



WEIHENSTEPHAN • TRIESDORF
University of Applied Sciences

Digital unterstützte Bewässerung im Obstbau – Sensoren im Überblick

Chancen und Grenzen digitaler Bodenfeuchtemesstechnik

Prof. Dr. Michael Beck

21.02.2026

Interreg
Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein



Kofinanziert
von der
Europäischen
Union



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Hintergrund

- Effiziente Wasserversorgung ist eine zentrale Herausforderung
- Natürliche Niederschläge sind aufgrund einer veränderten Niederschlagsverteilung vielerorts nicht ausreichend, um optimale Qualitäten zu erreichen
- Klimaveränderungen führen zu höheren Verdunstungsraten und damit zu höheren Wasserbedarf
- Investitionen in Bewässerungssystemen sind zunehmend
- Tropfbewässerung ist ein sehr effektives Verteilsystem
 - Hohe Genauigkeit
 - Pflanzennahe Ausbringung
 - Gut mit Gerüstanlage kombinierbar
 - Versickerungsgefahr bei zu hohen Wassergaben
- Aufgrund der Konkurrenzsituation ist ein Effizienter Umgang notwendig

Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz

Wettervorhersage

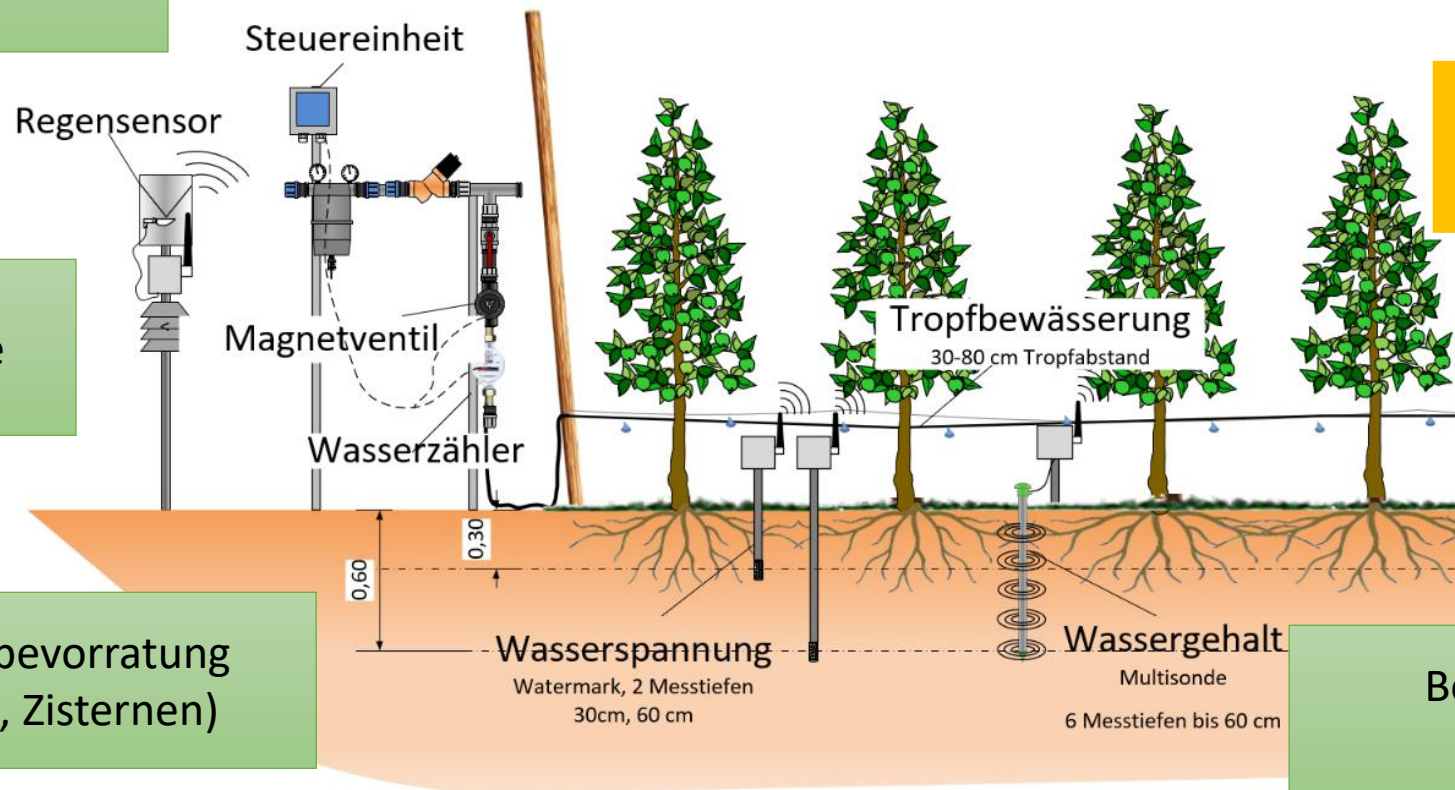
Automatisierung und Wassermengenerfassung

Klimatische oder Bodenwassermodellrechnung

Lokale Niederschläge

Bodenfeuchtemonitoring

Wasserbevorratung
(Teiche, Zisternen)



