



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

CENTRUM
FÜR ERDSYSTEMFORSCHUNG
UND NACHHALTIGKEIT (CEN)

Bodenwasser- und Bodenluft- Monitoring an Stadtbaum- Standorten in Hamburg

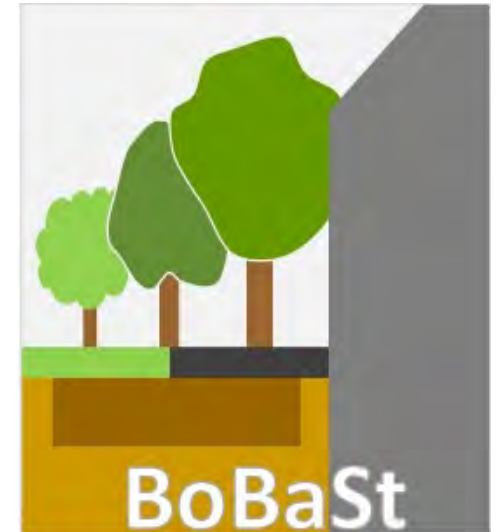


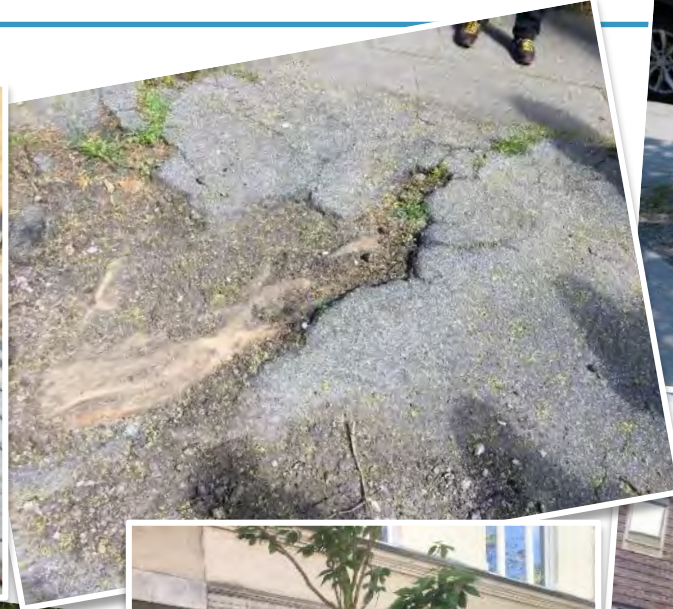
Alexander Schütt, Prof. Dr Annette Eschenbach, Dr. Alexander Gröngröft
Institut für Bodenkunde
alexander.schuett@uni-hamburg.de

BoBaSt

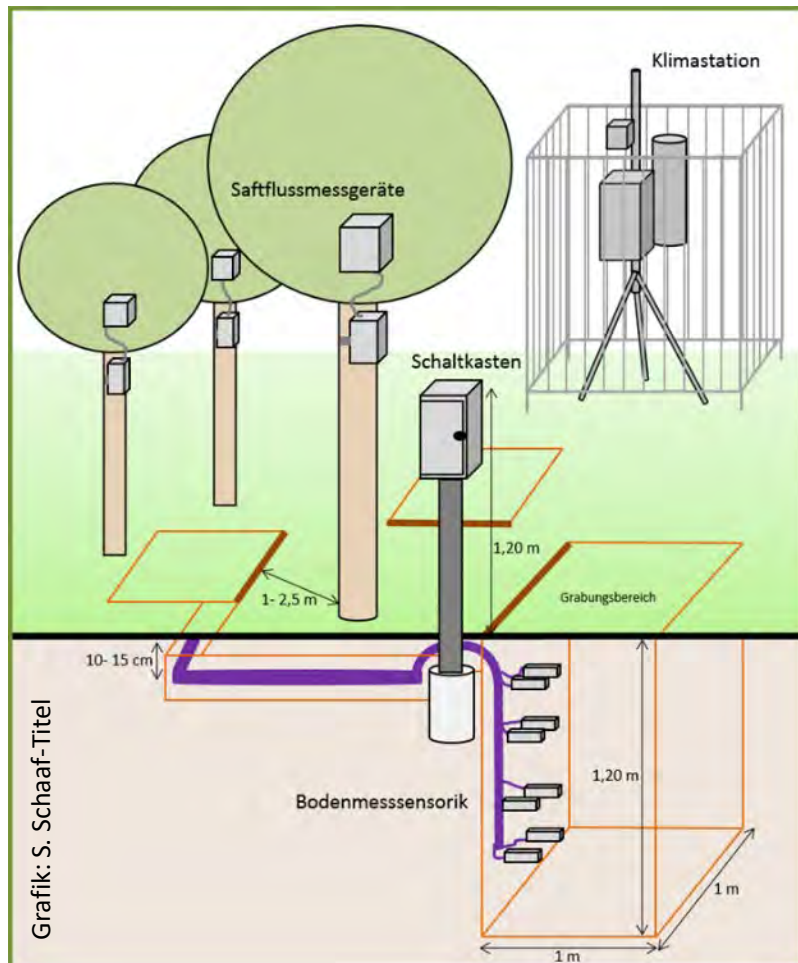
Bodensubstrat- und Baumartenauswahl für klimaangepasste Stadtbaumpflanzung

- Laufzeit: 01.01.2019 – 31.12.2021
- Untersuchungsgegenstände:
 1. Fortsetzung des SIK-Bodenwasser-Monitorings
 2. Testfeld in der Baumschule Lorenz von Ehren





Bodenwasser-Monitoring an 6 etablierten Straßenrand Bäumen 2016 bis 2021



Untersuchte Parameter:

Bodenwasserspannung: (kontinuierlich)
Watermark-Sensoren und Monitor

Bodenwassergehalt: (kontinuierlich)
Bodenfeuchtesensoren und Datenlogger
(Campbell Scientific)

Bodentemperatur (kontinuierlich)

Bodenluft: (manuell)
CO₂- und O₂-Gehalt manuell mit
Biogasanalysator

**Xylemflussmessung (Vegetationsperiode 2016
und 2017)**

Klimastation: (kontinuierlich)
Niederschlagsmenge,
Lufttemperatur,
Strahlung,
Windgeschwindigkeit,
Windrichtung

Bodenwasser-Monitoring an 20 Straßenrand-Jungbäumen 2016 bis 2021

Untersuchte Parameter:

Bodenwasserspannung:
(kontinuierlich)
 Watermark-Sensoren

Untersuchung dreier
 Bodenbereiche (Anzahl Sensoren):

