



Bodensubstrate und Baumartenauswahl für klimaangepasste Stadtbaumpflanzungen

Alexander Schütt, Annette Eschenbach, Universität Hamburg

Institut für Bodenkunde, Universität Hamburg alexander.schuett@uni-hamburg.de

11.09.2023

KONGRESS&EXKURSION

» STADT.BAUM.DACH «

11. & 12. SEPTEMBER 2023



ENJOY
IT'S FROM
EUROPE





GRÜNE STÄDTE EUROPA

“The content of this promotion campaign represents the views of the author only and is his/her sole responsibility. The European Commission and the Research Executive Agency (REA) do not accept any responsibility for any use that may be made of the information it contains.”



KAMPAGNE FINANZIERT
MIT FÖRDERMITTELN
DER EUROPÄISCHEN
UNION



DIE EUROPÄISCHE UNION
UNTERSTÜTZT KAMPAGNEN, DIE
DEN RESPEKT FÜR DIE UMWELT
FÖRDERN

ENJOY
IT'S FROM
EUROPE



Funktionen und Klimarelevanz von (Stadt-)Böden

- **Lebensgrundlage** für Tiere & Pflanzen;
Standortfunktion für urbanes Grün: Gesundheit,
Erholung, Biodiversität
- **Regulation von Stoffkreisläufen:**
Kohlenstoffspeicherung, Nährstoffkreisläufe
- **Wasserregulation:** Wasserspeicherung und
Nachlieferung, Grundwasserneubildung,
Hochwasserschutz
- **Verdunstungsregulation:**
Abkühlungsfunktion für das Stadtklima



Böden als Lebensgrundlage für (Stadt)-Bäume

Wichtigste Boden-Funktionen:

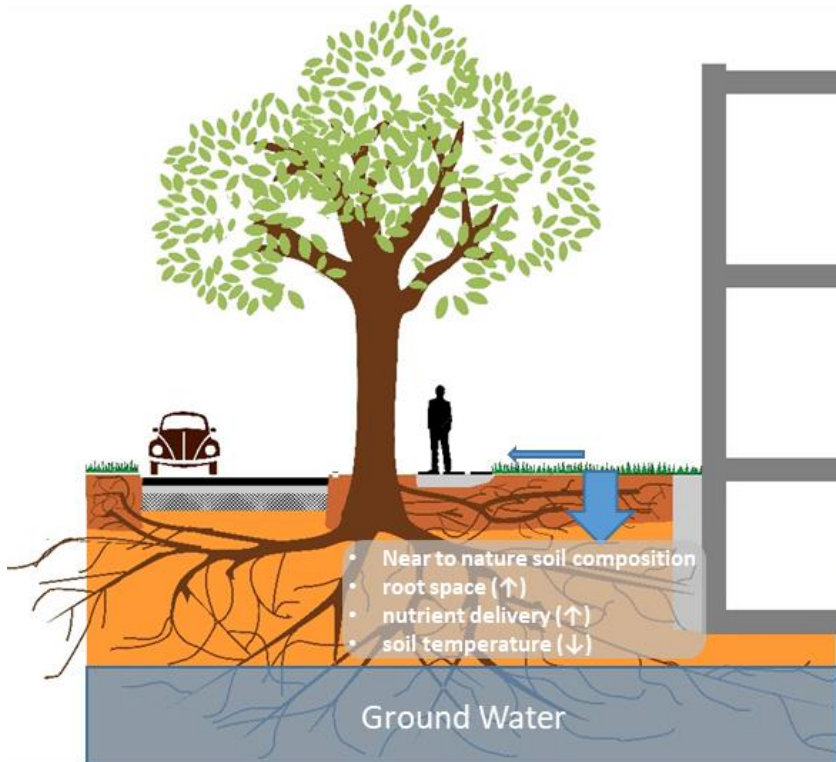
- Versorgung mit verfügbarem Wasser
- Versorgung der Wurzeln mit Sauerstoff
- Versorgung mit Nährstoffen
- Pufferung, Filter und Abbau von Schadstoffen / (Streu) Salzen
- Verankerung und Wurzelraum
- Lebensraum für (Boden-)Lebewesen (-> Umwandlungsprozesse, Bodenstruktur, Bodenqualität)



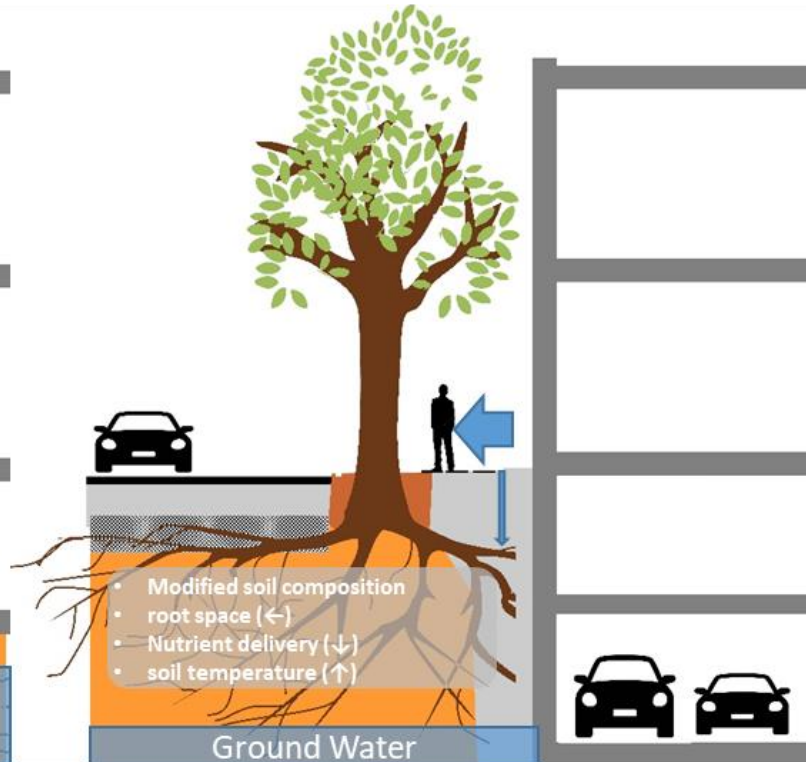
Fotos: A. Schütt, A. Eschenbach

Faktoren urbaner Stadt- und Straßenstandorte

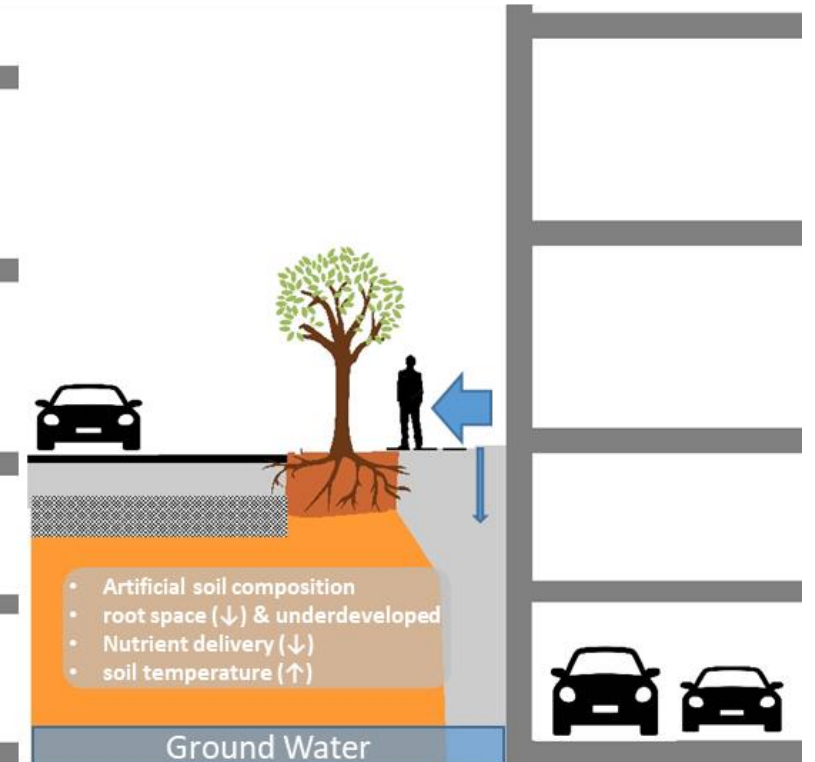
Etablierter Stadtbaum (Vergangenheit)



Etablierter Stadtbaum (Gegenwart)



