

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden

Internet: WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL

Autoren: Dr. Hartmut Kolbe
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau
Winfried Petzold
Schulstraße 18
04451 Borsdorf

Redaktion: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau
Dr. Hartmut Kolbe
Telefon: 0341 / 91 74 - 149
Telefax: 0341 / 91 74 - 111
e-mail: Hartmut.Kolbe@leipzig.lfl.smul.sachsen.de

Redaktionsschluss: Februar 2002

Fotos: Titelblatt: Herr Dr. W. Karalus

Auflagenhöhe: 150 Exemplare

Schutzgebühr: 2,50 €

Rechtshinweis

Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der phonetischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus vorliegendem Material nicht ableitbar.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.



Das Lebensministerium



Zuckerrübenanbau im Ökologischen Landbau

Informationen
für Praxis und Beratung

Freistaat  Sachsen
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Ansprüche an Boden und Klima.....	4
3	Stellung in der Fruchtfolge sowie Nährstoffansprüche.....	4
4	Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung.....	10
5	Vorbeugende Maßnahmen zur Unkrautregulierung.....	12
6	Sorten, Aussaat und Vereinzlung.....	14
7	Pflegemaßnahmen und Unkrautregulierung.....	19
8	Krankheiten und Schädlinge.....	26
9	Qualitätsanforderungen, Ernte und Lagerung.....	30
10	Wirtschaftlichkeit des Anbaus (ARP, 2002).....	31
11	Literaturhinweise.....	42

1 Einleitung

In den letzten Jahren kommt dem Anbau von Zuckerrüben im Ökologischen Landbau eine wachsende Bedeutung zu. Auf der Erzeugerseite interessieren sich vermehrt Betriebe mit Zuckerrübenkontingenten für die Umstellung auf die ökologische Wirtschaftsweise. Da Zuckerrüben einen wichtigen Einkommensfaktor darstellen, möchten viele Betriebe auch nach der Umstellung den Rübenanbau beibehalten. Weiterhin werden mit der Erhöhung des Marktanteils für Öko-Produkte verstärkt Produkte wie Fruchtjoghurt, Marmelade, Säfte, Backwaren oder Speiseeis auf dem Biomarkt nachgefragt. Diese Produkte können meistens nur mit Weißzucker hergestellt werden, da der Einsatz alternativer Süßungsmittel (Honig, Ahornsirup, u.a.) zu geschmacklichen Problemen führt.

In dieser Broschüre wird erstmals eine ausführliche Beschreibung aller wichtigen Aspekte des Anbaus von Zuckerrüben aus Sicht der Praxis des ökologischen Landbaus vorgenommen.

2 Ansprüche an Boden und Klima

Standort

Zuckerrüben stellen an den Standort hohe Anforderungen. Sehr leichte sowie sehr schwere Böden eignen sich für den Anbau nicht. Ausreichende Tiefgründigkeit, gutes Wasserhaltevermögen, neutrale Bodenreaktion (pH 6,5 – 7,0) sowie gute Humus- und Nährstoffversorgung sind wichtige Aspekte.

Boden

Schwarz- und Braunerden aus Löß, sandige Lehme und kalkreiche Tone sind besonders geeignet. Auch Niedermoorböden sind günstig, jedoch ist die starke Unkrautwüchsigkeit zu bedenken. Schluffreiche Böden neigen dagegen zur Verschlammung und Verkrustung, der Feldaufgang kann dadurch beeinträchtigt werden.

Klima

Die Keimung des Rübensamens beginnt bei 5 - 6 °C, für einen schnellen und gleichmäßigen Aufgang werden allerdings Temperaturen von 10 - 12 °C benötigt. Nachtfröste bis -5 °C können von Zuckerrüben gut überstanden werden. Frosteinwirkung im Jugendstadium kann allerdings zu verstärkter Schosserbildung führen. Temperaturen um 25 °C sind für die Ertragsbildung günstig; mittlere Temperaturen um 20 - 23 °C, sonnenreiche Witterung und eine ausreichende Wasserversorgung über die gesamte Vegetationszeit begünstigen den Zuckergehalt.

3 Stellung in der Fruchtfolge sowie Nährstoffansprüche

Allgemeine Bedingungen

Ackerbauliche Maßnahmen zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit, wie der mehrjährige Anbau von Leguminosen, vielfältige Fruchtfolgen mit Zwischenfruchtanbau sowie schonende Bodenbearbeitung, schaffen günstige Bedingungen für einen leistungsfähigen Zuckerrübenanbau.

Vorfruchtwirkungen

Leguminosenvorfrüchte, wie Klee- oder Luzernegras ergeben durch ihre unkrautunterdrückende Wirkung zwar eine gute Vorfruchtwirkung. Die rel. hohe N-Nachlieferung nach dem Umbruch ein- oder zweijähriger Leguminosenbestände geht aber zu Lasten der Qualität der Zuckerrüben (geringe Zuckerausbeute). Klee- und Luzernegrasbestände sind auch deshalb weniger geeignete Vorfrüchte, weil sie insbesondere bei spätem Umbruch durch die hohe Menge an Wuzelrückständen die Beinigkeit begünstigen und den Wasservorrat stark beanspruchen können. Beinige Rüben führen zu Ertrags- und Qualitätsverlusten und zu höheren Schmutzanteilen.

Außerdem konkurrieren Rüben als Folgefrucht von Klee gras mit der Qualitätserzeugung von Wintergetreide, vor allem von Backweizen. Deshalb ist Getreide gewöhnlich die bessere Vorfrucht für Rüben. Dabei sollten frühräumende sowie das Unkraut stark unterdrückende Getreidearten wie Roggen oder Gerste bevorzugt werden. Einen geringeren Vorfruchtwert hat der Mais. Wegen der hohen Nährstoffbedürfnisse sollten Rüben in der Fruchtfolge aber nicht zu extensiv stehen. So können sie durchaus nach Körnerleguminosen oder nach Getreidegemenge mit Körnerleguminosen stehen. Nach Erbsen besteht allerdings manchmal ein verstärkter Wurzelbrandbefall bei den nachfolgenden Rüben.

Alle Brassica-Arten (Kreuzblütler) wie Raps, Rübsen, Senf, Kohl und Spinat sind als Haupt- oder Zwischenfrüchte ungeeignet, da sie Wirtspflanzen von Rübennematoden sind. Günstige Zwischenfrüchte vor Rüben sind Nematoden resistenter Gelbsenf sowie Phacelia, Wicken oder einjährige Gräser. Eine Anbaupause für Zuckerrüben von 3, besser 4 Jahren ist aufgrund der Gefahr des Auftretens von Rübennematoden unbedingt einzuhalten.

Nachfruchtwirkungen

Zuckerrüben haben ihrerseits einen hohen Vorfruchtwert, wenn bei der Ernte keine Strukturschäden im Boden hervorgerufen werden. In der Regel können Winter- und Sommer-Weizen, Sommer-Gerste, aber auch Kartoffeln und Hafer als Nachfrüchte mit Erfolg angebaut werden. Zusammenfassend können folgende Vorfrucht-Nachfrucht-kombinationen empfohlen werden (Abb. 1):

- günstige Vorfrüchte: Wintergetreide
- günstige Nachfrüchte: Sommergetreide, Körnerleguminosen, Mais.

Kalkversorgung

Eine günstige Humusversorgung und eine Kalkung fördern Rüben-ertrag und Qualität auch über die Gewährleistung einer optimalen Reaktion des Bodens und einer günstigen Bodenstruktur. Besonders auf biologisch untätigen sowie auf sauren und schwach sauren Böden ist es sinnvoll, die Kalkung dann im Herbst oder im Frühjahr vor dem Anbau von Rüben zu geben, um ein Verschlämmen und Verkrusten des Bodens als Ursache eines geringen Auflaufferfolges vorzubeugen. Auf leichteren Böden sollte dagegen auf eine Vorsaatkalkung von Rüben verzichtet werden, da es leicht zu Bor-Festlegungen kommen kann.

Nachfrucht Vorfrucht	Nachfrucht																Eignung der Vorfrüchte für die Nachfrüchte									
	Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)	Luzerne, Klee (ein- bis überjährig)	Lupinen, Serradella, Wicken	Ackerbohnen	Erbsen	Gräser (ein- bis überjährig)	W.-Weizen (Back- u. Futterqualität)	S.-Weizen, Durum (Back- u. Futterqualität)	Weizen (Brauqualität)	Dinkel	Triticale	W.-Roggen	W.-Gerste (Futterqualität)	S.-Gerste (Futterqualität)	S.-Gerste (Brauqualität)	Hafer	Silo- u. Körnermais	Futterrüben	Zuckerrüben	Frühkartoffeln (Speisequalität)	Mittelfrühe Kartoffeln (Speisequalität)	Späte Kartoffeln (Verarbeitungsqualität)	W.-Raps	Sonnenblumen	Einstufung	Ertrags- u. Qualitätsleistung (\bar{x} = 100 %)
Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)	ce	ce	ce	ce	e	e	a	i	f	ag	ak	ag	ag	eg	efg	agi	ik	ak	f	ef	fik	ik	a	e	sehr günstig	110 - 120 %
Luzerne, Klee (ein- bis überjährig)	ce	ce	e	e	e	e		i	f	g		bk	bk	eg	efg	k		ek	f	f	fk	k	b	e	günstig	100 - 110 %
Lupinen, Serradella, Wicken	ce	e	ce	e	e	e	k	ik	f	k	k	bk	bk	gk	fg	ik	ik	eik	f	efk	efk	k	b	e	ungünstig	90 - 100 %
Ackerbohnen	ce	e	e	c	c	b		h	f	g	b	b	b	eg	f	eh	h	h	f	efh	fh	h	b	e	sehr ungünstig, unmöglich	80 - 90 %
Erbsen	ce	e	e	c	c	e	i	hi	fi	gi	i			i	f	i	i	ei	efi	efi	efi	eik	c	e	Besondere Hinweise a = Vorsicht bei starker Trockenheit b = Vegetationszeiten überschneiden sich (klimatische Randlagen) c = Förderung bestimmter Krankheiten und Schädlinge, geringe Selbstverträglichkeit d = Förderung bestimmter Unkrautarten e = Vorfruchtwert wird schlecht ausgenutzt, Luxusfolge, mit Zweit- oder Zwischenfrucht eventuell vertretbar f = Verminderung der Qualität der Nachfrucht g = Lagergefahr der Nachfrucht h = Zwischenfrucht als Untersaat in Vorfrucht möglich bzw. günstig i = Zwischenfrucht als Stoppelsaat, Winterzwischenfrucht oder Gründüngung möglich bzw. günstig k = Auf leichten Böden günstig l = Organische Düngung zur Nachfrucht günstig m = Vorfrucht als Deckfrucht gut geeignet n = Vorfrucht als Deckfrucht bedingt geeignet o = Günstige Vorfrucht zur Reinsaat von Hauptfrüchten als Gründüngungs- und Futterpflanzen p = Durchwuchsg Gefahr in der Nachfrucht (Saatgutvermehrung) r = Vor Saatfurche (intensive) Stoppelbearbeitung in Getreidefolgen möglich (Unkrautkur)	
Gräser (ein- bis überjährig)	e					b		b	b	b	b	b								ef	ef	k	b			
W.-Weizen, Dinkel			d	di	di		cd	ci	cd	cd	dlp	cp	cd	ci	ci	i	il	il	i	l	il	il	b	i		
S.-Weizen, Durum			i	i		c	ci	c	cr	r	cr	c	ci	ci	ci	il	il	i	l	il	il	il	b	i		
W.-Roggen, Triticale	m	m	hi	hic	hi	m	cd	chi	cd	cd	cd	cd	cd	hi	nik	hil	hil	hil	hi	hl	hil	hil	bl	hi		
W.-Gerste	m	m	hi	hi	hi	m	cd	chi	cd	cd	cd	cd	cd	chi	chi	hil	hil	hil	hi	hl	hil	hil	l	hi		
S.-Gerste	m	m	dh	dhi	dhi	m	ch	chi	ch	ch	ch	chl	cr	chi	chi	chi	hil	hil	hi	hl	hil	hil	l	hi		
Hafer	n	n	dh	cd	hi	n	lr	chi	r	lr	l	l	bl	chi	chi	chi	hil	hil	hi	hl	hil	hil	bl	hi		
Silo-Mais	n	n	h	h	h	m	fl	h		b	bl	b	b	h	hk	h	cd	hl	h	hl	hl	hl	b	h		
Körner-Mais	n	n	h	h	h	n	bfl	h	b	b	b	b	b	h	nk	h	cd	hl	h	hl	hl	hl	b	h		
Zucker- u. Futterrüben	eo	eo		e	e	eo	bl	l	bf	b	b	b		f	l	l	c	c	e	el	el	b	e			
Frühkartoffeln	o	o	ei	ei	ei	o	eil	ei	efi	ei	ei	ei		ei	ei	ei	eil	ei	ei	cd	cd	cd	l	ei		
Mittelfrühe Kartoffeln	eo	eo	e	ei	ei	eo	l	eil	f			b	ei	ei	ei	eil	e	ei	cd	cd	cd	b	ei			
Späte Kartoffeln	eo	eo	e	e	e	eo	l	l	f			b	b		l	l	l		cd	cd	cd	b	e			
W.-Raps	en	en	ehi	ehi	ehi	em	hl	ehi	fh	h	h	h		ehi	ef	ehi	ehi	c	cf	efh	efh	ehi	c	i		
Sonnenblumen	hn	hn	h	h	h	hn	fl	fh		bl	bl	b	bl	h	h	hl	hl	hl	h	l	hl	hl	b	c		