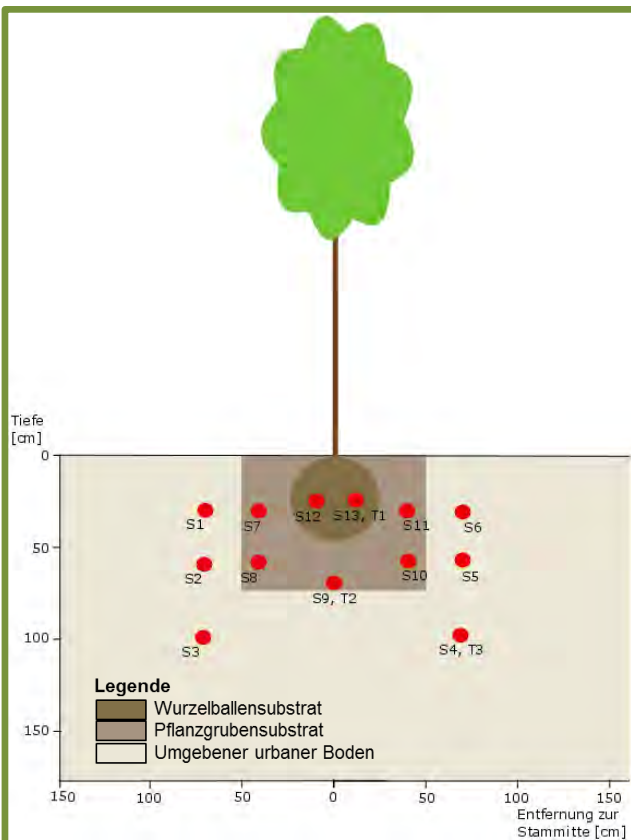
- Pflanzballen (2)
- Pflanzgrube (5)
- Seitenraum (6)

Bodentemperatur: (kontinuierlich)

Stammumfang: manuell

Blattleitfähigkeit ab 2019 (manuell)
 SC-1 Leaf Porometer

Isotopensignatur ab 2018
(manuell)



Grafik: S. Schaaf-Titel



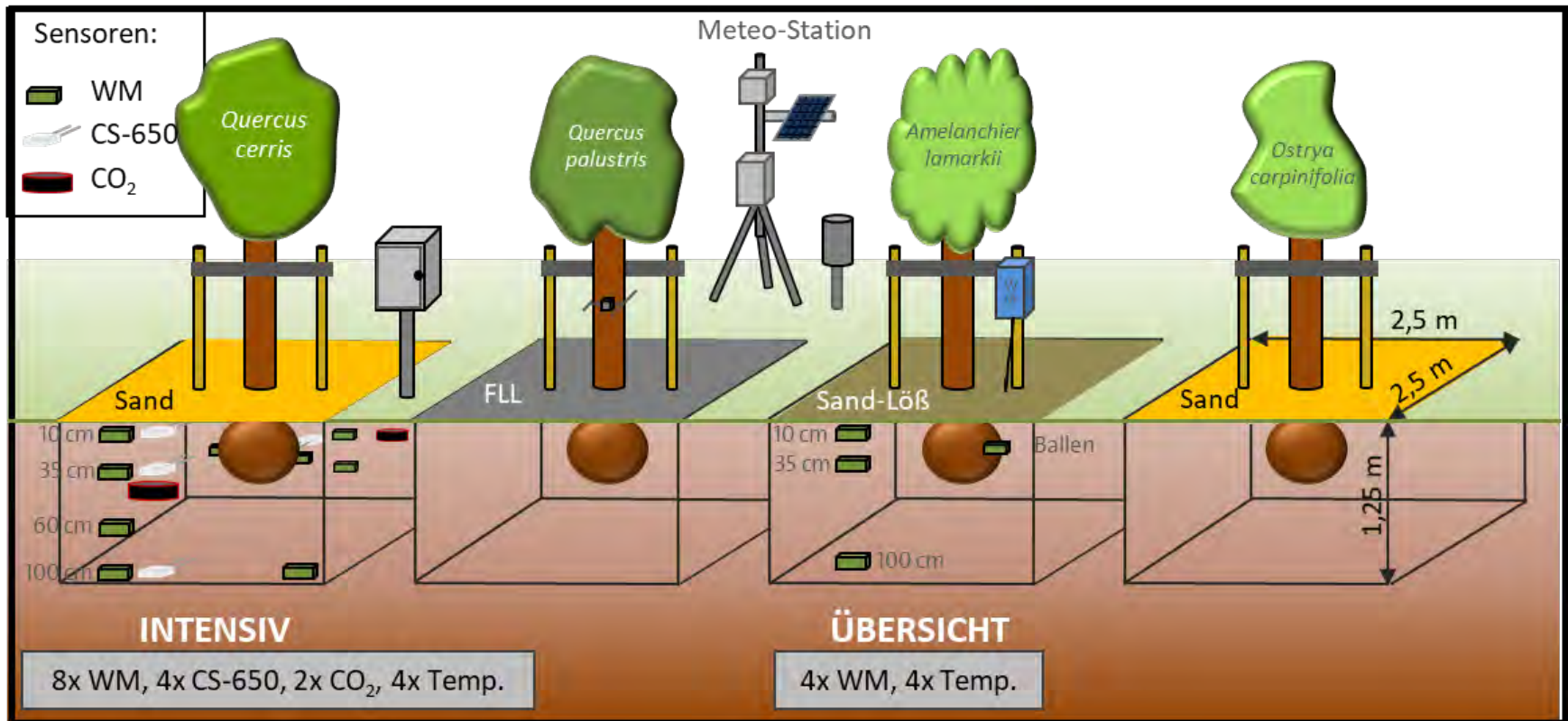
Bodenwasser-Monitoring im Testfeld Lorenz von Ehren



Untersuchung:

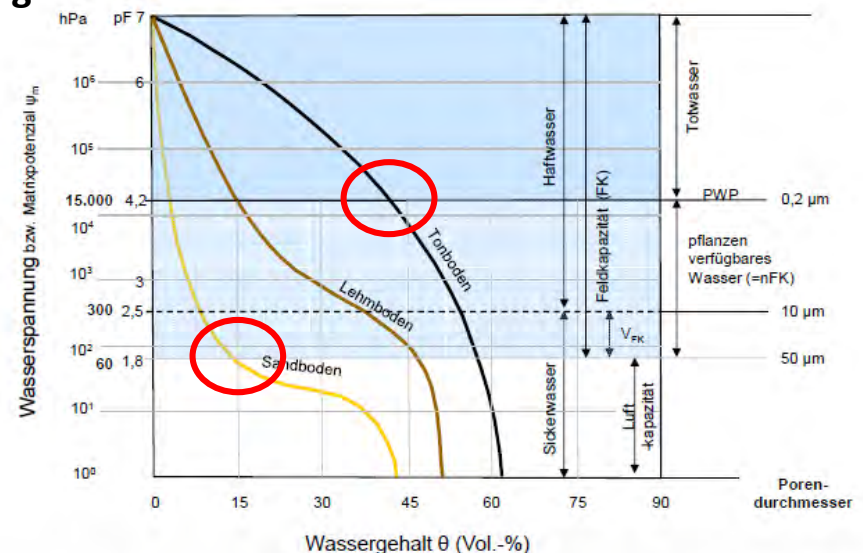
- 9 Baumarten
- 3 Substrate:
 - **Reinsand:** Mittelsand → extrem Habitat (ähnlich urbaner Umgebungsboden)
 - **Überbaubares Pflanzgrubensubstrat (FLL-Substrat):** standardmäßig für Pflanzgruben
 - **Sandlöß:** Natursubstrat, vor Ort anstehend, hohe Wasserspeicherfähigkeit

Bodenwasser-Monitoring im Testfeld Lorenz von Ehren



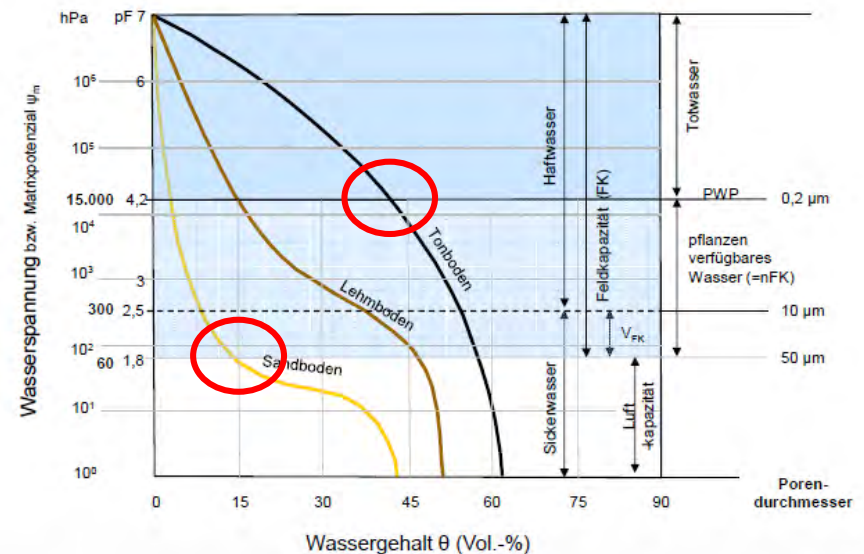
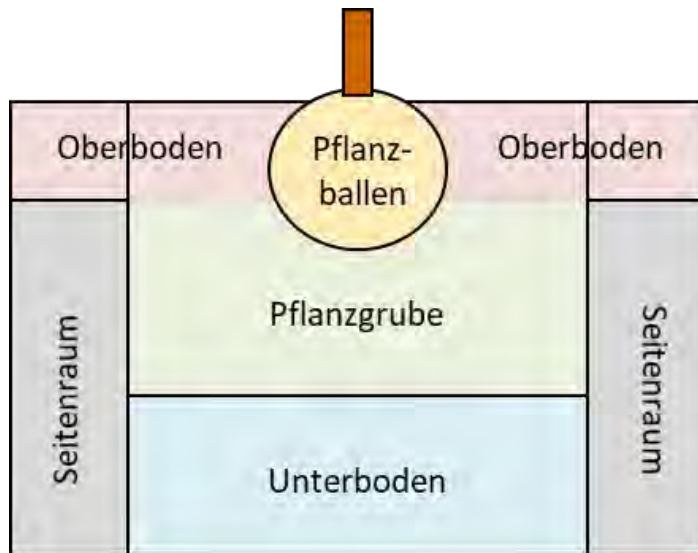
Wassergehalt vs. Wasserspannung

- Im Tonboden können Bäume bei 45 vol. % Wassergehalt vertrocknen
- Bei 15 % vol. Wassergehalt sind Bäume in Sandböden hingegen ausreichend versorgt
- Stadtböden und Substrate → extrem heterogen → Extrapolation von Bodenart unmöglich
- Einordnung der Bodenwassergehalte stark Bodenart abhängig und damit **irreführend**
- **Für die Untersuchung des Bodenwasserhaushaltes an Stadtbaumstandorten eignet sich die Messung der Bodenwasserspannung**

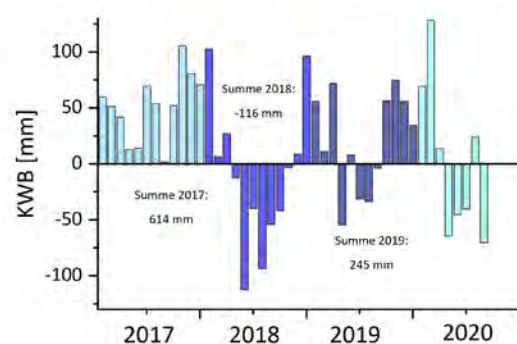
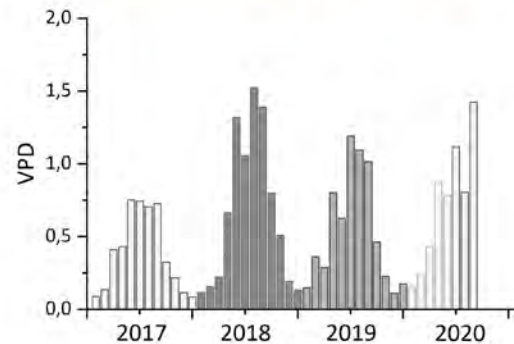
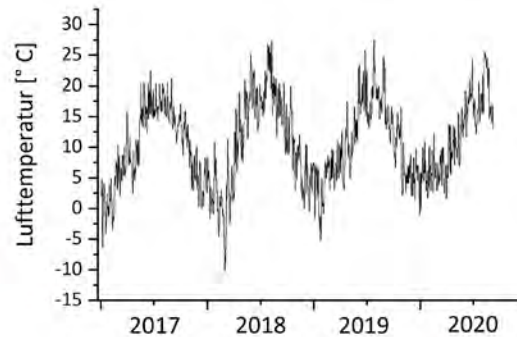
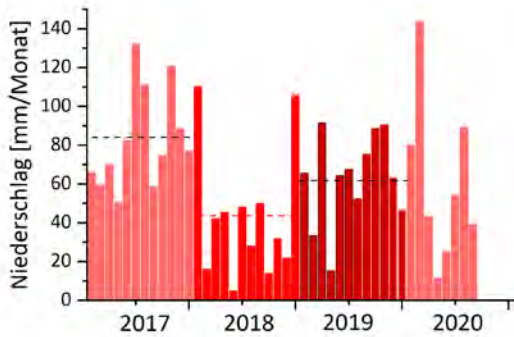


