

## 1 Einleitung

Die Auswirkungen unterschiedlicher Bestandesdichten auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben im vereinzlungslosen Anbau sind in den zurückliegenden Jahren in zahlreichen Feldversuchen untersucht worden (BAROCKA et al. 1972 a, b, MÄRLÄNDER 1989 a, b, c, RÖVER 1995, STOCKFISCH und KOCH 1999). In diesen Versuchsanlagen waren die Pflanzen innerhalb einer Reihe zufällig verteilt, wobei Häufigkeit und Größe der Lücken mit abnehmendem Feldaufgang und, daraus resultierend, abnehmender Bestandesdichte zunahm (NEEB 1963). Ausgehend von einer Bestandesdichte von unter 50.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> wurde dabei in der Regel eine Zunahme des Bereinigten Zuckerertrages bis zu einer Dichte von etwa 90.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> beobachtet. Diese Zunahme war auf einen Anstieg von Rübenertrag und Zuckergehalt bei gleichzeitigem Absinken des Gehaltes an Melassebildnern zurückzuführen. Der landwirtschaftlichen Praxis werden deshalb heute statt 70.000 bis 80.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> (WINNER 1977) höhere Bestandesdichten mit ca. 90.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> empfohlen (GÜNTHER und STEPHAN 1996, STOCKFISCH und KOCH 1999). Der bekannte Einfluss von praxisüblichen Zuckerrübenbeständen mit variiert Anzahl und Verteilung der Einzelpflanzen auf Ertrag und Qualität der Zuckerrüben wurde auch in vorliegender Untersuchung überprüft.

In den bislang zu diesem Thema durchgeführten Parzellenversuchen wurde eine Erntetechnik eingesetzt, die sehr stark von der in der landwirtschaftlichen Praxis verwandten Technik abweicht. Abgeleitet aus der Gestaltung der heute praxisüblichen Maschinenteknik bei der Zuckerrübenernte ist zu erwarten, dass Dichte und Pflanzenverteilung eines Zuckerrübenbestandes die Qualität des Rodevorganges beeinflussen. Das Ziel dieser Arbeit war es deshalb, den Einfluss von Bestandesdichte und Pflanzenverteilung sowie der Rodegeschwindigkeit auf die Arbeitsqualität praxisüblicher Erntetechnik zu untersuchen. Da heute die Zuckerrübenernte zunehmend mit selbstfahrenden, sechsreihigen Köpfrdebunkern durchgeführt wird (MERKES et al. 1999), wurde ein solch praxisüblicher Köpfrdebunker im vorliegenden Versuch eingesetzt.

In dieser Untersuchung zur Bewertung der praxisüblichen Rodetechnik in Abhängigkeit von Bestandesdichte und Pflanzenverteilung in einem Zuckerrübenbestand wurden Versuche auf Großflächen angelegt. Die angestrebte Bestandesdichte variierte in den Stufen 50.000, 80.000 und 110.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup>. Die praxisübliche Pflanzenzahl von 80.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> wurde zweifach erstellt. In einem Fall wurde

eine sehr gleichmäßige, im anderen Fall eine ungleichmäßige Pflanzenverteilung angestrebt. Dies schien sinnvoll, da sich der Landwirt zum Zeitpunkt der Aussaat für eine niedrige oder eine hohe Ablageentfernung je nach angestrebter Bestandesdichte und erwartetem Feldaufgang entscheiden muss. Da der Feldaufgang nach der Aussaat jedoch nicht mehr beeinflussbar ist, kann aus geringer Ablageentfernung und niedrigem Feldaufgang ein hoher Lückenanteil und aus großer Ablageentfernung und hohem Feldaufgang ein geringer Lückenanteil resultieren.

Wie sich die von der Bestandeszusammensetzung beeinflussbaren Merkmale wie Freiabstand, Scheitelhöhe, Scheitelhöhendifferenz und Rübengröße auf die Arbeitsqualität eines praxisüblichen Roders auswirken, soll in dieser Untersuchung beantwortet werden. Die Arbeitsqualität wird anhand der Köpfqualität, der Verluste und der Oberflächenbeschädigungen bewertet.

