

Hinweise für den Gebrauch von

Steck-Tensiometer mit Manometer oder Sensoren

1. Wässern / Befüllen / Verschließen / Entlüften

Vor dem Einstecken in den Boden den Tonkörper möglichst einen Tag lang wässern. Dazu das Rohr befüllen und offen lassen, damit das Wasser einige Stunden einseitig einziehen kann, dann (über Nacht) den gesamten Tonkörper ins Wasser stellen. Geeignet ist nicht zu hartes, sauberes Leitungswasser. Destilliertes Wasser wirkt einer vorzeitigen Veralgung entgegen, ist aber nicht unbedingt erforderlich.

Befüllhöhe: Das Tensiometerrohr wird grundsätzlich randvoll gefüllt (bis Oberkante Gewindestutzen). Beim Verschließen soll im Tensiometerrohr möglichst wenig Luft sein. Bei Tensiometern mit integriertem T-Stück muss der niedrigere Anschlussstutzen zuerst befüllt und verschlossen werden (evtl. etwas schräg halten). Auch hier müssen beide Stutzen randvoll befüllt werden; evtl. Tensiometer mehrmals kippen oder leicht schütteln, damit im seitlichen Stutzen keine Luftblase hängen bleibt.

Verschließen: Manometer oder Sensoren mit Schraubkappe (Gewinde GL14) auf den Gewindestutzen nicht zu fest aufschrauben - nach dem ersten Widerstand nur noch ¼ Umdrehung!

Zuvor prüfen, dass der O-Ring in der Kappe gerade sitzt (O-Ring später evtl. auch mal erneuern!) und dass die Oberkante des Gewindestutzens keine Schadstellen aufweist.

Das Digitalmanometer wird auf das Blumatgewinde besonders fest aufgeschraubt (jedoch ohne Werkzeug!!), es muss mit seiner Unterkante fest auf dem Anschlagring des Gewindestutzens sitzen.

Digitalmanometer dichten nur in einem relativ schmalen Bereich. Zur Unterstützung der Abdichtung wird die Oberkante des Gewindestutzens dünn mit Silikonfett oder O-Ring-Fett bestrichen (Lieferzustand). Auch hier vor dem Aufschrauben den Sitz des O-Rings prüfen.

Entlüften: Ein Tensiometer verbraucht etwas Wasser, besonders bei höherer Saugspannung (im trockeneren Bereich). Die Wassersäule soll spätestens aufgefüllt werden, wenn sie an der Unterkante des Sichtfensters steht (Oberkante der Schutzfolie). Bei Einfach-Tensiometern ohne Markierung sollte das Luftvolumen eine Höhe von ca. 10 cm nicht übersteigen. Bei Tensiometern mit integriertem T-Stück sollte etwas früher entlüftet werden. Auch bei Kleintensiometern muss das maximale Luftvolumen der Größe angepasst werden (etwa 5 cm).

Im Allgemeinen gilt: Je größer das Luftvolumen, desto träger reagiert das Tensiometer, was in Extremfällen auch zu Falschmessungen führt.

Abschrauben: Achtung, bei Standard-Manometer nur die rote Schraubkappe drehen (zum Öffnen nach links) und nicht das Manometer zum Aufdrehen benutzen! > Dies kann sonst zu Undichtigkeiten führen.

Undichtigkeiten: Ein starkes Abfallen der Wassersäule, z.B. innerhalb von 1 - 2 Tagen, ist nicht normal. Die Dichtigkeit der Verschraubung ist zu überprüfen: Manometer oder Sensor abnehmen, eventuell O-Ring und Gewindestutzen säubern und prüfen, Tensiometer auffüllen und Manometer wieder aufsetzen und verschrauben. Bei erneutem Wasserverlust muss das Tensiometer insgesamt überprüft werden (Klebestellen, Beschädigung der Tonspitze); Tensiometer eventuell einsenden.