Wassergehalt vs. Wasserspannung

- **Bodenwasserspannung:**
- Die Kraft, mit der das Bodenwasser im Porenraum gebunden ist
- Die Kraft, die Baumwurzeln aufwenden müssen, um dem Boden das Wasser zu entziehen
- Untersuchung verschiedener Bodenbereiche an Jungbaumstandorten
- Vergleichbarkeit der erhobenen Daten und Definition von Grenz-/Schwellenwerten Substratunabhängig
- Nachträglicher Einbau der Sensoren (bis in Tiefen > 100 cm) möglich



Meteo-Daten im Messzeitraum



Niederschlagssummen:

- 2017: 989 mm
- 2018: 517 mm
- 2019: 754 mm
- 2020: 530 mm (bis Sept.)

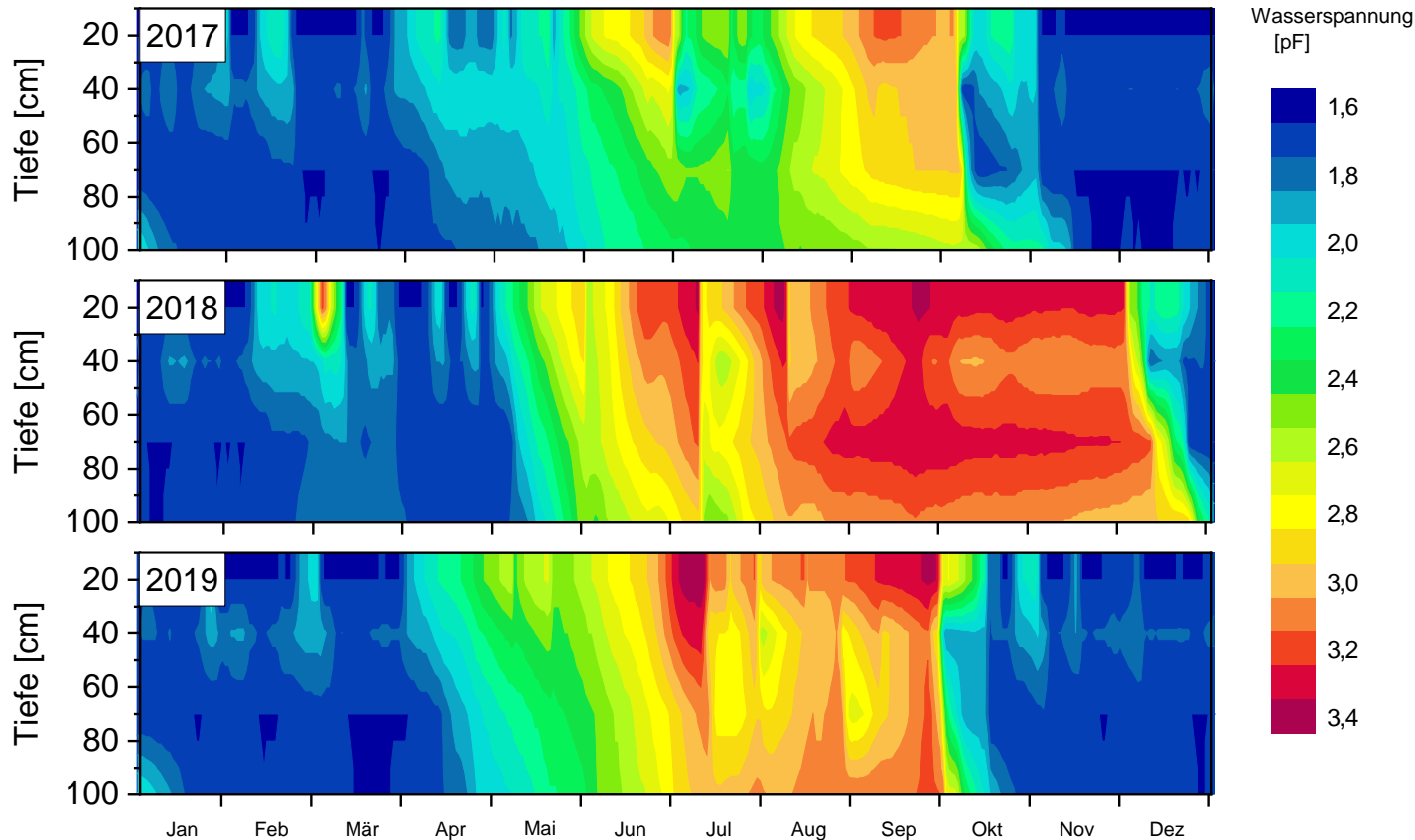
- Apr.-Jun. 2018 u. 2020 doppelt so trocken als im 30-jähr. Mittel

Mittlere Lufttemperatur:
(April-Oktober)

