

# Untersuchungen zum Feldaufgang nach der Zuckerrübensaat mit der Einzelkornsämaschine A 697

Dipl.-Ing. E. Peschel, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Problemstellung

Für die effektive Gestaltung des Verfahrens der Zuckerrübenproduktion ist im Abschnitt Aussaat die Sicherung eines hohen Feldaufgangs von entscheidender Bedeutung. Die in den Jahren 1982/84 eingeleitete Modernisierung der Einzelkornsämaschine A 697 zu den Typen A 697 B 01 und A 697 B 02 diente vorrangig diesem Ziel. Die neuen Maschinen haben sich inzwischen auf den Feldern bewährt und finden die breite Zustimmung der Landwirtschaftsbetriebe. Die erzielten Ergebnisse wurden bereits mehrfach dargestellt. Im Prüfprotokoll der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim wird für die Variante A 697 B 02 gegenüber dem Vorgängertyp A 697 eine Feldaufgangserhöhung zwischen 3,5% und 8,4% ausgewiesen [1]. Wilhelm [2] berichtete im Jahr 1984 von Differenzen bis zu 20,2% zugunsten der A 697 B 01, und Kästner [3] führte einen rd. 6% höheren Feldaufgang der modifizierten Exportvariante A 600 gegenüber der A 697 an. Der Typ A 600 ist annähernd identisch mit der heute bereitgestellten Variante A 697 B 02. Diese Ergebnisse wurden jeweils im Vergleich einer modernisierten Variante zum Vorgängertyp erzielt.

Eine komplexe Untersuchung zum Feldaufgang des Vorgängertyps A 697 gleichzeitig mit beiden modernisierten Varianten und der modernisierten Varianten untereinander liegt noch nicht vor. In jüngster Zeit wird von den Anwendern häufig die Frage nach der günstigsten Arbeitsgeschwindigkeit bei der Rübensaat gestellt. Auch hierzu liegen bislang kaum Ergebnisse mit diesen Einzelkornsämaschinen vor. Schließlich interessiert die Frage, ob durch neue Einbettungswerkzeuge eine weitere Steigerung des Feldaufgangs erreichbar ist.

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde versucht, den Einfluß unterschiedlicher Einbettungskonfigurationen auf den Feldaufgang aus dem sehr umfangreichen Komplex von Wirkfaktoren separat zu bestimmen. Aus mehrjährigen Untersuchungen einer Reihe unterschiedlich ausgerüsteter Säeinheiten werden nachfolgend einige Ergebnisse vorgestellt.

## 2. Versuchsmethodik

Die Untersuchungen wurden auf Produktionsschlägen vom Bodentyp A13 im Kreis Jessen, Bezirk Cottbus, und auf Lö-4-Schlägen im Kreis Meißen, Bezirk Dresden, durchgeführt. Die jeweiligen Versuchsbedingungen entsprachen den agrotechnischen Forderungen. In allen Prüfungen wurde pilliertes Zuckerrübensaatgut (Kaliber 3,5 bis 4,5 mm) mit einem Kornollabstand von 12 cm ausgesät. Die Laborkeimfähigkeit lag in den einzelnen Jahren zwischen 86,0% und 91,5%. Das Korngrößenspektrum war sehr einheitlich. Die Tausendkornmasse (TKM) des Saatgutes schwankte zwischen 18,8 g und 22,1 g. Zur weitestgehenden Einhaltung konstanter Versuchsbedingungen sind die einzelnen Untersuchungsvarianten zur Einbettung in Form kompletter Säeinheiten in ei-

nem 12reihigen Versuchsrahmen eingebaut worden.

Die erste Versuchsanlage aus dem Jahr 1985 war als Langparzelle auf drei A1-3-Schlägen ausgeführt. Für die beiden folgenden Jahre wurde ein spezielles Anlagenschema erarbeitet und als Blockanlage bei teilweiser Randomisierung der Prüfglieder jeweils auf einem Lö-4- und A1-3-Standort realisiert.

