FAT-Berichte Nr. 633 | 2005

# Verbesserung der Anbau- und Unkrautregulierungstechnik bei Biozuckerrüben

## Verminderter Aufwand beim Handhacken, gute Erträge

Edward Irla, Ernst Spiess und Jakob Heusser, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen
E-Mail: edward.irla@fat.admin.ch

**Ein erfolgreicher Anbau von Biozuckerrüben erfordert eine standortangepasste Bodenbearbeitung, Dünge- und Sätechnik sowie eine gezielte Unkrautregulierung. Letztere beginnt bereits im Sommer nach der Vorkulturernte gegen die Problemunkräuter sowie im März-April gegen die Frühjahrskeimer.**

**In Feldversuchen von 2003 und 2004 wurden verschiedene Anbautechniken sowie Verfahren zur Unkrautregulierung untersucht. Im Vordergrund standen eine Verbesserung der Anbautechnik und eine Verringerung des Aufwands beim Handhacken. Die Unkrautregulierung im Mai-Juni erforderte drei bis vier maschinelle Hackdurchgänge und mindestens zweimaliges Handhacken in den Rübenreihen. Letzteres benötigte im Jahr 2004 einen deutlich geringeren Aufwand von rund 70 bis 140 AKh/ha als im Vorjahr. Dies ist hauptsächlich auf eine effiziente, flache Bodenbearbeitung im Frühjahr, einen etwas geringeren Unkrautbesatz und eine verbesserte Unkrautregulierungstechnik zurückzuführen.**

**Mit einem Ertrag von rund 600 bis 800 dt/ha lässt sich mit Biozuckerrüben eine gute Rentabilität erzielen.**

*Abb. 1: Mit dem Scharhackgerät und FAT-Bandstriegel wurde nach drei Durchgängen eine ausreichende Unkrautregulierung zwischen den Reihen erzielt.*

| Inhalt | Seite |
|---|---|
| Problemstellung | 2 |
| Untersuchungsverlauf, Gerätetechnik | 2 |
| Anbautechnische Massnahmen | 2 |
| Verfahrensvergleich der Unkrautregulierung | 3 |
| Arbeitsaufwand beim Handhacken | 6 |
| Rüben- und Zuckerertrag | 7 |
| Arbeitsbedarf und Kosten | 8 |
| Schlussfolgerungen | 9 |

agroscope
FAT TÄNIKON

## Problemstellung

Nach der EU-Bioverordnung muss zur Herstellung von zuckerhaltigen Bioprodukten Biozucker verwendet werden (EWG Nr. 2092/91). Im Jahr 2001 starteten die Zuckerfabriken und die Bio Suisse das Projekt «Schweizer Biozucker». Das jährliche Marktpotenzial wurde auf 2000 Tonnen Biozucker geschätzt, was einer Rübenanbaufläche von rund 400 ha entsprach. Obwohl die Preise für Biorüben mit Zuschlägen rund Fr. 19.- bis Fr. 21.-/dt betragen, ist die Anbaubereitschaft gering. Die Gründe sind: Erhöhtes Schlechtwetterrisiko, Schädlings- und Krankheitsdruck sowie grosser Handarbeitsaufwand von 90 bis 340 AKh/ha (Arbeitskraftstunden pro Hektare) für die Unkrautregulierung. Um das Produktionsziel zu erreichen, kamen rund 90 % der Biorüben aus Süddeutschland.

Bei der Lösung der anbautechnischen Probleme sind folgende Institutionen beteiligt: SFZ Aarberg, FiBL Frick, SHL Zollikofen, Agroscope FAL Reckenholz und Agroscope FAT Tänikon

## Untersuchungsverlauf, Gerätetechnik

In zweijährigen Untersuchungen wurden vier Feldversuche an drei Standorten mit der robusten, zuckerreichen, rizomaniatoleranten Sorte «Cyntia» durchgeführt (Tab. 1).

- Zwei **Exaktversuche in Tänikon**, unter bio-ähnlichen Anbaubedingungen und «Split-plot-Anlage» mit je vier Wiederholungen pro Versuchsvariante (Reihenabstand 50 cm).
- **Praxisversuche in Pfyn und Affeltrangen** auf Biobetrieben als «Blockanlage» mit je drei Wiederholungen pro Versuchsvariante (Reihenabstand 45 cm).
- **Eingesetzte Geräte**: Mehrheitlich sechsreihige Heckanbau-Hackgeräte mit Feinsteuerung:

– **Scharhackgerät** mit zwei Winkelmessern und 16 cm breitem Gänsefussschar pro Reihe (Bärtschi, Abb. 1).
– **Sternhackgerät** mit 25 bis 28 cm breitem Lockerungsschar und zwei Hacksternpaaren pro Reihe, Sterndurchmesser 38 cm (Bärtschi).
– **Amerikanische Sternhacke**, 3 m breit mit 34 einzeln geführten Sternen mit je 16 Spaten und 54 cm Sterndurchmesser für ein ganzflächiges Hacken. Sterne sind versetzt in zwei Querreihen angeordnet (Agrisier).
– **Scharhackgerät** mit 9,5 cm breiten Gänsefussscharen und 10 cm breiten Freiräumen für das Querhacken (Rau).
– **Striegel** mit Rundstahlzinken mit 7 mm Durchmesser und 2,5 cm Strichabstand (Haruwy).

