

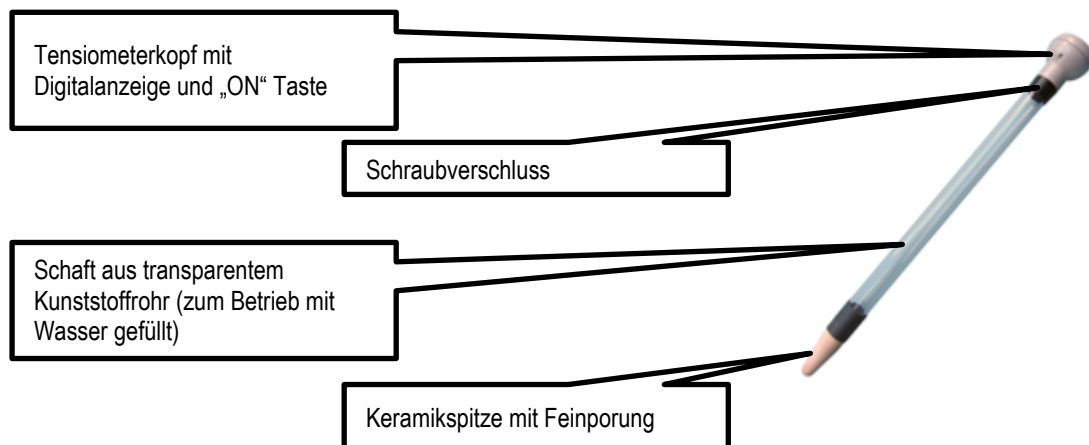
# Bedienungsanleitung Digitales Tensiometer

## Beschreibung

Bei Ihrem Tensiometer handelt es sich um ein Präzisionsinstrument, dass der Messung der Bodenfeuchte dient.

Die Messung der Bodenfeuchte zeigt die Notwendigkeit an, Pflanzen zu bewässern, und dient dazu, Höhe und Häufigkeit der Wassergaben zu steuern. Denn nur Pflanzen die mit optimaler Bodenfeuchte wachsen, können Bestleistungen erbringen.

### Ihr Tensiometer besteht aus:



Das Manometer misst Unterdruck im Bereich von 0 bis 750 hPa (= mbar) in Schritten von 10 mbar.

## Vorsichtsmaßnahmen

Um Schäden an Ihrem Tensiometer zu vermeiden, muss folgendes beachtet werden:

- Die Bestandteile des Tensiometers müssen vor grober Krafteinwirkung geschützt werden (nicht auf den Boden fallen lassen, im Schraubstock einspannen, mit einem Hammer in den Boden schlagen etc.)
- Das Tensiometer darf nicht Temperaturen unter 0°C ausgesetzt werden, solange es mit Wasser gefüllt ist
- Die Keramik darf nicht mit Fett, Öl oder anderen Substanzen, die die Poren zusetzen in Berührung kommen
- Der Tensiometerkopf darf niemals völlig in Wasser eingetaucht werden.

## Einsatzbereich

Pro Bewirtschaftungseinheit (eine Bewirtschaftungseinheit ist eine Fläche mit gleichem Boden, gleicher Pflanzenart und gleichem Entwicklungsstadium der Pflanzen, wie ein Beet) wird ein Tensiometer benötigt. Um Informationen zur Eindringtiefe des Bewässerungswassers, oder die Wasserentnahme der Pflanzen aus verschiedenen Bodenschichten zu erhalten, können auch zusätzlich Tensiometer in unterschiedlichen Bodentiefen (z.B. 50 oder 90 cm) eingebaut werden.

## Funktionsweise

Ihr Tensiometer misst die Saugspannung des Wassers im Boden, d.h. es misst die Kraft mit dem Wasser im Boden zurückgehalten wird, und somit auch die Kraft, die Pflanzenwurzeln aufbringen müssen, um Wasser aus dem Boden aufzunehmen.

