

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural
Band: 93 (1995)
Heft: 8

Artikel: Möglichkeiten und Grenzen der Entwässerung schluffreicher Böden
Autor: Müller, U.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-235180>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

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

Möglichkeiten und Grenzen der Entwässerung schluffreicher Böden

U. Müller

In der Gemeinde Bachs (ZH) wurde im Jahre 1987 ein schluffreicher Boden mit einer kombinierten Drainage entwässert. Der Boden wies umfangreiche Strukturschäden auf und neigte zur Verschlammung und Erosion. Um die Wirksamkeit der ausgeführten Massnahmen zu überprüfen und um Empfehlungen zur Melioration schluffreicher Böden zu erhalten, wurde ein angewandtes Forschungsprojekt durchgeführt. Die Untersuchungen wurden vom eidgenössischen und vom kantonalen Meliorationsamt Zürich unterstützt.

En 1987, le drainage combiné d'un sol limoneux a été effectué sur le territoire de la commune de Bachs (ZH). Ce sol comportait de nombreux dégâts de structure et avait tendance à s'envaser et à s'éroder. Afin de démontrer l'efficacité des mesures employées et pour en déduire des conseils pratiques dans l'amélioration des sols limoneux on a exécuté un projet de recherche appliquée. Ces travaux ont été subventionnés par les services fédéral et cantonal des améliorations foncières.

Nel comune di Bachs (ZH) nell'anno 1987 un terreno siltoso è stato drenato mediante un drenaggio combinato. Il terreno mostrava ampi danni strutturali e tendeva all'infangamento ed all'erosione. Allo scopo di verificare l'efficacia delle misure intraprese nonché di ottenere direttive in merito alla bonifica di terreni siltosi, è stato realizzato un progetto di ricerca applicata. Questi studi sono stati finanziati dall'ufficio per la miglioria fondiaria della Confederazione e del Canton Zurigo.

1. Einleitung

Im Jahre 1987 führte unser Büro in der Gemeinde Bachs im Zürcher Unterland Ergänzungsdrainagen aus. Unter den Drainagegebieten befand sich eine Fläche mit sehr schluffreichen Bodenarten. Aufgrund der Bodenzusammensetzung musste das betroffene Grundstück als bedingt meliorationsfähig eingestuft werden. Der hohe Schluffanteil im Oberboden von 50 bis 60 Gewichtsprozent liess vermuten, dass die Bodenstruktur nicht problemlos zu verbessern sei. Um den Erfolg der Entwässerungsarbeiten zu überprüfen, reichten wir an Kanton und Bund ein angewandtes Forschungsgesuch ein. Nachfolgend legen wir einen Auszug aus dem Schlussbericht (Müller 1994) vor.

2. Problemstellung, Ziel

Die Drainagefläche befindet sich im Zürcher Unterland in der Gemeinde Bachs. Die mittlere Jahrestemperatur schwankt um 8.5 °C, die Niederschläge um 980 mm/Jahr. Der Boden der Fläche, teils in der Talebene liegend, ist als Gley zu klassieren, der weiter hangaufwärts langsam in einen Pseudogley übergeht. Das Versuchsgebiet weist eine reichhaltige Erfahrung mit Kulturtechnikern auf. Die ersten bekannten Eingriffe gehen auf die Kriegsjahre 1942/43 zurück. Im Rahmen

des Plan Wahlen wurde das fragliche Gebiet für den Mehranbau melioriert. Die Kosten für die damalige Flächendrainage mit Tonrohren in einem Abstand der Sauer von ca. 20 Meter betragen Fr. 4000.– pro Hektare oder Fr. 7.40 pro Meter Leitung.

Während der Güterzusammenlegung in den siebziger Jahren meldeten die Landwirte des Versuchsgebietes umfangreiche Drainagewünsche an. Trotz der Drainagen aus den Kriegsjahren genügte der Boden den Ansprüchen der Landwirtschaft nicht mehr. Um den Vernässungen beizukommen, wurde in den Jahren 1975 bis 1977 das alte Drainagenetz durch die Anordnung zusätzlicher Säuger (zwischen den bereits bestehenden) ergänzt.

