

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 48 (1986)
Heft: 1

Artikel: Zeitgemässe Bodenbearbeitung : rationell und bodenschonend
Autor: Sturny, W.G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081718>

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: 04.02.2026

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

Zeitgemässe Bodenbearbeitung – rationell und bodenschonend

W.G. Sturny, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon (FAT)

Herkömmliche Säverfahren mit Schleppscharren verlangen ein sorgfältig von Erterückständen geräumtes Saatbett. Dies erfordert ein sauberes Pflügen – «reiner Tisch» – mit nachfolgender Saatbettvorbereitung. Negative Erscheinungen dieser traditionellen, intensiven Bodenbearbeitung werden zunehmend kritisch betrachtet: Bodenverdichtung, -verschlämung, -erosion und Nährstoffauswaschung gefährden die Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens auf lange Sicht.

Neue Säverfahren mit Rollscharen oder speziellen Zusatzaggregaten ermöglichen sowohl beim Getreide- als auch beim Hackfruchtbau eine störungsfreie Saat, kombiniert mit dem Einsatz rationeller und bodenschonender Bearbeitungssysteme.

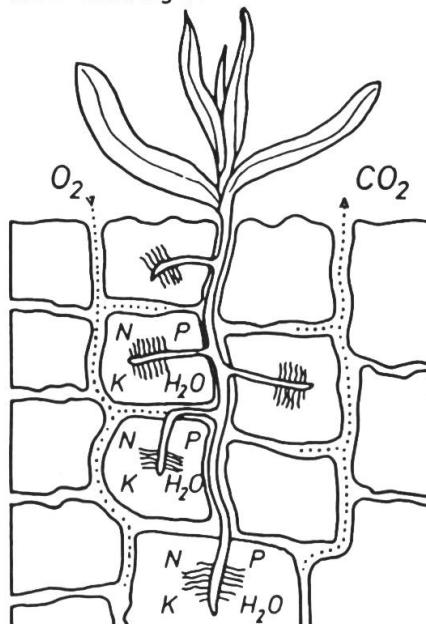
«Bodenbearbeitung» kann man nicht verallgemeinern. Die Bodenbearbeitung muss standortbezogen betrachtet werden: sie muss den jeweiligen Ansprüchen von Bodentyp und -art einerseits und Pflanze anderseits entsprechen. Zudem muss man sich bei der Gerätewahl zwischen verschiedenen fruchfolgebezogenen **Systemen der Bestelltechnik** entscheiden.

Strukturzerstörende Bodenbearbeitung

Von grossem Nachteil für die Bodenstruktur ist der von

schweren Traktoren, Maschinen und Transportfahrzeugen ausgehende **Bodendruck**. Als Folge dieses Abstützens kommt es sowohl in der intensiv gelockerten Ackerkrume wie auch im Pflugsohlenbereich und im Unterboden zu Verdichtungen. Deinen Ausmass hängt einerseits von Flächendruck und Schlupf, anderseits von Bodentyp, -art, -dichte, feuchtigkeit, Verdichtungsempfindlichkeit und Regenerationsvermögen ab. Fehlerhafte Bodenbearbeitung – zu hohe Drehzahl der Arbeitswerkzeuge von zapfwellengetriebenen Geräten, Bodenbearbeitung bei zu feuchten Bodenverhältnissen – kompaktiert das Bodengefüge und löst somit eine «innere Verdichtung» aus

Wurzeln können in Bodenfestteile eindringen

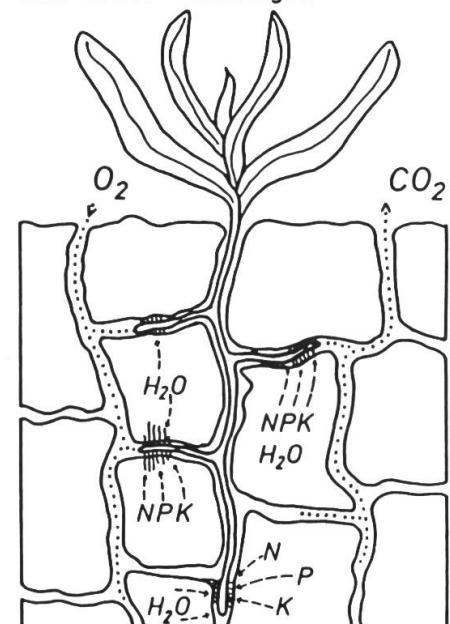


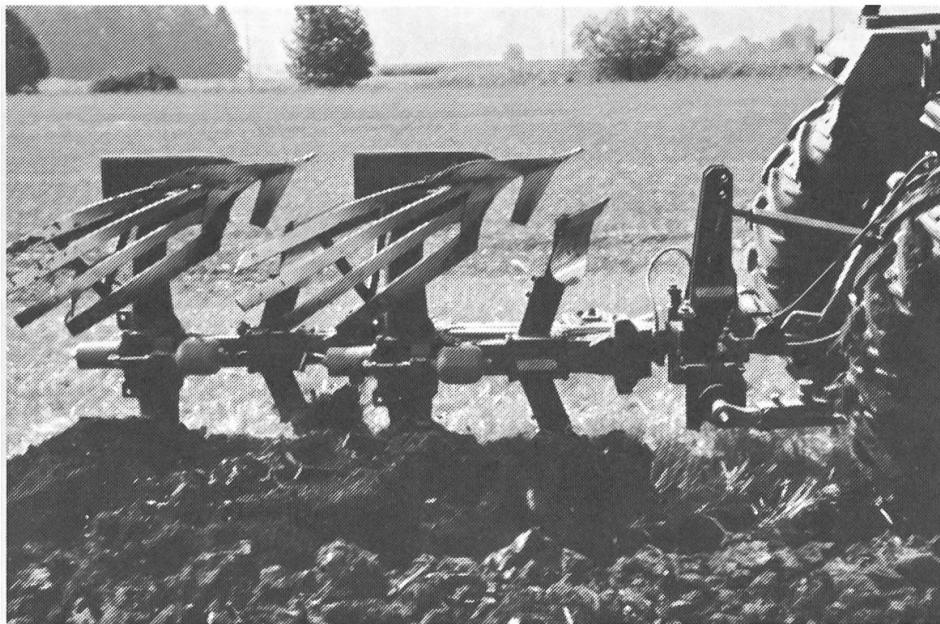
1 Einfluss der Bodenstruktur auf das Verhalten der Pflanzenwurzeln.

