

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 51 (1989)
Heft: 11

Artikel: Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat im Zuckerrübenbau : ein Bestandteil integrierter Produktion
Autor: Sturny, Wolfgang G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080638>

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

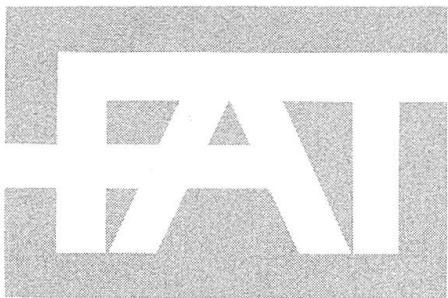
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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>



Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat im Zuckerrübenbau – ein Bestandteil integrierter Produktion

Wolfgang G. Sturny, Andres Meerstetter ¹⁾

Ziel der konservierenden Bodenbearbeitung ist das Vermindern oder Vermeiden von Beeinträchtigungen des Bodens und der Umwelt. Die Zuckerrübensaat in einen abgestorbenen Zwischenfruchtbestand ist ein Beitrag hierzu. Sie erfordert sachgerechte Bestellverfahren bzw. angepasste Mulchsaattechnik.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass auswinternde Phacelia Nitrat-Stickstoff sehr gut konserviert, unkrautunterdrückend aber schneckenfördernd wirkt und ertragsmässig der Herbst- oder Frühjahrsfurche gleichwertig oder überlegen ist. Mulchsaatverfahren mit Saatbettbereitung mittels Zinkenrotor oder Spatenrollegge sind kostengünstiger und bieten weniger technische Probleme als Mulchsaatverfahren ohne Saatbettbereitung wie Streifenfräs- oder Direktsaat.

1. Problemstellung

Der herkömmliche Zuckerrübenbau verlangt ein von Pflanzenresten geräumtes Saatbett. Mit Pflügen («reiner Tisch») und nachfolgender Saatbettbereitung wird dieses Ziel erreicht. Eine solche Bearbeitungsintensität kann sich negativ insbesondere auf die Bodenstruktur und den Nährstoffhaushalt auswirken. Um die Ertragsfähigkeit des Bodens bei gleichzeitiger Umweltschonung zu erhalten, gilt es daher, konservierende Bodenbearbeitungsverfahren im Einklang mit integrierten Produktionsmethoden anzuwenden.

Eine Bodenbedeckung im Winterhalbjahr verbessert das Wasseraufnahmevermögen und die Bodenstruktur (Abb. 1). Die Pflanzenrückstände bedingen jedoch ein neues Anbausystem mit insbesondere einer angepassten Saattechnik.

2. Konservierende Bodenbearbeitung bedingt angepasste Mulchsaattechnik

Definitionsgemäss (SOMMER et al., 1987) werden bei konservierender Bearbeitung Boden, Wasser und Nährstoffe mittels ganzjähriger Bodenbedeckung durch Pflanzen konserviert. Pflanzenreste der Vorfrüchte (Haupt- und/oder Zwischenfrucht) werden mit oder ohne Vermischung mit dem Boden auf der Oberfläche belassen. In bzw. durch diese Schicht werden Saat- oder Pflanzgut abgelegt. Auf jeden Fall wird auf die wendende Pflugarbeit zur Hauptfrucht verzichtet.

Der Ablauf des Mulchsaatverfahrens innerhalb eines Jahres (Abb. 2) unterscheidet sich vom herkömmlichen Anbausystem durch folgende Eigenheiten:

- Die Grunddüngung erfolgt bereits auf die Stoppeln der Vorfrucht.
- Der Pflug kann zur Bestellung der Zwischenfrucht, nicht aber

¹⁾ Kant. Landw. Schule Bülach



Abb. 1: Direktsaat in abgestorbenem Phaceliabestand bewirkt Bodenschutz bis zur Ernte (links), wogegen nach herkömmlicher Zuckerrübenbestellung bei starkem Niederschlag Oberflächenabfluss in verdichteten Fahrspuren auftreten kann.

für die Zuckerrüben als Hauptfrucht eingesetzt werden.

- Die Zwischenfrucht kann den Reststickstoff aufnehmen und organisch binden, das Bodengefüge stabilisieren und die Oberfläche schützen.
- Die ganzflächige Saatbettbereitung erfolgt meist mit zapfwel-lengetriebenen (Zinkenrotor [Abb. 3], Bodenfräse, Kreisel-egge) oder gezogenen Geräten (Spatenrollegge), die anschließende Zuckerrübensaart mit herkömmlichen oder mit Schneidscheiben modifizierten Einzelkornsämaschinen.
- Die Streifenfräs- und Direktsaat von Zuckerrüben ist nur in Ausnahmefällen geeignet. Notwendig sind mit Scheiben (Räum-, Schneidscheiben) ausgerüstete Einzelkorn- oder Spezialsämaschinen und eventuell der Einsatz eines Totalherbizides.
- Der N-Dünger wird entweder mittels kombiniertem Reihendüngerstreuer bei der Saat oder separat bis zirka eine Woche später ausgebracht.
- Das Feld darf vor der Zuckerrübensaart keine Fahrspuren aufweisen.

3. Versuchsdurchführung

1987 und 1988 wurden an der FAT je ein Feldversuch mit verschiedenen Pflug-/Zwischenfruchtvarianten und Bestellverfahren durch-

Abb. 2: Konzept des Mulchsaatverfahrens.

geführt. Daneben wurden von unserer Schwesteranstalt FAP-Rek-kenholz diverse Regulierungs-massnahmen der Unkrautflora er-probt (AMMON, 1989). Über die de-taillierten Versuchsangaben infor-miert Tab. 1. Nebst Bodenuntersu-chungen und pflanzenbaulichen Erhebungen erfolgten Verfahrens-

Ablauf des Mulchsaatverfahrens innerhalb eines Jahres

Juli/August

1. Stoppelbearbeitung
2. Grunddüngung (P, K, Mg)
Grundbodenbearbeitung

August

3. Saatbettbereitung
Saat der Zwischenfrucht

Oktober-März

4. Bodenbedeckung durch
abfrierende Zwischenfrucht

April

5. Zuckerrübensaart

Mulchsaat mit
Saatbettbereitung
(ganzflächig)

Mulchsaat ohne
Saatbettbereitung
(oder nur
streifenweise)

April

6. N-Düngung / Herbizideinsatz
(bei/nach der Saat)

kosten-Berechnungen. Es resultierten je eine Diplomarbeit der ETH-Zürich (DAEPP, 1987; MEERSTETTER, 1988).

