

# Die tiefe Bodenbearbeitung in Ungarn

S. EGRSZEGI

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrochemie der Ung. Akademie  
der Wissenschaften, Budapest

---

## Zusammenfassung

1. Die wechselvollen Witterungsbedingungen in den verschiedenen Anbaugebieten Ungarns, namentlich die häufigen Dürreschäden, rechtfertigen die Bemühungen im Interesse reichlicher Speicherung und entsprechender Nutzung des Wassers natürlicher Niederschläge. Gute Hilfsmittel dazu sind die tiefe und die krümmenvertiefende Bodenbearbeitung.
2. Zur Beurteilung der Anwendbarkeit und der Ergebnisse tiefer und krümmenvertiefender Bearbeitung wurde eine geeignete Bodensystematik kurz beschrieben.
3. Die Gesichtspunkte und Möglichkeiten der tiefen Bodenbearbeitung mit und ohne Wenden wurden erörtert. Nach den Erfahrungen ist in Ungarn auf Steppenlehmböden das tiefe Pflügen bis zu 40—45 cm das wirtschaftlichste. Auf ursprünglich alkalischen Böden mit stark alkalisiertem Unterboden erhöhten sich die Erträge parallel zur Zunahme in der Tiefe der Auflockerung, — in Abhängigkeit von der angebauten Pflanzenart. Desgleichen auf schweren Wiesentonböden. Gemäss der allgemeinen Erfahrung bewährt sich die Tiefkultur am meisten bei Böden, die im Hinblick auf Körnerzusammensetzung und Struktur extrem geartet sind.
4. Es wurden die in Ungarn entwickelten Methoden der sommerlichen Bodenbearbeitung besprochen. Der gemeinsame Zug derselben ist die Sicherung der Bodengare und die Schaffung entsprechender Saatbettes.
5. Zum Abschluss erfuhren die Vertiefung des Lebensraumes im Sandboden, die Grundlagen der hierzu geeigneten schichtenweisen Sandmelioration, sowie die Methoden und Ergebnisse derselben, etwas eingehendere Besprechung. Als Ergebnis der Tiefkultur und des tiefen Einlagerns von Nährstoffen sind auf Flugsandböden höhere Ernten und grössere Ertragssicherheit zu erreichen. Grössere Mannigfaltigkeit im Anbau ist möglich. Bei künstlicher Bewässerung können die sonst zu verwendenden Wassermengen um 25 bis 35 % herabgesetzt werden.

## Summary<sup>1</sup>

1. The variable weather conditions in the different agricultural districts of Hungary, especially frequent drought damage, justifies attempts to raise water storage considerably and to use in this way the natural rainfall. Deep tillage and operations to deepen the ploughed layer are useful practices to achieve this.
2. To judge the applicability and the results of deep tillage and of operations to deepen the ploughed layer, a suitable soil classification is briefly described.
3. Aspects and possibilities of deep ploughing with and without turning are discussed. Experience shows that in Hungary on prairie loam soils deep ploughing to 40—45 cm is most economical. On originally alkaline soils with strongly alkalized subsoils yields increased in proportion to the depth of loosening, depending on the crop produced. The same holds for heavy meadow clay soils.
4. The methods of summer cultivation, developed in Hungary are discussed. Their common aspect is to ensure a good tilth and to produce a corresponding seedbed.
5. Finally the deepening, in sands, of the layer suitable for root growth the principles of the amelioration in layers of sand soils, as well as the methods applied and the results obtained are discussed in more detail. The result of deep tillage and deep placement of nutrients on blowing sands will be that higher yields and a greater production security are obtained. A larger variety of crops can be produced. Artificial rain can be deminished by 25 to 35 percent.

<sup>1</sup> Complete mimeographed English translation available on request from Tillage Laboratory, State Agric. Univ., Diedenweg 20, Wageningen.

## **Einleitung**

Der erste Schritt zur Schaffung von Vorbedingungen für den Pflanzenbau, und von wissenschaftlichen Grundlagen für denselben war die anfangs instinktive, später schon zielbewusste Anwendung der Bodenbearbeitung. Diese war eigentlich die Grundlage der Zivilisation. Im Laufe der Zeiten, bis zur Gegenwart, haben Methoden, Maschinen und Geräte der Bodenbearbeitung mannigfache Umgestaltung und Entwicklung durchgemacht. Eine der bedeutendsten Errungenschaften dieser Entwicklung war die krumenvertiefende, bzw. die tiefe Bearbeitung der Böden; dies gilt auch für Ungarn. Die Tiefenbearbeitung gehört zu den wichtigsten Faktoren der gesamten Agrartechnik. Die Fragen der tiefen und der krumenvertiefenden Bodenbearbeitung sollen im Nachstehenden erörtert werden; des weiteren auch kurz die Sommerbearbeitung von Böden, die eng mit der Tiefenbearbeitung verbunden ist.