- 2017: 14,0 °C
- 2018: 16,0 °C
- 2019: 14,6 °C
- 2020: 15,1 °C

Ergebnisse des Monitorings – etablierte Bäume

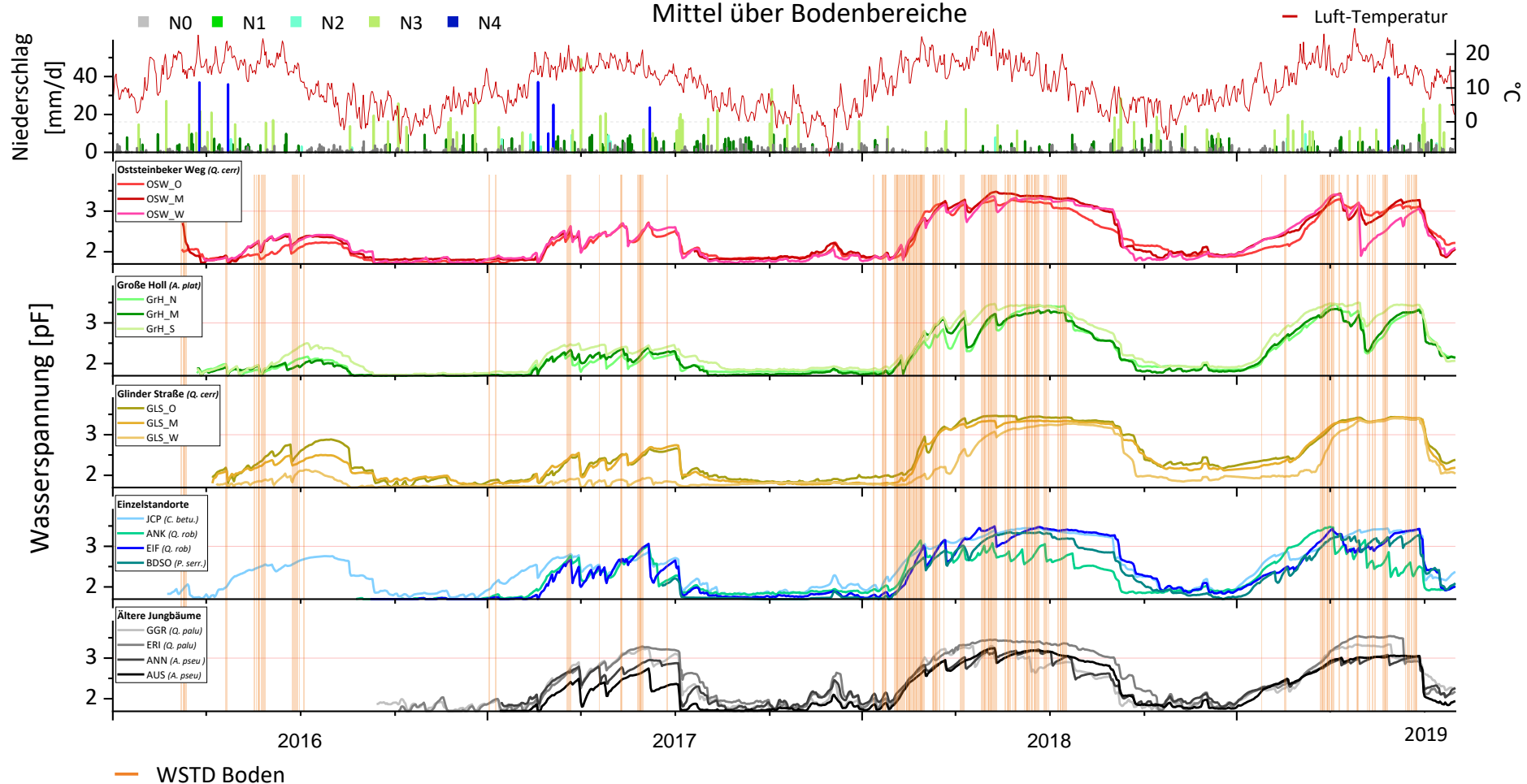
Glacischaussee pF Mittelwerte



Ergebnisse des Monitorings - Jungbäume

Alle Standorte

Mittel über Bodenbereiche



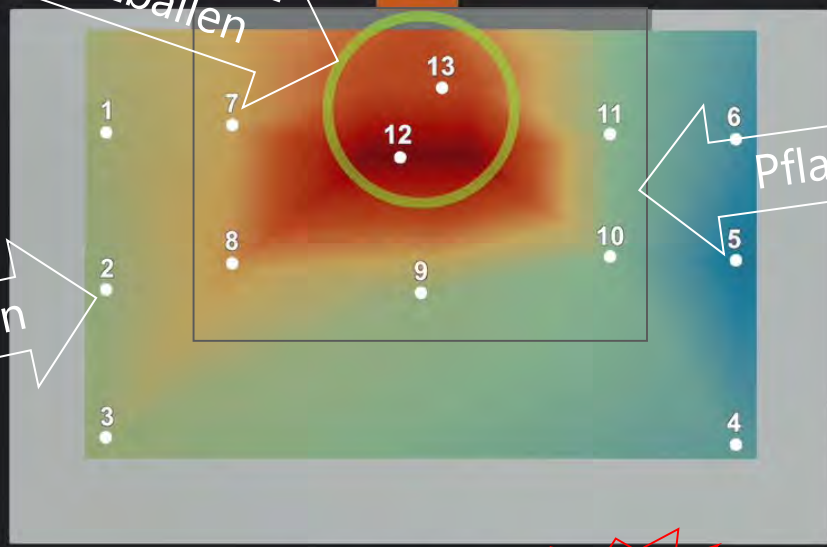
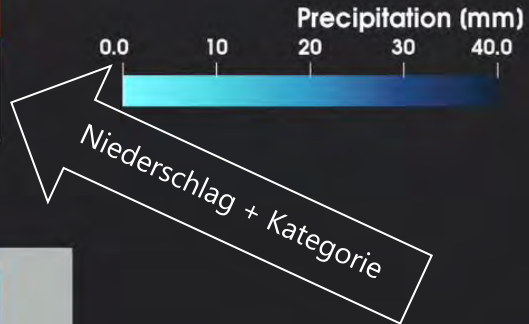
Ergebnisse des Monitorings - Jungbäume

Site: Joseph Carlebach Platz
Soil Sealing Degree: 41 %

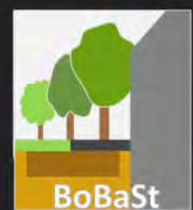
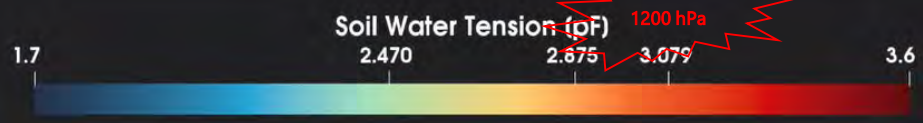
Trockenstresstage

Pflanzballen

WM-Sensoren



Pflanzgrube



27.09.2016



Ergebnisse des Monitorings- Jungbäume



Gasmessungen - Methodik

1. Gaslanzenmethode (diskontinuierlich)

- Entnahme von Bodengasen aus vier Bodentiefen
- Messung der Konzentrationen erfolgt direkt im Feld

