



ZUCKERRÜBEN ÖKOLOGISCH ANBAUEN

Ein Leitfaden für die Praxis

Institut für Zuckerrübenforschung



Impressum

Autoren:

Dr. Hans-Peter König, IfZ
Dipl. Ing. Armin Meyerkordt, Landwirtschaftskammer Hannover
Dr. Heinz-Josef Koch, IfZ

Herausgeber:

Institut für Zuckerrübenforschung
Holtenser Landstraße 77
D-37079 Göttingen

E-Mail: mail@ifz-goettingen.de
www.ifz-goettingen.de

Projekt

Optimierung der Anbaugestaltung von Zuckerrüben im ökologischen Landbau – Ein Leitfaden,
gefördert mit Mitteln durch die Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), AZ 16105

Bildnachweis:

Institut für Zuckerrübenforschung

Gestaltung und Satz:

Christine Battmer, Göttingen

Druck:

Weender Druckerei GmbH & Co. KG, Göttingen, 2005
ISBN:

ZUCKERRÜBEN ÖKOLOGISCH ANBAUEN



Ein Leitfaden für die Praxis

Institut für Zuckerrübenforschung Göttingen 2005, Projekt gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Organisatorische Rahmenbedingungen	6
3. Anforderungen an den Standort	7
4. Aspekte der Fruchtfolgegestaltung	8
4.1 Vorfruchteignung verschiedener Hauptfrüchte	8
4.2 Eignung von Zwischenfrüchten	10
4.3 Vorfruchtwirkung der Zuckerrübe für Nachfrüchte	12
5. Organische und mineralische Düngung	13
5.1 Nährstoffbedarf der Zuckerrübe	13
5.2 Organische Düngemittel	15
5.3 Mineralische Düngemittel	16
5.4 Grundwasserschutz	17
6. Bodenbearbeitung	18
6.1 Stoppelbearbeitung	18
6.2 Grundbodenbearbeitung	18
6.3 Saatbettbereitung und Aussaat	19
7. Saat	20
7.1 Saatgut und Sortenwahl	20
7.2 Aussattermin	22
7.3 Anbautechnische Rahmenbedingungen	22
8. Pflege	26
8.1 Unkrautregulierung	26
8.2 Pflanzenschutz	31
8.3 Beregnung	31
9. Ernte	32
10. Wirtschaftlichkeit	32
Danksagung	35
Quellenangabe	35



1. Einleitung

Die Verordnung EWG Nr. 2092/91 (im folgenden EG-Öko-Verordnung genannt) ließ, befristet bis zum März 2003, die Bewerbung eines Produkts mit der Kennzeichnung „biologische Landwirtschaft“ bzw. „ökologischer Landbau“ zu, auch wenn dem Produkt bis zu 5% konventionell erzeugter Zucker zugefügt wurde. Aufgrund der begrenzten Nachfrage erfolgte von deutschen Zuckerunternehmen nur vereinzelt eine Erzeugung von Zucker aus ökologisch angebauten Zuckerrüben. Seit April 2003 darf kein konventionell erzeugter Zucker bei der Herstellung von Öko-Produkten mehr verwendet werden. Aus dieser rechtlichen Änderung heraus ergab sich eine gestiegene Nachfrage nach ökologisch erzeugtem Zucker. Seit dem Jahr 2003 werden von deutschen Zuckerunternehmen regelmäßig Öko-Kampagnen durchgeführt, um die zuletzt (2005) auf einer Fläche von ca. 300ha angebauten Öko-Zuckerrüben zu verarbeiten. Im Hinblick auf die Neuordnung des EU-Zuckermarktes nach 2006 ist zu bedenken, dass die Erzeugerpreise sinken werden, so dass die Erzeugung von Ökozucker zu betriebswirtschaftlich tragfähigen Bedingungen voraussichtlich schwieriger wird. Auch ist die Entwicklung der Nachfrage nach Öko-Zucker als wichtiger Einflussfaktor auf die Rentabilität des Anbaus nur schwer zu beurteilen.

Ziel des ökologischen Zuckerrübenanbaus ist das Erreichen eines möglichst hohen Bereinigten Zuckerertrages und letztlich

eines möglichst hohen Erlöses. Der Bereinigte Zuckerertrag wird maßgeblich durch den Rübenanbau und die technische Qualität der Zuckerrüben, d. h. einen möglichst hohen Zuckergehalt bei gleichzeitig möglichst geringen α -Amino-N-, K- und Na-Gehalten, bestimmt. Rübenanbau und technische Qualität werden durch verschiedenste Faktoren (z. B. Wasserversorgung, Temperaturverlauf, Mineralisation, Nährstoffversorgung, Krankheiten, Schädlingsbefall, Verunkrautung) beeinflusst, so dass Bodenbearbeitung, Düngung, Sortenwahl, Aussaat und Pflege des Bestandes entscheidenden Einfluss auf den Rübenanbau und die technische Qualität der Zuckerrüben haben. Dem Landwirt eröffnen sich damit auch unter ökologischen Anbaubedingungen vielseitige Möglichkeiten der Einflussnahme.

Mit dem vorliegenden Leitfaden werden Erkenntnisse aus der landwirtschaftlichen Praxis und Forschung zum ökologischen Zuckerrübenanbau an Landwirte und Berater weitergegeben. Ziel dieses Leitfadens ist es, Strategien für einen wirtschaftlichen Zuckerrübenanbau unter ökologischen Anbaubedingungen aufzuzeigen und Anbauempfehlungen zu pflanzenbaulichen Fragestellungen zu geben.

2. Organisatorische Rahmenbedingungen

Für die Lieferung von Öko-Zuckerrüben an eine Zuckerfabrik ist, wie für konventionell wirtschaftende Betriebe auch, ein Zuckerrübenlieferrecht erforderlich. Besitzt der Betrieb kein eigenes Zuckerrübenlieferrecht, muss ein Lieferrecht eines anderen Landwirts, der bisher Rüben an ein Öko-Zuckerrüben verarbeitendes Zuckerunternehmen geliefert hat, gepachtet oder gekauft werden. Ist der Betrieb im Besitz eines Zuckerrübenlieferrechts eines Zuckerunternehmens, das keinen Öko-Zucker produziert, ist das Tauschen der Lieferrechte zwischen den Unternehmen gegebenenfalls möglich. Bei Tausch oder Beschaffung von Zuckerrübenlieferrechten sind die landwirtschaftlichen Abteilungen der Zuckerfabriken (Rübenbüros, Rübeninspektionen) behilflich.

Neben dem Zuckerrübenlieferrecht muss auch die nötige Spezialtechnik, insbesondere zur Unkrautregulierung, vor Ort (im Betrieb, bei Lohnunternehmen oder Maschinenringen) vorhanden sein.

Die Verarbeitung der Zuckerrüben fand in Deutschland in den Jahren 2002 bis 2005 für alle Zuckerunternehmen in nur einer einzigen Zuckerfabrik statt. Von Seiten der Öko-Zuckerrüben verarbeitenden Zuckerunternehmen wurden aus diesem Grund maximale Transportstrecken für die angelieferten Zuckerrüben definiert (Transportkostenübernahme durch Zuckerfabrik). Öko-Zuckerrüben werden von der Nordzucker AG in einem Radius von 150 km ausgehend von der Zuckerfabrik Groß Munzel (bei Hannover) und von der Südzucker AG in einem Radius von 250-300 km ausgehend von der Zuckerfabrik Warburg (bei Kassel) zur Verarbeitung angenommen. Damit werden in weiten Teilen Deutschlands die klassischen Anbaugebiete erfasst. Die Zuckerrüben können auch in Einzugsgebieten anderer Unternehmen erzeugt worden sein, sofern ein Lieferrecht des verarbeitenden Unternehmens vorhanden ist und die maximale Transportstrecke eingehalten wird.

In der Regel ist der Zuckerrüben anbauende Betrieb Mitglied eines Zuckerrübenanbauverbands. Diese Mitgliedschaft ist aber nicht zwingend erforderlich. Auch die Mitgliedschaft in einem

Wichtige Rahmenbedingungen im Überblick:

- Zuckerrübenlieferrecht eines Öko-Zuckerrüben verarbeitenden Unternehmens erforderlich
- Spezialtechnik muss verfügbar sein, insbesondere Pflorgetechnik
- von Zuckerunternehmen vorgegebene maximale Transportstrecken für Zuckerrüben
 - Nordzucker AG: 150 km ausgehend von Groß Munzel
 - Südzucker AG: 300 km ausgehend von Warburg
- der Zuckerrübenanbau erfolgt gemäß EG-Öko-Verordnung, keine Verbandszugehörigkeit erforderlich

Definition Technische Qualität und Bereinigter Zuckerertrag:

Abkürzung	Merkmal	Einheit	Berechnung
RE	Rübenertrag	dt ha ⁻¹	
ZG	Zuckergehalt	% auf Rübe	
K	Kalium	mmol 100 kg ⁻¹ Rübe	
Na	Natrium	mmol 100 kg ⁻¹ Rübe	
AmN	α-Amino-Stickstoff	mmol 100 kg ⁻¹ Rübe	
SMV	Standardmelasseverlust	% auf Rübe	SMV=0,12*(K+Na)+0,24*AmN+0,48
BZE	Bereinigter Zuckerertrag	t ha ⁻¹	$BZE = \frac{RE*(ZG - SMV - 0,48)}{100}$

Der Gehalt Melasse bildender Inhaltsstoffe (K, Na, AmN) sollte möglichst niedrig sein!

der Bio-Verbände ist für die Lieferung von Öko-Zuckerrüben nicht erforderlich, sondern der Anbau gemäß EG-Öko-Verordnung.

3. Anforderungen an den Standort

Zuckerrüben können an den meisten Ackerbaustandorten Deutschlands angebaut werden. Am günstigsten sind Standorte mit tiefgründigen Böden (z. B. Lössböden) mit einer guten Bodenstruktur und einem hohen Wasserspeichervermögen. Schwere, kalte, stark tonhaltige Böden sind für den Zuckerrübenanbau wenig geeignet (langsame Erwärmung im Frühjahr). Leichte Flugsande, steinige oder flachgründige Böden mit Ortsteinschichten, Kies oder zu hohem Grundwasserstand sind für den Zuckerrübenanbau ebenso ungeeignet.

Da Zuckerrüben vorwiegend auf schluffig-lehmigen Böden angebaut werden, sollte, um Bodenerosion durch Wasser zu vermeiden, auf den Anbau von Öko-

Zuckerrüben in steileren Hanglagen möglichst verzichtet werden. Die zur Beseitigung der Alt- oder Restunkrautregulierung notwendige intensive Bodenbearbeitung und die mechanische Unkrautregulierung (Hacken und Striegeln) im ersten Abschnitt der Vegetationsperiode hinterlassen eine unbedeckte und feinkrümelige Bodenoberfläche, die die Erosionsgefahr verschärfen kann. Mulchsaatsysteme zur Erosionsvermeidung, wie sie in der konventionellen Landwirtschaft Verbreitung gefunden haben, sind im ökologischen Zuckerrübenanbau aufgrund der Unkrautproblematik wenig praktikabel. Des Weiteren sollte das Feld möglichst frei von Unkräutern, insbesondere ausdauernden Arten wie Gemeiner Quecke und Ackerkratzdistel, sein.

Grundsätzlich benötigen Zuckerrüben für eine zügige Jugendentwicklung (mindert Pflanzenverluste durch bodenbürtige Krankheiten oder Schädlinge) und ein kontinuierliches Wachstum Standorte mit warmen Temperaturen vor allem im Frühjahr. Nach der Keimung der Zuckerrüben kann Frost zu

Erosion

Boden

Klima

Pflanzenverlusten führen oder anhaltend kühle Witterung während der ersten Wochen das Schossen (generative Entwicklung) der Zuckerrüben induzieren. Flächen mit Kaltluftströmungen, Kaltluftseen oder häufig auftretenden Spätfrösten sind für den Zuckerrübenanbau weniger geeignet. Hitzeperioden gegenüber sind Zuckerrüben im Vergleich zu anderen Feldfrüchten wesentlich unempfindlicher in der Ertragsbildung. Die mittlere Jahresniederschlagshöhe sollte am Standort mindestens 500 mm betragen, die idealer Weise gleichmäßig verteilt sind.