**Tab. 1: Versuchstechnische Angaben zur Unkrautregulierung in Biozuckerrüben.**

| Arbeitsverlauf | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|
| **Standort** | **Tänikon** | **Tänikon** | **Pfyn** | **Affeltrangen** |
| Bodenart | Lehmboden | Sandiger Lehm | Sandiger Lehm | Schwach toniger Lehm |
| Vorfrucht | Winterweizen | Winterweizen, Klee-Gras | Winterweizen, Wick-Hafer | Wintergerste, Wick-Hafer |
| Pflügen | 12.12.2002 | 11.12.2003 | 10.03.2003 | 05.12.2003 |
| Düngung | 28.03. Gülle 25 $m^3$/ha = 40 kg N<br>16.05. Hornmehl 666 kg/ha = 80 kg N | 17.10. Gülle 28 $m^3$/ha<br>10.12. Rindermist 200 dt/ha<br>28.05. Hornmehl 666 kg/ha | Rindermist 250 dt/ha zur Zwischenfrucht | Kompost 35 $m^3$/ha zur Zwischenfrucht |
| Eggen/Striegeln | 11.03. / 21.03. | 18.03. / 31.03. | | 30.03. / 14.04. |
| Saatbettbereitung | 08.04. Kreisselegge | 14.04. Kreiselegge | 21.03. Kreiselegger | 16.04. Federzinken + Cambridge-Walze |
| Einzelkornsaat | 09.04. 6-reihig x 50 cm | 15.04. 6-reihig x 50 cm | 22.03. 7-reihig x 45 cm | 16.04. 6-reihig x 45 cm |

| Unkrautregulierungsverfahren | Samenabstand cm (2003 und 2004) | Feldaufgang % 2003 | Feldaufgang % 2004 |
|---|---|---|---|
| **A. Scharhackgerät** | 10 | 86 | 68 |
| **B. Sternhackgerät** | 10 | 86 | 68 |
| **C. Amerik. Stern-**/Scharhacke | 10 | 86 | 68 |
| **D. Dammanbau**/Sternhacke | 10 | 54 | 58 |
| **E1. Bandabdeckfoile**/Sternhacke | 16 | 63 | 56 |
| **E2. Endabstand-Saat**/Sternhacke | 16 | 84 | 87 |
| **F. Hacken/Striegeln**/Scharhacke | 10 | 86 | 68 |
| **G. CULTAN*-Düngung**/Scharhacke | 10 | 86 | 78 |
| **H1. Längs-/Querhacken**/Scharhacke | 6 | 77 | 68 |
| **H2. Längs-/Querhacken**/Scharhacke | 9 | 79 | 72 |

| Unkrautregulierungsverfahren | Samenabstand cm 2003 | Samenabstand cm 2004 | Feldaufgang % 2003 | Feldaufgang % 2004 |
|---|---|---|---|---|
| **A. Scharhacke** | 8 | 11 | 69 | 86 |
| **B. Hacken / Striegeln** | 8 | 11 | 69 | 88 |
| **C. Längs- / Querhacken** | 8 | 11 | 69 | 88 |
| **D. Bandabdeckfolie** | 16 | 16 | 66 | 78 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Hacken am:** | 05.05 / 24.05 / 04.06 | 17.05 / 07.06 / 24.06 | 17.04 / 06.05 / 30.05 | 03.05 / 18.05 / 09.06 |
| Ertragserhebungen | 02.10. (4 x 10 $m^2$/Verfahren) | 29.09. (4 x 10 $m^2$/Verfahren) | 16.09. (3 x 10 $m^2$/Verfahren) | 16.09. (3 x 10 $m^2$/Verfahren) |
| **Verunkrautung** | Hirtentäschel, Ackerstiefmütterchen, Taubnessel, Rauhe Gänsedistel, Knöterich, Ackerwinde, Klettenlabkraut, Quecke, Vogelmiere, Amarant, Hühnerhirse | | Vogelmiere, Taubenessel, Rauhe Gänsedistel, Flohknöterich, Hohlzahn, Klettenlabkraut, Quecke, Löwenzahn | |

*CULTAN = **C**ontrolled **U**ptake **L**ong **T**erm **A**mmonium **N**utrition (Ammonium-Depotdüngung), nach Prof. K. Sommer, Bonn

## Anbautechnische Massnahmen

Der Biozuckerrübenanbau ist anspruchsvoll und erfordert eine standortangepasste Bodenbearbeitung, Dünge- und Sätechnik sowie eine gezielte Unkrautregulierungsstrategie. Die Pflugsohlen und Bodenverdichtungen in 22 bis 35 cm Tiefe lassen sich im Sommer mit Grubber oder Parapflug auflockern und beseitigen. Mit einer flachen Stoppelbearbeitung nach der Getreideernte werden ausgefallene Getreide- und Unkrautsamen zur Keimung angeregt und vernichtet. Auch verschiedene Problemunkräuter wie Quecke, Winden, Disteln usw., lassen sich dabei besser als später in Rüben bekämpfen.
Als Grunddünger werden Mist oder Kompost zur Zwischenkultur ausgebracht und bei der Saatbettbereitung flach eingearbeitet. Anschliessend folgt die Saat einer nicht winterharten Gründüngung.