Abbildung 1: Einordnung der Vorfrucht-Nachfruchtansprüche von Zuckerrüben in die Fruchtfolge

Nährstoffbedürfnisse

Die Rüben haben einen hohen Nährstoffbedarf. Da die Nährstoffaufnahme bereits im Keimlingsstadium beginnt, ist ein Vorrat an aufnehmbaren Nährstoffen zu einem frühen Zeitpunkt wichtig, der durch einen tätigen Boden bereitgestellt werden muss. Die Nährstoffaufnahme eilt der Trockenmassebildung zeitlich voraus, die maximale Nährstoffaufnahme liegt im Juli. Ende Juli sind bei Phosphor 60 %, bei Stickstoff und Kalium bereits 70 % der Nährstoffmengen von den Rübenpflanzen aufgenommen worden. Folgende Nährstoffentzüge können für Zuckerrüben angesetzt werden (vorläufige Werte für den ökologischen Landbau in kg/dt Frischmasse):

- Rübenkörper: 0,18 kg N, 0,04 kg P, 0,21 kg K, 0,05 kg Mg
- Rübenblatt: 0,35 kg N, 0,05 kg P, 0,59 kg K, 0,06 kg Mg.

Es entstehen hohe Nährstoffentzüge durch den Zuckerrübenanbau, besonders, wenn auch das Blatt von der Fläche entfernt wird (Basis 400 dt Rüben, 300 dt Blatt/ha):

- Rübenkörper: 72 kg N, 16 kg P, 84 kg K
- Rübenblatt: 105 kg N, 15 kg P, 177 kg K.

Dieser hohe Nährstoffbedarf von Zuckerrüben sollte nicht nur auf Marktfruchtbetrieben, die zudem ein besonderes Interesse am Anbau von Zuckerrüben haben, bei der Düngungsbemessung Berücksichtigung finden.

Die Bemessung der Grunddüngung an P, K, Mg sowie der Kalkung sollte im Rahmen der gesamten Fruchtfolge auf Basis von Bodenuntersuchungen vorgenommen werden. Ein geeignetes Berechnungsverfahren (PC-Programm) sowie Informationsmaterial kann von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau in Leipzig (siehe Impressum) angefordert werden. Zugelassene Düngemittel können über Internet eingesehen werden (www.stmlf.bayern.de): → Landwirtschaft → Ökologischer Landbau → Pflanzenbau: Düngemittelliste.

Organische Düngung

Eine Stallmistgabe von 200 dt/ha zur Zwischenfrucht des Vorjahres gegeben, ist eine gute Maßnahme zur Abdeckung der Nährstoffbedürfnisse der Zuckerrüben. Verrotteter Stallmist oder reifer, weniger

triebiger Kompost sollte gleichmäßig verteilt und nicht zu tief in den Boden eingebracht werden. Die Frühjahrsentwicklung kann bei Zuckerrüben durch Ausbringung von 10 m³ Jauche oder Gülle gefördert werden, um frühzeitig einen konkurrenzfähigen Bestand aufzubauen (Tab. 1).

Tabelle 1: Anwendungszeiten und –mengen an Fest- und Flüssigmist zu Hackfrüchten

Festmist			
Kultur	Zeitpunkt	Menge (dt/ha)	Bemerkungen
Hackfrüchte	Vorjahr – Spätsommer bis Herbst	200 – 350	zur Zwischenfrucht geben, flach einarbeiten
Flüssigmist			
Kultur	Zeitpunkt	Menge (m ³ /ha)	Bemerkungen
Hackfrüchte (Kartoffeln, Rüben, Kohl)	Aug. – Sept.	20 – 60	zur Zw.-Frucht im Vorjahr oder vor Saatterbe, flach einarbeiten, Schleppschlauch, Injektor
Stroh- und Gründüngung	Aug. – Sept.	20 – 60	flach einarbeiten

Quelle: verändert nach SATTLER & WISTINGHAUSEN (1989)

Zwischenfrüchte und Gründüngung

Rüben sind für eine organische Düngung dankbar und nutzen infolge ihrer langen Vegetationszeit die Nährstoffe gut aus. Zuckerrüben vertragen allerdings keine großen Mengen an frisch eingearbeiteter organischer Substanz (verringertes Aufgang, Auftreten von Beinigkeit). Auch sollte an der Bodenoberfläche nicht zu viel organische Substanz vorhanden sein, da sie bei den Hackarbeiten hinderlich ist. Wenig verholzte Zwischenfrüchte stellen dagegen kein Problem dar. Es empfiehlt sich daher (außer in Trockengebieten), wenn es die Vorkultur erlaubt, eine Zwischenfrucht einzudrillen. Diese stabilisiert zusätzlich die Bodenstruktur, was sich positiv auf das Wachstum der Rüben im Folgejahr auswirkt. Außerdem wird mit Aussaat der Zwischenfrucht auflaufendes Unkraut an einer weiteren Entwicklung gehindert.

Um die Vorzüge des Zwischenfruchtanbaus im Vorjahr des Rübenanbaus voll zur Geltung zu bringen, muss auf einen optimalen Zeitpunkt des Herbstumbruchs und der Zwischenfruchtaussaat geachtet werden. Dieser ist je nach Witterung und der gewählten Zwischenfrucht unterschiedlich. Für Gelbsenf liegt er zwischen Anfang und Mitte September, Phacelia sollte schon Ende August gedrillt sein. Bei der Aussaatstärke muss berücksichtigt werden, dass ein dichter Bestand der Zwischenfrucht notwendig ist, um eine geschlossene Pflanzendecke zu gewährleisten. Bei zu geringen Aussaatmengen entstehen außerdem zu starke Einzelpflanzen, wodurch Probleme bei der Einarbeitung der Pflanzenrückstände im Frühjahr entstehen können. Als Aussaatstärken haben sich bei Gelbsenf 15 – 25 kg und bei Phacelia 8 – 16 kg/ha als günstig erwiesen.

Eine Gründüngung sollte gewöhnlich im Herbst eingearbeitet werden. Sie ist dann ebenso wertvoll wie eine Stallmistgabe. Bei einem hohen Massenertrag ist allerdings auf genügende Zerkleinerung zu achten, im Zweifelsfall sollte der Aufwuchs abgeerntet werden, damit nur die Wurzelrückstände verbleiben. Es kann z.B. auch Phacelia oder Gelbsenf vor Zuckerrüben als abfrierende Zwischenfrucht angebaut und erst im Frühjahr mit dem Grubber eingearbeitet werden. Die Aufwüchse dürfen keinesfalls zu alt werden und verholzen. Nur eine junge, schnell verrottende organische Substanz kann zur Nährstoffdeckung der Zuckerrüben in den ersten Monaten nach Aufgang beitragen.

4 Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung

Stoppelbearbeitung nach der Vorfrucht

Die Bodenbearbeitung zu Rüben beginnt nach der Abernte der Vorfrucht mit einer geeigneten Stoppelbearbeitung mit Spatenrolle, schwerem Grubber oder Schälplflug, um die Bodenstruktur zu erhalten und um Unkräuter (vor allem Ungräser) zu bekämpfen, Stroh und organische Dünger gleichmäßig flach (10 – 15 cm) einzuarbeiten.

Pflugfurche

Das geforderte gut abgesetzte Saatunterbett kann in der Regel nur durch eine der Bodenart angepasste Herbstpflugfurche erreicht werden. Die Herbstfurche darf nicht bei zu großer Feuchtigkeit durch-

geführt werden, damit keine Pflugsohle entsteht. Zur Verschlämmung neigende, strukturschwache Böden sollen grobschollig überwintern. Eine Frühjahrsfurche auf schluffreichen Lößböden und auf leichten Böden soll die Ausnahme sein und dann mit untergrundverdichtenden Nachläufern erfolgen. Auch ein Walzengang kann erforderlich werden. Ein gut abgesetzter Boden sichert die Wasserführung, eine Voraussetzung für den gleichmäßigen Aufgang der Saat.

Beinigkei

Die Pflugfurche hat auch die Aufgabe, Stallmist, Stroh und Gründüngung gleichmäßig mit dem Boden zu vermischen, damit bis zum Frühjahr die Rückstände gut verrottet sind und keine Beinigkeit auftreten kann. Die Beinigkeit entsteht meistens durch Fehler in der Bodenbearbeitung:

- Pflügen bei Nässe (Scholligkeit, Hohlräume)
- Pflugsohlenverdichtung
- zu tiefes und inhomogenes Einpflügen von Stroh und Stallmist
- unzersetzte Gründüngung.

Optimales Saatbett

Besonders für die Endstandsamt gewinnt die Sorgfalt in der Herrichtung des Saatbettes große Bedeutung. Der rel. kleine Rübensamen enthält wenig Nährstoffe und ist auf baldige Nährstoffzufuhr aus dem Boden angewiesen. Zur Keimung sind außerdem vor allem Wasser und Wärme notwendig. Daher besteht ein optimales Saatbett aus einem festen und feuchten Saatunterbett, in dessen Oberfläche der Samen leicht eingedrückt wird, damit er genügend Feuchtigkeit zur Keimung erhält. Über dem Saatgut und dem Saatbett soll eine 2 – 3 cm starke lockere Oberkrume stehen, die für eine genügende Wärme- und Sauerstoffzufuhr sorgt. Eine zu feine Krümelung dieser Oberschicht ist wegen der Verschlammungsgefahr jedoch auszuschließen.

Saatbettbereitung

Die Saatbettherrichtung im Frühjahr soll erst beginnen, wenn der Acker tragfähig ist. Es soll nur die Oberflächenschicht von 2 – 4 cm Bodentiefe gelockert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass keine unnötigen Fahrspuren entstehen. In tiefen Schlepperspuren gehen

Rüben schlecht auf, oder sie wachsen schief, was dann bei der Ernte Probleme bereitet. Daher sind unbedingt Gitterräder oder Zwillingsbereifung einzusetzen.

Gerätekombinationen

Die Forderung nach flacher Saatbettbereitung wird am besten durch Gerätekombinationen mit Feineggen, Krümelwalzen und Wälzeggen erfüllt. Bei den Lockerungsarbeiten ist darauf zu achten, dass die Grenzschicht zwischen unbearbeitetem, abgesetztem Unterboden und der lockeren Oberfläche eben ist. Dies wird durch Verwenden von Eggen mit 5 cm Strichabstand erreicht. Geräte mit größerem Strichabstand (Feingrubber, Federzahneggen) arbeiten dagegen zu tief.

5 Vorbeugende Maßnahmen zur Unkrautregulierung

Geringe Konkurrenzkraft der Zuckerrüben

Aufgrund ihrer langsamen Jugendentwicklung und geringen Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern stellt das größte ackerbauliche Problem des Rübenanbaus im Ökologischen Landbau die Unkrautregulierung dar. Je nach Ursache und Umfang an Verunkrautung beginnen Gegenmaßnahmen bereits vor der Saat bei der Grundbodenbearbeitung, der Stoppelbearbeitung oder der Fruchtfolgestellung. Auf die große Bedeutung dieser Maßnahmen, insbesondere bei der Regulierung von Wurzelunkräutern, sei ausdrücklich hingewiesen. Die Wirkung der maschinellen Pflegegeräte beschränkt sich in wachsenden Beständen auf den Zwischenreihenabstand, da in der Regel ein Schonstreifen von mindestens 5 cm notwendig ist. Dies macht den Einsatz der Handhacke unumgänglich.

