Zeitschrift: Landtechnik Schweiz Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 48 (1986)

Heft: 1

Artikel: Aufbau und Eigenschaften der Böden

Autor: Jäggli, F. / Nievergelt, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1081716

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: 17.11.2025

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

Aufbau und Eigenschaften der Böden

Dr. F. Jäggli / J. Nievergelt, Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz (FAP)

Der landwirtschaftlich genutzte Boden wird in den letzten Jahrzehnten immer grösseren Beanspruchungen ausgesetzt durch:

- steigende Flächenproduktivität
- schwerere Traktoren und Maschinen
- zapfwellengetriebene
 Bodenbearbeitungsgeräte
- kürzere Ruhezeit infolge intensiverer Nutzung
- Ausdehnung des Ackerbaus (Mais!) in Hanglagen
- Zunahme an rekultivierten Flächen, z.B. nach Kiesabbau

- usw.

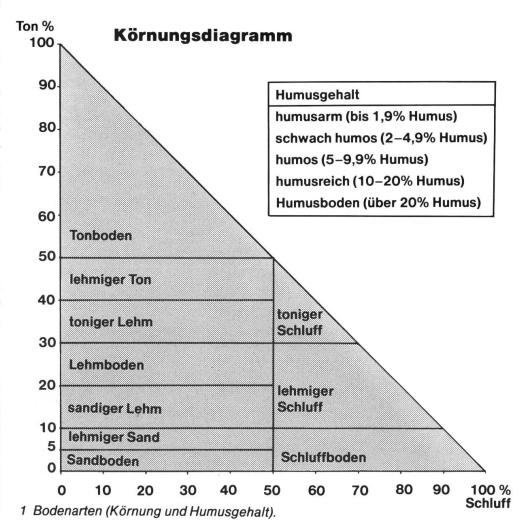
Die Ansprüche der Kulturpflanzen an die Bodenstruktur sind die gleichen geblieben, deshalb mehren sich die bodenbürtigen Probleme im Ackerbau, wenn der Landwirt den Boden nicht schont und pflegt.

Der Aufbau des Bodens

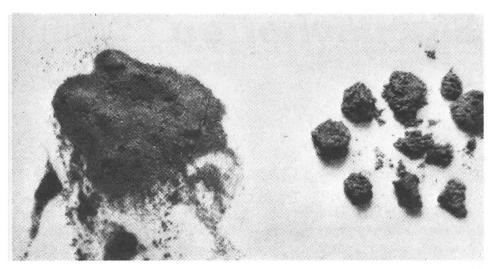
Ein normaler Boden besteht zu ca. 50% aus Hohlräumen, die mit Luft und Wasser gefüllt sind, den sogenannten Bodenporen.

Die Zusammensetzung des Bodens ist von Acker zu Acker verschieden: seine Bodenart, z.B. humoser sandiger Lehm, gibt Auskunft über die Anteile Sand, Schluff, Ton und organische Substanz (s. Abb. 1). Das feste Bodenmaterial macht die restlichen 50% des Bodens aus. Man unterscheidet hier mineralisches und organisches Material (s. Kasten).

Hohlräume und feste Bodenteile sind in ungestörten Böden vielfältig vermischt und zusammengefügt durch die Bodenlebewesen. Ein gutes Bodengefüge hat eine ähnliche Struktur wie ein Brotkrümel. Bodenlebewesen, Wurzeln, Wassereinwirkung und Frost verändern das Gefüge stetig. Auch der Landwirt beeinflusst mit der Bodenbearbeitung und der Humuswirtschaft die Bodenstruktur. Der Boden ist eine lebendige Welt, die kurzfristig zwar erstaunlich viele Schläge einstecken kann; langfristig aber reagiert der Boden mit verminderter Ertragsfähigkeit auf andauernd unsorgfältige Behandlung.



LT-Extra LT 1/86



Regen vermag unverbaute Bodenteile (links) zu zerstören; verbaute Krümel (rechts) halten ihm stand. (Foto: A. Stöckli).

Die Bodendichte hängt eng mit der Gefügeform (s. Kasten) zu-

Gefügeformen

Krümel

weichkantig, rundlich, porös, sehr gut durchwurzelbar.

Bröckel

stumpfkantig bis kantig, vielflächig, mehr oder weniger porös, gut durchwurzelbar.