**Portable Infrared Gas Analyzer (IRGA Biogas,
Geotechnical instruments, UK)**

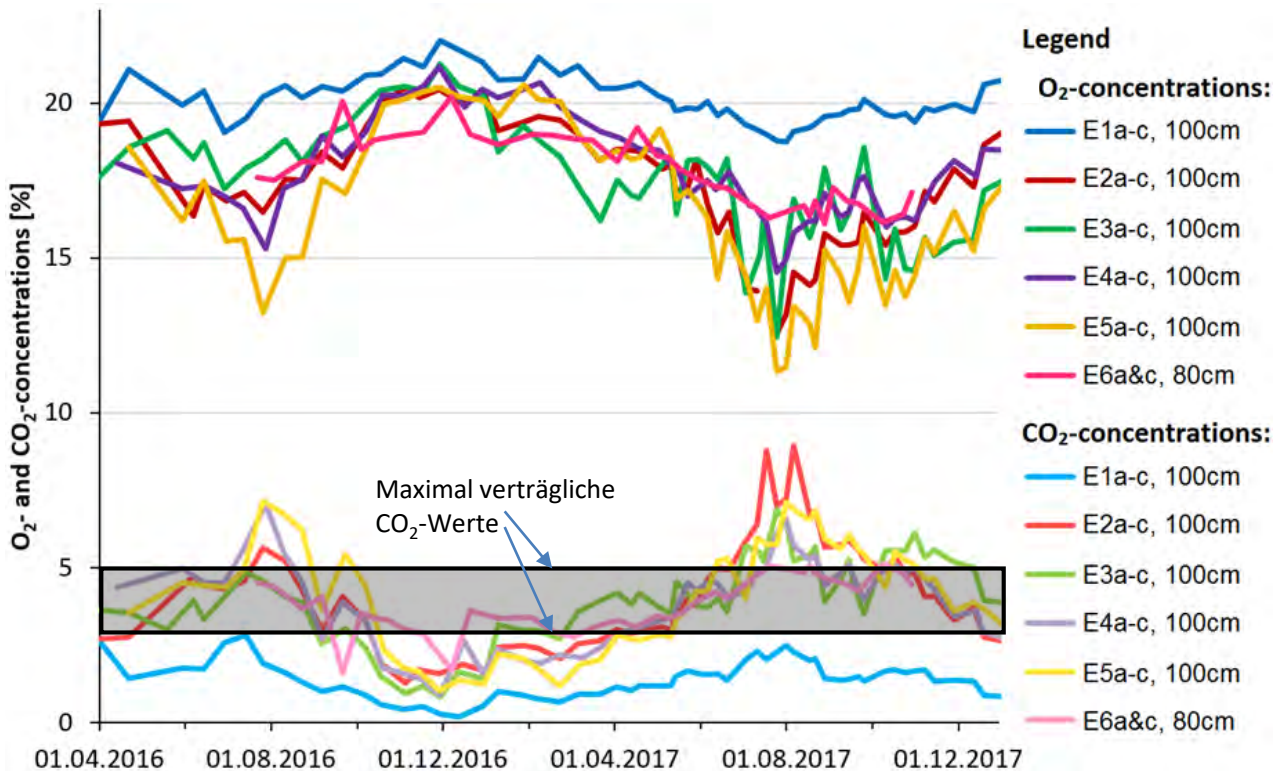


2. Gassensoren (kontinuierlich)

- Entwicklung im Institut für Bodenkunde
NDIR sensor module (Heger et al. 2020)

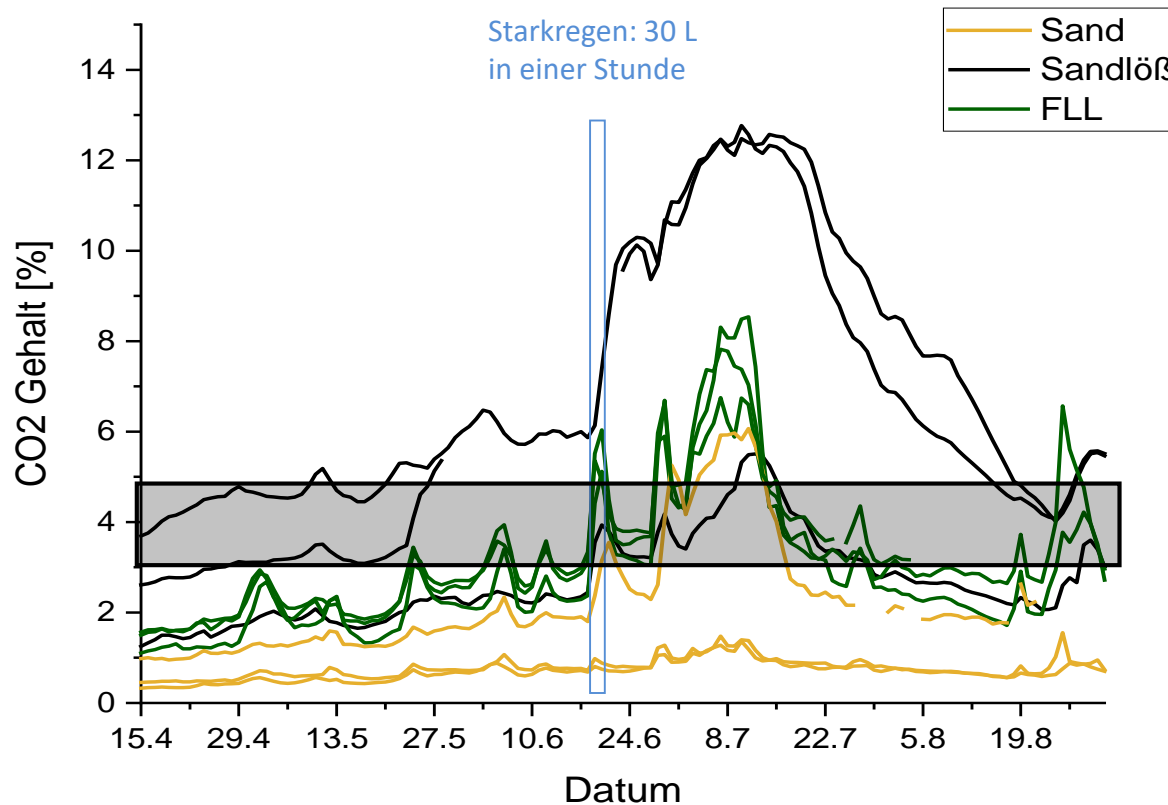


Gasmessungen – etablierte Bäume



- Überschreitung der maximal verträglichen CO₂-Werte (5% nach Horn (1992), 3% nach Leh et al. (1989)) für Wurzeln im Sommer
- Nur bei einem Standort von sechs liegen die gemessenen Werte deutlich von den CO₂- und O₂-Grenzwerte entfernt
- Tendenziell höhere CO₂-Werte bei Standorten mit höherer Lagerungsdichte und ohne Bodenvegetation