Wichtige Anforderungen an den Standort im Überblick:

- tiefgründige, warme Böden in gutem Kulturzustand (Bodenstruktur, Unkraut)
- aus Erosionsschutzgründen auf den Zuckerrübenanbau in Hanglagen verzichten

Fruchtfolge bedingte Krankheiten und Schädlinge

4. Aspekte der Fruchtfolgegestaltung

Als Grundsatz für den Ökologischen Landbau ist in der EG-Öko-Verordnung formuliert Schädlinge, Krankheiten und Unkräuter unter anderem durch eine geeignete Fruchtfolge zu unterdrücken. Nachfolgend wird insbesondere auf die fruchtartspezifischen Besonderheiten des Zuckerrübenanbaus eingegangen.

Wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Vor- und Zwischenfrüchte zu Zuckerrüben ist die befallsfördernde

oder –mindernde Wirkung auf zuckerrübenspezifische Krankheiten und Schädlinge. Daneben ist die zu erwartende Nährstoffwirkung der Kultur (Nährstoffmehrer oder Nährstoffzehrer) bei der Auswahl von Vor- und Zwischenfrüchten zu berücksichtigen. Der Zeitpunkt der Ernte und der Wasserverbrauch der Vorfrüchte sind vor allem für den Zwischenfruchtanbau bedeutungsvoll.

4.1 Vorfruchteignung verschiedener Hauptfrüchte

Die verschiedenen Feldfrüchte zeichnen sich durch eine unterschiedliche Eignung als Vorfrucht zur Zuckerrübe aus, die in Tabelle 1 für die wichtigsten Kulturen zusammenfassend dargestellt ist. Um einen erhöhten Schädlings- und Krankheitsdruck (z. B. *Cercospora beticola*, *Ramularia beticola*, Wurzelbrand, Moosknopfkäfer, Stock- oder Stengelälchen, Nördliches Wurzelgalienälchen oder Weißes Rübenzystenälchen) mit den daraus resultierenden Ertragsverlusten zu vermeiden, sollten ausreichend lange Anbaupausen für Wirtspflanzen eingehalten werden. Zur Regulierung von Samen- und ausdauernden Problemunkräutern (z. B. Ackerkratzdistel, Quecke) ist der Anbau von Feldfutter oder Grünbrache mit regelmäßigen Schnitten unerlässlich.

Die Stickstoffversorgung der Kulturen erfolgt durch den Anbau von ca. 30 % Leguminosen in der Fruchtfolge. Um Minderungen der technischen Qualität der Zuckerrüben in Folge eines N-Überangebotes zu vermeiden, sollte allerdings auf den Anbau von Zuckerrüben direkt nach Futterleguminosen

Tab. 1: Allgemeiner Vorfruchtwert verschiedener Hauptfrüchte für Zuckerrüben basierend auf Literaturhinweisen und Praxiserfahrungen. Spezifische Einzelfälle bleiben unberücksichtigt (zusammengestellt nach u.a. BÖHLER et al. 2004, FREYER 2003, KOLBE & PETZOLD 2002, LÜTKE ENTRUP 2001, LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN 2000).

Vorfrucht	Krankheiten & Schädlinge	Unkrautunterdrückung	N-Nachlieferung	Bodenstruktur	Anmerkungen
Kleegras (mehrjährig)	-	++	+/-	+/-	<ul style="list-style-type: none"> fördert beinige Rüben fördert Saatschnellkäfer, Sumpf- oder Kohlschnakenlarve mindert tech. Qualität durch hohe späte N-Nachlieferung
Klee	0	++	+/-	++	<ul style="list-style-type: none"> mindert tech. Qualität durch hohe späte N-Nachlieferung
Luzerne	0	++	+/-	++	
Ackerbohnen	-	0	++	++	<ul style="list-style-type: none"> moderate N-Nachlieferung, keine Qualitätsminderung fördern Nördliches Wurzelgallenälchen, Springschwänze, Schattenwickler Ackerbohne fördert Stock- und Stengelälchen Erbse fördert <i>Pythium</i>, <i>Rhizoctonia</i> (Wurzelbrand) Erbse reduziert Rübenzystenälchen
Erbsen	+/-	0	++	++	
Lupinen	0	0	++	++	
Winterweizen	0	0	+	0	<ul style="list-style-type: none"> i. d. Regel ausreichende N-Nachlieferung als Nachwirkung der guten Versorgung des Weizens
Roggen	+	+	-	0	<ul style="list-style-type: none"> abtragende Frucht am Ende der Fruchtfolge
Dinkel	0	0	-	0	<ul style="list-style-type: none"> werden wegen geringen Nährstoffanspruchs eher nach Zuckerrüben angebaut
Hafer	0	0	-	0	
Braugerste	0	0	-	0	
Mais	+/-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> fördert <i>Rhizoctonia</i> (Rübenfäule), Kartoffelbohrer reduziert Rübenzystenälchen
Kartoffeln	-	-	+	+	<ul style="list-style-type: none"> hohe N-Verluste nach Frühkartoffeln möglich fördert <i>Rhizoctonia</i> (Wurzelbrand), Kartoffelbohrer, Nördliches Wurzelgallenälchen Kartoffeldurchwuchs, Verunkrautung
Raps	--	0	+	0	<ul style="list-style-type: none"> fördert Rübenzystenälchen in Befallsgebieten steht i. d. Regel nicht mit Zuckerrüben in einer Fruchtfolge
Kohl	--	0	+	0	<ul style="list-style-type: none"> fördern Rübenzystenälchen in Befallsgebieten steht i. d. Regel nicht mit Zuckerrüben in einer Fruchtfolge
Verwandte der Zuckerrübe	--	0	+	0	<ul style="list-style-type: none"> fördern Rübenzystenälchen in Befallsgebieten

++ = sehr günstige, + = günstige, - = ungünstige, -- = sehr ungünstige, 0 = neutrale, +/- = sowohl günstige als auch ungünstige Wirkung

Mögliche Stellung der Zuckerrübe in der Fruchtfolge:

- Feldfutter – Getreide (Weizen) – Zwischenfrucht – Zuckerrübe – Getreide (Winterweizen, Sommergetreide) oder Kartoffeln...
- ... – Körnerleguminosen – Getreide (Weizen) mit organischer Düngung – Zuckerrübe – Getreide (Winterweizen, Sommergetreide) oder Kartoffeln...
- ... – Getreide – Körnerleguminosen (eingeschränkte Eignung) – Zuckerrübe – Getreide (Winterweizen, Sommergetreide) oder Kartoffeln...

Beinigkei

verzichtet werden. Einjährige Körnerleguminosen sind trotz ihrer günstigen Nährstoffwirkung durch die Förderung von Krankheiten und Schädlingen (z. B. Erbsen sind förderlich für *Pythium* und *Rhizoctonia* Wurzelbrand, Ackerbohnen sind förderlich für Stock- und Stengelälchen) teilweise nur eingeschränkt als Vorfrucht zu Zuckerrüben geeignet. Winterweizen ist aufgrund seiner häufig hohen N-Versorgung und der daraus resultierenden N-Nachlieferung im Folgejahr als Vorfrucht gut geeignet.

Die Vorfrüchte beeinflussen auch die Bodenstruktur. Körnerleguminosen sind geeignet, den Boden tiefreichend zu lockern. Hohe Mengen an Ernterückständen können die Zuckerrübenaus-

saat behindern und durch Mattenbildung zu Beinigkeit der Zuckerrüben führen. Die Folge beinigter Rüben sind höhere Rodeverluste und ein höherer Erdanhang bei der Ernte (für Erdanhang werden bei der Bezahlung Abzüge vorgenommen).

4.2 Eignung von Zwischenfrüchten

Zwischenfrüchte bedecken den Boden zum Schutz vor Erosion und zur Unkrautunterdrückung, sind als Futter nutzbar, nehmen überschüssige auswaschungsgefährdete Nährstoffe auf oder binden Luftstickstoff (Leguminosen) zur Versorgung der nachfolgenden Kultur. Der Boden wird durch den Zwischenfruchtanbau mit organischer Substanz versorgt, wovon positive Effekte auf die Bodenstruktur, Wasserspeicherung und biologische Aktivität des Bodens ausgehen. Auch eine biologische Schaderregerbekämpfung (z. B. Nematoden) kann durch den Zwischenfruchtanbau erfolgen. Daneben erschließen tiefwurzelnde Zwischenfrüchte (z. B. Rotklee, Lupinen) tiefere Bodenschichten für die nachfolgende Kultur.

Die erfolgreiche Etablierung einer Zwischenfrucht ist vor allem von der Wasserversorgung abhängig. Neben der Keimfeuchte werden innerhalb von ca. 50 Tagen ca. 100 mm Wasser benötigt,



Zwischenfruchtanbau mit Senf, Bestand im Herbst

das der Restfeuchte des Bodens und Niederschlägen entstammt. An trockeneren Standorten ist der Zwischenfruchtanbau daher nur eingeschränkt oder nicht möglich.

Bodenbearbeitung und Bodenwasserhaushalt stehen in engem Zusammenhang. Wird vor dem Anbau der Zwischenfrucht zur Regulierung ausdauernder Unkräuter (Ackerkratzdistel) gepflügt, ist mit höheren Wasserverlusten zu rechnen als dies bei Mulchsaat der Fall wäre. Andererseits kann bei ausschließlich flacher Bearbeitung die für die Keimung nötige Feuchtigkeit in der obersten Bodenschicht fehlen.

Sommerzwischenfrüchte werden als Untersaat oder nach Räumen der Vorfrucht etabliert wobei die Hauptnutzung bis zur Vegetationsruhe erfolgt. Über Winter frieren Sommerzwischenfrüchte ab. Winterharte Zwischenfrüchte dienen nach der Beerntung als lebende Bodenbedeckung bis zum Umbruch im Frühjahr. Für eine Futternutzung der Winterzwischenfrucht im Frühjahr vor der Zuckerrübensaart ist die zur Verfügung stehende Zeitspanne jedoch zu kurz (keine ausreichende Ertragsbildung).

Für die Auswahl der Zwischenfrüchte gelten hinsichtlich der Wirkung auf Krankheiten und Schädlinge die gleichen Anforderungen wie für Hauptfrüchte.

Wichtige Zwischenfrüchte

▶ Klee oder Klee gras (Weißklee, Rotklee, Perserklee, Alexandrinerklee und Inkarnatklee) kann bereits als Untersaat

in der Getreidevorfrucht etabliert werden, wodurch eine gute Unkrautunterdrückung erreicht wird. Aber auch Ansaaten nach der Ernte sind möglich.

▶ Körnerleguminosen (Lupinen, Ackerbohnen, Erbsen usw.), zeichnen sich durch eine tiefreichende, den Boden lockernde Durchwurzelung aus. Durch die langsame Jugendentwicklung erhöht sich das Verunkrautungsrisiko. Lagergefährdete Leguminosen (z. B. Wicken, Futtererbsen) benötigen Stützfrüchte (z. B. Ackerbohnen, Sonnenblumen). Körnerleguminosen sind teuer in der Ansaat.

▶ Zur besseren Unkrautunterdrückung und Nährstoffkonservierung sollten Leguminosen im Gemenge angebaut werden. Der Umbruch reiner Leguminosenbestände sollte möglichst spät erfolgen, um Auswaschungsverluste zu vermeiden.

▶ Futterroggen, Einjähriges, Deutsches oder Welsches Weidelgras werden im Gemenge mit Leguminosen als Klee gras, Landsberger Gemenge (Winterwicken, Inkarnatklee und Welsches Weidelgras) oder Wickroggen (Winterwicken und Futterroggen) angebaut.

▶ Viele dieser Kulturen sind winterhart und ermöglichen eine Begrünung und Nährstoffkonservierung über Winter.

▶ Gemenge mit Futterroggen oder Klee gras (bereits als Untersaat etabliert) unterdrücken Problemunkräuter (z. B. Quecke, Ackerkratzdistel) gut. Von Nachteil kann der hohe Wasserverlust bis zum Umbruch der Winterzwischenfrucht sein.

Klee oder Klee gras

Körnerleguminosen

Gräser, Getreide und Gemenge mit Leguminosen

Wichtige Anforderungen an Vor- und Zwischenfrüchte im Überblick:

- keine Förderung rübenspezifischer Krankheiten und Schädlinge
- ausreichend lange Anbaupausen zu ungünstigen Kulturen
- gute Unkrautunterdrückung
- Minimierung von Nährstoffverlusten infolge Auswaschung über Winter
- gute Nährstoffnachlieferung zu Zuckerrüben
- Hinterlassen einer guten Bodenstruktur

- Senf, Ölrettich** ▶ Nematodenresistenter Senf (*Sinapis alba*) oder Ölrettich bewirken bei guter Nährstoffversorgung eine Nematodenreduzierung. Hierfür ist ein möglichst früher Aussattermin der Zwischenfrucht erforderlich. Auswaschunggefährdete Nährstoffe werden organisch gebunden. Vor der Samenreife müssen die Bestände rechtzeitig abgeschlegelt werden. Über Winter frieren Ölrettich und Senf sicher ab.
- Buchweizen**

▶ Phacelia dient ausschließlich der Begrünung. Unkräuter werden durch eine schnelle Jugendentwicklung gut unterdrückt. Der Pflanzenbestand friert über Winter sicher ab.