(Abb. 1). Diese von Auge nicht wahrnehmbare «schleichende Verdichtung» wird mittels Bestimmung der Aggregatdichte festgestellt. Die verdichteten Aggregate wirken ertragsmindernd (Abnahme des Anteils an Mittelporen und somit an pflanzenverfügbarem Wasser; Abnahme der Nährstoffverfügbarkeit). Das Problem ist nur, dass es kein Bodenbearbeitungsgerät gibt, das diese verdichteten Aggregate lockern kann!

Das «Vergraben» von unzersetzten organischen Substanzen mittels tiefer Pflugfurche ist um so ungeeigneter, je schwerer und feuchter der Boden ist. Bei fehlendem Luftsauerstoff bilden sich organische Säuren und Reduktionszonen in den sog.

Wurzeln können nicht in Bodenfestteile eindringen





Die universellen Streifenriester können auf jedem Boden eingesetzt werden. Nennenswerte Vorteile können aber im Vergleich zu den billigeren Standriestern nicht erwartet werden.

«**Strohmatratzen**», in die keine Wurzel eindringt.

Die Forderung nach dem «reinen Tisch» stammt aus seiner Zeit ohne Herbizide. Als Folge davon müssen heute Bodenprobleme wie Bodenverdichtung, -verschlämung, -erosion und Nährstoffauswaschung bekämpft und verhindert werden. Das bedingt ein Über- und Umdenken der bis anhin angewandten traditionellen Bodenbear-

beitungsverfahren. **Reduzierte ggf. konservierende Bodenbearbeitungssystem** könnten ein möglicher Lösungsweg sein.

Ziel der Bodenbearbeitung

Schaffung eines pflanzenge- rechten Bodenzustandes bei gleichzeitiger Erhaltung/Ver- besserung der Ertragsfähigkeit des Bodens mit möglichst gerin- gem Aufwand an Arbeitszeit, Treibstoff und Kosten.

Aufgaben der Bodenbearbeitung

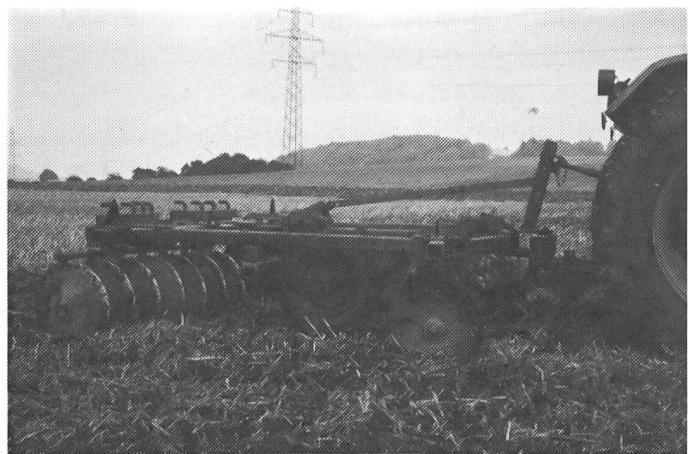
- Schaffung einer günstigen Krümelstruktur mit störungsfreiem Übergang von der Ackerkrume zum Unterboden (Wasser-, Luft-, Wärmehaus- halt),
- Einarbeitung von Ernterück- ständen, organischen und mi- neralischen Düngemitteln bzw. Herbiziden,
- Vermischung und Homogeni- sierung der Ackerkrume,
- Vorbereitung des Saat-/Keim- bzw. Pflanzenbettes,
- Unkraut-/Ungrasbekämpfung.

Verfahren der Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitung lässt sich gliedern in Stoppelbearbei- tung, Grundbodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung. Den genannten Einsatzbereichen sind in Tabelle 1 unterschiedli- che Bodenbearbeitungs- und Säverfahren mit möglichen Ge- räten zugeordnet. Im folgenden werden Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Bodenbearbeitungsverfahren be- sprochen.



Mit einer Gerätekombination «Zinkenrotor plus Sämaschine» kann das Feld nach der Pflugfurche in einem Durchgang bestellt werden.



Bodenschonende Stoppelbearbeitung mit der Scheiben- egge.

Stoppelbearbeitung

Ziel: Mittels flacher Bearbeitung unmittelbar nach der Ernte sollen günstige Keimbedingungen für ein rasches Auflaufen von Ausfallerntegut und Unkräutern/ Ungräsern sowie für eine gute Strohverrottung in möglichst einem Arbeitsgang geschaffen werden.

Bei Strohbergung kann grundsätzlich jedes Gerät eingesetzt werden: Scheiben-, Spatenrollenleggen; Grubber; Fräsen; Grubberkombinationen.

Bleibt das Stroh auf dem Feld zurück, so ist **kurzes Häckseln und gleichmässiges Verteilen** zu empfehlen. Eine ausgeglichene, ca. 10 cm tiefe Strohbearbeitung lässt sich auf leichten

Böden mit Scheiben- und Spatenrollegen – bei oftmals zwei Arbeitsgängen – erreichen. Auf schweren Böden und bei grossen Strohmengen werden vorteilhaft Fräsen, Grubber oder Grubberkombinationen mit zapfwellengetriebenen Nachlaufgeräten eingesetzt.