In Ungarn, wie auch in anderen Ländern, standen und stehen auch gegenwärtig die Fragen der Bodenbearbeitung vielfach zur Diskussion; meist werden tiefe und flache Bearbeitung einander gegenübergestellt. Werden die einzelnen, noch unbereinigten Probleme eingehender analysiert, dann geht daraus meist hervor, dass die Verfechter beider Methoden Recht haben — in Bezug auf die jeweiligen Böden, unter den gegebenen klimatischen Bedingungen. Es folgt somit, dass die Ergebnisse der Bodenbearbeitung nur in Kenntnis der jeweils vorherrschenden bodenkundlichen und klimatischen Verhältnisse einwandfrei zu beurteilen sind. Aus diesem Grunde wäre eine einheitliche, international vereinbarte methode zur Kennzeichnung der Bodeneigenschaften bei der Bewertung der mit verschiedenartigen Bodenbearbeitungsmassnahmen erzielten Erfolge recht wünschenswert. Bodeneigenschaften dieser Art sind: der Typ, die Struktur und Textur, sowie der genetische Werdegang. Diese sind sämtlich ausschlaggebend für die Ergebnisse der Bodenbearbeitung. Doch sollten die Böden in solchen Fällen nur in bezug auf Belange der Bearbeitung gruppiert werden. Die gleichartigen physikalischen Eigenschaften ermöglichen dann den Zusammenschluss mehrerer Bodentypen (Subtypen, Varietäten).

## **Die Systematik der Böden**

Zwecks Beurteilung der Anwendbarkeit der tiefen und der krumenvertiefenden Bearbeitung, sowie zwecks Begutachtung der Ergebnisse derselben wird die nachstehende einfache Systematik der Böden vorgeschlagen. Zunächst wären zwei Hauptgruppen zu unterscheiden:

### **Hauptgruppe I. Böden von — im Hinblick auf die Bearbeitung — einheitlichen Aufbau**

Hierher gehören Böden von undifferenziertem Profil, darin, abgesehen vom Humus, die Körnerzusammensetzung, sowie die chemische und mineralogische Zusammensetzung keine, oder nur geringfügige Schwankungen aufweist. (Die Quotienten der Tongehaltszahlen in den einzelnen Horizonten sind kleiner als 1,5). Solche Böden sind: Tschernosjom, Wiesenböden, manche Alluvialböden, Braunerden, Rendsinen, Sandböden mit tief humosem Schnitt, Flugsande usw.

Vorwiegend charakteristisch für obige Böden sind die Veränderungen der physikalischen Eigenschaften durch die Bearbeitung. Tiefkultur, tiefes Pflügen zeitigen in solchen Böden meist vorteilhafte Veränderungen der Porositätsverhältnisse, d.i. das Verhältnis der Luft zum Wasser gestaltet sich günstiger.

## Hauptgruppe II. In pflanzenphysiologischer Hinsicht fehlerhafte Böden

Zu diesen gehören: Salz- und Alkaliböden, erodierte Waldböden, podsolierte Böden, ferner alle Böden mit hohem Gehalt (über 25 %) an  $\text{CaCO}_3$  im Untergrund, und schliesslich jene Böden, in welchen Kalkbänke, Gleyschichten, oder verkittete, eisen-schüssige Schichten (Ortstein) usw. anzutreffen sind.

Auf Böden dieser Hauptgruppe ist die auflockernde Bearbeitung namentlich die tiefe Lockerung, bzw. die mehrschichtige Bearbeitung erfolgreich. Das übliche tiefe, Mischwirkung ausübende Pflügen führt meist Nachteile im Gefolge.

Innerhalb dieser Hauptgruppe ist die folgende Unterteilung durchzuführen:

- A. Physikalisch wahrnehmbare Bodenfehler;
- B. Bodenfehler verursacht durch chemische Faktoren;
- C. Besondere Verfahren erheischende Böden.

A. Mit der Beseitigung des Fehlers werden vorwiegend die physikalischen Bodeneigenschaften verändert. Ein Beispiel dafür ist die Zerstörung von Kalkbänken, oder von verkitteten, eisen-schüssigen Schichten, und damit die Schaffung günstiger Krümelgefüges, sowie Umgestaltung der Porositätsverhältnisse. Im Interesse des Erfolges der Bodenbearbeitung ist somit der physikalische Nachteil zu beseitigen, was bei tiefer Lockerung sogleich erfolgen kann. Stark kiesige, oder steinige Unterböden schliessen die Anwendung der Tiefkulturmassnahmen aus.

B. Die chemisch bedingten Fehler in dieser Kategorie von Böden lassen sich durch chemische Mittel beseitigen. So gelangen z.B. bei der Verbesserung von Alkaliböden kohlen-saurer Kalk, Kalkschlamm, Gips, oder Lignite zur Anwendung. Auf stark sauren, etwa podsoligen Böden ist kohlen-saurer Kalk, Magnesiumkarbonat, oder Dolomit zu verwenden. In allen Fällen dieser Art ist die Verabreichung chemischer Substanzen, d.i. die Bodenverbesserung, die unerlässliche Vorbedingung des Erfolges der Tiefkultur. Eine Ausnahme bilden die Gleyschichten. Das zweiwertige Eisen in denselben muss auf die höhere Oxydationsstufe gebracht werden, was durch Massnahmen von ausdrücklich physikalischem Charakter, nämlich durch die belüftende Tiefenbearbeitung zu erreichen ist.