Die meteorologischen Bedingungen erwiesen sich als sehr unterschiedlich: **1987** war durch ein **nasses, kühles Frühjahr** gekennzeichnet, wogegen es **1988** eher **warm und trocken** war (Tab. 1). Unter diesen Voraussetzungen haben die nachstehenden Resultate Repräsentativcharakter.

4. Resultate und Schlussfolgerungen

4.1 Stickstoffmineralisierung

Das **Pflügen** im Herbst bewirkte ein rasches **Ansteigen der Nitratwerte** und führte so zu einer erhöhten Auswaschung im Winter (Abb. 4). Sommerwicken nahmen weniger pflanzenverfügbaren Stickstoff auf und mineralisierten diesen rascher als Phacelia und zum Teil Sonnenblumen. Zudem wurde 1988 der höchste Amino-N-Gehalt (schädlicher Stickstoff) in den Zuckerrüben der intensiv bearbeiteten Sommerwicken-Parzellen gemessen.



Abb. 3: Das Einarbeiten von abgefrorenen Sonnenblumen mit dem Zinkenrotor gewährleistet eine verstopfungsfreie Einzelkornsaat.

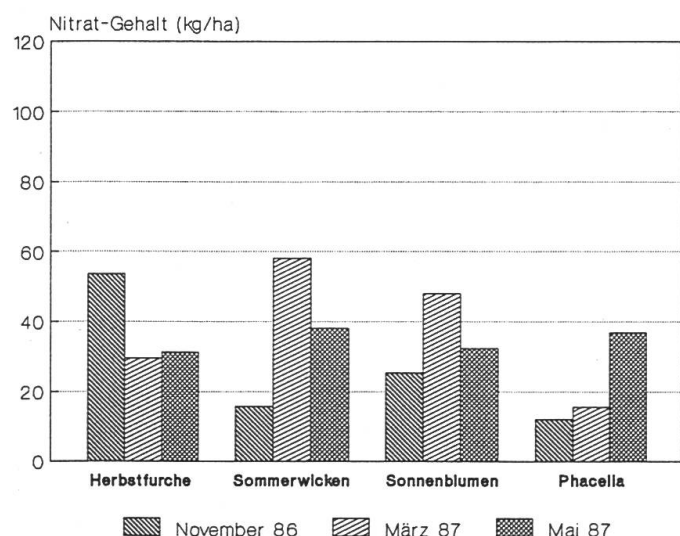
Folgerungen:

- Das oberflächliche Einarbeiten von Ernterückständen führt infolge N-Fixierung zu tieferen Nitrat-Gehalten als die wendende Pflugarbeit.
- Intensive Bodenbearbeitung fördert aufgrund der Durchlüftung die Stickstoffmineralisierung. Folglich soll nur dann gepflügt werden, wenn der Boden anschliessend bepflanzt wird,

das heisst im Sommer zur Zwischenfrucht oder im Frühjahr zur Hauptfrucht.

- Zwischenfrüchte eignen sich unterschiedlich zur Stickstoffkonservierung im Winter. Im Gegensatz zu Leguminosen zeigen Phacelia und Kreuzblütler, weniger ausgeprägt Sonnenblumen, ein hohes N-Aufnahmevermögen.

Zuckerrübenversuch 1987



Zuckerrübenversuch 1988

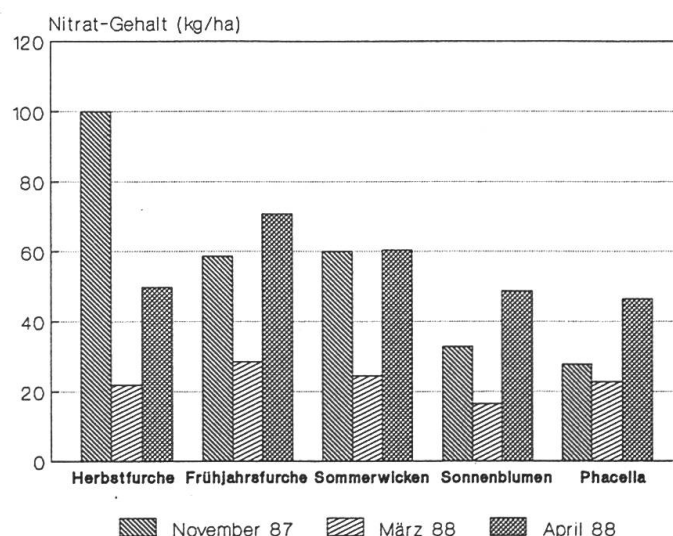


Abb. 4: Einfluss von **Pflugfurche** (nach Sommerwicken) und **Zwischenfrucht** auf den Nitrat-Gehalt in 0 - 60 cm Bodentiefe, zu je drei Zeitpunkten.