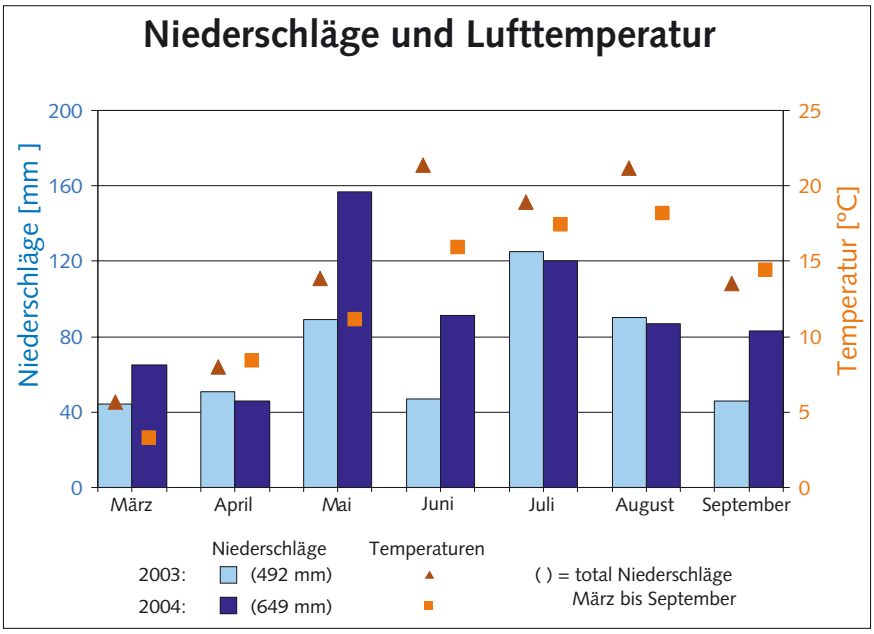


*Abb. 2: Niederschläge und Durchschnittstemperaturen in den sieben Monaten der zwei Versuchsjahre in Tänikon.*

In den Versuchen wurden die Felder im Dezember oder erst im März (Pfyn) gepflügt. Die relativ trockene Frühjahrswitterung ermöglichte in Tänikon und Affeltrangen die Durchführung einer sogenannten **Unkrautkur**. Mit Schleppe, Spatenrollegge oder Striegel konnte der Boden flach bearbeitet und die keimenden Unkräuter vernichtet werden (Tab. 1).

Die Saatbettbereitung erforderte infolge eines hohen Steinbesatzes (Tänikon) oder einer grobscholligen Bodenoberfläche (Pfyn) den Einsatz einer Kreiselegge mit Packerwalze. Ein feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett und eine Saat in mindestens auf 5° C erwärmten Boden fördert ein zügiges Auflaufen und Wachstum der Rüben. Letzteres hat sich infolge relativ trockener und kalter Witterung im April 2004 verzögert (Abb. 2).
Die Wahl des Samenabstandes richtet sich nach dem Zielbestand von 9 bis 11 Rüben/m² bei der Ernte, dem Reihenabstand von 45 oder 50 cm und dem erwarteten Feldaufgang von etwa 70 bis 80 %. Letzterer wurde mehrheitlich erreicht oder verfahrensbedingt unterschritten. Die etwas tieferen Werte in Pfyn und Tänikon (2004) sind auf ein gröberes Saatbett oder/und trockene Witterung zurückzuführen.

*Abb. 3: Mit 8-Striegelzinken je Hacksatz wurde ein ausreichender Wende- und Mulcheffekt erreicht. Rechts: Unkrautbesatz in der Kontrollparzelle, Tänikon 2004.*

## Verfahrensvergleich der Unkrautregulierung

Die Zuckerrüben zeichnen sich durch eine langsame Jugendentwicklung und bis zum 6-Blattstadium durch eine geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern aus. Sie reagieren empfindlich auf Ver-

*Abb. 4: Die Lockerungsschare verbessern den Arbeitseffekt des Sternhackgerätes besonders in harten, steinigen Böden (2. und 3. Durchgang mit Anhäufeln der Reihen).*

schüttungen und unmittelbare Bodenbewegungen beim Hacken. Die Unkrautregulierung in den Versuchen erfolgte mehrheitlich bei günstiger, eher trockener Witterung (Ausnahme, Tänikon 2004). Sie erforderte meist drei maschinelle Hackdurchgänge im 2-, 4- bis 6- und 6- bis 10-Blattstadium der Rüben sowie ein zweimaliges Handhacken in den Reihen.

**Das Scharhackgerät** mit 37 bis 40 cm breiten Hacksätzen zeichnete sich bei einer Arbeitstiefe von 3 bis 5 cm und einer Fahrgeschwindigkeit von 3 bis 5 km/h durch eine gute Bodenlockerung und Unkrautvernichtung aus. Beim ersten Hackdurchgang sind die Hohlschutzscheiben den Winkelmessern vorzuziehen. Letztere schneiden gut, wenden aber den Boden besonders bei geringer Fahrgeschwindigkeit zu wenig. Mit den an der FAT entwickelten Striegelsätzen konnte der Wende- und Mulcheffekt deutlich verbessert werden (Abb. 3). Mit zu den Reihen gerichteten Winkelmesserspitzen wurden die Rübenpflanzen beim letzten Hackdurchgang leicht angehäufelt.

**Das Sternhackgerät** ergab bei einer Arbeitstiefe von 4 bis 6 cm und einer Fahrgeschwindigkeit von 4 bis 6 km/h eine gute Arbeitsqualität. Leicht steiniger Boden wurde durch die Schare und Sterne gelockert und gewendet sowie die Unkräuter eingemulcht. Beim zweiten und dritten Durchgang konnten die Reihen angehäufelt und die Unkräuter zugedeckt werden (Abb. 4). Wegen der Gefahr des zu starken Zudeckens der Rüben – auch beim ersten Durchgang durch den seitlichen Erdwurf der Schare – müssen die Sternwinkelstellung und die Fahrge-

*Abb. 5: Die Amerikanische Sternhacke ermöglicht beim schrägen Anbau eine ganzflächige Unkrautregulierung. Wegen Verletzungsgefahr, konnte sie nur einmal ab 4-Blattstadium der Rüben eingesetzt werden.*

*Abb. 6: Mit Dammfräse/-walzenkombination wurden kompakte Dämme aufgebaut. Deren zu knappe Tragfähigkeit im sandigen Lehmboden erforderte eine Entlastung der einzelnen Einzelkornsägeräte mit Federn (Pfeil).*

schwindigkeit aufeinander abgestimmt werden.