Etwa 4 Wochen nach der Aussaat erfolgte eine Aufnahme des Pflanzenbestands durch Abstandsmessung von Pflanze zu Pflanze. Der Stichprobenumfang betrug 1985/86 etwa 30 Auszählflächen von je 3 m<sup>2</sup> und im Jahr 1987 14 Auszählflächen von je 6 m<sup>2</sup>. Mit der durch Ein- und Rückwaage bestimmten Aussaatmenge konnte über die TKM die Anzahl der je Meßparzelle angelegten Körner bestimmt werden. Der Feldaufgang ergab sich durch den Vergleich der abgelegten Körner zu den aufgelaufenen Pflanzen. Für die Interpretation der Ergebnisse wurde der Feldaufgang als Mittelwert mit Streuung und Vertrauensgrenzen bestimmt und zwischen den Varianten ein multipler T-Test durchgeführt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Vergleich des Feldaufgangs zwischen den A 697-Varianten

Insgesamt wurden 14 Einzelversuche durchgeführt. Zunächst werden die Maschinen A 697 und A 697 B 01 verglichen.

Im zusammengefaßten Ergebnis dreijähriger Untersuchungen (Tafel 1) ergibt sich bei der Arbeitsgeschwindigkeit von 5 km/h ein geringfügig höherer Feldaufgang der neuen Variante A 697 B 01 und bei 8 km/h ein um 3,1% höherer Feldaufgang des Vorgängertyps. Im Mittel beider Geschwindigkeiten besteht nur eine Differenz von 1,2%. Die Einzelversuche streuen regellos, so daß insgesamt keine Vorteile einer Variante nachweisbar sind. Damit kann das eingangs angeführte Vergleichsergebnis [2] nicht bestätigt werden.

Deutlichere Unterschiede werden im Vergleich der A 697 mit der A 697 B 02 ermittelt. Hier übertrifft die Variante A 697 B 02 die ältere Ausführung A 697 bei 5 km/h um 4,9% und bei 8 km/h um 3,4% und, werden beide Geschwindigkeiten zusammengefaßt, um 4,1%. Ähnliche Differenzen werden zwischen den Ausführungsformen A 697 B 01 und A 697 B 02 mit 4,2% (5 km/h) bzw. 6,5% (8 km/h) und zusammengefaßt mit 5,3% gemessen. Aufschlußreich ist die Untersetzung

Tafel 1. Feldaufgang der A 697-Varianten (Mittelwerte aus den Jahren 1985 bis 1987)

Arbeitsgeschwindigkeit km/h	Feldaufgang		
	A 697 %	A 697 B 01 %	A 697 B 02 %
5	69,0	69,7	73,9
8	70,1	67,0	73,5
$\bar{x}$	69,6	68,4	

dieser Ergebnisse durch Darstellung der jeweils 7 Einzelvergleiche je Geschwindigkeit (Bild 1). In den meisten Versuchen ist eine z. T. deutliche Überlegenheit der Variante A 697 B 02 sichtbar. Um diese Ergebnisse interpretieren zu können, ist zu klären, ob diese Differenzen zufällig sind. Dazu dient ein multipler T-Test. Er ergibt im ersten Vergleich in vier Versuchen einen signifikant höheren Feldaufgang zwischen 6,4% und 10,9% für die A 697 B 02. Bei den restlichen Varianten besteht nach biostatistischen Gesichtspunkten kein Unterschied. In der statistischen Auswertung der Ergebnisse der Varianten A 697 B 01 und A 697 B 02 bestätigt sich die Überlegenheit in fast der Hälfte der Versuche mit einer Verbesserung des Feldaufgangs zwischen 4,2% und 11,7%. Die übrigen Gegenüberstellungen weisen mit einer Ausnahme in der Tendenz deutliche Vorteile der A 697 B 02 aus, auch wenn sie statistisch nicht gesichert werden können.

Die Maschinen A 697 und A 697 B 01 weisen unter den konkreten Produktionsbedingungen im dreijährigen Vergleich ein etwa gleiches Feldaufgangsniveau auf. Die Ursachen für die nicht nachweisbare Feldaufgangserhöhung der A 697 B 01 könnten u. a. darin begründet sein, daß der Klutenräumer funktionell ungünstig gestaltet ist. Er ist in der Arbeitstiefe umständlich einstellbar und kann sich einer profilierten Bodenoberfläche nicht ausreichend anpassen. Dadurch verursachen die Klutenräumer teilweise Bodenvertiefungen mit der Gefahr der Bodenverschlämmung.