Tabelle 1: Versuchstechnische Angaben

	Zuckerrübenversuch 1987	Zuckerrübenversuch 1988
Standort	FAT-Tänikon («Altkloster»)	FAT-Tänikon («Löhren»)
Boden	27 % Ton, 33 % Schluff, 40 % Sand; 4,5 % Humus, pH 7,1	18 % Ton, 32 % Schluff, 50 % Sand; 2,1 % Humus, pH 6,7
Niederschläge/Temperaturen	März: 83,7 mm/6,3°C April: 75,5 mm/8,4°C Mai: 165,6 mm/8,8°C Juni: 192,2 mm/13,5°C	März: 216,8 mm/3,0°C April: 63,2 mm/8,2°C Mai: 86,4 mm/13,7°C Juni: 125,8 mm/15,1°C
Vorfrucht	Winterweizen/diverse Zwischenfrüchte	Winterweizen/diverse Zwischenfrüchte
Zwischenfruchtbestellung	Grubber, Frässaar (22.8.86): Sommerwicken: 110 kg/ha Sonnenblumen: 34 kg/ha Phacelia: 9 kg/ha	Paraplow, Pflug + Nachläufer, Breitsaat (20.8.87): Sommerwicken: 130 kg/ha Sonnenblumen: 43 kg/ha Phacelia: 12 kg/ha
Düngung	gemäss Düngungsrichtlinien FAP NPK: 5 Wochen vor der Zuckerrübensaar	gemäss Düngungsrichtlinien FAP PK: zur Zwischenfruchtbestellung N: 1 Woche nach der Zuckerrübensaar
Sorte/Saar	N-Kopfdüngung (12.6.87) Regina/Endabstand: 18 cm (18.4.87)	N-Kopfdüngung (24.5.88) Regina/Endabstand: 17 cm (19.4.88)
Ungras-/Unkrautbekämpfung	● 5 l/ha Basta ¹⁾ (18.4.87) Je 1,6 l/ha Fusilade extra ¹⁾ (14./25.5.87) 2 l/ha Betanal + 2 kg/ha Goltix (2.6.87) 2 l/ha Betanal + 2 kg/ha Goltix + 1 l/ha Nortron + 1 l/ha Genol (6.7.87) ● Reihenfräse und Handhacke (2. Junihälfte)	● 5 l/ha Basta ¹⁾ (7.4.88) 1,8 kg/ha Goltix in 20-cm-Band (19.4.88) 2 l/ha Betanal + 2 kg/ha Goltix + 2 l/ha Nortron (17.5.88) 2 l/ha Betanal + 2 kg/ha Goltix (27.5.88) ● Handhacke (2. Maihälfte)
Schneckenbekämpfung	—	Je 10 kg/ha Limax-Körner (10./20.5.88)
Ernte	6-reihig, 3-phasig (16.10.87)	6-reihig, 3-phasig (14.10.88)
Versuchsanlage	Streifenversuch: Pflug-/Zwischenfruchtvarianten Lateinisches Quadrat: Bestellverfahren, 4 Wiederholungen	Split-block, 4 Wiederholungen
Parzellengrösse	243 m ² (Ernteparzelle = 54 m ² à 4 Wiederholungen)	65 m ² (Ernteparzelle = 48,6 m ² à 3 Wiederholungen)
Pflug-/Zwischenfruchtvarianten	1 = Herbstfurche (Sommerwicken) 2 = Frühjahrsfurche (Sommerwicken) 3 = Sommerwicken 4 = Sonnenblumen 5 = Phacelia	1 = Herbstfurche (Sommerwicken) 2 = Frühjahrsfurche (Sommerwicken) 3 = Sommerwicken 4 = Sonnenblumen 5 = Phacelia
Bestellverfahren	A = Zinkenrotor + Einzelkornsar (EKS) B = Spatenrollegge + EKS C = Streifenfrässaar D = Direktsar	A = Zinkenrotor + EKS B = Spatenrollegge + EKS C = Streifenfrässaar D = Direktsar

¹⁾ In gepflügten Parzellen nicht angewendet

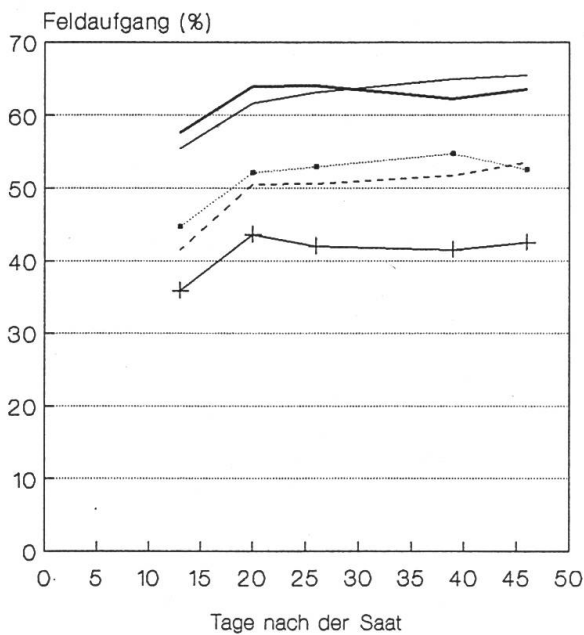
- Die verzögerte Mineralisierung bei Mulchsaaten in Phacelia-Rückstände könnte eine erhöhte N-Düngung zur Saat und eine reduzierte Kopfdüngung erfordern. Angepasste Düngungskonzepte sind von den zuständigen Stellen noch zu erarbeiten.

4.2 Felddaufgang

1987 bewirkten die gepflügten Parzellen ein schnelleres Auflaufen und höhere Zuckerrüben-Bestandesdichten als die ungepflügten, 1988 hingegen wurden nach Herbstfurche leicht niedrigere Werte ermittelt (Abb. 5). Verursach-

ten 1987 die Sommerwicken-Rückstände den schlechtesten Felddaufgang, so wiesen 1988 die Sommerwicken- zusammen mit den Phacelia-Parzellen die besten Absolutwerte auf. Die unterschiedliche Witterung (Tab. 1) hatte dabei einen sehr wesentlichen Einfluss.

Zuckerrübenversuch 1987



Zuckerrübenversuch 1988

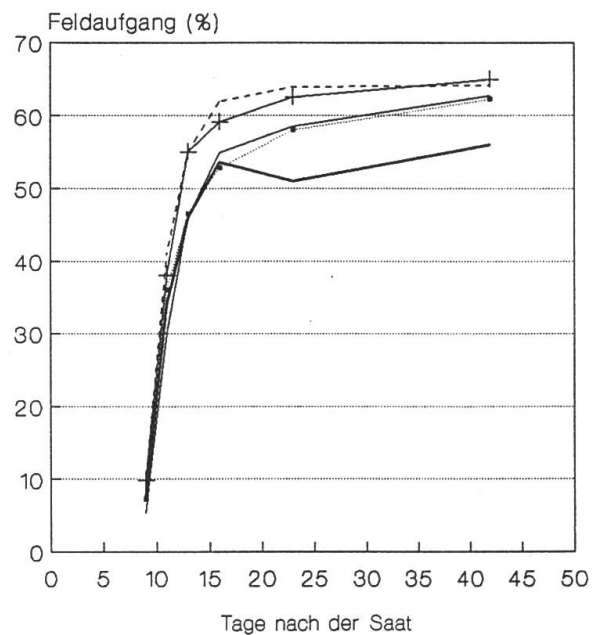
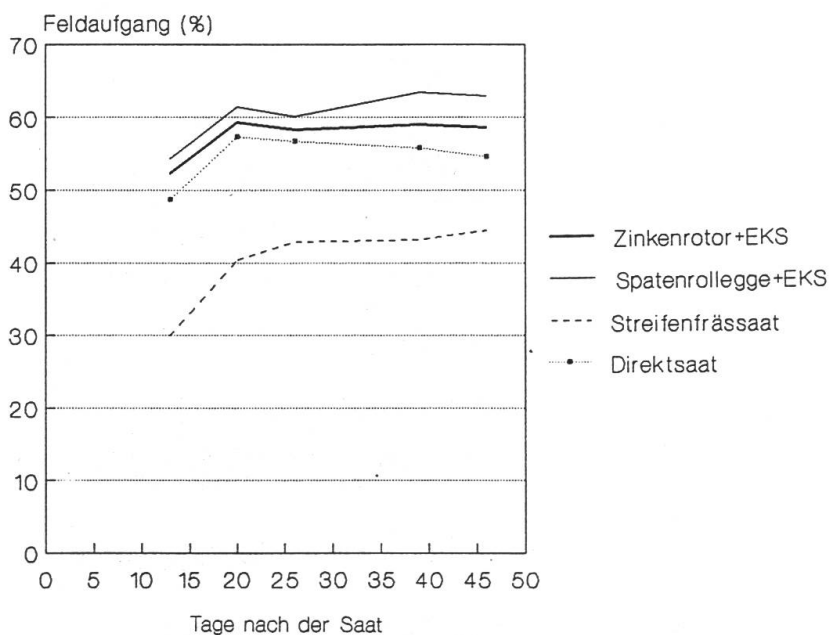


Abb. 5: Einfluss von **Pflugfurche** (nach Sommerwicken) und **Zwischenfrucht** auf den Zuckerrüben-Felddaufgang (Mittelwerte der vier Bestellverfahren).