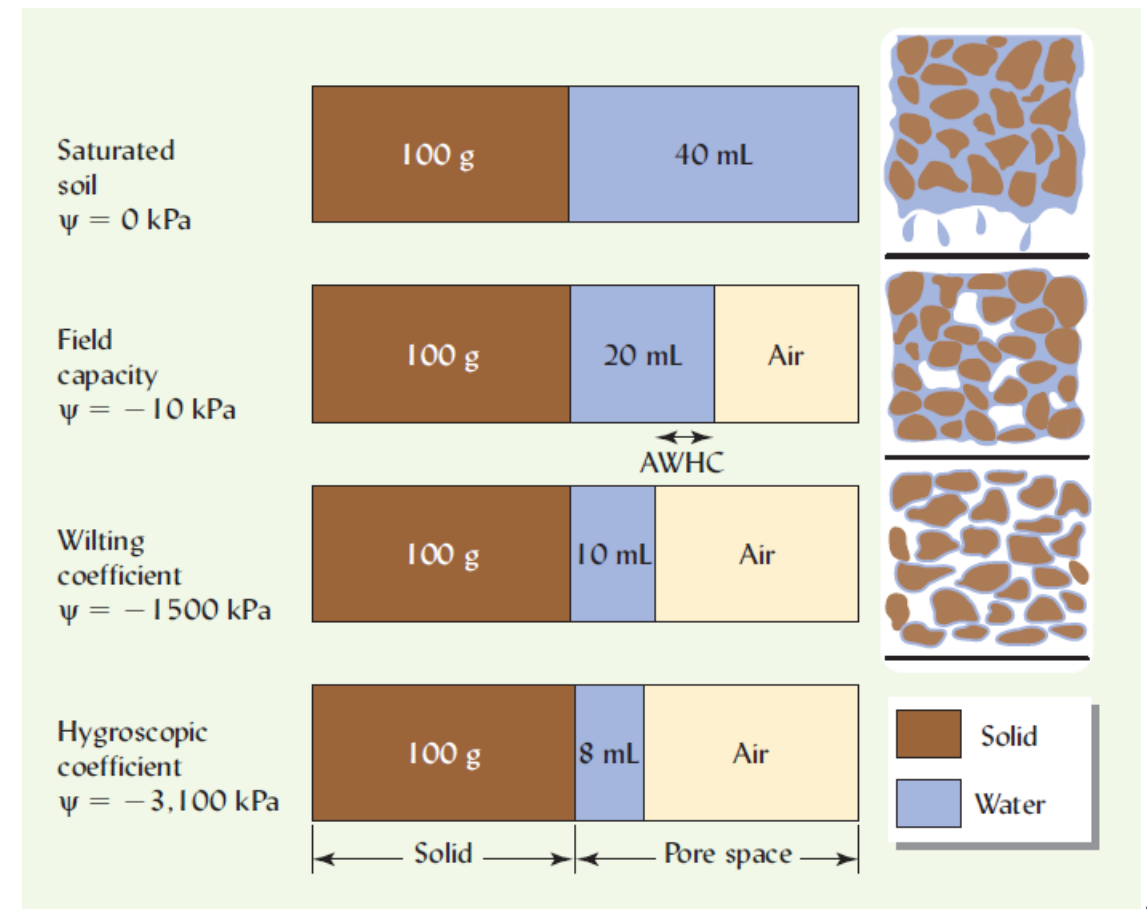
Junger Stadtbaum (Gegenwart)



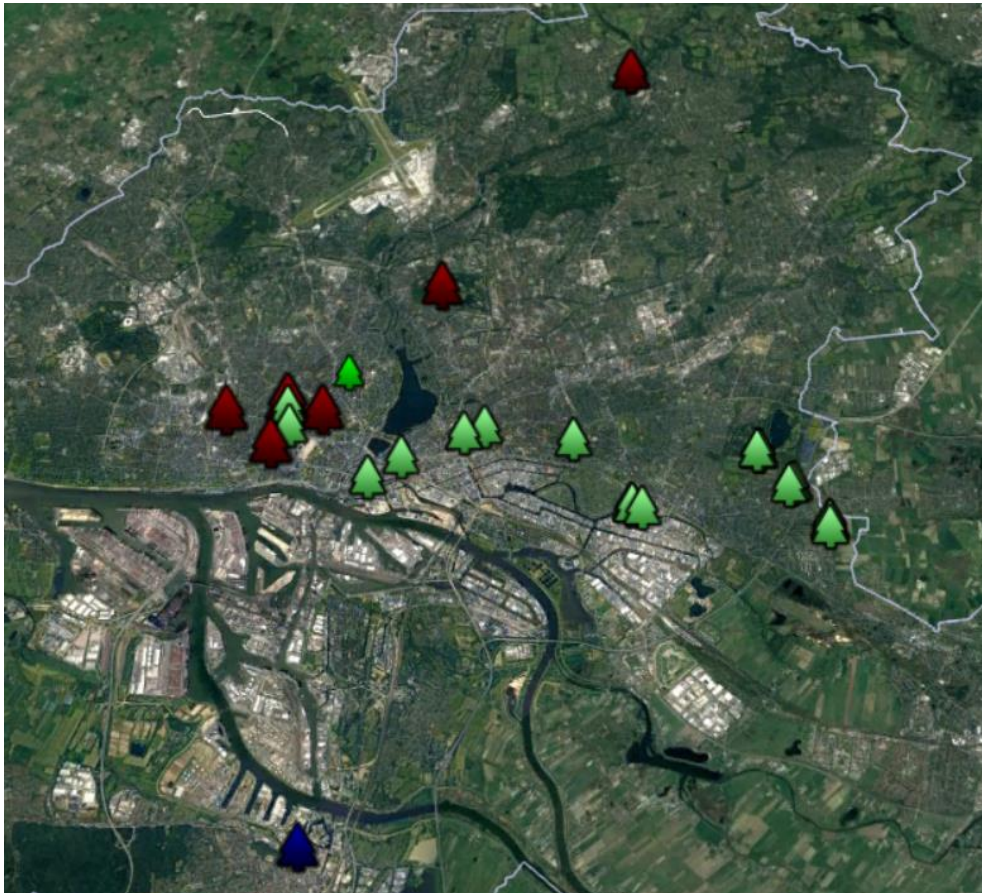
Verfügbares Bodenwasser & kritische Bodenwasserverfügbarkeit

Brady & Weil, 2017

- Wasser im Boden unterschiedlich stark gebunden (Wasserpotential od. Wasserspannung in hPa) nur ein Anteil ist pflanzenverfügbar
- abhängig von Porengrößenverteilung (Textur, organische Substanz, pedogene Prozesse)
- Permantenter Welkepunkt (PWP): Bodenwasser stark gebunden
- Reaktion der Pflanzen schon unterhalb des PWP
- **1.200 hPa** Trocken-Stress-Grenzwert für Bäume (Wilpert et al. 1991, Puhmann et al. 2019)



Standorte im Stadtbaum-Monitoring Hamburg

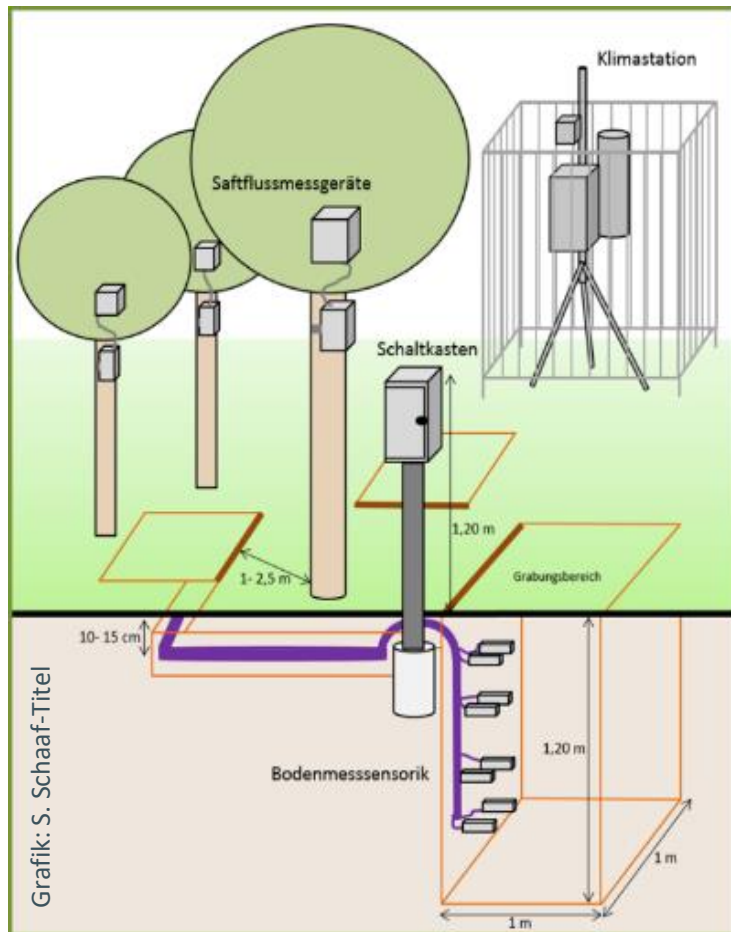


- 26 Stadt-Standorte
 - ▲ 6 etablierte Bestandsbäume
 - ▲ 20 Jungbäume
- Feldexperiment
 - ▲ Baumschule Lorenz von Ehren
- 8 Baumarten (haupts. *Quercus* & *Acer*)
- Versiegelungsgrad von 0 % bis 100 %
- Straßenrand-Standorte