Die A 697 B 02 erzielt im Vergleich mit den Varianten A 697 und A 697 B 01 bei mehr als einem Drittel aller Versuchsglieder einen signifikant höheren Feldaufgang in der Größenordnung von 5 bis 10%. Obwohl bei den restlichen Vergleichen Feldaufgangsunterschiede nicht mehr gesichert nachweisbar sind, ergeben sich auch hier tendenziell Vorteile der A 697 B 02. Damit bestätigen sich die guten Erfahrungen vor allem mit der Ausrüstungsvariante A 697 B 02.

### 3.2. Einfluß der Geschwindigkeit

Die vorliegenden Ergebnisse ermöglichen Aussagen zum Einfluß der Arbeitsgeschwindigkeit auf den Feldaufgang. Da die A 697 für eine Arbeitsgeschwindigkeit von 8 km/h konzipiert wurde, war zu prüfen, ob eine Reduzierung der Geschwindigkeit, z. B. auf 5 km/h, günstige Effekte bringt. Werden die Feldaufgangsergebnisse jeder einzelnen A 697-Variante in Tafel 1 geschwindigkeitsabhängig betrachtet, sind für die A 697 und die A 697 B 02 nur geringe Differenzen feststellbar. Bei der Variante A 697 B 01 sinkt der Feldaufgang von 69,7% auf 67%, wenn mit der höheren Geschwindigkeit gearbeitet wird. In den Einzelversuchen erreichen die Unterschiede einen Größtwert um 6% (Bild 1).

Die höheren Feldaufgänge werden sowohl bei der kleinen als auch bei der großen Arbeitsgeschwindigkeit gemessen, und zwar in 12 von 21 Versuchen bei 5 km/h. Die statisti-

sche Verrechnung ergibt bei einem Viertel der Versuche gesicherte Unterschiede. Dabei fällt auf, daß diese signifikanten Unterschiede überwiegend einen höheren Feldaufgang bei 5 km/h ausweisen. Bei mehr als 75 % der Einzelversuche ist aber kein Einfluß der Arbeitsgeschwindigkeit feststellbar.

### 3.3. Feldaufgang mit neuen Einbettungselementen

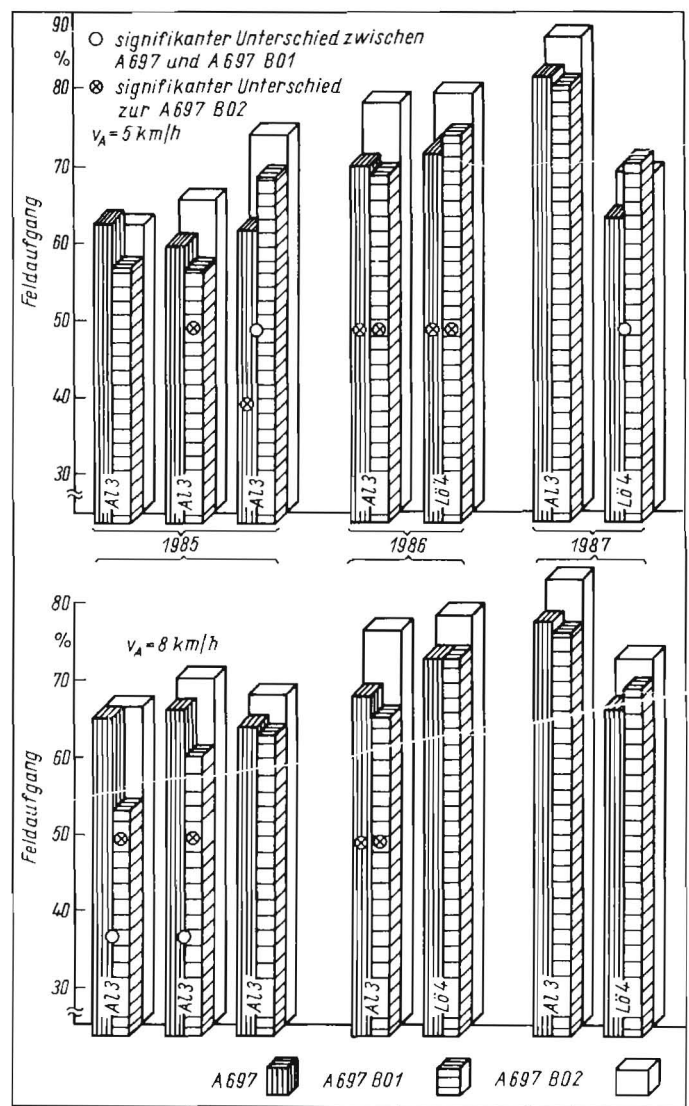
In den Untersuchungen sollte ermittelt werden, ob mit einer veränderten Einbettungskonfiguration eine weitere Erhöhung des Feldaufgangs möglich wird. Die ausgewählten Einbettungselemente bzw. Werkzeugfolgen sind bekannt und haben sich nach anderen Untersuchungsergebnissen bewährt bzw. gehören zum Angebot bekannter Einzelkornsämaschinenhersteller. Sie wurden jeweils dem Vereinzelungsmechanismus der A697 mit Keilschar zugeordnet. Die Ergebnisse werden der A697 B02 als Standardvariante gegenübergestellt, da sie sich nach den vorangegangenen Untersuchungen als gegenwärtig beste Ausführungsform erwiesen hat.