Tropfbewässerung

Bodenstruktur
Humus

Bodenfeuchtemonitoring

Wasserspannungsmessung

Wird als Unterdruck angegeben

Erfasst, wie stark das Wasser an den Boden gebunden ist und welche Kraft die Pflanze aufbringen muss, um es dem Boden zu entziehen

- Tensiometer
 - Messbereich 0..800 hPa
 - Wartungsintensiv
 - Hohe Genauigkeit im feuchten Bereich
- Watermarksensoren
 - Messbereich 0..2000 hPa
 - Weitgehend Wartungsfrei
 - Ungenau im feuchten Bereich bis 100 hPa
- Wasserpotentialsensoren
 - Messbereich 0..42.000 hPa
 - Für Bewässerungsempfehlungen zu großer Messbereich



Wassergehaltsmessung

Angaben in Vol% Wasser

Erfasst die Wassermengen die im Boden vorhanden ist. Gibt keine Aussage darüber, wie stark das Wasser im Boden gebunden ist

Verschiedene Messtechnologien

- TDR Verfahren
- FDR Verfahren
- Kapazitives Messprinzip

Messbereich teilweise sehr unterschiedlich

- 0..100 % (Achtung 100 % Wasser im Boden nicht möglich)
- 0..50 bzw. 60 Vol %



Bodenfeuchtemesstechnik Profilmessung

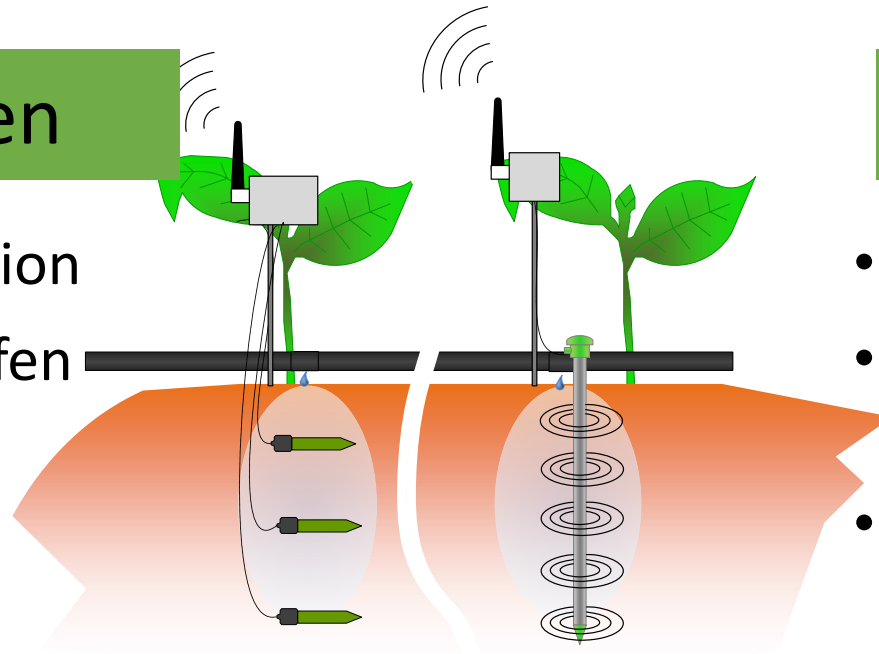
- zur Beobachtung der Wasserbewegung und damit Bewässerungsmenge
- meist Wassergehaltssensoren
- dauerhafte Installation sinnvoll

