



TENSIOMETER TENSIO METER

Gebrauchsanweisung  
zu den Artikel  
8059/8060/8061/8062/8070/8071

Instructions  
Art. 8059/8060/8061/8062/8070/8071

## Inhaltsverzeichnis – Table of Contents

Seite	Kapitel	
3	1	<b>Nutzbare Feldkapazität</b>
3	2	<b>Messung der Bodenfeuchtigkeit</b>
3	3	<b>Saugspannungsmessung</b>
4	4	<b>Anleitung zum Gebrauch des Tensiometers</b>
4	4.1	Vorbereitung
4	4.2	Befüllen
4	4.3	Verschließen
4	4.4	Einstecken
4	4.5	Topfpflanzen und Substrate
4	4.6	Bodenkultur
5	4.7	Entlüften
5	4.8	Wartung
5	5	<b>Tensiometer Daten</b>
7	6	<b>Zubehör, technische Daten und Abbildungen</b>
8	1	<b>Available water content</b>
8	2	<b>Measuring soil moisture</b>
8	3	<b>Suction tension measurement</b>
9	4	<b>Instructions for using the tensiometer</b>
9	4.1	Preparation
9	4.2	Filling
9	4.3	Closing
9	4.4	Inserting
9	4.5	Potted plants and substrates
10	4.6	Soil cultures
10	4.7	Air purge
10	4.8	Maintenance
10	5	<b>Tensiometer specifications</b>
12	6	<b>Accessories, technical data and illustrations</b>

## 1 Nutzbare Feldkapazität nFK

Für die Wasserversorgung der Pflanze ist das im Wurzelbereich vorhandene Bodenwasser (nutzbare Feldkapazität nFK) ausschlaggebend.

nFK: Sand < Ton < Schluff < Lehm

Beträgt der Wassergehalt des Wurzelraumes nur etwa 50 % der nutzbaren Feldkapazität können erste Wasserversorgungsschwierigkeiten auftreten.

Um Wasserstress und Ertragsverluste zu vermeiden, wird in der Praxis der Bodenfeuchtegehalt ermittelt.

## 2 Messung der Bodenfeuchtigkeit

Grundsätzlich ist die Messung der Bodenfeuchtigkeit eine schwierige Aufgabe, weil dabei verschiedene Störfaktoren wirken, wie die Bodenart als solche, die Bodenstruktur, das Porenvolumen, der Anteil an organischem Material, die Dichte vor allem bei Substraten, Hohlräume, Temperatur und Salzgehalt.

Zu den Verfahren der Bodenfeuchtebestimmung zählt die Messung der elektrischen Leitfähigkeit zwischen zwei in einem Gipsblock eingebrachten Elektroden. Das kapazitive Messverfahren beruht auf der Änderung der elektrischen Kapazität des Bodens in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt. Ein weiterer Sensor ermittelt die Bodenfeuchte aus der Reflexion einer ausgesandten Infrarotstrahlung (optoelektronische Messung).

Die Bestimmung der Bodenfeuchte kann aber auch über eine einfache Gewichtsermittlung oder durch Messung der Saugspannung erfolgen.

Nicht alle oben genannten Messmethoden sind praxistauglich und konnten sich durchsetzen.

## 3 Saugspannungsmessung

Die Größe der Saugspannung dient als unmittelbares Maß für die Wasserverfügbarkeit in Böden und ist damit ein wichtiger pflanzenphysiologischer Parameter.

Die Saugspannung ist die Kraft, mit der das Wasser im Boden festgehalten wird oder zur Verfügung steht. Diese Kraft müssen die Pflanzenwurzeln erbringen, um Wasser aufzunehmen. Entscheidend sind dabei die feinen Poren und entsprechenden Kapillaren im Boden.