#### 3.3.1. A697 mit Fingerdruckrolle

Der Vereinzelungsmechanismus der A697 wurde mit vorderer Stützrolle, Keilschar, Vorzstreicher, Fingerdruckrolle und Schleppe als Zustreicher komplettiert. Die Fingerdruckrolle hat zwei V-förmig angeordnete drehbare Scheiben, auf denen radial je 20 Gummifinger (Durchmesser 30 mm) so angeordnet sind, daß sie ineinander kämmen. Der Außendurchmesser der Fingerdruckrolle beträgt 400 mm, ihre Wirkbreite im Boden rd. 40 mm. Die Fingerdruckrolle soll vorzugsweise auf schweren Böden eingesetzt werden, die zur Verschlämzung und anschließenden Verkrustung neigen. Durch starken punktuellen Druck auf das Niveau des Saatrillengrundes bei gleichzeitigem Eindrücken der Samen in den Boden kann sich eine begünstigende Wirkung auf die kapillare Wasserführung ergeben. Empfohlen wird eine geringe Bedeckung der Samen mit krümeligem Boden.

Zur Beurteilung dieses Elements liegen dreijährige Untersuchungen mit insgesamt 14 Vergleichsergebnissen vor (Bild 2). Demnach erreicht die A697 B02 im Durchschnitt aller Varianten einen um 2% höheren Feldaufgang. Während bei der niedrigen Arbeitsgeschwindigkeit kein Unterschied auftritt, ist die A697 B02 bei  $v_A = 8$  km/h in fünf von sieben Einzelversuchen signifikant überlegen. Daraus kann abgeleitet werden, daß eine günstigere Wirkung der Fingerdruckrolle auf Boden und Samen bei kleinerer Arbeitsgeschwindigkeit erreicht wird. Da die der Fingerdruckrolle zugeschriebenen Anwendungsbedingungen nur im Jahr 1987 auf dem Lö-4-Standort vorlagen, müssen diese Ergebnisse gesondert interpretiert werden. In der Zeit von der Aussaat bis zur Auszählung fielen insgesamt 62 mm Niederschlag, am siebenten Tag nach der Aussaat 28 mm. Das führte zu Verschlämmungen und Verkrustungen, zumal die Prüfparzelle auf leicht hängigem Gelände angelegt wurde. Auf dem Standort Al3 mit etwa gleichen Niederschlägen 1987 war die Verschlämmungsgefahr nicht gegeben. Hier übertrifft die eingesetzte Variante A697 B02 die Säeinheit mit Fingerdruckrolle in beiden Geschwindigkeiten im Feldaufgang signifikant. Demgegenüber erreicht die Fingerdruckrolle auf dem Standort