Auswahl der Anbaufläche und Stoppelbearbeitung

Um die Verunkrautung auf ein vertretbares Maß zu reduzieren, sollte schon bei der Wahl der Anbauflächen auf ein geringes Verunkrautungspotential geachtet werden. Flächen mit einem hohen Besatz an Wurzelunkräutern scheiden für den Anbau von Rüben aus. Intensive, mehrmalige Stoppelbearbeitung (Unkrautkuren) zeigen gute Wirkungen gegen Wurzelunkräuter wie Quecke und Distel und beseitigen außerdem Samenunkräuter und Ausfallgetreide. Frühräumende Getreidearten sind daher als Vorfrüchte zu bevorzugen, um genügend Spielraum für eine intensive Stoppelbearbeitung zu haben. Hierfür ist Winterroggen gut geeignet, zumal dieser von allen Getreidearten die höchste Konkurrenzkraft gegen Unkräuter aufweist und den Acker deshalb rel. unkrautfrei hinterlässt. Durch die darauf folgende Grundbodenbearbeitung sollten dann Unkräuter gründlich eingearbeitet werden.

Vorsaatbehandlungen

Eine weitere wichtige Maßnahme zur vorbeugenden Unkrautregulierung ist die Bodenbearbeitung vor der Aussaat der Rüben im Frühjahr, die auch intensiver als regelrechte Unkrautkur durchgeführt werden kann. Hierbei handelt es sich um mehrmalige, flachgründige und ganzflächige Bearbeitungsgänge, die sowohl der Beseitigung von bereits aufgelaufenen Unkräutern als auch einer Keimstimulierung der im Boden befindlichen Unkrautsamen dienen kann. Die einzelnen Arbeitsgänge sollten in Abständen von 7 – 10 Tagen durchgeführt werden. Als Geräte kommen hierfür Ackereggen, Striegelarten (mit Einstellung auf starken Zinkendruck) sowie Feingrubber in Frage. Auf diese Weise kann der in einem Anbaujahr zu erwartende Unkrautdruck erheblich reduziert werden.

Damit für die Vorsaatbehandlung ausreichend Zeit zur Verfügung steht, müssen gegebenenfalls hinsichtlich des Aussaatzeitpunktes der Rüben Kompromisse eingegangen werden. Diesbezüglich ist eine Aussaat vor der ersten oder zweiten April-Woche oft nicht möglich. Durch Spätsaat verursachte Nachteile bei der Ertragsbildung können aber oft in Kauf genommen werden, da (in Kombination mit einer dann anzustrebenden Aussaat auf Endabstand) gewöhnlich eine Arbeitersparnis besonders bei der Handhacke wirtschaftlich stärker zu Buche schlägt.

Die endgültige Saatbettbereitung sollte möglichst kurz vor der Aussaat erfolgen. Bei ausreichender Bodenfeuchte empfiehlt es sich jedoch, die Aussaat erst 2 bis 3 Tage nach der endgültigen Saatbettbereitung durchzuführen. Dadurch kommt eine größere Anzahl Unkräuter zum Keimen, welche dann mit einer ganzflächigen Voraufbehandlung beseitigt werden kann (siehe Kap. 7).

6 Sorten, Aussaat und Vereinzlung

Saatgut und Sorten

Entsprechend den Richtlinien des Ökologischen Landbaus wird Saatgut verwendet, dem bei der Pillierung keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel beigefügt wurden. Es kann auch vorteilhaft sein, auf unpilliertes Saatgut zurückzugreifen, da hierbei höhere Feldaufgänge zu verzeichnen sind. Saatgutangebote können über Internet eingesehen werden (www.organicxseeds.com; www.agrarinfo.rpl.de/lpp_mainz/oeko → Öko-Saatgutliste). Die Sorten werden nach folgenden Typen unterschieden:

- ertragsbetonte Sorten (E-Typ)
- zuckerreiche Sorten (Z-Typ)
- Sorten mit einem mittleren Ertrag und Zuckergehalt (N-Typ).

Um Problemen beim Aufgang entgegenzuwirken, sollten Sorten des N-Typs verwendet werden, weil sie meistens widerstandsfähiger gegenüber Auflaufkrankheiten sind. Ebenso bei Frührodungen sollten besser N/Z- oder N-Typen den E-Typen vorgezogen werden, da sie zeitlich eher ihr Qualitätsoptimum erreichen. Wird die Sorte nicht vom Zuckerverarbeiter vorgeschrieben, so empfiehlt es sich, Sorten mit einer hohen Widerstandskraft gegen Virose und Blattfleckenkrankheiten einzusetzen.

Da es noch keine Öko-Sortenversuche gibt, wurden nachfolgend mehrjährige Ergebnisse aus konventionellen Versuchen aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wiedergegeben (Tab. 2). Die Ergebnisse bestätigen den Sorten Granada, Wiebke, Helix, Semper, Rapid und Penta ein gutes ausgeglichenes Leistungsniveau.

Sortenempfehlungen

- Granada (N-Typ):
- erreichte den niedrigsten Amino-N-Gehalt
 - erbrachte damit den niedrigsten Standardmelasseverlust
 - gering anfällig gegen Cercospora und Mehltau.
- Wiebke (N/Z-Typ):
- höchster Feldaufgang
 - niedriger Amino-N-Gehalt
 - eine qualitätssichere Sorte.
- Helix (Z-Typ):
- höchster bereinigter Zuckergehalt der empfohlenen Sorten
 - hoher bereinigter Zuckerertrag
 - erreicht bereits zur Frührodung ein hohes Qualitätsleistungsniveau.
- Semper (N-Typ):
- hohes Ertragsniveau
 - höchster bereinigter Zuckerertrag der empfohlenen Sorten
 - gut geeignet für die Rodung ab Oktober.
- Rapid (N/Z-Typ):
- eine Sorte mit hoher Feldaufgangssicherheit
 - vorderer Platz beim bereinigten Zuckergehalt
 - für frühe bis späte Rodetermine geeignet.
- Penta (N/Z-Typ):
- geringste Schossanfälligkeit der empfohlenen Sorten
 - für alle Rodetermine geeignet
 - gute Rodbarkeit mit geringem Erdanhang.

Tabelle 2: Ergebnisse der Sortenversuche zu Zuckerrüben (Mittelwerte der Anbaujahre 1999 – 2001, Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt)

Sorte	Züchter/ Vertrieb	Rüben- ertrag (rel.)	Bereinigter Zucker- gehalt (rel.)	Bereinigter Zucker- ertrag (rel.)	Feldaufgang (rel.)	Anfälligkeit geg. Cercos- pora (Bonitur, Skala 1-9)
Penta*	Hilleshög	97,4	100,5	97,9	97,4	3,3
Tatjana*	KWS	102,2	98,4	100,5	102,7	2,6
Semper*	SD	100,4	101,1	101,5	99,9	3,0
Impuls	Hilleshög	108,3	95,4	103,3	103,1	3,1
Cyntia	KWS	94,6	104,2	98,6	99,6	2,3
Paloma	KWS	101,9	99,7	101,7	98,1	3,1
Dorena	KWS	106,5	97,3	103,7	102,1	2,7
Aries	SD	99,0	103,1	102,0	100,8	3,4
Fox	SD	99,4	102,3	101,8	100,0	3,3
Helix	SD	97,4	103,8	101,0	98,7	3,3
Granada	KWS	99,1	101,3	100,4	96,4	2,9
Tempo	Hilleshög	94,0	107,1	100,7	94,0	3,1
Rapid	Hilleshög	97,7	103,1	100,7	99,1	3,6
Wiebke	KWS	99,2	101,6	100,8	104,1	3,0
Kassandra	KWS	97,6	103,5	101,1	96,2	3,1
Kontrast	Hilleshög	101,0	98,8	99,8	98,7	2,8
Milan	SD	101,3	100,5	101,9	101,8	3,0
Jolanda	KWS	96,9	104,7	101,4	97,2	2,8

* Sorten Penta, Tatjana, Semper ist Verrechnungsmittel (= 100 %)

Quelle: ARBEITGEM. VERSUCHSWESSEN IM ZUCKERRÜBENANBAU, Zeitz (2002)

Aussaat und Sätechnik

Monogermersaatgut kommt in der Regel pilliert und mit einer Kaliberspanne von 3,50 – 4,75 mm in den Handel. Präzisions- und Monogermersaatgut werden mit pneumatischen oder mechanischen Einzelkornsäegeräten gesät, wobei der Saatgutbedarf sich nach Ablageabstand und Reihenweite richtet. Das Rübensaatgut wird in Einheiten (U, unit) zu 100 000 Samen angeboten.

Druckrollen hinter den Drillscharen sorgen für guten Bodenschluss. Auf schweren Böden und in Hanglagen kann es dadurch aber zu

Verschlämmung und Bodenabfluss kommen. Daher ist es manchmal besser ohne Druckrollen zu säen und anschließend mit der Walze zu fahren.

Saatzeitpunkt

Es ist eine frühe Saatzeit anzustreben damit über eine verlängerte Wachstumszeit hohe Erträge erzielt werden können. Jeder Tag, um den die Aussaatzeit hinausgeschoben wird, führt zu einer Ertrags- einbuße von etwa 3 dt/ha Rüben und zu 0,5 – 1,0 dt/ha weniger an Zucker. Spät gesäte Zuckerrüben haben außerdem einen erhöhten Anteil melassebildender Nichtzuckerstoffe. Die Ertrags- und Qualitätsnachteile sind bei der Entscheidung über einen Umbruch lückig stehender Rüben mitzubewerten. Zu frühe Aussaat kann dagegen zu Fehlstellen, Fröhsschossern und hohem Unkrautdruck führen. Ein Anteil von 3 % Fröhsschossern wird im Hinblick auf den zu erwartenden Mehrertrag durch Frühsaat für unbedenklich gehalten. Im Allgemeinen werden Zuckerrüben zwischen Mitte März und Mitte April gesät. Je später der Saattermin vorgesehen ist, um so eher sollte die Ansaat auf Endabstand vorgenommen werden. Bis Ende April sollte die Aussaat dann erfolgt sein, um größeren Ertragsausfällen vorzubeugen.

Reihenabstände

Entsprechend der Erntetechnik sind 50-cm-Reihenweiten im Vorteil, während eine optimale Bestandesbildung, wegen des besseren Ausgleichs durch Nachbarpflanzen, durch engere Reihenabstände begünstigt wird. Bei Reihenweiten von unter 42 cm besteht die Gefahr, dass die Rüben von den Schlepperrädern umgedrückt werden. Daher stellt die 45-cm-Reihe einen Kompromiss zwischen pflanzenbaulichen Forderungen und technischen Möglichkeiten dar. Bei gleichem Ablageabstand und Feldaufgang ist die Pflanzenzahl bei 45-cm-Reihen um 10 % höher als bei den 50-cm-Reihen. Dies bedeutet eine erhebliche Risikominderung bei ungünstigen Auflaufbedingungen.

Saattiefe und Ablageabstände

Einzelkornsäegeräte ermöglichen eine exakte Tiefenablage des Saatgutes. Die Saattiefe soll bei 2 – 3 cm liegen, bei Unkrautregulierung im Voraufbau auch noch etwas tiefer. Es ist zu beachten, dass eine um 1 cm tiefere Ablage einen um 5 – 10 % verringerten Keimlings-

aufgang bewirken kann. Der Ablageabstand muss auf die Saatgutform, das Verfahren der Standraumzumessung (Anbau mit oder ohne Vereinzeln) und auf die Standortverhältnisse abgestellt werden.