Zuckerrübenversuch 1987



Zuckerrübenversuch 1988

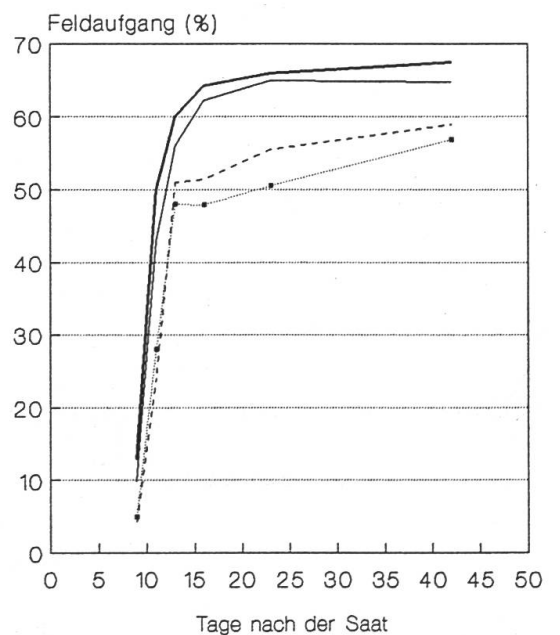


Abb. 6: Einfluss von **Bestellverfahren** auf den Zuckerrüben-Felddaufgang (Mittelwerte der Pflug-/Zwischenfrucht-Varian-ten).



Abb. 7: Unregelmässiger Zuckerrübenbestand nach zu flacher Direktsaat in Sonnenblumenmulch.

Mulchsaat nach ganzflächiger Saatbettbereitung mittels **Zinkenrotor** oder **Spatenrollegge** erbrachte die **besten Feldaufgänge**, wogegen bei Mulchsaat ohne Saatbettbereitung bestelltechnische Probleme auftraten (Abb. 6). Bei der **Streifenfrässaat** resultierten im Frühjahr 1987 unterschiedliche Bearbeitungs- und Saattiefen, verursacht durch Bodenunebenheiten infolge des Grubbereinsatzes zur Zwischenfruchtbestellung. Das Saatgut wurde vielfach in eine zu lockere und teils zu feuchte Bodenschicht sowie zu tief abgelegt, wodurch der Feldaufgang stark beeinträchtigt wurde. 1988 erfolgte bei der **Direktsaat** (bedingt durch die Versuchsanlage als «split-block design») unter extrem harten Bodenbedingungen vielfach eine ungenügende Samenbedeckung durch die Zudeckscheiben. In der Folge bewirkte die länger anhaltende Trockenheit ein verzögertes, teilweise unregelmässiges Auflaufen der Pflanzen (Abb. 7).

Folgerungen:

- Zwischenfruchtart sowie extreme Witterungs- und Bodenbedingungen beeinflussen den Feldaufgang stärker bei Mulch-

saat ohne Saatbettbereitung als bei Mulchsaat mit Saatbettbereitung.

- Der Zinkenrotor und die Spatenrollegge bewirken einen sicheren Feldaufgang.
- Bei Streifenfräs- und Direktsaat ist mit einem langsameren Feldaufgang und einer etwas niedrigeren Bestandesdichte zu rechnen. Der Feldaufgang allein ist aber nicht ertragsentscheidend.
- Mulchsaat ohne Saatbettbereitung erfordert eine sehr genaue Beobachtung im Feld, um dann zum optimalen Zeitpunkt mit exakter Maschineneinstellung (Räumscheiben, Fräs-/Säaggregate, Zudeckscheiben, Druckrollen) die Saat durchzuführen.

4.3 Unkraut und Regulierungsmassnahmen

Da bei einem Pflugverzicht die mechanische Unkrautvernichtung unterbleibt, fällt der **Zwischenfrucht** in bezug auf **Unkrautunterdrückung** eine entscheidende Bedeutung zu (AMMON, 1989). Nach dem Grubbereinsatz entwickelten sich im Sommer 1986 die in Frässaat ausgebrachten Sonnenblumen

und Phacelia wegen geringer Saattiefe relativ schlecht. Zudem sollte Phacelia flach gesät und gut zugedeckt werden (Dunkelkeimer!). 1987 entwickelten sich nach Sommerfrucht die in Breitsaat ausgebrachten Sommerwicken sowie Sonnenblumen aufgrund des späten Saattermins nicht optimal. Insbesondere in den schwachen Zwischenfruchtbeständen waren die Hauptunkräuter 1987 Getreide-Durchwuchs und 1988 Raps einer drei Jahre zurückliegenden Vorfrucht.

Bei der Mulchsaat nach ganzflächiger Saatbettbereitung mit dem zapfwellengetriebenen **Zinkenrotor** wurden die überwinterten **Pflanzen mechanisch vernichtet**. Mit der gezogenen **Spatenrollegge** war die **Bekämpfung von Altunkräutern** hingegen **ungenügend**.

Bei der **Mulchsaat ohne Saatbettbereitung** (Streifenfräs-, Direktsaat) führte die dichte Altverunkrautung zu erheblichen Problemen und **beeinträchtigte die Zuckerrüben** in ihrer Entwicklung. Nebst den üblichen Herbiziden (Tab. 1) wirkten die vorgängig eingesetzten (Total- bzw. Spezialherbizide gegen Gräser) nur ungenügend. Dies war hauptsächlich bedingt durch die regnerische und kühle Witterung 1987 und die trockene Witterung 1988, so dass zusätzlich mit mechanischen Massnahmen eingegriffen werden musste.

