

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 66 (2004)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Anbautechnik und Unkrautregulierungsverfahren für Biozuckerrüben : Aufwand beim Handhacken lässt sich vermindern  
**Autor:** Irla, Edward / Spiess, Ernst / Heusser, Jakob  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1080667>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# FAT BERICHTE

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon TG, Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90

## Anbautechnik und Unkrautregulierungsverfahren für Biozuckerrüben

### Aufwand beim Handhacken lässt sich vermindern

Edward Irla, Ernst Spiess und Jakob Heusser; Agroscope FAT Tänikon,  
Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

Bernhard Streit und Clay Humphrys, Agroscope FAL Reckenholz,  
Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Daniel Böhler, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-5070 Frick

Die Biozuckerrüben werden in der Schweiz seit 2001 angebaut. Hauptabnehmer von Biozucker sind Grossverteiler und Industrie. Das jährliche Marktpotenzial entspricht einer Rübenanbaufläche von rund 400 ha. Trotz agronomischer und wirtschaftlicher Vorteile beträgt der Inlandanbau nur knapp 50 ha. Das Hauptproblem liegt bei der Unkrautregulierung. Wegen des hohen Arbeitsaufwandes für das Handhacken in den

Reihen ist die Rentabilität mit Kartoffeln vergleichbar und bedeutend tiefer als bei Feldgemüse.

In Feldversuchen im Jahr 2003 wurden verschiedene Anbautechniken sowie mechanische und alternative Unkrautregulierungsverfahren untersucht. Im Vordergrund des Interesses stehen eine Verbesserung der Anbautechnik und die Senkung des Handarbeitsaufwandes beim Vereinzeln und bei der Unkrautregulierung.



Abb. 1: Mit dreimaligen Einsätzen des Scharhackgerätes wurde eine ausreichende Unkrautregulierung zwischen den Reihen erzielt. Die angebauten Striegel verbessern den Arbeitseffekt wesentlich.

### Problemstellung

Gemäss der EU-Bioverordnung muss zur Herstellung von zuckerhaltigen Bioproducten Biozucker verwendet werden. In der Schweiz starteten im Jahr 2001 die Zuckerfabriken und die Bio Suisse das Projekt «Schweizer Biozucker». Das Produktionsziel von 2000 t Biozucker konnte 2002 knapp erreicht und im Jahr 2003 sogar um 1200 t übertroffen werden. Dabei stammten allerdings fast 90% der Biorüben aus Süddeutschland. Der Grundpreis beträgt Fr. 19.-/dt Rüben bei 16% Zuckergehalt. Hinzu kommen noch Zuschläge für die Frühablieferung, den Zuckergehalt und die Ausbeute. Die relativ geringe Anbau-Bereitschaft in der Schweiz ist hauptsächlich auf die Probleme wie Schlechtwetterrisiko und die Unkrautregulierung zurückzuführen. Letztere erforderte im günstigen Anbaujahr 2002 einen Handarbeitsaufwand von 191 AKh/ha, bei einer Streuung von 92 bis 338 AKh/ha. Bei der Lösung der anbautechnischen Probleme sind folgende Institutionen beteiligt: SFZ Aarberg, FiBL Frick, Agroscope FAL Reckenholz, SHL Zollikofen und Agroscope FAT Tänikon.

### Untersuchungsverlauf, Gerätetechnik

Zwei Feldversuche wurden unter bioähnlichen Anbaubedingungen in Tänikon und auf einem Biobetrieb in Pfyn/TG mit der robusten, rizomaniatoleranten Sorte «Cyntia» durchgeführt (Tab. 1).

