

Probleme der Untergrundlockerung

W. Zumbach, Verfahrnssktion Ackerbau

1. Allgemeines

Zu den Faktoren, welche die Bodenfruchtbarkeit entscheidend beeinflussen, gehören die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Dabei ist nicht nur eine günstige Struktur der Ackerkrume, sondern auch des **Untergrundes** (tiefer als 20 cm) erwünscht. Diese Schicht hat die Aufgabe, die Wasserversorgung zu regulieren. Sie muss somit locker, d. h. sowohl für Regen- als auch für Grundwasser durchlässig sein. Nur dann kann ein Ueberschuss an Wasser abgeführt, oder auch ein Mangel an Wasser ergänzt werden (Abb. 1 und 2). Ein verdichteter Untergrund stört die Wasserversorgung und damit die Pflanzenentwicklung. Die Untergrundverdichtung kann ihren Ursprung haben in:

- unzuweckmässiger Mechanisierung
- natürlichen geologischen Vorgängen.

Die Verdichtungen der ersten Gruppe werden vor allem durch das Befahren der Felder mit schweren Traktoren und Maschinen oder auch durch den unzuweckmässigen Einsatz der Bestellgeräte hervorgerufen. Dadurch entsteht eine verdichtete Schicht, die bis unter die Ackerkrume reicht (bis zirka 35 cm Tiefe). Besonders anfällig für derartige Verdichtungen sind schwere Lehm Böden, vor allem in nassem Zustand.

Verdichtungen geologischen Ursprungs sind meistens tiefreichend, ein- oder mehrschichtig. Tiefe und Umfang der verdichteten Schicht können je nach Lage und Bodenart sehr verschieden sein.

Die Beseitigung dieser Verdichtungen, die für die Verbesserung der Bodenstruktur erforderlich ist, erfolgt vorwiegend auf mechanischem Wege.

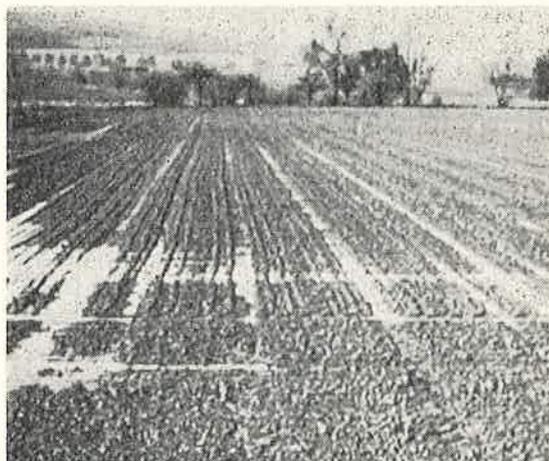


Abb. 1



Abb. 2

Abb. 1 und 2: Aeusserer Symptome des verdichteten Untergrundes sind Stau nässe bei Regenwetter und Wassermangel bei Trockenheit.

Die Stauschichten müssen mit Spezialgeräten gründlich gelockert werden. Durch diese Massnahme wird die Verbindung zu durchlässigen Untergrundschichten hergestellt und damit die Regelung des Bodenwasser- und Bodenlufthaushaltes gesichert. Das verbesserte Gefüge ermöglicht ferner der Pflanze, sich in Bodenbereichen einzuwurzeln, die ihr vorher verschlossen waren. Ueber den Erfolg der Untergrundlockerung entscheidet die Bodenfeuchtigkeit. Grundsätzlich soll nur **trockener Boden** gelockert werden. Der feuchte Boden ist plastisch und weicht den Arbeitswerkzeugen aus. Anstelle einer Lockerung wird so ein noch grösseres Verdichten und Verschmieren des Bodens erreicht. Der beste Zeitpunkt für Lockerungsarbeiten liegt normalerweise unmittelbar nach der Ernte.

Im Folgenden orientieren wir kurz über die Einsatzmöglichkeiten einiger aktueller Untergrundlockerungsgeräte. Als Grundlage dienen die in den Jahren 1970/71 an der FAT durchgeführten Versuche.

2. Flach-Lockerung

Die mechanischen Verdichtungen, die auf den Druck der Maschinen oder deren Arbeitsvorgang zurückzuführen sind, reichen bis zu einer Tiefe von zirka 35 cm. Für die Beseitigung der Verdichtungsschicht muss somit der Boden bis zirka 35 cm tief gelockert werden.

