. Kleinere Teilflächen können diagonal zur Pflügerichtung Spur an Spur gelockert werden, und anschließend bzw. nach 3 Jahren kann als Wiederholungsmaßnahme ein zweites Mal im Winkel von 30 bis  $60^\circ$  zur vorangegangenen Lockerungsrichtung gearbeitet werden. Dadurch wird ein geeignetes Netz von Lockerzonen geschaffen und einer schnellen Wiederverdichtung entgegengewirkt, da bei Nachfolgearbeiten stets im spitzen Winkel zu den Lockerzonen gefahren wird. Zur Sicherung einer guten Aufbruchwirkung sollte auf sandigen Böden nur unterhalb 60% der Feldwasserkapazität und auf bindigen Substraten eindeutig unter der Plastizitätsgrenze gearbeitet werden (Boden muß bröckelnd aufbrechen) [7]. Bei grobscholligem Aufbruch sind zur Einebnung Eggen anzuhängen.

Die Krumenbasisbearbeitung kann nach der Ernte von Winterzwischenfrüchten, Getreide und Futterpflanzen, unter günstigen Bedingungen auch nach Hackfrüchten oder vor der Herbstfurche, durchgeführt werden [4], so daß die geschaffene Lockerstruktur möglichst lange erhalten bleibt. Vorteilhaft ist der Anbau von solchen Folgefrüchten, die schnell ein großes Bodenvolumen durchwurzeln, wie Kruziferen und Leguminosenzwischen- oder Zweitfrüchte, Luzerne sowie Hauptfruchtmais, aber auch von Fruchtarten mit langer Vegetationszeit, wie Körnerleguminosen, Wintergetreide und mehrjähriges Feldgras. Obwohl Kartoffeln und Zuckerrüben mit dem größten Ertragszuwachs reagieren, kann ihr Anbau im 1. Jahr nach der Krumenbasisbearbeitung wegen der vielen Arbeitsgänge (vor allem auch bei der Ernte auf feuchtem Boden) zu schneller Wiederverdichtung führen.

Zum Erhalt der Lockerungswirkung muß die nachfolgende Bewirtschaftung so strukturschonend wie möglich durchgeführt werden. Wird durch das Einmischen von Unterboden in die Krume deren Humusgehalt unter den Sollwert der Bodenfruchtbarkeitskennzahl (BFK) verringert, muß dies durch zusätzliche organische Düngung ausgeglichen werden.

**Bild 4**  
Zugkraftbedarf und Arbeitseffekt des B246C mit und ohne partielle Krumenvertiefung (pKV) (helle und dunkle Symbole gleicher Form kennzeichnen Varianten, die sich signifikant unterscheiden); 1 B246C ohne pKV, Arbeitstiefe 488 mm, Arbeitsgeschwindigkeit 1,58 m/s, 2 B246C mit Zusatzbaugruppe 1, Arbeitstiefe 503 mm, Arbeitsgeschwindigkeit 1,49 m/s, 3 B246C mit Zusatzbaugruppe 2, Arbeitstiefe 507 mm, Arbeitsgeschwindigkeit 1,54 m/s, 4 B246C mit Zusatzbaugruppe 2 auf Pflugfurche, Arbeitstiefe 522 mm, Arbeitsgeschwindigkeit 1,39 m/s, 5 B246C mit Zusatzbaugruppe 2 ohne vorheriges Pflügen, Arbeitstiefe 520 mm, Arbeitsgeschwindigkeit 1,29 m/s, 6 B246C ohne pKV und ohne vorheriges Pflügen, Arbeitstiefe 522 mm, Arbeitsgeschwindigkeit 1,35 m/s



## 5. Zusammenfassung

Die Baureihe der Krumenbasislockerer B246A, B und C für 50-, 30- und 20-kN-Traktoren wird beschrieben. Ergebnisse zur Entwicklung von Zusatzbaugruppen für eine partielle Krumenvertiefung in Kombination mit der Krumenbasislockerung einschließlich der Untersuchungsmethodik werden vorgestellt. Aufgrund von Erprobungsergebnissen auf mehreren Standorten werden Richtwerte für Aufwands- und Leistungsparameter präzisiert und Hinweise für einen akkerbaulich und technologisch effektiven Einsatz gegeben.

## Literatur

[1] Rogasik, H.; Morstein, K.-H.: Einsatzempfehlungen zur Unterbodenbearbeitung auf D-Standorten. Feldwirtschaft, Berlin 21 (1980) 8, S. 375-377.

- [2] Reich, J.; Stracke, W.: Gerätecharakteristik und Hinweise zum Einsatz des neuen Anbau-Tieflockerer B372/2. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 9, S. 416-418.
- [3] Forbriger, U., u. a.: Technische Lösungen zum Lockern von Krumenbasis- bzw. Pflugsohlenverdichtungen. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 4, S. 152-155.
- [4] Morstein, K.-H., u. a.: Einsatzrichtlinie zur Krumenbasisbearbeitung auf D-, LÖ- und V-Standorten. Markkleeberg: agrar-Broschüre 1985.
- [5] Lindner, H.: Partielle Krumenvertiefung mit dem Tieflockerer B371 mit Zusatzrüstung. Markkleeberg: agrar-Broschüre 1976.
- [6] Steinkampf, H.; Sommer, C.: Möglichkeiten der Energieeinsparung beim Schleppereinsatz, insbesondere bei der Bodenbearbeitung. Landbauforschung, Völknerode (1980) Sonderheft, S. 42-55.
- [7] TGL 28 759/03 Krumenbasisbearbeitung. Ausgabe März 1985.

A 4741

## Hinweis für unsere Leser im Ausland

Wir bitten alle Bezieher unserer Zeitschrift außerhalb der DDR, die Erneuerung des Abonnements für das Jahr 1987 rechtzeitig vorzunehmen. Die Zeitungsvertriebsstellen Ihres Landes finden Sie auf Seite 528.

Redaktion agrartechnik