- Extaktversuch in Tänikon:** «Split-plot-Anlage» mit je vier Wiederholungen pro Versuchsvariante und mehrheitlich 54 m<sup>2</sup> grossen Parzellen (Breite: 3 m) sowie je 15 m<sup>2</sup> mit Bandfolienabdeckung oder unbehandelten Kontrollparzellen.
- Praxisversuch in Pfyn:** «Blockanlage» mit je drei Wiederholungen pro Versuchsvariante und 80 bis 170 m<sup>2</sup> Parzellen (Breite: 3,15 m) sowie je 15 m<sup>2</sup> mit Bandfolienabdeckung oder unbehandelten Kontrollparzellen für die Unkrautbesatz-Bestimmung.
- Eingesetzte Hackgeräte:** Mehrheitlich sechsreihige Heckanbau-Hackge-

räte mit Feinsteuerung. **Scharhackgerät** mit zwei Winkelmessern und 16 cm breitem Gänsefusssschar pro Reihe (Bärtschi).

**Sternhackgerät** mit 25 bis 28 cm breitem Lockerungsschar und zwei Hacksternpaaren pro Reihe, Sterndurchmesser 38 cm (Bärtschi).

**Amerikanische Sternhacke** 3 m mit 34 einzeln geführten Sternen mit 16 Spaten und 54 cm-Sterndurchmesser für ein ganzflächiges Hacken. Sterne versetzt in zwei Querreihen angeordnet (Agrisier).

**Scharhackgerät** mit 9,5 cm breiten Gänsefusssscharen und 10 cm breiten Freiräumen für das Querhacken (Rau).

**Erhebungen:** Arbeitstechnische Daten, Einsatzbedingungen, Unkrautbesatz, Feldaufgang, Arbeitsaufwand beim Handhacken, Ertragsbestimmung-Handernte sowie Laboranalysen in Zuckerfabrik Frauenfeld.

### Anbautechnische Massnahmen

Ein erfolgreicher Biozuckerrübenanbau erfordert eine fachgerechte, den Standortbedingungen angepasste Bestell- und Pflegetechnik sowie eine durchdachte Unkrautregulierungsstrategie. Allfällige Pflugsohlen und Bodenverdichtungen in 22 bis 35 cm Tiefe sollen im Sommer mit Grubber oder Parapflug aufgelockert und beseitigt werden. Nach der Getreideernte folgen Stoppelbearbeitung, Pflügen, Saatbettbereitung und Zwischenfruchtsaat. Mit einer flachen Stoppelbearbeitung wird das Keimen ausgefällener Getreide- und Unkrautsamen gefördert. Auch verschiedene Problemunkräuter lassen sich dabei leichter als später in Rüben bekämpfen.

In den Versuchen konnten die Felder (nasser Herbst 2002) erst im Dezember oder März gepflügt werden. Die relativ trockene Frühjahrswitterung ermöglichte in Tänikon die Durchführung einer soge-

Tab. 1: Versuchstechnische Angaben zur Unkrautregulierung in Biozuckerrüben 2003

Tänikon			Pfyn		
Bodenart:	Lehm Boden		Bodenart:	Sandiger Lehm	
Vorfrucht:	Winterweizen		Vorfrucht:	Winterweizen, Wickhafer-Gemenge	
Pflügen:	12. Dezember 2002		Pflügen:	10. März 2003	
Düngung:	28. März Gülle 25 m <sup>3</sup> /ha (40 kg N) 16. Mai Hornmehl 666 kg/ha (80 kg N)		Düngung:	Rindermist 250 dt/ha zur Zwischenfrucht	
Saatbett:	8. April Kreiselegge		Saatbett:	21. März Kreiselegge	
Einzelkornsaat:	9. April 6-reihig x 50 cm		Einzelkornsaat:	22. März 7-reihig x 45 cm	
Unkrautregulierung	Samen-abstand cm	Feld-aufgang %	Unkrautregulierung	Samen-abstand cm	Feld-aufgang %
Versuchsvarianten			Versuchsvarianten		
<b>A. Scharhackgerät</b>	10	86	<b>A. Scharhackgerät</b>	8	69
<b>B. Sternhackgerät</b>	10	86			
<b>C. Amerik. Stern-/Scharhacke</b>	10	86	<b>B. Amerik. Stern-/Scharhacke</b>	8	69
<b>D. Dammanbau/Sternhacke</b>	10	54			
<b>E1. Bandabdeckfolie/Sternhacke</b>	16	63	<b>C. Längs-/Querhacken/Scharhacke</b>	8	69
<b>E2. Endabstand-Saat/Sternhacke</b>	16	84			
<b>F. Bandabflammen/Scharhacke</b>	10	86	<b>D. Bandabdeckfolie/Hacken</b>	16	66
<b>G. CULTAN*-Düngung/Scharhacke</b>	10	86			
<b>H1. Längs-/Querhacken/Scharhacke</b>	6	77			
<b>H2. Längs-/Querhacken/Scharhacke</b>	9	79			
<b>Hacken:</b> 5. Mai (C+H 15. Mai) <b>24. Mai/4. Juni</b>			<b>Hacken:</b> <b>17. April/6. Mai</b> (C: 7. Mai, B: 15. Mai) <b>30. Mai</b>		
Ertragserhebungen: 2. Oktober (4x10 m <sup>2</sup> /Variante)			Ertragserhebungen: 16. September (3x10 m <sup>2</sup> /Variante)		
<b>Verunkrautung:</b> Hirtentäschel, Ackerstiefmütterchen, Taubnessel, Raue Gänsedistel, Hühnerhirse, Knöterich, Ackerwinde, Ackerkratzdistel, Vielsamiger Gänsefuss.			<b>Verunkrautung:</b> Vogelmiere, Taubnessel, Raue Gänsedistel, Flohknöterich Klettenlabkraut, Quecke, Löwenzahn.		

