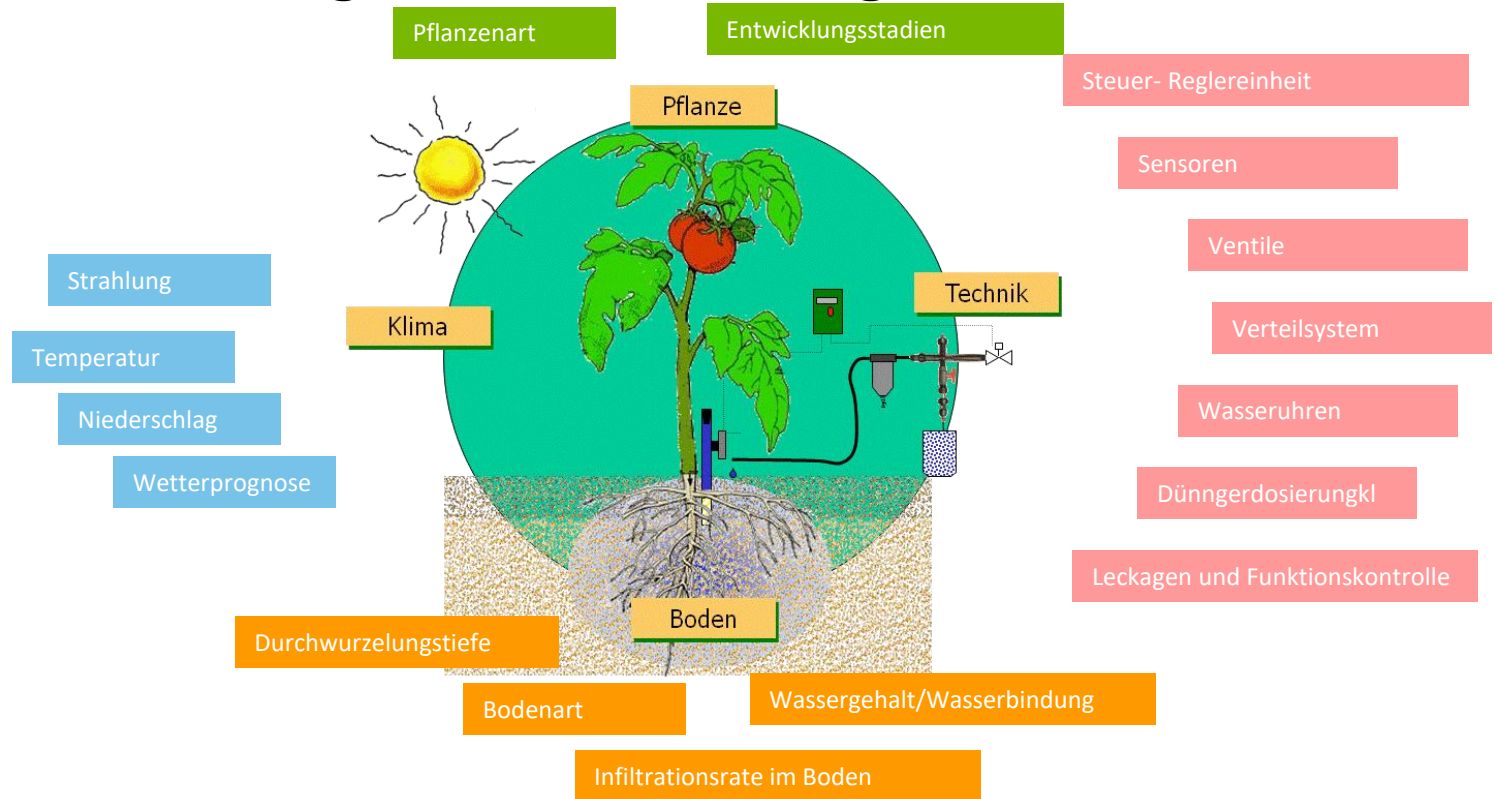




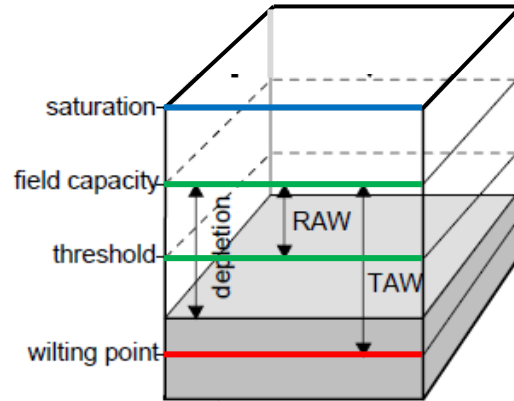
Bewässerungstechnik in der Landwirtschaft

Automatisierung

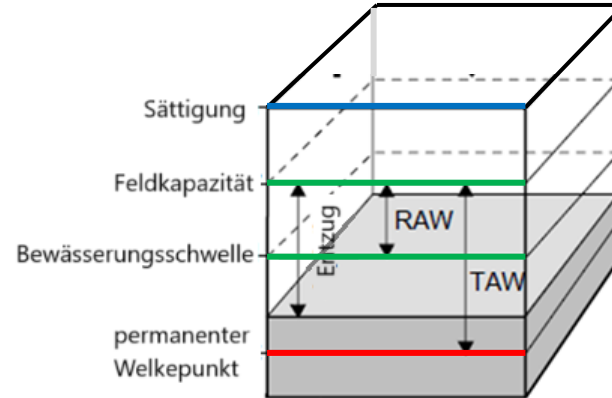
Automatisierung der Bewässerung



Planung



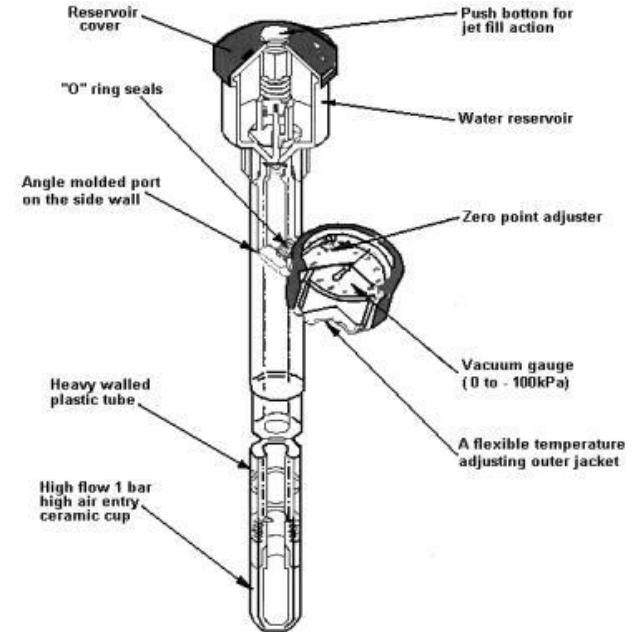
RAW Readily available water
TAW Total available water



