

# Tensiometer

## Funktion, Einsatz und nützliche Tipps

Dieses Merkblatt richtet sich an Bewirtschafter von Feld und Wald, weitere Betroffene und Interessierte

### Worum geht es?

Natürlich gewachsener Boden besteht aus Festanteilen und dazwischenliegenden Hohlräumen. Die Hohlräume sind als stabiles Porensystem strukturiert und stellen so ein kommunizierendes System für den Gas- und Wasserhaushalt des Bodens dar. Bei Wassersättigung nach einem starken Niederschlagsereignis sind alle Poren mit Wasser gefüllt. Durch die Erdanziehung entleeren sich die Grobporen sehr schnell. In den Mittelporen wird das Wasser aufgrund von Kapillarkräften in den Poren bereits teilweise zurückgehalten. In den Feinporen sind diese Kapillarkräfte so stark, dass das Wasser nicht einmal mehr von Pflanzenwurzeln genutzt werden kann. Diese Rückhaltekraft des Bodenwassers wird als Saugspannung, physikalisch gesprochen ein Unterdruck, bezeichnet. Diese Saugspannung stabilisiert die festen Bodenteilchen und hat damit einen direkten Einfluss auf die physikalische Belastbarkeit des Bodens.

### Gesetzliche Grundlagen

- Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) Art. 6 und 7

### Das Tensiometer



Die Saugspannung wird mit einem sogenannten Tensiometer ermittelt. Durch eine poröse Keramikzelle (weiss rechts) wird im Boden der hydraulische Kontakt des Bodenwassers über ein wassergefülltes Rohr zu einem Manometer (rund links) hergestellt und es wird gemessen, mit welcher Saugspannung das Wasser im Boden zurückgehalten wird. Die gebräuchliche Masseinheit ist Centibar (cb). Ist die Saugspannung hoch, herrschen sehr starke, stabilisierende Kräfte zwischen den Bodenteilchen. Dadurch weist der Boden eine hohe Tragfähigkeit auf, und die Gefahr von Bodenschäden durch Verdichtung ist klein. Demenstprechend ist bei feuchtem Boden und der damit verbundenen geringen Saugspannung die Verdichtungsgefährdung gross.

### Tensiometer-Einbau

Zur Messung der Saugspannung im Oberboden zwecks Beurteilung der Verdichtungsgefährdung werden kurze Tensiometer eingesetzt (Einbautiefe 35 cm). Beim Einbau wird normalerweise mit einem kleinen Hohlmeisselbohrer (Durchmesser knapp über dem Rohrdurchmesser der Tensiometer) ein Loch bis in die gewünschte Tiefe vorgebohrt, das Tensiometer eingeführt, und im Bereich der Keramikzelle mit einer Schluff-Suspension der Kontakt zur Boden-Matrix sichergestellt (bei tonigen Böden nicht nötig). Von grosser Wichtigkeit ist die Abdichtung des Rohres an der Bodenoberfläche, entweder durch Andrücken des plastischen Bodenmaterials (tonhaltiges Material vorausgesetzt) oder durch Überstülpen einer Gummi-Manschette. Damit wird in der Benetzungsphase ein „Kurzschluss“ der Wasser-Infiltration entlang des Tensiometer-Rohres verhindert.

### Tensiometer-Wartung

Die Druck-Übertragung im Tensiometer vom Bodenwasser auf das Manometer erfolgt über die Wasserphase. Bei Unterdruck wird das Wasser im Tensiometer zunehmend entlüftet; dies führt zu



Luftblasenbildung im System. Wird dieser Luft-Anteil zu gross, reisst die hydraulische Verbindung ab, und das System funktioniert nicht mehr. Dies bedingt ein Nachfüllen des Tensiometers. Hierzu dient das Reservegefäss am oberen Ende des Tensiometer-Rohres. Die Abdichtung des Tensiometer-Rohrs beim Übergang in den Boden ist regelmässig zu kontrollieren.

Sind Hinweise auf einen allfälligen Manometer-Fehler oder -Defekt vorhanden, so soll, falls vorhanden, ein Ersatz-Manometer angebracht werden. Das möglicherweise defekte Manometer kann zumindest bezüglich Null-Punkt geprüft werden, indem es unter einer zuvor künstlich angelegten Saugspannung betriebsfertig in ein Wassergefäss gestellt wird. (Wasserspiegel auf mittlerer „Kerzen“-Höhe): Das Manometer sollte innert kurzer Zeit auf „0“ abfallen.

---

## Ablesen des Manometers

Natürlich gewachsener Boden ist grundsätzlich als inhomogenes Medium zu betrachten, wobei innerhalb gewisser Grenzen und unter Einräumung einer zulässigen Unschärfe gleichwohl von einem mehr oder weniger homogenen Medium innerhalb des gleichen Bodentyps in einem definierten kleinen Landschaftsraum gesprochen werden kann. Gleichwohl gilt, dass **eine einzige Messung** an einem bestimmten Ort Y mit zu grosser Unsicherheit belegt ist.

Es empfiehlt sich aus Erfahrung, am als repräsentativ ausgewählten Messort mindestens 3, besser 5 Tensiometer in einem Messblock von rund 2 m<sup>2</sup> Fläche einzusetzen. Die Auswertung erfolgt vorteilhafterweise nicht über den Mittelwert, sondern über den Medianwert (auch Zentralwert genannt). Das heisst, dass von den, dem Betrag der Ableseung nach, in auf- oder absteigender Reihenfolge geordneten Messwerten, der mittlere (z.B. bei 3 Tensiometern der 2.Wert) als repräsentativer Wert des Messtandortes Y betrachtet wird.

---

## Interpretationsfehler

Zu beachten ist auch die zeitliche Verzögerung nach einem Niederschlagsereignis (Regenmesser verwenden) auf die Ableseung am Tensiometer. So braucht es nach einem Gewitter einige Zeit bis das Regenwasser in den Messbereich des Tensiometers gelangt und dieses zeigt somit unmittelbar nach dem Niederschlagsereignis nicht zutreffende Werte an.

---

## Wer kann weiterhelfen?

IIIIII KANTON **solothurn**

**Amt für Umwelt**  
Fachstelle Bodenschutz

 Werkhofstrasse 5  
4509 Solothurn  
Telefon 032 627 24 47  
Telefax 032 627 76 93  
E-Mail [afu@bd.so.ch](mailto:afu@bd.so.ch)