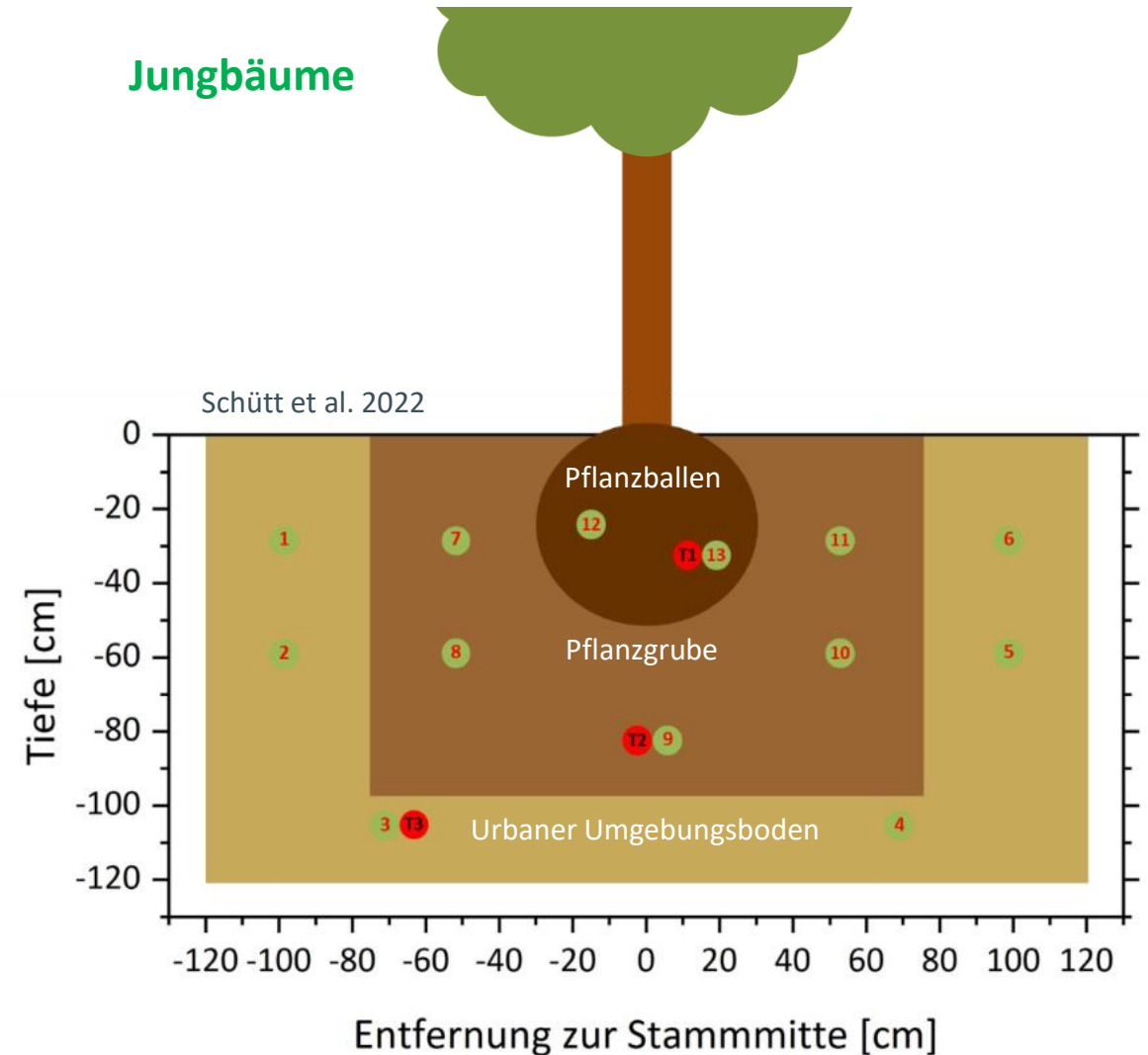


Bodenwasser-Monitoring:

Etablierte Bäume



Jungbäume



Standort Unterschiede etablierte Bäume

Beispiel: *Acer pseudoplatanus*



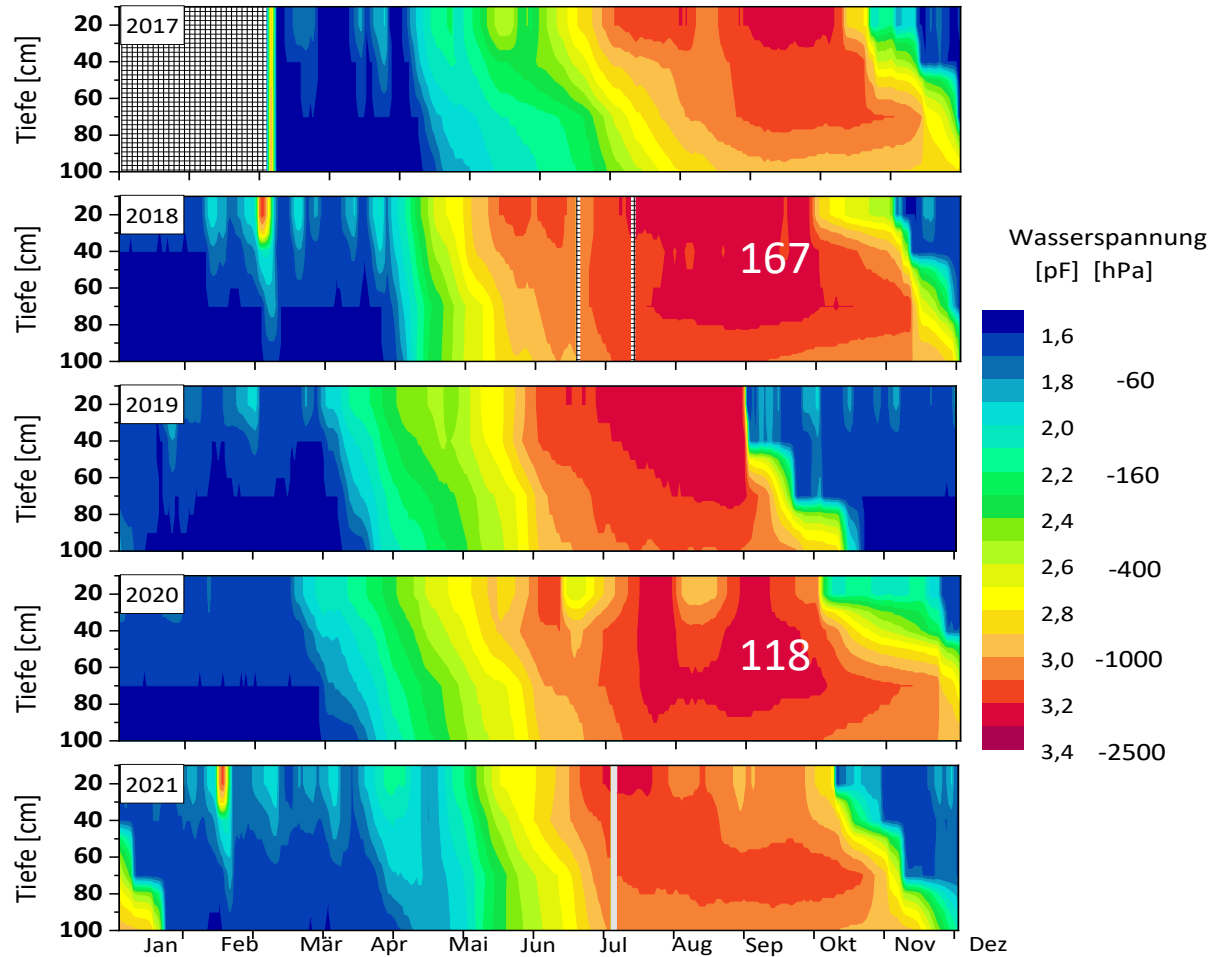
Bei der Schilleroper

Glacischaussee

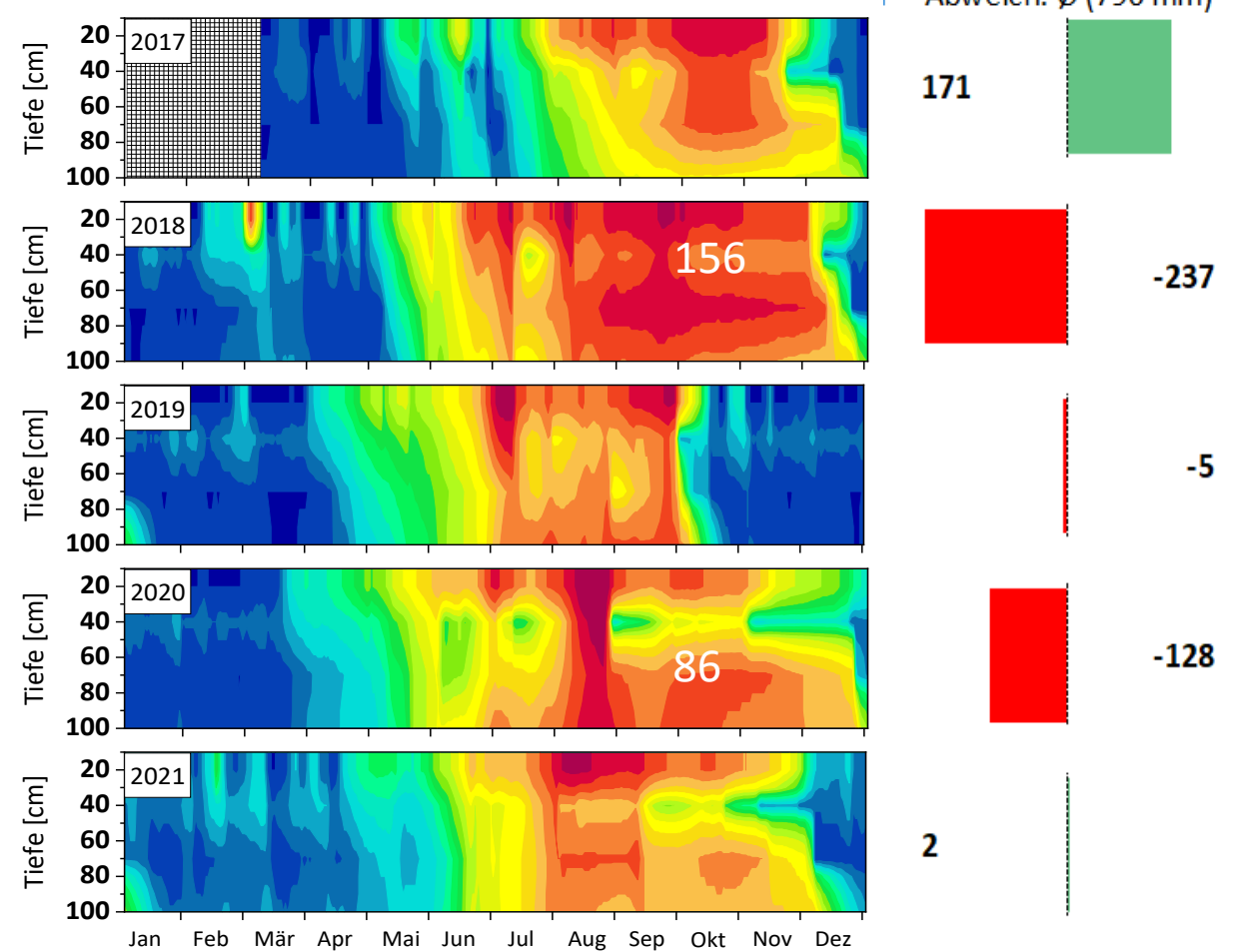
Vegetation im Unterwuchs	weitgehend ohne	Gras
Versiegelungsgrad 20 m x 20 m (%)	75	55
Verdichtung Lagerungsdichte Oberboden (g cm^{-1})	1,6	1,1
Infiltrationsrate (cm h^{-1})	< 5	> 100
Nutzbare Feldkapazität bis 100 cm Bodentiefe (mm)	113	167

Bodenwasserdynamik im Monitoring (etablierte Bäume)

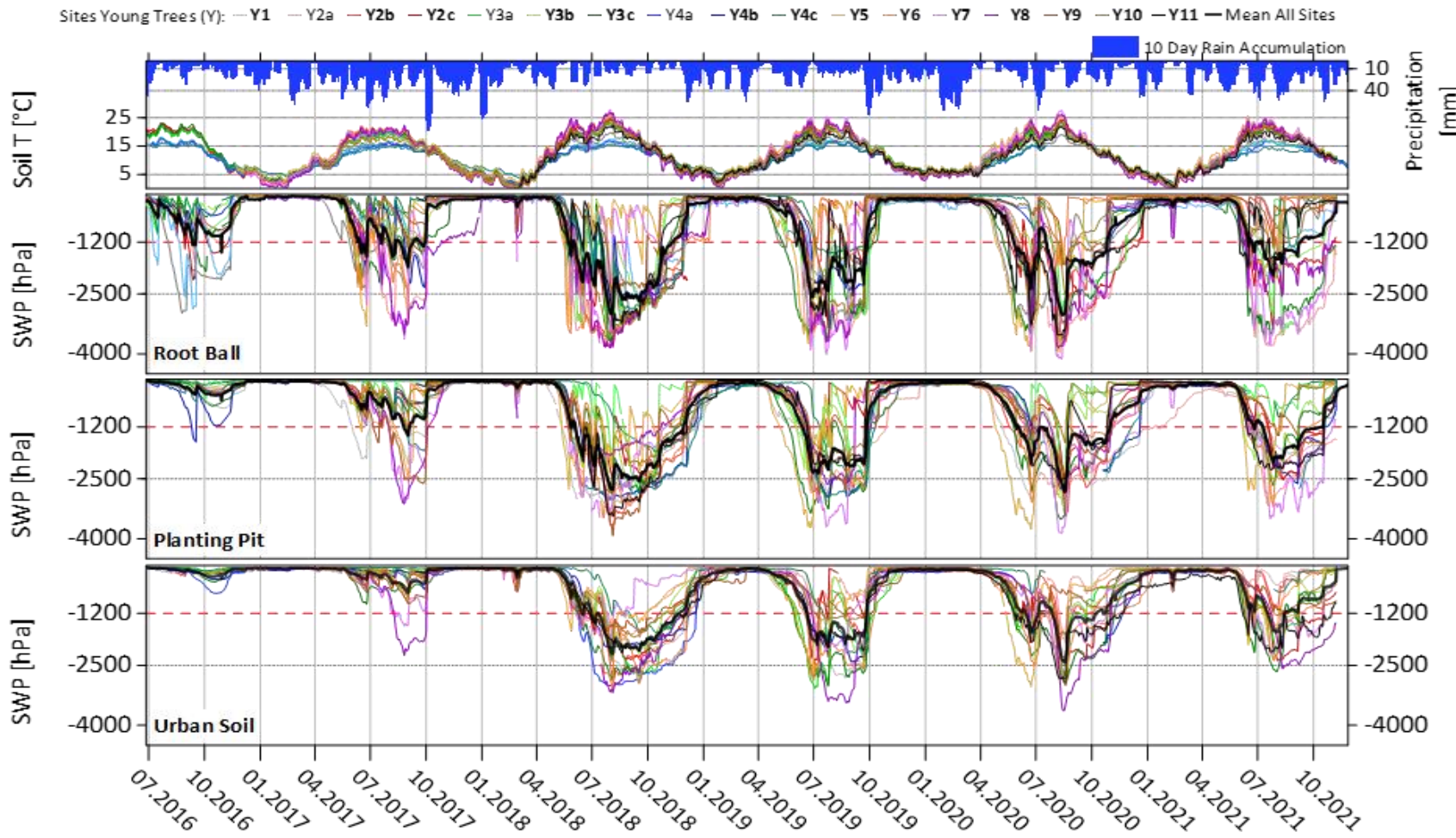
Standort: Bei der Schilleroper



Standort: Glacischaussee

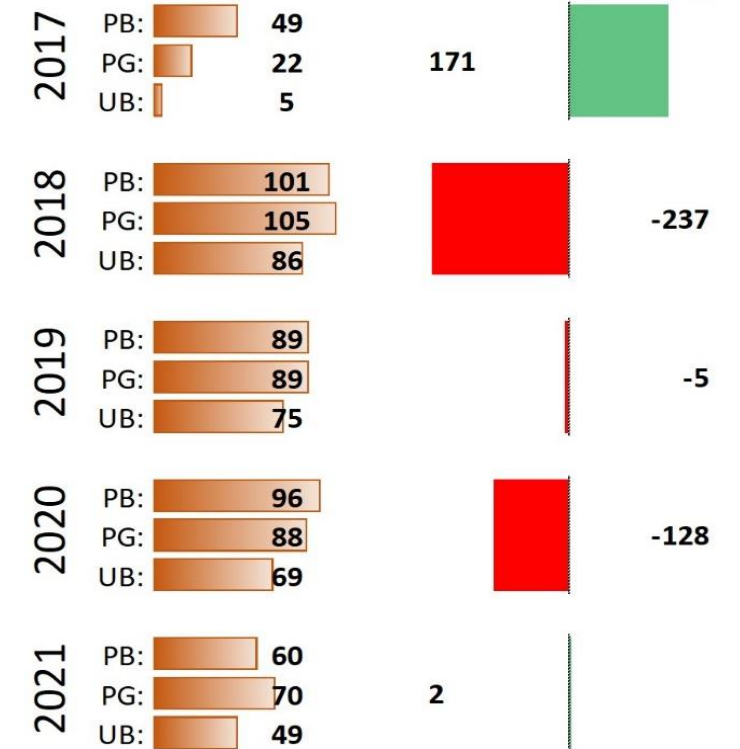


Bodenwasserdynamik im Monitoring (Jungbäume)