Zum Betrieb wird der Tensiometerschaft mit Wasser bis an die Oberkante gefüllt, und das Manometer unter Drehen luftdicht aufgesetzt. Das Wasser im Tensiometer steht mit dem Wasser des umgebenden Bodens über Wasserbrücken durch die Poren der Keramikspitze in Verbindung. Trocknet der Boden ab, „zieht“ das Bodenwasser am Wasser im Inneren des Tensiometers, und im Tensiometer entsteht ein Unterdruck, der gemessen wird. Dieser Unterdruck entspricht der Saugspannung. Natürlich geht dieser Weg auch umgekehrt, d.h. nach Bewässerung oder Regen füllen sich die Bodenporen wieder mit Wasser, und die Saugspannung, mit dem das Wasser im Boden zurückgehalten wird, geht zurück. Kurzzeitig ist der Unterdruck im Tensiometer grösser als die Saugspannung des Bodens, als Folge „saugt“ das Tensiometer wieder Wasser über die poröse Keramikspitze aus dem Boden an, und der Unterdruck im Tensiometer geht zurück. Nach einer Wassergabe dauert es etwa 15 bis 60 Minuten bis das Tensiometer den "wahren" Wert zeigt, da das Wasser erst in die tieferen Bodenschichten eindringen muss. Ferner muss die Länge des Tensiometerschaftes (in cm) vom Messwert subtrahiert werden, um den exakten Messwert zu erhalten.

## Inbetriebnahme und Wartung

Die Keramik des Tensiometers sollte vor dem Einbau gewässert werden. Dazu wird das Tensiometer, ohne aufgesetztes Manometer, über Nacht in einen Behälter mit Wasser gestellt, wobei das Innere des Tensiometers jedoch nicht mit Wasser gefüllt wird. Am Morgen sollte sich etwas Wasser im Inneren des Tensiometers gesammelt haben. Unmittelbar vor dem Einbau wird der Schaft des Tensiometers bis

etwa 1 bis 2 cm unter der Oberkante mit Wasser gefüllt, und das Manometer unter leichtem Drehen in den Schaft gedrückt, bis eine feste, luftdichte Verbindung hergestellt ist.

**Wichtig:** Sicherstellen, dass das Gewinde frei von Verschmutzungen wie Sandkörner und Erdkrümel bleibt.

## Überwintern

Tensiometer werden bei feuchtem (nicht nassem) Boden dauerhaft eingebaut. In der Regel verbleiben sie während einer gesamten Wachstumsaison an ihrem Standort. Sie müssen jedoch vor dem ersten Frost ausgebaut und entleert werden. Das Tensiometer wird abgeschraubt und frostfrei gelagert.

## Batteriewechsel

Messkopf an der Unterseite mit Keruzschraubenzieher aufschrauben, Metallklammer des Batteriehalters nach hinten drücken (Batterie springt heraus). Neue Batterie (3V CR 2032) einsetzen und Messkopf wieder verschrauben. Dabei auf Positionierlasche achten.

*Hinweis: Batterien bitte in Sammelbehälter für Batterien entsorgen.*

## Wo soll das Tensiometer plaziert werden?

Als erstes muss die Messstelle festgelegt werden. Die Messstelle soll für den Bodenfeuchteverlauf der gesamten Fläche repräsentativ sein, also scheiden die Randbereiche der Fläche aus, und der Boden an der Messstelle sollte den auf der Fläche vorherrschenden Bodenverhältnissen entsprechen. Ferner sollten die Pflanzen in unmittelbarer Nachbarschaft der Messstelle einer "durchschnittlichen" Pflanze entsprechen, also weder zu schwach noch zu stark sein. Weist eine Fläche stark wechselnde Bodenarten auf, oder ist mit unterschiedlichen Sorten bepflanzt, ist es ratsam, mehrere Tensiometer einzusetzen.

Für die Steuerung der Wassergaben soll das Tensiometer in der Hauptwurzelzone eingebaut werden. Als günstig hat sich z.B. bei vielen Gemüsekulturen eine Einbautiefe von ca. 20 cm erwiesen. Für genauere Hinweise siehe die beiliegende Tabelle.