Ermittelt wird die Saugspannung mit dem Tensiometer. Dabei transportiert die Tonzelle des Tensiometers in trockener Umgebung, d.h. trockenem Boden, durch ihre Kapillarität Wasser von innen nach außen, so dass im geschlossenen Rohr ein Unterdruck entsteht. Dieser Unterdruck wird als Maß für die Feuchtigkeit mit einem Manometer angezeigt oder direkt für einen Schaltvorgang genutzt. Die gebräuchliche Maßeinheit ist hPa (Hektopascal); 1 hPa = mbar = 1 cm Wassersäule.

Ein Tensiometer misst die für die Pflanze wichtige Verfügbarkeit des Bodenwassers direkt am Standort. Gegenüber elektrischen Messgeräten besitzt das Tensiometer den Vorteil, dass es nicht kalibriert werden muss. Die Messung erfolgt unabhängig vom Salzgehalt, z.B. durch Düngesalz, im Boden oder Substrat.

Der Saugspannungswert steigt an, je trockener der Boden oder das Substrat ist. Nimmt die Umgebungsfeuchtigkeit zu, sinkt der Saugspannungswert. Ein intensiver Substratkontakt ist dabei Voraussetzung für eine schnelle Reaktion des Tensiometers.

Durch Verdunstung an der Tonzelle funktioniert ein Tensiometer auch in trockener Luft. Deshalb kann die Feuchtigkeit auch in grobkörnigen oder sehr lockeren Substraten gemessen werden. Die geringere Kontaktfläche und der größere Anteil von Hohlräumen ergeben dann spezifische Saugspannungswerte. Beste Erfahrungen mit der Messung der Saugspannung liegen z.B. in mineralischen Substraten wie „Seramis“ vor.

Da das Zurücksaugen nicht zu 100% erfolgt, wird die Wasserfüllung geringfügig verbraucht. Eine andauernde Messung im Trockenem führt zu langsamen Leersaugen des Tensiometers.

Die Wartung des Tensiometers bei Einsatz in feuchten Böden ist jedoch sehr gering.

Tensiometer messen punktuell, erfassen also nicht die Bodenfeuchtigkeit in der weiteren Umgebung. Damit ist die Wahl eines repräsentativen Messortes entscheidend.

## 4 Anleitung zum Gebrauch des Tensiometers

### 4.1 Vorbereitung

Der trockene Tonkörper wird zunächst längere Zeit ins Wasser gestellt, damit die im Tonkörper befindliche Luft restlos verdrängt wird. Eingeschlossene Luft kann die Tensiometerleistung am Anfang deutlich beeinträchtigen.

Den Tonkörper nicht mit bloßen (fettigen) Händen berühren und verschmutzen.

### 4.2 Befüllen

Das Manometer abschrauben und das Plexiglasrohr bis zum Gewinde befüllen. Dafür eignet sich nicht zu hartes, sauberes Leitungswasser ohne Düngerzusatz. Destilliertes Wasser ist nicht unbedingt erforderlich, obwohl man mit ihm Ablagerungen und einer frühen Veralgung vorbeugt.

In sauerstoffreichem Wasser können sich mit steigendem Unterdruck zu Beginn zahlreiche Luftbläschen bilden, die jedoch keine Undichtigkeit anzeigen; abgekochtes Wasser bietet hier Abhilfe.

### 4.3 Verschließen

Manometer mit Dichtring aufsetzen und nicht zu fest aufschrauben! Zu hartes Zudrehen beschädigt die Dichtung! Nach dem ersten leichten Widerstand nur noch etwa 1/4 Umdrehung zudrehen!

Vor dem erneuten Verschließen müssen grundsätzlich die Dichtflächen gesäubert werden!

Achtung, der obere Rand von Kunststoffgewinden kann durch harte Gegenstände beschädigt werden und Undichtigkeiten verursachen.

### 4.4 Einstecken

Für die einwandfreie, schnelle Wasserabgabe des Tonkörpers ist ein guter Kontakt mit dem Substrat oder Boden Voraussetzung. Außerdem muss ein Rest von Feuchtigkeit vorhanden sein, weil bei absolut trockenem Substrat oder Boden das Tensiometer nicht oder nur sehr schwer in Gang kommt.