Ausschlaggebend für eine hohe Köpfqualität ist die Gleichmäßigkeit der Scheitelhöhen (BORNSCHEUER 1983, KROMER und THELEN 1997a). Variieren diese im Bestand sehr stark, was vor allem in Beständen mit niedriger Pflanzenzahl (BORNSCHEUER 1983) sowie mit hohem Lückenanteil (WESTING 1982) vorkommen kann, wird eine Bewältigung von großen Höhendifferenzen von dem Köpfforgan verlangt (BRINKMANN 1977). Mit zunehmender Scheitelhöhendifferenz steigt der für die optimale Köpfqualität erforderliche Mindestabstand zwischen den Rüben (WINNER 1981). Daher entsteht die Hypothese, dass mit steigender Bestandesdichte sowie Lückenanteil die Köpfqualität sinkt.

Die Verluste an ganzen Rüben können gering gehalten werden, wenn der Durchmesser der Rüben im Erntegut nicht zu klein ist (BRINKMANN 1977). Kleine Rüben verbleiben öfter als große auf dem Feld und erhöhen damit den Verlust (THELEN 1998). Sie kommen häufiger bei hohen Bestandesdichten über 100.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> sowie in Beständen mit hohem Lückenanteil vor. In solchen Beständen wird deshalb eine Zunahme an Verlusten durch ganze Rüben angenommen.

Eine größere Massenträgheit der großen Rüben, die öfter in den niedrigen Bestandesdichten vorkommen, sowie höhere kinetische Energie dieser Rüben beim Fallen können zu Verletzungen führen (BRINKMANN 1980). Dies ist ein Grund dafür, dass mit steigender Bestandesdichte das Absinken des Spitzenbruchs erwartet wird.

Die gesamte Rübeneroberfläche bezogen auf ein ha Fläche ist bei gleicher Ertragshöhe bei hohen Bestandesdichten größer als bei niedrigen Bestandesdichten. Das

beruht auf der Oberfläche der kleinen Rüben, die relativ zu ihrem Gewicht höher als die bei größeren Rüben ist (DISCH 1967). Es kann vermutet werden, dass wegen dieser größeren potenziell zu beschädigenden Oberfläche das tatsächliche Ausmaß an Oberflächenbeschädigungen ansteigt.

Zusätzlich zu dem Einfluss der Bestandeszusammensetzung wurde auch der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit des Roders geprüft. Zu einer optimalen Fahrgeschwindigkeit von  $5 \text{ km h}^{-1}$  wurde eine weitere, in der Praxis übliche Geschwindigkeit von  $7 \text{ km h}^{-1}$  gewählt. Die zu schnelle Rodegeschwindigkeit kann die Köpfqualität negativ beeinflussen (THELEN 1998) und die Verluste erhöhen (HABERLAND 1999). Da in Beständen mit hoher Pflanzenanzahl die Freiabstände eng sind, wodurch die Zeitspanne für die Anpassung des Köpfgans auf die nächststehende Rübe absinkt (EICHHORN 1985), wird besonders bei solchen Beständen ein negativer Einfluss der überhöhten Rodegeschwindigkeit befürchtet.

Insgesamt existieren zu diesem Themenkomplex in der Landwirtschaft viele Meinungen. Es stehen aber nur unzureichend gesicherte Informationen zur Verfügung. In der vorliegenden Arbeit werden daher die beschriebenen Hypothesen zur Arbeitsqualität des Köpfrodebunkers in Abhängigkeit von der Bestandeszusammensetzung und Rodegeschwindigkeit analysiert.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Standort und Versuchsdurchführung

#### 2.1.1 Standortbeschreibung, Witterungsverlauf und Versuchsanlage

In den Jahren 1998 und 1999 wurde jeweils ein Feldversuch am Standort Sieboldshausen südlich von Göttingen auf einer Parabraunerde aus Löß angelegt. Die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur (1952-1999) an diesem Standort beträgt 8,8 °C, die langjährige mittlere Jahresniederschlagsmenge 603 mm. Die aktuelle Witterung in den Versuchsjahren 1998 und 1999 ist aus den Tabellen 1 und 2 ersichtlich. Im Jahr 1998 kam es in dem für die Rübenernte bedeutsamen Zeitraum Spätsommer / Herbst zu starken Niederschlägen von über 250 mm, was zu extrem hoher Bodenfeuchte zur Rübenernte führte und diese erheblich behinderte. Im Gegensatz zum Jahr 1998 lagen im September 1999 trockene Witterungsbedingungen mit nur 39 mm Niederschlag im gesamten Monat vor. Ab Anfang Oktober auftretende Regenfälle von mehr als 20 mm sorgten für günstige Rodebedingungen.