Die höchsten Flächenleistungen mit befriedigender Strohbearbeitung erreichen drei- oder vierbalkige Grubber, mit starren Zinken, bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 8–10 km/h. Grubber sollten mit einem Nachlaufgerät ausgerüstet sein, um den Boden einzuebnen und rückzuverfestigen. Kombiniert mit einem zapfwellengetriebenen Gerät (Fräse, Zinkenrotor, Kreiselegge) und

zusätzlich mit einer Sämaschine kann mit ein- und zweibalkigen Grubbern eine Zwischen- oder Hauptfrucht in einem Arbeitsgang bestellt werden (ohne Strohbearbeitung). Bezuglich zapfwellengetriebenen Geräten haben Fräsen den besten Mischeffekt, jedoch eine geringe Flächenleistung. Auch Zinkenrotoren erzielen eine gute Strohverteilung in der bearbeiteten Bodenschicht; hingegen lassen Kreiseleggen bei der Strohbearbeitung ca. 50% des Strohs auf der Bodenoberfläche zurück.

Zur Zeit der Stoppelbearbeitung herrschen in der Regel die besten Bodenbearbeitungsverhältnisse: minimale Verdichtung

TAB 1: EINORDNUNG VERSCHIEDENER BODENBEARBEITUNGS- UND SÄEVERFAHREN

Einsatzbereich	Verfahren		
Stoppelbearbeitung (Arbeitstiefe bis ca. 10 cm)	Bodenbearbeitung mit Pflug = Traditionelle Bodenbearbeitung	Bodenbearbeitung ohne Pflug	Direktsaat
	Geräte		
	Gezogene Geräte: Scheiben-, Spatenrollegen, Grubber Zapfwellengetriebene Geräte: Fräsen, Grubberkombinationen mit zapfwellengetriebenen Nachlaufgeräten wie Kreiseleggen, Zinkenrotoren, Bodenfräsen		
Grundbodenbearbeitung (Arbeitstiefe bis ca. 40 cm)	Pflug	Gezogene Geräte: Grubber, Scheibeneggen, (Paraplow) Zapfwellengetriebene Geräte: Bodenfräsen, Spatenmaschinen, Grubberkombinationen (vgl. oben)	—
Saatbettvorbereitung (Arbeitstiefe bis ca. 10 cm)	Gezogene Geräte: Zinkeneggen mit starren Zinken (Acker-Löffeleggen) oder mit gefederten Zinken (Feingrubber, Gareeggen); Wälzeggen; Packer (Pflugnachlaufgerät, Frontanbau); Walzen (Glatt-, Rauhwalzen) Zapfwellengetriebene Eggen: Rüttel-, Taumel-, Kreiseleggen, Zinkenrotoren		—
Saat	Verschiedene Sämaschinen: Drill-, Band-, Breit-, Einzelkorn-, Frässaat Streifenfräss-, Mulchsaat (Rollscharen, Räumscheiben, Schneidseche)		Spezielle Scheiben- und Meisselscharrämaschinen, Zahnrillensämaschine
	Vermindern von Arbeitsgängen (Kombination, Verzicht) = REDUZIERTE BODENBEARBEITUNG		= KONSERVIERENDE BODENBEARBEITUNG

Quelle: Ergänztes Grundschemata nach KOELLER

Merkpunkte für die Bodenbearbeitung

- Um die Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens nachhaltig zu sichern, muss bei der Gerätewahl zur Bodenbearbeitung zwischen verschiedenen standortbezogenen Systemen der Bestelltechnik entschieden werden. Aus Gründen zunehmender Bodenstrukturschäden (Verdichtung, Erosion) und Nährstoffauswaschung gilt – ausgenommen nach Mais – die Forderung nach dem «reinen Tisch» als überholt.
- Ist eine Tieflockerung notwendig (Spatendiagnose), so sollte diese – zusammen mit der gleichmässigen, oberflächlichen Einarbeitung des Strohhäcksels – bei der Stoppelbearbeitung erfolgen. Ein guter Arbeitseffekt mit dem Grubber wird nur bei trockenem Bodenzustand erreicht. Der lockernde Grubbereinsatz ist auf Tonböden und erosionsgefährdeten Standorten zu empfehlen.
- Eine gleichzeitige Bodenwendung soll bei «optimal-feuchtem» und warmem Boden erfolgen (Lebendverbauung). Ein Packer als Nachlaufgerät könnte einen Arbeitsgang bei der Saatbettvorbereitung einsparen. Ein nicht verdichteter Tonboden sollte pfluglos bestellt werden (Spatenmaschine; Frässaat).
- Zur Saatbettvorbereitung sollen korrekt ausgerüstete Fahrzeuge (Doppelbereifung mit niedrigem Druck) und vorzugsweise Gerätekombinationen (evtl. mit Sämaschine) eingesetzt werden. Dabei gilt es Schollen schwerer Böden zu zerkleinern und leichte Böden einzuebnen. Für zapfwellengetriebene Geräte gilt immer, die Bearbeitungsintensität zu reduzieren (Aggregatverdichtung!). Bei pflugloser Grundbodenbearbeitung ermöglicht die heutige Sätechnik ein mit Pflanzenrückständen durchsetztes Saatbett zu bestellen (Rollscharen).
- Konservierende Bodenbearbeitung mit ganzjähriger Bodendeckung (Hauptfrucht + Zwischenfrucht) sieht in Hackfrucht-Versuchen vielversprechend aus (Streifenfrässaat; Mulchsaat mit Zusatzaggregaten). Die anspruchsvolle Direktsaat ohne Bodenbearbeitung (= bester Erosionsschutz) ist nur in Ausnahmefällen zu empfehlen (z.B. Getreide auf nicht verdichtetem Tonboden).
- Ein vermehrter überbetrieblicher Einsatz könnte auch mittleren und kleineren Betrieben neue, schlagkräftige Bodenbearbeitungssysteme zugänglich machen.
- Da zwischen Bearbeitungsintensität und Pflanzenertrag keine gesicherte Beziehung besteht (DAMBROTH), ist der Ackerbauer vorwiegend auf eigene Erfahrungen angewiesen.
- Ein Patentrezept gibt es nicht. Als Faustregel muss aber immer gelten: «Bearbeitet den Boden so wenig wie möglich, aber so viel wie notwendig!»

und Druckempfindlichkeit durch Arbeitsgeräte, optimaler Krümelungseffekt. Daher sind zu diesem Zeitpunkt **die intensiven Bearbeitungseingriffe zu empfehlen**: auf schweren Böden, auf instabilen Böden und auf Böden mit Verdichtungshorizonten. Durch Zwischenfruchtbau wird

die mechanische Zerkleinerung sowie das gareschaffende Bodenleben bei gleichzeitigem Erosionsschutz gefördert.