Einzelnsensoren

- Aufwändige Installation
- Individuelle Messtiefen
- Breite Auswahl

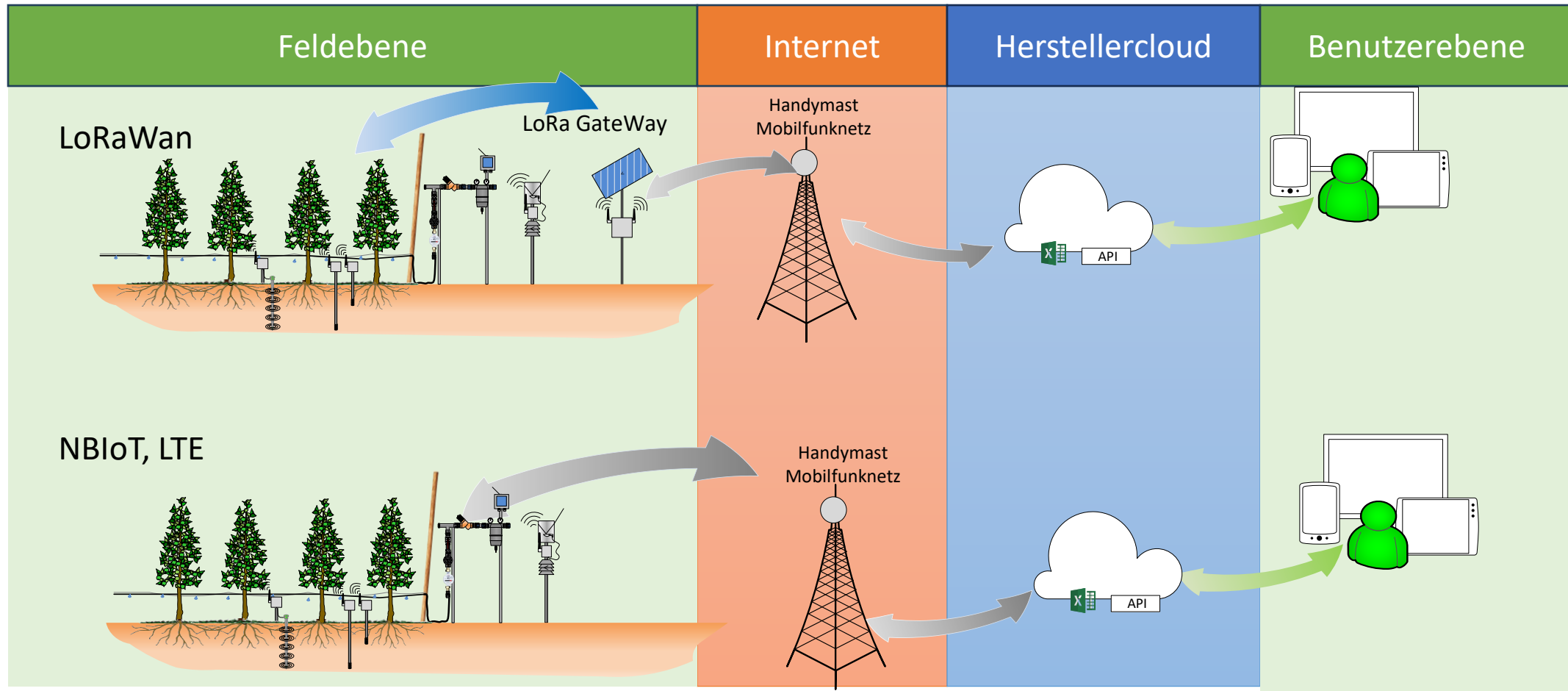
Multisensoren

- Einfache Installation und Bergung
- Sensorelemente im Abstand von ca. 10 cm
- Digitale Ausgänge



Digitale LPWAN Sensornetzwerke

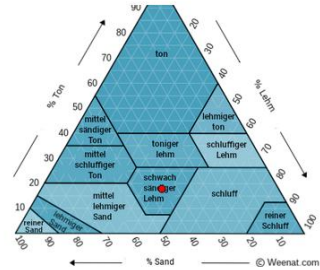
- geringer Energiebedarf, weite Distanzen (bis 10 km), kleine Datenvolumina
- kontinuierliche Datenaufzeichnung, keine Ablesefehler



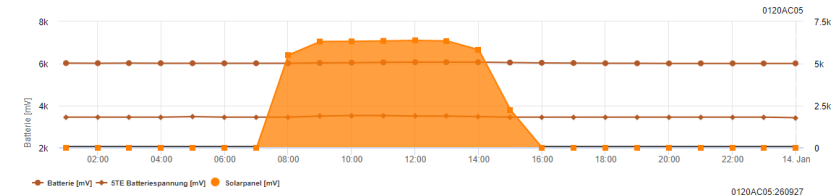
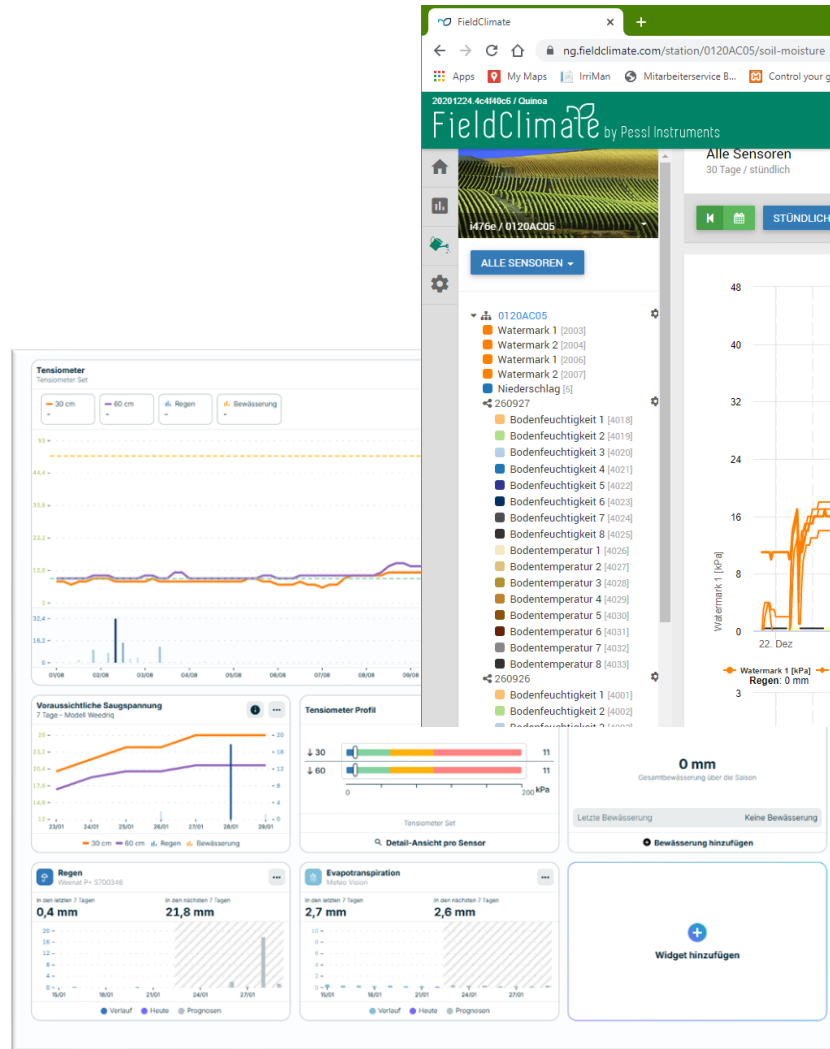
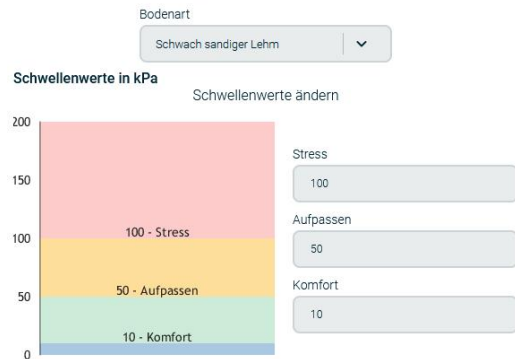
Produktbeispiele digitale Bodenfeuchtemessung