Bild 1  
Vergleich  
des Feldaufgangs  
zwischen  
den A697-Varianten



Lö4 in der niedrigen Arbeitsgeschwindigkeit einen gesichert höheren Feldaufgang von 6,4%. Bei 8 km/h übertrifft sie die A697 B02 zwar noch um 2,3%, die Differenz ist allerdings nicht mehr gesichert. Die Untersuchungsergebnisse belegen, daß die Fingerdruckrolle nur auf schweren, zur Verschlämzung neigenden Böden in Jahren mit hohen Niederschlagsmengen einen positiven Effekt auf den Feldaufgang ausüben kann. In diesem Fall sollte mit geringer Arbeitsgeschwindigkeit gearbeitet werden. In fast allen übrigen Versuchen war die A697 B02 – und dabei besonders deutlich bei 8 km/h – überlegen.

#### 3.3.2. A697 mit Nockenkranzdruckrolle

Die Werkzeugfolge dieses Aggregats besteht aus Klutenräumer, vorderer Druckrolle, Keilschar, Zustreicher und Nockenkranzdruckrolle. Die zweite Druckrolle hat die Aufgabe, die mit Boden aufgefüllte Saatrille partiell zu verdichten und dabei einen guten Feuchteanschluß für die Samen zu schaffen. Die Tiefenführung wird von der vorderen Druckrolle übernommen. Das hintere Andruckelement ist als Stahlruckrolle (Durchmesser 200 mm, Breite 70 mm) ausgeführt, an dessen Umfang 24 Gummifinger angebracht sind. Untersuchungsergebnisse liegen nur aus dem Jahr 1985 vor (Bild 3). In vier von sechs Einzelversuchen ist der Standard A697 B02 der Variante mit Nockenkranzdruckrolle signifikant bis zu einer Feldaufgangsdifferenz von 13,4% deutlich überlegen. Mit Aus-

nahme eines Versuchsergebnisses (Labrun; 8 km/h) erzielt diese Variante im Vergleich zu allen anderen geprüften Säeinheiten ebenfalls den niedrigsten Feldaufgang. Dieses Ergebnis war nicht zu erwarten. Offenbar ist die Wirkung der Druckrolle nicht in jedem Fall ausreichend, um einen guten Feuchtekontakt zwischen Saatkorn und Boden herzustellen. Denkbar ist, daß die im Boden abwälzenden Gummifinger (Länge 25 mm, Durchmesser 14 mm) verdichtete und gelockerte Zonen schaffen und dabei die Samen von ihrem Ablageort verschieben. Als weitere Ursache könnte auch eine visuell beobachtete Seitenstreuung der Kornflugbahn vom Abgabepunkt des Vereinzelungsmechanismus in Frage kommen. In Abhängigkeit von der Saatrillenausformung und der Wirksamkeit nachfolgender Druck- und Zustreierelemente erhalten nicht alle Samen ausreichenden Bodenkontakt und damit die notwendigen Keimbedingungen.

#### 3.3.3. A697 mit Zwischendruckrolle

Diese Variante besteht aus folgenden Einbettungselementen: Klutenräumer, vordere Druckrolle, Keilschar, schmale auf dem Rillengrund laufende Zwischendruckrolle, Zustreicher, Krümmer. Im Unterschied zur A697-Ausführung ist die vordere Druckrolle mittig vor dem Schar angeordnet und die schmale Zwischendruckrolle kardanisch angelenkt. Die Zwischendruckrolle soll mit ihrer Eigenmasse von 4,4 kg die Samen in den Rillengrund eindrücken, um ihnen einen gu-