C. In diese Kategorie gehören Böden, bei welchen ein teilweiser, oder vollständiger "Umtausch" erforderlich ist. (z.B. die Vermengung des alkalisierten Krümenbodens mit dem gipshaltigen Unterboden, Vertauschen der dünnen Moorschicht mit der Sandunterlage, oder der karbonathaltigen Unterbodenschicht mit der karbonatfreien Krume, usw.).

Hierher gehören auch jene Böden, die tiefgreifende Umgestaltung erforderlich machen, um — durch Zusammenlegen einzelner, labiler Schichten mit karbonat — und kolloid-reicheren — einen einheitlicheren, im wesentlichen künstlichen, Bodenschnitt hervorzubringen. Beispiele dafür bietet die besondere Bearbeitungsweise auf holländischen Marschböden, bis zu Tiefen von 100 bis 200 cm (16). In solchen Fällen erfolgt das grundlegende und ergänzende Beackern nur nach der als Urbarmachung anzusprechenden Bearbeitung. Auch Lockerungs- und Mischverfahren können angewandt werden. Des weiteren gehören in diese Kategorie auch Böden, die vorerst die Regelung der Wasserverhältnisse, etwa mit Dränung und Oberflächenmelioration, erheischen z.B. Torf- und Moorböden.

Die oben klar umrissene Systematik bildet einen Rahmen, in welchen die in Ungarn, wie in anderen Ländern anzutreffenden Böden eingereiht werden können. Dieser

Rahmen lässt mannigfache Unterteilung und Erweiterung zu, je nach den Erfordernissen der Notwendigkeit und Zweckmässigkeit.

### **Ertragserhöhung bestimmender Komponenten**

Die Anbauerfolge liefern den Masstab zur Beurteilung der Zweckmässigkeit von Bodenbearbeitungsmethoden. Die letzteren bilden jedoch nur eine Hauptkomponente der Erhöhung der Erträge. Die Faktoren der Nährstoffversorgung, der Bodenbiologie, und der Pflanzenphysiologie sind ebenfalls mit im Spiele. Tatsache ist, dass die Wirkungsweise der bodenbiologischen und pflanzenphysiologischen Faktoren im unlöslichen Zusammenhang mit der angewandten Bodenbearbeitung und Düngung steht. Somit schliesst sich die Bodenbearbeitung eng dem Themenkreis Düngung an. Am einfachsten gestalten sich die Beziehungen bei Böden der Hauptgruppe I., deren Profile, im Hinblick auf die Bearbeitung, von einheitlichem Aufbau sind.

Bei den in pflanzenphysiologischer Hinsicht mit Fehlern behafteten Böden der Hauptgruppe II. sind Meliorationsmassnahmen von physikalischer oder chemischer, bzw. von beiderlei Art vor der Düngung durchzuführen, um die Wirksamkeit der letzteren sicherzustellen.

### **Die Klimabedingungen in Ungarn**

Ausser dem Boden sind die erzielbaren Erträge auch von den klimatischen Faktoren abhängig; dies gilt vornehmlich für das Ungarland. Ungarn liegt im geschlossenen Karpathenbecken, demgemäss ist das Klima recht eigenartig. Im westlichen, mit Österreich und Jugoslawien benachbarten Teil des Landes beträgt die Höhe der Niederschläge, im Mittel mehrerer Jahrzehnte, etwa 800 mm, zwischen der Donau und der Theiss 550 mm, und in den östlichen Gebieten 590 mm. Die Jahresmittelzahlen geben keinen Aufschluss über die höchst wechselvolle Verteilung der Niederschläge, demzufolge der Sommer meist sehr trocken ist. Grösstenteils fallen die Niederschläge vom Herbst bis zum Frühjahr. Bezeichnend für die ungleichmässige Verteilung derselben ist, dass die Schwankungsamplitude der Landesmittelzahl im Mittel der letzten 50 Jahre sich auf mehr als 220 mm erstreckte.

### **Die Möglichkeiten der tiefen Bodenbearbeitung**

Die Grundlage der Anbauerfolge in Ungarn ist die Sicherung einer möglichst mächtigen Nährschicht. Dies kann erreicht werden durch Tiefkultur mit und ohne Wenden, bzw. durch krumenvertiefende Bodenbearbeitung.

Auf Böden mit — im Hinblick auf die Bearbeitung — einheitlichen, undifferenzierten Schnitten (Hauptgruppe I.) ist das tiefe Pflügen und die krumenvertiefende Bearbeitung von hoher Bedeutung. Auf solchen Böden kann die Tiefe der Nährschicht, mit Rücksicht auf die Verdichtung, vorteilhaft vergrössert werden. Zuweilen ist die Tiefkultur, infolge der natürlichen Porositätsverhältnisse der Böden, von vornherein nicht angezeigt. So beträgt z.B. das Raumgewicht mancher Tschernosjomböden bis zu Tiefen von 1,5 bis 2 m nur etwa 1,20 bis 1,35. Daraus folgt, dass auf solchen, in ihrer natürlichen Lagerung schon stark aufgelockerten Böden — Lehmen von hoher Porosität — die Verdichtung, d.i. die Verringerung der Hohlräume, am zweckmässigsten ist. Dennoch muss auf Lehm- und Tonböden im allgemeinen die Tiefkultur, und die krumenvertiefende Bearbeitung befürwortet werden. Für die ungarischen

Böden vom Steppentyp — Tschernosjom — liegt die wirtschaftlichste Furchentiefe meist bei 40 bis 45 cm.