Hersteller		
Weenat 	- Watermarksensor - Kapazitiver Sensor 60 cm, 6 Meßtiefen - Regensensor incl. Temperatur - Vertrieb über Schwarz Landtechnik, Meyer - Cloudgebühr	 Quelle: www.weenat.de
mmm-Tech 	- IOT 4 water individuelle Bestückung - Wasserspannung, Wassergehalt, Temperatur, pH, EC - Regensensor, Wasseruhr, Schaltausgang (Act4H2O) - Diverse Datenschnittstellen - Cloudgebühren	 Quelle: www.mmm-tech.de
Pessl 	- Verschiedene Sensorkombinationen möglich - MiniMetos mit SDI10 und Watermark - Basic 6, SDI10, Watermark, Regen, Temperatur, Luftfeuchte - Vertrieb über Baywa, mmm-Tech, Step System - Keine Cloudgebühren	 Quelle: pessl-instruments.de
Spherag 	- Automatisierungsmodul mit - Eingängen für Bodenfeuchte und Wasseruhr, Ventilschaltung, Drucksonde für Füllstandsüberwachung und Pegelmessung - Vertrieb über Baywa	 Quelle: spherag.com

Weboberflächen der Sensorhersteller

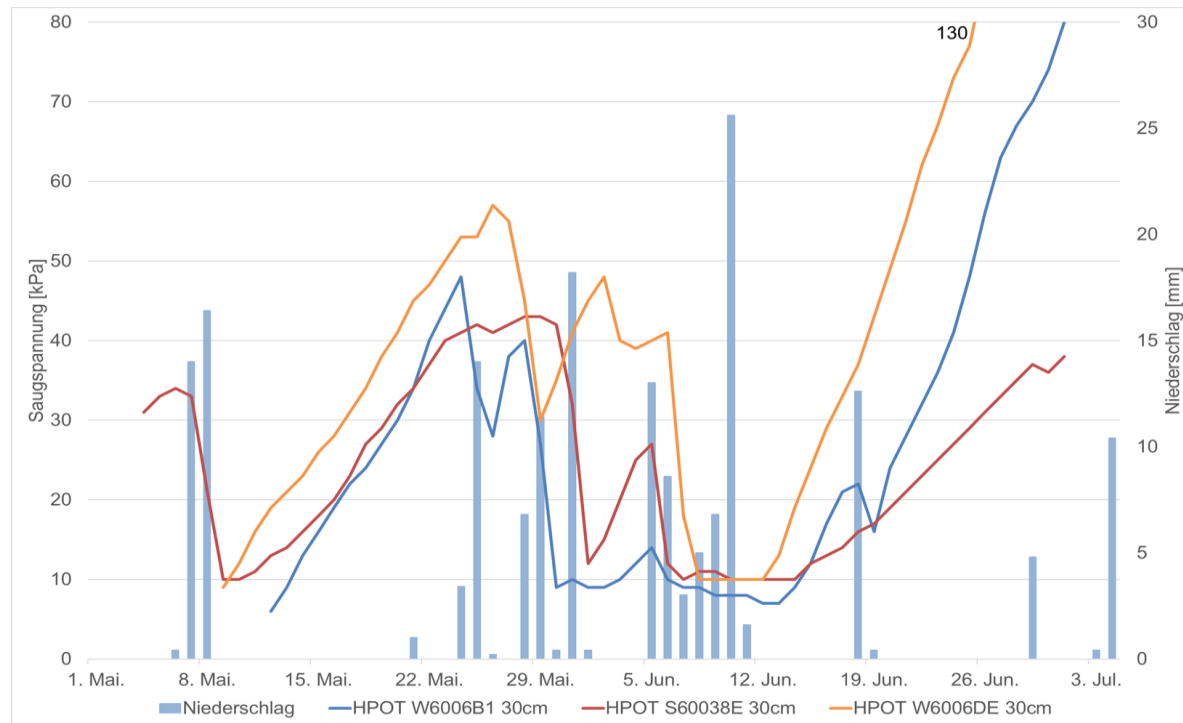


Schwach sandiger Lehm: 41 Reiner Sand: 41 Ton: 18

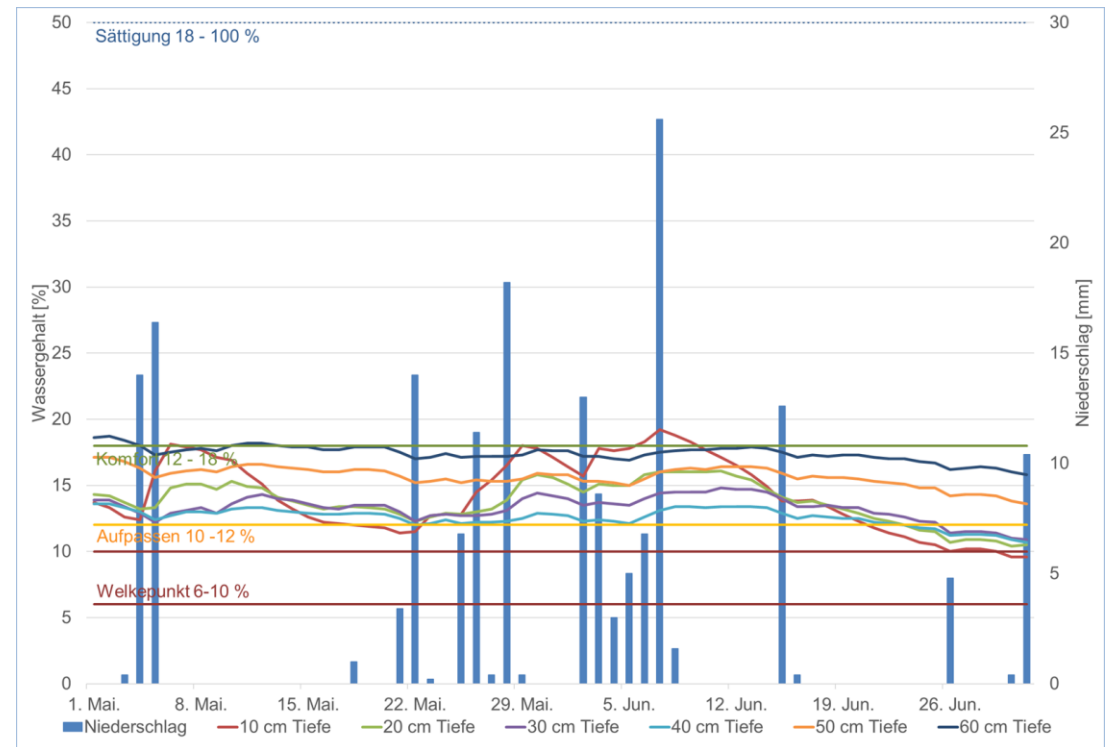


Beispielsmessung

Saugspannung in 30 cm Tiefe



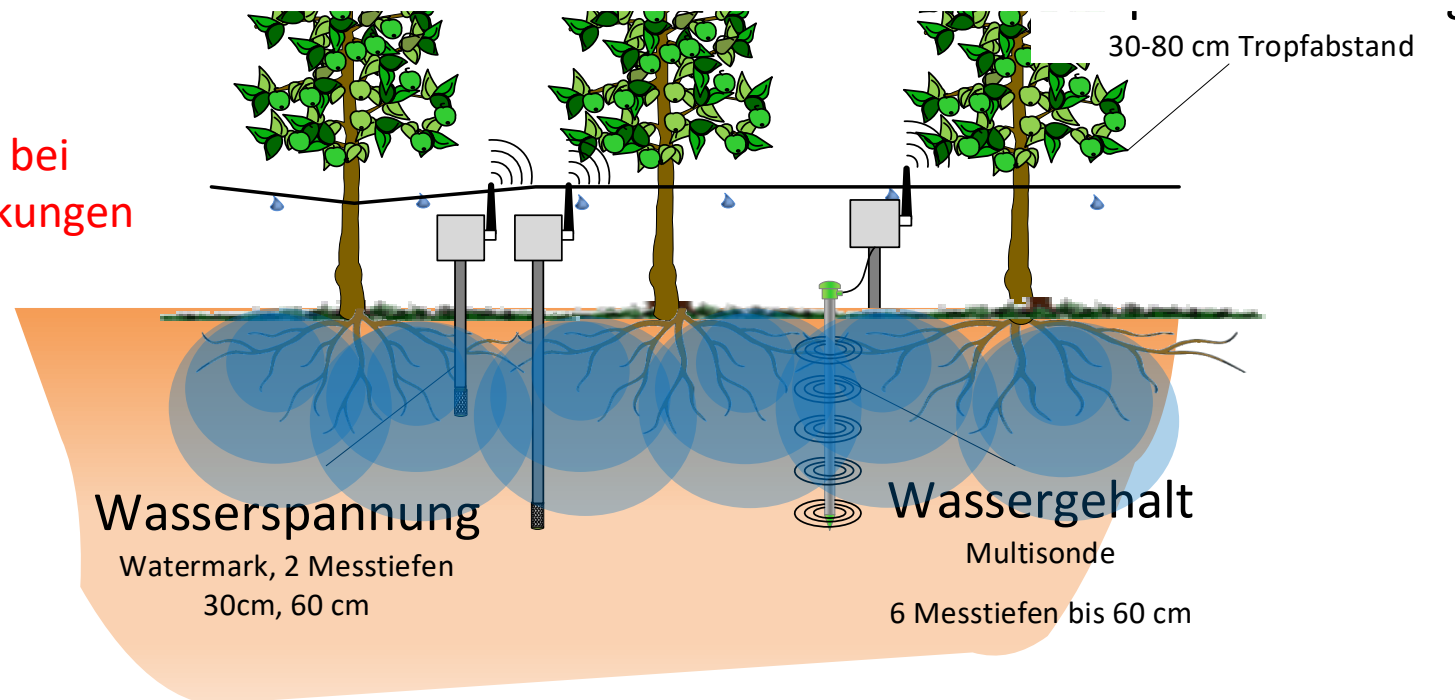
Kapazitive Messung in 10-60cm Tiefe



Wahl des Sensorstandortes

- Repräsentativer Standort im Feld (Bodenstruktur, Hang