Danach ging die rasante technische und betriebswirtschaftliche Entwicklung in der Landwirtschaft weiter. Es kamen stets schwerere und leistungsfähigere Maschinen mit hoher Gesamtlast und teilweise starken Vibrationen zum Einsatz. Zapfwellenbetriebene Bearbeitungsgeräte ermöglichten eine intensive Verkleinerung der Bodenkrümel. In der Folge stellten sich bei strukturlabilen Böden oft Schäden an der Bodenstruktur ein.

Eine analoge Entwicklung spielte sich im Versuchsgebiet ab. Trotz der früher vorgenommenen Drainagen traten verstärkt Bewirtschaftungsprobleme auf. Boden-

Die vorliegenden Untersuchungen wurden zu einem Zeitpunkt eingeleitet, in welchem die Verbesserung von Grenzertragsböden agrarpolitisch noch erwünscht war, einerseits um die Fruchtfolgefläche zu sichern und andererseits um den Ackerbau zu Lasten der Milchwirtschaft auszudehnen. Aufgrund der Veränderung der Randbedingungen durch Anpassungen an Gatt- und EU-Richtlinien setzen Bund und Kantone heute neue Prioritäten in der Förderung von Entwässerungsmassnahmen.

Der Kanton Zürich beispielsweise hat im Mai 1993 neue Richtlinien über Bedeutung, Subventionierung und Unterhalt von landwirtschaftlichen Entwässerungen erlassen. In der Regel werden keine systematischen Neuanlagen mehr unterstützt, sondern nur noch Ergänzungen und Rekonstruktionen bestehender Drainagen, Entwässerungen zur Stabilisierung strukturschwacher und rutschgefährdeter Böden und selektive Entwässerungen von Vernässungen inmitten von Kulturlandflächen, die eine durchgehende Bewirtschaftung erschweren. Überdies wird den Landwirten neu eine Beratung hinsichtlich der ökologischen Nutzung der nicht mehr entwässerungswürdigen Böden angeboten. Als mögliche Alternativen zur Entwässerung kommen in Frage:

- Extensivierung
- Nutzungsentflechtung
- Abgeltung, Beiträge
- Verkauf des Landes an Öffentlichkeit oder Schutzorganisationen.

Mit den erwähnten Richtlinien kann sowohl den Wünschen der Landwirtschaft wie auch des Naturschutzes Rechnung getragen und der entsprechende Interessenkonflikt weitgehend entschärft werden.

Meliorations- und Vermessungsamt Zürich

verschlammungen, Erosion und Vernässungen führten 1987 zur erneuten Drainage des Gebietes. Als Meliorationsmassnahme kam eine kombinierte Drainage, eine Rohrdrainage überlagert mit Schlitz- und Maulwurfdrainage, zur Ausführung. Danach säten die Landwirte im Herbst 1987 Wintergetreide an, weiter hangauf-



Abb. 1: Staunässe verursacht durch Bodenverdichtungen.



Abb. 2: Tieflockerungsgerät MM 100.

wärts kamen ein Streifen Mais und ein Kartoffelacker zu liegen.

Die Untersuchungen hatten das Ziel, die Möglichkeiten und Grenzen der kombinierten Drainage zur Verbesserung schluffreicher Böden zu prüfen. Darauf abgestützt sollten Entscheidungshilfen geliefert werden, wie weit sich bei einem Schluffboden der Einsatz einer aufwendigen Melioration vertreten lässt oder ob nicht einfacher die Bewirtschaftung anzupassen wäre.

