

# Wann ist der Boden trocken genug für die Bearbeitung?

Ist ein Boden zum Zeitpunkt der Bearbeitung zu feucht, so kann dies zu irreversiblen Verdichtungen führen. Seit etwas mehr als einem Jahr betreibt die Fachstelle Bodenschutz ein Messnetz zur Bestimmung der Bodenfeuchte. Ziel ist es, den Entscheidungsträgern im Erdbau die Bodenfeuchte als zentrales Kriterium für bodenschonendes Arbeiten zugänglicher zu machen. Erste Erfahrungen zeigen, dass diese einfache und zuverlässige Dienstleistung einem Bedürfnis entspricht.

Werden die Bodenverhältnisse – insbesondere die Bodenfeuchte – bei Erdarbeiten nicht beachtet, kann dies zu Schäden an der Bodenstruktur führen (siehe Foto). Dies behindert das Pflanzenwachstum, da u. a. der Luft- und Wasserhaushalt beeinträchtigt sind. Als Mass für die Bodenfeuchte dient

die Saugspannung, die mit Tensiometern gemessen wird (siehe Kasten auf Seite 39).

Bei trockenen Bedingungen und entsprechend hohen Saugspannungen sind die Bodenteilchen stabil miteinander verbunden. Der Boden weist folglich eine hohe Tragfähigkeit auf. Umgekehrt ist der Boden bei feuchten Verhältnissen und entsprechend tiefen Saugspannungen plastisch, so dass bei Belastungen z. B. durch Bau- oder Landwirtschaftsmaschinen Verknetungen und Verdichtungen entstehen.

## Messnetz bietet Angaben zur Bodenfeuchte

Um die Wahl des richtigen Zeitpunktes für Bodenarbeiten zu erleichtern, stellt die Fachstelle Bodenschutz Daten zur aktuellen Bodenfeuchte zur Verfügung. Dazu hat sie, zusammen mit

## Inhaltliche Verantwortung:

Matias Laustela; Markus Steger

Fachstelle Bodenschutz

Amt für Landschaft und Natur (ALN)

Postfach

8090 Zürich

Telefon 043 259 32 78

[bodenschutz@bd.zh.ch](mailto:bodenschutz@bd.zh.ch)

[www.boden.zh.ch](http://www.boden.zh.ch)