Von den Geräten, die zu diesem Zwecke angeboten werden, wurden verschiedene **Tiefgrubber** näher untersucht. Es handelt sich um kultivatorähnliche Geräte mit verschiedenartigen Federzinken (Abb. 3 und 4). Beim praktischen Einsatz bewährte sich von den abgebildeten Zinken nur **Typ A**. Die starke Ausführung (Querschnitt 30 x 30 mm) ermöglicht die erforderliche Arbeitstiefe, ohne dass Verstopfungen auftreten. Der Zinkentyp B unterscheidet sich von dem beschriebenen nur durch den geringeren Querschnitt von 23 x 23 mm. Infolge grosser Elastizität arbeiten diese Zinken höchstens 20 cm tief, was für die Lockerung der Verdichtungsschicht ungenügend ist. Auch der Zinkentyp C entspricht den Anforderungen nicht. Nebst zu geringer Arbeitstiefe (max. 18 cm) werden wegen dieser Zinkenform Stroh und andere Pflanzenreste mitgeschleppt und daher vermehrt Verstopfungen hervorgerufen.

Der **Zinkenabstand** ist bei einem Tiefgrubber ebenso wichtig wie die Zinkenlänge bzw. die Arbeitstiefe. Aufgrund der Erfahrungen soll er annähernd der Arbeitstiefe entsprechen, d. h. ca. 30 bis 35 cm betragen. Bei diesem Abstand wird nicht nur eine ausreichende Lockerung der Verdichtungsschicht, sondern gleichzeitig ein vollständiges Aufreissen der Ackerkrume erreicht. Engere Abstände erfordern mehr Zinken am Gerät, was zu einer Erhöhung des Zugkraftbedarfes und der Verstopfungsanfälligkeit führt. Die Zinkenanzahl des Tiefgrubbers soll der

Traktorleistung entsprechen. Je nach Bodenart ist bei 35 cm Arbeitstiefe mit einem Zugkraftbedarf von 300 bis 400 kp pro Zinken zu rechnen. Daher erfordert ein 7-zinkiges Gerät (Arbeitsbreite zirka 2 m) 2100 bis 2800 kp oder einen 4000 bis 5000 kp schweren Traktor mit mehr als 55 PS Motorleistung. Bei normaler Bodenfeuchtigkeit lässt sich die Arbeit bei einer Fahrgeschwindigkeit von zirka 5 km/h durchführen und eine Flächenleistung von 80 a/h erreichen.



Abb. 3

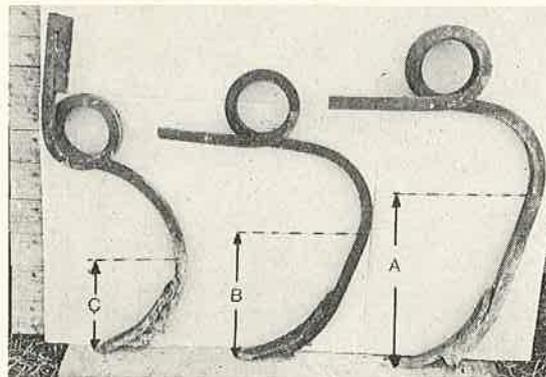


Abb. 4

Abb. 3 und 4: Ein Tiefgrubber eignet sich gut für die Lockerung mechanischer Verdichtungen. Die erforderliche Arbeitstiefe von 35 cm lässt sich mit dem Zinkentyp A erreichen. Die Typen B und C arbeiten zu flach; C ist zudem verstopfungsanfällig.

3. Maulwurfdrainage und Tiefenlockerung

Bei den tieferreichenden geologischen Verdichtungen ist in der Regel die Lockerung bis zu einer Tiefe von 70 bis 90 cm erforderlich. Die **Maulwurfdrainage** und die **Untergrundlockerung** sind hier die geeignete Meliorationsform. Ihre Durchführung wird mit Spezialgeräten wie Maulwurfdrainagepflug bzw. Wippscharlockerer vorgenommen.