**Die Amerikanische Sternhacke** (Rollsternhacke) arbeitet reihenunabhängig und ermöglicht ein ganzflächiges Hacken. Dabei werden die kleinen Unkräuter auch in den Reihen ausgehackt oder verschüttet. Wegen Verletzungsgefahr, Steine oder Witterung wurde sie erst im 4- bis 8-Blattstadium der Rüben, nach vorgängigem Hacken mit dem Scharhackgerät, eingesetzt. Der beste Arbeitserfolg resultierte beim etwas schrägen, asymmetrischen Anbau am Traktor und standortangepasster Fahrgeschwindigkeit von 7 bis 10 km/h (Abb. 5). Bei einer Arbeitstiefe von 3 cm wurden etwa 2 bis 3 % Rüben ausgerissen und wenige Blätter verletzt. Durch den FAT-Stützrollen-Einbau war die Tiefenführung besser. Beim symmetrischen Anbau ist der Arbeitseffekt nur einem Krustenbrecher ähnlich und auch gegen grössere Unkräuter nicht ausreichend. Die Sternhacke ist als Ergänzung und nicht als Alternative zu bisherigen Hackgeräten zu betrachten.

**Dammanbau**. Infolge Oberflächenvergrösserung trocknet und erwärmt sich der Boden in Dämmen schneller und die Rüben beginnen rascher mit dem Wurzelwachstum. Mit Kreiselegge (2003) mit Dammformblech wurden 18 bis 20 cm hohe, aber für die Saat weniger tragfähige Dämme als mit der Dammfräse/-walzenkombination aufgebaut (2004, Abb. 6). Der fehlende Bodenschluss, Steinbesatz oder ein rasches Abtrocknen der Dämme (2004) wirkten sich negativ auf den Feldaufgang (54 – 58 %) und die Unkrautregulierung aus. Mit dreimaligen Einsätzen des Sternhackgerätes ab 4-Blattstadium der Rüben wurden die Dammflanken bearbeitet und die Unkräuter in der Dammkrone durch Anhäufeln unterdrückt.

**Das Bandabdeckfolien-Verfahren** lässt eine bessere Wasser- und Wärmekonservierung sowie Unkrautunterdrückung erwarten. Die 25 cm breiten Schwarzfolienstreifen von der Firma Andermatt Biocontrol AG, Grossdietwil, sind mittels eines FAT-Handgerätes verlegt worden. Die Handsaat erfolgte in die zuvor in 16 cm Abständen gestanzten Löcher (Ø 24 mm). Der eher mässige Feldaufgang in Tänikon und Pfyn von 56 bis 66 % hängt mit der trockenen Witterung und der Bodenart zusammen. Die in Folienlöchern aufgelaufenen Unkräuter mussten von Hand beseitigt werden (Abb. 7). Die Bekämpfung der Unkräuter, zwischen den Folienbändern erforderte einen zweima-

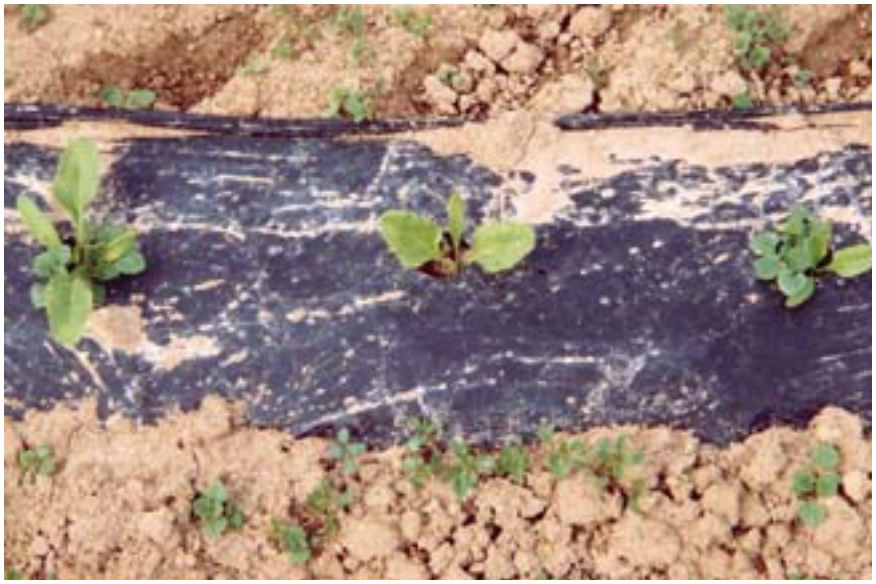

*Abb. 7: Die Schwarzfolienbänder sollen die Rüben vor Wärme- und Wasserverlust sowie Unkraut schützen. Durch Sonne entsteht eine Kollektorwirkung, die Feuchte kann durch die Löcher verdunsten. Die Begleitflora muss von Hand beseitigt werden.*

*Abb. 8: Das Querstriegeln ist gegen Unkraut wirkungsvoller als dasjenige entlang der Rübenreihen.*

ligen Einsatz des Sternhackgerätes. Der erwartete Folienabbau innerhalb von 60 Tagen verzögerte sich bis zur Ernte, ohne sie zu erschweren.

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

**Das Hacken/Striegeln**, bestehend aus der Kombination, dreimal Hacken und einmal Striegeln ersetzte die Bandabflamm-Variante von 2003. Mit rund 60 kg/ha Propangas im 6-Blattstadium der Rüben wurden zwar viele Unkräuter bekämpft, aber auch die Rüben geschädigt. Dies verzögerte das Wachstum und reduzierte den Ertrag.

Das Striegeln im 6- bis 8-Blattstadium der Rüben – nach dem zweiten Hackdurchgang – bei einer Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h ergab nur gegen Unkräuter bis zum 2-Blattstadium eine befriedigende Wirkung. Der Arbeitseffekt des wegen Witterung verspäteten Querstriegelns in Affeltrangen fiel bei einer Arbeitstiefe von 3 bis 4 cm besser aus ohne jedoch die Pfahlwurzelunkräuter zu erfassen (Abb. 8).