### 4.5 Topfpflanzen und Substrate:

Bei lockerem Substrat wird das Tensiometer ohne vorzubohren direkt eingesteckt. Das Substrat kann seitlich vom Tensiometer etwas angedrückt werden, um einen festen Stand zu erzielen. Am Tensiometerrohr sollte man später nicht wackeln, damit am Tonkegel kein Hohlraum entsteht.

Bei Freilandböden und stark durchwurzelten Substraten empfiehlt es sich, das Loch dünn vorzustechen, damit die Kegel nicht unnötig belastet wird – kein seitlicher Druck, sonst Bruchgefahr!

Die Einsteck-Tiefe und somit auch die Länge des Tensiometers richtet sich nach dem gewünschten Feuchtehorizont, der überwacht werden soll. Das Manometer und der obere Teil des Plexiglasrohres sollten maximal 10 cm aus dem Substrat herausragen.

### 4.6 Bodenkulturen

Zum Einstecken von längeren Tensiometern wird in der Regel vorgebohrt, z.B. mit einem Bohrstock (Probennehmer z. B. Art.-Nr. 5014), Ø 25 mm. Sollte der Untergrund weich sein, lässt sich der Tonkegel das letzte Stück direkt einstecken (nur senkrecht drücken, sonst Bruchgefahr!), andernfalls muss er eingeschlämmt werden, wobei der obere Teil des Bohrlochs nur locker verfüllt wird.

Die Einsteck-Tiefe richtet sich nach der gewünschten Messtiefe, evtl. in Abhängigkeit von der Wurzelzone. Dabei sollte das Tensiometer nur etwa 10 cm aus dem Boden ragen, so dass die Wassersäule kontrolliert werden kann.

Bei einem zu lang herausragenden Tensiometerrohr wirken sich Temperaturschwankungen ungünstig auf die Funktion des Messinstrumentes aus (Messfehler, Veränderung des Schaltpunktes, höherer Wasserverbrauch).

#### 4.7 Auffüllen

Tensiometer verbrauchen im Betrieb etwas Wasser, denn die Saugspannung entsteht durch Wasserabgabe mit geringen Verlusten beim Zurücksaugen, insbesondere bei zunehmendem Luftvolumen im Rohr. Die größere Luftmenge verursacht zudem eine trägere Tensiometerreaktion und eine ungenauere Messung.

Tensiometer sollten deshalb regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf aufgefüllt werden. Auch wenn sich die trägere Reaktion in der Bewässerungspraxis meist nur unwesentlich auswirkt, wird empfohlen das Tensiometer bei einer Luftsäule von ca. 10 cm aufzufüllen.

Undichte Tensiometer zeigen einhergehend mit einer geringen Saugspannung schon nach 1-2 Tagen einen großen Wasserverlust. Dann sind zunächst die Verschraubung und Gewindestutzen auf Verschmutzungen und Beschädigungen zu überprüfen, bevor die Ursache bei der Tonzelle zu suchen ist.

#### 4.8 Wartung

Verschmutzungen des Tensiometerrohrs können am besten mechanisch mit einer Tüllenbürste (max. Ø 20 mm) entfernt werden. Besonders hartnäckige Beläge lassen sich auch mit einer 1% igen Zitronensäurelösung beseitigen. Die Tonfläche kann man mit feinem Schleifpapier (Körnung 320) reinigen und auffrischen, jedoch nur wenn sie trocken ist.