Ein Maulwurfdrainagepflug besteht im wesentlichen aus einem langen Sech und einer keilförmigen Schar mit einem Ziehkegel (Abb. 5 und 6). Das Sech und die Schar sollen die Verdichtungsschicht durchschneiden und auflockern. Mit dem Ziehkegel (\varnothing 80 bis 90 mm) wird ein Drainagekanal gebildet. Bei den meisten Fabrikaten kann das Sech am Tragrahmen höhenverstellbar und damit an die gewünschte Arbeitstiefe (50 bis 100 cm) gut ange-

passt werden. Ausführungen, bei denen das Sech an einem verlängerten Arm (siehe Abb. 5) und nicht direkt an der Anbauschiene angebracht ist, sind vorteilhafter, da diese beim Ausheben grössere Bodenfreiheit erreichen.

Das Hauptgewicht bei der Maulwurfdrainage liegt in der Bodenentwässerung. Der mit dem Ziehkegel gebildete Kanal bleibt je nach Bodenart zwei bis acht Jahre erhalten. Eine gute Drainagewirkung erfordert eine Drainneigung von 0,4 bis 8 ‰ und eine gute Abführung des Wassers in einen Graben, Schacht oder Drainagesammler. Die Erddrainen sollen in einer Tiefe von 60 bis 80 cm und in Ab-

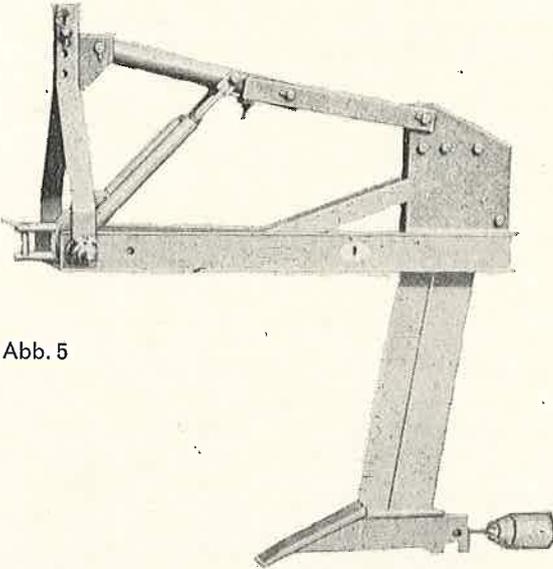


Abb. 5

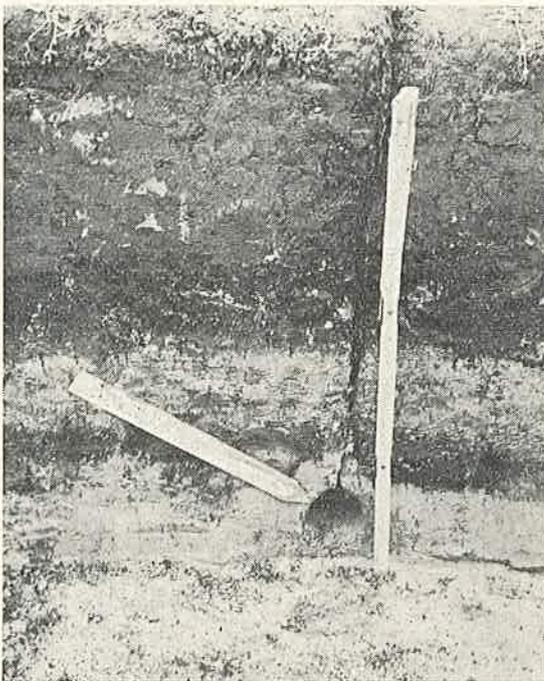


Abb. 6

Abb. 5 und 6: Für tiefverdichtete, nasse Böden verwendet man am besten einen Maulwurfdrainagepflug. Der Ziehkegel lässt im Boden Drainagekanäle zurück, durch die das überschüssige Wasser abgeführt werden kann (Abb. 6).

ständen von 3 bis 5 m angelegt werden. Ihre Länge darf in der Regel 100 m nicht überschreiten. Will man nebst der Entwässerung auch den Untergrund intensiv lockern, so können die Abstände auf 1,5 bis 2 m reduziert werden.

Der Zugkraftbedarf der beschriebenen Geräte hängt stark von der Arbeitstiefe und Bodenart ab. In schwerem Lehmboden kann er bei 50 bis 70 cm Arbeitstiefe 2000 bis 3000 kp erreichen. Solche Fälle erfordern einen Traktor mit einem Gewicht von zirka 4000 bis 5500 kp. Bei 2,0 m Drainabstand und 2,0 km/h Fahrgeschwindigkeit lässt sich eine Flächenleistung von 30 a/h erzielen.