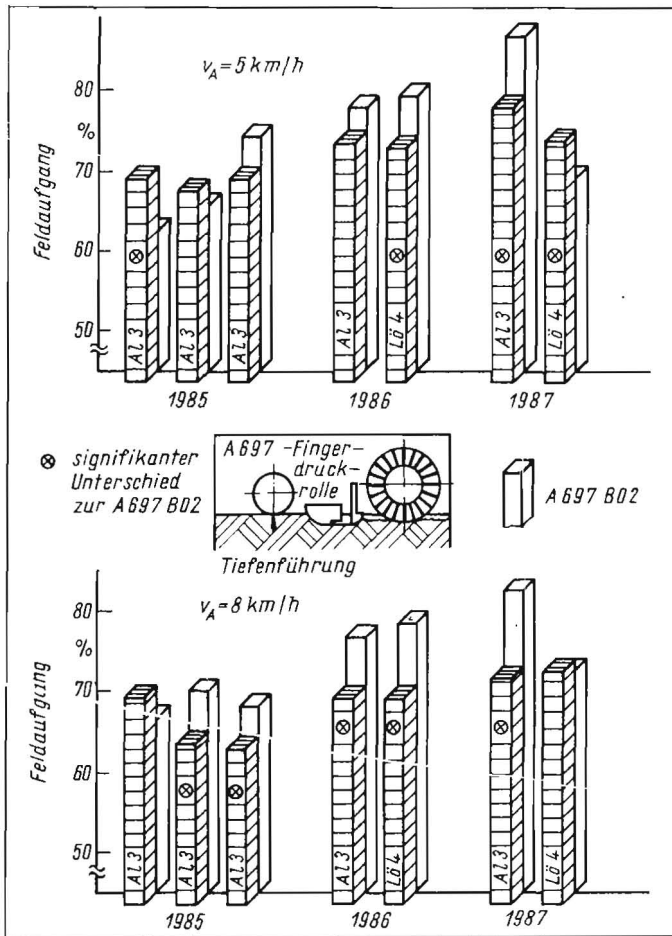


Bild 2. Feldaufgang der A697 mit Fingerdruckrolle im Vergleich zur Variante A697 B02

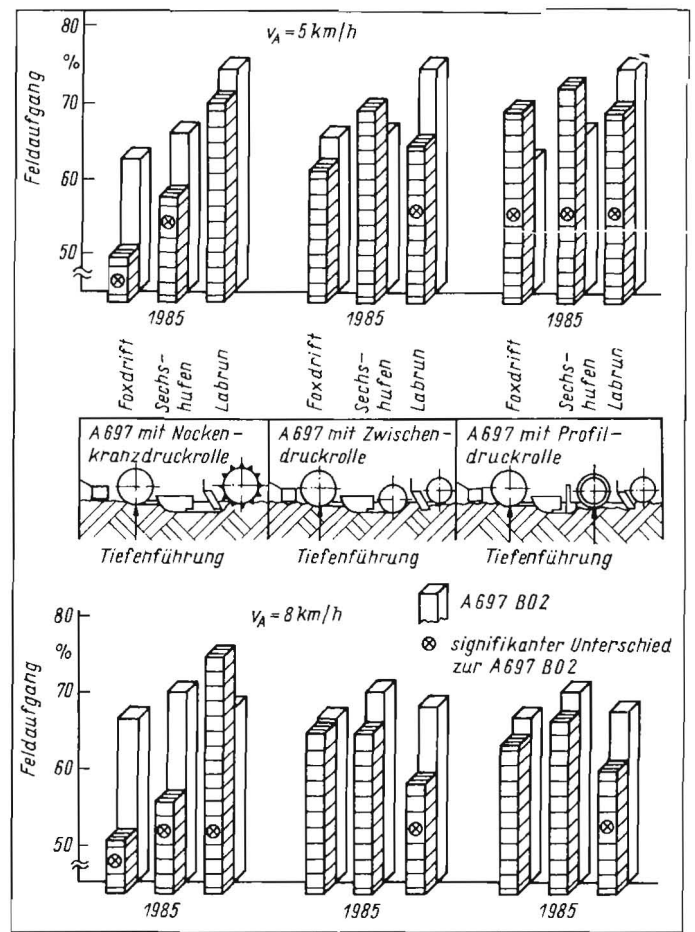


Bild 3. Feldaufgang unterschiedlicher Einbettungsvarianten im Vergleich zur Variante A697 B02 (3 Al-Standorte)

ten Feuchteschluß zu geben. Die angedrückten Samen werden dann mit lockerer Erde bedeckt und die Bodenoberfläche durch einen Stabkrümmer leicht verfestigt, gekrümelt und profiliert. Die vorliegenden Ergebnisse stammen von drei Al-3-Standorten mit zwei Geschwindigkeiten aus dem Jahr 1985 (Bild 3). Von diesen sechs Einzelvergleichen ist die A697 B02 der gegenübergestellten neuen Variante auf dem Schlag Labrun in beiden Geschwindigkeitsstufen signifikant überlegen. Die übrigen Vergleiche sind ausgeglichener und weisen statistisch keine Unterschiede auf. Insgesamt erreicht die A697 B02 nur einen 2,3% höheren Feldaufgang.