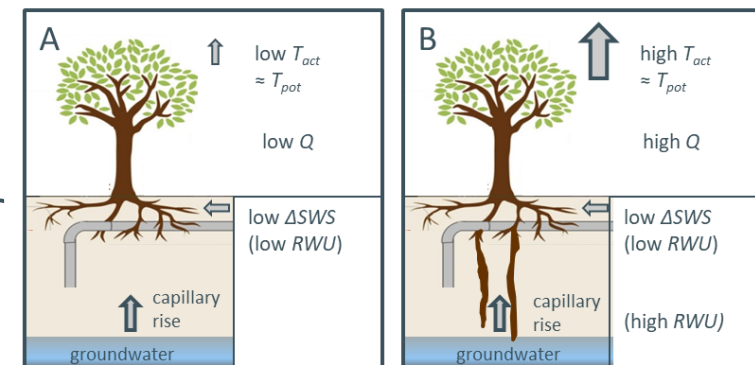
Trockentage in VP (Mai-Sept.) SWP < 1.200hPa

Abweichung Niederschlags-summe (mm) von 30 jährigem Mittel



Zusammenfassung Bodenwasser-Monitoring

- Lang ausgeprägte **Trockenphasen** bis zu 4-6 Monate
- Ausgeprägte Unterschiede zwischen den Jahren
- Unterschiede zwischen den Standorten abhängig von **Bodeneigenschaften und Standortbedingungen**
- **Wurzelraum Erschließung** (Jungbäume) innerhalb von 3 Jahren
- **Reaktionen** der etablierten **Bäume** kann durch Saftflussmessungen z.T. bestätigt werden
 - aber große Bedeutung etabliertes Wurzelsystem und Wurzelverteilung / Wurzelraum
- Alle Jungbaumarten reagieren durch unterschiedlich ausgeprägten Stomataschluss auf sinkendes Bodenwasserpotential
- Welchen Einfluss haben bodenphysikalische Eigenschaften urbaner Böden auf die Wasserverfügbarkeit und die Baum-Entwicklung?





Feldexperiment Baumschule Baumschule Lorenz von Ehren



Bodensubstrate: Empfehlungen & Vorschriften



→ 1x überbaubar, 1x nicht-überbaubar ←

→ Die **max. Wasserkapazität** muss eingebaut und verdichtet min. 25 Vol.% betragen ←

→ Luftkapazität bei **max. Wasserkapazität** min. 10 Vol.%
Bei pF 1,8 min. 15 % ←

GPV min. 35% ←

→ Unterschreitung des Sollwertes:
Sandanteil: < 30% → % Einbehalt
(Kürzung) der Vergütung



Landeshauptstadt
 München
Baureferat
 Gartenbau

Version 15.07.2016

Zusätzliche Technische Vorschriften für die Herstellung und Anwendung verbesserter Vegetationstragschichten

ZTV-Vegetationstragschichten

(ZTV-Vegtra-Mü)

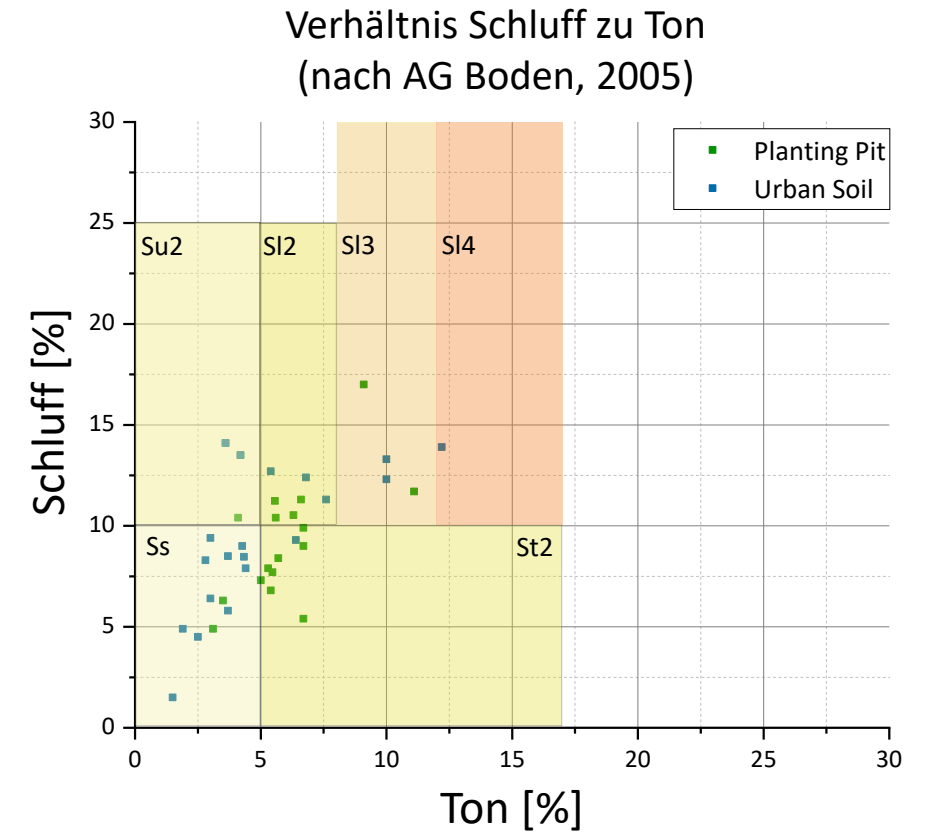
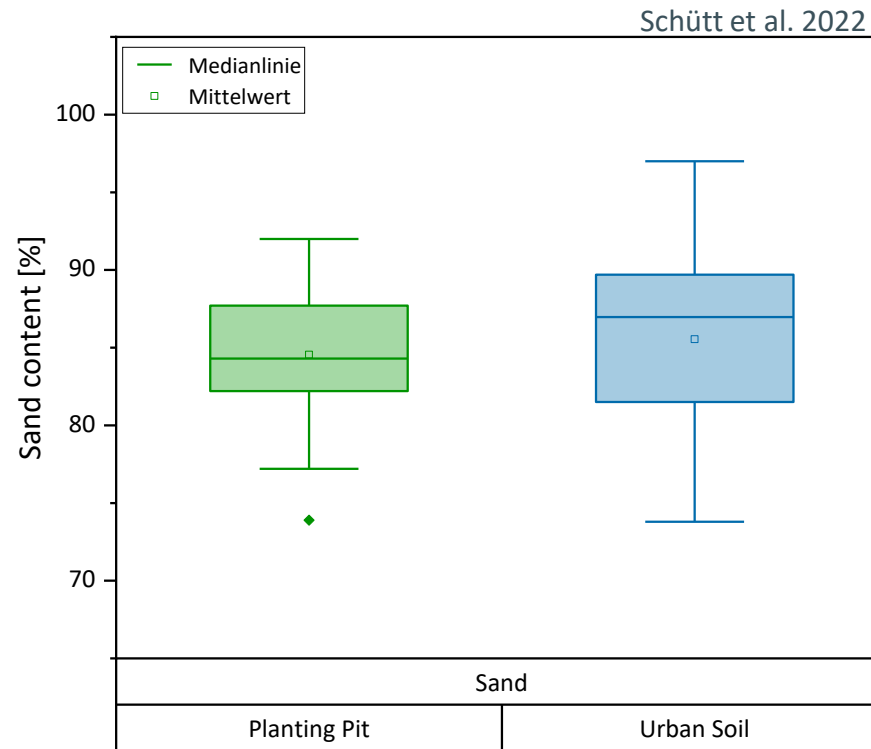
Bodenanalyse im Monitoring: Textur