Anbau mit Vereinzeln

Die Ablageweite muss einen reibungslosen Ablauf der Handhacke ermöglichen. Bei Verwendung von pilliertem Monogerm Saatgut besteht die geringste Vereinzelnarbeit bei einer Ablage von 12 – 14 cm. Hierbei ermöglicht die günstigere Pflanzenverteilung das Vereinzeln in der Form der Korrekturhacke. Diese Ablageweiten gewährleisten eine größere Sicherheit für die Bestandesbildung. Bei zu dichtem Bestand ermöglichen sie z.B. das Weghacken jeder zweiten Pflanze. Da ein Handarbeitsgang unumgänglich ist, kann ein Zuviel an Pflanzen mit dem ersten manuellen Hackgang zur Regulierung des Unkrautbesatzes in der Reihe weggenommen werden. Sollten sich durch schlechte Auflaufbedingungen Ausfälle ergeben, so wäre durch die Pflanzenreserve das Risiko vermindert.

Anbau ohne Vereinzeln

Größere Saatabstände bringen dann aber kaum noch Vorteile, außer es wird schließlich ein vereinzelnfreier Anbau angestrebt. Der Anbau ohne Vereinzeln ist allerdings nur bei hohen Feldaufgangsraten von über 55 – 60 % mit Monogerm Saatgut möglich. Es haben sich Ablageabstände von 18 cm bewährt. Diese Anbauform stellt allerdings ein erhöhtes Risiko dar:

- Unsicherheit eines ausreichenden Feldaufgangs
- fehlende Pflanzenreserve
- ungleichmäßige Pflanzenverteilung
- Ernteschwierung durch zu eng stehende Rüben.

Saatgutkosten

Beim Anbau mit 45 cm Reihenabstand mit Vereinzeln entstehen bei Verwendung von pilliertem Monogerm Saatgut rel. hohe Saatgutkosten (siehe Kap. 10). Beim vereinzelnlosen Anbau und 18 cm Ablageabstand liegen die durchschnittlichen Saatgutkosten um bis zu 30 % niedriger.

Bestandesdichte

Die Anbaumaßnahmen sollen darauf abzielen, einen Rübenbestand von 70 000 – 80 000 Pflanzen/ha zu erstellen. Bei Handvereinzelnung sind wegen der besseren Abstandsverteilung sogar bereits 65 000 – 70 000 Pflanzen/ha als optimal anzusehen. Das hängt damit zusammen, weil bei einer geringeren Pflanzenanzahl die günstigere Pflanzenverteilung zu einem höheren Rüben- und Zuckerertrag führt. Der höchste Rüben- und Zuckerertrag wird ab 70 000 Pflanzen/ha, der höchste Zuckergehalt oft erst bei etwa 85 000 Pflanzen/ha erreicht.

Sowohl bei zu hohen Pflanzendichten von über 100 000 Pflanzen/ha als auch bei zu geringen von 50 000 - 55 000 Pflanzen/ha treten Ertragsausfälle und Qualitätsminderungen auf. Umbruch ist allerdings erst für Pflanzendichten von etwa 30 000 in Erwägung zu ziehen, da hier der mögliche Ertragsausfall durch die zu geringe Pflanzendichte dem Ertragsausfall durch verspätete Saat sowie die Kosten der Neusaat gegenübergestellt werden müssen.

7 Pflegemaßnahmen und Unkrautregulierung

Vorauflaufbehandlungen

Ein Walzen (Ringelwalze) nach der Rübensaart kann notwendig werden, wenn aufgrund Oberflächenverschlammung und -verkrustung das Durchstoßen der Keimpflanzen behindert wird. Es kann auch erforderlich sein durch Walzen auf zu lockeren Böden durch Andrücken der obersten Bodenschichten die Keimwasserversorgung sicherzustellen.

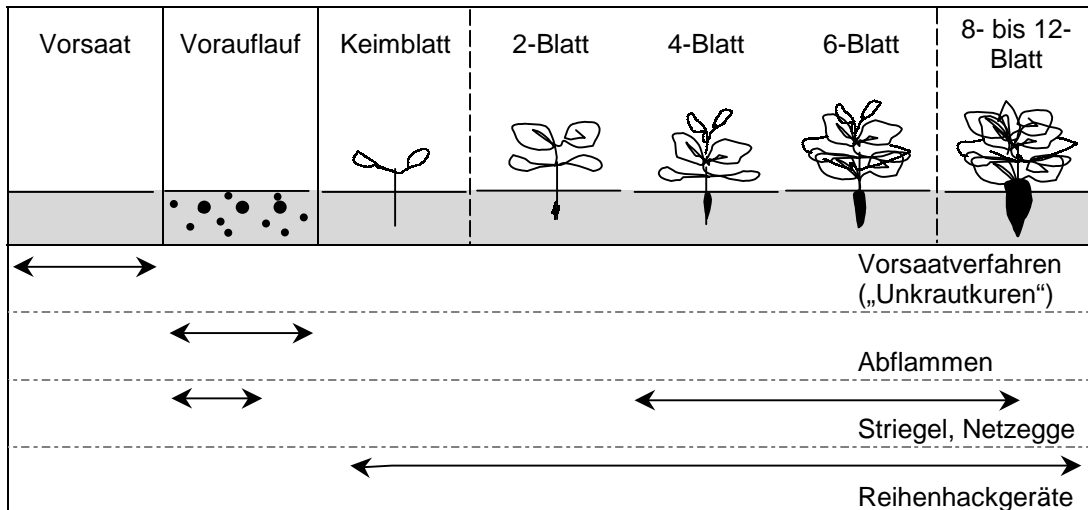
Vorauflaufbehandlungen zur Unkrautregulierung können mit Netzege, Striegel oder durch Abflammen durchgeführt werden (Abb. 2). Aus wirtschaftlichen Gründen aber besonders aus Gründen des Energieverbrauchs ist dem Striegeln der Vorrang vor dem Einsatz des Abflammgerätes zu geben. Der Einsatz des Striegels zur Unkrautregulierung vor dem Auflaufen der Rübenpflanzen erfordert allerdings bei der Aussaat eine Ablagetiefe von 3 cm bis max. 4 cm, um ein Verwerfen der Pillen zu vermeiden. Bei optimalem, gut erwärmtem Keimbett sind auch bei dieser tiefen Ablage der Pillen aus-

reichend hohe Aufgangsraten zu erzielen, gegebenenfalls ist die Ablageweite etwas zu verringern. Bei Vorauflaufbehandlungen mit Netzegge oder Striegel kann schon 4 - 6 Tage nach der Saat am besten schräg zu den Drillreihen gearbeitet werden. Bei Fahrt in Längsrichtung können die Keime dagegen reihenweise herausgerissen werden.

Das Striegeln im Vorauflauf ist bis zum Heraustreten des Keimbogens aus dem Rübensamen möglich, wobei es wichtig ist, die Entwicklung der Keimlinge unter der Erde regelmäßig zu kontrollieren. Die Aufgangszeit beträgt bei Rüben durchschnittlich 2 – 3 Wochen, unter besonders günstiger Witterung kann sie auch nur 1 Woche betragen. Der optimale Zeitpunkt der Durchführung dieser Maßnahme kann also sehr unterschiedlich sein, da er von der Keimungsgeschwindigkeit abhängig ist. Durch Anwendung von Vorauflaufverfahren zur Unkrautregulierung kann der Handarbeitszeitaufwand um 25 % deutlich reduziert werden.

Nachauflaufverfahren - ganzflächig

Während des Auflaufens muss jegliche Behandlung unterbleiben, weil dann die jungen Pflanzen sehr empfindlich sind. Ab dem 4-Blatt-Stadium kann bis zum 12-Blatt-Stadium dann wieder eine ganzflächige Behandlung mit Netzegge oder Striegel durchgeführt werden (Abb. 2). Hierbei kommt es zwar wiederum zu einem gewissen Verlust an Rübenpflanzen, doch kann durch diese Maßnahme der Handhackaufwand nochmals reduziert werden. Besonders wenn ein Vereinzeln durchgeführt werden muss, sind ganzflächige Nachauflaufmaßnahmen von Vorteil.



Quelle: verändert n. STÖPPLER-ZIMMER & DIERAUER (1994)

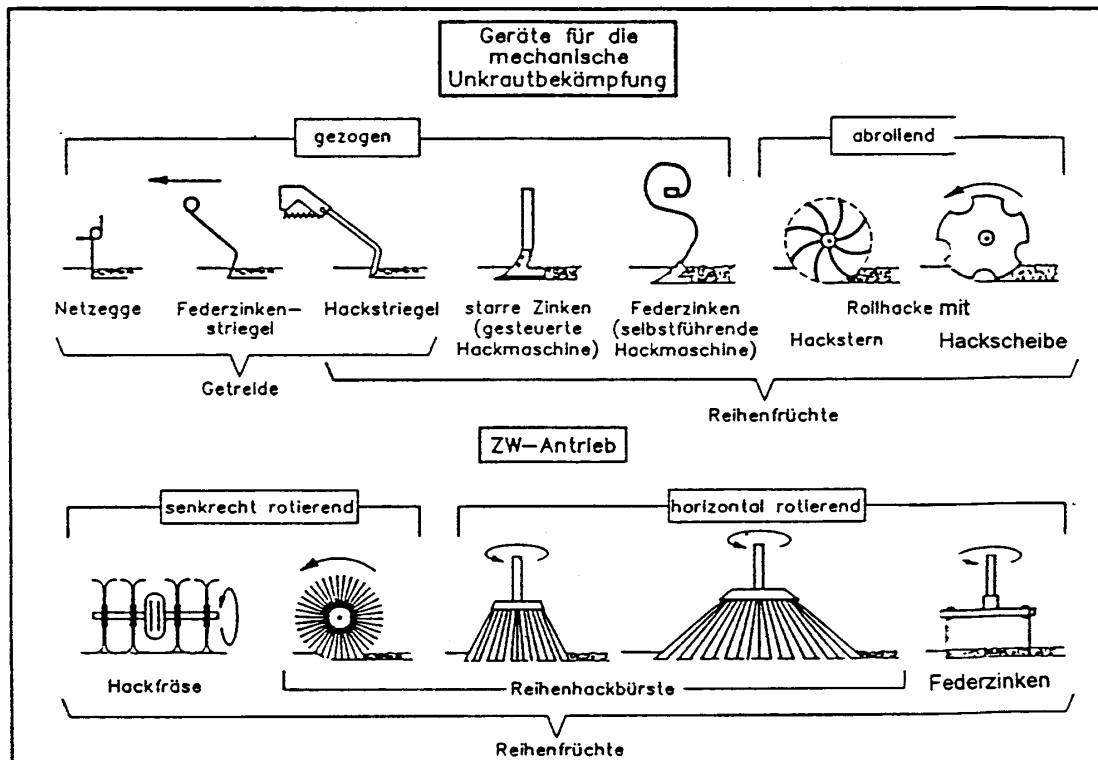
Abbildung 2: Anwendungszeiten für verschiedene Verfahren der Unkrautregulierung

Nachauflaufverfahren - Reihenhackgeräte

Als Standardpflegeverfahren ist der Einsatz von Reihenhackgeräten unverzichtbar (Abb. 2). Die erste Maschinen-Hacke erfolgt, sobald die Rüben deutlich sichtbar werden. Da die Rüben vom Aufgang bis zum 4-Blatt-Stadium durch Abreißen und Verschütten gefährdet sind, müssen Hohlschutzscheiben eingesetzt werden. In der Regel wird die zweite Hacke je nach Verunkrautung nach dem Vereinzeln und der Handhacke, ein dritter Einsatz kurz vor Schließen des Bestandes durchgeführt. Wichtig ist, dass die Arbeitsbreite der Hackrahmen der Breite der Sägeräte entspricht.

Gerätetypen

Für die mechanische Pflege von Rübenbeständen kommen verschiedene Gerätetypen in Betracht. Sie unterscheiden sich in der Art und Weise der Beseitigung der Verunkrautung zum Teil stark, deren Regulierungserfolge sind inkl. des verbleibenden Handarbeitszeit-aufwandes aber ähnlich einzustufen (Abb. 3).