Grundbodenbearbeitung (Primär-Bodenbearbeitung)

Ziel: Lockerung des Bodens, um die durch Bearbeitung und Befah-

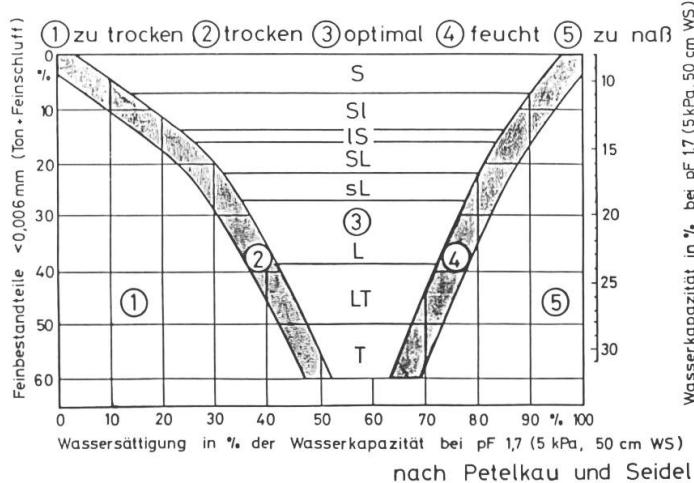
ren sowie Niederschläge entstandenen Strukturschäden mechanisch zu beseitigen.

Auf dem Feld ist zu prüfen, ob eine tiefere Bodenlockerung erforderlich ist oder nicht. Mittels **Spatendiagnose** (0–40 cm Bodenschicht!) kann man die Struktur sehen und fühlen und danach entscheiden. Bei einer notwendigen Lockerung sind Vor- und Nachteile einer gleichzeitigen Bodenwendung abzuschätzen.

Der Pflug

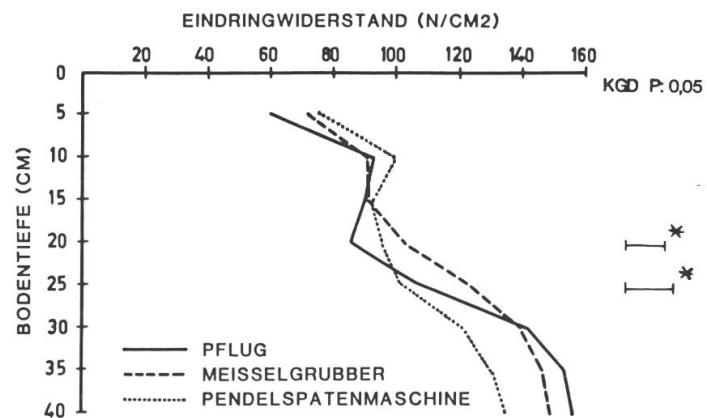
Obwohl die Nachteile (Bodenstrukturschäden, hoher Energie- und Zeitaufwand; s. Kasten) gegen den Pflugeinsatz sprechen, wird der Pflug in absehbarer Zeit **das Standard-Grundbodenbearbeitungsgerät** bleiben. Trotz vorteilhaften Detailverbesserungen in der Pflugkonstruktion – Rautenpflug (schräge Furchenwand bietet mehr Traktorradraum), Zweischichtenpflug, Verringerung von Pfluggewicht und Verschleiss, verstellbare Schnittbreite, verbesserte Steinsicherungen – bleibt die Arbeitsqualität das entscheidende Merkmal bei der Pflugwahl.

Ein kürzlich an der FAT abgeschlossener Vergleichstest über Pflugriester lässt folgende Schlüsse zu. **Kunststoffriester benötigen allgemein weniger Zugkraft**; insbesondere auf stark klebenden und humosen Böden sind sie leichtzügiger und haben eine bessere Wirkung. Kunststoffriester sind verschleissanfälliger, aber nur halb so teuer wie Standardriester. Auf extrem trockenen und steinigen Böden sind sie jedoch nicht zu empfehlen. Die universellen Streifen- und Schlitzrie-



2 Einfluss des Wassergehaltes auf die Bearbeitbarkeit der Bodenarten.

(S: Sand, SI: anlehmiger Sand, IS: lehmiger Sand, SL: stark sandiger Lehm, sL: sandiger Lehm, L: Lehm, LT: toniger Lehm, T: Ton).



3 Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Eindringwiderstand (Zuckerrübensaat mit Sätempel-Versuchsmaschine, 5. Versuchsjahr, 14.6.84)

* statistisch gesicherte Unterschiede mit 5% Irrtumswahrscheinlichkeit, in 20 bzw. 25 cm Bodentiefe.

ster weisen gegenüber den kostengünstigeren Standardriestern keine nennenswerte Vorteile auf (detaillierte Angaben siehe FAT-Bericht Nr. 279).

Sehr zu empfehlen ist das Pflügen bei «optimal-feuchtem» und warmem Boden, um die Bodenstruktur infolge «Lebendverbauung» durch Mikroorganismen und Kleintiere vor dem Einsetzen herbstlicher Niederschläge zu stabilisieren. Ein Boden lässt sich nur umfassend lockern, wenn sein Feuchtigkeitsgehalt unter der Ausrollgrenze liegt. Bei höheren Gehalten verhält sich der Boden plastisch und verschmiert. Der optimale Bearbeitungsbereich ist bei Sandböden weit grösser als bei Tonböden (Abb. 2).