Gemäss der allgemeinen Erfahrung sind die besten Erfolge der Tiefkultur auf Böden von extremer Körnerzusammensetzung und Struktur — Sanden und schweren Tonen — zu verzeichnen.

Auf den in pflanzenphysiologischer Hinsicht fehlerhaften Böden der Hauptgruppe II. wo, wie schon erwähnt, bodenphysikalische Veränderungen zu bezwecken sind, lässt sich der gewünschte Erfolg durch Auflockerung des Unterbodens, also durch Zerstörung von Kalkbänken, verkitteten, eisenschüssigen, oder vergleyten usw. Schichten erzielen. Ebendasselbe gilt auch für die verdichteten B-Horizonte erodierter Waldböden.

Auf den kalkfreien Alkaliböden Ungarns wird immer mehr die Tiefkultur ohne Wenden bevorzugt, bzw. die Anwendung des Zwei- oder Dreischichtenpfluges, auch wenn die Bodenverbesserung (mit chemischen Mitteln) vorausgegangen war.

Auf Böden von ursprünglich alkalischer Reaktion, mit stark alkalisiertem Unterboden unterhalb der Krume, erhöhten sich die Erträge im allgemeinen parallel zur Zunahme der Lockerungstiefe. Ein Gleiches war der Fall auf schweren Wiesentonböden. Nach den bisherigen Erfahrungen ist auf Alkali- und Wiesentonböden die als grundlegende Massnahme ausgeführte, mit Auflockerung verbundene, tiefe und krumenvertiefende Bearbeitung ohne Wenden, den pflanzlichen Belangen angepasst, von Erfolg begleitet. Die grundlegende Bearbeitung, Ende Sommer, oder im Herbst, wirkt demnach ertragsfördernd auf die Mehrzahl der im Frühjahr gesäten Pflanzen. Hauptsächlich reagierten Zuckerrüben, Futterrüben, Mais, Zuckerhirse, und mehrjährige Gewächse — namentlich Luzerne — günstig auf die Tiefkultur. Auf ebendenselben Böden brachte jedoch die krumenvertiefende Bearbeitung zu Winterweizen, Wintergerste und Sommerhafer keine beträchtlichen Mehrerträge. Die Wirtschaftlichkeit des Pflanzenbaues ist also auf gegebenen Böden auch von der angebauten Pflanzenart abhängig.

### **Die Sommerbearbeitung**

Nunmehr wurde die mit der Tiefkultur eng verbundene Sommerbearbeitung kurz ins Auge gefasst. Der Hauptzweck derselben ist die Sicherung der Bodengare. Die richtig ausgeführte grundlegende Bearbeitung im Herbst schafft die Vorbedingungen hierzu und wirkt in diesem Sinne fördernd. Die einwandfreie Sommerbearbeitung ermöglicht ihrerseits die entsprechende Durchführbarkeit der tiefen und krumenvertiefenden Bearbeitung Ende Sommer, bzw. im Herbst.

Die gegenwärtig in Ungarn angewandte Methode der Sommerbearbeitung weicht von jenen Verfahren, die in Ländern mit feuchterem Klima, oder mehr ausgeglichener Niederschlagsverteilung üblich sind, darin ab, dass statt wiederholtem Pflügen, wiederholtes Zermürben und Walzen angewandt wird, an Stelle des Pfluges also meist die Scheibenege oder der Kultivator zum Einsatz gelangt. Unter den obwaltenden Verhältnissen ist das lockere Bodengefüge zu erhalten, nicht um der Verschlammung durch reichliche Niederschläge vorzubeugen, und die Verdunstung zu fördern, sondern um die Feuchtigkeitsreserven zu wahren, damit der Boden bis zur Zeit der Aussaat, ungeachtet der häufigen Dürreperioden, in günstigen Kulturzustand gelange. Dass dieses Verfahren in den ungarischen Anbaugebieten entwickelt werden konnte, ist weitgehend der Erkenntnis jener Möglichkeiten zu verdanken, die in den Bodenbearbeitungsmethoden von CAMPBELL, bzw. von JEAN liegen. Beide, weltweit bekannte Methoden wurden unter trockenen Klimaten ausgearbeitet. Vor dem Bekanntwerden

## DIE TIEFE BODENBEARBEITUNG IN UNGARN

derselben waren in Ungarn die aus westlichen Ländern eingeführten, kaum etwas abgeänderten Bodenbearbeitungsverfahren üblich, wurden jedoch den Erwartungen — mit Ausnahme von feuchten Jahrgängen — nicht gerecht. Die pedantische Befolgung der Regeln von CAMPBELL und JEAN brachte selbstverständlich ebenfalls nicht den gewünschten Erfolg, doch wurden hiedurch die Grundlagen zur Entwicklung der besonderen ungarischen sommerlichen Bearbeitungsweise geliefert. Vorwiegend bekannt wurden in dieser Hinsicht besonders die Leistungen von BAROSS, MANNINGER (14), KREYBIG (13) und KEMENESY (11).