Quelle: ESTLER (1993)

Abbildung 3: Übersicht über die Gerätetechnik für die mechanische Unkrautregulierung

Die genaue Einstellung der Geräte ist oft ausschlaggebender für die unkrautregulierende Wirkung als die Art des Gerätes selbst. Ein termingerechter Einsatz sowie ausreichend trockene Witterung nach dem Hacken haben entscheidenden Einfluss auf den Wirkungsgrad einer maschinellen Hacke. Es gibt Geräte, die nur vom Schlepperfahrer gesteuert werden, deren Regulierungserfolg ist aber rel. ungenau. Andere Gerätetypen benötigen eine zusätzliche Arbeitskraft für die Feinsteuerung. Diese Hackgeräte arbeiten besonders genau. Auch ist ihre Arbeitsleistung oft höher und es kann Handarbeitszeit eingespart werden, weil der unbearbeitete Streifen in der Reihe so gering wie möglich gehalten werden kann. Nachfolgend werden einige grundlegende Entscheidungs- und Einsatzhinweise gegeben, die für die Eignung der unterschiedlichen Gerätetypen für den Rübenanbau bestimmend sein können (Tab. 3).

Tabelle 3: Bewertung der Einsatzmöglichkeit verschiedener Hackgeräte beim Rübenanbau (++ sehr gut, + gut, 0 bedingt, - nicht einsetzbar)

Gerätetyp	Unkraut-Entwicklungssta-dium			Bodenzu-stand		Ho-her Stein be-satz	Entwicklungssta-dium		
	Keimblatt-stadium	2-4-Blatt-stadium	> 4-Blatt-stadium	locker	verkrustet, verschlämmt		< 2-Blatt-Stadium	2-6-Blatt-stadium	> 6-Blatt-stadium
Bereich „Zwischen-der-Reihe“									
Bügelhacke	++	+	0	++	-	-	++	++	-
Tellerhackbürste	++	+	0	++	-	0	++	++	-
Rollhacke (mit Vorlockerer)	++	++	+	++	+	+	0	++	++
Scharhacke	++	++	++	++	+	0	++	++	++
Bereich „In-der-Reihe“									
Fingerhacke	++	0	-	++	-	0	-	0	+
Scharhacke (mit Häufel-scharen)	++	+	-	++	+	0	-	0	++
Striegel	++	0	-	++	-	0	-	0	+
Rollhacke (anhäufelnd)	++	++	++	++	+	0	-	0	+

Quelle: nach PETZOLD & KOLBE (2002)

Scharhackgeräte

Scharhackgeräte haben eine weite Verbreitung im Rübenanbau gefunden. Sie trennen die oberirdischen Pflanzenteile der Unkräuter von ihren Wurzeln ab und verschütten Unkräuter im Keimblattstadium. Probleme bei diesen Geräten liegen in der Neigung zum Verstopfen, besonders wenn im Frühjahr aufgrund ungünstiger Witterung eine termingerechte Hacke nicht erfolgen kann und Unkräuter in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium an den Messern hängen bleiben. Besonders große Verstopfungsgefahr besteht bei verstärktem Auftreten von Vogelmiere, Ehrenpreisarten sowie Windenknöterich.

Bei der Einstellung ist besonders auf ein flaches Arbeiten der Messer zu achten, da sonst zu viele Unkrautwurzeln unterfahren werden und somit die Gefahr des erneuten Anwachsens steigt. Durch federnd aufgehängte Zinken kann eine Wirkungsverbesserung erzielt werden, da beim Hacken vibrierende Messer zu einer besseren Enterdung der Wurzeln führen. Die auf vielen Betrieben noch vorhandenen Scharhackgeräte aus DDR-Produktion, bekannt unter der Bezeichnung "Vielfachhackgerät P437 bzw. P440" sind für die Rübenpflege gut geeignet. Die Tiefeneinstellung muss bei Ihnen zwar für jedes Messer einzeln vorgenommen werden, sie ist dafür aber sehr exakt.

Roll- und Sternhacke

Rollhacken, die auch als Sternhacken bezeichnet werden, reißen die Unkräuter aus dem Boden. Bautypen, die mit Parallelogrammen ausgerüstet sind, eignen sich gut für den Rübenbau. Die Hacksterne, deren Anzahl pro Reihe variiert werden kann, passen sich dem Boden gut an. Die Geräte arbeiten selbst bei sehr starker Verunkrautung sowie auf steinigem Boden aufgrund der einzeln gelagerten Sterne nahezu störungsfrei. Durch die Möglichkeit von Arbeitsgeschwindigkeiten bis zu 12 km/h weisen diese Geräte eine hohe Flächenleistung auf. Allerdings können stark verwurzelte Unkräuter durch die Hacksterne besonders auf schwereren Böden nicht mehr ausreichend gestört werden. Daher empfiehlt sich das zusätzliche Anbringen von Hackscharen. Die meisten Anbieter haben dafür serienmäßig Halterungen vorgesehen.

Reihenhackbürste

Zapfwellengetriebene Geräte zur Unkrautregulierung, wie Reihenfräsen oder Bürstenhackgeräte sowie Abflammverfahren, kommen im Rübenanbau nur sehr selten zur Anwendung, da mit ihrem Einsatz hohe Kosten verbunden sind. Da Hackbürsten im ökologischen Gemüsebau eine weite Verbreitung gefunden haben, erscheint ihr Einsatz im Rübenbau auf den Betrieben, die diese Geräte bereits besitzen, unter Umständen sinnvoll.

Diese Geräte lassen sich in Reihenhackbürsten mit horizontal und in Tellerhackbürsten mit vertikal rotierenden Arbeitsgeräten unterscheiden. Die Arbeitswerkzeuge sind mit elastischen Kunststoff-

borsten ausgerüstet, welche je nach Bodenart nach ca. 80 ha abgenutzt sind. Bei beiden Bürstenformen kann der unbearbeitete Streifen sehr gering gehalten werden. Nachteilig wirkt sich allerdings aus, dass ihre Wirkung bei Unkräutern, die das 2-Blatt-Stadium überschritten haben, stark nachlässt. Auf schweren Böden verstärkt sich dieses Problem, deshalb sind diese Geräte für Böden mit hohem Tongehalt nicht geeignet. Kritisch zu betrachten ist weiterhin die geringe Arbeitsgeschwindigkeit sowie die Gefahr einer zu feinen Krümelung des Bodens bei zu hohen Drehzahlen, was bei zu hoher Feuchtigkeit oder nachfolgendem Regen zu Verschlammung bzw. Erosion führen kann.

Bügelhacke

Eine Neuentwicklung im Bereich der bodenangetriebenen Geräte ist die Bügelhacke. Sie dient der Entfernung von Unkraut im Zwischenreihenbereich und baut auf dem Prinzip der Drahtkrümelwalzen als Nachläufer von Saatbettkombinationen auf. Zwischen den Kulturpflanzenreihen arbeiten zwei Drahtwalzen (Bügelkörbe) hintereinander. Die Walzen sind miteinander über eine Kette verbunden. Durch eine Übersetzung läuft die hintere Walze schneller als die vordere. Dadurch soll der Krümeleffekt und die Enterdung der Unkrautwurzeln verstärkt werden. Der unkrautregulierende Effekt beruht darauf, dass kleine Unkräuter und Keimfäden an den durch den Boden gezogenen Bügeln hängen bleiben und herausgezogen werden.

Manuelle Hackarbeiten

Hackarbeit ist bei Verschlammung des Bodens, bei extremer Trockenheit, zum Vereinzeln und vor allem zur Regulierung des Unkrautbesatzes in den Kulturpflanzenreihen erforderlich. Die Rübe reagiert ab der 4. bis zur 6. Woche nach dem Aufgang gegen Unkräuter besonders empfindlich. In dieser Zeit sollen die Bestände möglichst unkrautfrei sein, während eine spätere Verunkrautung den Rübenertrag nur geringfügig beeinträchtigt. Es wird daher keine völlige Unkrautfreiheit angestrebt. Es kommen langgestielte Hacken mit 12 – 16 cm breiten Hackblättern zum Einsatz.

In der Regel sind 2 Arbeitsgänge erforderlich. Die frühe Handhacke zum Zeitpunkt 3 - 4 Wochen nach Aufgang ist besonders wichtig und sollte sorgfältig durchgeführt werden. Die zweite Handhacke wird in

Abhängigkeit zur Verunkrautung ca. 3 Wochen später durchgeführt, bei geringer Verunkrautung kann ggf. darauf verzichtet werden. Bei der Pflege von Zuckerrübenbeständen kommt es in erster Linie darauf an, den Zeitaufwand für die Handhacke zu reduzieren. Er sollte langfristig unter 100, möglichst nur 60 - 80 Akh/ha betragen.

8 Krankheiten und Schädlinge

Krankheiten und Schädlinge treten unter ökologischen Anbaubedingungen in geringerer Intensität auf. Dies trifft auch für den Zuckerrübenanbau zu. Bei Auftreten von größeren Problemen sollte entsprechend den Empfehlungen der nachfolgenden Tabelle 4 vorgegangen werden. Im wesentlichen handelt es sich um vorbeugende Maßnahmen. Über Internet können zugelassene Pflanzenschutzmittel und Mikronährstoffdünger (www.bba.de/oekoland/oeko1/2092_b.htm) eingesehen werden.

Tabelle 4: Krankheiten, Schädlinge sowie Mikronährstoffmangel im Zuckerrübenanbau

Schaderreger/ Vorkommen ¹⁾	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen/ Bemerkungen
Viruskrankheiten 0	<ul style="list-style-type: none"> – Vergilben; – Kräuselung; – Mosaik und Wurzelbärtigkeit; – Übertragung durch Blattläuse, andere Insekten, Nematoden und Bodenpilze 	

Tabelle 4: (Fortsetzung)

Schaderreger/ Vorkommen ¹⁾	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen/ Bemerkungen
Vergilbungs- krankheit	<ul style="list-style-type: none"> – Nesterartige Pflanzen erkennbar, deren ältere Blätter von den Rändern her gelb werden; – Übertragung durch Blattläuse, in Jahren mit hohem Blattlausbefall können sich ganze Bestände gelb verfärben, Ertrags- u. Qualitätsverluste bei frühem Befall (Juni) 	<ul style="list-style-type: none"> – Anbaupausen, Isolation und Gesundheitshaltung von Beständen zur Saatgutgewinnung; – allgemeine Maßnahmen zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit, Bodenfruchtbarkeit, sorgfältige Bodenbearbeitung, frühe Aussaat, keine Überdüngung, frühzeitig schließende u. gleichmäßige Bestände; – Infektionsherde wie Rübenmieten frühzeitig (Anfang Mai) beseitigen damit Blattläuse sich nicht an kranken Rüben infizieren können, Beseitigung virusübertragender Unkräuter (Vogelmiere, Wegerich u.a.) und Kreuzblütler (Raps, Kohl)
Wurzelbärtigkeit (<i>Rizomania</i>)	<ul style="list-style-type: none"> – Ausbildung eines starken Wurzelbartes, deutliche Verbräunung der Gefäßbündelringe im Wurzelkörper, verdickte gelbe Blattadern; – Übertragung durch Bodenpilz 	<ul style="list-style-type: none"> – Anbaupausen, günstige Fruchtfolgegestaltung; – keine Staunässe u. Verhinderung andauernder Durchfeuchtung der Bodenkrume (Beregnung); – weitere Maßnahmen unbekannt
Blattflecken- krankheit (<i>Cercospora</i>) 0	<ul style="list-style-type: none"> – Stecknadelkopfgroßes, rundliches Absterben von Blattgewebe (nesterweise) ab Ende Juli, Abgrenzung durch rotbraune Ringe; – meistens erste Infektionen am Feldrand in Nachbarschaft zu vorjährigen Rübenfeldern, bei starkem Befall Absterben von Blättern, wodurch Neubildung angeregt wird und das Herz stark nach oben wächst (bis 25 cm); – Pilz überdauert in Blattresten im Boden und im Saatgut, milde Winter und feucht-warme Verhältnisse (Flussniederungen) fördern den Befall 	<ul style="list-style-type: none"> – Anbaupausen, sauberes Beseitigen bzw. tiefes Einarbeiten von Pflanzenresten; – wenn möglich, kein Rübenanbau unmittelbar neben Rübenfeldern des Vorjahres; – in Schwerbefallslagen unterschiedliche Sortenanfälligkeit nutzen

Tabelle 4: (Fortsetzung)