RAW stressfrei pflanzenverfügbares Wasser
TAW gesamtes pflanzenverfügbares Wasser

Bodenwasserspannung: Tensiometer

- Plastikrohr
- Destilliertes Wasser
- Gummidichtung
- Keramikkopf
- Manometer, oder Drucksensor



www.ejge.com

Bodenwasserspannung: Tensiometer



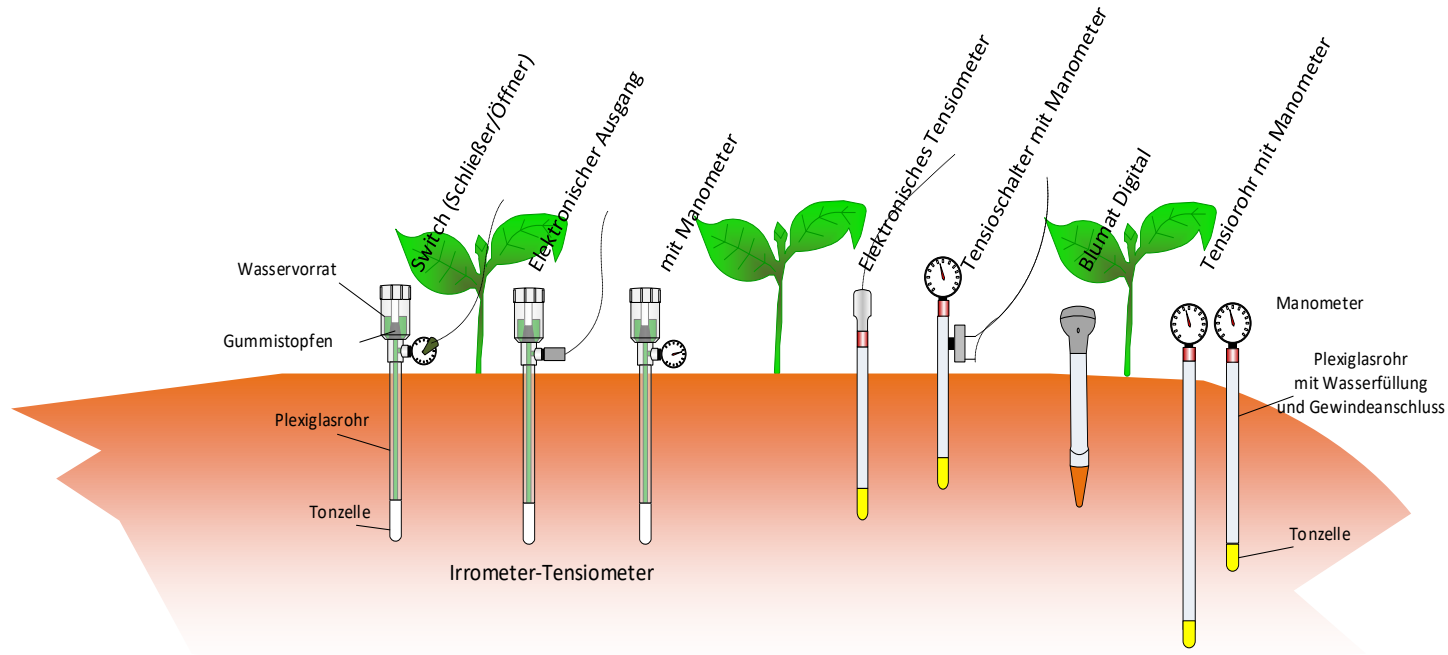
Trockener Boden

*Unterdruck
nimmt ab*

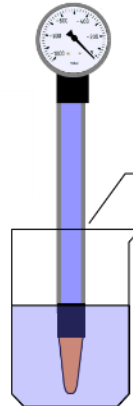
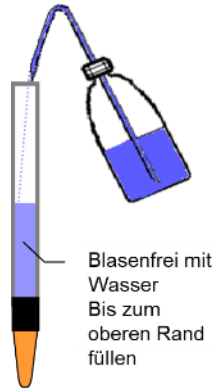