\*CULTAN = Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition (Ammonium-Depotdüngung), nach Prof. K. Sommer, Bonn



Abb.2: Durch das Sternhackgerät mit Lockerungsscharen wurde der Boden gut gelockert, gewendet und die Unkräuter durch Anhäufeln stark unterdrückt (2. und 3. Durchgang).

nannten **Unkrautkur**. Dabei konnte der Boden am 11. und 21. März mit Schleppen oder Striegel flach bearbeitet und die keimenden Unkräuter auch mit der Saatbettbereitung (8. April) vernichtet werden. In Pfyn war die Zeitspanne zwischen Pflügen und Saat zu kurz, um eine Unkrautkur durchzuführen (Tab. 1).

Die Saatbettbereitung nach der Frühjahrsfurche erforderte infolge unebener Bodenoberfläche den Einsatz einer Kreiselegge mit Krümler. Ein feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett und eine Saat in mindestens auf 5°C erwärmten Boden fördern ein zügiges Auflaufen der Rüben. Letzteres hat sich infolge relativ trockener und kalter Witterung im März/April etwas verzögert.

Die Wahl des Samenabstandes in der Reihe richtet sich nach dem Zielbestand von 9 bis 11 Rüben/m<sup>2</sup> bei der Ernte, dem Reihenabstand von 45 oder 50 cm und dem Feldaufgang von etwa 70 bis 80%. Letzterer wurde im Versuch Tänikon mehrheitlich erreicht oder verfahrensbedingt unterschritten. Die etwas tieferen Werte in Pfyn sind auf ein gröberes Saatbett und trockene Witterung zurückzuführen (Tab. 1).

### Unkrautregulierung: Verfahrensvergleich

Die Zuckerrüben zeichnen sich durch eine langsame Jugendentwicklung und bis zum 6-Blattstadium durch eine geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern aus. Sie reagieren empfindlich auf Verschüttungen und unmittelbare Bodenbewegungen beim Hacken. Die Unkrautregulierung in den Versuchen erfolgte bei günstiger, eher trockener Witterung. Sie erforderte meist drei maschinelle Hack-

durchgänge sowie ein zwei- bis dreimaliges Handhacken in den Rübenreihen. Die Hackgeräte wurden im 2-, 4- bis 6- und 6- bis 8-Blattstadium der Rüben eingesetzt:

**Das Scharhackgerät** mit 37 bis 40 cm breiten Hacksätzen zeichnete sich bei

3 bis 5 cm Arbeitstiefe und 3 bis 4 km/h Fahrgeschwindigkeit durch eine gute Bodenlockerung und Unkrautvernichtung aus. Die Winkelmesser mit 4 bis 5 cm Abstand zu den Rübenreihen, welche auch die Funktion von Schutzscheiben ausüben, wenden den Boden besonders bei geringer Fahrgeschwindigkeit zu wenig. Mittels an der FAT entwickelter Striegelssätze konnte der Wende- und Mulcheffekt wesentlich verbessert werden (Abb. 1). Mit zu den Reihen gerichteten Winkelmesserspitzen wurden die Rübenpflanzen beim letzten Hackdurchgang leicht angehäuft.