Mehrere Varianten der Bodenbearbeitung im, bzw. Ende Sommer sind in Ungarn üblich, je nach Boden und Witterung. Nur selten — wenn der Sommer feucht ist — fällt dem Pflug eine wichtigere Rolle zu. Unter den weitaus häufigeren trockenen Witterungsbedingungen gelangen vorwiegend Kultivator, Scheibenegge, Walze und Egge zum Einsatz. Der gemeinsame Zug ist, dass das Stoppfeld nach den im Sommer geernteten Früchten schleunigst umgebrochen und gewalzt werden muss. In Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgrad wird der verdichtete und verunkrautete Boden meist mit der Scheibenegge, oder mit dem Kultivator bearbeitet, bis zur Aussaat im Herbst, nach der Auflockerung jeweils sogleich gewalzt, gelegentlich auch geeegt.

Die Wahl des Bearbeitungsgerätes, und der Einsatz desselben ist auch stark abhängig von der Zeitspanne, die bis zur Aussaat zur Verfügung steht; demgemäss ist die beizeiten, schnell und richtig ausgeführte Bodenbearbeitung, namentlich wenn Getreide nach spät geernteten Früchten folgt, von höchster Bedeutung. In solchen Fällen ist die rechtzeitige Bearbeitung, und die Schaffung guten Saatbettes besonders erfolgreich, wenn Tiefkultur des Bodens vorausgegangen war.

### Die Melioration von Sandböden

Vom Sand war bislang kaum die Rede, obschon die Bearbeitung von Sandböden, und die Erhöhung der Fruchtbarkeit derselben in Ungarn von hoher Bedeutung ist. (24 % der Nutzflächen sind Sandböden). Die Frage lautet, ob tiefe oder krumentvertiefende Bearbeitung auch auf Sandböden, namentlich auf Flugsanden zweckmässig ist. Bei der Beantwortung dieser Frage sind pflanzenphysiologische Gesichtspunkte ausschlaggebend.

Der Sand gehört zu den am dichtesten gelagerten Bodenarten. Im ursprünglichen Zustand — mit ungestörtem Gefüge — weist der Sandunterboden das gleiche Raumgewicht auf, wie Ton, ja sogar schwerer Ton. Dem Tiefenwachstum der Pflanzenwurzeln stemmt der Sand beträchtlichen Widerstand entgegen, ist also, pflanzenphysiologisch beurteilt, kein lockeres Medium, wie dies von meinem Mitarbeiter DVORACEK (1) mittels Untersuchungen der Wurzelentwicklung nachgewiesen wurde.

Das eigenartige Gefüge der Sandkörner bestimmt die Textur und Struktur des Sandes. Unter dem Druck der oberen Schichten befinden sich die Körner von mannigfaltiger Grösse und Form im Untergrund in der dichtesten Lagerung. Unter solchen Bedingungen vermögen die Pflanzenwurzeln viel schwerer in die Hohlräume zwischen den Körnern einzudringen, als es in den viel elastischeren, strukturierten Böden der Fall ist. Wird diese Dichtlagerung durch Tiefkultur aufgelockert, dann ist begreiflicherweise das schnelle Tiefenwachstum der Wurzeln in den erweiterten Hohlräumen gewährleistet.

Im Falle von schweren Böden, z.B. von Ton, wird das Verhältnis Wasser : Luft durch die Auflockerung günstiger für die Wurzelentwicklung gestaltet; bei Sandböden ist das unnötig, selbst im Falle der Dichtlagerung, insofern der Sand auch

im bis zur vollen Feldkapazität durchfeuchteten Zustande noch genügend Luft enthält, um das Wurzelwachstum zu ermöglichen, falls der Grundwasserspiegel in entsprechender Tiefe liegt. Der Sand weicht in Bezug auf die Belüftung darin von den schwereren, strukturierten Bodenarten ab, dass das Verhältnis Wasser : Luft in den Hohlräumen des Sandes zugunsten der Luft verschoben wird. Der nach mehreren Forschern — SEKERA (17), KATSCHINSKIJ (10), KOPECZKY (12), FEHÉR und FRANK (6) usw. — erforderliche Luftgehalt von 12 bis 16 Volumprozenten ist im Sande auch bei Sättigung bis zur minimalen Wasserkapazität stets vorhanden.

Die Hauptmasse der Pflanzenwurzeln im Sandboden entwickelt sich in jener Tiefe, wo das Gefüge des Sandes durch die Bearbeitung aufgelockert wurde, und auch Nährstoffe vorhanden sind. Wird er nur flach — oberflächennah, bis zu etwa 20 cm — bearbeitet und gedüngt, dann verzweigt sich das physiologisch aktive Wurzelnetz der meisten Pflanzen in nur geringen Tiefen, unweit der Bodenoberfläche. Durch das Austrocknen verwandelt sich die Krumschicht mitsamt den Nährstoffen in eine "tote Masse", auch wenn im Unterboden noch pflanzenaufnehmbares Wasser vorhanden ist. Die der 15 bis 20 cm mächtigen, gepflügten Schicht einverleibten organischen und Handelsdünger zeitigen daher in Dürreperioden die erhoffte Wirkung nicht. Der Anbauerfolg ist stets unsicher, weil stark witterungsbedingt.