**Das CULTAN-Verfahren**, bzw. eine Ammonium-Depotdüngung lassen Vorteile bezüglich N-Versorgung, Verminderung der Nitratauswaschung und bei der Unkrautregulierung erwarten. In Versuchen wurde die durch Umkehrosmose auf einer Membrantrennanlage fünfach aufkonzentrierte Gülle (N-Gehalt 1,5 %) 2003 anstelle einer Kopfdüngung mit Hornmehl wie folgt ausgebracht:

- 40 kg N/ha und 10 cm-Bänder nach der Saat angegossen
- 80 kg N/ha (= 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 (2004: G1 = 40, G2 = 80 kg N/ha, Abb. 9).

Die CULTAN-Parzellen wiesen vergleichsweise eine geringere Verunkrautung auf.

**Das Längs-/Querhacken** bezweckt eine Minimierung der ungehackten Streifen in den Rübenreihen und damit des erforderlichen Handhackens. Das Längshacken erforderte drei Durchgänge. Für das einmalige Querhacken im 4- bis 6-Blattstadium wurden hingegen Gänsefussschare in rund 20 cm Abständen und mit 10 cm Freiräumen eingesetzt (Abb. 10). Das Querstriegeln verbessert den Wendeeffekt der abgeschnittenen Bodenschicht. Bei den 6 und 9 cm Samenabständen wurde ein notwendiger Pflanzenabstand für ein optimales Querhacken gesucht.

## Arbeitsaufwand beim Handhacken

Der Arbeitsaufwand für das Handhacken hängt hauptsächlich von den Standortbe-

*Abb. 9: Die CULTAN-Gülle-Düngung erfolgt mittels drei Lockerungsmeisseln (Pfeil) in 15 cm Tiefe beim zweiten Hackdurchgang.*

*Abb. 10: Mit Querhacken wird der Unkrautbesatz in den Reihen erheblich reduziert.*