**Das Sternhackgerät** ergab bei 4 bis 6 cm Arbeitstiefe und 4 bis 6 km/h Fahrgeschwindigkeit eine gute Arbeitsqualität. Der leicht steinige Boden wurde durch die Schare und Sterne gelockert und gewendet sowie die Unkräuter eingemulcht. Beim zweiten und dritten Durchgang konnten die Reihen angehäuft und die Unkräuter zugedeckt werden (Abb. 2). Wegen der Gefahr des zu starken Zudeckens der Rüben müssen die



Abb. 3: Mit der Amerikanischen Sternhacke lässt sich eine ganzflächige Unkrautregulierung erreichen, ohne die Rüben stark zu schädigen (4-Blattstadium, schräger Anbau).



Abb. 4: Mit Kreiselegge mit Dammformblech aus dem Gemüsebau resultierten zu lockere und für die Saat zu wenig tragfähige Dämme. Andruckrollen und eine leichte mechanische Einzelkornsämaschine sind zu bevorzugen.

Sternwinkelstellung und die Fahrgeschwindigkeit aufeinander abgestimmt werden.

**Die Amerikanische Sternhacke** arbeitet reihenunabhängig und ermöglicht ein ganzflächiges Hacken. Dabei werden auch die Unkräuter in den Reihen ausgehakt oder verschüttet. Mangels Erfahrung wurde sie erst im 4- bis 6-Blattstadium der Rüben nach vorgängigem Hacken mit dem Scharhackgerät eingesetzt. Der beste Arbeitserfolg resultierte bei einem etwas schrägen, asymmetrischen Anbau am Traktor (Unterlenker 5 bis 10 cm quer zur Fahrtrichtung verstellt) und standortangepasster Fahrgeschwindigkeit von 7 bis 12 km/h (Abb. 3). Bei einer Arbeitstiefe von 3 bis 4 cm wurden etwa 2 bis 3% Rüben ausgerissen und wenige Blätter verletzt. Beim symmetrischen Anbau in Pfyn und rund 12 km/h Fahrgeschwindigkeit konnte hingegen nur ein Arbeitseffekt ähnlich einem Krustenbrecher erzielt werden (Arbeitstiefe 2 bis 3 cm). Die Handhabung ist relativ anspruchsvoll, weil Stützrollen für eine exakte Tiefenführung fehlen.

**Der Dammanbau** wird hauptsächlich auf schweren Böden in Norddeutschland praktiziert. Infolge Oberflächenvergrößerung trocknet und erwärmt sich der Boden schneller und die Rüben beginnen rascher mit dem Wurzelwachstum. Neben geringerer Schädlingsgefahr (Schnecken, Erdflöhe), werden 10 bis 15%ige Mehrerträge erwartet. Bei der im Versuch eingesetzten Kreiselegge mit Dammformblech wurden 18 bis 20 cm hohe, jedoch zu lockere Dämme aufgebaut (Abb. 4). Der fehlende Bodenschluss erschwerte die Saat und wirkte sich negativ auf den Feldaufgang (54%) und die Unkrautregulierung aus. Mit zweimaligen Einsätzen des Sternhackgerätes wurden die Dammflanken bearbeitet und die Unkräuter in der Dammkrone durch Anhäufeln unterdrückt.