▶ Buchweizen eignet sich durch seine schnelle Jugendentwicklung zur kurzfristigen Begrünung zwischen zwei Winterungen und weniger vor einer Sommerung. Zur Vermeidung von Durchwuchs muss das Aussamen unbedingt verhindert werden.



Phaceliaanbau zur Unterdrückung.

4.3 Vorfruchtwirkung der Zuckerrübe für Nachfrüchte

Die Zuckerrübe hinterlässt nach der Ernte nährstoffreiches, leicht mineralisierbares Rübenblatt. Die Verwertung der darin enthaltenen Nährstoffe erfolgt am besten durch Winterweizen (später Saattermin), Sommergetreide oder Kartoffeln.

5. Organische und mineralische Düngung

5.1 Nährstoffbedarf der Zuckerrübe

Stickstoff

Zum Erreichen eines maximalen Bereinigten Zuckerertrages werden von Zuckerrüben ca. 230 kg N ha⁻¹ bis zur Ernte in Rübe und Blatt aufgenommen, die im Wesentlichen durch Mineralisation aus organischer Substanz bereitgestellt werden müssen. Entzogen werden bei der Ernte über die Rübe aber nur ca. 70 bis 110 kg N ha⁻¹ (vgl. Tab. 2) wodurch die Zuckerrübe selbst über die Mineralisierung des Blatts eine gute Vorfruchtwirkung aufweist.

Die Herausforderung der organischen Düngung besteht darin, der Zuckerrübe in der ersten Vegetationshälfte, insbesondere in den Monaten Juni und Juli, ausreichend Stickstoff durch Mineralisation der organischen Substanz für das Wachstum bereitzustellen, um eine zügige Jugendentwicklung und Blattbildung zu ermöglichen. Dies ist im Hinblick auf die Konkurrenzfähigkeit der Zuckerrübe gegenüber Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen von besonderer Bedeutung. Die Mineralisation von Stickstoff ist jedoch stark witterungsabhängig, kaum vorhersehbar und nur bedingt zu beeinflussen, z. B. durch Bodenbearbeitung. Zur Förderung der Jugendentwicklung kann es bei Bedarf (z. B. kalte, reaktionsarme Böden) im Frühjahr förderlich sein, Düngemittel mit schnell pflanzenverfügbarem Stickstoff (z. B. Jauche, Gülle) einzusetzen.

Zucker (Saccharose) als Speichersubstanz von Zuckerrüben ist eine stickstofffreie Verbindung, deren Synthese durch eine übermäßige Stickstoffversorgung zu Gunsten der Synthese von Aminosäuren eingeschränkt wird. Dies hat zur Folge, dass die technische Qualität der Rübe als Rohstoff für die Zuckergewinnung sinkt (Melassezucker). Eine Überversorgung mit Stickstoff ist demzufolge genauso zu vermeiden wie eine Unterversorgung, die die Ertragsbildung beeinträchtigt.

N-Überversorgung vermeiden

Andere Nährstoffe und pH-Wert

Neben Stickstoff benötigt die Zuckerrübe auch andere Makro- und Mikronährstoffe (Kalium, Phosphor, usw.), die im Gegensatz zu Stickstoff im Betriebskreislauf weniger durch gasförmige Verluste oder Auswaschung gefährdet sind und vor allem durch den Verkauf der Produkte in größeren Mengen verloren gehen. In Marktfruchtbetrieben kann daher auf das Ersetzen der exportierten Nährstoffe nicht verzichtet werden. Die Nährstoffabfuhr durch die Zuckerrübe (N, P und K, ohne Blatt) ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Exportierte Nährstoffe ersetzen

N-Versorgung im Juni sicherstellen

Tab. 2: Nährstoffabfuhr durch Zuckerrüben. Das Rübenblatt verbleibt im Feld (nach KTBL 2002, HEYN & JANSSEN 1995 und WINNER 1981)

Rübenantrag [t ha ⁻¹]	N [kg ha ⁻¹]	P ₂ O ₅ [kg ha ⁻¹]	K ₂ O [kg ha ⁻¹]
40	70	35	85
50	90	40	110
60	110	50	130

Gehaltsklassen

Die in der organischen Düngung enthaltenen Nährstoffe sind, mit Ausnahme von Stickstoff, langfristig mit einer annähernd 100 %-igen Wirksamkeit in der Bilanz zu berücksichtigen (K und Mg auf leichteren Standorten auswaschungsgefährdet, ggf. nur mit 60 bis 80 % berücksichtigen). Für die Düngelplanung und Nährstoffbilanzierung ist eine möglichst genaue Kenntnis des Nährstoffgehalts der Düngemittel und der Verkaufsprodukte notwendig (Analyse), um schlagspezifische Erhöhungen oder Abnahmen der Bodengehalte zu vermeiden.

Bodenuntersuchung

Regelmäßige Kontrollen der Bodengehalte (inkl. Humus und pH-Wert) ermöglichen es, auf Veränderungen angemessen zu reagieren. Für die Nährstoffe P, K und Mg wird unter ökologischen Anbaubedingungen die Gehaltsklasse B gemäß VDLUFA¹ bzw. EUF², als opti-

mal angesehen, während im konventionellen Anbau die Gehaltsklasse C mit höheren Werten angestrebt wird (vgl. Tab. 3). Wesentliche versorgungsbedingte Ertrags- und Qualitätsmängel oder Einschränkungen der Belange des Umwelt- und Ressourcenschutzes sind dadurch aber nicht zu erwarten. Konkrete Werte für die Gehaltsklassen können bei regionalen Beratungseinrichtungen nachgefragt werden. Für den pH-Wert ist, wie auch unter konventionellen Bedingungen, die pH-Klasse C anzustreben. Auf milden und schweren Böden benötigt die Zuckerrübe einen pH-Wert zwischen 6,8 und 7,2, kommt aber auch auf leichteren Standorten mit einem pH-Wert um 5,5 zurecht. Zu hohe oder zu niedrige pH-Werte schränken die Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen ein, wovon insbesondere die P-Versorgung betroffen ist.

Tab. 3: Einstufung der Bodennährstoff-Gehaltsklassen für den ökologischen Landbau (verändert nach REDELBERGER 2002, KOLBE 2001)

Gehaltsklasse	Einstufung	Anmerkungen für den ökologischen Landbau
A sehr niedrig	Ertrags- und Qualitätsmängel, sehr guter Umwelt- und Ressourcenschutz, geringe Effizienz bei singulärem Mangel	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen in der Regel notwendig
B niedrig	Optimal für ökologischen Landbau: Ertrag, Qualität, Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen bei unbefriedigendem Ertrags- und Qualitätsniveau möglich
C mittel	Optimal für konventionellen Landbau: Ertrag, verringerter Umwelt- u. Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen nicht notwendig (Ausnahmen möglich)
D hoch	Maximaler Ertrag, Luxuskonsum, geringer Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen
E sehr hoch	Ertrags- u. Qualitätsdepressionen möglich, Luxuskonsum, kein Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen (Vorsorge- u. Sanierungsmaßnahmen erwägen)

¹ Verband der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Speyer

² Elektro Ultra Filtration, Bodenuntersuchungsmethode des Bodengesundheitsdienstes, Ochsenfurt

Bemessung der Düngermenge

Die Höhe der organischen Düngung wird durch Anhang I der EG-Öko-Verordnung gemäß Verordnung 91/676/EWG auf $170 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ begrenzt (EU Nitratrictlinie). Damit ist die nach EG-Öko-Verordnung erlaubte Düngermenge zu Zuckerrüben für alle Bedingungen mehr als ausreichend. Details der Anwendung und erforderliche begleitende Maßnahmen werden durch die Düngerverordnung geregelt (Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen).

Die Bemessung der organischen Düngung ist im ökologischen Landbau sehr schwierig, da der in organischen Düngemitteln enthaltene Stickstoff nur sehr begrenzt oder gar nicht in mineralisierter Form vorliegt und die Wirkung der organischen Düngung von vielen Einflussfaktoren abhängt, u.a. von Bodenart, Anwendungstermin, Witterung, oder Zusammensetzung der organischen Substanz (C/N-Verhältnis). Im Anwendungsjahr wird organisch gebundener Stickstoff häufig nur in geringem Umfang mineralisiert und auch in den Folgejahren nur in geringen Mengen freigesetzt.

Durch eine Bilanzierung der Nährstoffe kann die mittel- und langfristige Ausgewogenheit der Düngung überprüft werden. Um Vorfruchtwirkungen zu berücksichtigen und zufällige Jahreseffekte auszuschließen, sollte mindestens eine vollständige Rotation bilanziert werden. Dafür ist eine Schätzung der N_2 -Fixierleistung der Leguminosen vorzunehmen, um den Stickstoffeintrag durch Gründüngung und Ernterückstän-

de der Leguminosen zu erfassen. Daneben sind regelmäßige Analysen des Erntegutes und der wirtschaftseigenen Düngemittel für die Bilanzierung der Nährstoffe hilfreich. Diese Bilanzierung erlaubt eine grobe Abschätzung möglicher negativer oder positiver N-Salden. Bei organischer Düngung ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Stickstoff auch langfristig nicht vollständig pflanzenverfügbar wird, z. B. Stickstoff aus Stallmist nur zu 60 bis 70 %.

5.2 Organische Düngemittel

Die organischen Düngemittel, die verwendet werden können, werden durch Anhang II der EG-Öko-Verordnung (z. B. Stallmist, Jauche, Gülle, Haarmehl, Hornmehl, Hornspäne, Blutmehl, Knochenmehl; Schrote aus Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen, Raps; Vinasse, Kartoffelprotein, Pilzsubstrate, Mälzereiprodukte, Komposte usw.) sowie ergänzende Bestimmungen der Verbände geregelt. Aufgrund der BSE-Krise ist die Düngung von Blut- und Knochenmehl durch die Bioverbände und die Zuckerunternehmen verboten, obwohl Knochenmehl für den ökologischen Landbau ein hochwertiges P-haltiges Düngemittel organischer Herkunft darstellt. Eine Limitierung des Zukaufs organischer Handelsdünger sieht die EG-Öko-Verordnung nicht vor. Die Bestimmungen der Verbände sind dagegen wesentlich restriktiver. Aufgrund des hohen Preises für organische Handelsdünger ist deren Einsatz auch aus ökonomischen Gründen limitiert.

Die Stickstoffausnutzung einzelner Düngemittel ist im Anwendungsjahr sehr unterschiedlich (Frischmist 15-20 %, Rot-

N-Verfügbarkeit

Bilanzierung

N-Verfügbarkeit einzelner Dünger

Wirtschaftsdünger

temist 5-20 %, Gülle 40-70%) und kann bei Verfügbarkeit organisch gebundenen Kohlenstoffs durch die Stickstoffaufnahme der Bodenmikroflora weiter eingeschränkt werden. Wirksamkeitsprüfungen organischer Handelsdünger pflanzlicher und tierischer Herkunft wurden vielfach vorgenommen, allerdings nicht an Zuckerrüben. Rizinusschrot, Maltaflor (Rückstandsprodukt aus der Mälzerei), Lupinenschrot sowie Horn- und Haarmehlprodukte sind in der Ertragswirkung vergleichbar. Andere pflanzliche Schrote (Rapsextraktions-, Ackerbohnen- und Körnererbsenschrot) sind demgegenüber in der Ertragswirksamkeit vermindert. Unter kühlen Witterungsbedingungen des Frühjahrs werden Körnerleguminosenschrote jedoch mit Rizinusschrot vergleichbar gut umgesetzt und eignen sich zur Förderung der Jugendentwicklung der Zuckerrübe.