Feuchter Boden

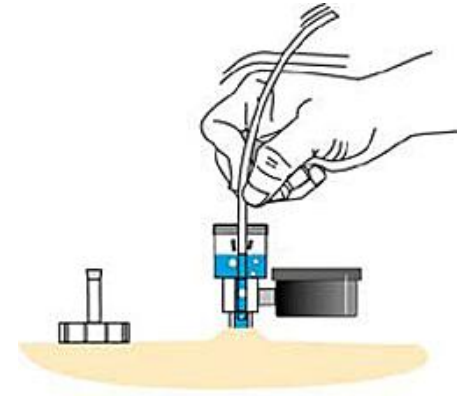
Verschiedene Bauarten von Tensiometern



Tensiometer blasenfrei befüllen

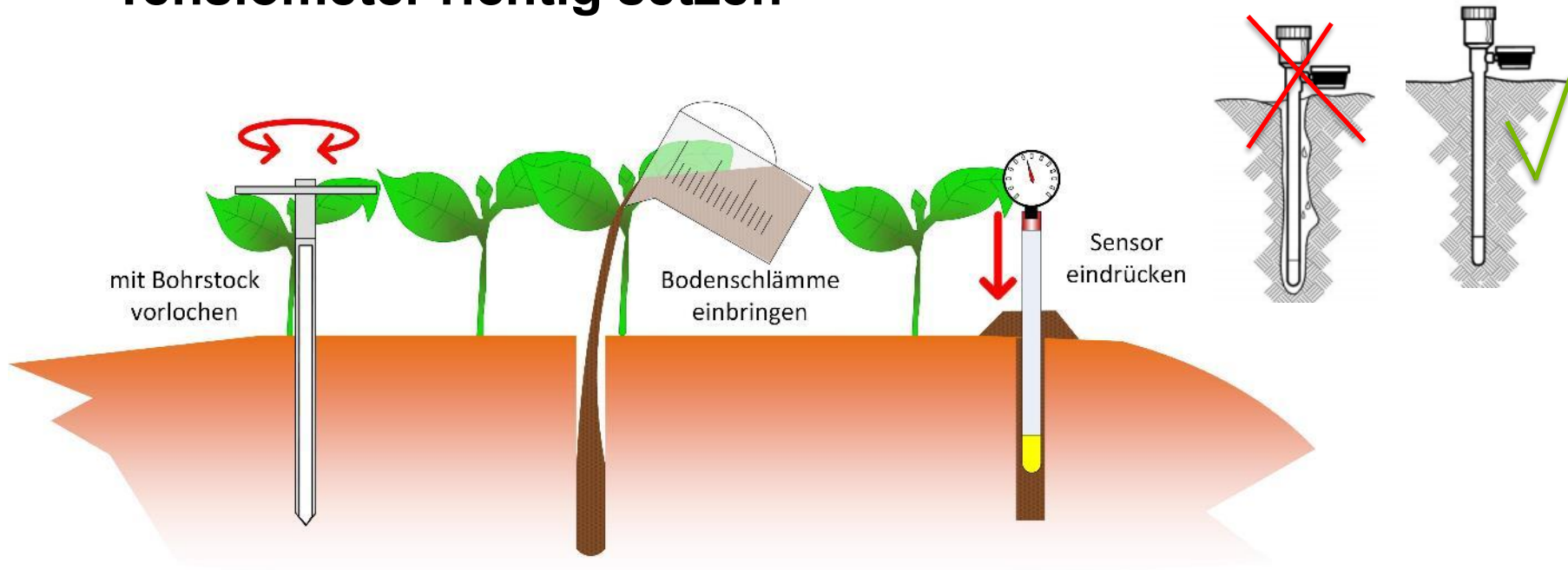


Befülltes Tensio in
Wasser stellen
Unterdruck muss
sich binnen 1 h bis
auf die Rohrlänge
des Tensios (1 cm =
1 hPa abbauen



<https://www.uky.edu/hort/sites/www.uky.edu.hort/files/documents/HortFact7003.pdf>

Tensiometer richtig setzen



Bodenwasserspannung: Tensiometer

„Einschlämmen“ -> guter Bodenkontakt



Bei 900 – 1.000 mbar fällt das Tensiometer trocken

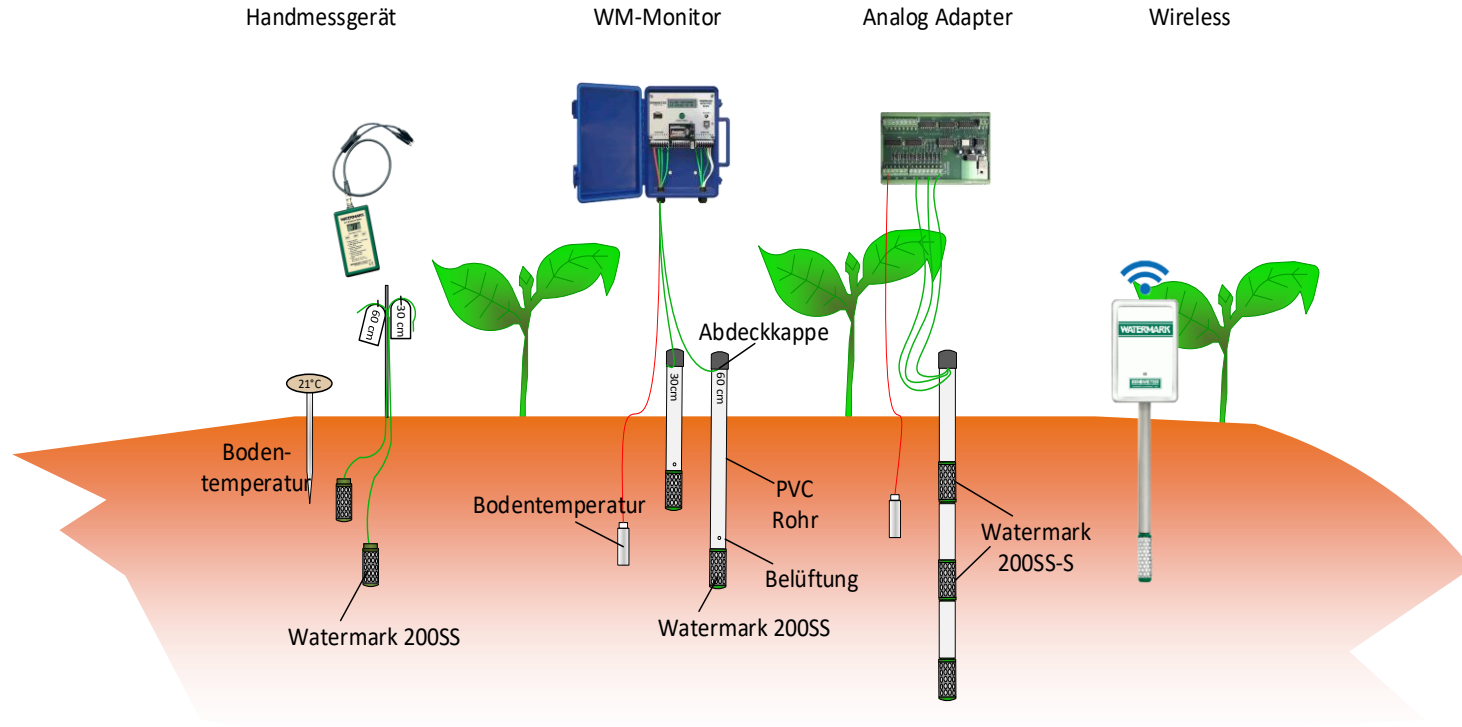
Watermark

- Messbereich von 0 bis 200 Centibar (0-2000 hPa)
- sind wartungsfrei und frostsicher
- seit Jahrzehnten bewährt
- zwei Elektroden sind in ein Matrixmaterial eingebettet und von einem gelochten Edelstahlmantel umhüllt
- Der Boden stellt mit dem Inneren des Sensors das Gleichgewicht der Saugspannung ein
- Widerstandsmessung