Nachfolgende Fragen waren zu beantworten:

1. Ist die kombinierte Drainage geeignet, die Stauwasservernässungen und die damit verbundenen Erosionserscheinungen auf schluffreichen Böden zu beheben?
2. Welche Verbesserungen bringt die Maulwurfdrainage im vorliegenden Boden? Führt sie bei Wiederholung zu einer Vergrößerung des Porenvolumens und zu einer Strukturverbesserung?
3. Wie verhalten sich die Kiesfilter der Rohrdrainagen und der Schlitzdrainagen? Führt die Maulwurfdrainage zu einer Verschlammung von Filter und Röhren?
4. Wird die Tragfähigkeit des Bodens durch die Melioration vergrößert? Welchen Einfluss hat die ackerbauliche Nutzung auf die angestrebte Verbesserung der Bodenstruktur? Wie ist die Nutzung von Schluffböden zur langfristigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit vorzunehmen?

3. Untersuchungsprogramm

Mehrjährige Messungen der Porenverteilung, der Durchlässigkeit etc. sollten Auskunft über die längerfristige Entwicklung des Luft- und Wasserhaushaltes, d.h. über die Nachhaltigkeit der Melioration liefern. Es wurden vorwiegend Verfahren gesucht und ausgewählt, die im Feld anzuwenden

waren und eher qualitative Aussagen über die Bodenstruktur, insbesondere die Wasserleitbahnen, zuließen. Einige Laboruntersuchungen sollten die Felduntersuchungen ergänzen und quantitative Angaben ermöglichen.

Das Untersuchungsprogramm bestand aus folgenden Elementen:

- Feldbegehungen, insbesondere bei extremen Wettersituationen, sowohl nach starken Regenfällen wie während langer Trockenzeiten. Erheben der Bewirtschaftung und der Erfahrungen der Landwirte.
- Öffnen von Sondiergruben, visuelle Beurteilung des Bodengefüges und des Einflusses der Melioration und der Bewirtschaftung.
- Entnahme von Bodenproben zur Verarbeitung im Labor (Korngrößenverteilung; Porengrößenverteilung, gesättigte Wasserleitfähigkeit, Roh- und Reindichte sowie einige bodenchemische Werte).
- Versickerungsversuche im ungesättigten Boden zur Visualisierung der Grobporen, allfälliger Staukörper und zur Prüfung der Lockerungswirkung sowie der Lebensdauer der kulturtechnischen Entwässerungsschritte.

Wir führten das Untersuchungsprogramm im Herbst 1987 nach Beendigung der Drainagen sowie in den Jahren 1989, 1991 und 1993 durch. Nähere Einzelheiten über die Verfahren finden sich in Müller 1983.

4. Ergebnisse

4.1 Folgemelioration 1988

Im Winterhalbjahr 1987/88 blieb das Oberflächenwasser teilweise sogar auf den Drainagegräben liegen, obschon der Kies im Graben in der Regel bis 40–50 cm unter Terrain hochgezogen wurde. Das erstaunliche an diesen Feststellungen bestand

nicht darin, dass sich der Boden trotz Melioration in der Beetmitte nicht sofort verbesserte, sondern dass die Drainagegräben und die Maulwurfdrainage schon kurz nach der Ausführung scheinbar wieder verdichtet waren und das Oberflächenwasser nicht abzuziehen vermochten. Aufgrabungen bestätigten die Vermutung, dass umfangreiche Verdichtungen und Verschlammungen das Wasser im Oberboden stauten (siehe Abb. 1).

Um das ungenügende Ergebnis der ausgeführten Drainagen zu korrigieren, suchten wir im Rahmen des Forschungsvorhabens neue Lösungen. Die immer noch mangelhafte Bodenstruktur sollte mit einer Kalkung und Tieflockerung verbessert werden. Die Massnahmen «Kalkung und Lockerung» verfolgten das Ziel, neben der rein mechanischen Lockerung eine biologisch/chemische Stabilisierung des Bodengerüsts durch die Pflanzenwurzeln und die Kalkung zu bewirken, als letzte Möglichkeit, den vorliegenden Boden meliorativ doch noch zu verbessern.