HH Streusalzmonitoring 2012

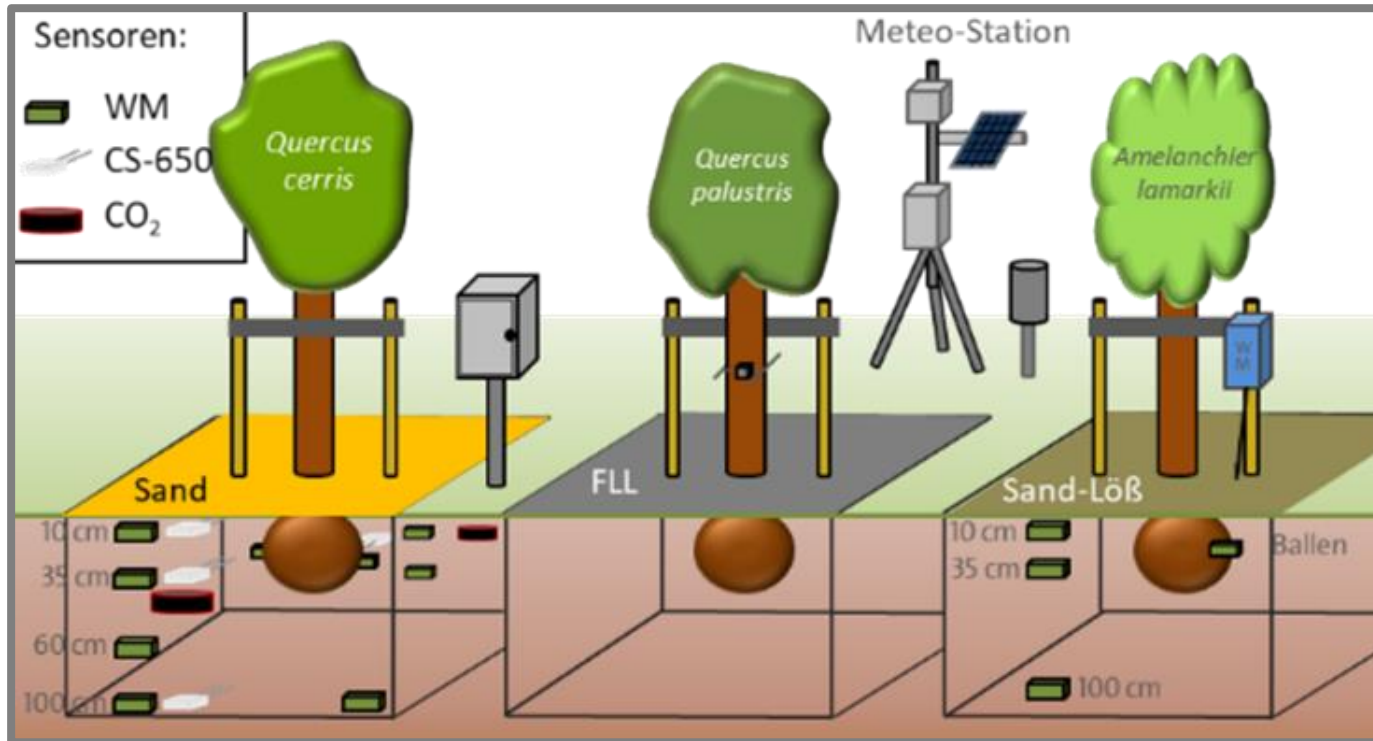
Anteil von 62 untersuchten Böden:

- 75 % mehrschichtige Substrate
- Meist anthropogen geschüttet
→ initiale oder junge Bodenbildung
- **84 % Reinsande**
- 42 % anthropogene Beimengungen

Quelle: BSU (2012)



Aufbau des Feldexperiment Baumschule



'Sand'

'FLL'

'Lehm. Schluff'

Urbane Substrate

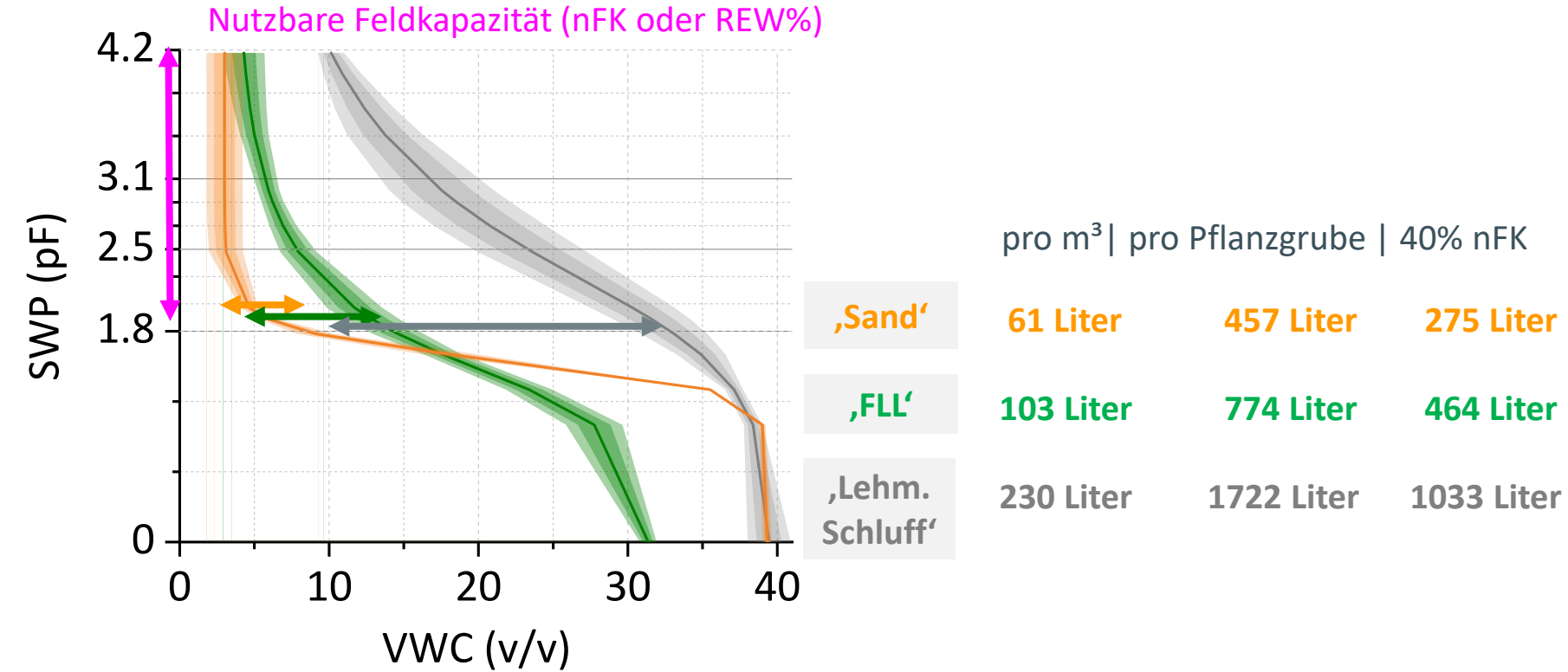
Referenz

Ungünstige Bedingungen z.B. urbaner Umgebungsboden

Standard Bauweise FLL Typ 2 ,überbaubar'

Optimale Bedingungen „Referenz“

Substratanalyse: Wasserspeicherkapazität



pro m³ | pro Pflanzgrube | 40% nFK

'Sand'	61 Liter	457 Liter	275 Liter
'FLL'	103 Liter	774 Liter	464 Liter
'Lehm. Schluff'	230 Liter	1722 Liter	1033 Liter

Planting Soil	Fine Tex. < 2 mm			Coarse Tex. > 2mm			Hyd. Properties					
	Sand %	Silt %	Clay %	grav. %	vol. %	OM %	pH in CaCl ₂	max. WC Vol. %	IC cm min ⁻¹	FC Vol. %	GPV Vol. %	PAWC Vol. %
'Sand'	95	4	1	2	n.d.	0.05	6.8	39	1.5	9.10	46	6.01
'FLL'	93	5	2	35	20	0.6	6.5	31	1.9	14.62	50	10.32
'Loamy-Silt'	29	61	10	1	n.d.	0.9	5.7	41	0.3	33.01	49	22.96



Substratanalyse: Wasserleitfähigkeit

Gesättigt → Poren wassergefüllt: (Feldkapazität)