**Das Bandabdeckfolien-Verfahren** wurde bisher im Gemüse- und Maisbau angewendet. Eine bessere Wasser- und Wärmekonservierung sowie Unkrautunterdrückung lassen höhere Erträge erwarten. Die in den Versuchen verwendete, im Biolandbau zugelassene Schwarzfolie von der Firma Andermatt Biocontrol AG, Grossdietwil, ist mittels eines an der FAT konstruierten Handgerätes verlegt worden. Die Handsaat erfolgte in die vorher in 16 cm grossen Abständen gestanzten Löcher. Der eher mässige Feld-

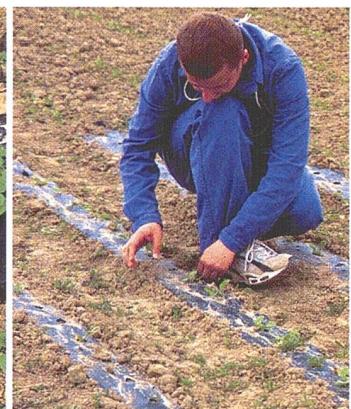


Abb.5: Mit den 15 cm breiten Folienbändern sind die Rübenreihen vor Wärme- und Wasserverlust sowie Verunkrautung geschützt. Die in 2,4 cm grossen Löchern aufgelaufene Begleitflora muss allerdings von Hand ausgerissen werden.



Abb.6: Bei der CULTAN-Düngung wird die konzentrierte Gülle von einer leistungsfähigen Pumpe über Leitung, Armatur und Schläuchen zu den drei Lockerungsmeisseln geleitet und 15 cm tief zwischen den Rübenreihen abgelegt.



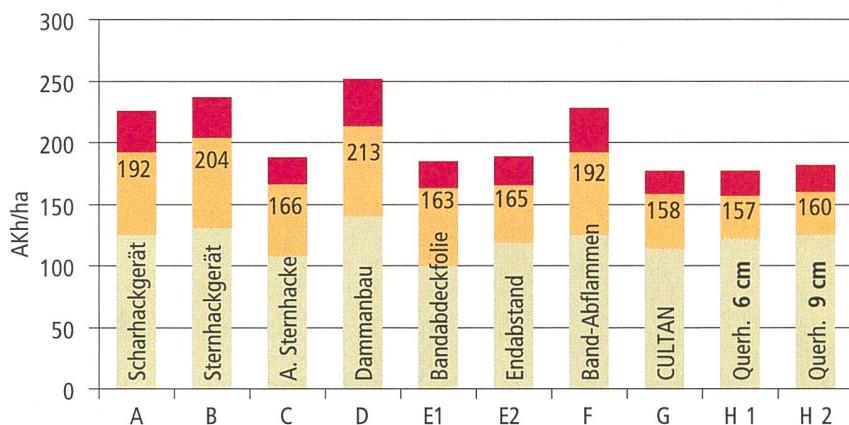
Abb. 7: Durch ein gezieltes Querhacken lässt sich der Unkrautbesatz in den Reihen erheblich reduzieren. Die Unkräuter nahe der Rüben müssen mittels Handhacken beseitigt werden.

aufgang von 63 bzw. 69% hängt offensichtlich mit der trockenen Witterung zusammen. Neben Rüben liefen auch Unkräuter in den Folienlöchern auf. Letztere mussten folglich von Hand behutsam beseitigt werden (Abb. 5). Die Be-

kämpfung der Unkräuter zwischen den Folienbändern erforderte einen zweimaligen Einsatz des Sternhackgerätes. Wegen der Gefahr der Folienrandverletzung und des Rübenzudeckens ist eine abgestimmte Einstellung des Sternanstellwin-