Bodenverdichtungen unmittelbar unter der Ackerkrume können mit am Pflug angebrachten **Untergrundmeisseln oder -schaaren** gelockert werden. Eine schädliche Pflugsohlenbildung kann weitgehend durch abwechslungsweise tiefe und flache Bearbeitung vermieden

werden («Rotation der Bodenbearbeitungssysteme»).

Der Lockerungseffekt beim Pflügen verursacht eine erhebliche Zunahme des Bodenvolumens («Aufwurf»): Sandböden + ca. 30%, Lehmböden + ca. 40% und Tonböden + ca. 50%. Aus insbesondere topografischen Gründen sind Packer als Pflugnachlaufgeräte in der Schweiz praktisch nicht bekannt. Durch die Rückverfestigung des gepflügten Bodens kann ein Arbeitsgang bei der Saatbettvorbereitung eingespart werden. Je nach Bodenart werden auf grösseren, rechteckigen Feldern Einfach-, Doppel- oder Kombipacker eingesetzt.

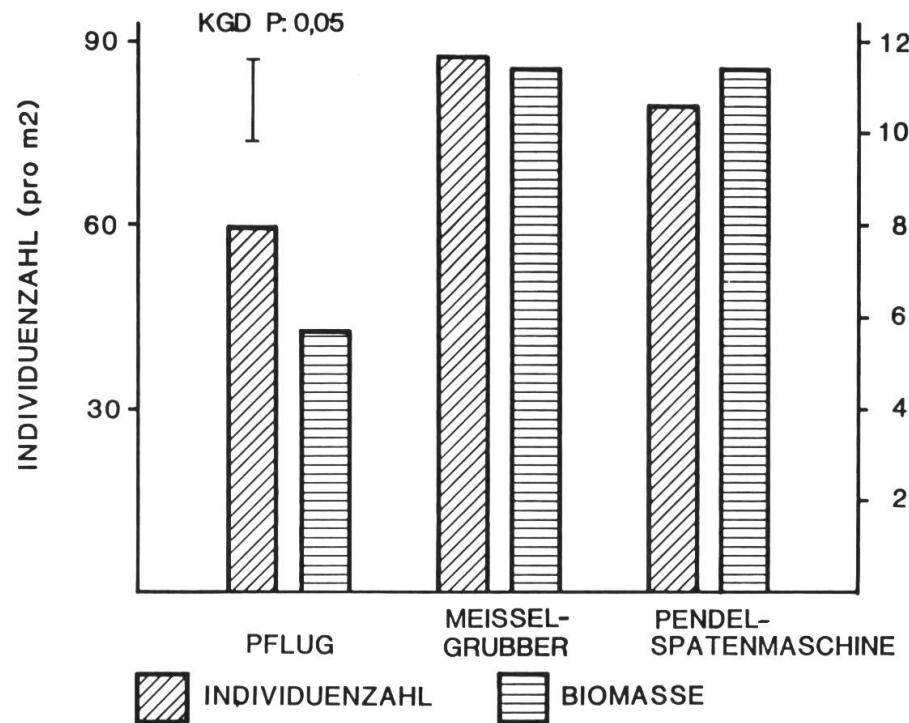
Der Grubber

Grosse Mengen an Erterückständen werden mit dem Schwergrubber wühlend eingeschüttet und bewirken gleichzeitig einen Erosionsschutz. Zudem entstehen keine Verdichtungshorizonte an der Bearbeitungsgrenze, da Traktorspuren beim Bearbeitungsvorgang so-

gleich gelockert werden. Der Lockerungseffekt beruht auf der Sprengwirkung des Schares und der Trümmerwirkung von Schar und Zinken. Ein weiterer Vorteil ist der deutlich geringere spezifische Zugkraftbedarf als beim Pflug. Eine **gute Wirkung** erzielt man jedoch **nur bei trockenem Bodenzustand!** Deshalb ist der Grubbereinsatz insbesondere bei der Stoppelbearbeitung zu empfehlen.

Unterschiedliche Bauarten (mehrbalkig, verschiedene Strichabstände und Scharformen) erweitern die Einsatzmöglichkeiten des Schwergrubbers: Tief- oder Pfluggrubber (grobe Lockerung der Ackerkrume), Schälgrubber (oberflächennahes Einmischen), Schichten- oder Flügelschargrubber (flache bis tiefe Bodenlockerung).

Der Einsatz von lockern, nichtwendenden und nichtmischenden Grubbern ist zweckmässig auf sehr tonreichen Böden sowie auf erosionsgefährdeten Standorten, werden doch die schützenden Mulch- und



4 Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Regenwurmpopulation (Sojabohnen – Drillsaat, 6. Versuchsjahr, 16.10.85).

Pflanzendecken nicht eingearbeitet. Auf sandigen Böden und leichteren Lehmböden ist kein nachhaltiger Lockerungseffekt zu erwarten.

Die Spatenmaschine

Die Wirkungsweise der Spatenmaschine ist das Rotations- oder das Stich-Wurf-Prinzip. Bei letzterer Bauform – diese ist bei Pendel-Spatenmaschinen anzutreffen – wird der Boden einzelspatenweise nach hinten/oben gegen ein Prallblech geworfen. Als wesentlicher Vorteil ist das Vermeiden von Verdichtungshorizonten trotz Bearbeitung von «nassen» und tonhaltigen Böden anzusehen. **Als Pflugersatz bietet die Spatenmaschine guten Erosionsschutz**, indem sie ca. $\frac{3}{4}$ der Ernterückstände einarbeitet und eine sehr grobschollige Bodenstruktur hinterlässt. Wegen geringer Arbeitsgeschwindigkeit und damit kleiner Flächenleistung wird die

schonend arbeitende Spatenmaschine im Ackerbau zu Unrecht gemieden. Aus einem mehrjährigen Feldbestellungsversuch auf tonigem Lehmboden an der FAT geht hervor, dass