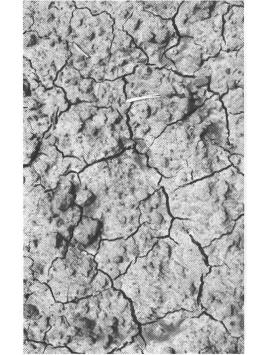
Klumpen

kantig, senkrecht im Boden stehend, wenig porös, mässig bis schlecht durchwurzelbar. sammen. Klumpen kommen vor allem in dicht gelagerten, verdichteten oder nassen Böden vor. Dichte Böden bieten den Wurzeln viel Widerstand, zu Wasser und Nährstoff vorzudringen.

Porenverhältnisse

Bodenart und Gefüge bestimmen die Hohlraumzusammensetzung, die Porenverhältnisse eines Bodens.

Bedeutung der Porengrössen für Wasser- und Lufthaushalt:

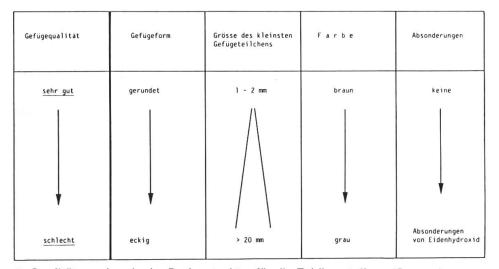


In den Grobporen

das Niederschlagswasser so schwach gebunden (Saugspannung 0-0,1 bar, Erfahrungswert), dass es spätestens nach 3-4 Tagen versickert ist. Die Grobporen sind für die Wassersickerung und die Durchlüftung des Bodens verantwortlich und werden deshalb auch Sickerporen oder Luftporen genannt.

Unbedeckter Boden ist anfällig auf Verschlämmung, Verkrustung und Erosion. «Deckel» über einer Maissaat, Frühjahr 1985. (Foto: U. Zihlmann).

 Die Mittelporen werden auch als Speicherporen bezeichnet. Das Wasser wird genügend stark zurückgehalten, dass es nicht versickert. Es kann aber von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden. Es wird unterschieden zwischen Mittelporen mit leicht verwertbarem (Saug-



2 Qualitätsmerkmale der Bodenstruktur für die Feldbeurteilung (Spaten).

spannung 0,1-0,7 bar) und schwer verwertbarem Wasser (Saugspannung 0,7-15

Bei zunehmender Trockenheit brauchen die Pflanzen immer mehr Energie, um Wasser aus dem Boden aufzunehmen.

In den Feinporen ist das Wasser so fest gebunden, dass es für die Vegetation nicht verwertbar ist (Restwasser: Saugspannung > 15 bar).

Der Landwirt kann eine optimale Nährstoffversorgung der Pflan-

Festes Bodenmaterial

Bodenmaterial

mineralisch Steine

Sand Schluff

Ton

organisch

zen heute über die Düngung auf

den meisten Böden gut gewähr-

leisten. Günstiger Wasser- und

Lufthaushalt sind für gute Erträ-

Humusstoffe

Bodenlebewesen

Durchmesser

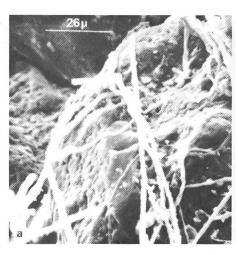
grösser als 2 mm

0,05-2 mm

0.002-0.05 mm kleiner als 0,002 mm

ge jedoch ebenso eine Voraussetzung. Für optimales Pflanzenwachstum sind mindestens 10% Grobporen nötig, weil nur durch diese Poren genügend Sauerstoff für schnell wachsende Pflanzenwurzeln in den Boden eindringen kann. Für eine gute Wasserversorgung ist ein grosser Anteil an feinen Mittelporen wichtig.

- Böden mit sandigem Lehm erfüllen diese beiden Anforderungen häufig.
- Sandböden zeigen einen hohen Grobporenanteil und kleine Mittel- und Feinporenanteiund trocknen deshalb schnell aus.



Lebendverbauung des Bodens: Pilzhyphen umfangen ein Sandkorn (aus T.R.G. Gray and S.T. Williams, Soil Microorganisms).