Schaderreger/ Vorkommen 1)	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen/ Bemerkungen
Wurzelbrand +	<ul style="list-style-type: none"> – Graubraune bis schwarze Flecken an Keimwurzeln und Blättern, der Keim erreicht oft die Oberfläche nicht; – aufgegangene Keimpflanzen welken und fallen um, der Wurzelhals weist Einschnürungen und braune Verfärbungen auf; – nach Erreichen des ersten Laubblattes können sich Schäden auswachsen; – Überdauerung des Pilzes im Boden (z.B. <i>Phytium</i>) und im Samen (z.B. <i>Phoma</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> – Anbaupausen; – Verwendung von gesundem Saatgut mit hoher Triebkraft, wenn nötig erhöhte Aussaatmenge, feinkrümeliges, durchlüftetes Saatbett; – flache Aussaat in erwärmte Böden mit guter Kalk- u. Humusversorgung, Vermeidung von Verschlammung und Verkrustung, Förderung der Jugendentwicklung; – Vereinzelungszeitpunkt ggf. so lange hinauszögern, bis kranke von gesunden Pflanzen unterschieden werden können
Herz- und Trockenfäule 0	<ul style="list-style-type: none"> – Pustelartige Erhebungen auf der Oberseite der Blattstiele, die dann schorfartig aufreißen; – Absterben der braun bis schwarz gefärbten Herzblätter, Risse auf den Blättern, Trockenfäule des Rübenkopfes; – Ursache ist starker Bormangel; gefährdet sind kalkreiche Böden, trockene Witterung begünstigt die Krankheit 	<ul style="list-style-type: none"> – Durch strukturverbessernde Maßnahmen Borverfügbarkeit verbessern; – düngen mit zugelassenen Düngemitteln (Metalllegierungsdünger), zurückhaltende Kalkung
Blattläuse +	<ul style="list-style-type: none"> – Herzbefall, Blätter rollen und kräuseln sich, kann zum Ausfall junger Pflanzen führen; Schädling des Wachstums; – Schwarze Bohnenlaus, Grüne Pfirsichblattlaus; – Überträger von Virose 	<ul style="list-style-type: none"> – Förderung der Jugendentwicklung, flache Aussaat in gut erwärmten Boden, Vermeiden von Verschlammungen; – Einsatz von zugelassenen Insektiziden; – Förderung von natürlichen Feinden (Marienkäfer)

Tabelle 4: (Fortsetzung)

Schaderreger/ Vorkommen ¹⁾	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen/ Bemerkungen
Moosknopfkäfer 0	<ul style="list-style-type: none"> – Unterirdischer Fraß am auf- laufenden Keimling, Fraßstellen von dunklem Rand umgeben, Abknicken des Keimlings oder Schwächung mit nachfolgenden Infektionen; – lückiges Auflaufen u. Absterben von Jungpflanzen, Förderung durch ungünstige Wachs- tumsbedingungen; – Überdauerung der 1 mm langen Käfer unter Rübenlaubresten im Boden 	<ul style="list-style-type: none"> – Anbaupausen, frühe u. flache Aussaart in gut erwärmte Böden, optimale Wachs- tumsbedingungen für den Keimling schaffen, so dass Keimling dem Käfer entwächst (Kalk- u. Humusversorgung, Vermeidung v. Verschlämmun- gen u. Krustenbildungen), För- derung der Jugendentwicklung; – Entfernung von Pflanzenresten; – Förderung natürlicher Gegen- spieler (Pilze)
Rübenfliege +	<ul style="list-style-type: none"> – Nur die erste von drei Gene- rationen der Fliege hat Be- deutung, Ablage von Eiern auf Blattunterseite sobald erste Laubblätter vorhanden sind, geschlüpfte Maden beißen sich in die Blätter ein und minieren im Blattgewebe; – Ertragsschäden wenn im 4- Blattstadium etwa 6 - 8 Ma- den/Pflanze den Minierfraß be- ginnen 	<ul style="list-style-type: none"> – Förderung der Jugendentwick- lung
Collembolen (Spring- schwänze) 0	<ul style="list-style-type: none"> – Ungleichmäßiger Aufgang, an Keimwurzel u. -stängel der Rü- ben können mit Lupe kleine Fraßstellen erkannt werden; – Ursache sind kleine bis 2 mm lange, weiße Insekten; – verstärktes Auftreten bei unvoll- ständiger Rotte von zu viel or- ganischer Masse (Stroh, Stall- mist, Gründüngung) 	<ul style="list-style-type: none"> – Für gute Rotte der organ. Dün- gemittel sorgen, ggf. organ. Düngung reduzieren; – keine zu frühe Saat in lockeren Boden, ggf. Walzen, optimale Wachstumsbedingungen für den Keimling schaffen
Erdflöhe 0	<ul style="list-style-type: none"> – Siebfraß an Keim- (und jungen Laub-)Blättern, Auflaufschäden; – Überwinterung als Käfer an der Oberfläche unter Streu 	<ul style="list-style-type: none"> – Siehe Moosknopfkäfer

Tabelle 4: (Fortsetzung)

Schaderreger/ Vorkommen ¹⁾	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen/ Bemerkungen
Nematoden 0	<ul style="list-style-type: none"> – Nesterweise kümmernde Pflanzen, die vor allem bei hohen Temperaturen Welkerscheinungen zeigen, im fortgeschrittenen Stadium Absterben der Pflanzen, struppiger Wuchs der Wurzeln; – an den feinen Wurzeln Erkennung von erst weißen, dann goldgelben Zysten, die nach Ausreifung abfallen und jahrelang im Boden überdauern; – Wirte sind neben Rüben auch Raps, RübSEN, Kohl u.a. Kreuzblütler u. Unkräuter (Melde, Gänsefuß, Vogelmiere u.a.) 	<ul style="list-style-type: none"> – Anbaupausen, weitgestellte Fruchtfolgen (nicht mehr als 25 % Rüben), möglichst keinen Raps o. a. Kreuzblütler als Haupt- u. Zwischenfrucht; – Verschleppen der Zysten bei Bodenbearbeitung, Pflege u. Ernte vermeiden; – Unkräuter sorgfältig bekämpfen, Anbau von Feindpflanzen

Quelle: u.a. nach HERRMANN & PLAKOLM (1991); ¹⁾ 0 = selten, nur regional; + = gering; ++ = Vorkommen stark witterungsabhängig, unregelmäßig; +++ = regelmäßiges Auftreten

9 Qualitätsanforderungen, Ernte und Lagerung

Qualität

Zuckerrüben dienen als Rohstoff für die Zuckergewinnung, daher richten sich die Qualitätsanforderungen nach der Verarbeitbarkeit in der Zuckerfabrik. Hohe Bedeutung haben die Kopf-Exaktheit der Rüben beim Erntevorgang, der Schmutzanteil sowie auch Zerkleinerungseigenschaften beim Verarbeitungsprozess.

Die Zuckerausbeute ist abhängig vom Gehalt an Saccharose, an den Melassebildnern (Kalium, Natrium) sowie dem Gehalt an α -Amino-Verbindungen („schädlicher Stickstoff“). Aus diesen Angaben kann der bereinigte Zuckergehalt und bei Kenntnis des Ertrages der bereinigte Zuckerertrag berechnet werden. Der Preis der Rohware richtet sich nach dem abgelieferten Ertrag unter Anrechnung qualitativer Merkmale.

Von Mitte bis Ende Oktober nehmen Rübenenerträge und Zuckergehalte nur noch wenig oder gar nicht mehr zu. Auch die Gehalte an Melassebildnern bleiben von Mitte Oktober an gleich hoch. Schon ab Anfang Oktober erreicht die Zuckerrübe ihre technische Reife, bei der die Verarbeitungsqualität optimal, die Zuckerausbeute hoch und die Melassezuckerverluste am geringsten sind. Das Eintreten des Qualitätsoptimums hängt allerdings von Jahreswitterung und Sorte ab. Sorten mit hohen Zuckergehalten erreichen die Reife eher als Sorten mit geringen Gehalten. Zuckerrüben aus ökologischer Ernte weisen oft etwas höhere ausbeutbare Zuckergehalte auf als aus konventionellem Anbau.

Ernte und Lagerung

Im ökologischen Landbau unterscheidet sich die Ernte und die weiteren Verfahrenswege nicht von der konventionellen, daher wird an dieser Stelle auf nähere Erläuterungen verzichtet. Es ist allerdings sorgfältig darauf zu achten, dass günstige Erntebedingungen vorliegen und möglichst keine Strukturschäden entstehen. Gibt es die Möglichkeit zur Frühlieferung, so sollte sie in Anspruch genommen werden, um bei möglichst günstigen Witterungsverhältnissen roden zu können. In diesen Fällen hat die Zuckerrübe auch eine gute Vorfruchtwirkung.

10 Wirtschaftlichkeit des Anbaus (ARP, 2002)

Für einen wirtschaftlichen Ökorübenanbau sind folgende Voraussetzungen wichtig. Einerseits muss der Landwirt darauf achten, dass der Transportweg zum Verarbeitungswerk mit Öko-Verarbeitung nicht zu groß wird, da Transportkosten zu berücksichtigen sind. Andererseits müsste für eine Ökorübenverarbeitung z. B. der Länder Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt eine Mindestanbaufläche von 200 – 250 ha vorhanden sein, damit in einer 2tägigen Vorkampagne die erforderliche Verarbeitungskapazität eines in Frage kommenden Verarbeitungswerkes organisiert werden kann. An einem Anbau interessierte Landwirte sollten Informationen über den Rübenbedarf von Beratungseinrichtungen und Öko-Verbänden einholen. Je nach Bedarf wird von der verarbeitenden Zuckerindustrie der Umfang an Anbauverträgen festgelegt.

Die Wirtschaftlichkeit des Zuckerrübenanbaus im Ökolandbau hängt neben den zu erwartenden Erträgen und dem zu erzielenden Preiszuschlag entscheidend vom Einsatz der Fremdarbeitskräfte für Handhacke ab.

Leistungen

Die Erzielung eines hohen Ertragsniveaus ist für kostendeckende Leistungen ein entscheidender Faktor. Die nachfolgenden Kalkulationen zeigen, dass Erträge ab 300 dt/ha für den Anbau von Ökorüben interessant werden. Dies belegen auch weitere Literaturangaben.

Als ein zweiter wichtiger Faktor ist der zu realisierende Ökopreiszuschlag zu nennen. Von den zwei größten deutschen Zuckerproduzenten wird derzeit für Ökorüben ein Ökozuschlag von ca. 2,56 €/dt auf A/B/C-Rüben gezahlt. Bei einem konventionellen Durchschnittspreis von ca. 4,65 €/dt sind somit für Ökorüben ca. 7,20 €/dt zu erzielen.

Kosten

Innerhalb der einzelnen Kostenarten und -blöcke und ihrer Bedeutung für das wirtschaftliche Ergebnis treten deutliche Unterschiede zum konventionellen Zuckerrübenanbau auf. Bei den Direktkosten fallen höhere Saatgutkosten durch eine erhöhte Aussaatmenge (1,8 – 1,9 Einheiten/ha) und höhere Saatgutpreise (ca. 190,- €/Einheit) an. Dagegen entfallen in der Regel die Kosten für Pflanzenschutzmittel.

Von entscheidender Bedeutung sind die Arbeitserledigungskosten. Insbesondere der Anteil an Kosten für die Handhacke wirkt entscheidend auf das wirtschaftliche Ergebnis. Bisherige Erfahrungswerte belegen einen Arbeitszeitbedarf von 70 – 120 AKh/ha (1. Hacke ca. 70 AKh/ha, 2. Hacke ca. 30 AKh/ha, 3. Hacke ca. 20 AKh/ha), wobei unter ungünstigen Bedingungen dieser deutlich höher liegen kann. Weiterhin sind 3 – 4 mechanische Hackearbeitsgänge zu berücksichtigen. Als Orientierung für ausgewählte Arbeitsgänge kann in Abhängigkeit der Mechanisierung mit nachfolgenden Werten kalkuliert werden (Tab. 5).