Die Ertragsicherheit hat zur Vorbedingung, dass der andauernde Nachschub an Wasser und Nährstoffen im Boden gewährleistet sei. Um dies zu erreichen, *muß der Lebensraum der Pflanzen auch im Sandboden tiefenwärts erweitert werden. Folglich ist auf Sandböden, namentlich auf Flugsanden, Tief- statt Flachkultur anzuwenden, gleichzeitig sind die Nährstoffe in tieferen Lagen des Sandes unterzubringen.* In diesem Fall ist nicht die Pflanze gezwungen sich den durch flache Bearbeitung gezogenen Schranken anzupassen, sondern die gesamte Agrartechnik, somit auch die Bodenbearbeitung, richtet sich nach den physiologischen Belangen der Pflanze. Bei der Schaffung tiefen Wurzelraumes folgt auch die biologische Aktivität des Bodens tiefenwärts der Bearbeitung und Nährstoffversorgung (9, 15).

Die grundlegende Erfordernis ist die Unterbringung der Hauptmasse von organischer Dünger, oder Kompost, so tief, dass dieselbe von der ergänzenden flachen Bearbeitung nicht berührt werde (5). Unter den in Ungarn üblichen Verfahren ist es die auch im Ausland bekannte, schichtenweise Sandmelioration (früher auch Tiefschichten-düngung genannt), die der obigen Forderung am meisten gerecht wird (2, 3, 4, 5).

Praktisch kann die *schichtenweise Sandmelioration* teilweise oder vollmechanisiert zur Ausführung gelangen. Eine Variante des teilweise mechanisierten Verfahrens ist die, wobei der Pflug die reine, breite, und entsprechend tiefe Furche zieht, während die Schichtsubstanz vom Anhängewagen des unmittelbar hinterher folgenden Schleppers während der Fahrt auf die Furchensohle gestreut, und daselbst teppichartig ausgebreitet wird (ABB. 1). Eine andere Methode besteht im zunächst flachen Einackern der Schichtsubstanz, diese wird dann durch den tunlichst mit Nachschäler ausgerüsteten Rigolpflug in gleichmässiger Verteilung auf die Furchensohle gebracht (ABB. 3).

Das erste Exemplar der vollmechanisierten Ausrüstung wurde von A. G. VAGIN in Minsk gefertigt (ABB. 4). Dasselbe funktioniert in der Weise, dass die Bodenschicht von der erforderlichen Mächtigkeit durch eine nach dem "Keilprinzip" wirkende Vorrichtung hochgehoben wird, und das automatische Dosiergerät die Schichtsubstanz in der gewünschten Dicke darunter einlagert. Das letztere Verfahren, wobei nur Auflockerung, nicht Wenden, stattfindet, ist besonders angezeigt auf podsolierten Sanden,

ABB. 1. Pflug HR-60, nach LAMMEL



FIG. 1. Plough HR-60 according to LAMMEL

ABB. 2. Pflug PP 50, mit der Ausrüstung nach SZABÓ

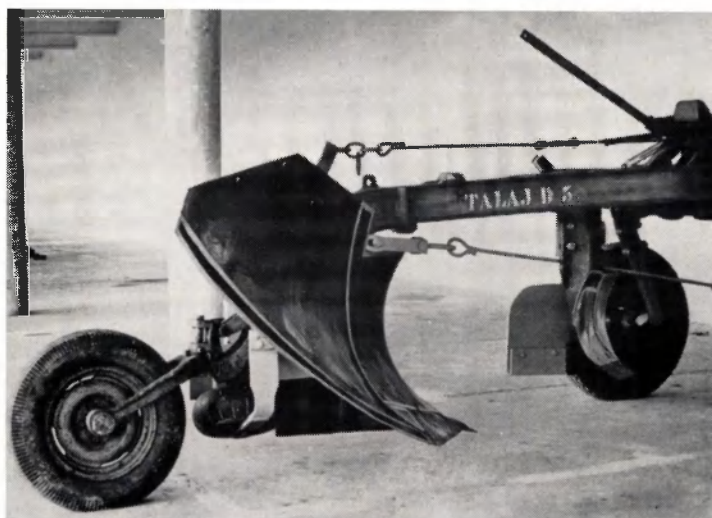


FIG. 2. Plough PP 50 with the equipment according to SZABÓ



ABB. 3. Deutscher Pflug, B. 185, (BBG. Leipzig)



FIG. 3. German plough B 185 (B.B.G. Leipzig)

ABB. 4. Ausrüstung zur vollmechanisierten Schichtlegung nach A. T. VAGIN (Minsk, USSR), Ansicht von Hinten



FIG. 4. Equipment for fully mechanized application of layers according to A. T. VAGIN (Minsk, U.S.S.R.). Rear view.

weil dabei die für die Pflanzen schädliche Podsolchicht nicht zur Oberfläche heraufgebracht wird.