2. Einstecken

Tensiometer in Töpfen oder Containern: Nur bei feuchtem, nicht zu festem Substrat (nicht zu stark durchwurzelt) können Tensiometer mit ihrem Tonkegel direkt eingesteckt werden. Ist ein Widerstand deutlich spürbar, sollte besser ein dünneres Loch vorgestochen werden. Allerdings ist ein Einschlämmen wie im Freiland kaum erforderlich (siehe unten).

Tensiometer bei Bodenkulturen: Ab 15 - 20 cm Tiefe muss das Einsteckloch vorgebohrt werden, insbesondere bei gewachsenem Boden. Tensiometer dürfen beim Einstecken nicht stark belastet werden, grundsätzlich nur senkrechten Druck auf das Tensiometerrohr ausüben, niemals seitlich drücken!

Bohrwerkzeug: Am besten ist ein Bohrstock für Bodenproben geeignet, Ø 25 - 35 mm, je nach Tensiometerart. Ersatzweise kann auch ein schräg angeschnittenes Stahlrohr verwendet werden, aber keinesfalls sollte es ein Stab aus Vollmaterial sein, der den Boden verdichten würde. Das Tensiometer ist so zu installieren, dass die Bodenstruktur so wenig wie möglich gestört wird. Die Bohrtiefe soll in der Regel der Einstecktiefe entsprechen. Der Tonkörper muss einen guten Bodenkontakt haben und darf nicht in einem Hohlraum sitzen, deshalb wird er üblicherweise eingeschlämmt.

Tensiometer einschlämmen: portionsweise trockene, feinkrümelige Erde vom Standort in das Bohrloch rieseln lassen und Wasser nachgießen. Bei größeren Tiefen ist es günstiger, eine vorher angerührte Schlämme in das Bohrloch maximal bis zur Hälfte einzufüllen. Im wissenschaftlichen Bereich wird bevorzugt Quarzmehl für die Herstellung einer Schlämme verwendet.

Ist jedoch der Boden in der vorgesehenen Messtiefe nicht zu fest und steinfrei, läßt sich ein Tonkegel auch direkt in den Boden drücken: Einstichloch etwas weniger tief vorbohren und dann mit einem Stab (Ø 15 - 25 mm, je nach Tonzellengröße) etwa 6-7 cm tief (Länge des Tonkegels) vorstechen. Nur wenn letzteres von Hand leicht auszuführen ist, läßt sich auch der Tonkegel ohne Beschädigung eindrücken. In zweifelhafter Situation und besonders bei Messtiefen über 50 cm wird der Tonkörper aber besser eingeschlämmt.

Das Bohrloch muss verfüllt werden, zumindest von oben möglichst dicht, zum Beispiel mit Grassoden, damit sich keinesfalls Niederschlagswasser im Bohrloch sammeln kann.

Einstecktiefe: Tensiometer so tief wie möglich in den Boden einstecken, wodurch eine übermäßige Erwärmung durch direkte Sonneneinstrahlung und damit kurzzeitige Messfehler weitgehend gemindert werden. Deshalb soll möglichst die richtige Tensiometerlänge gewählt werden entsprechend der gewünschten Messtiefe (z.B. Hauptwurzelzone). Zur Beobachtung der Wassersäule im Rohr ragen allgemein Tensiometer ca. 10 cm über die Bodenoberfläche hinaus.

Max. Einstecktiefe

Kleintensiometer in Gefäßen:	bis Unterkante Sichtfenster oder weniger
Bodentensiometer:	bis Unterkante Sichtfenster oder bis zur Markierung am Rohr, möglichst nicht weniger (empfohlen).

Standort: Es ist ratsam, Tensiometer im praktischen Einsatz grundsätzlich an der feuchtesten Stelle zu platzieren, im Fall einer Tropfbewässerung möglichst direkt an der Tropfstelle. (Grund: Stelle ist leicht zu beschreiben und Tensiometer messen besser im Feuchten.) Diese Platzierung gilt vor allem für Messungen, wenn nicht gezielt auch in Randbereichen gemessen werden soll. Sie gilt auch für Tensiometer zur Steuerung, allerdings vorausgesetzt, das Tensiometer ist nicht für die Bewässerungsdauer verantwortlich, sondern der Bewässerungsautomat. Wird direkt das Magnetventil geschaltet, muss ein gewisser Abstand von der Tropfstelle vorgesehen werden, um dadurch die Bewässerungsdauer durch Erprobung zu definieren.