Der **Wippscharlockerer** soll den Boden möglichst tief und intensiv lockern. Er unterscheidet sich vom Maulwurfdrainagepflug vor allem durch eine breite Schar, die durch die Zapfwelle über einen Exzenter in eine Wippbewegung versetzt wird (70 mm Hub, 270 Hübe/min.). Die Arbeitstiefe lässt sich mit zwei Stützrädern in einem Bereich von 50 bis 90 cm einstellen (Abb. 7 und 8). Der Lockerungseffekt ist bei diesem Gerät sehr gross. Das Volumen der bearbeiteten Bodenschicht wird um 20 bis 30 % vergrößert und die festgepressten Bodenaggregate auseinandergerissen. Für eine wirksame Lockerung des Untergrundes ist eine Arbeitstiefe von 70 bis 80 cm – in Abständen von 1,5 m – angezeigt. Bei einem geringeren Abstand besteht die Gefahr, dass der bereits aufgelockerte Boden wieder festgefahren wird. Auf einer solchen Fahrbahn kann auch eine gewisse Verminderung der Traktor-Adhäsion und somit seines Zugkraftvermögens auftreten. Die Bodenfeuchtigkeit hat auf den Lockerungserfolg einen entscheidenden Einfluss. Grundsätzlich dürfen nur Böden in trockenem Zustand mit dem Wippscharlockerer bearbeitet werden. Andernfalls wird der nasse Boden von unten her noch mehr verdichtet, was unter Umständen zu einer weiteren Verdichtung seiner Struktur führen kann.

Beim Einsatz des Wippscharlockerers in schwerem Boden ist mit folgendem Leistungsbedarf zu rechnen:

Fahrgeschwindigkeit	1,5 km/h
Arbeitstiefe	80 cm
Zapfwellenleistung	13 PS
Zugleistung ca. 4000 kp oder	22 PS
Gesamtleistungsbedarf	35 PS

Die Auswirkung der Wippbewegung der Schar auf den Zugkraftbedarf ist gering. Auf die Zapfwelle entfallen nämlich nur 37 % des Gesamtleistungsbedarfes. Der ganze Rest, d. h. 63 % oder 4000 kp Zugkraft müssen durch die Räder bewältigt werden. Im gegebenen Fall ist ein Traktor mit mindestens 6000 kp Gewicht erforderlich. Dabei kann eine Flächenleistung von zirka 20 a/h erreicht werden.

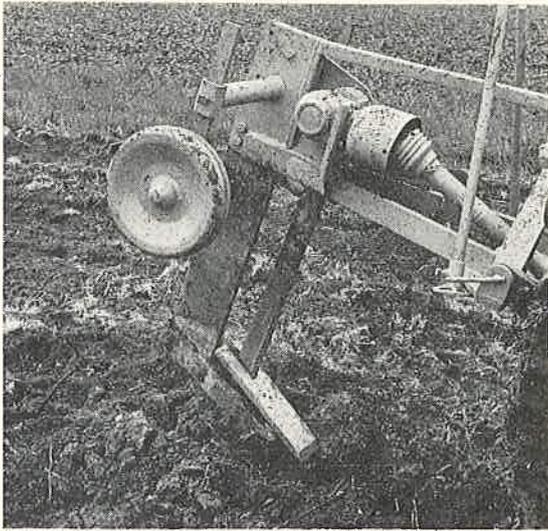


Abb. 7.

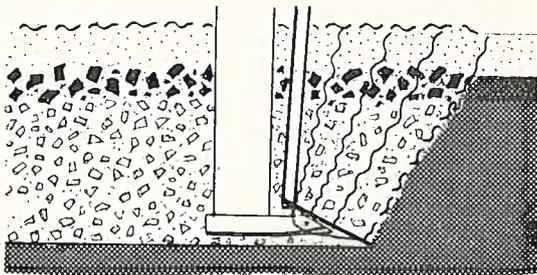


Abb. 8.

Abb. 7 und 8: Ein Wippscharlockerer ist für eine ausgesprochene Tiefenlockerung bestimmt. Durch die Scharbewegung wird die verdichtete Bodenschicht nicht nur angehoben, sondern auch gründlich aufgerissen (Abb. 8).

4. Schlussbemerkungen

Störungen in der Wasserversorgung – Staunässe bei Regenwetter, Wassermangel bei Trockenheit – werden oft durch Verdichtungen der unteren Bodenschicht hervorgerufen.