Am 18. Juli 1988 wurde bei trockenem Wetter der nördliche Teil der Versuchspartelle nach der Getreideernte mit 10 t Ricokalk aufgekalkt und mit einer MM 100 (einer Spaten-Tieflockerungsmaschine) bis in eine Tiefe von 50–60 cm aufgelockert und mit Grünland angesät.

4.2 Die Bewirtschaftung im Untersuchungszeitraum

Das Land wurde während der gesamten Versuchsdauer ohne Auflagen mit einer klee-grasbetonten Fruchtfolge bewirtschaftet. Wir informierten den Landwirt laufend über die Erkenntnisse der Untersuchungen, die er nach Möglichkeit bei der Bewirtschaftung und der Planung der Kulturen berücksichtigte. Einerseits sollte der Landwirt durch unsere Abklärungen nicht in der Bewirtschaftungsfreiheit eingeschränkt werden und andererseits wollten wir die Auswirkungen der uneingeschränkten Nutzung auf den Boden prüfen.

4.3 Feld- und Laboruntersuchungen

Aus den Sondagen und Infiltrationsversuchen ergaben sich folgende Beobachtungen:

- Mit der Tieflockerung wurde die Pflugsohle als Stauhorizont umfassend aufgebrochen. Das Wasser versickerte auf der gelockerten Fläche schneller als auf dem ungelockerten Teilstück, wobei schon nach 2–3 Jahren wegen der grossen Streuung der Messwerte keine signifikanten Unterschiede mehr festzustellen waren. Dasselbe Ergebnis liess sich hinsichtlich der Wirkung der im 1987 ausgeführten Maulwurfdrainage feststellen, 1 Jahr nach deren Anlage erkannte man die Spur des Presskörpers durch eine stärkere Wasserführung. Vom Durchgang des Schwerter war nichts mehr zu sehen (siehe Abb. 2 und 3).
- Als Wasserleitbahnen dienten vor allem Wurmlöcher Lockerungs- und Schwundrisse, ansonsten stellte sich der Boden als undurchlässig heraus.

Die Laboruntersuchungen bestätigten die grosse Variabilität im Bodenaufbau. Im Durchschnitt ergaben sich hinsichtlich der Bodenarten

im Oberboden:

Anteile Ton/Schluff/Sand
von 10/60/30 Gew. %

Im Unterboden:

in 30–80 cm Tiefe
von 25/40/35 Gew. %

und

in 1 m Tiefe von 25/55/20 Gew. %

Die extremsten Werte wichen als Folge der grossen Unterschiede des Bodens um

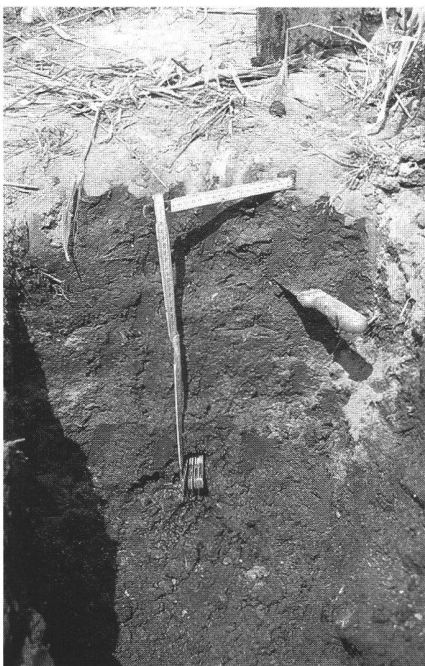


Abb. 3: Kompakter Boden trotz Maulwurfdrainage.

ca. 5 Gew. % von den angeführten Mittelwerten ab.