- Abstand zur Tropfstelle je nach Beobachtungsziel
 - Bewässerungssteuerung ca. 10-15 cm Abstand von der Tropfstelle
 - Wasserbewegung, direkt in der Topfstelle

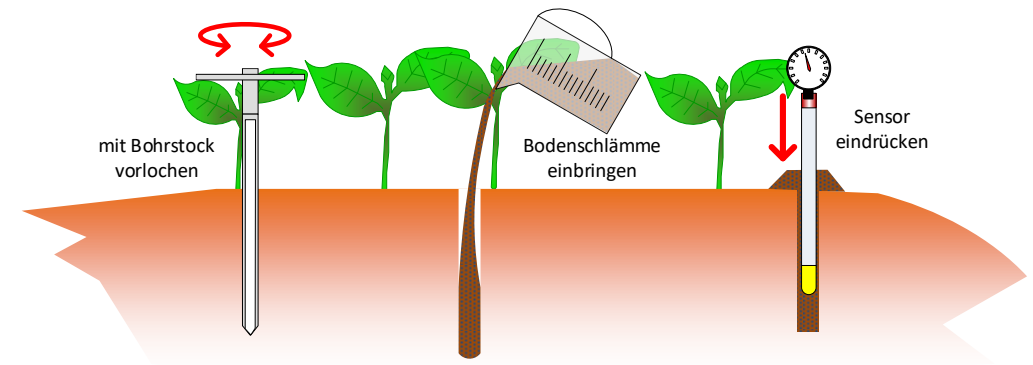
!!! Achtung !!!
Tropfstelle wandert bei
Temperaturschwankungen



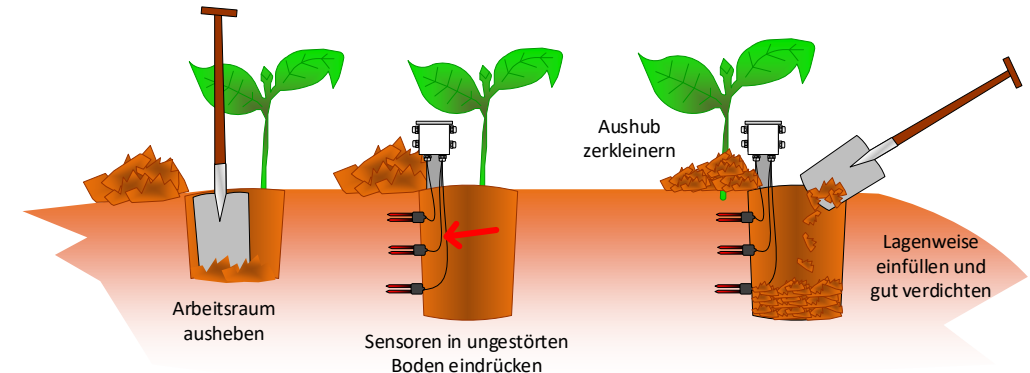
Installation der Bodenfeuchtesensoren

- !!! Entscheidend für die Datenqualität !!!
- Dauerhafter Einbau ist anzustreben
- Teilweise Konditionierung vor dem Einbau notwendig
- Vorbohren notwendig
- Evtl. Bodenschlämme einbringen
- Vertikaler Einbau ist weniger aufwändig
- Schutz bei mechanischer Unkrautbekämpfung (Krümmler, Fadengerät)