Düngungszeitpunkt

Nährstoffverluste vermeiden

Der Ausbringungszeitpunkt des Düngemittels ist so zu wählen, dass im Winter vor Zuckerrüben möglichst keine Stickstoffverluste auftreten und nach der Aussaat für die Jugendentwicklung möglichst viel mineralisierter Stickstoff im Boden vorliegt. Düngemittel mit

einer hohen Nährstoffverfügbarkeit sollten bei Ausbringung im Spätsommer zu einer Zwischenfrucht oder im Frühjahr unmittelbar vor der Aussaat der Zuckerrüben ausgebracht werden (z. B. $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ Jauche oder Gülle; Tab. 4). Weniger schnell verfügbare Düngemittel (Kompost oder Stallmist) können ab Mitte November vor Zuckerrüben ausgebracht werden. Auf die Befahrbarkeit der Fläche und die Bestimmungen der Düngeverordnung ist bei der Auswahl des Ausbringungstermins zu achten. Zur Minimierung gasförmiger Verluste ist eine sofortige Einarbeitung unerlässlich.

Kurz nach der Saat können noch leicht mineralisierbare organische Dünger bzw. Handelsdünger ausgebracht werden. Eine Einarbeitung in den Boden erfolgt durch die mechanische Unkrautregulierung. Die Wirksamkeit dieser späten Düngung kann aber durch mangelnden Kontakt zu feuchtem Boden nach Austrocknen der bearbeiteten Bodenschicht gemindert werden.

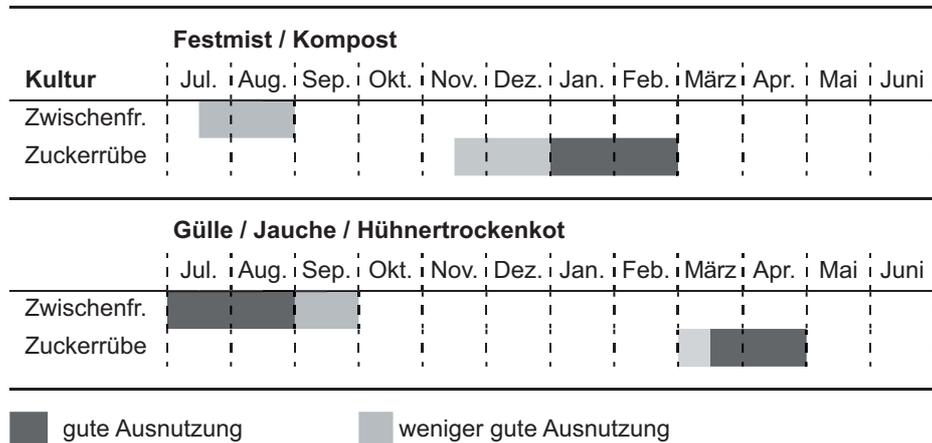
5.3 Mineralische Düngemittel

Zur mineralischen Düngung sind im ökologischen Landbau nach Anhang II

Wichtige Aspekte zur Düngung im Überblick:

- kein Anbau von Zuckerrüben unmittelbar nach Futterleguminosen, um Beeinträchtigungen der technischen Qualität zu vermeiden
- nach der Vorfruchternte Zwischenfruchtanbau zur Konservierung herbstlicher Rest- N_{min} -Mengen
- Dünger mit hohem Gehalt leicht löslicher Nährstoffe (z.B.: Gülle, Jauche) im Spätsommer / Herbst zu Zwischenfrüchten oder unmittelbar vor der Saat ausbringen
- Ausgleich von exportierten Nährstoffen durch geeignete organische bzw. mineralische Düngemittel
- Düngplanung mit Hilfe von Nährstoffbilanzen, Analysen von Wirtschaftsdüngern und Erntegut sowie Bodenanalysen (LUFA oder EUF)

Tab. 4.: Zeiträume für die Ausbringung organischer Düngung zu Zuckerrüben oder zur vorhergehenden Zwischenfrucht und die Ausnutzung der ausgebrachten pflanzenverfügbaren Nährstoffe durch die Zwischenfrucht bzw. die Zuckerrübe. (KTBL 2002, verändert)



Teil A der EG-Öko-Verordnung zugelassen: Schlacken der Eisen- und Stahlbereitung, Kalisalz, Kaliumsulfat, Calcium- und Magnesiumcarbonat, Gesteinsmehl, Industriekalk aus der Zuckerherstellung, Calciumchloridlösung, Magnesiumsulfat, elementarer Schwefel, Gips, Knochenmehl (durch Verbände und Zuckerunternehmen verboten), Natriumchlorid und Spurennährstoffe. Zum Teil müssen ergänzende Bestimmungen, beispielsweise zur Herkunft der Düngemittel oder der Grenzwert für Cadmium, beachtet werden. In der Regel muss der Düngungsbedarf anhand von Bodenuntersuchungen nachgewiesen und von der zuständigen Kontrollstelle anerkannt werden.

5.4 Grundwasserschutz

Vor Zuckerrüben sollte eine Zwischenfrucht angebaut werden, insbesondere auf leichten Böden, um herbstliche Rest-N_{min}-Mengen aufzunehmen und N-Auswaschungen über Winter zu vermeiden.

Die Zuckerrübe hinterlässt durch die bis Vegetationsende andauernde N-Aufnahme nur vergleichsweise geringe Rest-N_{min}-Gehalte im Boden. Der überwiegende Teil des von der Zuckerrübe aufgenommenen Stickstoffs verbleibt jedoch mit Rübenblatt und Rübenkopf im Feld. Unter konventionellen Bedingungen steht der darin enthaltene Stickstoff durch die leichte Mineralisierbarkeit des Rübenblatts im nächsten Frühjahr bereits teilweise der Folgefrucht wieder zur Verfügung. Durch die frühe Rodung der Öko-Zuckerrüben und die zu diesem Zeitpunkt noch vergleichsweise hohen Luft- und Bodentemperaturen ist jedoch eine schnellere Umsetzung der Ernterückstände zu erwarten. Vor diesem Hintergrund können neben gasförmigen Verlusten bei Belassen des Blatts auf der Bodenoberfläche auch Stickstoffausträge in das Grundwasser auf leichteren Böden unter ökologischen Anbaubedingungen nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Rübenblatt

Gasförmige N-Verluste

N-Auswaschung

6. Bodenbearbeitung

6.1 Stoppelbearbeitung

Pflugeinsatz

Die Stoppelbearbeitung wird zur Beseitigung von Ernterückständen und Altverunkrautungen und zur Schaffung günstiger Keimbedingungen für Ausfall- und Unkrautsamen durchgeführt. Hierdurch wird einer Mattenbildung und der Ausbildung beiniger Zuckerrüben vorgebeugt und damit verbundene Rodeverluste und ein höherer Erdanhang an den Zuckerrüben vermieden. Zudem reduziert die Stoppelbearbeitung die weitere Austrocknung des Bodens durch Unterbrechen des Kapillarstroms.

Ackerkratzdistel

Ausdauernde Unkräuter, beispielsweise die Ackerkratzdistel, werden durch eine flächig schneidende Stoppelbearbeitung gut reguliert. Zur Bekämpfung von Problemunkräutern kann dieser Arbeitsgang mehrfach (im Abstand von einigen Tagen bis einigen Wochen) bei gleichzeitig zunehmender Bearbeitungstiefe wiederholt werden, wodurch sich die Triebkraft der Ackerkratzdistel erschöpft. Dabei ist zu beachten, dass wiederholte Arbeitsgänge die Möglichkeit für Zwischenfruchtanbau deutlich einschränken. Zur Regulierung der Quecke ist darauf zu achten, dass die Rhizome an der Bodenoberfläche abgelegt werden und dort austrocknen können.

Quecke

Frühjahrsfurche

Für eine flächig schneidende Stoppelbearbeitung sind Grubber (mit überlappenden Gänsefuß- oder Flügelscharen), Fräsen und Schälpflüge gut geeignet. Scheibeneggen sind dagegen weder zur Bekämpfung der Ackerkratzdistel noch der Quecke geeignet.

6.2 Grundbodenbearbeitung

Als Grundbodenbearbeitung wird im ökologischen Landbau in der Regel krumentief gepflügt. Primäre Ziele sind dabei die Unkrautregulierung, die Einarbeitung organischer Substanz („reiner Tisch“) und das Anregen der Mineralisation. Ohne wendende Bodenbearbeitung kommt es insbesondere zu einer Zunahme ausdauernder Unkräuter (Ackerkratzdistel, Quecke), so dass pfluglose Verfahren unter ökologischen Anbaubedingungen nur selten möglich sind und besonders hohe Ansprüche an die Anbautechnik stellen. Positive Wirkungen eines Pflugverzichtes (höherer Humusgehalt, höhere Mikroorganismenaktivität, höhere Regenwurmdichte) stehen im Konflikt zu den genannten primären Zielen und müssen diesen gegenüber nachrangig bleiben. Dies gilt insbesondere für die als konkurrenzschwach gegenüber Unkräutern einzustufende Zuckerrübe.

Neben den allgemeinen Grundregeln hinsichtlich des standortspezifisch optimalen Zeitpunktes des Pflugeinsatzes (Bodenfeuchte, Rückverfestigung, Wasserführung, N-Mineralisation und N-Auswaschung) spielt insbesondere bei schluffreichen Lösslehmen und Sandböden die Bodenerwärmung im Frühjahr eine wichtige Rolle. Auf diesen Böden wird die Erwärmung und damit die Pflanzenentwicklung durch eine Frühjahrsfurche gefördert. Gleichzeitig wird das Risiko von N-Auswaschung vermindert, wenn der Umbruchzeitpunkt einer Zwischenfrucht vom Herbst in das Frühjahr verlagert wird. Mangelhafter Anschluss an den Unterboden oder das Austrocknen der Krume kann nach einer

Frühjahrsfurche zu Problemen führen und erfordert eine gute Rückverfestigung (Egge, Packer).

6.3 Saatbettbereitung und Aussaat

Mit der Saatbettbereitung kann begonnen werden, sobald der Boden ausreichend abgetrocknet und befahrbar ist. Der gut abgesetzte bzw. rückverfestigte Boden wird nur flach, d. h. 2 bis 4 cm tief, mit ein bis zwei Arbeitsgängen bearbeitet, um unnötige Befahrungen und daraus resultierende Verdichtungen der Krume sowie Wasserverluste zu vermeiden. Unter günstigen Bedingungen ist ein Arbeitsgang ausreichend, zwei oder mehr Arbeitsgänge jeweils im Abstand von 7 bis 10 Tagen können dagegen zur indirekten Unkrautregulierung sinnvoll sein. Keimbereite Unkrautsamen werden zum Auflaufen gebracht

und mit dem nächsten Arbeitsgang beseitigt. Eine solche „Unkrautkur“ kann aber zu einer Verzögerung der Aussaat führen, wodurch die Vegetationszeit verkürzt und der Ertrag der Kultur gemindert wird.

Für die Herrichtung des Saatbetts können gezogene und zapfwellengetriebene Geräte eingesetzt werden. Bei mehreren Arbeitsgängen ist darauf zu achten, dass das Saatbett durch die Bearbeitung nicht zu feinkrümelig wird, um bei Niederschlägen Verschlammungen und Erosion zu vermeiden.

Saatbett
nicht zu fein

Bei der Saat wird der Same in einem feinkrümeligen Saatbett in geringer Tiefe auf ausreichend rückverfestigtem bzw. abgesetztem Boden mit Anschluss an das Bodenwasser abgelegt und mit 2-3 cm lockerem Boden bedeckt.

Geringe
Ablagetiefe

Wichtige Aspekte der Bodenbearbeitung im Überblick:

- Stoppelbearbeitung reduziert das Risiko einer Mattenbildung aus organischen Reststoffen und beugt „beinigen“ Rüben vor
- wiederholte, ganzflächig schneidende Stoppelbearbeitung reguliert ausdauernde Unkräuter
- krumentiefes Pflügen hinterlässt „reinen Tisch“ und regt die Mineralisation an
- erhöhtes Auswaschungs- und Wassererosionsrisiko über Winter nach Grundbodenbearbeitung im Herbst
- schnelle Erwärmung des Bodens, aber auch erhöhter Wasserverlust nach Frühjahrsfurche (Rückverfestigung wichtig)
- wendende Grundbodenbearbeitung reduziert den Besatz an ausdauernden Unkräutern
- zur Saatbettbereitung gut abgesetzten bzw. rückverfestigten Boden 2-4 cm tief bearbeiten
- Verdichtungen, Verschlammungen und Wassererosion durch zu häufig und zu fein bearbeitetes Saatbett vermeiden
- wiederholte Arbeitsgänge im Abstand von 7-10 Tagen als „Unkrautkur“ möglich, können aber Aussaat verzögern
- Bedeckung des Saatgutes mit 2-3 cm lockerem Boden

7. Saat

7.1 Saatgut und Sortenwahl

Öko-Saatgut

Für den ökologischen Zuckerrübenanbau wird von den Saatzuchtunternehmen Saatgut mit hoher Keimfähigkeit und Vitalität für einen raschen und gleichmäßigen Feldaufgang zur Verfügung gestellt. Das Saatgut wird mit einer Öko-Pillierung ausgestattet, die keinerlei Saatschutzmittel enthält.