Bei der Porenverteilung schwankten die Grobporen im Oberboden um 5–15 Vol. %, die Mittelporen um 20–30 Vol. % und die Feinporen um 20–25 Vol. %, bei einem Anteil der Bodenmatrix von 35–50 Vol. %. In den tieferen Bodenschichten stieg das Gesamtporenvolumen teils auf 50–70 % an. Dieses enorm hohe Porenvolumen, bei einem geringen Grobporenanteil von rund 10 %, bewirkte in diesen Bodenschichten trotz der Drainagen einen stets sehr hohen Wassergehalt.

Die Durchlässigkeit schwankte im Oberboden bei 1×10^{-3} cm/s, in den Bodenschichten unter 20–30 cm Tiefe ergaben sich in der Regel sehr geringe kf-Werte unter 1×10^{-7} cm/s, ausser die Probe enthielt eine Grobpore wie ein Wurmloch oder eine Inhomogenität durch einen Schwundriss.

Die Lagerungsdichte oder scheinbare Dichte wurde mittels ungestörter Bodenproben bestimmt. Die auf der Versuchsfläche gemessenen Lagerungsdichten wiesen auf keine Verdichtungen hin. Die gemessenen Höchstwerte lagen im Bereich von 1.3 bis 1.4 g/cm³.

4.4 Die Wirkung der kombinierten Drainage

Die Untersuchungen zeigten, dass die kombinierte Drainage die ihr zugeordneten Aufgaben nur in Verbindung mit einer angepassten Bewirtschaftung erfüllen kann. Der meliorierte schluffreiche Boden wies auch nach den Ergänzungsdrainagen im 1987 noch ein labiles Gefüge auf, bei Nässe eine ungenügende Tragfähigkeit und damit ein grosses Verschlammungs- und Verdichtungspotential. Je nach den angepflanzten Kulturen, der Bodenbearbeitung und dem Witterungsverlauf ergaben sich trotz Drainagen Probleme mit dem Boden. Demnach stellt die kombinierte Drainage nur die Voraussetzung für die Sanierung des Luft- und Wasserhaushaltes eines schluffreichen Bodens dar, eine dauerhafte Verbesserung ist abhängig von der Bewirtschaftung. Dem Bewirtschafter muss klar aufgezeigt werden, dass er nach der Melioration für die Pflege des sanierten Bodens verantwortlich ist. Die gute, durchlässige Bodenstruktur verhält sich auf einem schluffreichen Boden wie ein zartes Pflänzchen, das vom Landwirt gehegt sein will. Werden die Grobporen als Wasserleitbahnen zerstört, können auch umfangreiche Drainagen den Boden nicht vor erneuter Staunässe und den dazugehörigen Folgeproblemen schützen.

4.5 Die Maulwurfdrainage (MWD)

Sie eignet sich besonders zur Behebung von Stauwasservernässungen auf tonrei-

chen Böden. Die Lebensdauer der MWD hängt vorwiegend von der Bodenart und der Bewirtschaftung ab.

Die durch die MWD gebildeten Grobporen im Bereich des Schwerter und des Hohl-ganges erwiesen sich gegenüber den Auflasten der Bewirtschaftung und gegenüber der inneren Bodenerosion nicht als genügend widerstandsfähig. Bereits ein Jahr nach der Anlage der MWD war ihr Einfluss nur noch schwach zu erkennen (siehe Abb. 2). Daraus kann gefolgert werden, dass die MWD bei der Versuchsfläche nicht zu einer dauernden Erhöhung des Grobporenanteiles und zu einer Verbesserung der Versickerungsrate führte. Bei Tongehalten unter 20–25% müssen die Wasserleitbahnen durch andere Massnahmen geschaffen und erhalten werden, z.B. durch eine hohe Wurmpopulation und gute Durchwurzelung oder durch eine Kombination technischer und biologischer Mittel (Borchert 1986; Müller 1983).