Bodenverdichtungen, die durch Maschinen verursacht werden und in einer Tiefe bis zirka 35 cm liegen, lassen sich mit einem Tiefgrubber gut auflockern. Für die Beseitigung tiefreichender geologischer Verdichtungen ist eine Untergrundmelioration mit einem Maulwurfdrainagepflug oder einem Wippscharlockerer erforderlich. Währenddem der Einsatz des Grubbers und des Wippscharlockerers nur in trockenem Boden möglich ist, kann der Maulwurfdrainagepflug auch zur Entwässerung von staunassem Boden verwendet werden. Der günstigste Zeitpunkt für die Untergrundlockerung liegt normalerweise unmittelbar nach der Ernte.

Die erwähnten Geräte haben einen sehr hohen Zugkraftbedarf. Sie erfordern je nach Bodenart und Arbeitstiefe Traktoren von 4000 bis 6000 kp Gewicht.

Die Erhaltung der verbesserten Struktur des Untergrundes hängt stark von den nachfolgenden Bestellarbeiten ab. Besonders schädlich sind hier das Pflügen und die Traktorüberfahrten. Der Einsatz einer **Frässämaschine** ist für solche Fälle vorteilhafter. Mit dieser Maschine werden bekanntlich sämtliche Bestellarbeiten einschliesslich Bodenbearbeitung und Saat in einem einzigen Arbeitsgang erledigt. Bei diesem Verfahren werden zudem die Traktorspuren gründlich aufgerissen. Auf die Stabilisierung des gelockerten Untergrundes wirkt sich die unmittelbare Einsaat einer tiefwurzelnden Gründüngungspflanze wie z. B. China-Rübse, Senf, Raps günstig aus. Innert kurzer Zeit (6 bis 10 Wochen) durchdringen die Pflanzenwurzeln die ganze Lockerungsschicht und festigen mit ihrer Vielzahl von Wurzeln die luftige, krümelige Bodenstruktur.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

- | | |
|-------|--|
| ZH | Schwarzer Otto, 052 / 25 31 21, 8408 Wülflingen |
| ZH | Schmid Viktor, 051 / 77 02 48, 8620 Wetzikon |
| BE | Mumenthaler Rudolf, 033 / 57 11 16, 3752 Wimmis |
| BE | Schenker Walter, 031 / 57 31 41, 8052 Zollikofen |
| BE | Herrenschwand Willy, 032 / 83 12 35, 3232 Ins |
| LU | Rüttimann Xaver, 045 / 6 18 33, 6130 Willisau |
| LU | Vögeli Urs, 041 / 88 20 22, 6276 Hohenrain |
| UR | Zurfluh Hans, 044 / 2 15 36, 6468 Attinghausen |
| SZ | Fuchs Albin, 055 / 5 55 58, 8808 Pfäffikon |
| OW | Gander Gottlieb, 041 / 96 14 40, 6055 Alpnach |
| NW | Lussi Josef, 041 / 61 14 26, 6370 Oberdorf |
| GL | Jordi Willi, landw. Schule, 058 / 5 28 66, 8750 Glarus |
| ZG | Müller Alfons, landw. Schule Schluethof, 042 / 36 46 46, 6330 Cham |
| FR | Lippuner André, 037 / 9 14 68, 1725 Grangeneuve |
| SO | Schläfli Jules, 065 / 2 66 21, 4500 Solothurn |
| BL | Wüthrich Samuel, 061 / 84 95 29, 4418 Reigoldswil |
| SH | Seiler Bernhard, 053 / 2 33 21, 8212 Neuhausen |
| AI/AR | Moesch Oskar, 071 / 33 25 85, 9053 Teufen |
| SG | Eggenberger Johannes, 071 / 44 29 38, 9425 Thal |
| SG | Haltiner Ulrich, 071 / 44 17 81, 9424 Rheineck |
| SG | Pfister Th., 071 / 83 16 70, 9230 Flawil |
| GR | Stoffel Werner, 081 / 81 17 39, 7430 Thusis |
| AG | Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 / 45 15 53, 5722 Gränichen |
| TG | Monhart Viktor, 072 / 6 17 35, 8268 Arenenberg. |
- Schweiz. Zentralstelle SVBL, Küssnacht, Karl Schib, 051/90 56 81, 8703 Erlenbach.

Die «Blätter für Landtechnik» können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 20.—, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.