## Arbeitsaufwand beim Handhacken

### Versuch Tänikon



### Versuch Pfyn

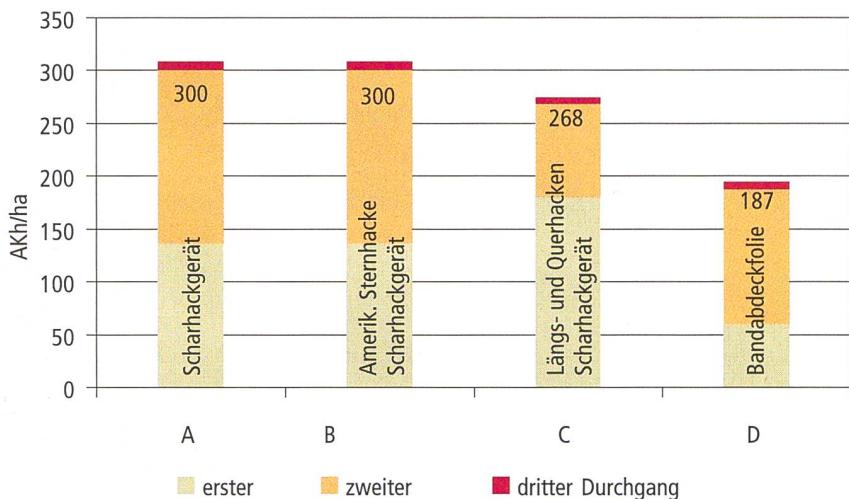


Abb. 8: Eine grosse Mischverunkrautung mit Problemunkräuter erfordert einen hohen Aufwand für das Handhacken in den Rübenreihen, inklusive Vereinzeln.

kels erforderlich. Der erwartete Folienabbau innerhalb von 60 Tagen verzögerte sich praktisch bis zur Ernte, erschwerte sie jedoch nicht.

**Die Endabstand-Saat** wird bisher im Biorübenanbau wegen der befürchteten Ausfälle durch Krankheiten und Schädlinge selten angewendet. Im Versuch entwickelte sich beim 16 cm-Samenabstand ohne Vereinzeln ein geschlossener Rübenbestand. Die Unkrautregulierung erforderte drei Durchgänge mit dem Sternhackgerät.

**Das Bandabflammen** mit rund 60 kg/ha Propangas im 6-Blattstadium der Rüben bekämpft zwar viel Unkräuter, schädigt aber die Rüben beträchtlich, verzögert

das Wachstum und reduziert den Ertrag. Der versuchsmässige Einsatz eines Handabflammgerätes mit Butargas-Infrarot-Strahlung und Unterblattbehandlung ergab mehrheitlich eine ungenügende Unkrautvernichtung ohne Schädigung der Rüben.

**Das CULTAN-Verfahren** bzw. eine Ammonium-Depotdüngung lassen Vorteile bezüglich N-Versorgung, Verminderung der Nitratauswaschung und bei der Unkrautregulierung erwarten. Im Versuch wurde die durch Umkehrsmose fünf-fach aufkonzentrierte Gülle (N-Gehalt 1,5%) wie folgt ausgebracht:

- 40 kg N/ha und 10 cm-Bänder nach der Saat angegossen

- 80 (= G1) oder 120 kg N/ha (= G2) im 5-Blattstadium als Güllen-Depot in Kombination mit Hacken, zwischen jede zweite Reihe in 15 cm Tiefe (Abb.6). Dabei musste die Fahrgeschwindigkeit auf 2 km/h reduziert werden. Wegen eventueller N-Verluste ist ein Zudecken der zum Teil offenen Schlitze angezeigt.

**Das Längs-/Querhacken** bezieht eine Minimierung der ungehackten Streifen in den Rübenreihen und damit des erforderlichen Handhackens. Das Längshacken erfolgte gleich wie bei der Variante «A» in drei Durchgängen. Für das einmalige Querhacken im 4-Blattstadium wurden hingegen Gänsefusschare in rund 20 cm Abständen und mit 10 cm Freiräumen eingesetzt (Abb. 7). Bei den 6 und 9 cm Samenabständen wird ein notwendiger Pflanzenabstand für ein optimales Querhacken gesucht. Letzteres ist noch verbessерungsbedürftig, weil die abgeschnittene Bodenschicht unzureichend gewendet wurde.

## Arbeitsaufwand beim Handhacken

Der Arbeitsaufwand für das Handhacken hängt hauptsächlich von den Standortbedingungen, der ungehackten Fläche der Rübenreihen-Streifen und des Unkrautregulierungsverfahrens ab. Er wurde beim ersten, zweiten und dritten Durchgang erhoben (Abb. 8). Letzterer – in der Praxis nicht üblich – soll eine Unkrautversammlung verhindern.