Für ein mit Pflanzenresten durch gesetztes Saatbett bieten sich Roll-Scheibenschaufeln an.

die Pendel-Spatenmaschine eine insgesamt homogener und lockere Bodenstruktur hinterlässt als der Pflug und Grubber. Der konsequente Pflugeinsatz hat dagegen eine Unterbodenverdichtung bewirkt (Abb. 3). Derselbe Versuch bestätigt auch, dass die Mulchschicht bei pflugloser Bodenbearbeitung



Geht die Entwicklung in diese Richtung? – Die Traktorräder laufen ausserhalb der Pflugfurche. Angepasste Konstruktionen für kleinere Pflugmodelle sind noch ausstehend. (Foto: H. Rechsteiner, GVS)

Pflugeinsatz

Vorteile

- Erfahrung.
- Ertragssicherheit.
- Feldoberfläche frei von Ernterückständen, Fahrspuren, sowie Erosionsrinnen und somit problemloser Einsatz von herkömmlichen Saatbettvorbereitungsgeräten und Sämaschinen.
- Unkraut-, Ungras- und Schädlingsbekämpfung, kein Durchwuchs (Vorschäler).
- Frostgare.

Nachteile

- Hoher Energie- und Zeitaufwand, insbesondere auf schweren Böden.
- Entsprechend hoher Aufwand für nachfolgende Saatbettvorbereitung (lange Setzungsphase bindiger Böden).
- Entstehen von Sohlenverschmierung (Pflugschar), Pflugsohlen- und Unterbodenverdichtung (Traktorabdruck).
- Vergraben organischer Substanz, da keine Mischwirkung: «Strohmatrize» (Fäulnis, Wurzelgifte).
- Heraufpflügen von keimfähigen Unkrautsamen bzw. Steinen.
- Abnahme der Bodenbiologischen Aktivität (Regenwürmer) und des Humusgehaltes.
- Nährstoffauswaschung.
- Bodenverschlammung, -verkrustung, -erosion (Abnahme der Wasser- und Lufthaltekapazität).

die Tätigkeit der mulchzerstörenden, wühlenden Regenwürmer fördert (Abb. 4).

Saatbettvorbereitung

(Sekundär-Bodenbearbeitung)

Ziel: Schaffung eines gelockerten und ausreichend fein zerkleinerten Saatbettes bis ca. 10 cm Tiefe sowie Rückverfestigung und Einebnung in möglichst einem Arbeitsgang.

Der unterschiedlichen Bodendruckverteilung in und zwischen den Traktorradspuren, die eine gleichmässige Pflanzenentwicklung beeinträchtigen kann, ist grosse Beachtung zu schenken: breite Reifen mit niedrigem Druck, Doppelbereifung, Frontpacker, niedriges Traktorgewicht und Spurlockerer (ca. 25 cm tief) können Abhilfe schaffen. Auf **schweren Böden** und für **Herbstsaaten** steht die **Zerkleinerung** im Vordergrund, auf **leichteren Böden** und für **Frühjahrssaat** das **Einebnen und Rückverfestigen**. Dabei kann ein allzu lockeres, schlecht ab-



Konservierende Bodenbearbeitung mit ganzjähriger Bodenbedeckung (Hauptfrucht + abfrierende Zwischenfrucht) vermindert Verdichtungs- und Erosionsschäden sowie Nährstoffauswaschung und verbessert die Tragfähigkeit des Bodens. Vielversprechende Versuchsergebnisse wurden an der FAT durch Streifenfrässaat bei Mais erzielt. In einem Arbeitsgang wurde der Mais in 25 cm breite Frässtreifen in abgefrorenem Ölrettich gesät.



Mit angepasster Sätechnik kann auch eine anspruchsvolle Zuckerrübenkultur ohne Pflugeinsatz erfolgreich angebaut werden, wie dies durch einen Großflächenversuch mit einer Sätempelmaschine gezeigt wurde.

gesetztes Saatbett (z.B. für Rübensaat) mittels Walzen rückverfestigt werden.

Um die gewünschte Arbeitsqualität in möglichst einem Durchgang zu erreichen, ist eher der korrekte Einsatz von zapfwellengetriebenen – als von gezogenen Geräten zu empfehlen. Lediglich auf leichten und verwitterten Böden (Herbstfurche) arbeiten gezogene Eggen (mit starren oder federnden Zinken) vorteilhaft. Je nach Bauart wird die Bearbeitung bei zapfwellengetriebenen Geräten durch waagrecht arbeitende (Rüttel-, Taumel-, Kreiselegge) oder senkrecht arbeitende Werkzeuge bewirkt (Bodenfräse, Zinkenrotor).

Die gegenläufig um senkrechte Achsen drehenden Zinkenpaare der **Kreiselegge** «röhren» im Boden und üben eine Schlagwirkung auf den Boden aus. Sie erzielen dadurch einen **guten Einebnungseffekt** (u.a. von Fahrspuren), belassen aber Ern-

terückstände grösstenteils auf der Bodenoberfläche.

Der **Zinkenrotor** (= Weiterentwicklung der Fräse) hingegen dreht sich um eine quer zur Fahrrichtung liegende Achse. Die Zinken dringen von oben her in den Boden ein und zerkleinern die Kluten durch ihre stechende, schlagende, reibende und schleudernde Wirkung. Der Zinkenrotor eignet sich besser zur **Einarbeitung von Ernterückständen** als zur Einebnung des Bodens.