Tabelle 5: Orientierungswerte für Arbeitszeitbedarf und Maschinenkosten ausgewählter Arbeitgänge im ökologischen Zuckerrübenanbau

Arbeitsgang	Arbeitszeitbedarf je Arbeitsgang (AKh/ha)	Maschinenkosten (€/ha)	
		Gesamtkosten	davon variable Kosten
mechanische Pflege - Striegeln	0,2 - 0,5	8,70 - 11,00	5,60 - 7,60
mechanische Pflege - Walzen	0,4 - 0,7	10,40 - 12,90	4,90 - 7,10
mechanische Pflege - 1./2. Hacke	0,4 - 1,1	13,40 - 21,30	6,00 - 11,30
mechanische Pflege - 3./4. Hacke	0,3 - 0,9	12,30 - 18,30	5,40 - 9,40
Handhacke - 1. Hacke	60 - 90		
Handhacke - 2. Hacke	20 - 40		
organische Düngung - Festmist ohne Zwischenlagerung	3,5 - 5,5	59,00 - 68,00	30,00 - 35,00
organische Düngung - Festmist mit Zwischenlagerung	2,5 - 3,5	96,00 - 109,00	42,00 - 49,00
organische Düngung - Flüssigmist	0,1 - 0,4	53,00 - 74,00	26,00 - 32,00

Quelle: KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft (2000/2001)

In den folgenden Kalkulationsbeispielen sind die Auswirkungen unterschiedlicher Ertragsniveaus (Tab. 6: 300, 350, 400, 450 dt/ha) und unterschiedlicher Arbeitszeitaufwendungen für Handhacke (Tab. 7: 50, 75, 100, 125 AKh/ha) dargestellt worden.

Die Rübenpreise orientieren sich an den konventionellen Preisen zuzüglich 2,55 €/dt Ökoaufschlag. Als Sonstige Direktkosten sind die Beiträge im Rübenanbauverband mit 0,036 €/dt berücksichtigt. Beiträge und Gebühren innerhalb der Sonstigen Kosten beinhalten die Beiträge im Ökoanbauverband und die Kontrollgebühren. Für die Hilfsarbeitskräfte zur Handhacke werden 7,67 €/h kalkuliert. In den Arbeitszeitbedarf und die Maschinenkosten fließen die Arbeitgänge Stoppelbearbeitung, Pflügen, Saatbettbereitung, 1,5 mal Striegeln und 4 mal mechanische Hacke ein. Aussaat, mineralische Düngung, Ernte und Transport erfolgen im Lohn.

Tabelle 6: Kalkulationsbeispiele für die Erzeugung von Öko-Zuckerrüben aufgrund unterschiedlicher Ertragsniveaus

Kultur	Code	510		510		510		510	
		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben	
Standort	L / D / V	L	100 AKh/ha	L	100 AKh/ha	L	100 AKh/ha	L	100 AKh/ha
Mechanisierungsvariante	Code 1-4	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke
Gesamtertrag (brutto/netto)	dt/ha	300	300	350	350	400	400	450	450
Berechnungsgrundlagen	ME	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt
<u>Erträge</u>									
Hauptprodukt	dt/ha	183,00	A- Rüben	213,50	A- Rüben	244,00	A- Rüben	274,50	A- Rüben
Nebenprodukt 1	dt/ha	60,00	B- Rüben	70,00	B- Rüben	80,00	B- Rüben	90,00	B- Rüben
Nebenprodukt 2	dt/ha	24,00	C1- Rüben	28,00	C1- Rüben	32,00	C1- Rüben	36,00	C1- Rüben
Nebenprodukt 3	dt/ha	33,00	C2- Rüben	38,50	C2- Rüben	44,00	C2- Rüben	49,50	C2- Rüben
Koppelprodukt	dt/ha	75,00	Schnitzel	87,50	Schnitzel	100,00	Schnitzel	112,50	Schnitzel
<u>Betriebsmittel</u>									
Saat-/ Pflanzgut Zukauf	U/ha	1,8		1,8		1,8		1,8	
Saat-/ Pflanzgut eigen	U/ha	0,0		0,0		0,0		0,0	
Düngung nach Entzug	Ja=1/nein=2		1		1		1		1
Erhaltungskalkung (CaO)	kg/ha u. Jahr	500		500		500		500	
Org. Düngung - Tierart	Code 1-5		1		1		1		1
			Anzahl AG		Anzahl AG		Anzahl AG		Anzahl AG
Org. Dünger: - Stallmist	dt/ha/Jahr	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<u>Erzeuger- und Betriebsmittelpreise</u>									
Hauptprodukt Feld	EUR/dt	8,35		8,35		8,35		8,35	
Nebenprodukt 1	EUR/dt	6,20		6,20		6,20		6,20	
Nebenprodukt 2	EUR/dt	5,20		5,20		5,20		5,20	
Nebenprodukt 3	EUR/dt	4,00		4,00		4,00		4,00	
Koppelprodukt Verkauf	EUR/dt	0,95		0,95		0,95		0,95	
Saat-/ Pflanzgut Zukauf	EUR/U	193,00		193,00		193,00		193,00	
Mineral. Dünger: - N	EUR/kg	0,00		0,00		0,00		0,00	
- P-Oxid	EUR/kg	0,66		0,66		0,66		0,66	
- K-Oxid	EUR/kg	0,66		0,66		0,66		0,66	
- Mg-Oxid	EUR/kg	0,41		0,41		0,41		0,41	
- Ca-Oxid	EUR/kg	0,05		0,05		0,05		0,05	
Düngerwert: - Stallmist	EUR/dt	0,81		0,81		0,81		0,81	

Tabelle 6: Fortsetzung

<u>Öffentliche Direktzahlungen</u>	Erntejahr	2002	2002	2002	2002
EU- Flächenbeihilfe	EUR/ha	0,00	0,00	0,00	0,00
UL-Prämie	EUR/ha	230,00	230,00	230,00	230,00
<u>Boden</u>					
Pachtpreis	EUR/ha	112,50	169,00	197,00	197,00
Pachtflächenanteil	%	90	90	90	90
<u>Kapitaleinsatz</u>					
	Gebäude/bauliche Anlagen				
Lagerraum	m³/ha	0,0	0,0	0,0	0,0
Herstell./Anschaffungswert Lager	EUR/m³	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonst. Wirtschaftsgebäude	EUR/ha	0,00	0,00	0,00	0,00
Abschreibung	% p.a.	4,0	4,0	4,0	4,0
Unterhaltung	% p.a.	0,5	0,5	0,5	0,5
Zins	% p.a.	6,0	6,0	6,0	6,0
Feldinv., Erntevorräte (Buchwert)	EUR/ha	0,00	0,00	0,00	0,00
Umlaufkap., mittl. Festleg.-dauer	Monate	6,0	6,0	6,0	6,0
Zins	% p.a.	6,0	6,0	6,0	6,0
<u>Arbeit</u>					
		MV 3	MV 3	MV 3	MV 3
Arbeitszeitbedarf- Feldarbeit	AKh/ha	3,70	3,70	3,70	3,70
Arbeitszeitbedarf- Betriebsführg u. allg. Arb.	AKh/ha	8,3	8,3	8,3	8,3
davon entlohnt	%	100	100	100	100
Entlohnung der Eigen-AKh	EUR/AKh	10,20	10,20	10,20	10,20
Entlohnung der Fremd-AKh	EUR/AKh	7,67	7,67	7,67	7,67

Tabelle 6: Fortsetzung

Kultur	Code	510		510		510		510	
		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben	
Standort	L / D / V	L	100 AKh/ha	L	100 AKh/ha	L	100 AKh/ha	L	100 AKh/ha
Mechanisierungsvariante	Code 1-4	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke
Gesamtertrag (brutto/netto)	dt/ha	300	300	350	350	400	400	450	450
Berechnungsgrundlagen	ME	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt
Leistungen									
Verkauf Hauptprodukt	EUR	1528	5,09	1783	5,09	2037	5,09	2292	5,09
Verkauf Nebenprodukte	EUR	629	2,10	734	2,10	838	2,10	943	2,10
Leistung Koppelprodukt	EUR	71	0,24	83	0,24	95	0,24	107	0,24
Veränd. Feldinventar/Bestände	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Öffentliche Direktzahlungen	EUR	230	0,77	230	0,66	230	0,58	230	0,51
Entschädigungen	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonstige	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Summe Leistungen	EUR	2458	8,19	2829	8,08	3201	8,00	3572	7,94
Direktkosten									
Saat-/ Pflanzgut Zukauf	EUR	347	1,16	347	0,99	347	0,87	347	0,77
Saat-/ Pflanzgut eigen	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Düngemittel (mineralisch)	EUR	80	0,27	94	0,27	107	0,27	120	0,27
Düngemittel (organisch)	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Gest.mehl, biol. PSM, sonst. Mittel	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Hagelversicherung	EUR	14	0,05	17	0,05	19	0,05	22	0,05
Trocknung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Lagerung/Vermarktung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Wasser (incl. Beregnung)	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonstige Direktkosten	EUR	11	0,04	13	0,04	15	0,04	16	0,04
Zinsansatz Feldinv.,Umlaufkap.	EUR	13	0,04	13	0,04	14	0,03	14	0,03
Summe Direktkosten	EUR	466	1,55	484	1,38	502	1,25	519	1,15
Direktkostenfreie Leistung	EUR	1993	6,64	2345	6,70	2699	6,75	3053	6,78
Arbeits erledigungskosten									
Personalaufwand Eigen-AK	EUR	122	0,41	122	0,35	122	0,30	122	0,27
Personalaufwand Fremd-AK	EUR	767	2,56	767	2,19	767	1,92	767	1,70
Lohnansatz	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Lohnarbeit/Masch.miete/Leasing	EUR	298	0,99	305	0,87	312	0,78	319	0,71
Maschinenunterhaltung	EUR	61	0,20	61	0,17	61	0,15	61	0,14

Tabelle 6: Fortsetzung

Betriebsstoffe Maschinen	EUR	22	0,07	22	0,06	22	0,06	22	0,05
Abschreibung Maschinen	EUR	50	0,17	50	0,14	50	0,13	50	0,11
Uha/Afa/Steuer/Vers. PKW	EUR	4	0,01	4	0,01	4	0,01	4	0,01
Sonstige Betriebsstoffe	EUR	5	0,02	5	0,01	5	0,01	5	0,01
Maschinenversicherung	EUR	2	0,01	2	0,01	2	0,00	2	0,00
Zinsansatz Maschinenkapital	EUR	25	0,08	25	0,07	25	0,06	25	0,05
Summe Arbeiterledig.-kosten	EUR	1355	4,52	1362	3,89	1369	3,42	1376	3,06
Gebäudekosten									
Unterhaltung, Abschreibung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Miete, Versicherung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Zinsansatz Gebäudekapital	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Summe Gebäudekosten	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Flächenkosten									
Pacht	EUR	101	0,34	152	0,43	177	0,44	177	0,39
Pachtansatz	EUR	11	0,04	17	0,05	20	0,05	20	0,04
Grundsteuer	EUR	10	0,03	15	0,04	18	0,04	18	0,04
Berufsgenossenschaft	EUR	13	0,04	18	0,05	21	0,05	21	0,05
Kalkung	EUR	28	0,09	28	0,08	28	0,07	28	0,06
Summe Flächenkosten	EUR	164	0,55	230	0,66	263	0,66	263	0,59
Sonstige Kosten									
Beiträge und Gebühren	EUR	8	0,03	8	0,02	8	0,02	8	0,02
Sonstige Versicherungen	EUR	10	0,03	10	0,03	10	0,03	10	0,02
Buchführung und Beratung	EUR	20	0,07	20	0,06	20	0,05	20	0,04
Büro, Verwaltung	EUR	8	0,03	8	0,02	8	0,02	8	0,02
Sonstiger Betriebsaufwand	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Summe sonstige Kosten	EUR	46	0,15	46	0,13	46	0,12	46	0,10
Summe Gesamtkosten	EUR	2031	6,77	2123	6,06	2180	5,45	2205	4,90
Saldo Leistungen und Kosten	EUR	428	1,43	707	2,02	1020	2,55	1367	3,04
Direktkostenfreie Leistung	EUR	1993	6,64	2345	6,70	2699	6,75	3053	6,78
Gewinn d. Betriebszweiges	EUR	465	1,43	745	2,02	1059	2,55	1406	3,04
Gewinn d. Betriebszweiges (mit Zinsen bzw. Zinsansatz)	EUR	428	1,55	707	2,13	1020	2,65	1367	3,12
Gewinn d. Betriebszweiges (mit Zinsen nach Lohnansatz)	EUR	428	1,55	707	2,13	1020	2,65	1367	3,12

Quelle: ARP (2002)