Merkpunkte für die Bodenbearbeitung

- Lockerung (Pflug, Grubber): Vermehrung des Porenvolumens v.a. der Grobporen, besseres Eindringen und Versickern von Wasser, bessere Durchlüftung, verminderte Tragfähigkeit; zeitliche begrenzte Wirkung wegen Eigengewicht, Wassereinwirkung und weiterer Bearbeitung.
- Zerkleinerung der Gefügeteile (Egge, Fräse): z.B. für Saatbettbereitung auf schweren Böden; bedeutet keine Stabilisierung der Gefügeteile (durch Zerteilen eines Klumpens erhält man keine Krü-
- Druckverdichtung (Raddruck v. Traktor, Maschinen, Wagen) Folgen: Verkleinerung der Grobporen zwischen Gefügeteilen, Überschusswasser länger im Wurzelraum, ev. Sauerstoffmangel und verminderte Nährstoffaufnahme, Wachstumsrückgang. Erhöhtes Risiko: hoher Tongehalt, staunasse Böden, labiles Gefüge, frisch gelockerter Boden.
- Verfestigung (Walzen), Sackungsverdichtung (Eigengewicht des Bodens): auf stark gelockertem Boden meistens positive Wirkung auf Wurzelwachstum resp. Tragfähigkeit.
- Verdichten durch Schlag und Aufprall (zapfwellengetriebene Bodenbearbeitungsgeräte): mit zu hoher Geschwindigkeit geschlagene Gefügeteile werden verformt und verdichtet; der Anteil Mittelporen mit leicht verfügbarem Wasser nimmt ab; durch häufiges derartiges Bearbeiten werden Krümel und Bröckel zu unporösen Kleinklumpen verdichtet.
- Verschmieren (Schlupf von Rädern oder Bodenbearbeitungsgeräte): Unterbruch von sickerfähigen Grobporengängen führt zu stauender Nässe. Erhöhtes Risiko: feinkörnige Böden.
- Verschlämmung (Niederschlag): Aufprall von Regentropfen löst Einzelteile aus dem Gefügeverband, Krustenbildung beim Trocknen behindert Eindringen weiterer Niederschläge; oft Ursache der Erosionswirkung von Oberflächenwasser. Erhöhtes Risiko: unbedeckter, intensiv bearbeiteter Boden, feinkörnige Böden mit viel Schluff und Feinsand, allgemein Böden mit labilem Gefüge.
- In jedem Fall ist Bearbeiten und Befahren bei hohem Wassergehalt im Oberboden mit einem erhöhten Risiko für Schädigung des Bodengefüges verbunden.

LT-Extra LT 1/86

- In schweren, tonigen Böden sind der Grob- und der Mittelporenanteil klein und der Feinporenanteil hoch. Diese Böden sind ungenügend durchlüftet und nach Niederschlagsperioden lange vernässt. In Trockenperioden leiden die Pflanzen dagegen unter Wassermangel.
- Ein Krümelgefüge weist, unabhängig von der Bodenart, günstige Porenverhältnisse auf.

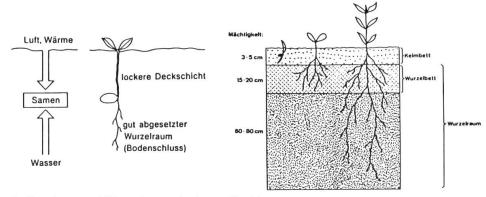
Eine standortgerechte Bewirtschaftung berücksichtigt u.a. die lokalen Gegebenheiten von Wasser- und Lufthaushalt.

Bodenbearbeitung – Erhaltung der Ertragsfähigkeit

Der unbearbeitete Boden, z.B. nach mehrjähriger Kunstwiese, hat meistens eine gute Bodenstruktur (Krümelgefüge). Die stetige Nachlieferung abster-Pflanzenteile bender Grünland hält nämlich die Bodenlebewesen zur Lebendverbauung der Bodenteile an. Ziel der Bodenbearbeitung - und der Bewirtschaftung allgemein muss es demnach sein, die gute Bodenstruktur möglichst zu schonen resp. zu fördern. Gleichzeitig müssen selbstverständlich die unmittelbaren Aufgaben der Bearbeitung, wie Unkrautbekämpfung, Saatbettherrichtung etc., genau erfüllt werden. Der Ackerbauer steht in einem Zielkonflikt.