## Einbau des Tensiometers in den Boden

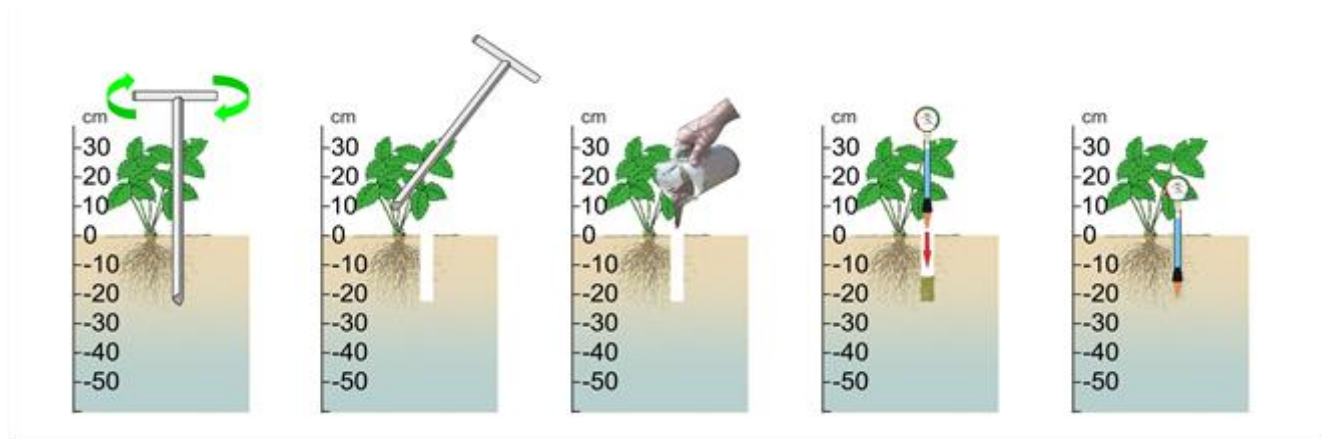
Wie die Wahl einer repräsentativen Messstelle, ist auch der fachgerechte Einbau eine unabdingbare Voraussetzung für genaue Messwerte. Tensiometer werden bei feuchtem (nicht nassem) Boden dauerhaft eingebaut. In der Regel verbleiben sie während einer gesamten Wachstumssaison an ihrem Standort. Sie müssen jedoch vor dem ersten Frost ausgebaut und entleert werden.

Bei frisch umgetopften Pflanzen kann das Tensiometer direkt in die frische, weiche Erde (aber nicht in den alten Wurzelballen) immer nach rechts drehend eingesteckt werden.

In allen anderen Fällen wird zum Einbau ein Loch von 30 bis 35 mm Durchmesser bis einige cm unter die gewünschte Tiefe vorgebohrt (Beispiel: Soll das Tensiometer bis 20 cm unter Boden eingebaut werden, wird 23 bis 25 cm tief vorgebohrt). Zum Bohren des Loches eignen sich z.B. Bohrstäbe für Bodenproben, aber auch ein Metallrohr (am besten seitlich aufgeschnitten) kann anstatt des Bodenbohrers verwendet werden. Bitte keinen massiven Stock oder Stange benutzen, denn damit wird der Boden um das Loch stark verdichtet, und die Messwerte so verfälscht. Anschließend wird (am besten das entnommene) Bodenmaterial grob gesiebt, und damit ein dickflüssiger Brei angerührt. Anschließend wird von diesem Brei eine kleinere Portion in das Tensiometer-Loch gegossen, so dass der Brei etwa 10 cm hoch im Bohrloch steht. Danach wird das Tensiometer vorsichtig in das Bohrloch bis zur gewünschten Tiefe gedrückt (Achtung, nicht zu starken Druck ausüben!). Etwa 5 bis 10 cm des Schaftes ragen nach dem Erreichen dieser Tiefe noch über die Bodenoberfläche. Anschließend wird der verbleibende Spalt zwischen Tensiometerschaft und Bohrloch gut mit dem Bodenbrei ausgegossen, und auf Sandböden mit der Gießkanne eingeschlämmt. Guter, vollständiger Bodenschluss zwischen der Keramikspitze des Tensiometers und dem umgebenden Erdreich ist das Ergebnis eines guten Einbaus. Nach dem Einbau muss sich der Feuchtegehalt in der unmittelbaren Umgebung des Tensiometers erst mit dem Feuchtegehalt des restlichen Bodens angleichen. Deswegen dauert es zwischen einer Stunde und etwa einen Tag, bis das Tensiometer die ersten aussagekräftigen Messwerte liefern kann.

## Einbau des Tensiometers in fünf Schritten

Hier am Beispiel Erdbeeren dargestellt.