<https://www.irrometer.com/sensors.html>

Watermark Sensoren

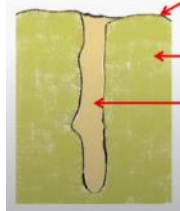


Installation von Watermark Sensoren

1. „Einweichen“



2. Vorbohren

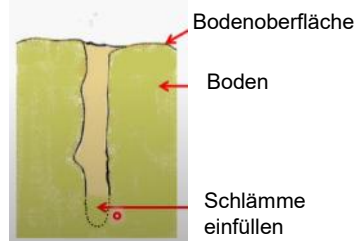


Bodenoberfläche

Boden

Bohrloch Ø23 ~ 28mm

3. Schlämme einbringen

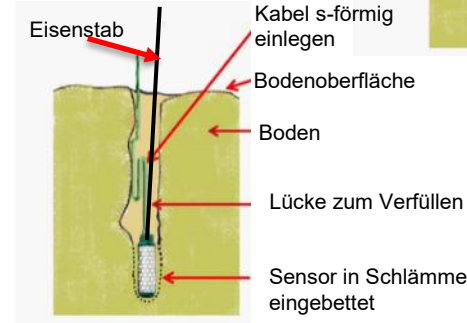


Bodenoberfläche

Boden

Schlämme
einfüllen

4. Sensor eindrücken



Eisenstab

Kabel s-förmig
einlegen

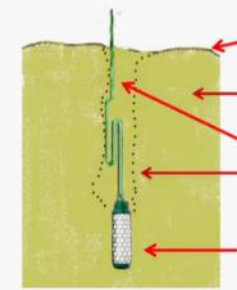
Bodenoberfläche

Boden

Lücke zum Verfüllen

Sensor in Schlämme
eingebettet

5. Bohrloch verfüllen

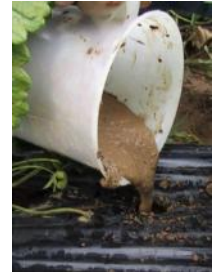


Bodenoberfläche

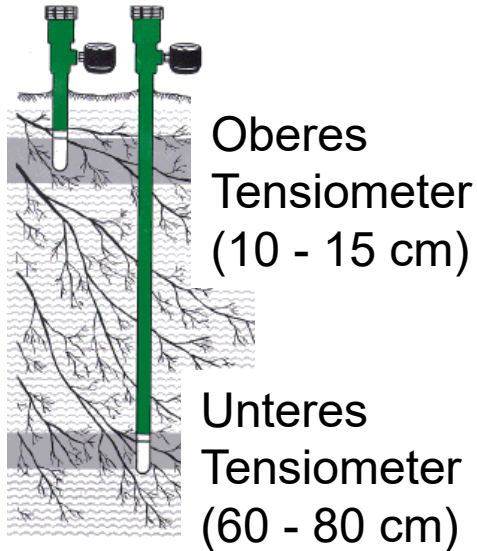
Boden

Bohrloch
ohne Hohlraum verfüllt

Sensor in Schlämme
eingebettet

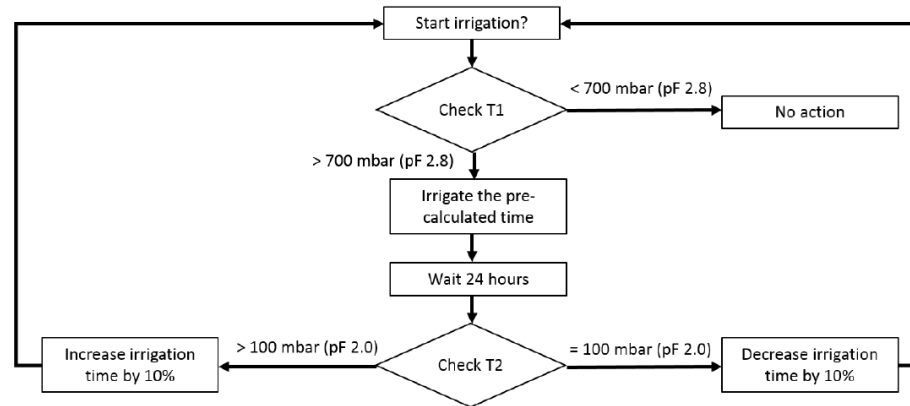


Bewässerungsplanung mit dem Tensiometer

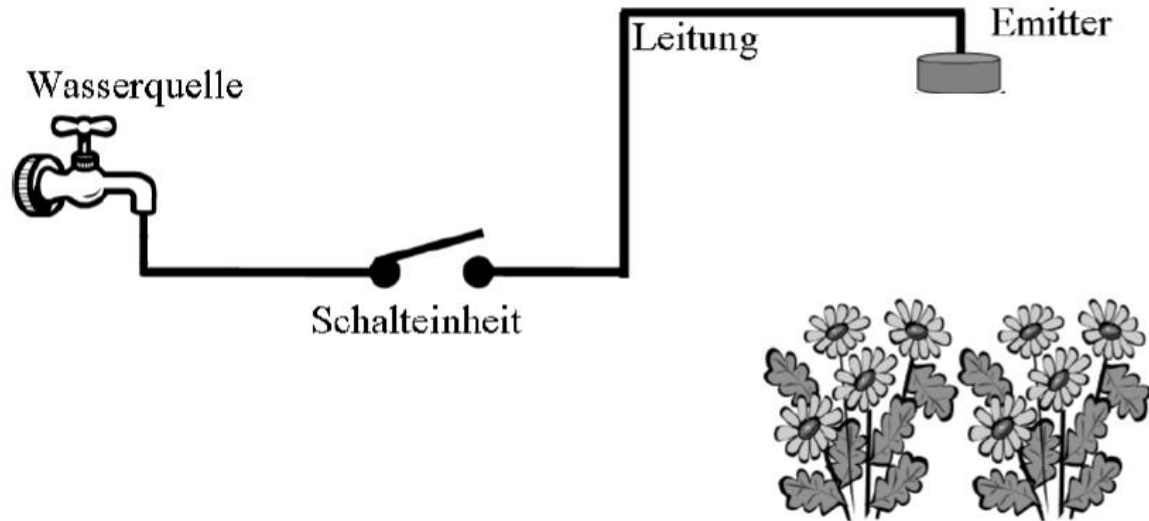


- Beginn der Bewässerung, wenn das obere Tensiometer -700 mbar zeigt
- Ende, wenn das untere Tensiometer -100 mbar zeigt
- Nachlaufen beachten: Trial and error