## Boden

### Praxis-Tipp

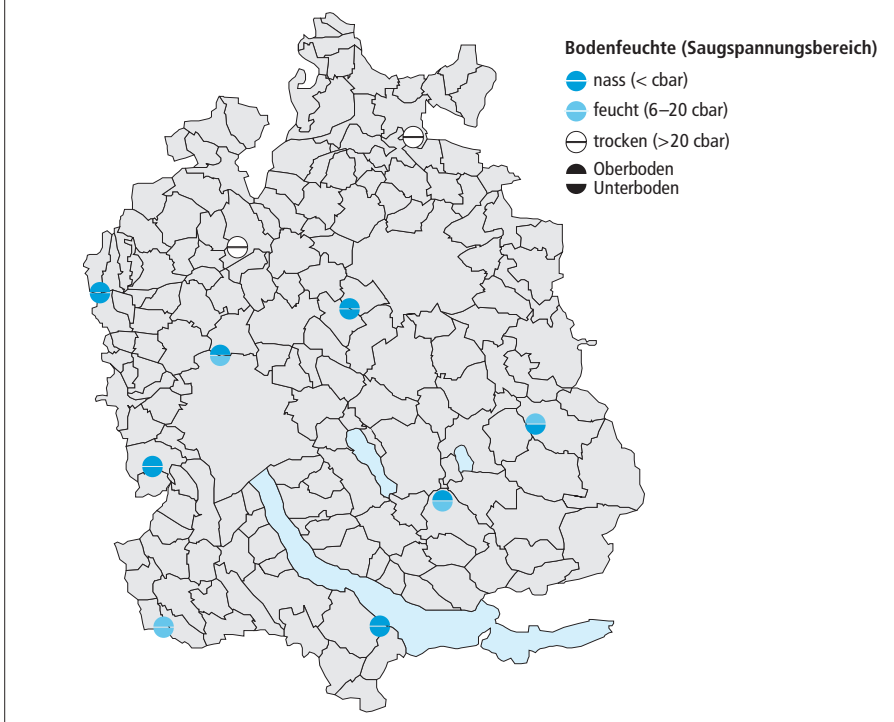
#### Bodenschonend arbeiten

- Nur genügend abgetrocknete und tragfähige Böden befahren und bearbeiten (Tensiometermessung).
- Boden i.d.R. während der Vegetationsperiode umlagern.
- Möglichst leichte Maschinen mit geringem Kontaktflächendruck (Bodenpressung) einsetzen.
- Böden möglichst wenig befahren. Kein direktes Befahren mit Lastwagen und Pseudumpfern.
- Direktumlagerung von Boden anstreben, Zwischenlagerung meiden.
- Abzutragende Böden vorgängig, frisch geschüttete Böden und Bodendepots unverzüglich begrünen. Boden nie ohne Vegetationsdecke überwintern lassen.



Maschineneinsatz auf einer frisch rekultivierten Fläche. Solche Bearbeitungsspuren, die auf Verdichtungen hinweisen, können verhindert werden. Quelle: FaBo

## Die Stationen des Messnetzes im Kanton Zürich



Häufige Situation im Juli: Nur im nördlichsten Kantonsteil sind die Böden trocken.

Quelle: FaBo

externen Partnern, im Kanton Zürich ein Messnetz zur Bestimmung der Bodenfeuchte aufgebaut.

Das Messnetz umfasst zehn Standorte, die gleichmässig über den Kanton verteilt sind und die verschiedenen Klimaregionen repräsentieren. Alle Standorte werden als Dauerwiesen genutzt. Die Böden sind meist normal durchlässig

und tiefgründig. Pro Messstation sind ein Niederschlagsmesser und zehn Tensiometer installiert, von denen je fünf die Bodenfeuchte im Oberboden (20 cm tief) und fünf die im Unterboden (40 cm tief) messen. Die Messwerte werden dreimal wöchentlich aktualisiert und sind jederzeit über Internet ([www.fabo.zh.ch](http://www.fabo.zh.ch)) als Grafik oder Roh-



Mit dem Bagger wird eine Fläche mit Unter- und Oberboden rekultiviert.

Quelle: FaBo

## Der Betrieb eines Messnetzes zur Bodenfeuchte soll primär:

- Daten zur Bodenfeuchtigkeit (Saugspannungsdaten) als Dienstleistung für alle Interessierten bereitstellen.
- Grundlagen für die realistische Planung von Bodenrekultivierungen nach den kantonalen Richtlinien liefern.
- Verständnis für das Abtrochnungsverhalten von Böden schaffen.
- Alle Akteure im Bereich Boden motivieren, die Saugspannung als «handliches» Kriterium für die Durchführung von Bodenarbeiten einzubeziehen.

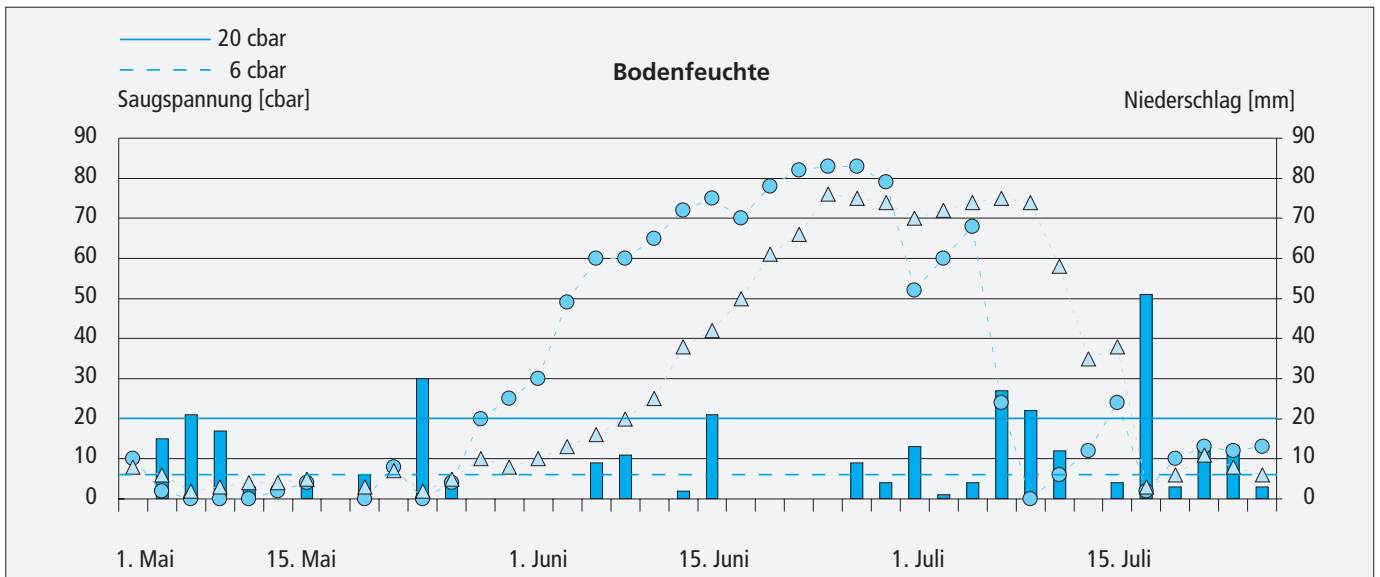
daten in Tabellenformat einseh- und abrufbar (siehe Karte links).