Die technische Ausführung kann folglich, gemäss dem Boden, den klimatischen Gegebenheiten, und den örtlich vorwaltenden Bedingungen, mit Wenden, mit teilweisem Wenden, oder mit tiefer Auflockerung, ohne Wenden erfolgen. Ist die Verwendung von Kalzium- oder Magnesiumkarbonat notwendig, dann können diese Stoffe gleichzeitig mit der Meliorationsarbeit dem Boden einverleibt werden.

Als Schichtsubstanz können Verwendung finden: mittelmässig verrotteter Stallmist, verschiedene Kompostarten (mit Torf oder städtischem Müll als Grundsubstanz), besondere bodenverbessernde Mittel, etwa mit Tonmineralen als Grundsubstanz usw. Zu bemerken ist, dass das tiefe Unterpflügen von Gründünger die Dauer der Wirksamkeit derselben erhöht.

Die Tiefe der gelegten Schicht beträgt bei Gartenbaugewächsen im allgemeinen 40 bis 45 cm, bei Ackerpflanzen 45 bis 60 cm, bei Pflanzen mit holzigem Stengel (Weinreben und Obst) 60 bis 75 cm.

Die als Meliorationsmittel gelegte Schicht muss zumindest 1 cm dick sein; dies bedeutet z.B. im Falle mittelmässig verrotteten Stallmistes 65 bis 80 Tonnen je ha. Keineswegs ist die Verringerung, nur die Erhöhung der Schichtdicke angezeigt. Die Meliorationskosten rentieren sich bei Acker- und Gartenbaugewächsen im allgemeinen in 1 bis 3 Jahren, bei Obst und Wein 1 Jahr nach Beginn des Tragens.

Zwecks Erhöhung der Ertragssicherheit können, je nach dem Intensitätsgrad der Wirtschaftsführung, auch mehrere Schichten übereinander gelegt werden.

Die in ungarischen Grossbetrieben, durch Sandmelioration mit nur einer Schicht erzielten Ergebnisse zeigten, dass die Mehrerträge, im Vergleich zur flachen (20 cm) Beackerung und Düngung, zwischen 35 und 120 % liegen. In mehreren Fällen wurden sogar Mehrerträge von über 250 % geerntet.

Bei Weinreben und Obst ergaben sich Unterschiede von 25 bis 55 %, im Vergleich mit der üblichen Art der Pflanzung. Auf dem verbesserten Sande beginnt das Tragen, sowohl bei Obst, wie bei der Weinrebe, 1 Jahr früher als sonst.

### **Sonstige Agrartechnische Massnahmen**

Zwecks Sicherung des günstigen und nachhaltigen Zusammenwirkens aller Faktoren ist es jedoch notwendig, die anfängliche Entwicklung der Pflanzen durch flach eingearbeitete Nährstoffe zu fördern, und alle Massnahmen der ergänzenden Agrartechnik sorgsam anzuwenden. Zu diesen gehören u.a. der Windschutz, der Pflanzenschutz gegen Krankheitserreger und Schädlinge, sowie die Vertilgung von Unkraut. All dies gilt ebensowohl mit, als ohne künstliche Bewässerung.

In zunehmenden Masse wird in Ungarn bei Acker- und Gartenbaugewächsen, wie bei Reben und Obst, die künstliche Wasserzufuhr betrieben, auf Sandböden vornehmlich durch Beregnung. Die Vorteile und Erfolge der Bewässerung sind allgemein bekannt; sie lassen sich noch erhöhen durch Einsatz der Bewässerungskultur auf den verbesserten Sandböden. Dieses Verfahren ist höchst rentabel, weil der Wirkungsgrad des Wassers, und somit die Erträge, durch den Tiefen Wurzelraum und die gelegte, nährstoffreiche Schicht bedeutend erhöht werden. Je nach dem Grad der Dürre kann der Schädigung gelegentlich völlig vorgebeugt werden durch ergänzende Bewässerung, die es den Pflanzen ermöglicht, die Wasservorräte zu nutzen, die sonst — in Trockenperioden, ohne Bewässerung — infolge der Mängel flacher Boden-

bearbeitung, unverbraucht in den tieferen Sandbodenschichten zurückbleiben würden. Bei vollem Einsatz der Bewässerung werden erfahrungsgemäss um 25 bis 35 % geringere Wassermengen verbraucht — berechnet auf die Gewichtseinheit der Trockensubstanz — als im Falle der Anwendung üblicher agrartechnischer und Bewässerungsmethoden.

Mit Rücksicht darauf, dass die schichtenweise Sandmelioration hohen Kostenaufwand, und ausserdem auch besondere Ausrüstungen (neuerer Konstruktion) erfordert, wurden auch einfachere, leichter durchführbare Methoden zur Vertiefung des pflanzlichen Lebensraumes ausgearbeitet.