**Achtung:** Fettige und ölige Stoffe sowie Farben sind unbedingt von der Tonfläche fernzuhalten.

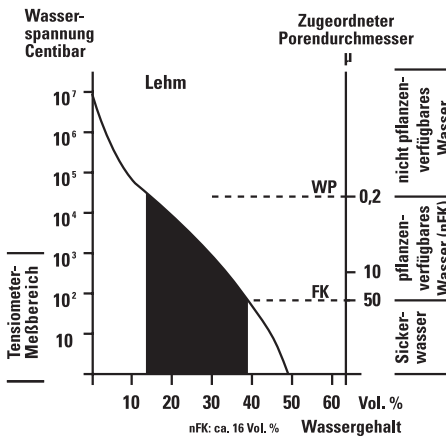
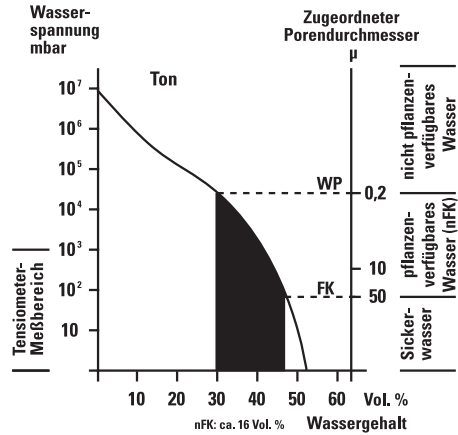
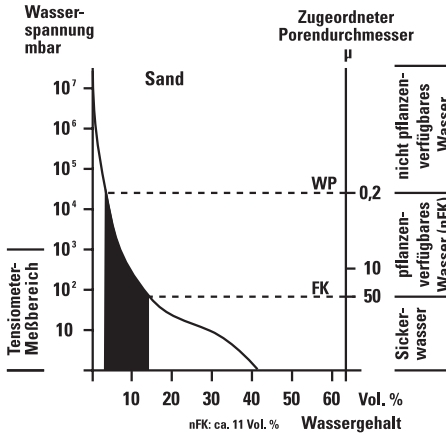
Zur Regeneration der Durchlässigkeit des Tonkörpers sollten die Tensiometer für nicht zu kurze Zeit in destilliertes Wasser gestellt werden. Beobachtungen haben gezeigt, dass die Durchlässigkeit des Tonkörpers gelegentlich nachlässt, insbesondere im Zusammenhang mit intensiver Düngung. Anschließend können Tensiometer trocken gelagert werden.

Das Tensiometer kann auch im Winter im Boden verbleiben, wobei die Schraubkappe geöffnet bzw. Manometer abgeschraubt werden muss, damit das restliche Wasser durchsickert. Ganzjährige Messungen sind nur in frostsicherer Tiefe möglich.

### 5 Typische Saugspannungswerte

Torfsubstrate	
5 ... 10 mbar	gesättigt, übermäßig feucht
20 ... 40 mbar	sehr feucht bis feucht (Feuchte von Bewässerungsmatten)
50 ... 120 mbar	feucht bis mäßig feucht (Feuchte im Topfsubstrat)
150 ... 200 mbar	trockener bis stark abgetrocknet (Feuchte im Topfsubstrat)

Als Faustzahl gilt: Saugspannungen über 80 bis 100 mbar dürften bei normaler Kultur in torfhaltigen Substraten ein Startwert für eine Bewässerung sein. Bei besonderen Kulturmaßnahmen (Trockenphasen) sind entsprechend höhere Werte einzuhalten.



**nFK: nutzbare Feldkapazität**  
**WP: Welkenpunkt**  
**FK: Feldkapazität**

Faustregel: je geringer die Bodenzahl, desto früher die Beregnung.

<b>Bodenart</b>	<b>Bodenzahl</b>	<b>Beregnungseinsatz</b>
leichter Sand	20 – 30	-450 bis -700 mbar
schwach lehmiger Sand	30 – 40	-650 bis -850 mbar
lehmiger Sand sandiger Lehm	über 40	über -800 mbar

Aus den o.g. Beispielen ist ersichtlich, dass ein Sandboden einen besonders großen Porenanteil über 50 µm enthält, deren Wasser relativ schnell als Sickerwasser abgeführt wird. Lediglich ~11 % des Volumens ist als nutzbare Feldkapazität anzusehen und steht den Pflanzenwurzeln zur Verfügung. Anders beim Lehmboden, bei dem die nutzbare Feldkapazität etwa doppelt so groß ist.