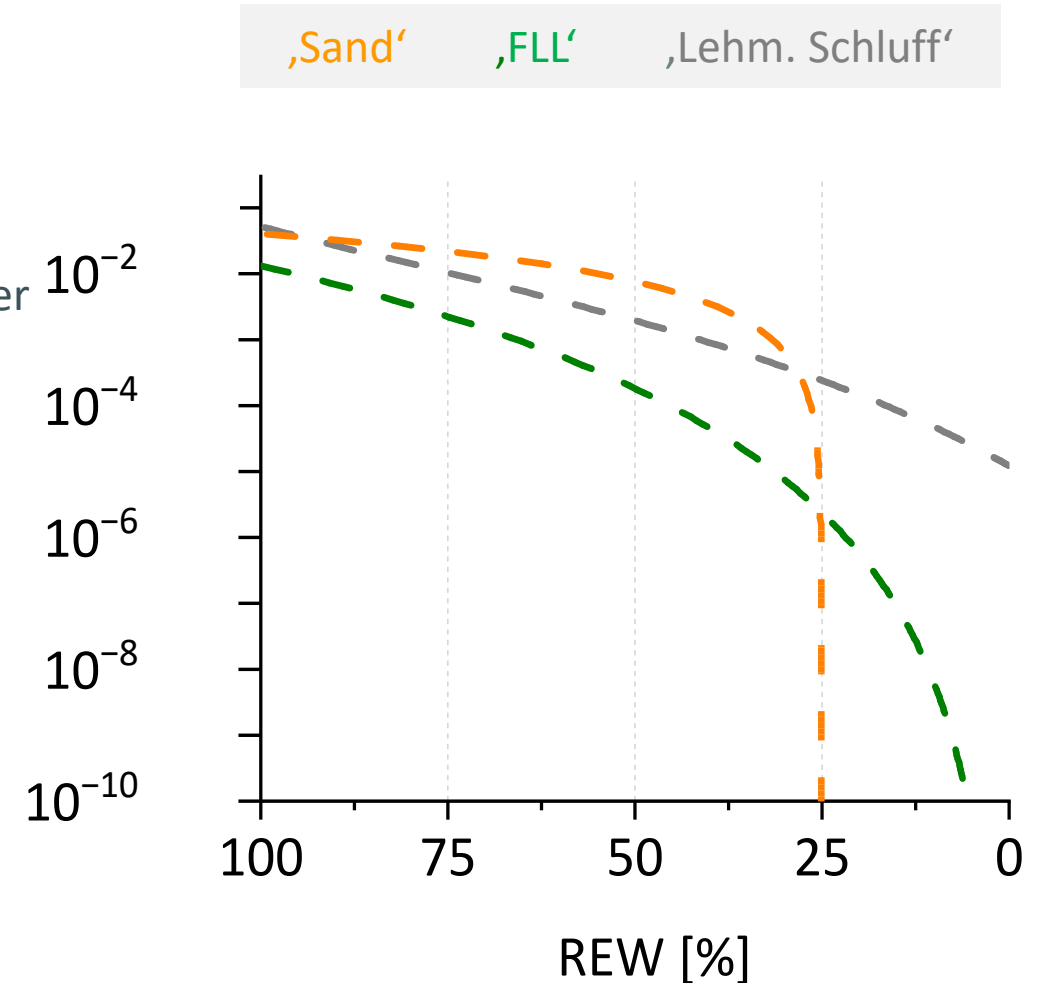
- Wasserbewegung in urbanen Substraten tendenziell höher als in Referenz

Austrocknung → ungesättigter Wassertransport

- Wasser-Leitfähigkeit in Feinkörnigen Böden weniger eingeschränkt (Nachleitwiderstand)
- Abrupter Leitfähigkeitsverlust in sandigen Böden → „Hydraulic-Failure“

Relevanz für die Bäume:

- Einschränkung/Verlust der Wassernachlieferung
- Räumlich differenzierte Verfügbarkeit von Bodenwasser
- Konsequenz: unvollständige Ausnutzung Bodenwasser



Angepasst nach Schütt et al 2022

BoBaSt: *Koelreuteria paniculata* Reaktion auf Überflutung



26.06.2020



23.07.2020



06.08.2020

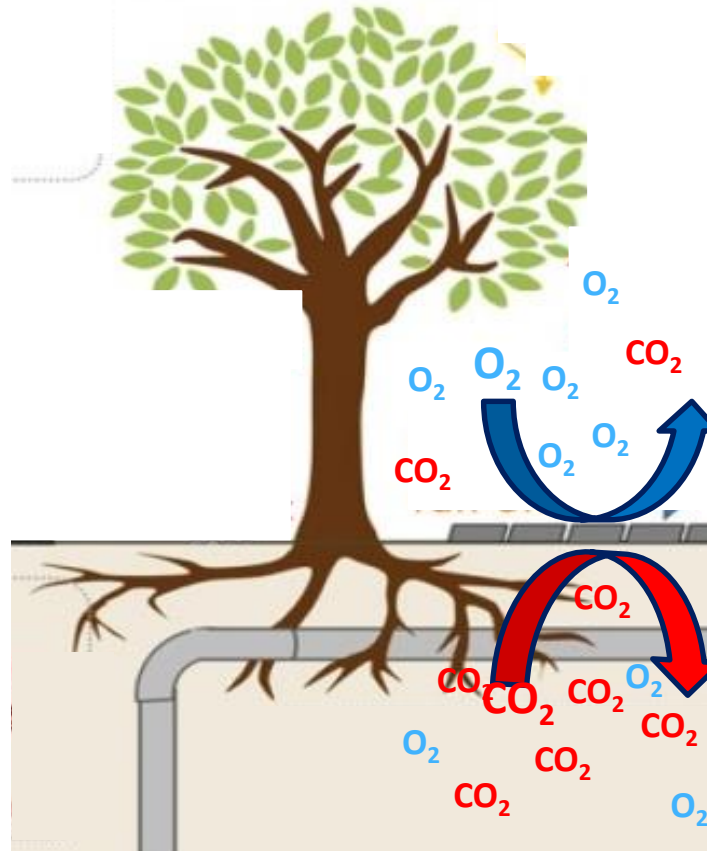
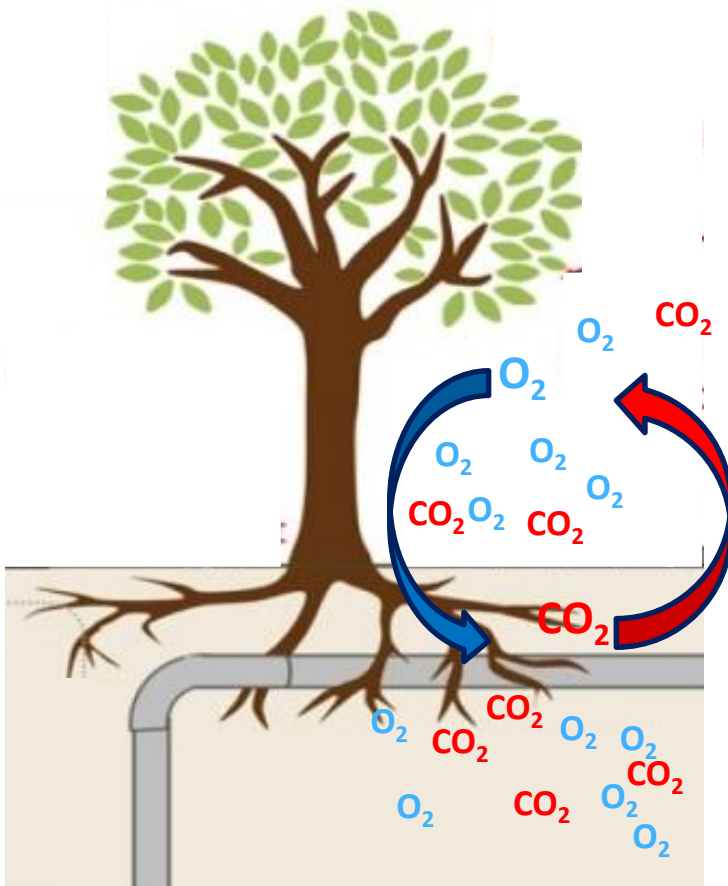