## Dieses Jahr war lange feucht

Neben dem Niederschlag beeinflussen hauptsächlich die lokalen Bodeneigenschaften und die Bepflanzung (landwirtschaftliche Kultur) die Bodenfeuchte. Eine regionale Übertragung der Einzelwerte sowie verallgemeinernde Aussagen dürfen dementsprechend nur unter Kenntnis der unterschiedlichen Bodenverhältnisse gemacht werden. Trotzdem lassen die Messwerte neben lokalen Besonderheiten auch Trends im Kanton erkennen.

Die in weiten Teilen des Kantons andauernde Schneeschmelze bis Mitte März und die häufigen Niederschläge führten dieses Jahr zu einer anhaltenden Feuchtigkeit bis weit in den Monat Mai hinein. Erst mit dem Beginn der Hauptwachstumsphase der landwirtschaftlichen Kulturen kombiniert mit einer über mehrere Tage dauernden niederschlagsfreien Periode gegen Ende Mai kam es zu einer ersten deutlichen Abnahme der Bodenfeuchte im ganzen Kanton (siehe Grafik oben rechts).

Die starke Sonneneinstrahlung im Frühsommer zusammen mit dem kräftigen Wachstum der Vegetation trocknete die Böden dann innerhalb weniger Tage so weit ab, dass den kantona-



**Nasser Boden (Saugspannung <6 cbar) soll nicht bearbeitet werden, bis 20 cbar sind Arbeiten mit Einschränkungen möglich, darüber sind die Bedingungen in der Regel günstig. Saugspannung im Ober- (●) und Unterboden (▲) sowie Niederschlag (Säulen) in Otelfingen.**

Quelle: FaBo

len Richtlinien entsprechende, bodenschonende Erdarbeiten ausgeführt werden konnten.

Die Verhältnisse waren jedoch regional sehr unterschiedlich. Die Niederschlagsmessungen vom Juni 2005 ergaben beispielsweise für den südlichen Kantonsteil etwa dreimal so grosse Niederschlagssummen wie für den nördlichen Teil. Die Saugspannungsdaten verhielten sich entsprechend. D. h. im nördlichen Kantonsteil waren die Böden im Juni und Juli langfristig trocken, was bodenschonendes Arbeiten begünstigt. In den südlicheren Kantonsteilen, welche eine höhere Gewittertendenz aufwiesen, wurden dagegen grössere Schwankungen in den Saugspannungsdaten registriert.

### Sorgfältig mit Boden umgehen

Die Richtlinien für Bodenrekultivierungen des Kantons Zürich vom Mai 2003 enthalten Grundsätze für die Durchführung von Bodenrekultivierungsarbeiten. Wichtigste Faktoren für bodenschonendes Arbeiten sind Arbeitstechnik, Maschinenwahl und Bodenfeuchte.