Somit ergeben sich bei verschiedenen Böden unterschiedliche Wasserspannungsgrenzwerte für eine Berechnung.

## 6 Zubehör:

Artikel 8001 Manometer Tensiometer Classic  
Artikel 8075 Drucksensor Tensiometer Digital  
Artikel 8065 Ersatzdichtringe 10 Stück  
Artikel 8066 Ersatzflachdichtungen 10 Stück

### 1 Available water content (nFK)

A decisive factor for providing water to plants is the available water capacity found in the root zone (the German acronym for available water content is nFK).

nFK: Sand < clay < silt < loam

Water supply difficulties can start occurring when the water content in the root zone is only about 50% of the available (utilizable) water content.

In practice, the soil moisture content is determined to avoid dehydration and harvest loss.

### 2 Measuring soil moisture

Measuring soil moisture is fundamentally a difficult task. A variety of factors interfere with and influence the measurement, such as: the soil type, the soil structure, the absorptive capacity (pore volume), the proportion of organic material, the substrate densities, empty cavities in the soil, temperature, and salt content.

One of the ways of determining soil moisture involves measuring the electrical conductivity between two electrodes which have been embedded in a plaster block. This capacitive measurement process is based on changes in the soil's electrical capacitance which are dependent on the soil's moisture content. Another sensor determines the soil moisture by measuring the reflection of transmitted infrared radiation (this is an opto-electronic measurement).

The soil moisture can also be determined by a simple weight analysis or by measuring the soil's suction tension.

Not all of these measurement methods can be used in the real world however.

### 3 Suction tension measurement

The suction tension value is a direct indication of the available water in the soil. Thus this measurement is an important physiological parameter for plants. Suction tension is a force measuring the tension with which the water is held to the soil or its availability. Plant roots must expend this amount of energy in order to absorb water. The decisive factors in creating this force are the fine pores and capillaries in the soil.

A tensiometer is used to determine the suction tension. The porous cell of the tensiometer uses capillary action to transport water outwards into the drier soil. A negative pressure is then created within the closed pipe. This negative pressure is used as an indicator to measure the moisture and can be displayed with a manometer or used in a switching operation.

The unit of measurement is the hPa (hectopascals); 1 hPa = mbar = 1cm water column.

A tensiometer measures the soil water that is available to plants; these measurements are made directly in the field. Compared to electrical measuring devices, the tensiometer offers the advantage that it requires no calibration. Measurements are carried out independent of salt content (for example, manure salt) in the soil or substrate.

The value of the suction tension increases when the soil or substrate is more arid. If the surrounding moisture level increases, the suction tension decreases. An intensive, firm contact with the substrate is required so that the tensiometer can react quickly.

A tensiometer also functions in dry air through evaporation on the porous cell. Thus the moisture level can also be measured in coarse-grained or very loose substrates. The reduced contact surface and the greater proportion of air cavities then produce specific values for the suction tension.



The best suction tension measurement results can be taken from mineral substrates such as „Seramis“. Since the reverse suction does not happen completely, the filled water is used minimally. Continual measurements in dry surrounding will lead to a slow emptying of the tensiometer. However, when using the tensiometer in moist soil there is very little maintenance required.

Tensiometers make selective point measurement and do not record the soil moisture of wide-spread surroundings. Thus it is very important to select measurement locations which are representative of the entire surroundings.

## 4 Instructions for using the tensiometer

### 4.1 Preparation

A dry porous cone is first submerged for a prolonged period in water so that any air still pre-sent is purged. Any encapsulated air can negatively affect the initial performance of the ten-siometer.

To not touch the porous cone with your bare fingers; oil from your hands could then lead to contamination.

### 4.2 Filling

Unscrew the manometer and fill the plexiglas tube up to the threads. Use clean tap water which is free of fertilizer and not too hard. Using distilled water, although not absolutely nec-essary, does prevent a build up of algae during storage.