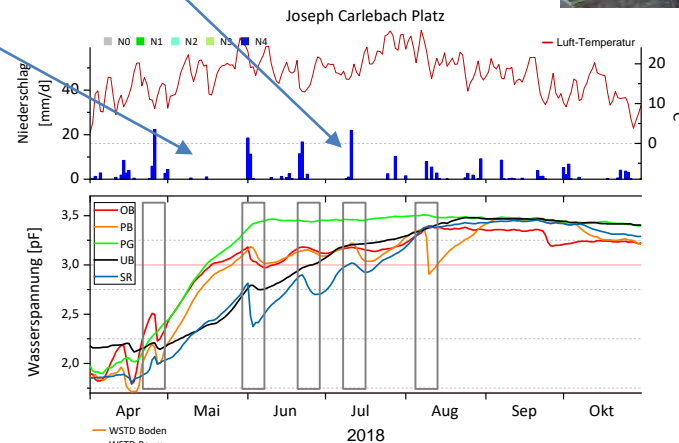
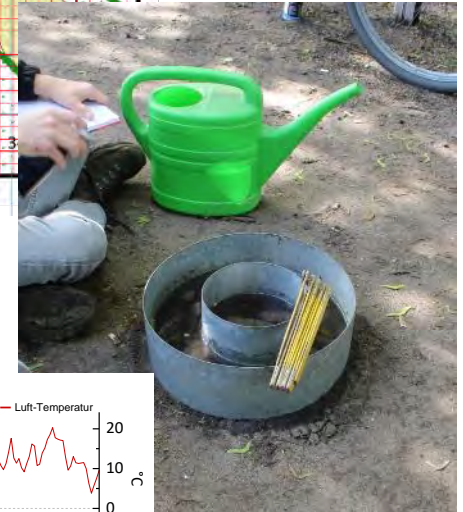
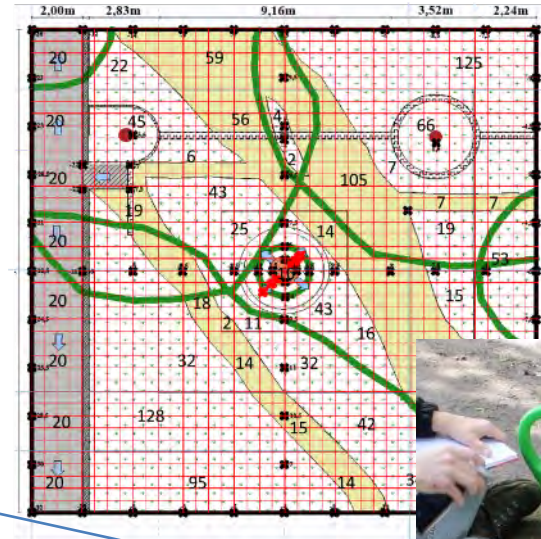
Gasmessungen – Testfeld Lorenz von Ehren



- Überschreitung der maximal verträglichen CO₂-Werte (5% nach Horn (1992), 3% nach Leh et al. (1989)) für Wurzeln im Sommer
- Im Löß sind die CO₂-Gehalte höher als im FLL Substrat. Im Sand liegen die Konzentrationen darunter
- An zwei der drei Löß Standorte deutliche Überschreitung. Auch im FLL Substrat zeitweise Überschreitung
- Ein Starkregenereignis Mitte Juni führte zu einer halbseitigen Überflutung des Testfeldes für mehrere Tage.

Bewertung der Ergebnisse

- Berücksichtigung von:
 - Versiegelungsgrad
 - Infiltrationsleistung
 - Interzeption
 - Niederschlagsverteilung und Intensität
 - Hitze- und Trockenperioden
 - Wurzelausbreitung (Jungbäume)



Zusammenfassung

- Untersuchung verschiedener Standorttypen
- Erfassung der zeitlichen Dynamiken über viele Jahre möglich
- Messkonzept hat sich bewährt
- Kontinuierliche Weiterentwicklung des Mess-Aufbaus und Standort Design:
 - Testfeld Lorenz von Ehren
 - Höhlertwiete und Beckerskamp (BGS)
 - CO₂ und O₂ Sensoren
- Berücksichtigung beeinflussender Parameter
- Bewertung der Pflanzenreaktion in enger Zusammenarbeit mit APÖ



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Gefördert durch:

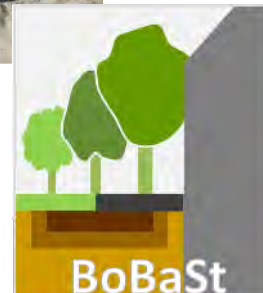


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

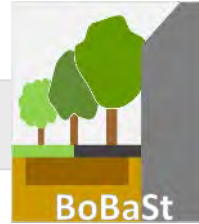
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Behörde für Umwelt,
Klima, Energie und
Agrarwirtschaft



Das BoBaSt-Team



Dr. Alexander
Gröngröft⁽¹⁾



Dr. Selina
Schaaf-Titel⁽¹⁾



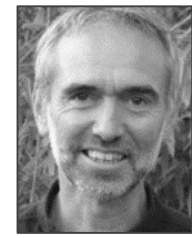
Prof. Dr. Annette
Eschenbach⁽¹⁾



Alexander Schütt



Dr. Christoph
Reissdorf⁽²⁾



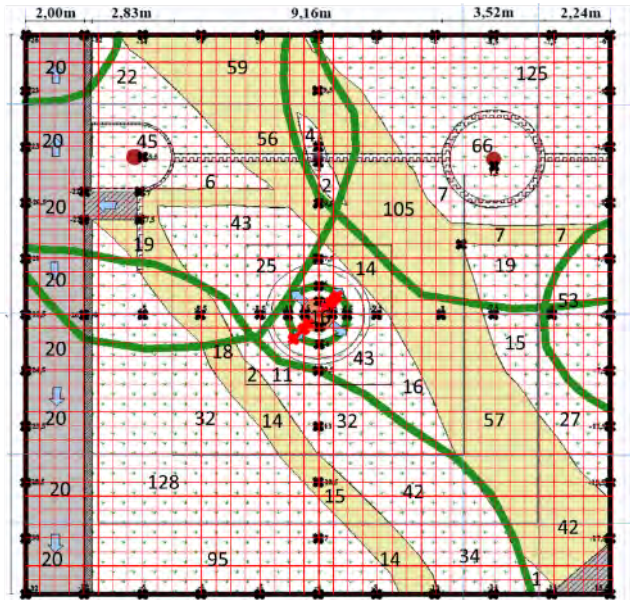
Prof. Dr. Kai
Jensen⁽²⁾

(1) AG Bodenschutz und Bodentechnologie, Institut für
Bodenkunde, CEN

(2) AG Angewandte
Pflanzenökologie,
Institut für Pflanzenwissenschaften
und Mikrobiologie