03.09.2020



23.09.2020

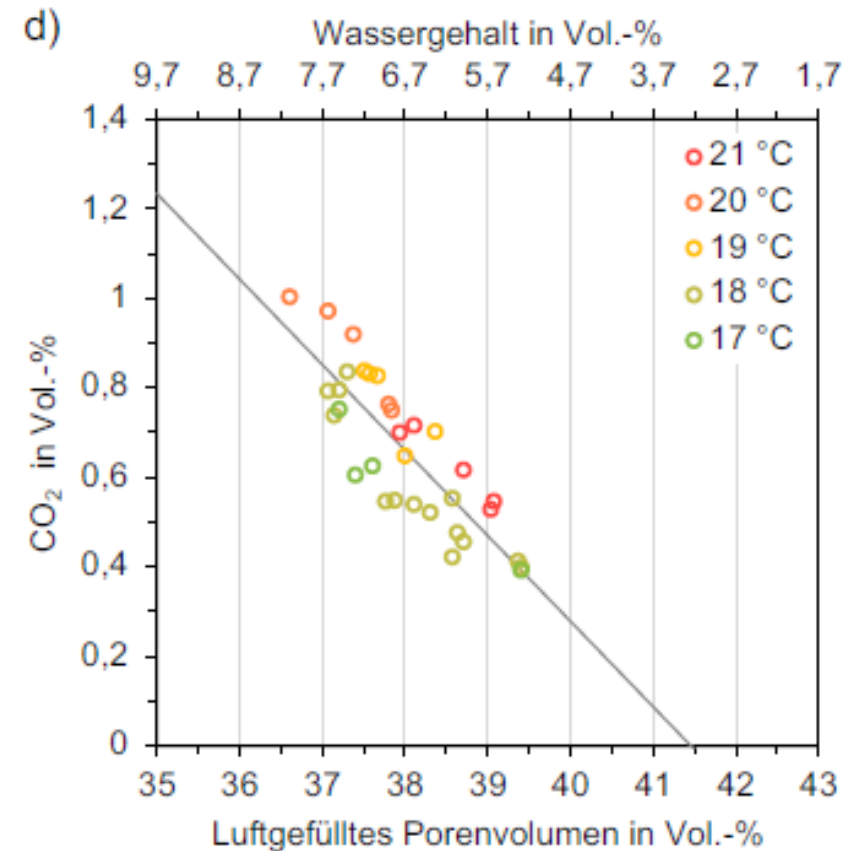
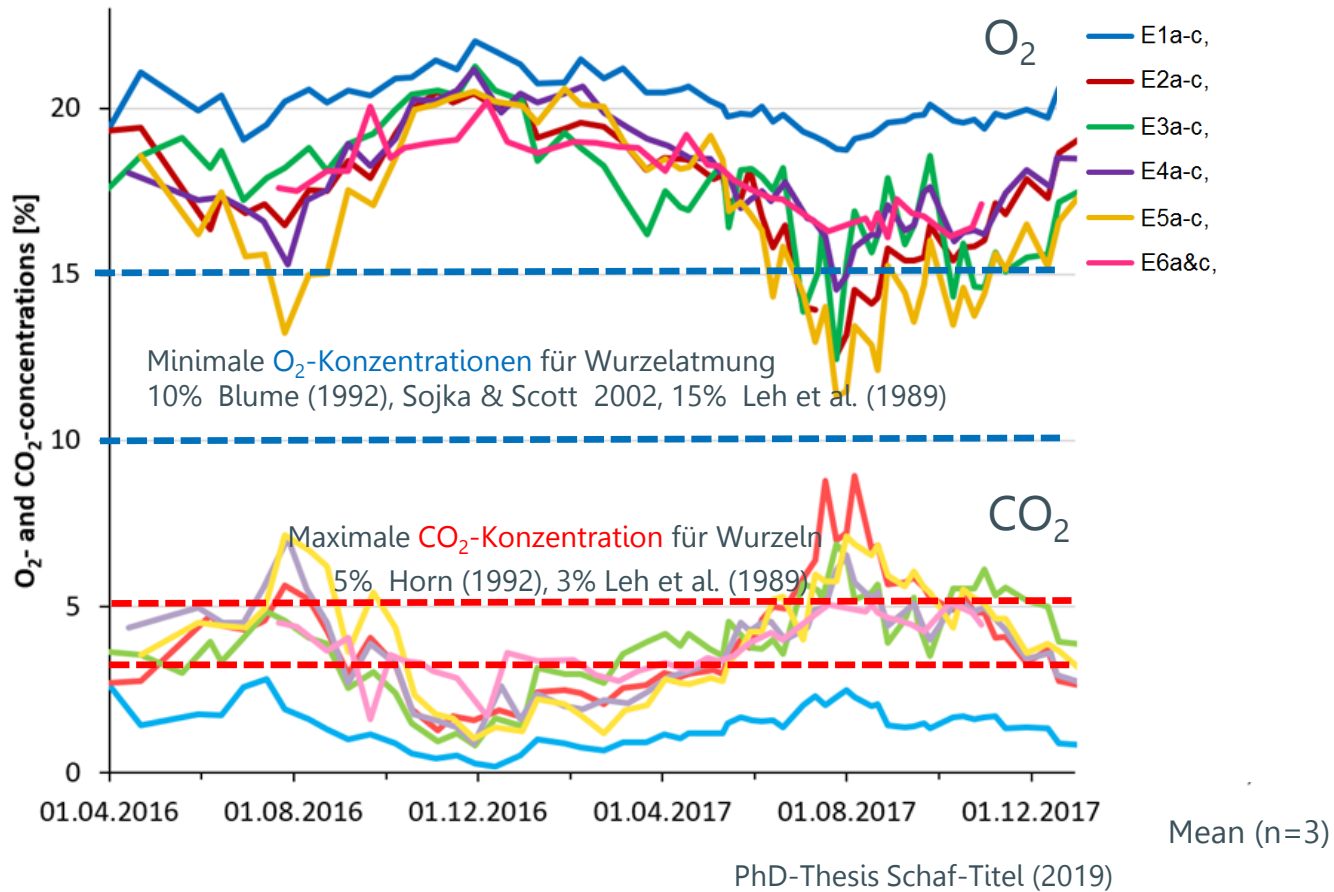
Bodenluft und Gasdiffusivität



Baumwurzeln betreiben Wurzelatmung

- Veratmen O_2 aus der Bodenluft
- Geben CO_2 in die Bodenluft ab
- Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre erfolgt über Diffusionsprozesse
- Bei **Versiegelung** Gasaustausch eingeschränkt oder unterbunden
-> Sauerstoffmangel für Baumwurzeln

O₂ und CO₂ Konzentrationen in Böden etablierter Standorte

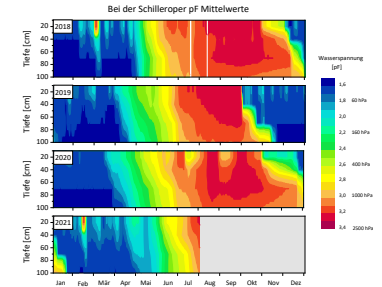


Standorte E1 Glacischaussee:
 Is Lehmsande, CO₂-Konz in 20 cm (BSc. Stefan Musal)

Zusammenfassung & Schlussfolgerung

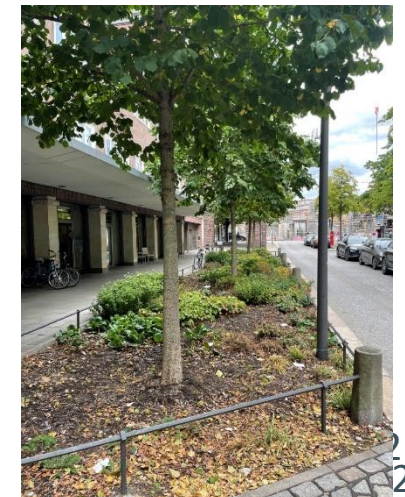
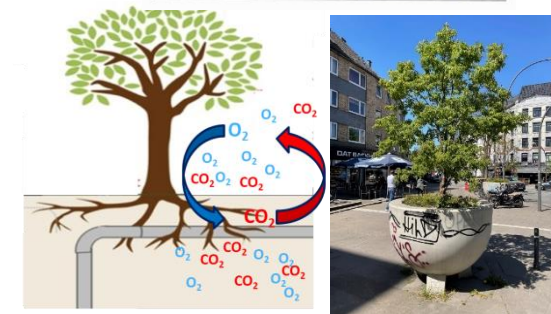
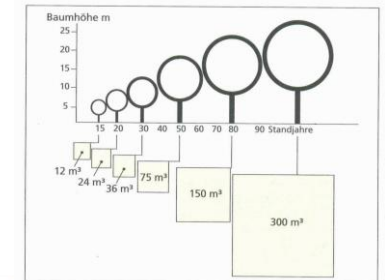
- Phasen **kritischer Bodentrockenheit** (4-6 Monate in kritischen Jahren) sowohl bei etablierten Bäumen als auch bei Jungbäumen
- Texturbedingt eingeschränkte Wasserspeicherfähigkeit in sandigen urbanen Böden
- Bodenwassernachlieferung → unvollständige Ausnutzung des Bodenwassers
- **Etablierte Bäume** konnten in der Vergangenheit ein tiefreichendes Wurzelsystem ausbilden
- **Jungbäume** für Etablierungserfolg auf bedarfsgerechte Bedingungen in unmittelbarer Umgebung angewiesen

➔ **Höchste Priorität: Schutz etablierten Bestandsbäume**



Zusammenfassung & Schlussfolgerung

- Gewährleistung von **Multifunktionalität** von Baum-Standorten fragwürdig
 - **Optimierung** von Standort und Boden **für Baum und Baumvitalität**:
 - Dimensionierung des Standortes: Größe des Wurzelraumes für Wasser- und Nährstofferschließung (12 m³ -> 36 m³ -> größer)
 - Verringerung und Aufhebung von Versiegelung und Verdichtung -> Infiltration & Gas-Austauschprozesse
 - Verzahnung von Pflanzgrube und umgebenden Boden -> Einwurzeln ermöglichen
 - Optimierung der Boden- und Pflanzsubstrate -> Erhöhung nutzbare Feldkapazität (nFK) und ungesättigter Wassernachlieferung (Ku)
 - Dabei und beim Einbau Luftkapazität beachten und Wasserstau vermeiden
- ➔ **Schutz von gewachsenen, natürlichen Böden** mit entwickelter Struktur und Porung, Schutz vor schädlichen Veränderungen (§7 BBodSchG), Schutz vor Auskofferung, Überdeckung & Vermischungen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Alexander Schütt



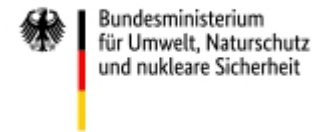
Annette Eschenbach



Joscha N. Becker



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FKZ: 03DAS153A

Projekträger