4.6 Innere Bodenerosion, Verschlämmung der Kiesfilter

Der teils schluffreiche und bei fehlender Durchwurzelung strukturlabile Boden liess vermuten, dass nach der Tieflockerung oder der Maulwurfdrainage eine innere Erosion und Verschlämmung der Kiesfilter auftreten könnte. Diverse Sondagen der Filter und der Drainageröhre ergaben, dass keine Verlagerung von Bodenteilchen in den Kies oder die Rohre stattfand. Trotz der hohen Schluffgehalte und der Erosionsanfälligkeit des Bodens konnte im Untersuchungszeitraum keine schädliche Verlagerung von Bodenteilchen in den Kiesfilter (mit Korndurchmesser 8–16 mm) festgestellt werden.

5. Folgerungen

Böden mit hohen Schluffanteilen und Tongehalten unter ca. 20 % sind sehr schwierig zu verbessern. Der Aufwand für eine Intensivmelioration lohnt sich nur bedingt. Wegen ihrer geringen Strukturstabilität, der Neigung zur Verschlämmung und Verdichtung, eignen sie sich bei den klimatischen Bedingungen der Schweiz vorwiegend zur Nutzung als Grünland.

Bei ackerbaulicher Nutzung sind nachfolgende Randbedingungen zu beachten, damit Strukturprobleme möglichst vermieden werden können:

- kein Befahren und Bearbeiten des Bodens bei Nässe,
- keine schwerlastigen Ernteverfahren, insbesondere nicht im Spätherbst,
- möglichst grosse Flexibilität hinsichtlich Bodenbearbeitung und Bewirtschaftungsmassnahmen,
- minimale Bodenbearbeitung, Vermeidung einer zu feinen Verkleinerung der Bodenkrümel an der Oberfläche,

– möglichst gute Bedeckung des Bodens zum Schutz vor Verschlammung und Erosion, insbesondere über das Winterhalbjahr.

Demnach ist eine Fruchtfolge zu wählen, die dem Schutze des Bodens höchste Priorität einräumt und sowohl die Bodenoberfläche vor Erosion und Verschlammung schützt als auch möglichst wenig Eingriffe bei kritischer Witterung erfordert. Neben reiner Graswirtschaft können höchstens klee-grasbetonte Fruchtfolgen empfohlen werden (Anken, Bertschi 1994; Kramer 1991; Weisskopf 1988).

6. Schlussbemerkungen

Im 20. Jahrhundert war die schweizerische Landwirtschaft dadurch geprägt, möglichst viel Nahrungsmittel für die Bevölkerung bereitzustellen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden grosse Flächen ausdrainiert. Die Entwässerung der vernässten Flächen stellte eine unabdingbare Voraussetzung dar, damit diese Böden ackerbaulich genutzt werden konnten. Nach dem zweiten Weltkrieg setzte eine enorme technische Entwicklung ein, die auch in der Landwirtschaft Einzug hielt. Der Pferdezug wurde durch den Traktor ersetzt, weitere Maschinen verdrängten die Handarbeit. Die Mechanisierung und agrarpolitische Entscheide führten besonders in den 80er Jahren zu einer weiteren Ausdehnung des Ackerbaus auf weniger geeignete Böden. Viele Landwirte begannen, auch schwere Böden umzubrechen und vermehrt ackerbaulich zu nutzen. Die Intensivierung führte oft zu Schäden an der Bodenstruktur und zur Forderung nach Entwässerungen.

Dabei musste mit folgenden Kosten gerechnet werden:
(Preisstand 1994 in Franken pro Hektaren)

- Rohrdrainage,
Tiefe 1.0–1.2 m, ca. 500 m²/ha Fr. 20000.–
- Schlitzdrainage, gefräst,
ca. Fr. 10.–/m² Fr. 5000.–
- Maulwurfdrainage,
Abstand ca. 1.5 m² Fr. 1500.–
- Lockerung, mit MM100 Fr. 3000.–
- Kalkung mit Ricokalk Fr. 1000.–

In der Regel kommen bei einer vernässten Fläche nicht alle Arbeiten zur Ausführung. Das Ziel der in Bachs ausgeführten kombinierten Drainage bestand darin, die Voraussetzung für eine angepasste ackerbauliche Nutzung bereitzustellen. Die umfangreichen Meliorationsmassnahmen, mit Rohr- und Schlitzdrainage, teilweise unterstützt durch Maulwurfdrainagen, Kalkung und Tieflockerung, mit Kosten von rund Fr. 30 000.– pro ha, erfüllen die geforderte Aufgabe nur zum Teil.