Tolerante Sorten

Die EG-Öko-Verordnung schreibt prinzipiell die Verwendung ökologisch vermehrten Saatguts vor, ermöglicht jedoch durch Ausnahmegenehmigungen (geregelt durch die Verordnung EWG Nr. 1452/2003) die Verwendung von nicht ökologisch vermehrtem, aber ungebeiztem Saatgut. Ist das Saatgut einer Sorte nicht aus ökologischer Vermehrung verfügbar, kann eine Ausnahmegenehmigung bei der zuständigen Kontrollstelle beantragt werden. Auskunft über die Verfügbarkeit ökologisch vermehrten Saatgutes erteilt die Internetdatenbank www.organicxseeds.com. Für das Anbaujahr 2005 war zertifiziertes Öko-Saatgut verfügbar. Ob die kostenintensive Öko-Saatgutproduktion von den Züchtern zukünftig fortgesetzt wird, ist ungewiss.

Rizomania

Saatgutbezug

Der Bezug des Saatguts erfolgt über die Rübenbüros der Zuckerunternehmen. Von den Rübenbüros werden für den ökologischen Anbau geeignete Sorten gelistet, aus denen der Betriebsleiter die für seinen Betrieb vorzügliche Sorte auswählen kann.

Für den Anbau bieten sich Sorten an, die zu Kampagnebeginn bereits einen

hohen Zuckergehalt und eine gute Verarbeitungsqualität, d. h. einen geringen Anteil an Melasse bildenden Inhaltsstoffen (K, Na und α -Amino-N) aufweisen. Im Hinblick auf den sehr begrenzten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind Krankheitstoleranzen und –resistenzen bei der Sortenwahl von größerer Bedeutung. Durch die weite Verbreitung verschiedener Zuckerrübenkrankheiten bieten sich Sorten mit Mehrfachtoleranzen bzw. –resistenzen an. Bisher steht allerdings keine Sorte zur Verfügung, die gegenüber allen Krankheiten eine hohe Toleranz bzw. Resistenz aufweist. Die Auswahl geeigneter Sorten muss sich daher am bisherigen Auftreten von Krankheiten in der Region bzw. am Standort in den Vorjahren orientieren. Den Mitteilungen der regionalen Beratungseinrichtungen sowie der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes können die jährlich in Sortenversuchen erfassten Sortenleistungen entnommen werden.

Aufgrund der weiten Verbreitung des *Rizomania*-Virus im Boden und erheblicher Mindererträge bei Befall sollten ausschließlich tolerante Sorten verwendet werden, zumal diese unter befallsfreien Bedingungen ebenfalls sehr gute Leistungen erbringen. *Rizomania* tolerante Sorten werden bereits auf 75% der bundesdeutschen Rübenfläche (konventionell und ökologisch) angebaut.

Bei einer weiteren Ausbreitung von *Rhizoctonia* (Späte Rübenfäule, kommt zur Zeit in Deutschland auf ca. 20.000 ha vor) kann deren Auftreten zukünftig auch in Ökobetrieben nicht ausgeschlossen werden. Auf Befallsflächen kann der Anbau toleranter Sorten erfor-

derlich werden, da Ertragsminderungen bis zu 50 % auftreten können.

Cercospora ist mit einer nahezu vollständigen Verbreitung jahresbezogen je nach Region die bedeutendste Blattkrankheit. Das Auftreten dieser Krankheit ab Ende Juli kann den Bereinigten Zuckerertrag drastisch vermindern. Durch gering anfällige Sorten können Ertragsminderungen an Bereinigtem Zuckerertrag reduziert werden. *Ramularia*-Blattflecken sind weit weniger verbreitet (0 bis 15 % der Anbaufläche). Die Ertragsminderungen sind mit bis zu 25 % ebenfalls geringer. Der Befall mit Mehltau beschränkt sich in der Regel auf eine geringe Anbaufläche und die resultierende Ertragsminderung auf maximal 10 %. Durch die Verbreitung der Sporen mit Wind und Regenspritzer ist im ökologischen Anbau ein zum konventionellen Anbau vergleichbares Auftreten von Blattkrankheiten zu erwarten. Da kaum Bekämpfungsmöglichkeiten für Blattkrankheiten bestehen, hat die Auswahl blattgesunder Sorten, insbesondere mit hoher *Cercospora*-Toleranz, hohe Priorität.

Die Viröse Vergilbung (Milder Vergilbungsvirus und Nekrotischer Vergilbungsvirus) wird von Blattläusen übertragen und verursacht Ertragsminderungen von bis zu über 50 % des Bereinigten Zuckerertrages. Aufgrund der Verwendung von Insektiziden in der konventionellen Produktion spielt die Viröse Vergilbung zur Zeit keine Rolle. Sollte es in Regionen mit hoher Anbaukonzentration von Öko-Zuckerrüben zu einem verstärkten Blattläuseflug kom-

men, ist mit einer Zunahme der Virösen Vergilbung zu rechnen.

Das Schossen, d. h. der Übergang von der vegetativen zur generativen Phase der Zuckerrüben, kann bereits nach dem Auflaufen durch eine Periode niedriger Temperaturen induziert werden. Aufgrund der heute durch Züchtung erreichten hohen Schoßfestigkeit und dem tendenziell späteren Aussaattermin unter ökologischen Anbaubedingungen tritt dieses Sortenkriterium (Prüfung in Sortenversuchen) aber in den Hintergrund. Dennoch ist das Schossen von Zuckerrüben nach einer Periode kalter Witterung nicht vollständig auszuschließen und erfordert dann eine manuelle Beseitigung der Schosser, um ein Auslaufen von „Unkrautrüben“ in den folgenden Jahren zu verhindern.

Die unkrautunterdrückende Wirkung der Zuckerrüben ist als Sortenkriterium kaum von Bedeutung, da die Zuckerrübe in den BBCH-Stadien 14 bis 39 besonders empfindlich auf Unkrautkonkurrenz reagiert. In diesem Zeitraum ist der Blattapparat noch nicht so weit entwickelt, als dass eine wirkungsvolle Unkrautunterdrückung stattfinden könnte. Folglich kann der Aufwand für mechanische Unkrautregulierung, vor allem die Handhacke, in diesem Zeitraum nicht durch die Wahl einer entsprechenden Sorte reduziert werden. Es kann allenfalls versucht werden, durch pflanzenbauliche Maßnahmen (z. B. hohe Bestandesdichten) und die Verwendung hochwertigen Saatgutes einen frühzeitigen Reihenschluss zu erreichen.

Blattkrankheiten

Schossfestigkeit

Unkrautunterdrückung

Viröse Vergilbung

7.2 Aussaattermin

Optimaler Saattermin

Die Aussaat kann unter günstigen Witterungs- und Bodenbedingungen bereits ab Anfang März vorgenommen werden. Maximale Erträge können je nach Region auch noch bei Aussaat bis zum 10. April erreicht werden. Eine spätere Aussaat bis Anfang Mai ist mit Ertragsminderungen bis zu 40 % verbunden. Der optimale Aussaatzeitpunkt kann durch die Witterung (Temperatur, Bodenfeuchte) in Einzeljahren sehr unterschiedlich sein. Bei häufig auftretenden Spätfrösten (z. B. in Senken oder Tallagen durch Kaltluftseen oder kalte Luftströmungen, oftmals abhängig vom Relief) sind trotz sonst günstiger Verhältnisse spätere Aussaattermine zu bevorzugen, um Frostschäden (Pflanzenverluste, Schosserbildung) zu vermeiden. Aufgrund des geringen Anbauumfangs in Ökobetrieben lassen sich für die Zuckerrüben in der Regel auch weniger gefährdete Flächen im jeweiligen Betrieb finden.

Reihenabstand

Aussaatverzögerung

Bei späteren Aussaatterminen verlaufen Keimung und Jugendentwicklung durch die in der Regel höheren Temperaturen zügiger und es treten weniger krankheits- und schädlingsbedingte Pflanzenausfälle auf. Saatzeitverzögerungen können auch von pflanzenbaulich notwendigen Maßnahmen (z. B. „Unkrautkur“ zur Saatbettbereitung) ausgehen und müssen grundsätzlich gegen die daraus resultierende Ertragsminderung abgewogen werden. Durch die frühe Rodung der Öko-Zuckerrüben Anfang bis Mitte September (Verarbeitung der Rüben vor dem konventionellen Kampagnebeginn) ist eine Kompensation durch herbstliche Ertragszunahmen

Dammanbau

nicht möglich. Um die Vorteile eines späteren Aussaattermins zu nutzen, wäre ein späterer Rodetermin wünschenswert. Ein möglichst früher Aussaattermin ist daher auch unter ökologischen Anbaubedingungen von besonderer Bedeutung.

7.3 Anbautechnische Rahmenbedingungen

Zuckerrüben werden in Deutschland zur Zeit fast ausschließlich mit 45 und 50 cm Reihenabstand angebaut, wobei die Reihenweite von der im Betrieb verwendeten Technik bzw. anderen angebauten Reihenkulturen abhängt. Sind neben Zuckerrüben Kartoffeln oder Mais mit einem Reihenabstand von 75 cm vorhanden, ist die Pflügetechnik in der Regel auf 150 cm Spurweite des Pflegeschleppers ausgelegt, so dass sich für Zuckerrüben ein Reihenabstand von 50 cm anbietet. Beträgt dagegen die Spurweite des Pflegeschleppers 180 cm, bietet sich ein Reihenabstand von 45 cm für den Zuckerrübenanbau an. Darüber hinaus muss die Kombinierbarkeit mit überbetrieblich eingesetzter Sä-, Hack- oder Erntetechnik gegeben sein. Besonders die Verfügbarkeit „nicht regionstypischer“ Erntetechnik ist vor der Aussaat abzuklären, da die heute weit verbreiteten 6-reihigen Köpfrödebunker nur teilweise mit variablem (45 und 50 cm) Reihenabstand der Rodeaggregate ausgestattet sind.

Unter Verwendung von Häufeltechnik aus dem Möhrenanbau werden in Deutschland Zuckerrüben in geringem Umfang in Dammkultur mit einem Reihenabstand von meist 50 cm angebaut.

Bei Verwendung anderer Dammformtechnik kann der Reihenabstand auch größer sein (z. B. Technik aus dem Kartoffelanbau). Die Beerntung kann problemlos mit einem regulären sechsreihigen Köpfrdebunker erfolgen, wenn der Reihenabstand 45 oder 50 bzw. 90 oder 100 cm beträgt. Bei anderen Abständen muss einreihige Erntetechnik genutzt werden.

Durch Dammanbau verbessert sich die Ausformung des Rübenkörpers und der Boden erwärmt sich schneller, wodurch das Rübenwachstum beschleunigt wird. In zu lockeren bzw. trockenen Dämmen erhält das Saatgut nicht ausreichend Anschluss an das Bodenwasser und unter trockeneren klimatischen Bedingungen können erhöhte Wasserverluste den Ertrag mindern. Darüber hinaus entstehen für die Dammformung zusätzliche Kosten.

In der konventionellen Landwirtschaft wird für einen maximalen Bereinigten Zuckerertrag eine Bestandesdichte zwischen 80.000 und 100.000 Pflanzen ha⁻¹ angestrebt. Eine hohe Bestandesdichte hat den Vorteil, dass der Bestandesschluss früher erreicht wird. Bei 120.000 gegenüber 40.000 Pflanzen ha⁻¹ kann der Bestandesschluss etwa drei Wochen früher sein. Unkraut wird somit durch hohe Bestandesdichten besser unterdrückt. Dagegen wird der Handarbeitsaufwand um so größer, je größer die Pflanzenzahl ist, die vom Unkraut „befreit“ werden muss. Außerdem steigen die Saatgutkosten und das Einzelrübengewicht wird kleiner. Geringe Einzelrübengewichte haben zur Folge, dass bei niedrigem Ertragsniveau (z. B. nach Trockenheit, mangelnder Nährstoffver-

sorgung, kurzer Vegetationsperiode) erhöhte Rodeverluste auftreten. Dennoch sollte auch unter ökologischen Anbaubedingungen, in jedem Fall eine Bestandesdichte von 80.000 Pflanzen ha⁻¹ angestrebt werden.