Wurzelentwicklung und Saatbett

Pro Kilo Brotgetreide entnehmen die Pflanzenwurzeln dem Boden 800 bis 1000 Liter Wasser. Dies zeigt, wie enorm wich-



3 Saatbett und Wurzelraum (schematisch).

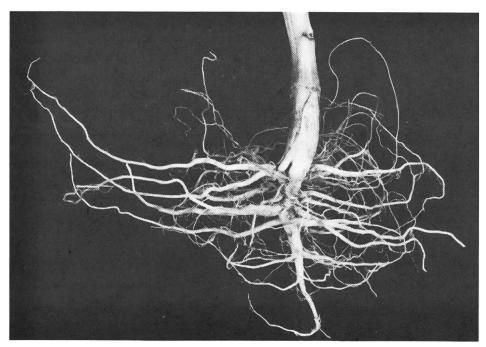
tig eine gute Durchwurzelung und damit die Bodenstruktur ist. Eine Grundlage dafür wird beim Herrichten des Saatbettes gelegt.

Das Keimbett ermöglicht den Saaten durch eine feine Krümelung ein schnelles und lückenloses Auflaufen. Es muss aber seine Struktur behalten, damit das Regenwasser rasch eindringen kann und eine gute Bodendurchlüftung auch für die grössere Pflanze erhalten bleibt. Wurzelbett und Wurzelraum sollten abgesetzt sein und einen guten Bodenschluss aufweisen.

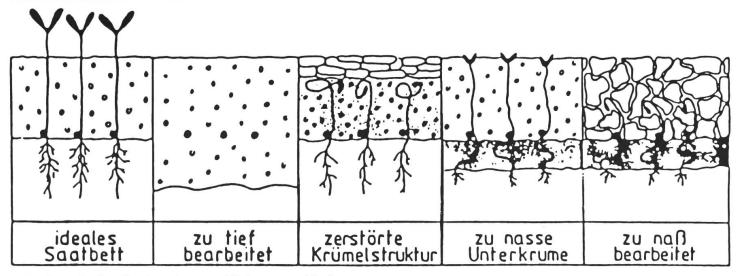
So wird im Winter ein zu starkes Eindringen des Frostes verhindert, und die Gefahr des Auswinterns ist klein. Die Durchwurzelung darf jedoch nicht gehemmt werden. Überschüssiges Regenwasser muss rasch versickern können.

Andererseits sollen Wurzelbett und Wurzelraum in ihren Mittelporen eine genügend grosse **Wasserreserve** speichern.

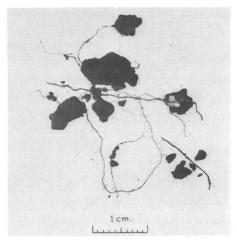
Um die Fruchtbarkeit eines Bodens zu erhalten, muss die Struktur von Keimbett, Wurzelbett und Wurzelraum so gepflegt werden, dass ein möglichst **un-**



4 Wurzelbild in einem verdichteten Boden.



5 Einfluss der Saatbettbereitung auf Keimung und Aufgang.



Lebendverbauung des Bodens: Wurzeln halten Krümmel zusammen (aus E.W. Pussell ed., Soil conditions and Plant Growth).

gestörter Übergang von der Ackerkrume zum Unterboden bestehen bleibt.

Deutliche Hinweise über eine ungenügende Bodenstruktur geben auch die Pflanzenwurzeln. Abbildung 4 zeigt als Beispiel eine Rapswurzel, bei der die umgebogene Hauptwurzel auf den verdichteten Untergrund und die abnorme Wurzelanreicherung in Bodenoberflächennähe auf die ungenügende Durchlüftung hinweisen. Solche Pflanzen sind selbstverständlich sehr trockenheitsanfällig.

Auswirkung der Bodenbearbeitung auf die Bodenstruktur

Unter günstigen Bedingungen wird der Boden durch Bearbeitungsgänge gelockert und grosse Gefügeteile werden zerkleinert. Wenn der WasserhausJe nach Durchlässigkeit des Bodens dauert es nach einem stärkeren Regenfall einige Tage bis der Wassergehalt im Oberboden unter die Ausrollgrenze fällt. Faustregel: leichte Böden (Sand) 2 Tage, schwere Böden (Ton) 5 Tage und länger.

halt des Bodens über der Ausrollgrenze liegt, wird das Bodengefüge verformt, verdichtet und verschmiert. In jedem Fall sollte deshalb ein Bearbeiten oder Befahren des Bodens in zu feuchtem Zustand unterbleiben. Dabei ist zu beachten, dass sich Drücke (Raddruck) auch unter die Bearbeitungstiefe fortpflan-





Erdklee – Untersaat schützt einen Maisacker vor Austrocknung, Verschlämmung und Erosion. Sie verbessert auch die Tragfähigkeit bei der Ernte (Fotos: F. Jäggli).