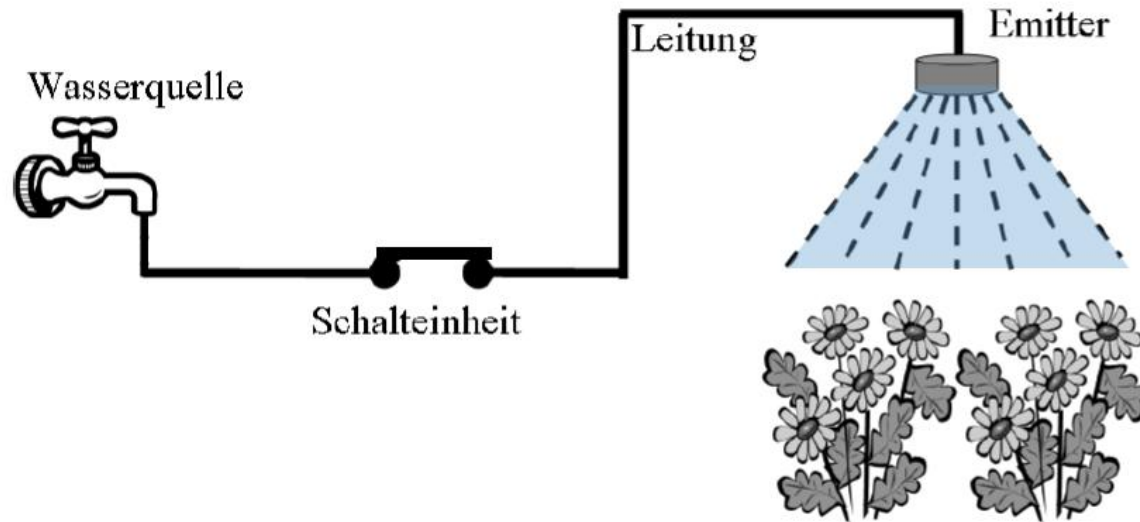
Bewässerungsplanung mit dem Tensiometer



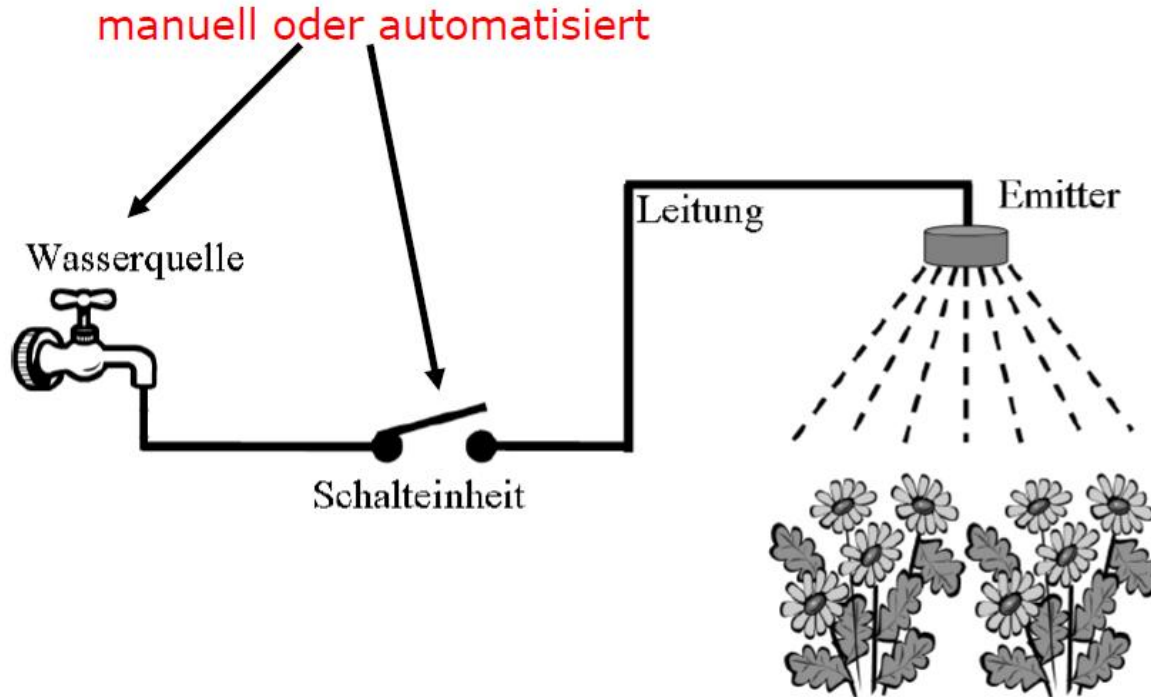
Bewässerung steuern



Bewässerung steuern



Bewässerung steuern

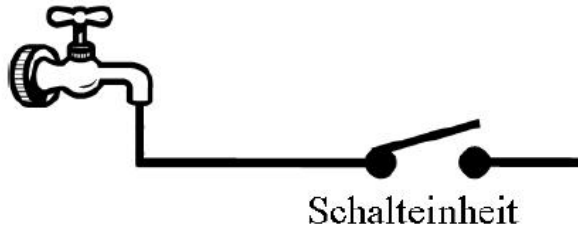


Bewässerung steuern

manuell



Wasserquelle



Bewässerung steuern

automatisiert

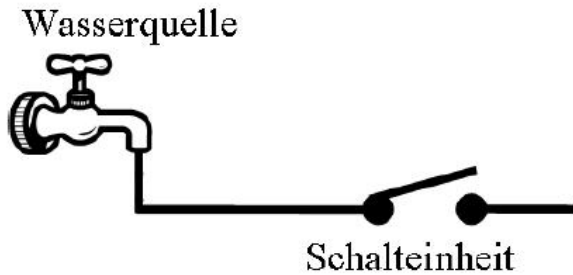
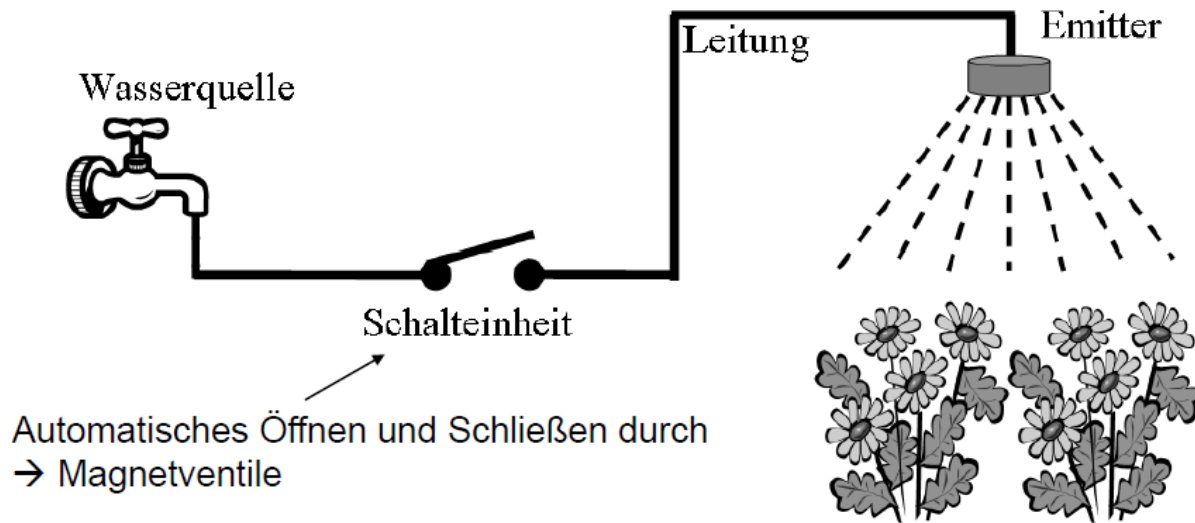