In oxygen-rich water, many small bubbles may initially form as the negative pressure in-creases. These do not indicate any leakage. A remedy for this condition is to use water which has first been boiled.

### 4.3 Closing

Place the manometer with the gasket seal on and gently screw in. You can damage the gas-ket seal if you over-tighten the manometer! After you feel the initial light resistance, turn only about one-quarter revolution!

When using threaded connectors made from glass, after long use the silicon sleeve of the M sensor or the TensioSwitch type S can stick slightly to the edge of the connection. In order to open, first push up on the cap after screwing. The sealing sleeve can then be raised to the side and pulled off.

The sealing surface must be thoroughly cleaned before reclosing!

Please note that the upper edge of the plastic threads can be damaged by hard objects. This could then lead to leakages.

### 4.4 Inserting

Firm contact with the substrate or soil is required so that the porous cone can dispense water quickly and correctly. In addition, residual moisture must be present. Otherwise, the ten-siometer could experience significant difficulties starting the measurement process.

### 4.5 Potted plants and substrates:

The tensiometer can be inserted directly into loose substrates without the need for pre-drilling. The tensiometer can be used to press the substrate slightly to the side in order to give the tensiometer a firm hold. Do not shake the tensiometer tube; this could cause an air cavity to form near the porous cone.

For outdoor cultivation and substrates which are thoroughly penetrated by roots, we recom-mend that the hole be pre-drilled or pre-formed. This will ensure that the porous cone is not exposed to excessive pressure. Caution: lateral pressure can result in break-age danger!

The insertion depth and thus the length of the tensiometer are chosen depending on the depth of the moisture zone that you wish to monitor. The manometer and the upper section of the Plexiglas tube should project out of the substrate no more than 10 cm.

#### 4.6 Soil cultures

Normally, holes should be drilled before inserting long tensiometers. The hole can be made, for example, with a 25-mm-diameter sampling auger. If the subsoil is soft, the porous cone can be pressed directly for the last part of the hole. (Avoid risk of breakage – press only vertically!) If the subsoil is hard, it must be moistened with slurry until the upper part of the drilled hole is filled.

The insertion depth should correspond to the desired measurement depth which may be dependent on the root zone. The tensiometer should only stick out of the ground for about 10 cm so that it is possible to still check the water column. If the tensiometer tube projects too far above the ground, the temperature deviations can interfere with the measurement function (leading to measurement errors, changes in the switching point and higher water consumption).

#### 4.7 Filling

A tensiometer uses water during operations since the suction tension consists of water dispensation with minimal loss from reverse suction, particularly when there is an increasing volume of air in the tube. The greater air quantity causes both a slower tensiometer reaction and a less precise measurement.

For this reason, tensiometers should be periodically inspected and filled up with water when needed. We recommend filling up the tensiometer when the air column is about 10 cm high, even though the slower reaction time is not a significant factor when working in the field.

Improperly sealed tensiometers exhibit both a reduced suction tension and (after one or

two days) a significant loss of water. If this occurs, check the fittings and threaded connectors for contamination or damage. If none is found, check the porous cell.

#### 4.8 Maintenance

If the tensiometer tube becomes dirty, it can be cleaned by hand with a tube brush (with max. 20-mm diameter). Particularly stubborn deposits can be cleaned using a 1% citric acid solution. The porous surface can be cleaned and restored with a piece of fine sanding paper (320 grit size). Make sure that porous surface is dry before cleaning.