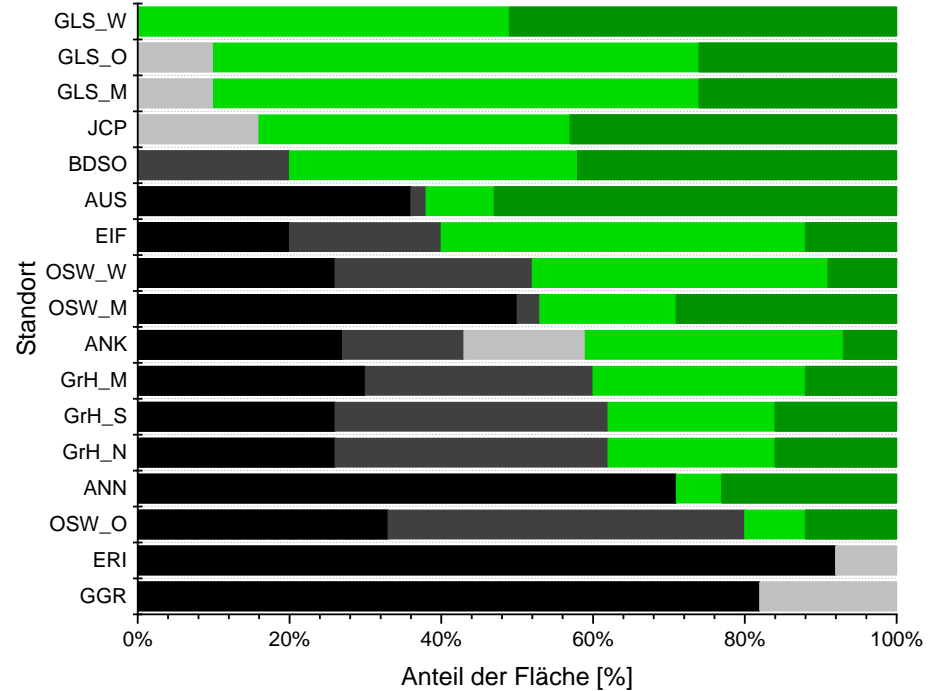
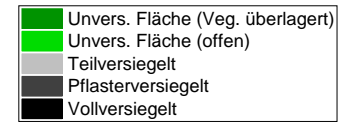
Beeinflussende Variablen

- Versiegelungsgrad:



Raster (m)	Unversiegelt	Überlagert	Teilversiegelt	Pflaster	Versiegelungsgrad
5x5	84 %	43 %	16 %	0 %	16 %
10x10	59 %	43 %	41 %	0 %	41 %
15x15	62 %	53 %	35 %	3 %	38 %
20x20	58 %	51 %	28 %	13 %	42 %

Rasterfläche von 5x5 m



Infiltrationsleistung

- Wie viel Wasser können die Bodenbereiche bei Niederschlag aufnehmen?
- Es treten Unterschiede zwischen der Infiltrationsleistung zwischen dem anstehenden Umgebungsboden und dem eingebrachten Bodensubstrat auf

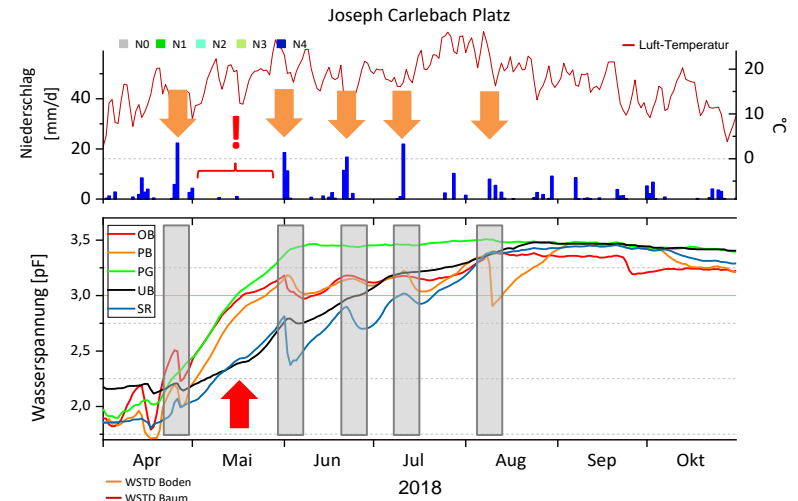
Substrat > Umgebungsboden

- Abhängig von Bodenart und Verdichtung
 - Oberboden: 70 – 95 % Sand-Anteil
 - Pflanzgrube: 65 - 92 % Sand-Anteil



Meteo-Daten im Messzeitraum

- Wie wirken sich Niederschlagsereignisse auf den Bodenwasserhaushalt aus?
- Wie lassen sich die Niederschlagsereignisse charakterisieren und kategorisieren?
- Verwendet werden standortgenaue Radar-Niederschlagsdaten. Genauigkeit: 1x1 km
- → **Radolan RY-Daten vom DWD über Hamburg**
- **Wie wirken sich Hitze und Trockenperioden auf den Bodenwasserhaushalt aus?**
- Frühjahr 2018 und 2020 mit extremer Trockenheit: < 100 mm Niederschlag



2018									
April-Oktober									
69	A	B	C	D	E	F	mm/Tag	Tage	mm
1	30	6	7	1	0	0	1,25	44	55
2	1	4	3	3	0	0	3,8182	11	42
3	0	3	3	0	3	1	7,25	10	72,5
4	0	0	0	0	2	1	14,8	3	44,4
5	0	0	0	1	0	0	7,9	1	7,9
6								0	0
mm/Tag	0,42	1,82	3,67	7,32	12,3	19,7			
Tage	31	13	13	5	5	2			
mm	13	23,6	47,7	36,6	61,5	39,4			222

April-Oktober							
2018							
221,8							
222	A	B	C	D	E	F	mm
1	12,3	11	24,7	7	0	0	55
2	0,7	7,1	12,5	21,7	0	0	42
3	0	5,5	10,5	0	33,6	22,9	72,5
4		0	0	0	27,9	16,5	44,4
5		0	0	7,9	0	0	7,9
6			0	0	0	0	0
mm	13	23,6	47,7	36,6	61,5	39,4	