3. Messung

Die Saugspannung des Tensiometers muss sich durch Wasserabgabe des Tonkörpers erst aufbauen, wozu eine gewisse Mindestfeuchtigkeit erforderlich ist. Bei völlig trockenem Boden oder Substrat kommt eine Saugspannung kaum zustande.

Empfehlung: Tensiometer bei feuchtem Boden einstecken, erste Messung nach einem Tag (evtl. auch nach einigen Stunden).

Eine Tensiometermessung funktioniert auch in sehr grobporigem, lockerem Material, wie etwa Kompost, mineralischem Substrat wie Blähton oder 'Seramis', oder auch Holzfaser, dort also, wo ein ganzflächiger Kontakt zum Tonkörper durch Einschlämmen nicht möglich ist. Sofern diese Substrate grundsätzlich Feuchtigkeit weiterleiten, entstehen jeweils spezifische Saugspannungswerte, die mit anderen nicht direkt vergleichbar sind.

Messgenauigkeit: Für die meisten Feuchtigkeitsmessungen ist ein Verlauf der Feuchtigkeit wichtiger als der exakte Momentanwert. Ein regelmäßiges Notieren der Messwerte ist deshalb unbedingt zu empfehlen. Dabei lassen sich auch Falschwerte besser erkennen. Diese können bei einer Tensiometermessung durchaus erscheinen oder die Werte werden falsch interpretiert. Die Ursache für zu niedrige Werte können stärkere Temperaturerhöhung, zu geringe Wasserfüllung oder träger reagierende Tonzellen sein.

Um die Fehler gering zu halten, ist Folgendes zu beachten: Tägliche Ablesungen immer morgens zur gleichen Zeit durchführen, Ablesungen bei zu geringem Wasserstand (Wassersäule nicht mehr sichtbar) nicht werten. Außerdem sind Ablesungen kurze Zeit nach einer Bewässerung (= abfallende Werte) kritisch zu betrachten, weil ein Saugspannungsabfall selbst am gleichen Meßpunkt bei mehreren Tensiometern unterschiedlich schnell erfolgen kann.

Verrechnung des Ablesewertes: Der am Manometer angezeigte Wert entspricht dem Unterdruck (Saugspannung) am oberen Punkt des Tensiometers. Von Interesse ist jedoch die Saugspannung am Tonkörper. Die Wassersäule verursacht einen zu hohen Wert, der besonders bei längeren Tensiometern (ab ca. 15 - 20 cm) und insbesondere bei unterschiedlich langen Tensiometern innerhalb einer Messreihe korrigiert werden muß. Für senkrecht eingebaute Tensiometer gilt die folgende Rechnung:

Saugspannung am Tonkörper = Ablesewert (hPa oder mbar) minus Höhe der Wassersäule (cm)

Beispiel: am Manometer abgelesen 100 mbar, Höhe der Wassersäule ca. 30 cm

↳ tatsächliche Saugspannung im Boden 70 mbar oder hPa.

Wassersäule messen: Als dringende Empfehlung, vor dem Einbau der Tensiometer deren Länge zu notieren - gilt vor allem bei unterschiedlichen Messtiefen. Als Messebene (wirksamer Beginn der Wassersäule) wird Mitte Tonzelle angenommen.

Bei den Bodentensiometern entspricht die Unterkante des Sichtfensters oder die Markierung am Rohr der Nennhöhe der Wassersäule (siehe Technische Daten). Die Abweichung zu dieser Nennmarkierung kann gemessen oder auch für nicht wissenschaftliche Zwecke geschätzt werden.