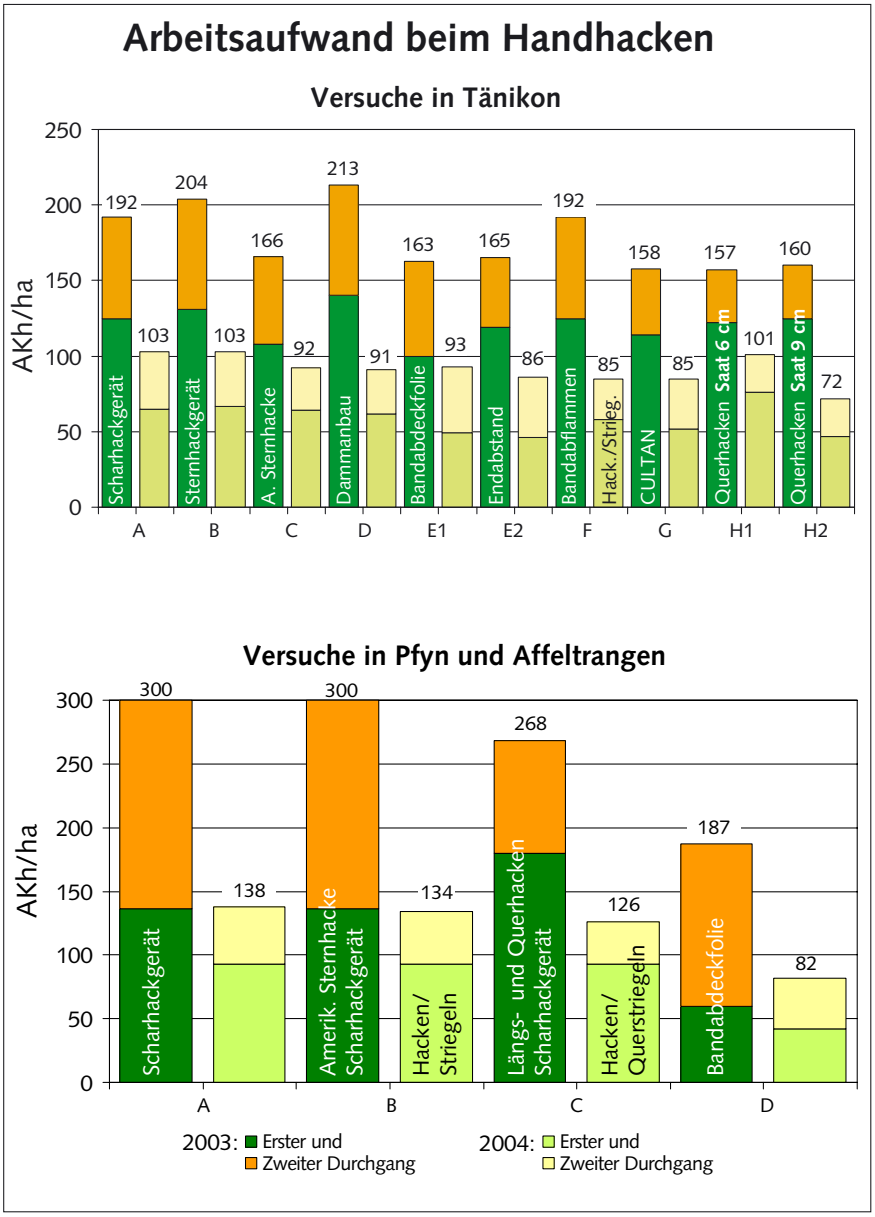


*Abb. 11: Arbeitsaufwand beim Handhacken in den Rübenreihen, inkl. Vereinzeln.*

dingungen, der ungehackten Fläche der Rübenreihen-Streifen, der Samenabständen und des Unkrautregulierungs-Verfahrens ab. Der erste Durchgang erforderte meist den grössten Arbeitsaufwand (Abb. 11). Er enthält auch rund 20 bis 30 AKh/ha für das Vereinzeln der Rüben im 2- bis 4-Blattstadium. Nach zwei Durchgängen konnte der Arbeitsaufwand im Jahr 2004 gegenüber 2003 beinahe halbiert werden. Dies ist auf günstigere Standortbedingungen mit einem geringeren Unkrautbesatz, effizientere «Unkrautkur» und eine verbesserte Unkrautregulierungstechnik zurückzuführen. Im Versuch Tänikon schnitten sieben von zehn Versuchsvarianten mit 72 bis 93 AKh/ha besser als die Standardvariante «A» mit 103 AKh/ha ab. Der Mehraufwand von 29 AKh/ha beim Querhacken «H1 zu H2» ist auf das aufwendigere Vereinzeln beim 6 cm-Samenabstand zurückzuführen. Der Arbeitsaufwand liess sich auch auf den Biobetrieben durch die Folienabdeckung oder das Hacken/Querstriegeln erheblich reduzieren.

## Rüben- und Zuckerertrag

Die Pflanzenzahl bei der Ernte gibt Aufschluss über die meist verfahrensbedingte Pflanzendichte (7,5 bis 10,3 Rüben/m²) sowie die Form und den Durchmesser der Rübenwurzeln (Abb. 12). Die Beinigkeit der Rüben deutet auf Bodenverdichtungen, Steinbesatz und lokale Hohlräume hin. Beispielsweise in lockeren Dämmen wurden nur 120 beinige Rüben pro Are (D, 2004) festgestellt.

Das Rübenwachstum und die Erträge wurden hauptsächlich durch die Standortbedingungen und Witterung beeinflusst (Abb. 13). Trotz extremer Trockenheit und Sommerhitze 2003 sind hohe Durchschnittswerte beim Rübenertrag: **Tänikon** 753 dt/ha und Weisszucker 120 dt/ha sowie ein Zuckergehalt von 18,1 % erzielt worden. Die tieferen Werte 2004 sind offensichtlich auf den relativ trockenen, kalten Frühling, zum Teil Wurzelbrand und hohen Steinbesatz im Boden zurückzuführen. Die CULTAN-Düngung ergab tendenzmässig oder teilweise gesichert die höchsten Ertragswerte. Die 120 kg N/ha-Variante bewirkte gegenüber jener von 80 kg/ha in beiden Jahren eine Senkung des Zuckergehaltes um 0,5 %. Die übrigen Versuchsvarianten weisen untereinander relativ geringe Unterschiede auf.

In **Pfyn** betrugen die Durchschnittswerte beim Rübenertrag 766 dt/ha und Weisszucker 114 dt/ha sowie beim Zuckergehalt 16,9 %. Die tieferen Werte beim Abdeckfolienverfahren sind auf einen grossen Wassermangel infolge Schwarzfolien-Kollektorwirkung, zurückzuführen. In Affeltrangen sind die Verfahrensunterschiede statistisch nicht gesichert (s. Grafik).