LT-Extra

zen. Der Boden sollte deshalb bei der Bearbeitung bis ca. 30 cm Tiefe – je nach Bereifung, Gewicht und Arbeitstiefe – abgetrocknet sein. Im Frühjahr trifft dies häufig nicht zu.

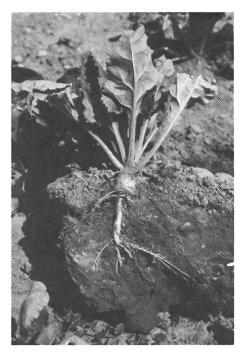
Humuswirtschaft – Gefügestabilisierung

Prinzip: durch möglichst ununterbrochenes Nahrungsangebot werden die Bodenorganismen aktiv gehalten: «tätiger» Boden. Es findet die Lebendverbauung statt, die Stabilisierung der Gefügeteile: der Boden wird «gar».

Im Oberboden herrschen dann Krümel vor. Die Nahrung besteht aus Ernterückständen, Wurzelausscheidungen, Mist, Gülle, etc. Um einen zumindest ausgeglichenen Humushaushalt zu erreichen, müssen sich in einer Fruchtfolge Humuszehrer (Kartoffeln, Zuckerrüben) und Humusmehrer (mehrjährige Futterpflanzenmischung mit Leguminosen) die Waage halten. Andernfalls muss mit Mist. Gülle und evt. Klärschlamm oder Kompost der Ausgleich hergestellt werden. Gründüngung und

Ernterückstände verschiedener Kulturpflanzen

Kultur	Ernterückstände q TS/ha und Jahr	
Kartoffeln, Zucke Herbstzwischen Getreide, Dresch	futterbau	6–10 9–18
Mais, Raps, Acke Winterzwischent Einsaaten zur He	erbohnen futterbau	10-20 15-30
nutzung Klee- und Luzerr		20-40
grasmischungen		30-65
TS = Trockensubstanz Ernterückstände = Stoppeln, Wur-		



Zuckerrübe in einem Boden mit ungenügendem Strukturaufbau (Foto: F. Jäggli).

Zwischenfutteranbau überbrücken die Zeit, während der die Hauptkulturen keine der für die Bodenmikroorganismen wichtigen Wurzelausscheidungen liefern. Zugleich schützen sie das Bodengefüge vor dem direkten Aufprall der Regentropfen. Durch die Nährstoffaufnahme bewirken sie eine bedeutende Verminderung des Nährstoffverlustes, v.a. von Nitratstickstoff, infolge Auswaschung ins Grundwasser.

Eine einmalige Verdichtung infolge einer nicht aufschiebbaren Bearbeitungsmassnahme wirkt sich in einem biologisch aktiven Boden weniger stark aus (höhere Stabilität). Die nachteiligen Erscheinungen lassen sich mit Hilfe der Bodenlebewesen schneller wieder beheben.

Beim Einarbeiten von nicht abgebautem organischem Material ist zu beachten, dass biologischer Abbau viel Sauerstoff verbraucht. Dies kann in verdichteten Zonen den Sauerstoffmangel der Pflanzenwurzeln vergrössern. Der Pflug mit seinem geringen Mischeffekt birgt deshalb ein erhöhtes Risiko einer «Matrazen»-Bildung mit nachfolgendem Sauerstoffmangel in sich, wenn Ernterückstände oder wenig verrotteter Mist untergepflügt wird.

Eine Mulchschicht gleicht Temperaturschwankungen in der Ackerkrume aus und verhindert die Austrocknung der Krume; in einem feuchten Frühjahr kann sie jedoch auch die Erwärmung des Bodens hinauszögern.

Anpassung von Nutzung und Bearbeitung an Bodenart und Wasserhaushalt des Bodens

Auch wenn sich nicht alle Böden gleich gut für die pflanzenbauliche Produktion eignen, kann durch eine entsprechende Nutzungsanpassung ein gewisser Ausgleich erreicht werden. Dabei sollte folgendes beachtet werden:

Bei der ackerbaulichen Nutzung eher trockener Böden mit einer Gründigkeit von weniger als 60 cm sollte

- bei sandigen, leichteren Böden eher eine hackfruchtintensive Fruchfolge eingehalten werden,
- bei lehmigen, schweren Böden ist eine getreideintensive Fruchtfolge am Platz.