Tabelle 7: Kalkulationsbeispiele für die Erzeugung von Öko-Zuckerrüben aufgrund unterschiedlicher Arbeitsaufwendungen für die Handhacke

Kultur	Code	510		510		510		510	
		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben	
Standort	L / D / V	L	50 AKh/ha	L	75 AKh/ha	L	100 AKh/ha	L	125 AKh/ha
Mechanisierungsvariante	Code 1-4	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke
Gesamtertrag (brutto/netto)	dt/ha	375	375	375	375	375	375	375	375
Berechnungsgrundlagen	ME	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt
<u>Erträge</u>									
Hauptprodukt	dt/ha	228,75	A- Rüben	228,75	A- Rüben	228,75	A- Rüben	228,75	A- Rüben
Nebenprodukt 1	dt/ha	75,00	B- Rüben	75,00	B- Rüben	75,00	B- Rüben	75,00	B- Rüben
Nebenprodukt 2	dt/ha	30,00	C1- Rüben	30,00	C1- Rüben	30,00	C1- Rüben	30,00	C1- Rüben
Nebenprodukt 3	dt/ha	41,25	C2- Rüben	41,25	C2- Rüben	41,25	C2- Rüben	41,25	C2- Rüben
Koppelprodukt	dt/ha	93,75	Schnitzel	93,75	Schnitzel	93,75	Schnitzel	93,75	Schnitzel
<u>Betriebsmittel</u>									
Saat-/ Pflanzgut Zukauf	U/ha	1,8		1,8		1,8		1,8	
Saat-/ Pflanzgut eigen	U/ha	0,0		0,0		0,0		0,0	
Düngung nach Entzug	Ja=1/nein=2		1		1		1		1
Erhaltungskalkung (CaO)	kg/ha u. Jahr	500		500		500		500	
Org. Düngung - Tierart	Code 1-5		1		1		1		1
			Anzahl AG		Anzahl AG		Anzahl AG		Anzahl AG
Org. Dünger: - Stallmist	dt/ha/Jahr	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<u>Erzeuger- und Betriebsmittelpreise</u>									
Hauptprodukt Feld	EUR/dt	8,35		8,35		8,35		8,35	
Nebenprodukt 1	EUR/dt	6,20		6,20		6,20		6,20	
Nebenprodukt 2	EUR/dt	5,20		5,20		5,20		5,20	
Nebenprodukt 3	EUR/dt	4,00		4,00		4,00		4,00	
Koppelprodukt Verkauf	EUR/dt	0,95		0,95		0,95		0,95	
Saat-/ Pflanzgut Zukauf	EUR/U	193,00		193,00		193,00		193,00	
Mineral. Dünger: - N	EUR/kg	0,00		0,00		0,00		0,00	
- P-Oxid	EUR/kg	0,66		0,66		0,66		0,66	
- K-Oxid	EUR/kg	0,66		0,66		0,66		0,66	
- Mg-Oxid	EUR/kg	0,41		0,41		0,41		0,41	
- Ca-Oxid	EUR/kg	0,05		0,05		0,05		0,05	
Düngerwert: - Stallmist	EUR/dt	0,81		0,81		0,81		0,81	

Tabelle 7: Fortsetzung

<u>Öffentliche Direktzahlungen</u>	Erntejahr	2002	2002	2002	2002
EU- Flächenbeihilfe	EUR/ha	0,00	0,00	0,00	0,00
UL-Prämie	EUR/ha	230,00	230,00	230,00	230,00
<u>Boden</u>					
Pachtpreis	EUR/ha	197,00	197,00	197,00	197,00
Pachtflächenanteil	%	90	90	90	90
<u>Kapitaleinsatz</u>					
	Gebäude/bauliche Anlagen				
Lagerraum	m³/ha	0,0	0,0	0,0	0,0
Herstell.-/Anschaffungswert Lager	EUR/m³	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonst. Wirtschaftsgebäude	EUR/ha	0,00	0,00	0,00	0,00
Abschreibung	% p.a.	4,0	4,0	4,0	4,0
Unterhaltung	% p.a.	0,5	0,5	0,5	0,5
Zins	% p.a.	6,0	6,0	6,0	6,0
Feldinv., Erntevorräte (Buchwert)	EUR/ha	0,00	0,00	0,00	0,00
Umlaufkap., mittl. Festleg.-dauer	Monate	6,0	6,0	6,0	6,0
Zins	% p.a.	6,0	6,0	6,0	6,0
<u>Arbeit</u>					
Arbeitszeitbedarf- Feldarbeit	AKh/ha	3,70	3,70	3,70	3,70
Arbeitszeitbedarf- Betriebsführg u. allg. Arb.	AKh/ha	8,3	8,3	8,3	8,3
davon entlohnt	%	100	100	100	100
Entlohnung der Eigen-AKh	EUR/AKh	10,20	10,20	10,20	10,20
Entlohnung der Fremd-AKh	EUR/AKh	7,67	7,67	7,67	7,67

Tabelle 7: Fortsetzung

Kultur	Code	510		510		510		510	
		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben		Zuckerrüben	
Standort	L / D / V	L	50 AKh/ha	L	75 AKh/ha	L	100 AKh/ha	L	125 AKh/ha
Mechanisierungsvariante	Code 1-4	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke	3	Handhacke
Gesamtertrag (brutto/netto)	dt/ha	375	375	375	375	375	375	375	375
Berechnungsgrundlagen	ME	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt	je ha	je dt
Leistungen									
Verkauf Hauptprodukt	EUR	1910	5,09	1910	5,09	1910	5,09	1910	5,09
Verkauf Nebenprodukte	EUR	786	2,10	786	2,10	786	2,10	786	2,10
Leistung Koppelprodukt	EUR	89	0,24	89	0,24	89	0,24	89	0,24
Veränd. Feldinventar/Bestände	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Öffentliche Direktzahlungen	EUR	230	0,61	230	0,61	230	0,61	230	0,61
Entschädigungen	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonstige	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Summe Leistungen	EUR	3015	8,04	3015	8,04	3015	8,04	3015	8,04
Direktkosten									
Saat-/ Pflanzgut Zukauf	EUR	347	0,93	347	0,93	347	0,93	347	0,93
Saat-/ Pflanzgut eigen	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Düngemittel (mineralisch)	EUR	100	0,27	100	0,27	100	0,27	100	0,27
Düngemittel (organisch)	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Gest.mehl, biol. PSM, sonst. Mittel	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Hagelversicherung	EUR	18	0,05	18	0,05	18	0,05	18	0,05
Trocknung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Lagerung/Vermarktung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Wasser (incl. Beregnung)	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonstige Direktkosten	EUR	14	0,04	14	0,04	14	0,04	14	0,04
Zinsansatz Feldinv.,Umlaufkap.	EUR	13	0,04	13	0,04	13	0,04	13	0,04
Summe Direktkosten	EUR	492	1,31	492	1,31	492	1,31	492	1,31
Direktkostenfreie Leistung	EUR	2523	6,73	2523	6,73	2523	6,73	2523	6,73
Arbeits erledigungskosten									
Personalaufwand Eigen-AK	EUR	122	0,33	122	0,33	122	0,33	122	0,33
Personalaufwand Fremd-AK	EUR	384	1,02	575	1,53	767	2,05	959	2,56
Lohnansatz	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Lohnarbeit/Masch.miete/Leasing	EUR	300	0,80	300	0,80	300	0,80	300	0,80
Maschinenunterhaltung	EUR	61	0,16	61	0,16	61	0,16	61	0,16

Tabelle 7: Fortsetzung

Betriebsstoffe Maschinen	EUR	22	0,06	22	0,06	22	0,06	22	0,06
Abschreibung Maschinen	EUR	50	0,13	50	0,13	50	0,13	50	0,13
Uha/Afa/Steuer/Vers. PKW	EUR	4	0,01	4	0,01	4	0,01	4	0,01
Sonstige Betriebsstoffe	EUR	5	0,01	5	0,01	5	0,01	5	0,01
Maschinenversicherung	EUR	2	0,00	2	0,00	2	0,00	2	0,00
Zinsansatz Maschinenkapital	EUR	25	0,07	25	0,07	25	0,07	25	0,07
Summe Arbeiterledig.-kosten	EUR	974	2,60	1165	3,11	1357	3,62	1549	4,13
Gebäudekosten									
Unterhaltung, Abschreibung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Miete, Versicherung	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Zinsansatz Gebäudekapital	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Summe Gebäudekosten	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Flächenkosten									
Pacht	EUR	177	0,47	177	0,47	177	0,47	177	0,47
Pachtansatz	EUR	20	0,05	20	0,05	20	0,05	20	0,05
Grundsteuer	EUR	18	0,05	18	0,05	18	0,05	18	0,05
Berufsgenossenschaft	EUR	21	0,05	21	0,05	21	0,05	21	0,05
Kalkung	EUR	28	0,07	28	0,07	28	0,07	28	0,07
Summe Flächenkosten	EUR	263	0,70	263	0,70	263	0,70	263	0,70
Sonstige Kosten									
Beiträge und Gebühren	EUR	8	0,02	8	0,02	8	0,02	8	0,02
Sonstige Versicherungen	EUR	10	0,03	10	0,03	10	0,03	10	0,03
Buchführung und Beratung	EUR	20	0,05	20	0,05	20	0,05	20	0,05
Büro, Verwaltung	EUR	8	0,02	8	0,02	8	0,02	8	0,02
Sonstiger Betriebsaufwand	EUR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Summe sonstige Kosten	EUR	46	0,12	46	0,12	46	0,12	46	0,12
Summe Gesamtkosten	EUR	1776	4,74	1967	5,24	2159	5,76	2351	6,27
Saldo Leistungen und Kosten	EUR	1239	3,30	1048	2,80	856	2,28	664	1,77
Direktkostenfreie Leistung	EUR	2523	6,73	2523	6,73	2523	6,73	2523	6,73
Gewinn d. Betriebszweiges	EUR	1277	3,30	1086	2,80	894	2,28	702	1,77
Gewinn d. Betriebszweiges (mit Zinsen bzw. Zinsansatz)	EUR	1239	3,41	1048	2,90	856	2,39	664	1,87
Gewinn d. Betriebszweiges (mit Zinsen nach Lohnansatz)	EUR	1239	3,41	1048	2,90	856	2,39	664	1,87

Quelle: ARP (2002)

11 Literaturhinweise

- ARP, B. (2002): Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik, Böhmlitz-Ehrenberg
- ESTLER, M. (1993): Mechanische Unkrautbekämpfung - Möglichkeiten und Grenzen. DLG-Arbeitsunterlagen, Frankfurt a. M.
- HERRMANN G., PLAKOLM, G. (1991): Ökologischer Landbau. BLV Verlagsgesellschaft, München
- KOLBE, H., BLAU, B. (1998): Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln auf verschiedene Kulturarten. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3, H. 5, 1-45
- KÖNIG, K. (1987): Beta-Rübe: Zucker- und Futterrübe. In: BACHTHALER, G., HÜFFMEIER, H.: Die Landwirtschaft. 1. Pflanzliche Erzeugung. BLV Verlagsgesellschaft, München, 372 - 395
- PETZOLD, W. (1997): Pflegegeräte für Reihenkulturen. Bauernzeitung Nr. 14, 42 - 43
- PETZOLD, W., KOLBE, H. (1995): Verfahren und Geräte zur Unkrautregulierung. Neue Landwirtschaft Nr. 4, 79 - 81
- PETZOLD, W., KOLBE, H. (1996): Anbaustrategien für Zucker- und Futterrüben im Ökologischen Landbau. Gäa-Journal Nr. 1, 15 - 18
- PETZOLD, W., KOLBE, H. (1997): Rüben im Ökolandbau. Bauernzeitung Nr. 9, 43
- PETZOLD, W., KOLBE, H. (1998): Zuckerrüben im Ökologischen Landbau. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3, H. 9, 1-64
- PETZOLD, W., KOLBE, H. (2002): Einführung neuer bodengetriebener und zapfwellengetriebener Hackgeräte in die Praxis. Leistungsvergleich mit herkömmlicher Pflügetechnik auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 492, BMVEL, Bonn
- STÖPPLER-ZIMMER, H., DIERAUER, H.-U. (1994): Unkrautregulierung ohne Chemie. Ulmer, Stuttgart
- WINNER, Chr. (1982): Zuckerrübenbau. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.