Bild: Toro

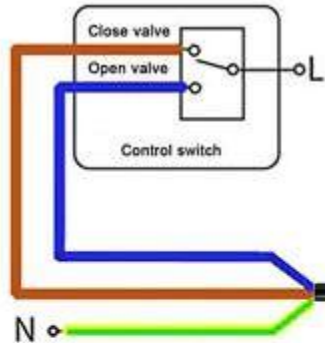
Bewässerung steuern - Automati

Automatisches Bewässerungssystem

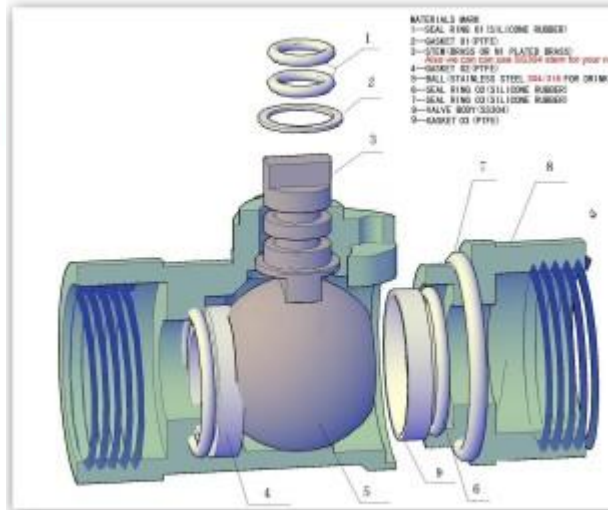
= Schalteinheit arbeitet autonom



Kugelventile



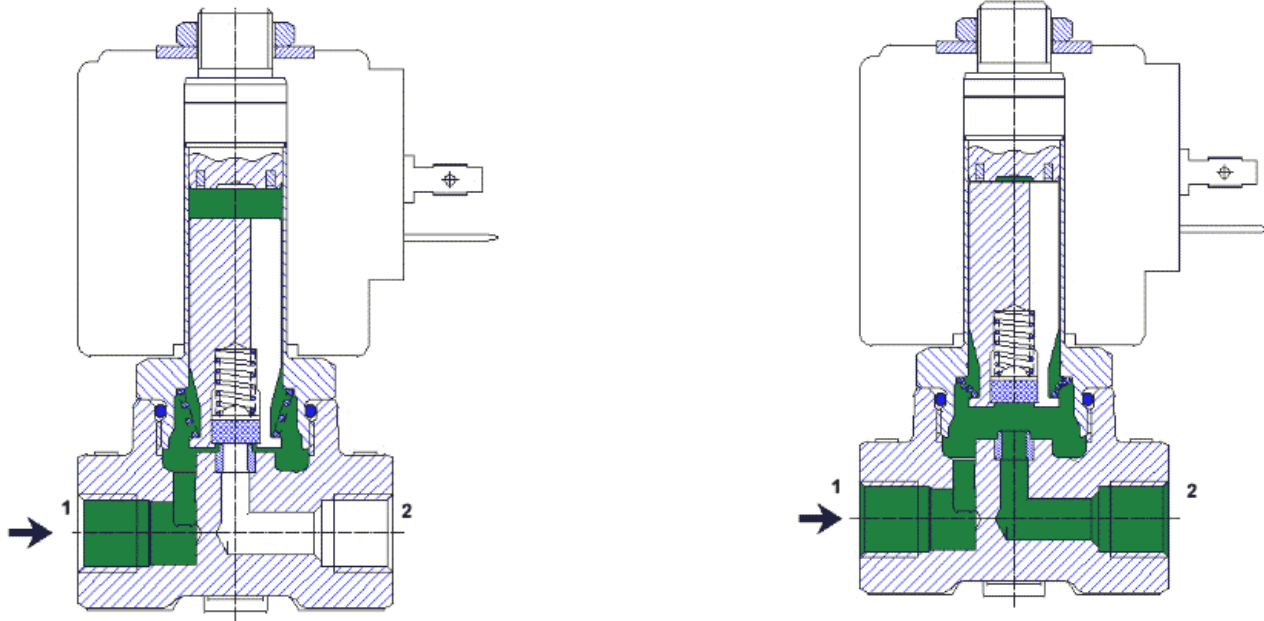
N:Neutral line (negative)
L:FireWire (positive level)



Magnetventile

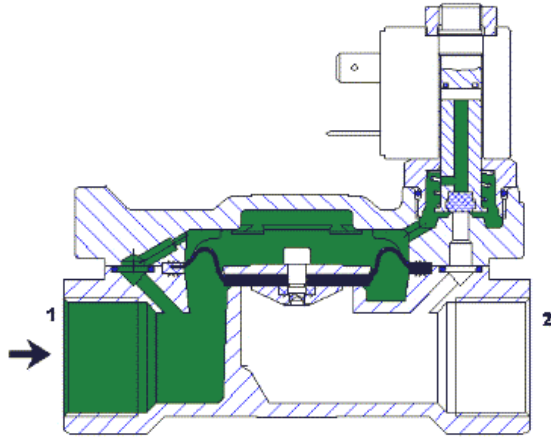
- direktgesteuert, **vorgesteuert (servogesteuert)**, zwangsgesteuert
- Öffnungsverhalten im stromlosen Zustand
 - NC (normally closed, stromlos geschlossen)
 - NO (normally open, stromlos geöffnet)
- 2 Wege und 3 Wege Ventile
- AC und DC bei den Spannungsangaben
- Elektrischer Anschluß und Stromaufnahme von Magnetventilen
- Aktion nur wenn Strom anliegt oder Pulsventile (bistabil)
- Gewinde, Umrechnung Zoll/mm

Magnetventil Direkt wirkend NC

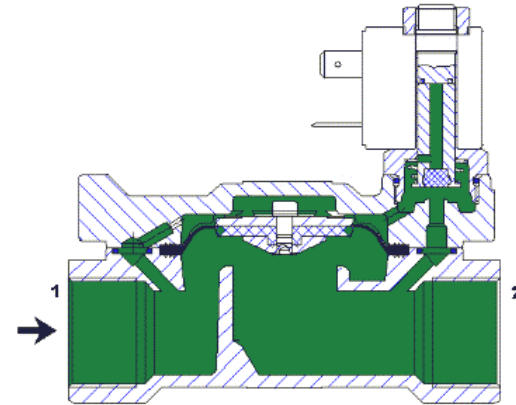


Der maximale Betriebsdruck und der Volumenstrom hängen direkt vom Sitzdurchmesser (DN) und der Magnetkraft ab. Liegt am Magnet Spannung an, wird der Anker mit der Dichtung in die Magnetspule hineingezogen und das Ventil öffnet.

Magnetventil servogesteuert (NC)



Der Elektromagnet ist stromlos und sein Anker verschließt die Abbaubohrung (Vorsteuersitz). Der Eingangsdruck in 1 (größer als Ausgangsdruck in 2) baut sich durch die Aufbaubohrung in der Membrane auf der Membranoberseite auf. Dieser Druck, multipliziert mit der Fläche der Membranoberseite erzeugt eine Schließkraft, welche größer ist, als die auf die Membrane wirkende Öffnungskraft. Sie wird auf ihren Sitz gepresst. Das Magnetventil öffnet.



Am Magnet liegt Spannung an. Die Magnetkraft, größer als die auf den Anker wirkende Schließkraft (Feder-, und Druckkraft), hebt diesen von der Abbaubohrung. Hierdurch wird der Raum oberhalb der Membrane entlastet, und eine Druckgleichheit mit Seite 2 des Ventils stellt sich ein. Diese Druckentlastung bleibt bestehen, da durch die Aufbaubohrung weniger Fluid nachströmen kann, als über die Abbaubohrung entweicht. Somit überwiegt die Öffnungskraft, resultierend aus dem höheren Eingangsdruck in 1 an der Membrane. Sie hebt vom Ventilsitz ab, und das Ventil bleibt so lange geöffnet, wie die vorgeschriebene Druckdifferenz von 1 nach 2 ansteht. Diese beträgt je nach Ventiltyp 0,1 bis 1 bar.