Folgerungen:

- Die Regulierungsmassnahmen der Unkrautflora stellen einen limitierenden Faktor für pfluglose Anbausysteme dar.
- Phacelia besitzt bei richtiger Saat eine gute unkrautunterdrückende Wirkung. Diese ist bei Sommerwicken weniger ausgeprägt und bei Sonnenblumen unbefriedigend (Saattermin).
- Die Verunkrautung der Zwischenfruchtbestände soll durch eine frühe und dichte Drill- oder

besser Breitsaat in ein unkrautfreies Saatbett verhindert werden.

- Die Wirkung von Vor- und Nachsaat-Herbiziden auf etablierte Unkräuter ist witterungsbedingt unsicher bzw. riskant. Deshalb müssen stark entwickelte Pflanzen vor dem Auflaufen der Zuckerrüben zuverlässig vernichtet werden. Als wirkungsvolle, «integrierte» und zugleich kostengünstige Massnahme bietet sich dafür eine ganzflächige Saatbettbereitung mittels Zinkenrotor an.
- Nach Mulchsaat mit ganzflächiger Saatbettbereitung können die Neukeimer mit der üblichen Strategie wie bei herkömmlichen Pflug-Verfahren bekämpft werden.
- Eine Streifenfräs- oder Direktsaat kann nur ausnahmsweise empfohlen werden, nämlich wenn der abgefrorne Zwischenfruchtbestand zur Saatzeit praktisch unkrautfrei ist (Abb. 8).
- Hacken ist nach Mulchsaaten mit Saatbettbereitung nur beschränkt möglich. Mulchsaaten ohne Saatbettbereitung erfordern eine spezielle Technik (Abklärungen noch erforderlich).

4.4 Schädlinge und Krankheiten

Die Rückstände von Phacelia und Sonnenblumen, etwas weniger ausgeprägt Sommerwicken, verursachen unter den feucht-warmen Witterungsbedingungen des Frühsommers 1988 stärkeren **Schneckenbefall** (rund 8%) als die Pflug-Varianten.

Im nass-kalten Frühjahr 1987 wurden in den **Sommerwicken**-Parzellen ein deutlich verzögerter Feldaufgang und eine **tiefer Bestandesdichte** ermittelt als bei den anderen Zwischenfrüchten (Abb. 5). Aufgrund eines Biotests konnten keimhemmende Einflüsse nicht ausgeschlossen werden (DA-

EPP, 1987). Die 1988 (PERLER) wiederholten Gewächshausversuche bestätigten, dass Sommerwicken-Rückstände das Auflaufen der Zuckerrüben beeinträchtigen können. Dieser Effekt blieb im Feldversuch bei optimalen Wachstumsbedingungen aus.

Der Feldaufgang wurde in den herbstgepflügten Parzellen geringfügig durch **Wurzelbrand** beeinflusst (Abb. 5). Demgegenüber konnten bei Mulchsaatverfahren, insbesondere nach Phacelia, kein erhöhter Wurzelbrandbefall der Zuckerrübenpflanzen festgestellt werden. Dies steht im Gegensatz zu anderslautender Empfehlung (AGFF, 1987).

Folgerungen:

- Mulchsaaten werden von Schnecken stärker befallen als Pflanzenbestände in Pflug-Parzellen.
- Bei anhaltend schlechten Witterungsbedingungen können Sommerwicken-Rückstände die Keimung der Zuckerrüben hemmen. Die Eignung der verschiedenen Zwischenfrüchte für Zuckerrüben-Mulchsaaten bedarf weiterer Abklärung.

- Wurzelbrand ist kein Problem bei Mulchsaatverfahren.

4.5 Ertrag

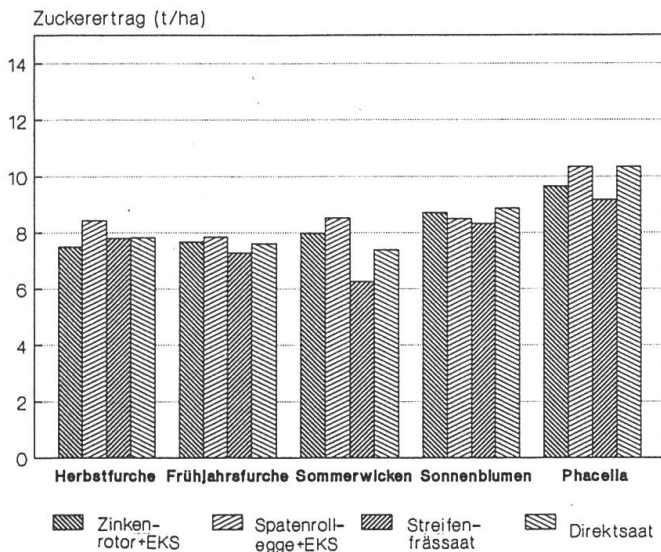
Da der Zuckergehalt keine verfahrensbedingten Unterschiede aufwies, waren die Ertragsrelationen der gewaschenen Rüben mit dem in Abb. 9 dargestellten Zuckerertrag und somit dem monetären Ertrag praktisch identisch. Bewirkte **1987 Phacelia** die **höchsten Erträge**, so hoben sich **1988** die **Sommerwicken**-Parzellen statistisch gesichert von den Pflug-Verfahren ab. Die nach Frühjahrspflüge erzielten Erträge waren unter Tänikoner Bedingungen denjenigen der Herbstpflüge ebenbürtig.

Die in Abhängigkeit der Bestellverfahren ausgelösten Unterschiede beim Feldaufgang waren infolge des kompensatorischen Wachstums bis zur Ernte weitgehend ausgeglichen. Mit dem **Zinkenrotor** und der **Spatenrolle** wurden mit einer Ausnahme identische Erträge erzielt. Ebenso wurden die Erträge 1988 in den **direktgesäten** Zwischenfrucht-Parzellen und in den beiden Versuchsjahren nach **Streifenfrässaat** in den Sommer-



Abb. 8: Bei der Streifenfrässaat wird das Saatgut in knapp 10 cm breite Streifen abgelegt. Unter feuchten Bodenbedingungen können sich die Winkelmesser nachteilig auswirken.