Der gemeinsame Zug dieser Verfahren ist, dass der grösste Teil der organischen und Mineralischen Dünger in Tiefen von mehr als 35 cm streifenförmig eingebracht wird, der Rest — und auch der später als Ergänzung angewandte Handelsdünger — flach in den Krumboden gelangt. Die mit solchen Methoden erzielten Ergebnisse können zwar nicht mit jenen der schichtenweisen Melioration in Ungarn verglichen werden, doch sind immerhin um etwa 30 % höhere Erträge zu verzeichnen, als bei flacher (20 cm) Bearbeitung und Nährstoffversorgung. Mit zunehmender Tiefe der gedüngten Schicht können die Mehrerträge, in Abhängigkeit von der Bewässerung, noch gesteigert werden.

Abschliessend ist festzustellen, dass Sand- und Flugsandböden zu jenen Bodenarten gehören, deren Nährschicht durch Tiefenbearbeitung vertieft werden kann, wodurch die Ertragsfähigkeit zunimmt.

Im Vorstehenden trachtete ich einen kurzen Abriss der in Ungarn üblichen Bodenbearbeitungsverfahren zu entwerfen. Eine etwas eingehendere Behandlung haben jene Methoden erfahren, die auf Sandböden erfolgreich angewandt werden können. Dies darum, weil einerseits ich selbst mich vorwiegend mit dem Sande befasste, und dieser im Zentrum meiner Forschungen steht; andererseits, weil die mit der schichtenweisen Sandmelioration erzielten Erfolge auch in manchen anderen Ländern Interesse erweckt haben.

#### SCHRIFTTUM

1. DVORACEK, M., und Frau M. DVORACEK Die Untergrundlockerung, und Wirkungsmechanismus derselben im Sandboden. (Az altalajlazítás és hatásmechanizmusa homokon). *Agrokémia és Talajtan*. 10. 67. 1961.
2. EBERSZEGI, S. Die Steigerung der Ertragsfähigkeit von lockeren Sandböden durch nachhaltige Melioration. *Deutsch. Landw.* 12, 1—8. 1956.
3. EBERSZEGI, A. Nutzbarmachung und Verbesserung der Sandböden. *Egy. Nyomda*, 3—28. 1956.
4. EBERSZEGI, S. Creation and permanent maintenance of a deep fertile layer in loose sandy soil. *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.* VII. 4. 332—364. 1958.
5. EBERSZEGI, S. Economical and lasting utilization of organic fertilizers in sandy soils. *Acta Agr. Acad. Sci. Hung.* IX. 3—4. 319—340. 1959.
6. FEHÉR, D, und M. FRANK Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur und des Wassergehaltes auf die Tätigkeit der Mikroorganismen des Bodens. *Archiv f. Mikrobiol.* 88. 249—287. 1937; 89. 193—222. 1938.

DIE TIEFE BODENBEARBEITUNG IN UNGARN

7. GYÁRFÁS, J. "Dry-farming" in Ungarn. (Magyar dry-farming). Pátria, Budapest, 1922.
8. GYÁRFÁS, J. Die Bodenbearbeitung zu Winterfrüchten im Sommer und Anfang Herbst, mit oder ohne Pflug. (Nyári és őszelejei talajművelés ősziek alá ekével, vagy eke nélkül). *Mezőg. Kiadó*, 3—83. 1956.
9. GYURKÓ, P., und L. VARGA Neuere Untersuchungen über die mikrobiologische Wirkung der Tiefdüngung von Sandböden. *Acta Agr. Acad. Sci. Hung. VIII.* 3—4, 313—341. 1958.
10. KATSCHINSKIJ, N. A. Neuere Beiträge zur Theorie der wasserundurchlässigen Untergrundschichten. (Novoe v teorii o vodone-pronjizaenych potschvennogruntovych ekranach). *Potschvovedenie*, 5—6. 1945.
11. KEMENESY, E. Wahrung der Bodenfruchtbarkeit. (Talajerőgazdálkodás). *Akad. Kiadó*, Budapest, 277—293. 1956.
12. KOPECZKY, J. Investigations of the relations of water to soil. *Proc. I. Int. Congr. Soil Sci.*, Washington, 1. 495—503. 1927.
13. KREYBIG, L. Die Faktoren und Leitgrundsätze der Agrartechnik. (Az agrotechnika tényezői és irányelvei). *Akad. Kiadó*, Budapest, 252—313, 515—525.
14. MANNINGER, G. A. Die teilweise Sicherung des Bodenlebens und der Nährstoffvorräte durch zweckgemäße Bodenbearbeitung. (A talaj életének és táplálóanyagkészletének részbeni biztosítása megfelelő talajműveléssel). *Falu, A Magyar Gazda és Földműves Szövetség Kiad.* Budapest, 239—291. 1938.
15. MÜLLER, G., und K. RAUHE Zur Tiefkultur auf leichten Böden im besonderen Hinblick auf die Bodenbiologie. II. Bodenbiologischer Teil. *Z. Acker- u. Pflbau*, 109. 3. 309—332. 1959.
16. MÜLLER, W. Fragen der tieferen Bodenbearbeitung in den Marschen. Votr. Wiss. Tag. über Probleme d. Bodenbearb. in Münchenberg, 28, 291—295. 1959.
17. SEKERA, F. Gesunder und kranker Boden. Berlin, 1951.