Vertikaler Einbau



Waagerechter Einbau





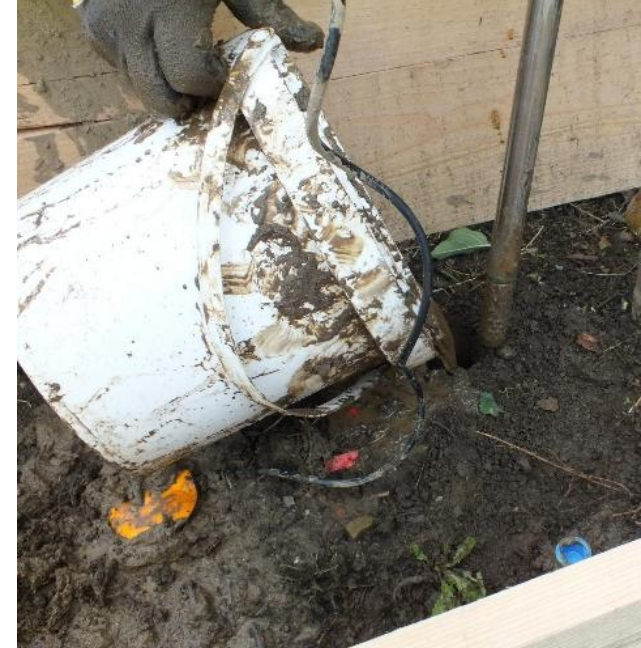
Konditionierung



Erdbohrer



Vorbohren



Bodenschlämme einbringen



Sensor eindrücken



Antenne und Start

Installation der Bodenfeuchtesensoren

Durch das Einbringen der Bodenschlämme wird der reale Messwert erst nach mehreren Tagen erreicht

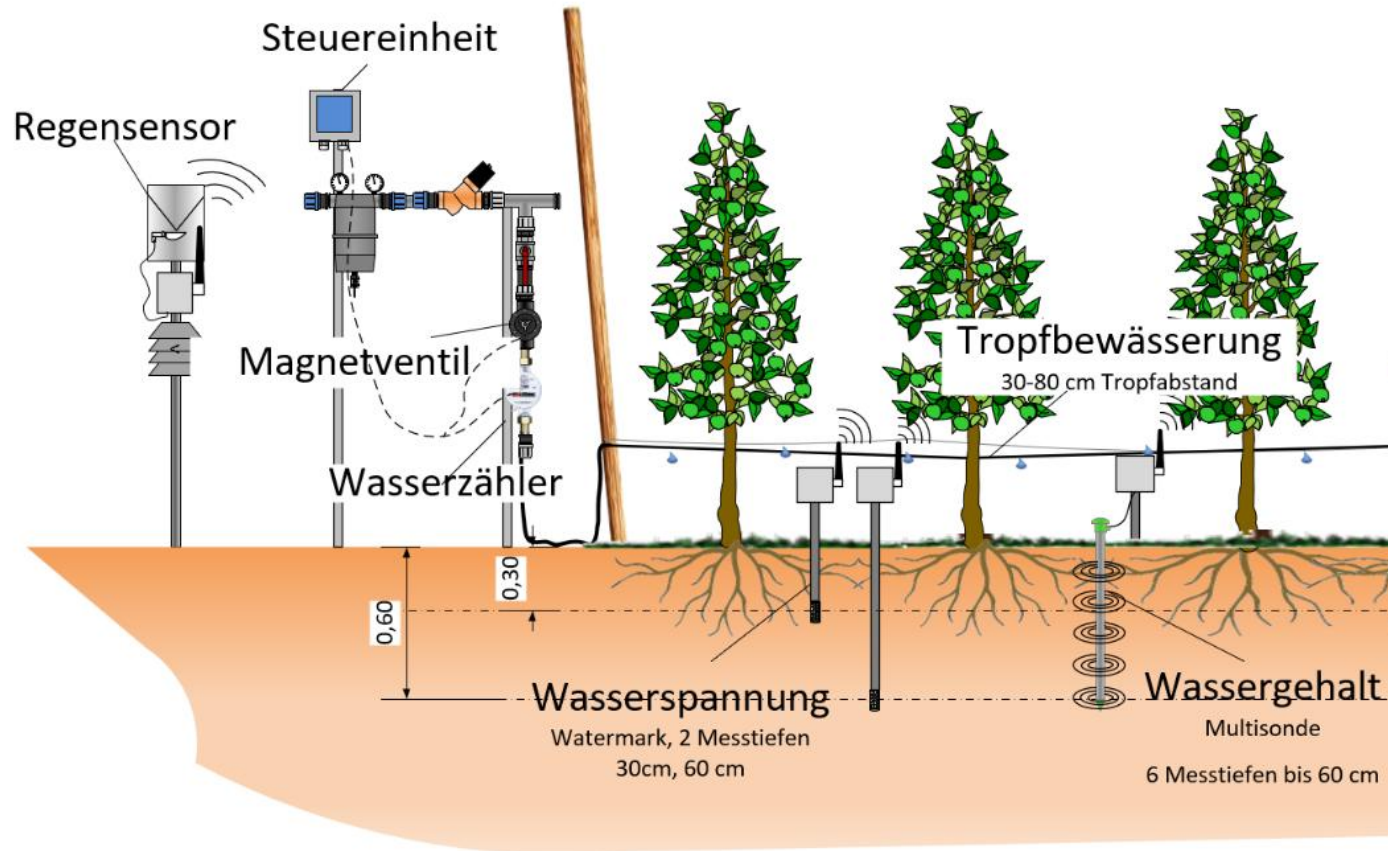
Nutzen einer Bodenfeuchtemessung

- Präzise und effiziente Bewässerungssteuerung
 - Entscheidungshilfe wann bewässert werden soll
 - Entscheidungshilfe wie viel bewässert werden soll (2. Sensor notwendig)
 - Über- und Unterbewässerung kann verhindert werden
- Keine Nährstoffauswaschung, effektive Nährstoffverwertung
- Geringere Energiekosten
- Frühwarnsystem für Stresssituationen
- Dokumentation und Nachweisführung bezüglich Effizienz