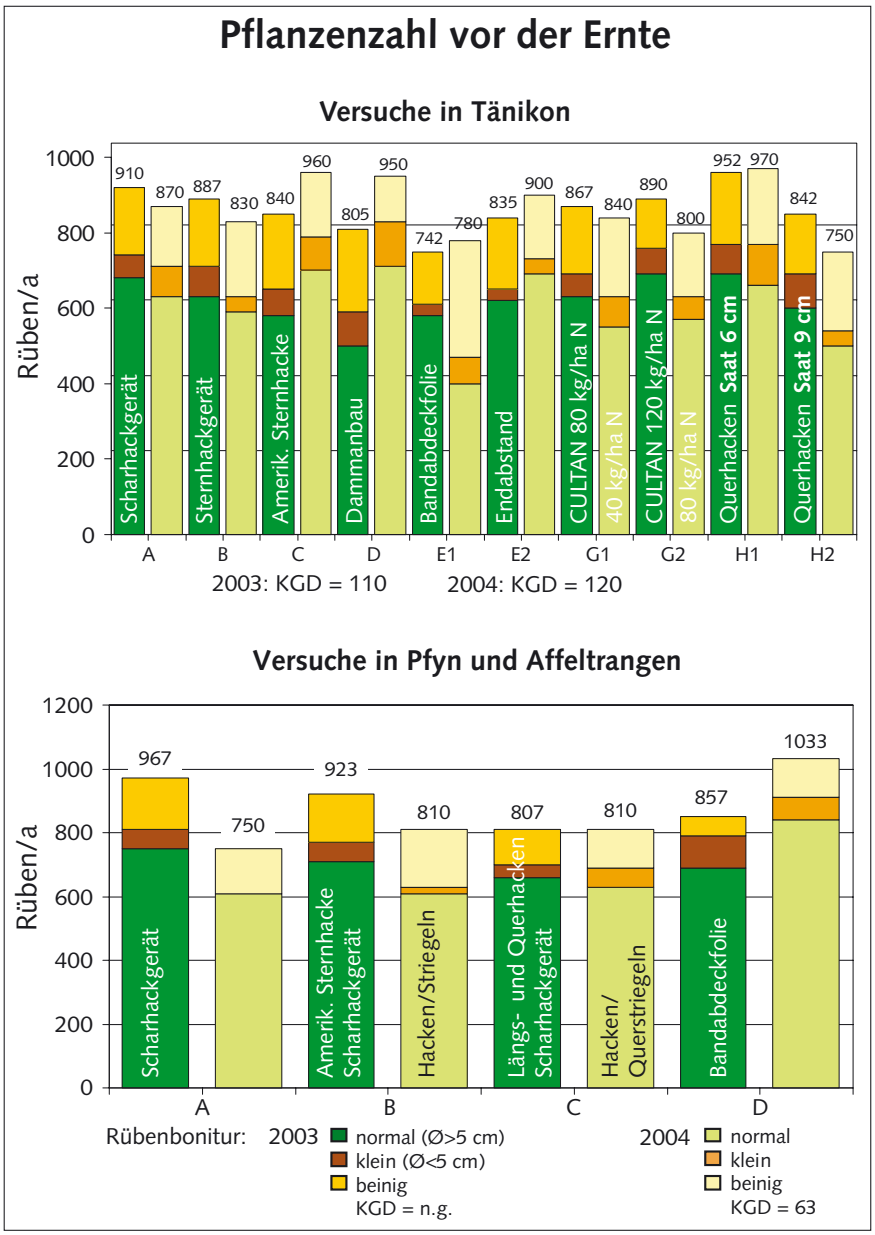


*Abb. 12: Die angestrebte Pflanzenzahl von 9 bis 11/m² wurde oft verfahrensbedingt nicht erreicht. KGD bezeichnet die statistisch kleinste gesicherte Differenz bei p = 0,05, hier für die Bestandesdichte.*

## Arbeitszeitbedarf und Kosten

**Der Arbeitszeitbedarf** für das Vorbereiten und Bedienen der Hack- und Striegelgeräte beträgt je nach Verfahren 7,5 bis 9,3 AKh/ha (Tab. 2). Das Handhacken in den Rübenreihen hingegen, das von zahlreichen Faktoren wie Standort, Witterung,

**Tab. 2: Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten je Hektare bei Unkrautregulierung in Biozuckerrüben**
(Feldgrösse 2 ha, 3m-Hackgeräte mit Feinsteuerung, beim Querhacken und Amerikanischer Sternhacke nur Fahrerbedienung)

| Verfahren/Gerät<br>Anzahl Durchgänge ( ) | | A. Scharhackgerät (3) | B. Sternhackgerät (3) | C. Amerik. Sternhacke (1) Scharhacke (3) | D. Scharhacke (3) Striegel 9 m (1) | E. Längs-/Querhacken Scharhacke (4) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Arbeitsleistung | ha/h | 0,7 | 0,8 | 1,5/0,7 | 0,7/3,0 | 0,7 |
| **Arbeitszeitbedarf** [1] | | | | | | |
| Einsatz Geräte | Akh | 8,6 | 7,5 | 9,3 | 8,9 | 8,6 |
| Handhacken | Akh | 103-192 | 103-204 | 92-166 | 85-130 | 86-158 |
| Traktoren | Th | 4,3 | 3,8 | 5,0 | 4,6 | 5,7 |
| **Verfahrenskosten** | | | | | | |
| Gerät [2] | Fr. | 32.70 | 30.30 | 56.70 [3] | 35.50 | 43.60 |
| Traktor, 41 kW (Fr. 10.65/h) [2] | Fr. | 45.80 | 40.50 | 53.30 | 49.00 | 60.70 |
| **Total** | **Fr.** | **78.50** | **70.80** | **110.00** | **84.50** | **104.30** |

[1] Inkl. Wartung der Maschinen
[2] Nur variable Kosten, ohne Wartung (Ansätze gemäss FAT-Bericht Nr. 621)
[3] Inkl. Miete von Amerik. Sternhacke Fr. 24,-/ha, Anschaffungspreis Fr. 7500.-