Zuckerrübenversuch 1987



Zuckerrübenversuch 1988

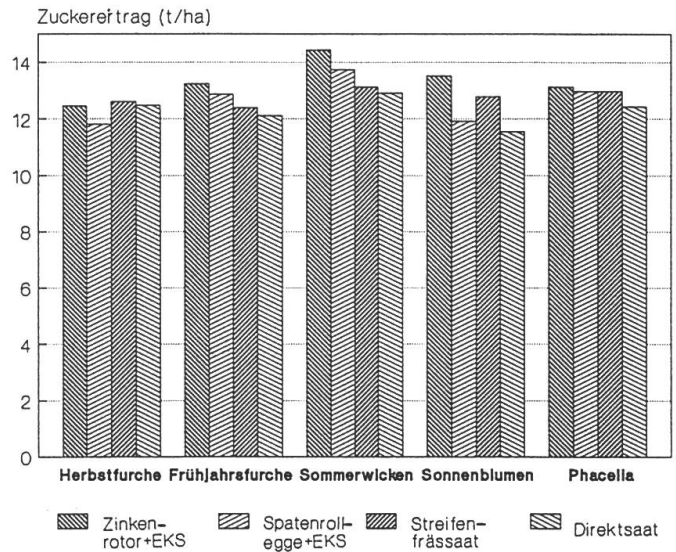


Abb.9: Einfluss von **Pflugfurche** (nach Sommerwicken) und **Zwischenfrucht** sowie von **Bestellverfahren** auf den Zuckerertrag.

wicken-Parzellen **beeinträchtigt** (vgl. Kap. 4.2).

Die Bonitierung der Beinigkeit ergab keine nennenswerten Verfahrensunterschiede.

Folgerungen:

- Ein Verzicht auf die wendende Pflugarbeit ist möglich, sofern die Unkrautflora reguliert werden kann sowie die Saattechnik angepasst und die Maschinen exakt eingestellt sind.
- Bodentemperatur und -dichte wurden unter Tänkoner Versuchsbedingungen zu keinem limitierenden Wachstumsfaktor für pfluglose Bestellverfahren. Der Erfolg für gute Feldaufgänge und Erträge ist somit beinahe unabhängig vom Bestellverfahren (Abb. 10); entscheidend sind gute Bodenstruktur und Bodenschluss an der Ablagestelle des Samens selbst (STURNY, 1988).
- Die Versuchsergebnisse wurden mit Einzelkornsaat auf Endabstand erzielt. Bei einer Normal- und dichter Saatkultur mit anschließendem Vereinzeln, welches durch die Mulchschicht zwar erschwert wird, dürften kaum verfahrensbedingte Ertragsunterschiede auftreten.

4.6 Verfahrenskosten

Die ausgewiesenen Maschinenkosten basieren auf den FAT-Entschädigungsansätzen (AMMANN, 1987). Es wurde die Annahme getroffen, dass der Betrieb über folgende Grundmechanisierung verfügt: Traktor (50 kW), Schleuderstreuer (450 l), Zweischarflug, Federzinkenegge oder Spatenrolle-

egge (3 m), Zinkenrotor oder Kreiselegge (3 m), Drillsämaschine (3 m), Hackgerät mit Bandspritze. Die Fixkosten der bereits vorhandenen Maschinen sind deshalb für den Verfahrensvergleich nicht relevant. Verfahrensabhängig sind allein die variablen Kosten der eingesetzten Maschinen. Zugemietet werden eine Fräsmaschine und ein Grubber zur Zwischenfrucht-



Abb. 10: Saat mit abgeänderte Einzelkornsämaschine (vgl. Abb. 11) direkt in die Pflugfurche, mit der gleichwertige Erträge erzielt werden können. Zur Erleichterung der Pflege- und Erntearbeiten ist gleichzeitiges Auebnen der Oberfläche unerlässlich.

Tabelle 2: Verfahrenskosten ¹⁾ der ZWISCHENFRUCHTBESTELLUNG

Verfahren ²⁾		PE ³⁾	PZ	GZ	GPE	Z ³⁾	F
Kostenelemente und Arbeitszeitbedarf der Verfahren							
Variable Maschinenkosten ⁴⁾	Fr.	132.—	148.—	95.—	149.—	78.—	37.—
Miete Frässämaschine	Fr.	—	—	—	—	—	140.—
Miete Grubber	Fr.	—	—	25.—	25.—	—	—
Variable Verfahrenskosten pro ha	Fr.	132.—	148.—	120.—	174.—	78.—	177.—
Arbeitszeitbedarf pro ha	AKh	8,6	8,4	5,8	10,1	4,3	3,3
Verfahrenskosten pro ha							
Maschinenkosten	Fr.	132.—	148.—	120.—	174.—	78.—	177.—
Arbeitskosten (Fr. 17.— pro AKh)	Fr.	146.—	143.—	99.—	172.—	73.—	56.—
Verfahrenskosten pro ha	Fr.	278.—	291.—	219.—	346.—	151.—	233.—
Relativ	%	100	105	79	124	54	84

¹⁾ Es werden nur jene Kosten berücksichtigt, die von der Wahl des Bestellverfahrens abhängig sind (entscheidungsabhängige Kosten)

²⁾ PE ³⁾ : Düngung / Pflug / Federzinkenegge 2 x / Drillsaat

PZ : Düngung / Pflug / Zinkenrotor / Drillsaat

GZ : Düngung / Grubber / Zinkenrotor / Drillsaat

GPE : Düngung / Grubber / Pflug / Federzinkenegge 2 x / Drillsaat

Z ³⁾ : Düngung / Zinkenrotor / Drillsaat

F : Düngung / Frässaar

³⁾ im Unterschied zur Zuckerrübenbestellung (vgl. Tab. 3)

⁴⁾ Gebrauchskosten für Düngung, Bodenbearbeitung, Saat ohne Wartung

bestellung. Bei der Zuckerrübenbestellung geschehen die Einzelkornsäat mit Bandspritzung, die Streifenfrässaar und die Direktsaat als Lohnarbeiten.

Folgerungen:

- Die Verfahrenskosten für die Zwischenfruchtbestellung lassen sich durch Pflugverzicht stark reduzieren (Tab. 2).
- Bei der Zuckerrübenbestellung verursacht der hohe Arbeitszeitbedarf für Pflug-Verfahren eine markante Erhöhung der Verfahrenskosten (Tab. 3). Dies im Gegensatz zu den arbeitsextensiven und somit schlagkräftigen Verfahren der Streifenfräs- und Direktsaat (Abb. 11). Hervorzuheben ist die Mulchsaar mit



Abb. 11: Direktsaat-Zusatzaggregate (Tastrap, Räum-, Zudeckscheiben, Druckrolle) für herkömmliche Einzelkornsämaschinen, 6-reihig, verursachen Mehrkosten von zirka Fr. 3000.—.

ganzflächiger Saatbettbereitung mittels Zinkenrotor oder Spatenrollegge, bei der gegenüber Pflug-Verfahren eine Kostensenkung um 20% erzielt wird.