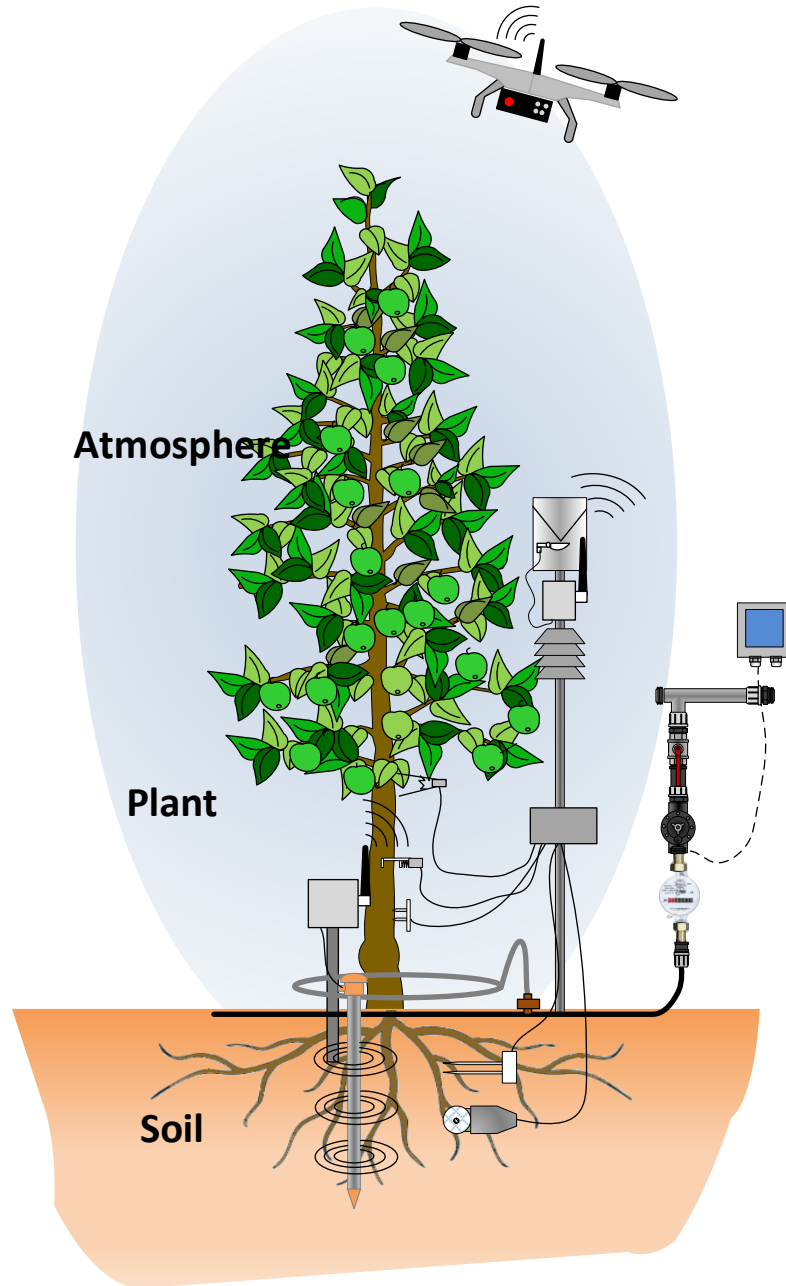
Grenzen der Bodenfeuchtemesstechnik

- Punktmessung
- Kosten (Investitions- und Cloudnutzung)
- Installations- und Betreuungsaufwand
- Zus. Schutz bei mechanische Unkrautbekämpfung
- Lebensleistung der Batterien bzw. Akku
- Netzadeckung vor Kauf prüfen (auch in Kombination mit Hagelschutz)
- Entwicklungspotential bezüglich Messtechnik noch nicht ausgeschöpft

Empfehlung



- mit digitaler Messtechnik im kleinen Stiel starten
- möglichen Auflagen zuvorkommen
- Förderungen nutzen
- mindestens 2 Messtiefen bzw. Multisonden
- Wasserspannung ist bezüglich Wasserstress aussagekräftiger
- Digitale Wasserrähler und Regensensoren mit einbinden



Ausblick

Digitalisierung schafft die Basis für Entscheidungshilfesysteme.

KI-Technologien benötigen

- Bodenfeuchtedaten
- Saftstrom
- Stamm- Fruchtendrometer
- Blatttemperatur
- Klima
- Wettervorhersage
- Drohnen und Satellitenaufnahmen
-

Der Projektverbund



KOB

Lead Partner



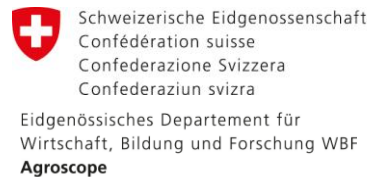
HSWT

Projektpartner



HGU

Projektpartner



Agroscope

Projektpartner



FiBL

Projektpartner



**MaBo, WOG, ALB,
LK Vorarlberg,
Bodenseekreis**

Assoziierte Partner

DANKE

für die Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Michael Beck
21.02.2026

*Applied Sciences
for Life*