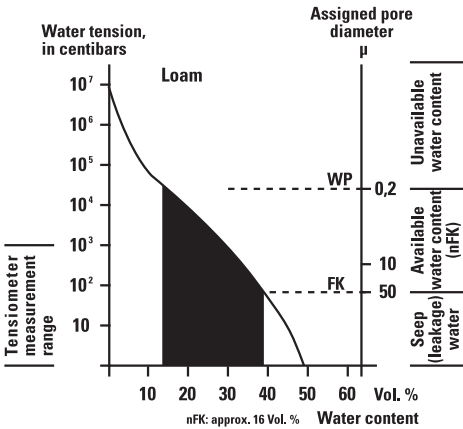
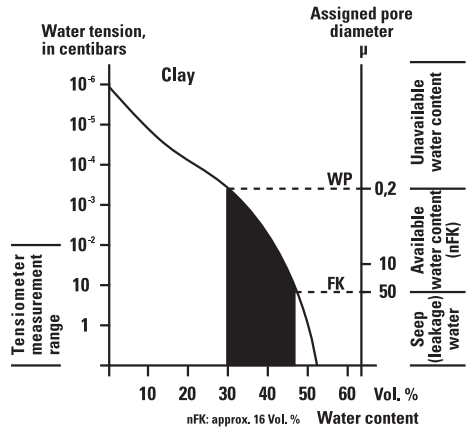
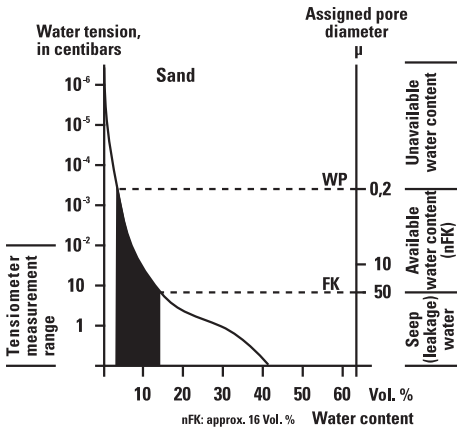
Attention: The porous surface must be kept completely isolated from substances containing grease, oil and paint.

The tensiometer's porous cone can be submerged in distilled water for a prolonged period in order to restore its permeability. Experience has shown that the permeability of the porous cone can decrease somewhat, especially when used in areas of intensive fertilization. The tensiometer should then be stored under dry conditions.

The tensiometer can also remain in the ground during the winter. In such a case, the screw cap must be opened or the manometer must be unscrewed so that the remaining water can seep out. Year-round measurements can only be made at depths which are not at risk of frost.

### 5 Typical suction tension values

Peat substrat	
5 ... 10 hPa	saturated, too moist
20 ... 40 hPa	very moist to moist (moist from textile irrigation mats)
50 ... 120 hPa	moist to slightly moist (moist in the peat substrate)
150 ... 200 hPa	dry to very dry (moist in the peat substrate)



Rule of thumb: The lower the comparative agricultural yield for the soil, the early irrigation is needed.

nFK: available water content

WP: Wilting point (coefficient)

FK: Water content

As a rule of thumb: tension suction values from 80 to 100 hPa are, for normal soils in peat substrates, a starting point for suggesting irrigation. Higher values should be maintained for abnormal cultivation measures (arid phases).

Soil type	Comparative agricultural yield	prinkler irrigation use
Fine sand	20 – 30	-45 to -70 cbar
Weak loamy Sand	30 – 40	-65 to -85 cbar
Loamy sand Sandy loam	über 40	over -80 cbar

The examples above show that sandy soil contains a very large (over 50 µm) degree of porous zones. In these areas, water is relatively quickly lost from seepage percolation. Only about 11% of the volume should be considered available water content (and available to the plant roots). This is different with loamy soil, where the available water content is twice as large.

Thus, for irrigation purposes, there are different limit values to the water tension for different soil types.

## 6 Accessories:

Art. 8001 Manometer Tensiometer Classic

Art.8075 Pressure sensor,  
Tensiometer Digital

Art. 8065 Replacement ring gasket seals,  
quantity: 10

Art. 8066 Replacement flat gasket seals,  
quantity: 10



Technische Änderungen vorbehalten  
Vervielfältigung auch nur auszugsweise ohne Genehmigung  
von PRONOVA verboten.

Subject to technical modifications  
Reproduction of this document or its content is not allowed  
without permission of PRONOVA