Im Versuch Tänikon ergab sich der grösste Arbeitsaufwand beim ersten Durchgang. Das Handhacken enthält hier die Unkrautbeseitigung in der Reihe und das Rübenvereinzeln im 2- bis 4-Blattstadium. Die Unkrautbeseitigung unter den Rübenblättern war besonders arbeitsaufwändig. Nach zwei Durchgängen schnitten sechs von zehn Versuchsvarianten mit 157 bis 166 AKh/ha im Vergleich zur Standardvariante (A = 192 AKh/ha) besser ab, wobei nicht alle Senkungspotenziale genutzt werden konnten. Im Versuch Pfyn, auf sehr stark verunkrauteten Parzellen fiel der Handarbeitsaufwand besonders hoch aus. Bei Folienabdeckung mit 187 AKh/ha wurde der tiefste Wert erzielt, gefolgt von der Variante «Querhaken». Infolge mässigem Queckenbesatz war der Aufwand bei den übrigen Varianten auf 300 AKh/ha gestiegen (Felddurchschnitt = 150 AKh/ha).

# >FAT-BERICHE Nr. 612/2004

## Anbautechnik und Unkrautregulierungsverfahren für Biozuckerrüben

### Rüben- und Zuckerertrag

Die günstige Witterung im Frühling 2003 förderte die Jugendentwicklung und einen frühen Reihenschluss. Die extreme Trockenheit und Sommerhitze hingegen reduzierten das Rübenwachstum und begünstigte die Cercospora-Blattfleckenerkrankung insbesondere in Pfyn. Die Biozuckerrüben wurden am ersten Kampagnetag in Frauenfeld verarbeitet und mussten bereits nach dem 20. September geerntet werden. Trotz der extremen Witterung und Frühernte wurden hohe Durchschnittswerte beim Rübenertrag (Tänikon 753 dt/ha/Pfyn 766 dt/ha) und Weisszuckerertrag (120/114 dt/ha) sowie ein Zuckergehalt von 18,1/16,9% erzielt

(Abb. 9). Im Versuch Tänikon weisen die Verfahren G1+2, B, E1 und H1+2 tendenzmäßig oder teilweise gesichert die höchsten Werte auf. Bei der CULTAN-Düngung bewirkte die 120 kg N/ha-Variante gegenüber jener von 80 kg/ha eine Senkung des Zuckergehaltes von 18,2 auf 17,7%. In Pfyn hingegen weicht nur die Abdeckfolie-Variante stark von den übrigen ab. Dies ist offensichtlich auf einen stellenweise kiesigen Unterboden mit grossem Wassermangel, der noch durch die Schwarzfolien-Kollektorwirkung verstärkt wurde, zurückzuführen. Die Pflanzenzahl bei der Ernte gibt Aufschluss über die meist verfahrensbedingte Pflanzendichte sowie die Form und den Durchmesser der Rübenwurzeln. Bodenverdichtungen und lokale Hohlräume

beeinträchtigen eine Pfahlwurzelentwicklung sowie verursachen eine Beinigkeit der Rüben und folglich erhöhte Ernteverluste.