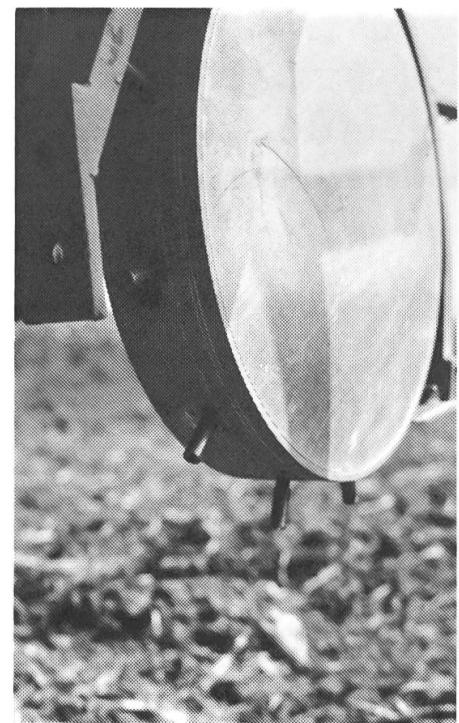
Als Faustregel für einen bodenschonenden Einsatz von zapfwellengetriebenen Geräten gilt es, die **Bearbeitungsintensität zu reduzieren**, indem Fahrgeschwindigkeit erhöht und Werkzeugdrehzahl herabgesetzt werden. Dabei eignen sich Rüttel- und Taumeleggen besonders für leichtere Böden; Kreiseleggen und Zinkenrotoren werden mit Vorteil auf schweren Böden eingesetzt.

Reduzierte Bodenbearbeitung

Ziel: Reduktion der Bearbeitungsintensität durch Koppeln von Arbeitsgängen aus Gründen der Arbeits- und Kostensparnis sowie der Termineinhaltung und zur Bodenstrukturverbesserung, bei gleichem oder zunehmendem Ertragsniveau.

Reduzierte Bodenbearbeitung stellt den Oberbegriff für verschiedene Verfahrenssysteme der Bestelltechnik mit reduziertem Aufwand dar:

- Reduktion der ganzflächigen Bearbeitungsintensität und -tiefe: z.B. vermehrter Einsatz von Grubber und zapfwellengetriebenen Geräten anstelle des Pfluges und der gezogenen Eggen.



Detailaufnahme eines Särades mit Saatrohren der Sätempelmaschine. Die Sätempeltechnik ermöglicht auch unter schwierigen Saatbedingungen eine konstante Saattiefe und Ablagedistanz und somit gleichmässige Feldaufgänge von Rüben.

- Reduktion der ganzflächigen Bearbeitungshäufigkeit durch Einsatz von **Gerätekombinationen** (= Koppeln von bisher nacheinander ablaufenden Arbeitsgängen): z.B. Grubber-Frässaat, Frässaat.
- Reduktion der Bearbeitungsfläche: **Streifenbearbeitung** zu Hackfrüchten.
- Verzicht auf jegliche Bearbeitung: **Direktsaat**.

Gerätekombination

Die Ausgangslage ist meistens ein von Pflug oder Grubber vorbearbeitetes Feld. Das Saatbett wird sodann ganzflächig zerkleinert, gelockert und rückverfestigt. In diesen Gerätekombinationen werden auf leichten Böden gezogene Geräte, auf schweren Böden mit Vorteil zapfwellengetriebene Geräte eingesetzt. Durch zusätzliche Koppelung mit der Sämaschine kann in einem Arbeitsgang gleichzeitig auch die Saat durchgeführt werden. Dadurch werden **Traktorradspuren** – der Anfang von Erosion – **vermieden**. Zudem erreichen Gerätekombinationen im luftführenden Bereich und im Bereich des Kapillarwassers höhere Anteile (Grob-, Mittelporen).

Unter günstigen Bedingungen können zapfwellengetriebene Säkombinationen wie Frässaatmaschinen oder geeignete Kreiseleggen/Zinkenrotoren kombiniert mit Scheibenscharsämaschinen ohne vorangehende Bearbeitung eingesetzt werden. Für die gleichzeitige Grundbodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung in einem Arbeitsgang können Kurzgrubber (ein- oder zweibalkig, mit Zapfwellendurchtrieb) vor der Kombination angebracht werden. Die hohen



Ein für Mais zu fein bearbeitetes Saatbett in geneigtem Gelände kann bei starken Gewitterregen zu Beginn der Vegetationsperiode zu Wassererosion führen.

Anforderungen an die Hubkraft des Traktors können zu einem limitierenden Faktor solcher Gerätekombinationen werden. Es ist daher wichtig, deren Bestandteile auch getrennt einzusetzen zu können.

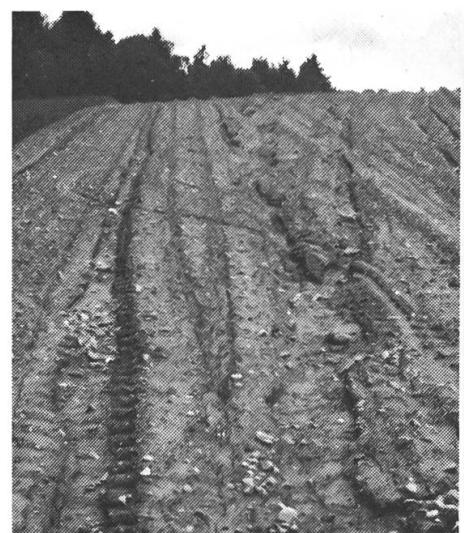
Für ein mit Pflanzenresten durchsetztes Saatbett bieten sich **Rollscharen** in Form von Doppelscheiben oder schräggestellten Einscheibenscharen mit Schardruckverstellung, Tiefenführungskehle und Abstreifer an.

Konservierende Bodenbearbeitung

Ziel: *Konservierung des Bodens und der Nährstoffe mittels ganzjähriger Bodenbedeckung.*

Konservierende Bodenbearbeitung (engl. conservation tillage) wird folgendermassen definiert: *Die konservierende Bodenbearbeitung ist ein System des Pflanzenbaus, bei dem aus den vorhandenen Ernterückständen der Hauptfrucht und/oder einer Zwischenfrucht durch Vermischung*

mit dem Boden eine oberflächennahe Mulchschicht erstellt wird oder bei dem die Ernterückstände ohne Einarbeitung als Mulch an der Oberfläche belassen werden. In bzw. durch diese Mulchschichten werden Saat- und Pflanzgut abgelegt. In jedem Fall wird auf die wendende Pflugarbeit verzichtet.