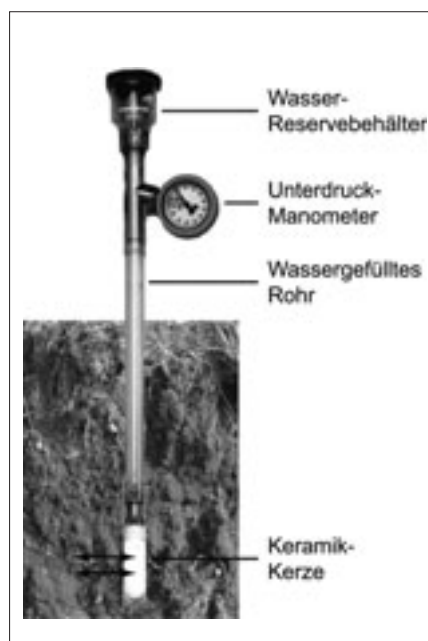
Mit einem Nomogramm kann grafisch bestimmt werden, bei welcher maximalen Belastung des Bodens gerade noch keine Schädverdichtung zu er-

warten ist. Dies entscheidet dann in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte über die Einsatzmöglichkeit von Baumaschinen. Entscheidend sind dabei das Gesamtgewicht der Maschine und der Bodendruck (Kontaktflächendruck) des Fahrwerkes. Das Gesamtgewicht beeinflusst die Tiefenwirkung der Verdichtung: Je schwerer das Fahrzeug ist, desto tiefer pflanzt sich (bei gleichem Kontaktflächendruck) der Druck auf das Bodengefüge fort. Frisch geschüttete Böden reagieren beson-

ders empfindlich auf die Belastung durch schwere Maschinen.

### Welche Arbeitstechniken sind bodenschonend?

Neben der Bodenfeuchte und der Maschine ist für bodenschonendes Arbeiten die Arbeitstechnik entscheidend. Die Erfahrungen zeigen, dass es fast so viele verschiedene Arbeitstechniken

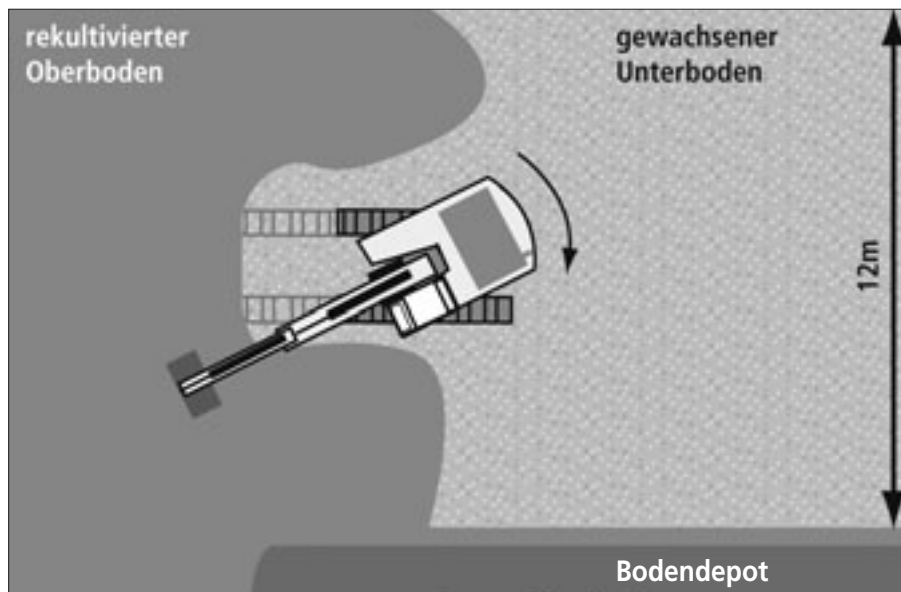


**Das Tensiometer misst im Boden die Saugspannung als Mass der Bodenfeuchte.**

Quelle: FaBo

### Messen der Bodenfeuchte mit dem Tensiometer

Ein Tensiometer besteht aus einem porösen Hohlkörper aus Keramik (Kerze) an der Basis eines wassergefüllten, oben geschlossenen Rohrs. Ein Unterdruck-Manometer ist mit der Wassersäule im Rohr in Kontakt. Über die Poren der Keramikkerze steht das Wasser im Tensiometer mit dem Bodenwasser im Gleichgewicht. Somit lassen sich Änderungen des Wasserdruckes (in wassergesättigten Böden) bzw. der Wasserspannung (in ungesättigten Böden) am Manometer des Tensiometers ablesen. Entwickelt wurden Tensiometer primär zur Steuerung der Bewässerung von Landwirtschaftsflächen.



Der im Bodendepot zwischengelagerte Oberboden wird mit dem Bagger auf die zu rekultivierende Fläche aufgetragen.