Das Magnetventil schließt Der Magnet wird ausgeschaltet und der Anker verschließt durch die Feder- und Druckkraft die Abbaubohrung. Oberhalb der Membrane baut sich wieder der gleiche Druck wie auf Seite 1 auf und die resultierende Kraft presst die Membrane auf den Ventilsitz. Die Durchflussrichtung des Mediums ist festgelegt.

Bistabile Magnetventile



Baccara
Magnetventil 2" DC mit
Baccara Spule Baccara 9V
DC Puls

Pulszeit 25-50 msec
Max. Durchfluss 45 m³/h
Druckbereich 0-10 bar



Dorot
Magnetventil 80-T (alte, neue
Version) 2" DC mit Dorot
Spule 9-18V DC Puls

Pulszeit 15-100 msec
Max. Durchfluss 40 m³/h
Druckbereich 0-10 bar



RainBird
Magnetventil 200-PGA 2" mit
RainBird Spule 9V DC Puls

Pulszeit
Max. Durchfluss 34,05 m³/h



Bermad
Magnetventil 2" mit
Magnetspule 2-Wege DC 6-
20V Puls

Pulszeit 20-100 msec
Max. Durchfluss
Druckbereich 0-10 bar



Aquanet Plus
Magnetventil 2" mit
Magnetspule 9-20V DC
Puls, mit Druckregulator

Pulszeit min. 80 msec
Max. Durchfluss 34 m³/h
Druckbereich 0,2-10 bar

Mögliches Regelungskonzept

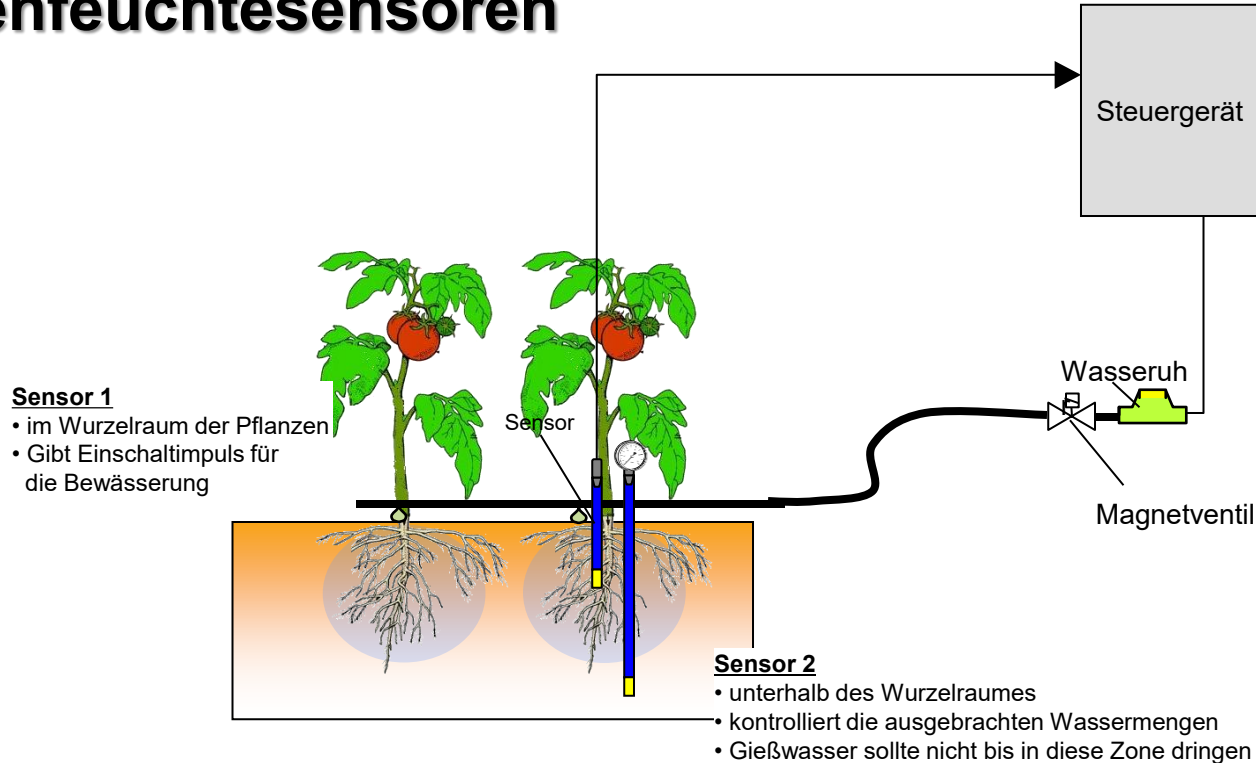
Schaltpunkt Bodenkultur:
100-300 hPa

Einzelgabe: 2-4 l / Tropfstelle
(leichter Boden: 0,5-1 l)