- Die zusätzliche Vorsaats-Anwendung eines Totalherbizides in Mulchsaaten ohne Saatbettbereitung verteuert die Streifenfräs- und Direktsaat um 50% (Tab. 3). Bei starker Altverunkrautung wird sich der Praktiker für eine ganzflächige Saatbettbereitung entscheiden.
- Obschon pfluglose Verfahren mit erhöhtem Herbizideinsatz gegenwärtig ökologisch fragwürdig sind, können sie gegenüber herkömmlichen Verfahren

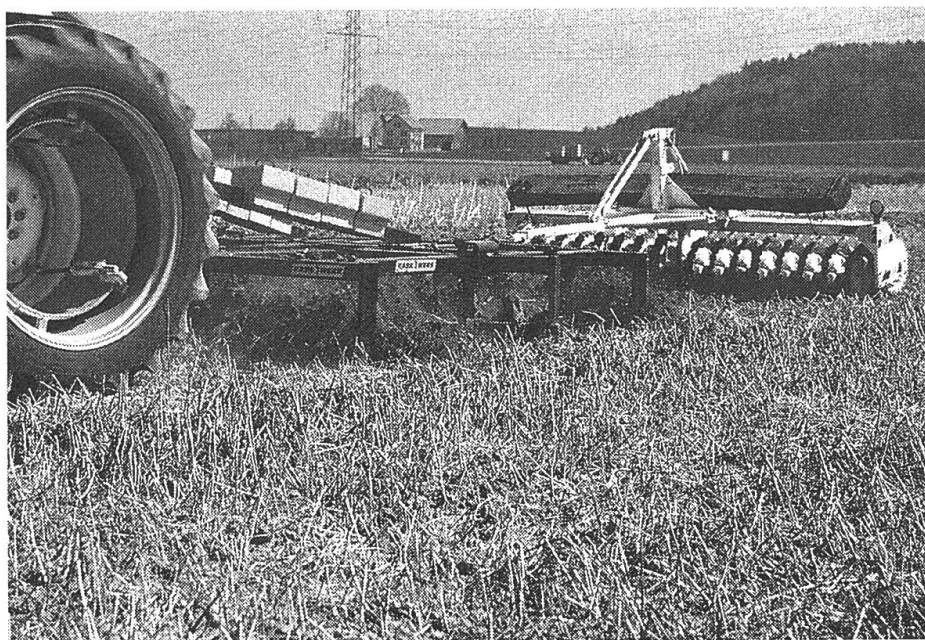


Abb. 12: Die Spatenrollegge ist mit kombinierter Prismenwalze für Zuckerrübensaaten in nur schwach verunkrautete Zwischenfruchtbestände geeignet.

Tabelle 3: Verfahrenskosten ¹⁾ der ZUCKERRÜBENBESTELLUNG

Verfahren ²⁾		PE	PK	Z	SR	SF	D
Kostenelemente und Arbeitszeitbedarf der Verfahren							
Variable Maschinenkosten ³⁾	Fr.	137.—	152.—	84.—	56.—	12.—	12.—
Miete Rauwalze	Fr.	—	—	—	22.—	—	—
EKS ⁴⁾ + Bandspritzung im Lohn	Fr.	138.—	138.—	138.—	138.—	—	—
Streifenfrässaat im Lohn	Fr.	—	—	—	—	205.—	—
Direktsaat im Lohn	Fr.	—	—	—	—	—	129.—
Herbizide	Fr.	233.—	233.—	233.—	233.—	412.—	412.—
Variable Verfahrenskosten pro ha	Fr.	508.—	523.—	455.—	449.—	629.—	553.—
Arbeitszeitbedarf pro ha	AKh	12,7	12,3	8,4	7,7	1,2	1,2
Verfahrenskosten pro ha							
Maschinenkosten	Fr.	275.—	290.—	222.—	216.—	217.—	141.—
Herbizidkosten	Fr.	233.—	233.—	233.—	233.—	412.—	412.—
Arbeitskosten (Fr. 17.— pro AKh)	Fr.	216.—	209.—	143.—	131.—	20.—	20.—
Verfahrenskosten pro ha	Fr.	724.—	732.—	598.—	580.—	649.—	573.—
						(1003.—)	(927.—) ⁵⁾
Relativ	%	100	101	83	80	90	79
						(139)	(128) ⁵⁾

¹⁾ Es werden nur jene Kosten berücksichtigt, die von der Wahl des Bestellverfahrens abhängig sind (entscheidungsabhängige Kosten)

²⁾ PE : Pflug / Federzinkenegge 2 x / EKS + Bandspritzung / Hacken 2 x

PK : Pflug / Kreiselegge / EKS + Bandspritzung / Hacken 2 x

Z : Zinkenrotor / EKS + Bandspritzung / Hacken 2 x

SR : Spatenrollegge + Rauwalze / EKS + Bandspritzung / Hacken 2 x

SF : (Totalherbizidspritzung) / Streifenfrässaat / Flächenspritzung

D : (Totalherbizidspritzung) / Direktsaat / Flächenspritzung

³⁾ Gebrauchskosten für Bodenbearbeitung, Hacken, Spritzen ohne Wartung

⁴⁾ EKS = Einzelkornsaat

⁵⁾ Zusatzkosten bei Einsatz eines Totalherbizides

(noch) nichtquantifizierbare Vorteile wie Strukturerhaltung, Erosionshemmung und verbesserte Bodentragfähigkeit aufweisen. Solche Aspekte müssen ebenfalls in den Entscheidungsprozess mit einbezogen werden.

- Anschaffungspreis sowie fixe und variable Kosten einer Streifenfräsmaschine sind doppelt so hoch wie für Vergleichsverfahren, daher nur für Lohnunternehmer, in überbetrieblichem Einsatz und eventuell für Grossbetriebe geeignet.