Quelle: FaBo

gibt wie Unternehmer. Aber welche dieser Techniken sind bodenschonend? Nachhaltige Belastungen der Ressource Boden sind grundsätzlich in allen Arbeitsschritten einer Bodenrekultivierung möglich, d. h. vom Bodenabtrag bis hin zur Folgebewirtschaftung. Deshalb ist es von Bedeutung, dass jeder einzelne Arbeitsschritt schonend ausgeführt wird. Die Qualität der im vollständigen Arbeitsablauf ausgeführten Arbeiten ist also nur so gut, wie das schwächste Glied in einer Kette von Arbeitsschritten.

Die Fachstelle Bodenschutz dokumentierte die verschiedenen angewandten Verfahren über einige Monate im Rahmen einer Studie an Baustellen im gesamten Kanton und skizzierte sie auf leicht lesbare Art (siehe Abbildung oben). So wurden rund 20 Bodenabtragsverfahren und 30 Rekultivierungsmöglichkeiten erfasst, jedes Verfahren wurde auf einer Doppelseite grafisch dargestellt.

Die Untersuchung zeigte, dass die Verfahren teilweise bezüglich Schonung des Bodens optimiert werden können bei gleichzeitiger Verringerung des Arbeitsaufwandes. In einem konkreten Fall wurde festgestellt, dass der frisch geschüttete Boden im letzten Arbeitsschritt durch flächiges Befahren mit einer schweren Baumaschine verdichtet wurde, um eine plane, setzungsun-

empfindliche und gut befahrbare Oberfläche zu erzeugen. So wurde die Bodenstruktur dauerhaft geschädigt. Anstatt den Boden übermässig vorzuverdichten, ist die Folgebewirtschaftung an die speziellen Verhältnisse anzupassen. Kleinere Unebenheiten können nach ein paar Jahren zum Beispiel durch Eggen oder mit zusätzlichem Oberboden ausgeglichen werden. Der Boden kann nur dann schonend und mit optimiertem Aufwand bearbeitet werden, wenn für den Einzelfall sowohl der Feuchtezustand des Bodens als auch die geeigneten Arbeitsschritte bekannt sind!

### Eine eigene Messstation einrichten?

Im Kontakt mit verschiedenen Unternehmern zeigte sich, dass die Bodenfeuchte als handliche Messgrösse akzeptiert wird, um die Durchführbarkeit von Erdarbeiten zu beurteilen. Vermehrt setzt sich gar die Erkenntnis durch, dass mit einem eigenen Messstandort im Bauperimeter – ergänzend zu den kantonsweiten Daten im Internet – eine ausreichende Beurteilung der Bodenverhältnisse möglich ist. Erste Unternehmen verfügen bereits seit mehreren Jahren über eigene Tensiometermessungen. Mittels einer sorg-

fältigen Dokumentation der Bodenfeuchte kann auch im Nachhinein der Nachweis erbracht werden, dass die Bodenarbeiten sorgfältig geplant und durchgeführt worden sind.

Eine realistische Planung grossflächiger Bodenarbeiten rechnet mit dem Auftreten längerer Nässeperioden während der Bauphase und sieht Geduld und Flexibilität in der Ausführung vor. Nach den diesjährigen Erfahrungen bieten sich in der Regel erst ab Fröhsommer optimale Voraussetzungen für grossflächige Eingriffe in das System Boden.

### Weiterlesen

- Messnetz zur Bodenfeuchte  
[www.fabo.zh.ch/tensiometer/tensiometerwerte.cfm](http://www.fabo.zh.ch/tensiometer/tensiometerwerte.cfm)
- Richtlinien für Bodenrekultivierungen des Kantons Zürich vom Mai 2003  
[www.fabo.zh.ch/pdf/Rekultivierungsrichtlinie.pdf](http://www.fabo.zh.ch/pdf/Rekultivierungsrichtlinie.pdf)

Die Richtlinien sollen bewirken, dass Bodenrekultivierungen ziel-, sachgerecht und nach dem neusten Stand der Technik geplant und ausgeführt werden. Sie sollen rechtskonforme Lösungen gewährleisten und dem Einzelfall gerecht werden. Die Richtlinie enthält Grundsätze zur Ausführung von Bodenrekultivierungen, zur Projektierung, Dokumentation und erläutert das Bewilligungsverfahren.