Abb. 4: Kartoffeln und Mais, Überprüfung der Krümelstabilität.

Der Erfolg wird vorwiegend durch eine angepasste landwirtschaftliche Nutzung bestimmt.

Mit den Drainageanlagen liegen jedoch die Voraussetzungen da, den Boden nach dem Eintritt allfälliger Strukturschäden in einer Regenerationsphase mit natürlichen Mitteln (Wurmlöcher, Schwundrisse) wieder zu sanieren.

Die Untersuchungen in den Jahren 1987 bis 1994 haben gezeigt, dass die Entwässerung eines schluffreichen Bodens eine beschränkte Intensivierung der Bewirtschaftung zulässt. Dieses Ergebnis ist betriebswirtschaftlich als Erfolg zu werten. Die meliorierte Fläche kann nicht nur als Grünland, sondern auch breit ackerbaulich genutzt werden (Abb. 4)

Eine kombinierte Drainage erfordert jedoch einen hohen finanziellen Einsatz von Fr. 20 000.– bis Fr. 30 000.– pro Hektare. Ob sich dieser Aufwand auch in Zukunft noch verantworten lässt, wird die Entwicklung in der Agrarpolitik weisen. Falls in der Landwirtschaft jedoch extensive Nutzungsformen gefördert werden und Magerwiesen oder Nassstandorte den intensiven Ackerflächen bevorzugt werden, scheint es unangebracht, strukturlabile Böden zu meliorieren. Sie können als Grünlandstandorte genutzt oder mit einfachen Mitteln zum Nassstandort ent-

wickelt werden. Sollten sich die Umstände in späteren Jahren wieder zugunsten der Nahrungsmittelproduktion verschieben, könnte ein «extensivierter» Ackerboden mit der heutigen Meliorationstechnik wieder innert 2–3 Jahren remelioriert werden.

Verdankung

Der Verfasser bedankt sich beim kantonalen und beim eidgenössischen Meliorationsamt für die Finanzierung der Arbeit und bei der ETH Zürich für die Unterstützung bei den Laboruntersuchungen.

Literaturverzeichnis:

- [1] Anken Th., Bertschi A.: Mulchsaaten: Das Können entscheidet. Die Grüne, 11/94.
- [2] Borchert H.: Tiefenlockerung, Folge-massnahmen. Dlz 9/86.
- [3] Diez Th.: Praxisnahe Lösungsmöglichkeiten für die Einschränkung der Boden-erosion. Arbeiten der DLG, Band 174, 1982.
- [4] Diverse Autoren: Bodenbearbeitung, Bodenbelebung, Bodengefährdung. Sonderheft Boden, Landfreund, Nr. 5/6, 1986.
- [5] Kramer E.: Schlagkräftige Mechanisierung – eine Gefahr für unsere Böden? FAT-Berichte Nr. 412, Dez. 1991.
- [6] Müller U.: Die Melioration staunasser Böden unter besonderer Berücksichtigung der Tieflockerung. Diss. ETHZ Nr. 7225, 1983.
- [7] Müller U.: Die Eignung einer kombinierten Drainage zur Entwässerung eines Schluffbodens. Schlussbericht, 15. 4. 1994. Kant. Meliorationsamt, Zürich.
- [8] Weisskopf et al.: Die Verdichtungsge-fährdung schweizerischer Ackerböden. Nationales Forschungsprogramm, Bericht Nr. 20, 1988.

Adresse des Verfassers:

Dr. Urs Müller
Dipl. Kulturingenieur ETH/SIA
Ingenieurbüro Wilhelm + Müller
CH-8157 Dielsdorf