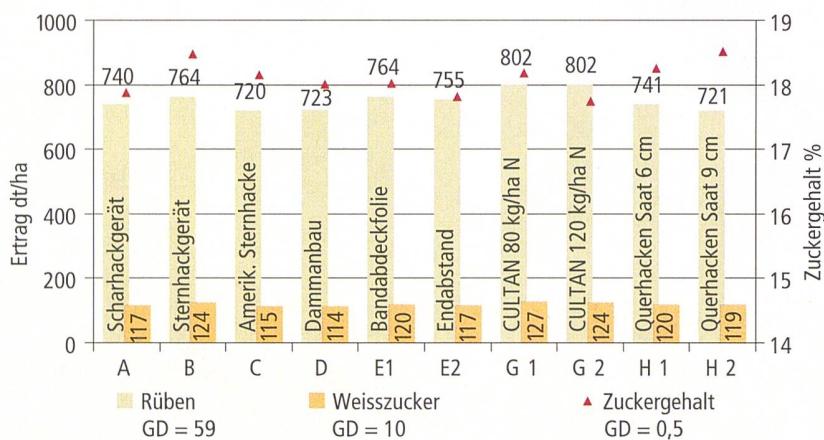
### Schlussfolgerungen

Die einjährigen Untersuchungen zeigen, dass ein erfolgreicher Biozuckerrübenanbau eine sorgfältige, standortangepasste Bodenbearbeitung, Sätechnik und Unkrautregulierung erfordert. Letztere sollte bereits nach der Vorkultur gegen die Problemunkräuter wie Quecke, Winden, Disteln usw. durchgeführt werden. Nach Herbst-Pflugfurche kann eine mechanische Unkrautbekämpfung rechtzeitig vor der Saat den späteren Unkrautbesatz auch in den Reihen reduzieren. Ein mittelkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett, eine Saat auf Halbsoll- oder Endabstand fördert ein zügiges Rübenwachstum und reduziert den Arbeitsaufwand beim Vereinzen und Handhacken.

Die Unkrautregulierung erfordert in der Regel drei maschinelle Hackdurchgänge und zumindest zweimaliges Handhacken in den Rübenreihen. Letzteres benötigte einen Aufwand von rund 150 AKh/ha. Das Ziel von 100 AKh/ha scheint erreichbar, setzt allerdings eine weitere Verbesserung der Gerätetechnik voraus (IP-Anbau rund 10 AKh/ha). Beim Längs- und Querhacken kann die Kombination mit Striegeln den Arbeitseffekt stark verbessern. Die Ausrüstung der Amerikanischen Sternhacke mit Stützrollen lässt eine exakte Einstellung der Arbeitstiefe und im Zusammenwirken mit einem asymmetrischen Anbau einen besseren Arbeitseffekt erwarten. Das Potenzial des Folienverfahrens kann infolge der extremen Witterungsbedingungen ohne Schädlingsbefall von 2003 noch nicht abgeschätzt werden. Gegenwärtig fehlen für den Rübenanbau unter Folien noch die entsprechenden Maschinen. Die CULTAN-Depot-Düngung mit konzentrierter Gülle könnte auch bei den übrigen Reihenkulturen des Bioland- und Gemüsebaus an Bedeutung gewinnen. Die Untersuchungen werden im Jahr 2004 fortgesetzt.

### Rüben- und Zuckerertrag

#### Versuch Tänikon



#### Versuch Pfyn

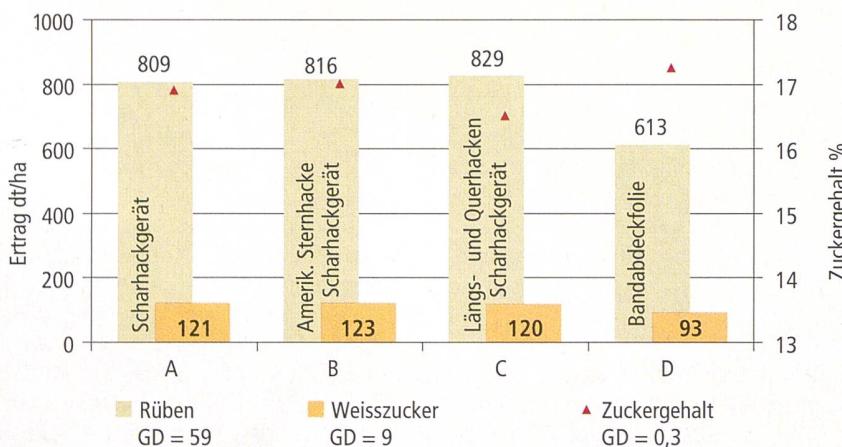


Abb. 9: Trotz der extremen Sommertrockenheit und -hitze sowie der frühen Ernte wurden sehr gute Rüben- und Zuckererträge erzielt (Ausnahme Pfyn: Variante D, kiesiger Unterboden, starker Wassermangel). GD bezeichnet die statistisch kleinste gesicherte Differenz bei  $p = 0,05$ .