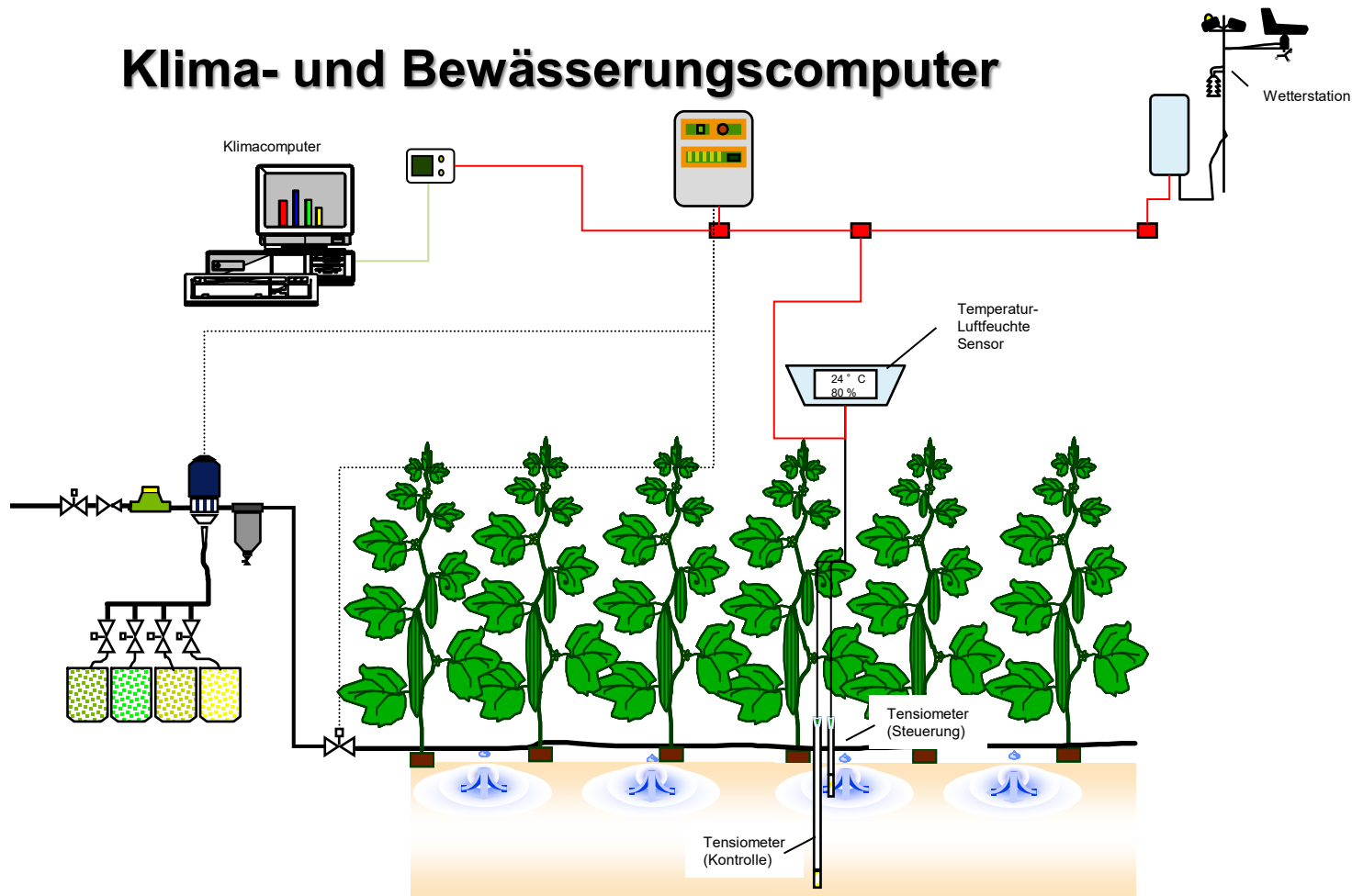
Fühlerstandort:
an repräsentativer Stelle
direkt an einer Tropfstelle



Automatisierung der Bewässerung über Bodenfeuchtesensoren



Klima- und Bewässerungscomputer



Wassergehaltsmessung

- TDR (TimeDomainReflektrometry)

Laufzeit eines Pulses durch die im Boden befindlichen Messnadeln. Die Laufzeit ist abhängig von dessen Dielektrizität, die wesentlich vom Wassergehalt abhängig ist.

- FDR (FrequencyDomainReflektrometry)

Frequenz bzw. Amplitudenänderung eines ausgesendeten elektrischen Signals ist abhängig von der Bodenmatrix bzw. dem Wassergehalt des Bodens

- Kapazitätsmessung

- Sensoren sind wartungsfrei, können dauerhaft im Boden installiert bleiben

- Sehr geringe Reaktionszeit im Vergleich zu Watermark und Tensiometer

Handmessgeräte



10 HS (ECH2O 10HS)

FDR Prinzip, erfasst ca. 1 l Bodenvolumen. Sensorlänge ca. 10 cm, Versorgungsspannung: 3-15 V, Signalausgang: 0,3-1,25 V = 0..57 % Vol %
 Sensor: ca.: 110 €, Handauslesegerät „Pro Check“ ca. 650 €
 Vertrieb: www.mmm-tech.de



VH400 Vegetronix

FDR Prinzip. Messbereich 0-3 V = 0 bis 100 %
 Stromversorgung: 3,3 bis 20 V
 Sensor: ca. 70 €, Handauslesegerät: ca. 80 €
 Vertrieb: www.tensio.de



SMT100 mit Combi 6000

Wassergehalt 0-60 %, Temperatur -20 bis +80 °C
 Digitaler (RS 485) oder analoger Ausgang: 0-10 V
 Spannungsversorgung: Digital 4-24 V, Analog 12-24 V
 Sensor: 130,-- €, Handmessgerät Combi 6000: 270 €
 Vertrieb: www.tensio.de, aquatechnik



Waterscout

Kapazitätssensor
 Kalibriert für mineralische Böden oder erdlose Medien
 für dauerhafte Installation bzw. Punktmessungen geeignet
 Kann mit FieldScout® Bodensensor-Lesegerät der Fieldscout WatchDog® 2000- und 1000-Serie gelesen werden
www.mmm-tech.de

Wassergehaltssensoren für Datalogger

10 HS



Ausgang: 300 - 1250 mV,
185,-- €

SMT100



Ausgang:
RS-485, TBUS, Modbus und
SCI; SDI12 oder analog 0-10V
Ca. 130,-- €.

SMT50



0-3 V linear
70,--€

VH400



0-3 V linear
70,--€

HD3910.1



Probe 3910.1

0-10V (analog)
RS485 mit Modbus
RS485 mit ASCII
SDI-12, ca. 130,-- €

SM 100



Analog, 0,5 bis 1,5 VDC
105,-- €

PI54-D/5



Analog and digital
120,-- €

Teros-10



Volt-Signal 1000–2500 mV
175,--€

Kombi-Sonden

- Bodenfeuchte, Leitfähigkeit (Salzgehalt) Temperatur

	WET-2-K1	Scantronik	GS3	EC-5-TMEC	SMEC 300
Sensor-Bild					
	983,50 €	275,- €	280 - 355,- €	300,- €	229,- €
	HH2	Thermofox Universal	Pro Check	Pro Check	Soil-Sensor-Reader SMHH
Lesegerät					
	572,- €	190,- €	650,- €	650,- €	330,- €

Mögliche Kriterien als Entscheidungshilfe

Wasserzustand der Pflanze	Bodenfeuchte	Klimafaktoren	Sonstige
Turgor Spaltöffnungen Saftstrom Transpiration	<u>Wassergehalt</u> - Gravimetrie - Kapazitätsmessung - Neutronensonde - TDR Sonde - Peltier Element - Leitfähigkeit <u>Wasserverfügbarkeit</u> - Tensiometrie - Watermark	Einstrahlung Lysimeter (Verdunstung) Feuchtedefizit Feuchtedifferenz Modellrechnungen (Geisenheimer Methode)	Sinnesempfindung u. Erfahrung (Grüner Daumen) Zeitsteuerung Spatenprobe

Quelle: (PASCHOLD 1994) Paschold: Wassereinsatz und ökologische Aspekte, Steuerung beim Freilandgemüsebau. Deutscher Gartenbau. 48, 50, S.2988-2992,

Bewässerungssteuerung im Gewächshaus

- ➔ Ausgeschlossen: Wind, Regen
- ➔ Kontrollierte Bedingungen: Rel. Luftfeuchte, Temperatur
- ➔ Variabel: Strahlung (= Energie)