## Messen

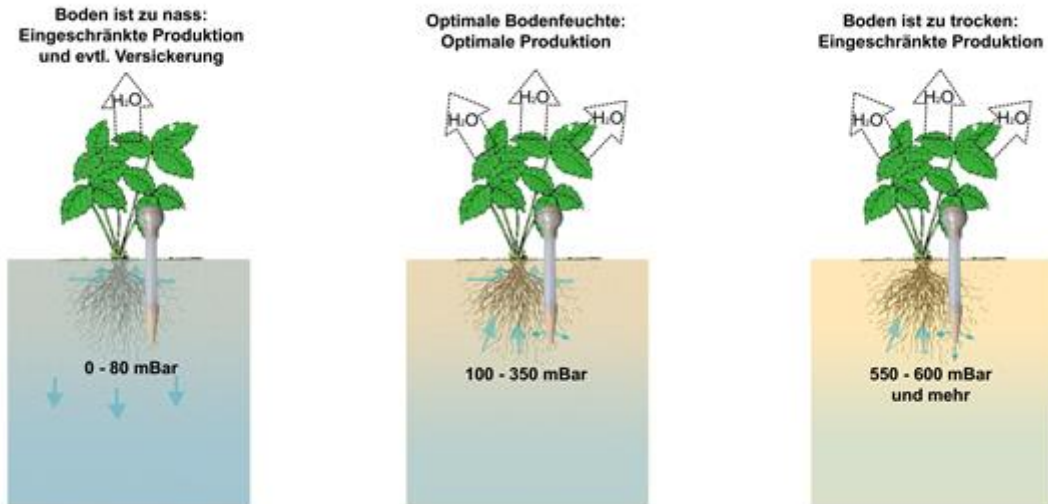
Durch das Antippen der „ON“ Taste wird standardmäßig 10 Sekunden lang der Messwert in mBar (1mBar = 1 hPa) angezeigt. Durch mehrmaliges Tippen auf die „ON“ Taste schaltet die Anzeige auf PSI, weiter auf kPa und wieder zurück auf mBar. Erscheint eine Anzeige „000“ im Display wurde die Taste zu lange gedrückt. (i.d.R. nicht schlimm: „000“ ist die Reset Bestätigung des Tensiometers)

## Interpretation der angezeigten Werte


### Anzeige bei der Testmessung (ohne Kunststoffrohr)

Anzeige	Interpretation
0	System OK
ERR, 10, 20	0-Stellen / Reset erforderlich. Bei einer Umgebungstemperatur zwischen 22 und 28°C kurz auf „ON“ tippen. Nach Erscheinen der fehlerhaften Anzeige auf „ON“ drücken, bis „000“ erscheint. Danach arbeitet das System wieder normal.

## Anzeigen während des Betriebes



Als grobe Faustregel gilt: für Topf-Pflanzen in Blumenerde werden Werte zwischen 50 und 120 mBar, für Pflanzen im Freiland zwischen 150 und 350 mBar empfohlen.

Anzeige	Interpretation
0 bis 80 mBar	Zu Nass
80 bis 100 mBar	Boden ist mit Wasser gefüllt, aber nicht zu Nass
100 bis 350 mBar	Optimale Bodenfeuchte
350 bis 450 mBar	Beginnende Trockenheit (Wassergabe möglich)
450 bis 500 mBar	Geben Sie Wasser!
500 bis 550 mBar	Höchste Zeit, Wasser zu geben!!
550 bis über 600 mBar	Zu Trocken - Trockenheitsstress!!!
0	Lufttritt: Tensiometer neu mit Wasser füllen und Schraubverschluss säubern, schließen.
ERR	Überdruck im Sensor nach Aufschrauben des Manometers. Verschwindet automatisch nach einigen Minuten.
750 blinkend	Messung über 750 mBar: Erde ist extrem Trocken, Gefahr des Wasserverlustes im Sensor. Verschwindet automatisch, wenn Pflanzen gegossen werden.
Symbol  blinkt	schwache Batterieleistung. Überprüfen bzw. wechseln Sie die Batterie.

## Problembehebung

Ihr Tensiometer kann Wasser bis zu einer Saugspannung von etwa  $-700$  bis  $-850$  hPa halten, steigt die Saugspannung auf höhere Werte (d.h. trocknet der Boden noch stärker aus), wird das Wasser vollkommen aus dem Tensiometer herausgesaugt, und das Manometer zeigt den Messwert Null an, da dann Luft ins Innere des Tensiometers eingedrungen ist.

Bei ständigem Einsatz über 500 mBar kann es im Laufe der Zeit zu Wasserverbrauch kommen.

Hinweise sind der Messwert „0“ oder eine sehr träge Reaktion. In diesem Fall das Tensiometer neu mit Wasser füllen, Schraubverschluss säubern und wieder verschließen.