Die erreichte Bestandesdichte ergibt sich aus Reihenweite, Ablageentfernung und dem Feldaufgang. Der Feldaufgang ist durch Umwelteinflüsse (z. B. Witterung, Krankheiten und Schädlinge) deutlich niedriger als die unter Laborbedingungen ermittelte Keimfähigkeit, insbesondere da in die Pillenhüllmasse des ökologischen Saatgutes keine Fungizide und Insektizide eingearbeitet sind. Eine pauschale Einschätzung des Feldaufgangs für ökologische Anbaubedingungen kann daher nicht vorgenommen werden. Der Landwirt muss auf Erfahrungswerte aus seinem eigenen Betrieb zurückgreifen.

Die Ablageentfernung kann in Abhängigkeit des erwarteten Feldaufgangs sehr variabel gestaltet werden (vgl. Tab. 5). Soll beispielsweise ein Bestand mit ca. 86.000 Pflanzen ha⁻¹ bei einer Reihenweite von 45 cm und einem geschätzten Feldaufgang von 70 % etabliert werden, so errechnet sich eine Ablageentfernung von 18 cm und ein Saatgutbedarf von ca. 123.500 Pillen ha⁻¹ (86.000/70*100). Tabelle 5 können mögliche Ablageentfernungen für die angestrebte Bestandesdichte unter Berücksichtigung von Feldaufgang und Reihenweite entnommen werden.

Neben der Aussaat auf Endabstand kann eine engere Ablage mit nachfolgender Vereinzlung erfolgen, um gleichmäßige Bestände sicher zu er-

Feldaufgang

Bestandesdichte

Ablageentfernung

Vereinzlung

Tab. 5: Erreichte Bestandesdichte [Pflanzen ha⁻¹] in Abhängigkeit von der gewählten Reihenweite und Ablageentfernung sowie dem erzielten Feldaufgang; ohne Vereinzeln, der Saatgutbedarf ist dem Feldaufgang entsprechend größer!

Reihenweite [cm]	Feldaufgang [%]	Ablageentfernung [cm]									
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
45	80	111.111	104.575	98.765	93.567	88.889	84.656	80.808	77.295	74.074	71.111
45	70	97.222	91.503	86.420	81.871	77.778	74.074	70.707	67.633	64.815	62.222
45	60	83.333	78.431	74.074	70.175	66.667	63.492	60.606	57.971	55.556	53.333
45	50	69.444	65.359	61.728	58.480	55.556	52.910	50.505	48.309	46.296	44.444
50	80	100.000	94.118	88.889	84.211	80.000	76.190	72.727	69.565	66.667	64.000
50	70	87.500	82.353	77.778	73.684	70.000	66.667	63.636	60.870	58.333	56.000
50	60	75.000	70.588	66.667	63.158	60.000	57.143	54.545	52.174	50.000	48.000
50	50	62.500	58.824	55.556	52.632	50.000	47.619	45.455	43.478	41.667	40.000

reichen. Hierzu kann die Ablage beispielsweise auf $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ Endabstand (z. B. 12 bzw. 8 cm) erfolgen. Mit handelsüblichen Säugeräten können je nach Bauart Saatgutpillen mit Ablageentfernungen zwischen 4 bis 12 cm (untere Grenze) und 24 bis 30 cm (obere Grenze) abgelegt werden. Nach dem Auflaufen werden dann im BBCH-Stadium

12 bis 14 jede 2. bzw. 2 von 3 Rüben mit der Hacke manuell entfernt. Durch das Stehenlassen von Pflanzen kann versucht werden, vorhandene Lücken auszugleichen (Tab. 6). Eine vollständig gleichmäßige Verteilung der Pflanzen in der Reihe wird damit jedoch nicht erreicht. Gleichzeitig kann beim Vereinzeln eine manuelle Unkrautre-

Tab. 6: Theoretische Bestandesdichten (Pflanzen ha⁻¹) nach Vereinzeln in Abhängigkeit von Reihenweite und Ablageentfernung, Saatgutbedarf [U* ha⁻¹] und Vereinzlungsschema; Pflanzenverluste werden näherungsweise durch das Vereinzeln ausgeglichen, sehr hoher Saatgutbedarf!

Reihenweite & Saatgutbedarf	Ablageentfernung [cm]								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
45 cm [U ha ⁻¹]	92.593 3,7	105.820 4,2	92.593 3,7	82.305 3,3	111.111 4,4	101.010 4,0	92.593 3,7	85.470 3,4	79.365 3,2
50 cm [U ha ⁻¹]	83.333 3,3	95.238 3,8	83.333 3,3	74.074 3,0	100.000 4,0	90.909 3,6	83.333 3,3	76.923 3,1	71.429 2,9
Vereinzlung	3 von 4	2 von 3	2 von 3	2 von 3	1 von 2	1 von 2	1 von 2	1 von 2	1 von 2

* U = Saateinheit = 100.000 Saatgutpillen

gulierung durchgeführt werden. Für das Vereinzeln wird ein Handarbeitsaufwand von 20 bis 50 AKh ha⁻¹ benötigt. Höhere Saatgutkosten und Handarbeitsaufwand müssen gegen den erwarteten Schaden durch Krankheiten und Schädlinge abgewogen werden.

Durch maschinelles Hacken im rechten Winkel zur Drillrichtung im BBCH-Stadium 14 kann 15 bis 20 % der Handarbeitszeit für Vereinzeln und Unkrautregulierung eingespart werden (ggf. Wiederholung zur Unkrautregulierung). Diese Methode erfordert eine sehr enge Saatgutablage (6 bis 9 cm) und einen geeigneten Flächenzuschnitt. Der Abstand der Hackwerkzeuge muss so eingestellt werden, dass eine ausreichende Bestandesdichte noch sicher erreicht wird. Von Nachteil ist der hohe Saatgutbedarf und eine möglicherweise ungleichmäßige Pflanzenverteilung in der Reihe.

Nach sehr hohen Pflanzenausfällen kann die Entscheidung über Umbruch und Neuansaat notwendig werden. Für die konventionelle Landwirtschaft werden Umbruchschwellen von 30.000 bis 35.000 Pflanzen ha⁻¹ auf günstigen



Manuelles Vereinzeln der Zuckerrüben

Standorten und 35.000 bis 40.000 Pflanzen ha⁻¹ auf ungünstigen Standorten empfohlen. Dabei hängt die Entscheidung auch vom Umbruchtermin ab, denn je später umgebrochen wird desto niedriger ist die Umbruchschwelle.

Vereinzlung

Bestände mit niedriger Pflanzenzahl schließen größere Fehlstellen nicht und bieten günstige Bedingungen für das Unkrautwachstum. Folglich ist während der gesamten Vegetationsperiode in den Lücken eine manuelle Unkrautregulierung erforderlich. Ein Umbruch könnte unter ökologischen Anbaube-

Wichtige Aspekte zu Sortenwahl und Aussaat im Überblick:

- Auswahl gering anfälliger Sorten, insbesondere gegenüber Rizomania und Cercospora
- unter Öko-Anbaubedingungen möglichst früher Saattermin wegen früher Ernte
- die erzielte Bestandesdichte sollte über 80.000 Pflanzen ha⁻¹ liegen
- Reihenweite (45 oder 50 cm) auf Saat-, Pflege- und Erntetechnik abstimmen
- Feldaufgang bei Saatgutbestellung und Ablageentfernung berücksichtigen
- gegebenenfalls enge Saatgutablage und anschließendes Vereinzeln der Pflanzen
- vor Umbruch unbedingt Teilumbruch oder Nachsaat in den Altbestand prüfen

Umbruch

dingungen daher bereits bei höheren Bestandesdichten als den genannten konventionellen Umbruchschwellen erforderlich werden (Erfahrungen liegen jedoch nicht vor). Als Entscheidungshilfe können die Kosten für Umbruch und Neuansaat den Kosten für Mehraufwendungen für manuelle Unkrautregulierung und Ertragsminderungen durch verkürzte Vegetationszeit gegenübergestellt werden. Eine erneute Zuckerrübenaussaat erscheint daher häufig fragwürdig. Gegebenenfalls ist ein Umbruch auf Teilflächen in Betracht zu ziehen.

Alternativ kann in die bestehenden Reihen nachgesät und anschließend vereinzelt werden. Ein geschlossener, das Unkraut unterdrückender Bestand kann so noch erzielt werden und der Wachstumsvorsprung der bereits vorhandenen Pflanzen zur Ertragsbildung beitragen.

8. Pflege

8.1 Unkrautregulierung

Eine effektive Unkrautregulierung ist für die ökologische Zuckerrübenproduktion unerlässlich. Sehr hoher Unkrautdruck kann Ertragsminderungen von bis zum Totalverlust verursachen. Je früher die Unkrautkonkurrenz einsetzt, um so ausgeprägter sind Ertragsminderungen. Vor allem während der Jugendentwicklung bis zu Beginn des Bestandesschlusses (BBCH 14-32) müssen die Zuckerrüben daher unkrautfrei gehalten werden. Spätverunkrautungen sind zwar kaum ertragswirksam, können aber zu Ernteerschwernissen führen und ermöglichen das Aussamen der Unkräuter.

Um Ertragsminderungen zu vermeiden, sollten alle zur Verfügung stehenden indirekten und direkten Regulierungsmaßnahmen ausgenutzt werden. Indirekte Maßnahmen zur Unkrautregulierung wurden bereits in den vorangegangenen Kapiteln (Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung, Saat) erläutert. Besonders wichtig sind sie für die Kontrolle ausdauernder Unkrautarten (Quecke, Distel). Nachfolgend werden die gängigen direkten Maßnahmen der Unkrautregulierung vorgestellt und bewertet. Direkte Maßnahmen sind in der Regel mechanische Unkrautregulierungsverfahren, für die die Zuckerrübe als Reihenkultur mit einem Reihenabstand von 45 oder 50 cm prinzipiell gut geeignet ist.

Vorauflauf

Im Vorauflauf können zur Regulierung von vor den Zuckerrüben keimenden Samenunkräutern reihenunabhängige Verfahren (Striegel, Netzegge) eingesetzt werden. Die Wirkung dieser Geräte ist um so besser, je kleiner das Unkraut ist (beste Wirkung im Keimblattstadium), je kleinsamiger die Unkrautart ist und je näher der Same sich an der Bodenoberfläche befindet. Tiefkeimende oder gleichzeitig mit der Zuckerrübe auflaufende Unkräuter werden dagegen durch den Striegel nur unzureichend erfasst. Mit zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit (5 bis 12 km h⁻¹) steigt die Bekämpfungswirkung. Unverkrusteter Boden und trockene Witterungsbedingungen während und nach dem Arbeitsgang sind wichtige Voraussetzungen für einen erfolgreichen Striegeleinsatz. Durch das Striegeln können Saatgutpillen verrollen, außerhalb der

Striegeln

Saatreihe auflaufen und werden dann durch das maschinelle Hacken beseitigt. Das Striegeln kann schräg zur Drillrichtung erfolgen, ist aber aufgrund des Flächenzuschnitts und des zusätzlichen Platzbedarfs zum Wenden nicht immer durchführbar. Vor dem Erscheinen der Keimblätter der Zuckerrübe an der Bodenoberfläche (BBCH 7 bis 9, je nach Witterung ca. 6 bis 12 Tage nach der Saat) muss das Striegeln im Voraufbau beendet sein. Grundsätzlich gilt: Je später, desto flacher. Der Erfolg des Striegels im Voraufbau hängt in starkem Maße von der Verunkrautung und den Witterungsbedingungen ab und ist in der Wirkung sehr unsicher.

Als thermische Maßnahme ist im Voraufbau das Abflammen ganzflächig oder in einem Band auf den Saatzeilen möglich (Hacken zwischen den Zeilen ist energiesparender und kostengünstiger) und dient ebenso wie das Striegeln im Voraufbau der Regulierung von Unkräutern, die vor den Zuckerrüben auflaufen. In der Keimung befindliche aber nicht aufgelaufene Unkräuter werden nicht erfasst. Um eine ausreichende Erwärmung des Gewebes zu gewährleisten, ist eine langsame Fahrgeschwindigkeit (2 km/h) erforderlich und begrenzt damit die Flächenleistung. Aufgrund der unsicheren Wirkung und der hohen Verfahrenskosten (geringe Flächenleistung; hoher Energieverbrauch, zwischen 50 und 100 kg Flüssiggas ha⁻¹) eignet sich diese Technik in Zuckerrüben nur sehr begrenzt.