Tab. 1: Lufttemperatur in 2 m Höhe, Göttingen 1998 und 1999 sowie im langjährigen Mittel

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittel
Langjähriges Mittel	0,5	1,1	4,3	8,1	12,7	15,6	17,3	16,8	13,6	9,3	4,4	1,7	8,8
1998*	3,0	5,0	5,7	9,0	13,6	15,9	15,8	16,0	13,3	8,6	2,2	1,5	9,1
1999*	3,6	0,9	5,9	9,1	13,7	14,9	18,1	16,1	16,4	8,3	2,2	1,5	9,2

\* Apr. - Okt. am Versuchsfeld Sieboldshausen

Tab. 2: Niederschlag in 1 m Höhe, Göttingen 1998 und 1999 sowie im langjährigen Mittel

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Langjähriges Mittel	43	34	41	40	53	70	66	61	51	45	46	53	603
1998*	50	17	61	67	33	82	52	61	95	168	94	35	815
1999*	53	78	48	43	43	37	60	109	39	43	41	56	648

\* Apr. - Okt. am Versuchsfeld Sieboldshausen

Im vorzustellenden Versuch wurden die beiden Faktoren Bestandesdichte / Pflanzenverteilung und Rodegeschwindigkeit variiert, wobei als Maß der Pflanzenverteilung der Lückenanteil diente. Tab. 3 gibt die angestrebte und die tatsächlich erzielte Abstufung der Versuchsfaktoren wieder.

Tab. 3: Abstufungen der Versuchsfaktoren Bestandesdichte / Pflanzenverteilung und Rodegeschwindigkeit, Göttingen 1998 und 1999

Versuchsfaktor	angestrebt	erreicht		
		1998	1999	Mittel 98/99
Bestandesdichte / Lückenanteil [Pflanzen ha <sup>-1</sup> ] / (+ = hoch, - = niedrig)	55.000 / +	50.000 / +	51.000 / +	50.000 / +
	85.000 / +	75.000 / +	77.000 / +	76.000 / +
	85.000 / -	82.000 / -	80.000 / -	81.000 / -
	120.000 / -	108.000 / -	105.000 / -	106.000 / -
Rodegeschwindigkeit:				
langsam	5,0 km h <sup>-1</sup>	3,5 km h <sup>-1</sup>	5,0 km h <sup>-1</sup>	
schnell	7,0 km h <sup>-1</sup>	5,5 km h <sup>-1</sup>	7,0 km h <sup>-1</sup>	

Die Bestandesdichten wurden mit Saatgut gezielt höchster Keimfähigkeit sowohl über eine variierte Ablageentfernung (16,7 und 22,2 cm) als auch über eine Beimengung von abgetötetem Saatgut (30 und 38 %) erreicht. Durch die Beimengung von 38 % abgetötetem Saatgut konnte bei einer Ablageentfernung von 22,2 cm ein Bestand mit hohem Lückenanteil und einer niedrigen Bestandesdichte von etwa 50.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> erzielt werden. Die Pflanzenverteilung auf der Fläche entsprach damit einem Pflanzenbestand, wie er sich in der Praxis bei einer Ablageentfernung von ca. 22 cm nach einem niedrigen Feldaufgang von etwa 55 % darstellt. In der Variante mit einer angestrebten Bestandesdichte von 85.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> ohne Lücken wurde bei 22,2 cm Ablageentfernung ohne Beimengung von abgetötetem Saatgut ein Feldaufgang von etwa 85 % erzielt. Daraus resultierte in beiden Versuchsjahren eine Bestandesdichte von ca. 80.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup>.

Eine Ablageentfernung von 16,7 cm war bei einem erzielten Feldaufgang von über 80 % in beiden Versuchsjahren ausreichend, um hohe Bestandesdichten mit über 100.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> und geringem Lückenanteil zu verwirklichen. Die angestrebte Bestandesdichte von 120.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> wurde damit jedoch nicht vollständig erreicht. Bei gleicher Ablageentfernung und Beimengung eines 30 %igen Anteils abgetöteten Saatgutes wurde ein Feldaufgang von weniger als 60 % simuliert, woraus Bestandesdichten von etwa 75.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> mit hohem Lückenanteil hervorgingen. Im Mittel über beide Versuchsjahre ergaben sich durchschnittliche Bestandesdichten von 50.000 und 76.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> mit hohem Lückenanteil sowie von 81.000 und 106.000 Pflanzen ha<sup>-1</sup> mit niedrigem Lückenanteil. Diese entsprachen in etwa den angestrebten Bestandesdichten.