5. Praxisempfehlungen

Aufgrund der an der FAT durchgeführten Versuche lassen sich folgende Praxisempfehlungen für eine integrierte Produktion im Zuckerrübenbau abgeben:

Zwischenfruchtbestellung

- *Grunddüngung:* auf tragfähigem Stoppelfeld der Vorfrucht durchführen
- *Bodenbearbeitung:*
 - bei frühem Termin: flache Stoppelbearbeitung (Spatenrollegge) für Auflaufen des Ausfallgetreides, nach 10 bis 14 Tagen Lockerung mit Grubber, Saatbettbereitung
 - bei späterem Termin: Pflugfurche zum Vermeiden von Getreide-Durchwuchs, Saatbettbereitung
- *Saat:* mit früher, dichter und sorgfältiger Saat rasche Bodenbedeckung erzielen, keine N-Düngung
- *Saatmenge:* obere Grenze der Empfehlungen

Zuckerrübenbestellung

- *Fahrspuren:* insbesondere vor der Saat vermeiden, daher N-Düngung bzw. Herbizideinsatz bei/nach der Saat
- *Mulchsaat mit Saatbettbereitung:*
 - Zinkenrotor, Rückverfestigung mit Packerwalze, Saat mit herkömmlicher oder leicht modifizierter Einzelkornsämaschine
 - Spatenrollegge, Rückverfestigung mit kombinierter Rauwalze (Abb. 12), Saat mit herkömmlicher oder leicht modifizierter Einzelkornsämaschine (bei starker Altverunkrautung ungeeignet)
- *Mulchsaat ohne Saatbettbereitung:*

nur in Ausnahmefällen geeignet (erosionsgefährdete Gebiete; unkrautfreie Felder; günstige, abgetrocknete Bodenbedingungen)

hohe Anforderungen an die Maschineneinstellung (Bodenschluss; sichere Samenbedeckung)

 - Streifenfässaat: Reihenfräse mit kombinierter Einzelkornsämaschine
 - Direktsaat: Zusatzaggregate an herkömmlicher Einzelkornsämaschine (Räum-, Schneid-, Zudeckscheiben; Druckrollen)

Unkrautregulierung

- *Chemisch:* Bandspritzung bei der Einzelkornsäat oder Nachauflauf-Flächenspritzung im Split-Verfahren
- *Mechanisch-chemisch:* Hacken kombiniert mit Bandspritzung; bei intensiver Mulchschicht dürfte nur ein Sternhackgerät in Frage kommen (weitere Abklärungen noch erforderlich)

Mulchsaattechnik ist anspruchsvoll

Das neue Anbausystem erfordert vom Praktiker ein Umdenken, einen Lernprozess; verlangt wird insbesondere genaues Beobachten (Bodenzustand, Unkrautflora, Schädlinge, ...). Eine Umstellung sollte nur allmählich erfolgen, am besten auf einer Teilparzelle, in welcher keine Probleme in bezug auf Bodenstruktur und Unkrautflora bestehen. Erste Erfahrungen können auch mit einer weniger anspruchsvollen Kulturpflanze wie Mais zugesammelt werden.

Abschliessend ist darauf hinzuweisen, dass die **Schweiz. Fachstelle für Zuckerrübenbau Aarberg** 1989 an 15 Orten in der Schweiz **Demonstrationsversuche** mit verschiedenen Bodenbearbeitungs-/Zwischenfruchtvarianten anlegt und betreut.

6. Literatur

AGFF. 1987. Die Methode «Immergrün». Merkblatt 9.

AMMANN, H. 1987. Kostenelemente und Entschädigungsansätze für die Benützung von Landmaschinen 1988. FAT-Berichte 322, 25 S.

AMMON, H. U. 1989. Unkrautbekämpfung bei pfluglosem Anbau von Zuckerrüben nach verschiedenen Zwischenfrüchten. Interner Bericht, FAP-Reckenholz (unveröffentlicht).

DAEPP, H. 1987. Untersuchungen über den Einfluss konservierender Bodenbearbeitungsverfahren auf die Jugendentwicklung von Zuckerrüben und Mais. Diplomarbeit, ETH-Zürich, 96 S. (unveröffentlicht).

MEERSTETTER, A. 1988. Pfluglose Bestellverfahren im Zuckerrüben- und Maisanbau. Diplomarbeit, ETH-Zürich, 125 S. (unveröffentlicht).

PERLER, O. 1988. Untersuchungen über die phytosanitarische Wirkung von auswinternden Zwischenfrüchten (Phacelia, Sommerwicke) auf die Jugendentwicklung der Folgekultur, insbesondere Mais und Zuckerrüben. Semesterarbeit, ETH-Zürich (unveröffentlicht).

SOMMER, G.; ZACH, M.; KORTE, K. 1987. Mit konservierender Bodenbearbeitung mehr Bodenschutz im Zuckerrübenbau. Die Zuckerrübe **36** (1), 58-63.

STURNY, W.G. 1988. Konservierende Bodenbearbeitung und neue Sätechnik — Wechselwirkungen auf Boden und Pflanzen. Landwirtschaft Schweiz **1** (3), 141-152.

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8356 Tänikon) angefordert werden (Tel. 052 - 47 20 25).

ZH	Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen	Tel. 052 - 25 31 24
BE	Brunner Samuel, Bergbauernschule Hondrich, 3702 Hondrich	Tel. 033 - 54 11 67
	Hügi Kurt, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins	Tel. 032 - 83 32 32
	Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal	Tel. 063 - 22 30 33
	Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau	Tel. 035 - 2 42 66
	Marti Fritz, Landw. Schule Rütli, 3052 Zollikofen	Tel. 031 - 57 31 41
	Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis	Tel. 033 - 57 11 16
LU	Moser Anton, Landw. Schule Schüpfheim, 6170 Schüpfheim	Tel. 041 - 76 15 91
	Daepp Hans, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau	Tel. 045 - 81 39 73
	Wandeler Erwin, Bühlstrasse, 6207 Nottwil	Tel. 045 - 54 14 03
	Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain	Tel. 041 - 88 20 22
UR	Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen	Tel. 044 - 2 15 36
SZ	Föhn Josef, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon	Tel. 055 - 47 33 44
OW	Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil	Tel. 041 - 68 16 16
NW	Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans	Tel. 041 - 63 11 22
ZG	Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof, 6330 Cham	Tel. 042 - 36 46 46
FR	Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux	Tel. 037 - 82 11 61
SO	Tschumi Fredi, Landw. Schule Wallierhof, 4533 Riedholz	Tel. 065 - 22 93 42
BL	Ziörjen Fritz, Landw. Schule Ebenrain, 4450 Sissach	Tel. 061 - 98 21 21
SH	Kant. landw. Bildungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen	Tel. 053 - 2 33 21
AI	Pavlovic Vojislav, Marktgasse 10, 9050 Appenzell	Tel. 071 - 87 13 73
AR	Berger Daniel, Werdeweg 10, 9053 Teufen	Tel. 071 - 33 26 33
SG	Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez	Tel. 085 - 7 58 88
	Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
	Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
GR	Stoffel Werner, Grabenstrasse 1, 7000 Chur	Tel. 081 - 21 33 48
AG	Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen	Tel. 064 - 31 52 52
TG	Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach	Tel. 072 - 64 22 44
TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona,	Tel. 092 - 24 35 53
	Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, 8307 Lindau	Tel. 052 - 33 19 21

FAT-Berichte erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 35.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520.