Nachauflauf - BBCH 10

Ab sichtbar werden der Zuckerrübenzeilen (BBCH 10) kann die erste Un-



Striegeln der Zuckerrüben im BBCH-Stadium 18

krautregulierung mit Hackgeräten zwischen den Zeilen erfolgen. Hacken erzielt prinzipiell die beste Wirkung gegen Unkräuter, es bleibt aber ein unbearbeitetes Hackband entlang der Zeile zurück. Dieses Hackband muss möglichst schmal gehalten werden, um unnötigen Handarbeitsaufwand zu vermeiden. Dennoch ist zum Schutz der Zuckerrüben ein Mindestabstand von 6 cm zur Rübenzeile mit den Werkzeugen einzuhalten. Durch den Einsatz optoelektronischer Steuerungstechnik kann der Abstand der Werkzeuge zur Zeile deutlich verringert und der Handarbeitsaufwand gesenkt werden bei gleichzeitig hoher Arbeitsgeschwindigkeit (bis zu 10 km h⁻¹).

Während des Hackens darf der Boden nicht zu feucht sein, um das Verschmieren oder wieder Anwachsen der Unkräuter zu vermeiden. Nach dem Hacken sind trockene Witterungsverhältnisse erforderlich, damit die an der Bodenoberfläche abgelegten Unkräuter sicher vertrocknen.

Abflammen

Maschinenhacke



Einfluss der Maschinenhacke auf die Verunkrautung, rechts mit und links ohne Maschinenhacke



Verunkrautung eines Öko-Zuckerrübenbestandes, vorwiegend Kamille

Grundsätzlich muss darauf geachtet werden, dass die Maschinenhacke die gleiche oder halbe bzw. ein Drittel der Arbeitsbreite der Sämaschine aufweist, da es sonst zum Verlust ganzer Reihen im Überlappungsbereich kommen kann. Aufgrund der Empfindlichkeit der jungen Rübenpflanzen gegenüber Verschütten und Verletzungen kann zu diesem Zeitpunkt noch keine maschinelle Regulierung in der Rübenreihe durchgeführt werden.

Je nach Bauart wird zwischen gezogenen (Scharhacken), bodenangetriebenen (Finger- oder Rollhacken) und zapfwellengetriebenen (Hackfräsen oder Hackbürsten) Geräten unterschieden.

Gezogene Scharhackgeräte können mit einer Vielzahl an Werkzeugen (gefederte oder starre Zinken, Vibromesser, Gänsefußschare oder Winkelmesser) ausgestattet werden. Scharhacken schneiden die Unkräuter unterirdisch ab und lockern Verkrustungen der Bodenoberfläche. Die flache Bodenbearbeitung (nicht tiefer als 2 cm) verhindert das erneute Anwachsen. Durch eine Überlappung der Schare werden größere Unkräuter, die nicht mehr ausgerissen oder verschüttet werden können, sicher abgeschnitten, wodurch eine vollständige Unkrautbeseitigung zwischen den Reihen erreicht wird. Schutzscheiben oder Schutzbleche schützen die jungen Zuckerrüben vor Verschütten.

Rollhacken reißen durch ihre wühlende Arbeitsweise Samenunkräuter aus bzw. verschütten diese. Zur Bekämpfung ausdauernder Unkräuter ist dieses Gerät weniger geeignet, da keine flächig schneidende Wirkung erreicht wird. Die

schräg zur Arbeitsrichtung angeordneten Hacksterne der Rollhacke häufeln in diesem Stadium von der Reihe weg, um ein Verschütten der Zuckerrüben zu vermeiden.

Geräte wie Hackbürste, Hackfräse usw. sind in Zuckerrüben wegen geringer Flächenleistung, hohen Anschaffungskosten, ungünstiger Wirkung auf die Bodenstruktur (Verschlammungsgefahr) oder geringer Wirksamkeit, insbesondere gegenüber ausdauernden Unkrautarten, weniger verbreitet.

Nachauflauf - BBCH 12 bis 16

Im BBCH-Stadium 12-14 kann bereits der zweite Arbeitsgang mit der Maschinenhacke zur Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen mit Schar- oder Rollhacke vorgenommen werden. Dieser Arbeitsgang kann mit zusätzlichen Finger- oder Torsionshackaggregate zur vorsichtigen maschinellen Unkrautregulierung in der Reihe kombiniert werden.

Fingerhacken bestehen aus flexiblen Kunststoffzinken (Finger), die beidseits der Reihe an rotierenden Scheiben angeordnet sind. Beim Hacken greifen die Finger in die Reihe hinein und horizontale Scherkräfte reißen die Unkräuter aus. Auch die Torsionshacke greift mit ihren striegelähnlichen, flach abgewinkelten Zinken von der Seite in die Rübenreihe ein und kann dort kleine Unkräuter ausreißen oder verschütten.

Mit der anhäufelnden Wirkung der Rollhacke kann ebenfalls eine Unkrautregulierung in der Reihe durch Verschütten der Unkräuter erreicht werden.

Dieser Effekt ist ungefähr ab BBCH 16 nutzbar, da durch das Anhäufeln auch kleine Zuckerrüben verschütten werden können.

Als reihenunabhängiges Gerät kann ab BBCH 12 bis 14 der Striegel wieder vorsichtig eingesetzt werden. Striegeln schräg zur Drillrichtung verhindert das Ausreißen ganzer Reihen, führt aber durch Überrollen der Kulturpflanzen mit den Schlepperrädern zu Schäden. Die Schäden, die durch das Striegeln verursacht werden, nehmen ebenso wie die unkrautreduzierende Wirkung des Striegeln mit zunehmender Entwicklung des Bestandes und der Unkräuter ab.

Die Arbeitsweisen der Finger- bzw. Torsionshackaggregate, der Rollhacke und des Striegels setzen voraus, dass die Zuckerrüben deutlich größer und robuster sind als das zu beseitigende Unkraut. Unter günstigen Bedingungen (Unkraut im Keimblattstadium und Zuckerrüben deutlich weiter entwickelt) kann mit diesen Geräten eine gute Wirkung in der Reihe erzielt werden. Oftmals laufen Zuckerrüben und Unkräuter jedoch zeitgleich auf, wodurch diese Geräte ihre Wirksamkeit verlieren. Auch die Wirkung auf ausdauernde Wurzelunkräuter ist gering. Daher kann auf eine manuelle Unkrautregulierung in der Reihe derzeit nicht verzichtet werden. Der erste von üblicherweise zwei bis drei Handarbeitsgängen kann bereits ab BBCH 12 bis 14, gegebenenfalls mit gleichzeitigem Vereinzeln des Bestandes, erfolgen. Automatisch zwischen Zuckerrübe und Unkraut unterscheidende Hackgeräte sind derzeit in der Entwicklung.

Handhacke

Scharhacke

Fingerhacke

Torsionshacke

Rollhacke

Nachauflauf - BBCH 16 bis 39

Die letzte von in der Regel insgesamt drei bis vier Durchfahrten mit einem Hackgerät sollte zu Beginn des Bestandesschlusses (BBCH 31) abgeschlossen sein. Unter günstigen Bedingungen können bereits zwei Arbeitsgänge ausreichend sein und unter ungünstigen Bedingungen (feuchtes, kühles Frühjahr) können vier und mehr Arbeitsgänge bis zum Bestandesschluss erforderlich werden. Mit der Rollhacke kann ab BBCH 16 gefahrloser in die Reihe hinein gehäufelt werden als in den voran gegangenen Wachstumsstadien. Auch das Abflammen direkt von der Seite in die Reihe hinein wird unter der Voraussetzung, dass der Vegetationskegel der Zuckerrübe durch die äußeren Blätter ausreichend geschützt ist, möglich. Schädigungen der Zuckerrüben und damit verbundene Ertragsminderungen sind dabei aber unver-

meidlich. Nach Erreichen von BBCH 19 sollte der Striegel nicht mehr eingesetzt werden, da dann die Schädigungen der Zuckerrübenblätter durch das Striegeln wieder zunehmen.

Üblicherweise werden eine zweite und dritte Handhacke erforderlich. Mit der dritten Handhacke werden abschließend Spätverunkrautungen und Problemunkräuter entfernt, um die Samenbildung oder Behinderungen bei der Ernte zu vermeiden. Für die manuelle Unkrautregulierung werden für durchschnittlich drei Handarbeitsgänge je nach Verunkrautung und Witterung insgesamt 80 bis 150 AKh ha⁻¹ a⁻¹ benötigt (in Einzeljahren bis über 200 AKh ha⁻¹ a⁻¹). Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sollten 150 AKh ha⁻¹ a⁻¹ nicht überschritten werden. Der Einsatz maschineller Unkrautregulierung ist vergleichsweise günstig und sollte genutzt werden, um

Wichtige Aspekte der direkten Unkrautregulierung:

- im Voraufbau können vor den Zuckerrüben keimende Unkräuter mit Striegel, Netzegge oder Abflammgerät ganzflächig beseitigt werden; Wirksamkeit gegenüber ausdauernden Unkräutern gering
- Striegeln schräg zur Drillrichtung muss je nach Keimungsverlauf 6 bis 12 Tage nach der Saat beendet sein
- Abflammen bis unmittelbar vor Auflaufen der Zuckerrüben möglich, geringe Flächenleistung und hoher Energiebedarf
- ab sichtbar werden der Reihen Unkrautregulierung zwischen den Reihen durch Hackmaschinen möglich, junge Zuckerrüben vor Verschütten schützen
- ab BBCH 12 bis 14 vorsichtiger Einsatz von Striegel, Fingerhacke oder Torsionshacke zur Unkrautregulierung in der Reihe sowie erste Handhacke
- ab BBCH 16 kann mit Rollhacke in die Reihen gehäufelt werden; wenig geeignet zur Bekämpfung ausdauernder Wurzelunkräuter
- bis Bestandesschluss durchschnittlich drei Durchfahrten mit der Maschinenhacke und drei Durchgänge mit der Handhacke (je nach Verunkrautung 80 bis 150 AKh ha⁻¹ a⁻¹ * oder mehr)
- mit dritter Handhacke Aussamen der Unkräuter und Ernteerschwernisse durch Spätverunkrautung vermeiden

den Handarbeitsaufwand möglichst gering zu halten, da durch die manuelle Unkrautregulierung erhebliche Kosten entstehen können.

8.2 Pflanzenschutz

Im ökologischen Landbau gilt der Grundsatz, Schädlinge, Krankheiten und Unkräuter durch geeignete Arten- und Sortenwahl, geeignete Fruchtfolgen, mechanische Bodenbearbeitung, den Schutz von Nützlingen durch Schaffung günstiger Verhältnisse und durch Abflammen von Unkrautkeimlingen zu bekämpfen (EG-Öko-Verordnung Anhang I). Darüber hinaus gehende Wirkstoffe, aufgeführt im Anhang II der EG-Öko-Verordnung (Positivliste), dürfen nur angewendet werden, wenn eine unmittelbare Bedrohung für die Kultur besteht. In Deutschland müssen diese Wirkstoffe in einem zugelassenen Pflanzenschutzmittel enthalten sein oder in der „Liste der Stoffe und Zubereitungen zur Herstellung von Pflanzenschutzmitteln im eigenen Betrieb“ aufgeführt sein, wenn diese Stoffe und Zubereitungen gewerblich in Verkehr sind.

Für Zuckerrüben besteht zur Zeit (Stand 01.04.2005) eine Zulassung für bestimmte Kupferpräparate zur Anwendung bei *Cercospora* und Falschem Mehltau. Zur Bekämpfung anderer Krankheiten und Schädlinge muss gegebenenfalls auf selbst hergestellte Pflanzenschutzmittel zurück gegriffen werden. Über die Zulässigkeit solcher Mittel geben die Kontrollstellen und Verbände Auskunft.

8.3 Beregnung

In den Sommermonaten Juli und August, in denen die Zuckerrübe den höchsten Wasserbedarf aufweist, erbringt eine Zusatzberegnung auf Standorten mit geringem Wasserspeichervermögen (nutzbare Feldkapazität) in Trockenperioden einen deutlichen Mehrertrag. Im ökologischen Zuckerrübenanbau stellt die Zuckerrübe, vorausgesetzt die entsprechende Beregnungstechnik ist verfügbar, ebenfalls eine bewässerungswürdige Kultur dar, zumal der Erlös durch den Öko-Zuschlag höher ist als im konventionellen Anbau und durch die Unkrautregulierung bereits erhebliche Kosten entstanden sind, deren Deckung durch die Beregnung gesichert werden kann.