Problem	Maßnahme
Messkopf zeigt den Messwert „0“ und im Schaft steht kein Wasser.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tensiometer mit Wasser befüllen, Sauberkeit des Gewindes überprüfen und Manometer luftdicht festschrauben.</li> <li>2. Überprüfen Sie die Keramikspitze und Schaft auf feine Risse und andere Schäden</li> <li>3. Überprüfen Sie den Anschluss zwischen Keramikspitze und Tensiometerschaft.</li> </ol>
Manometer zeigt Messwert „0“, im Schaft steht Wasser.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gewinde auf Sauberkeit und Unversehrtheit überprüfen.</li> <li>2. Tensiometerkopf korrekt (luftdicht) auf das Gewinde schrauben.</li> </ol>
Manometer zeigt Trockenheit (hohe Saugspannung) bei nassem Boden	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hat die Keramik guten Bodenschluss? (evtl. Tensiometer versetzen)</li> <li>2. MMM tech support kontaktieren</li> </ol>

<b>Kulturspezifische Optimal Bereiche und empfohlene Messtiefen</b>			
<b>Kultur</b>	<b>Optimaler Bodenfeuchtebereich</b>	<b>Empfohlene Messtiefe</b>	<b>Wann Bewässern?</b>
Aubergine	100 bis 450 hPa	20 cm unter Boden	Blüte & Fruchtbildung
Apfel	100 bis 500 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Aprikose	100 bis 400 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Birne	100 bis 500 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Blumenkohl	100 bis 350 hPa	20 cm unter Boden	Kopfentwicklung
Blumen	100 bis 350 hPa	20 cm unter Boden	Permanent
Brokkoli	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Kopfentwicklung
Buschbohnen	100 bis 350 hPa	30 cm unter Boden	Blüte
Chinakohl	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Permanent
Einlegegurken	100 bis 450 hPa	20 cm unter Boden	Blüte & Fruchtbildung
Erdbeeren	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Fruchtbildung & Ernte
Grüne Erbsen	100 bis 350 hPa	30 cm unter Boden	Blüte
Grünkohl	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Permanent
Heidelbeere	100 bis 300 hPa	20 cm unter Boden	Blüte & Fruchtbildung
Himbeere & Brombeere	100 bis 450 hPa	30 cm unter Boden	Blüte & Fruchtbildung
Johannisbeere	100 bis 500 hPa	30 cm unter Boden	Blüte & Fruchtbildung
Karotte	100 bis 450 hPa	20 cm unter Boden	Keimen, Volumenzunahme
Kartoffel	100 bis 350 hPa	30 cm unter Damm	Nach der Blüte
Kirsche	100 bis 400 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Kohl	100 bis 350 hPa	20 cm unter Boden	Kopfentwicklung
Küchenkräuter	100 bis 250 hPa	15 cm unter Boden	Permanent
Kürbis	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Volumenzunahme
Melone	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Volumenzunahme
Mirabelle	100 bis 500 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Paprika	100 bis 450 hPa	20 cm unter Boden	Blüte bis ½ Fruchtgröße
Pastinake	100 bis 500 hPa	20 cm unter Boden	Volumenzunahme
Pfirsich	100 bis 400 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Pflaume	100 bis 500 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Porre / Lauch	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Permanent
Radieschen	100 bis 250 hPa	15 cm unter Boden	Permanent
Rosenkohl	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Rosenentwicklung
Salate	100 bis 250 hPa	15 cm unter Boden	Kopfentwicklung
Schnitzelgurken	100 bis 450 hPa	20 cm unter Boden	Blüte & Fruchtbildung
Sellerie	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Permanent
Senf	100 bis 250 hPa	30 cm unter Boden	Permanent



Spargel Junganlage	100 bis 300 hPa	30 cm unter Boden	Nach der Krautbildung
Spargel Ertragsanlage	100 bis 500 hPa	50 cm unter Damm	Nach der Krautbildung
Spinat	100 bis 250 hPa	15 cm unter Boden	Permanent
Stangenbohnen	100 bis 350 hPa	30 cm unter Boden	Blüte
Tomate	100 bis 450 hPa	30 cm unter Boden	Volumenzunahme
Trauben	100 bis 500 hPa	40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Zucchini	100 bis 450 hPa	20 cm unter Boden	Volumenzunahme
Zuckermais	100 bis 450 hPa	20 cm unter Boden	männl. Blüte, Kornfüllung
Zwetschge	100 bis 500 hPa	30-40 cm unter Boden	Volumenzunahme
Zwiebel	100 bis 250 hPa	20 cm unter Boden	Zwiebelbildung, Volumenzunahme

Haftungsausschluss für die Empfehlungen zu kulturspezifischen Optimal Bereichen und Messtiefen:

Unsere Empfehlungen zu optimalen Feuchtigkeitsbereichen und Messtiefen basieren auf Literaturangaben und Versuchsergebnissen. Es handelt sich um allgemeine Richtwerte, die gegebenenfalls auf die spezifischen Standortbedingungen anzupassen sind. Die Empfehlungen werden in guten Glauben erstellt, MMM tech support übernimmt jedoch keinerlei Haftung für die Folgen von Handlungen, die auf der Basis obiger Empfehlungen durchgeführt wurden.