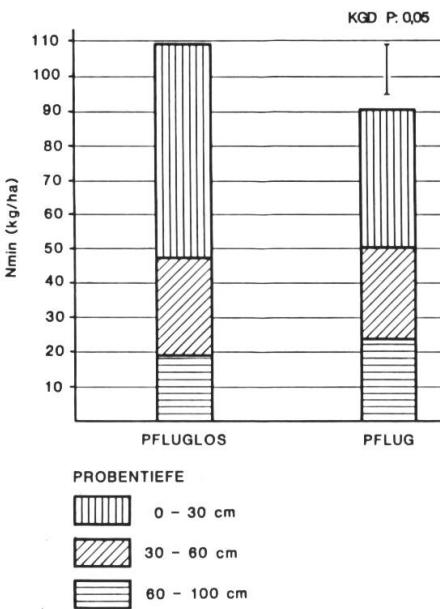


Wassererosion setzt zuerst in Fahrspuren ein. Infolge Verdichtung besteht eine geringe «Regenverdaulichkeit». Abhilfe: Spurlockerer.

Der ausgedehnte Anbau von spätdeckenden Hackfrüchten – Mais und Rüben werden vermehrt in einseitigen Fruchtfolgen und auf schluffreichen Böden in Hanglagen angebaut – ist die wesentliche Ursache für zunehmende Bodenerosion. Versuche mit konservierender Bodenbearbeitung werden z.Z. an den Eidg. Forschungsanstalten Changins und Tänikon durchgeführt. Es ist zu diesem Zeitpunkt verfrüht, allgemeingültige Praxisempfehlungen herauszugeben. Noch müssen geeignete Unkrautbekämpfungsmassnahmen (mechanische, chemische, Einsatzzeitpunkt) erarbeitet werden.

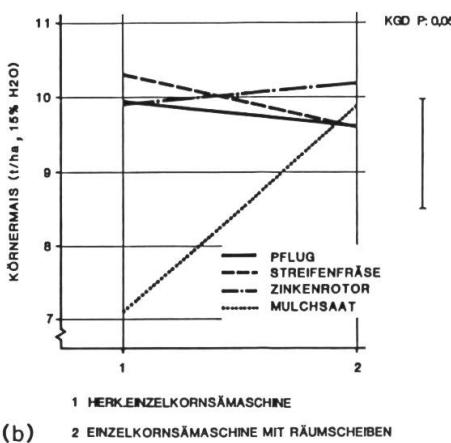
Dennoch sind erste Versuchsergebnisse vielversprechend. Sowohl eine anspruchsvolle Zukerrübenkultur (Abb. 5a) als auch Körnermais (Abb. 5b) konnten auf tonigem Lehmboden an der FAT ohne Pflugeinsatz erfolgreich angebaut werden, vorausgesetzt die Säetechnik war angepasst.

Ferner wurde ersichtlich, dass – im Vergleich zur gepflügten, unbedeckten Bodenoberfläche – eine schützende Mulchschicht



6 Einfluss der Bodenbearbeitung/-bedeckung auf den Nmin-Gehalt (Sommerwicken-Gründung, toniger Lehmboden, 3.4.85).

während der Wintermonate Nmin-Verluste verhindert (Abb. 6). Während in Kanada und den USA die Pflanzenreste der vorangehenden Hauptfrucht (Getreide-, Soja- und Maisstoppel) als Mulch verwendet werden, ist unter unseren Produktionsverhältnissen der Anbau geeigneter Zwischenfrüchte anzustreben. Dabei ist den nicht-winterharten Pflanzen (z.B. Sommerwicken, Phacelia, Ölrettich) den Vorzug zu geben, müssen doch winterharte vor oder nach der



5 Einfluss von Bodenbearbeitungs- und Säverfahren auf den Zuckerertrag (a) bzw. Körnermaisertrag (b).
(Vorfrucht: (a) Körnermais; (b) Winterweizen/Sommerwicken).

Saat mit einem Totalherbizid abgebrannt werden.

Die Feldbestellung der Hackfrüchte in eine Mulchschicht kann in Abhängigkeit von der gerätetechnischen Ausstattung durchgeführt werden: nach **ganzflächiger** (Spatenrolle, Kreiselegge, Zinkenrotor) oder **streifenförmiger** (Streifenfrässaat) **Bearbeitung** eines Saatbettes oder mit verschiedenen **Mulchsaatmethoden** (Zusatzaggregate wie Räumscheiben, Schneidräder und Scheibenseiche).

In langjährigen Versuchen wurden in Changins vielversprechende Resultate mit **Direktsaatverfahren, insbesondere beim Getreidebau**, erzielt. Hierfür müssen jedoch die Voraussetzungen stimmen. In Frage kommen nur Böden mit guter Krümelstabilität, frei von Bodenverdichtungen, mit ausreichendem Anteil an Grobporen, weder zu nasser noch zu trockener Bodenzustand und wenig Erterückstände auf der Bodenoberfläche. Wegen Risiken bei Feldaufgang und Unkrautbekämpfung wird langjähriger Ackerbau ohne jegliche Bodenbearbeitung in der Schweiz auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben und ist der Praxis nach heutigem Kenntnisstand nicht zu empfehlen.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass heute vielmehr Lösungen gesucht werden, die die **Vorteile des Ackerbaus ohne Bodenbearbeitung** hinsichtlich Strukturerhaltung/-verbesserung – insbesondere **Erosionsschutz und Bodentragsfähigkeit** dank besserer Regenverdaulichkeit – mit denen der Risikoverminderung durch intensive Bodenbearbeitung vereinen.