9. Ernte

Durch die frühe Verarbeitung der Öko-Zuckerrüben erfolgt die Rodung gegenwärtig sehr früh, etwa Anfang bis Mitte September. Dabei ist der Erntetermin weitgehend durch die Kampagnenplanung der Zuckerfabrik vorgegeben. Ungünstige Witterungs- und Bodenverhältnisse sind zu diesem frühen Zeitpunkt seltener zu erwarten als zu späteren Terminen, dennoch sollte auf die Befahrbarkeit der Fläche geachtet werden.

Die für Ernte und Abfuhr nötige Rode-, Verlade-, Reinigungs- und Transporttechnik kann von Maschinenringen, Lohnunternehmern oder Rodegemeinschaften genutzt werden. Durch die frühe Verarbeitung der Öko-Zuckerrüben sind diese Kapazitäten zum Erntezeitpunkt verfügbar. In den Ernteprozess ist der Betrieb in vielen Fällen

Arbeitsaufwand

Positivliste

Frühe Ernte

Kupferpräparate

nicht direkt eingebunden, es sei denn, der Betrieb ist an einer Rodegemeinschaft beteiligt. Konkurrierende Arbeitsspitzen zu anderen Erntearbeiten (z. B. Kartoffelernte) treten durch die Zuckerrübenenernte daher nicht oder nur in geringem Umfang auf.

10. Wirtschaftlichkeit

Tabelle 7 zeigt beispielhaft Leistungen und Kosten der Zuckerrübenproduktion, die jedoch in erheblichem Umfang variieren können. Wie bereits ausgeführt wurde, wirken sich u.a. die Jahreswitterung, die Nährstoffversorgung oder der Erfolg der Unkrautregulierung auf das Wachstum der Zuckerrüben sowie deren technische Qualität aus und lassen den Rübenantrag von weniger als 30 t ha^{-1} bis über 60 t ha^{-1} schwanken. Die technische Qualität der Zuckerrüben wird in Zu- bzw. Abschlägen für einen möglichst hohen Zuckergehalt bei einem gleichzeitig geringem Standardmelasseverlust (Kalium-, Natrium- und α -Amino-N-Gehalt) berücksichtigt. Zusätzlich zum konventionellen Rübenpreis wird für Öko-Zuckerrüben ein unternehmensabhängiger Zuschlag bezahlt (z. Z. mindestens 25 € t^{-1} für A- und B-Rüben).

Die größten Kosten des Zuckerrübenanbaus entstehen durch die manuelle Unkrautregulierung. Einerseits kann der Arbeitsumfang je nach Verunkrautung zwischen 60 AKh ha^{-1} und mehr als 200 AKh ha^{-1} betragen, andererseits unterscheidet sich das Lohnniveau zwischen Regionen und Betrieben. Die Kosten für Saatgut und maschinelle

Arbeitsgänge halten sich demgegenüber in Grenzen, es sei denn, es erfolgt eine sehr enge Saatgutablage bzw. erneute Aussaat oder es werden bearbeitungsintensive „Unkrautkuren“ vor der Saat vorgenommen. In Marktfruchtbetrieben ohne Tierhaltung müssen die Kosten für Zwischenfruchtanbau, Grünbrache oder organische Handelsdünger sowie der Ausgleich entzogener Grundnährstoffe (P, K usw.) in der Kostenkalkulation anteilig berücksichtigt werden. Die dargestellten Kosten (optional sind Kosten für den Zwischenfruchtanbau anzusetzen) sind daher als Näherungswerte zu verstehen.

Besitzt der Betrieb kein eigenes Zuckerrübenlieferrecht, müssen die Kosten für Kauf oder Pacht mit angerechnet werden. Als Pachtpreis wurden 14 € t^{-1} Zuckerrüben angenommen.

Es wird deutlich, dass sich vor allem die Kosten für die manuelle Unkrautregulierung auf die Wirtschaftlichkeit des Ökozuckerrübenanbaus auswirken. Ziel aller Maßnahmen muss daher sein, den Handarbeitsaufwand möglichst gering zu halten. Im Hinblick auf die möglichen Ertragsminderungen kann jedoch nicht auf die Unkrautregulierung verzichtet werden. Darüber hinaus stellt die Lieferrechtsbeschaffung einen wesentlichen Kostenblock dar.

Tab. 7: Leistungen und Kosten der Zuckerrübenproduktion. Zusammengestellt nach KTBL (2002), KOLBE & PETZOLD (2002) und KOMPETENZZENTRUM ÖKOLANDBAU NIEDERSACHSEN(2004).

Leistungen:	Einheiten/ha	Stückpreis	Gesamt
Zuckerrüben ¹⁾	45 t/ha	77 % A à 46,72 €/t, 23 % B à 28,84 €/t	1917,34
Ökozuschlag ²⁾	45 t/ha	25,00 €/t	1125,00
Qualitätszuschlag	45 t/ha	0,80 €/t	36,00
Rübenmarkvergütung	45 t/ha	3,70 €/t	166,50
Frühlieferausgleich	45 t/ha	3,38 €/t	152,10
Flächenbeihilfe		160 €/ha	160,00
Summe Leistungen:			3556,94
Kosten:			
Saatgut	1,3 U ³⁾ / ha	191,00 €/U	248,30
Mineralische Düngung (P, K, CaO anteilig nach Entzug)			128,00
Organische Düngung	50 kgN/ha	3,00 €/kgN	150,00
Handhacke ⁴⁾	130 h/ha	7,50 €/h	975,00
Lohnmaschinen (Saat, Roden, Laden)			399,00
Maschinenkosten (Pflügen, 2 x Saatbettbereitung, 3 x Maschinenhacke, Düngung)			241,50
Zinsanspruch			49,00
Hagelversicherung ⁵⁾			42,00
Summe variable Kosten:			2232,80
Kosten für Lieferrecht ⁶⁾			630,00
Angerechnete Kosten für Zwischenfruchtanbau ⁶⁾ (Bodenbearbeitung, Aussaat, Saatgut, Mulchen)	50 %	207,00	103,50

¹⁾ Grundpreise für Zuckerrüben 2004/2005, Rübenertrag variiert in weiten Spannen

²⁾ Ökozuschlag variiert zwischen den Unternehmen, als Kalkulationsgrundlage wurde der niedrigste Zuschlag angenommen

³⁾ 1,3 U (U = Saatguteinheit, 1 U entspricht 100.000 Saatgutpillen) bei Ablage auf Endabstand (vereinzelungsloser Anbau)

⁴⁾ Handarbeitsaufwand und Stundenlohn variieren in weiten Spannen, angesetzt wurden 130 AKh ha-1 à 7,50 € h-1

⁵⁾ kann in weniger gefährdeten Gebieten niedriger ausfallen

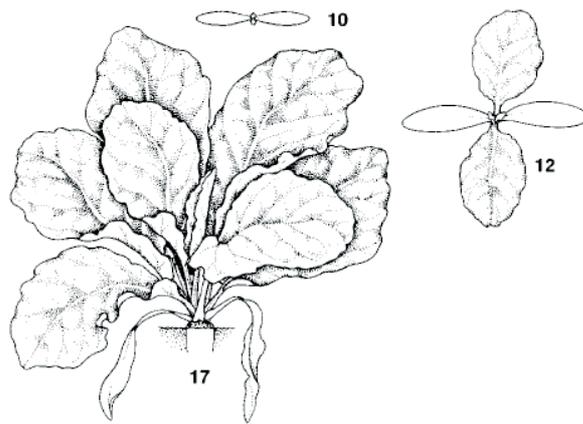
⁶⁾ Kosten für Lieferrechtbeschaffung oder für Zwischenfruchtanbau zur org. Düngung müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden

Danksagung

Für die sehr gute Zusammenarbeit während der Durchführung des Projektes „Optimierung der Anbaugestaltung von Zuckerrüben im ökologischen Landbau – Ein Leitfaden“ danken wir den kooperierenden Betriebsleitern Herrn Grefe (Wätzum), Herrn Altenweger (KWS Klostergut Wiebrechtshausen GmbH), Herrn Peschke (Agrar- und Umwelt AG Löberau), Herrn Römert (Egenhausen), Herrn Wild (Unterpleichfeld). Für die Unterstützung bei der Literaturrecherche und anregende Diskussionen danken wir Herrn Schwab (Landwirtschaftsamt Würzburg), Frau Nihlgard (Syngenta Seeds), Herrn Dr. Fredlund (Syngenta Seeds), Herrn Dr. Mittler (Syngenta Seeds), Herrn Hesse (Nordzucker AG), Herrn Ebert (Ökoring Niedersachsen), Herrn Dr. Haberland (Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Bernburg), Herrn Dr. Tilcher (KWS), Herrn Dr. Halmer (Germain's Technology Group), Herrn Modemann (Strube-Dieckmann), Herrn Dr. Corell (Südzucker AG), Herrn Jungwirth (SUET), Herrn Dr. Meier (BBA), Herrn Prof. Dr. Märländer (IfZ), Frau Dr. Niemann (IfZ) und Frau Dr. Stockfisch (IfZ) danken für die kritische Durchsicht des Manuskripts und Frau Battmer für Gestaltung und Satz der Broschüre. Der Deutschen Bundesstiftung Umwelt danken wir für die Förderung des Projekts.

Quellenangabe

- BÖHLER, D., M. LICHTENHAHN, W. HERRENSCHWAND, A. BERTSCHI, S. JENNI & H. RAMSEIER, 2004: Zuckerrüben. FiBL Merkblatt, Frick (CH).
- FREYER, B., 2003: Fruchtfolgen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- HEYN, J. & E. JANSSEN, 1995: Gehalte an Makro- und Mikronährstoffen sowie Schwermetallen in Breiproben von Zuckerrüben aus Feldversuchen. VDLUFA-Schriftenreihe 40, Kongressband 1995, 753-756.
- KOLBE, H., 2001: Anleitung zur P-, K-, Mg- und Kalk-Düngung im ökologischen Landbau. SÖL-Berater-Rundbrief 3/01, 3-9.
- KOLBE, H. & W. PETZOLD, 2002: Zuckerrübenanbau im Ökologischen Landbau. Informationen für Praxis und Beratung, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- KOMPETENZZENTRUM ÖKOLANDBAU NIEDERSACHSEN, 2004: Auswertung Bio-Zuckerrübenanbau 2004. Tagungsunterlagen, Informationsveranstaltung für Landwirte 2004-2005 im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, am 03.12.2004 in Groß Munzel. Durchführung: Bioland Beratung GmbH, Die Ökoberater.
- KTBL, 2002: Ökologischer Landbau. Kalkulationsdaten zu Ackerfrüchten, Feldgemüse, Rindern, Schafen und Legehennen. KTBL-Sonderveröffentlichung 043, 1. Auflage, Darmstadt.
- LÜTKE ENTRUP, N., 2001: Zwischenfrüchte im umweltgerechten Pflanzenbau. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (aid), Bonn.
- LÜTKE ENTRUP, N. & J. OEHMICHEN, 2000: Lehrbuch des Pflanzenbaues. Band 1: Grundlagen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen.
- MEIER, U., BACHMANN, L., BUHTZ, E., HACK, H., KLOSE, R., MÄRLÄNDER, B., WEBER, E., 1993: Phänologische Entwicklungsstadien der Beta-Rüben (*Beta vulgaris* L. ssp.). Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst. 45. Jhg., S. 37-41.
- REDELSBERGER, H., 2002: Betriebsplanung im ökologischen Landbau. Handbuch für Beratung und Praxis - überarbeitete Neuauflage in Euro. Bioland Verlags GmbH, Kassel.
- WINNER, C. 1981: Zuckerrübenanbau. DLG-Verlag, BLV-Verlags-gesellschaft, Frankfurt.



BBCH-Code der Zuckerrübe (gekürzt nach MEIER et al. 1993)

Makrostadium 0: Keimung / Keimpflanzenentwicklung

- 00 Trockener Samen
- 09 Keimsporn durchbricht Bodenoberfläche

Makrostadium 1: Blattentwicklung

- 10 Keimblattstadium, Keimblätter waagrecht entfaltet
- 11 1. Laubblattpaar sichtbar, erbsengroß
- 12 Zwei Blätter (1. Blattpaar) entfaltet
- 14 Vier Blätter (2. Blattpaar) entfaltet
- 19 Neun und mehr Blätter

Makrostadium 3: Rosettenwachstum (Bestandesschluss)

- 31 Beginn Bestandesschluss: 10 % der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
- 33 30 % der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
- 39 Bestandesschluss: über 90 % der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich

Makrostadium 4: Entwicklung Rübenkörper

- 49 Rübenkörper hat erntefähige Größe erreicht

Quelle: MEIER et al. 1993