### 3.3.4. A697 mit Profildruckrolle (Tandemanlenkung)

Die A697 wurde mit Klutenräumer, vorderer Druckrolle, Keilschar, Vorzustreicher, Profildruckrolle, Messerzustreicher und Krümmer ausgerüstet. Die vordere und hintere Druckrolle stützen die Säeinheit auf dem Boden ab (Tandem) und bestimmen die Aussaatiefe. Das zusammengefaßte Feldaufgangsergebnis der A697 mit Profildruckrolle unterscheidet sich nicht von dem der A697 B02 (Bild 3). In zwei Untersuchungen (Foxdrift, Sechshufen; 5 km/h) ist die neue Variante gesichert besser als der Standard. In zwei anderen Untersuchungen (Labrun; 5 km/h und 8 km/h)

erzielt der Standard einen signifikant höheren Feldaufgang. Für die Tandemvariante deutet sich ein Geschwindigkeitseinfluß an. Im Ergebnis wurde bei 5 km/h ein um 6,8% höherer Feldaufgang gegenüber der Aussaat bei 8 km/h gemessen.

### 4. Zusammenfassung

Die in den Landwirtschaftsbetrieben überwiegend angewendete neue Ausrüstungsvariante A697 B02 hat im Vergleich zur alten Einzelkornsämaschine A697 und der Ausrüstungsvariante A697 B01 bei Vergleichsuntersuchungen in den Jahren 1985 bis 1987 den höchsten Feldaufgang erzielt. Zwischen der A697 und der A697 B01 wurden im dreijährigen Mittel kaum Unterschiede gemessen.

Zum Einfluß der Arbeitsgeschwindigkeit durchgeführte Untersuchungen weisen auf der Basis weniger sich signifikant unterscheidender Meßergebnisse darauf hin, daß bei Reduzierung der Arbeitsgeschwindigkeit unter 8 km/h tendenziell ein leicht höherer Feldaufgang erwartet werden kann. Versuche, mit Varianten von Einbettungselementen eine weitere positive Wirkung auf den Feldaufgang zu erreichen, erbrachten keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Lediglich der Einsatz der Fingerdruckrolle könnte unter speziellen Einsatzbedingungen von In-

teresse sein. Dazu müßten weitere Einsatzerfahrungen gesammelt werden. Festgestellt wird, daß die Einzelkornsämaschine A697 B02 unter Beachtung der Kornabgabebedingungen eine günstige Werkzeugfolge zur Einbettung für ein breites Anwendungsgesamtgebiet aufweist.

Voraussetzung für die Erzielung eines hohen Feldaufganges ist neben dem Gesamtkomplex agrobiologischer Maßnahmen eine sorgfältige technische Maschinenvorbereitung und Einstellung der Einzelkornsämaschine auf dem Feld.

### Literatur

- [1] Protokoll der Beratung des Prüfungsausschusses über die Serienprüfung der Einzelkornsämaschine A697 B01. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1983.
- [2] Wilhelm, W.: Die Praxis der Standraumzumesung. In: Mechanisierung der Zuckerrübenproduktion, Teil 1. Kongreß- und Tagungsberichte der MLU Halle-Wittenberg, Wissenschaftliche Beiträge (1984) 6 (S41) S. 89-105.
- [3] Kästner, B.: Agrotechnische Maßnahmen zur Erhöhung des Feldaufganges des Zuckerrübensaatgutes. In: Mechanisierung der Zuckerrübenproduktion, Teil 1. Kongreß- und Tagungsberichte der MLU Halle-Wittenberg, Wissenschaftliche Beiträge (1984) 6 (S41), S. 57-66.

A 5149