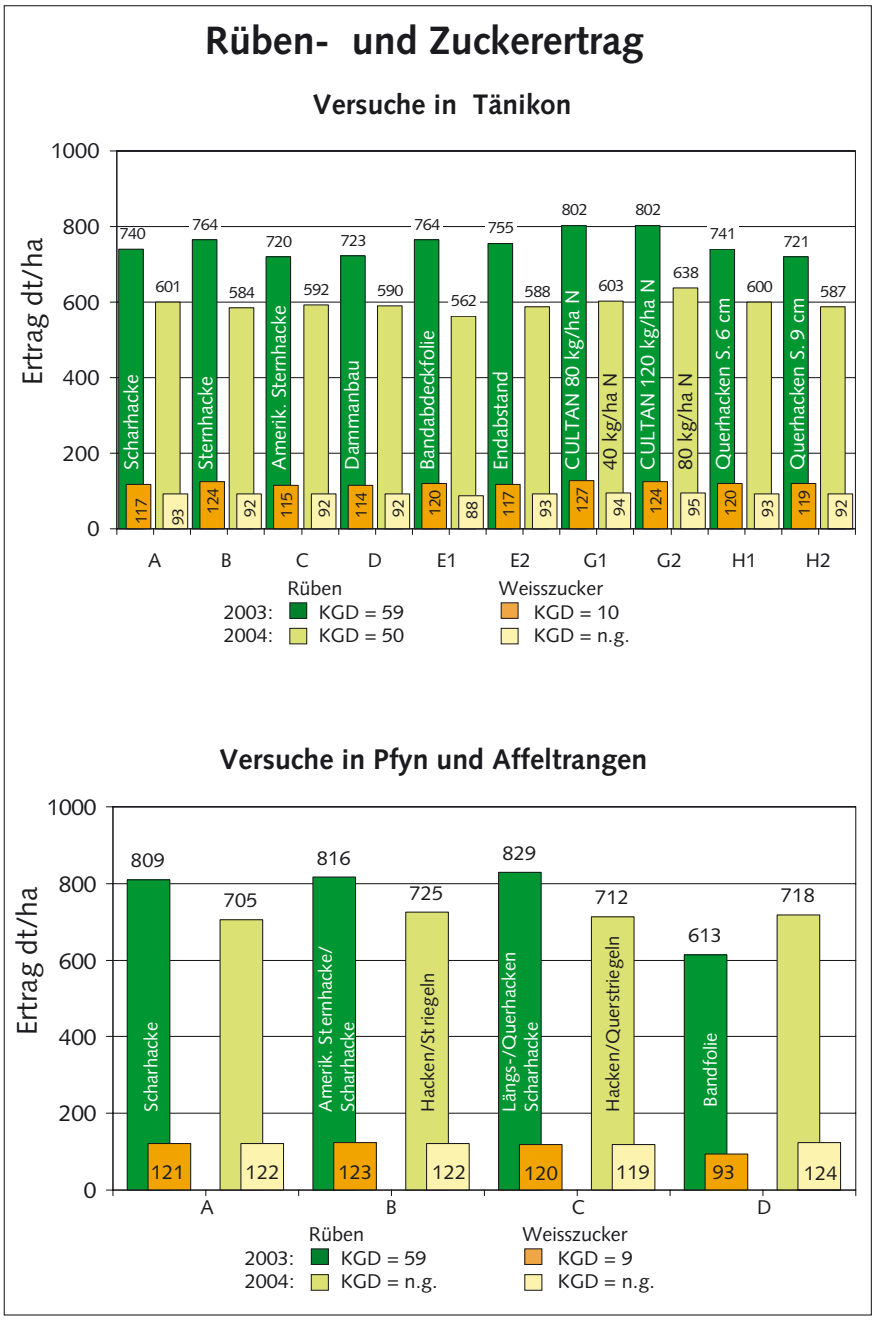


*Abb. 13: Rüben- und Zuckererträge je nach Unkrautregulierungs-Verfahren und Versuchsjahr.*

Unkrautregulierungs-Verfahren usw. abhängt, kann etwa das 10- bis 24-fache davon erfordern.

**Die Verfahrenskosten** der Unkrautregulierung sind für eine betriebseigene Mechanisierung und Arbeitskräfte berechnet. Sie enthalten nur die variablen Maschinenkosten (Ausnahme: Miete bei Verfahren C) und sind deshalb mit Fr. 71.- bis Fr. 110.-/ha relativ gering. Die standortbezogenen Verfahrenskosten lassen sich anhand der Angaben in Tab. 2 berechnen. Das Folienverfahren mit Folienkosten von rund Fr. 900.-/ha und der Dammanbau in Lohn von Fr. 500.-/ha werden bisher nur im Gemüsebau praktiziert.

Beim Biozuckerrübenbau mit einem Ertrag von 55 bis 70 Tonnen je Hektare kann gegenwärtig mit einem Deckungsbeitrag von etwa Fr. 8400.- bis 9000.-/ha gerechnet werden.

## Schlussfolgerungen

Die zweijährigen Untersuchungen zeigen, dass ein erfolgreicher Biozuckerrübenanbau eine fachgerechte Standortwahl sowie Bestell- und Pflegetechnik erfordert. Tiefgründige, nährstoffreiche Böden mit möglichst geringem Steinbesatz nach der Getreideernte sind zu bevorzugen. Die Bekämpfung der Problemunkräuter sollte bereits nach der Vorkulturernte erfolgen. Eine Herbst- oder Winterfurche ermöglicht eine rechtzeitige Unkrautbekämpfung im Frühjahr. Ein mittelkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett, eine Saat auf Halbsoll- oder Endabstand fördert das Rübenwachstum und reduziert den Arbeitsaufwand beim Vereinzeln und Handhacken.

Die Unkrautregulierung erfordert drei bis vier maschinelle Hackdurchgänge und zumindest zweimaliges Handhacken in den Rübenreihen. Letzteres benötigte im Jahr 2004 einen Aufwand von rund 70 bis 140 AKh/ha. Bei den Verfahren Querhacken, Hacken/Striegeln, CULTAN und Endabstand betrug der Arbeitsaufwand weniger als 90 AKh/ha. Der Dammanbau und das Folienverfahren haben eher auf mittel-/schweren Böden im Gemüsebau eine Berechtigung. Die CULTAN-Depot-Düngung mit konzentrierter Gülle kann hingegen auch bei den übrigen Reihenkulturen des Biolandbaus an Bedeutung gewinnen.

Obwohl die Standort- und Witterungsbedingungen nicht optimal waren, wurden hohe Rüben- und Zuckererträge erzielt. Dies zeigt das grosse Ertragspotential sowie gute Rentabilität des Biozuckerrübenanbaus auf.

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten.
Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei Agroscope FAT Tänikon, Bibliothek, CH-8356 Ettenhausen angefordert werden, Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: http://www.fat.ch

**ZH** Merk Konrad, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 11
Blum Walter, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 11
**BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,
3702 Hondrich, Telefon 033 650 84 30
Marti Fritz, Inforama Rütti und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
**LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00
Hodel René, LMS, 6276 Hohenrain,
Telefon 041 914 30 05
Widmer Norbert, LMS,
6276 Hohenrain, Telefon 041 914 30 77
**UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
**SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
**OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16
Landwirtschaftsamt, St.Antonistr. 4,
6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58
**NW** Wolf Franz, Landwirtschaftsamt,
Kreuzstr. 2, 6371 Stans,
Telefon 041 618 40 07
**GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
**ZG** Gut Willy, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
Furrer Jules, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
**FR** Kilchherr Hansruedi, Landw. Schule Grangeneuve
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
**SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
**BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
**SH** Landw. Beratungszentrum Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
**AI** Inauen Bruno, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
**AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
**SG** Lehmann Ueli, LBBZ Rheinhof,
9465 Salez, Telefon 081 758 13 19
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
**GR** Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
**AG** Müri Paul, Berufsbildung, Weiterbildung und
Beratung Liebegg, 5722 Gränichen,
Telefon 062 855 86 27
**TG** Baumgartner Christof, Fachstelle
Beratung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 23
**TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

**Impressum**

Herausgeber: Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Ettenhausen

Die FAT-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: Agroscope FAT Tänikon, Bibliothek, CH-8356 Ettenhausen. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: http://www.fat.ch
Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich.
ISSN 1018-502X.