Ackerbau auf feuchten Böden (gehemmte Sickerung, Grundwassereinfluss) bringt oft auch wegen der verzögerten Erwärmung ein gehemmtes Auflaufen der Frühjahrssaaten. Deshalb müssen

die Saatmengen im allgemeinen etwas erhöht und

zeln usw.

Bodenbearbeitung auf Schlufflehm und tonigen Böden

Bodenart:

Schluffreiche Böden,

gefügelabil

Frostgefüge: Laminar

Gefriereffekt: Wasserhebung

Auftaueffekt: Oberflächenschlämmung

evtl. Erosion

massnahmen:

Bearbeitungs- 1. Raume Oberfläche, Wasserableitung. Erosionsschutz

> 2. Stabilisierung der Furche; Wurzelgeflecht

3. Porenkontinuität brechen; Wassererhebung verringern

Bearbeitung:

Zeitpunkt der Herbst: Rauh pflügen Frühjahr: Alle not-

wendigen Bearbeitungen Frühjahr: Wenn Be-

Tonige Böden (Tongehalt

schrumpfen und quellen

25-30%) Böden

Polyedrisch

Wasserentzug an Ort

(Schrumpfungsrisse) Wasserstabiler Krümel-

saum, Krümel druck-

emfpindlich

1. Winterfurche locker

einebnen

2. Nur flache, notwendigste

Frühjahrsbearbeitung

Herbst: Pflügen und lockere

Einebnung

arbeitung nötig, nur flach

- der Saatzeitpunkt bis zur genügenden Erwärmung des Bodens hinausgeschoben werden.

Vernässte Böden sind als Mähwiesen zu nutzen. Bei staunassen und schweren Böden ist zu berücksichtigen, dass nach Niederschlägen die Tragfähigkeit lange ungenügend bleibt.

Anbautechnische Massnahmen

Zur Verbesserung des Bodengefüges kann auch beitragen, wenn insbesondere auf Standorten mit schwierigen Verhältnissen (tonige Böden) die tiefgehende Grundbodenbearbeitung möglichst in die Zeit verlegt wird, wo der Boden noch relativ trocken ist. Bei Pflugeinsatz wird also die sogenannte Sommerfurche gezogen und zur Saatbettherrichtung nur noch eine flache Schälfurche.

Beispiel:

- Frühzeitige Hauptpflugfurche «Sommerfurche» → Gründüngung → Schälfurche → Saatbett.

Auch die Lockerungswirkung des Grubbers ist in trockenem Boden besser, darum sollte die tiefgehende Arbeit mit diesem Gerät immer frühzeitig durchgeführt werden.

Bodenerosion: Verlust an wertvollster Erde

Das Wegschwemmen des wertvollsten Teiles des Bodens - der Ackerkrume - durch Oberflächenwasser in Hanglagen ist seit jeher bekannt. Ebenfalls wird seit langem der Erosion entgegen gewirkt: Bearbeitung und Saat quer zur Fallinie, Aufwärtspflügen, früher auch Hinauftragen und -karren abgeschwemmter Erde. Den wirksamsten Schutz vor Erosion bietet jedoch ein den Boden ganz überdeckender Pflanzenbestand, daneben eine gute Bodenstruktur und evt. eine Mulchschicht. Besondere Risiken, neben Hangneigung, Geländeform, unbedecktem Boden, bergen gefügelabile, zur Verschlämmung neigende Bodenarten: schluff- und feinsandreiche, humusarme, kalkfreie Böden; Böden gehemmter Durchlässigkeit (auch Fahrspuren).

Beispiele für erosionshemmende Techniken im Maisanbau:

- Anbau guer zum Hang.
- Mulchsaat in abgefrorene oder abgespritzte Gründüngung resp. Zwischenfrüchte.
- Untersaaten.
- Einsaat von Wintergersten -Doppelreihen nach jeder vierten Maisreihe (später Weghacken).
- Grünstreifeneinsaat von Wintergerste quer zum Hang in Abständen von 20-40 m, unmittelbar nach Maissaat, evt. nur Teil der Säschare offen. (Etragseinbusse bis 5%).

Zollrückerstattung auf **Treibstoffen**

Gesuche um teilweise Zollrückerstattung auf den im Jahre 1985 zu landwirtschaftlichen Zwecken verwendeten Treibstoffen sind

vor dem 15. Februar 1986

bei der Gemeinde-Ackerbaustelle einzureichen. Später eingehende Gesuche dürfen nicht mehr berücksichtigt werden.

SVLT