4. Wartung

Verschmutzung oder Veralgung des Tensiometerrohres am besten mechanisch mit einer Tüllenbürste reinigen. Hartnäckige Verschmutzung lässt sich auch mit einer 1%igen Zitronensäurelösung beseitigen. Eine Desinfektion der Tensiometer ist mit 70%iger Spirituslösung möglich. Die Tonfläche kann man mit feinstem Schleifpapier (Körnung 320) reinigen und auffrischen, jedoch nur wenn sie trocken ist. Achtung: Fettige und ölige Stoffe oder Farben sind unbedingt von der Tonfläche fernzuhalten!

Bei Nichtgebrauch können Tensiometer entweder trocken oder auch der Tonkörper für nicht zu kurze Zeit in destilliertem Wasser gelagert werden. Letzteres dient der Regenerierung der Durchlässigkeit. Beobachtungen haben gezeigt, daß die Durchlässigkeit des Tonkörpers gelegentlich nachläßt, insbesondere im Zusammenhang mit intensiver Düngung.

Das Tensiometer kann über Winter auch im Boden verbleiben, wobei jedoch das Manometer besser abgeschraubt werden soll, damit das restliche Wasser durchsickert.

Besondere Maßnahmen für Manometer oder Sensoren siehe unten oder in den speziellen Gebrauchsanweisungen.

5. Technische Daten

Tensiometer:

Die Tensiometerleistung mit der maximalen Saugspannung bei gleichzeitig schneller Reaktion (hohe Porosität) ist typengeprüft und gilt für alle Typen mit Ausnahme des Steck-Tensio Typ BL. Die maximale Saugspannung beträgt im Allgemeinen mindestens 900 hPa (Laborwert)

Nennhöhen der Wassersäulen:

Tensiometerlänge Typ LM	24	34	44	54	64	84	94
Wassersäule in cm		20	30	40	50	70	80

Typische Saugspannungswerte:

Torfsubstrate	5 - 10 hPa	gesättigt, übermäßig feucht
	20 - 40 hPa	sehr feucht bis feucht (Feuchte von Bewässerungsmatten)
	50 - 120 hPa	feucht bis mäßig feucht (Feuchte im Topfsubstrat)
	150 - 200 hPa	trockener bis stark abgetrocknet (Feuchte im Topfsubstrat)
Freilandböden (sL - IS)	< 50 hPa	gesättigt bis naß
	100 - 200 hPa	nass bis ausreichende Feuchtigkeit
	>200 hPa	beginnende Abtrocknung
	250 - 500 hPa	Bewässerungsbereich
	>500 hPa	trocken
	700 hPa	sehr trocken

Analoges Manometer:

Manometer 400/600: Kapselfederanometer mit Edelstahlgehäuse, abnehmbarer Deckel mit Verstellöffnung, Anschluss über bewegliche Schraubkappe (GL 14) mit wechselbarer O-Ring-Dichtung Ø 7 x 2,5 mm (System TENSIO-TECHNIK).

Anzeige 0...-400/-600 mbar (hPa), bis -1000 mbar überlastbar; Skala mit Feinteilung von 10 mbar, Genauigkeit bei 400 mbar $\pm 5 - 10$ mbar, bei 600 hPa $\pm 10 - 15$ hPa, justierbar über Stellschraube.

Die Einzelgeräte sind kalibriert, siehe Etikettangaben: Der Ablesewert vom Manometer ist um den eingetragenen Wert zu korrigieren.

Wartung: Auch wenn die Manometer wartungsfrei sind müssen sie sorgfältig behandelt werden, denn sehr harte Stöße können das Meßglied beeinträchtigen oder beschädigen. Dennoch lässt sich das Manometer nach solchen Situationen zunächst neu justieren: Verschlussstopfen abnehmen (Deckel muss nicht abgenommen werden) und an der unteren kleinen Stellschraube entsprechend den Nullpunkt neu einstellen. Für einen eventuellen Versand Manometer stoßgeschützt verpacken!