



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Urbane Pflanztechniken – Rahmenthema „Moderne Techniken in der Stadtbegrünung“

Überwachung des Wasserhaushaltes durch Sensortechnik

Alexander Borgmann gen. Brüser
ARBOR revival Bielefeld/Berlin

Zusammenfassung

Das Jahr 2018 war das trockenste und wärmste Jahr seit langer Zeit. Urbane Böden sind i. d. R. nicht direkt durch das Grundwasser beeinflusst. Auch ist der Wirkungsgrad von Niederschlägen gering, so dass städtische Baumstandorte bei normalen Bedingungen über die Vegetationsperiode sukzessive abtrocknen.

In der Praxis werden Straßenbäume mit unterschiedlichen Methoden und Hilfsmitteln gegossen. Gießzeitpunkte und -mengen basieren auf Erfahrungen, Empfehlungen oder Berechnungen.

Neuerdings dienen auch Feuchtesensoren der Bewässerungssteuerung.

Durch den Einsatz von Sensortechnik konnten die Amerikanischen Sumpfeichen im Berliner Regierungsviertel u. a. mit wenigen gezielten Bewässerungsgängen über einen Zeitraum von drei Jahren (2013 bis 2015) revitalisiert werden. Die Pflege der Gehölze bzw. die Notwendigkeit von externen Wassergaben wird bis heute aus wöchentlichen Messungen (März bis November / Dezember) der Bodenfeuchte in den drei Tiefen 30, 60 und 90 cm abgeleitet.

Der gleiche Ansatz, nämlich die Ausstattung exemplarischer Gehölze eines Bestandes (i. d. R. reichen fünf repräsentative Gehölze aus) wird bei Neupflanzungen praktiziert.

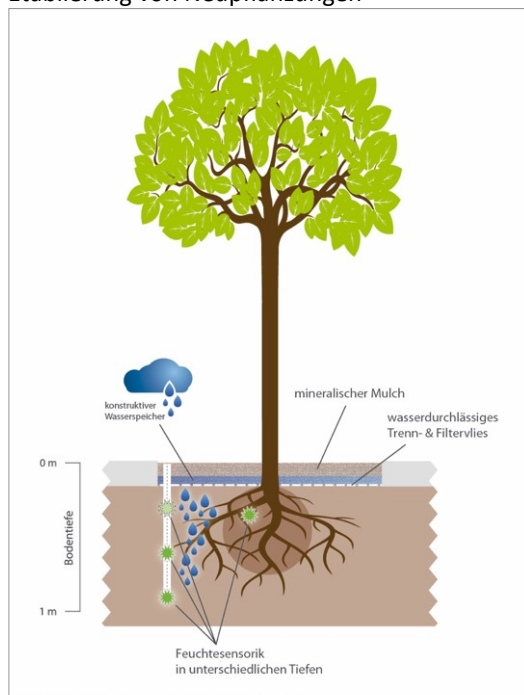
Zur Anwendung kommen die kostengünstige und sichere manuelle Datenerhebung und die vollautomatisierte Datenübertragung.

Die wissenschaftliche Überprüfung findet statt.

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Automatisierung / Digitalisierung der Daten sowie zu allgemeinen Empfehlungen sind bereits initiiert und finanziert.

Der Klimawandel kann kommen!

Etablierung von Neupflanzungen



Exemplarische Entwicklung 2013 bis 2015 (2013: VS 2, Variante: KR 2/3 + Nährstoffe)

07.07.2013



13.06.2014



01.07.2015



BORGSMANN GEN. BRÜSER ET. AL. 2015, VERÄNDERT PRO BAUM

8. Symposium Stadtgrün 2018

Überwachung des Wasserhaushaltes durch Sensortechnik

Alexander Borgmann gen. Brüser (M. Eng.)

ARBOR revital Borgmann gen. Brüser & Sternberg GbR,
Bielefeld / Berlin

Inhalt

- Einleitung
- Der **Bodenwasserhaushalt** an urbanen Baum-Standorten
- Bewässerung für Straßenbäume - Ansätze aus der Praxis
- **Empfehlungen zu Gießzeitpunkten** und –mengen bei Baumpflanzungen
- **Einsatz von Feuchtesensoren/Tensiometern** zur Bewässerungssteuerung
- Beispiele aus der **städtischen Baumpflege** (2013 bis 2018)
 - Revitalisierung
 - Etablierung von neuen Gehölzen
- Wissenschaftliche Überprüfung
- Resümee
- Ausblick

2018: „Das Jahr ohne Regen“



Stadt Koblenz, Ehrenbreitstein (Aufnahme: 24.07.2018)

2018: „Das Jahr ohne Regen“

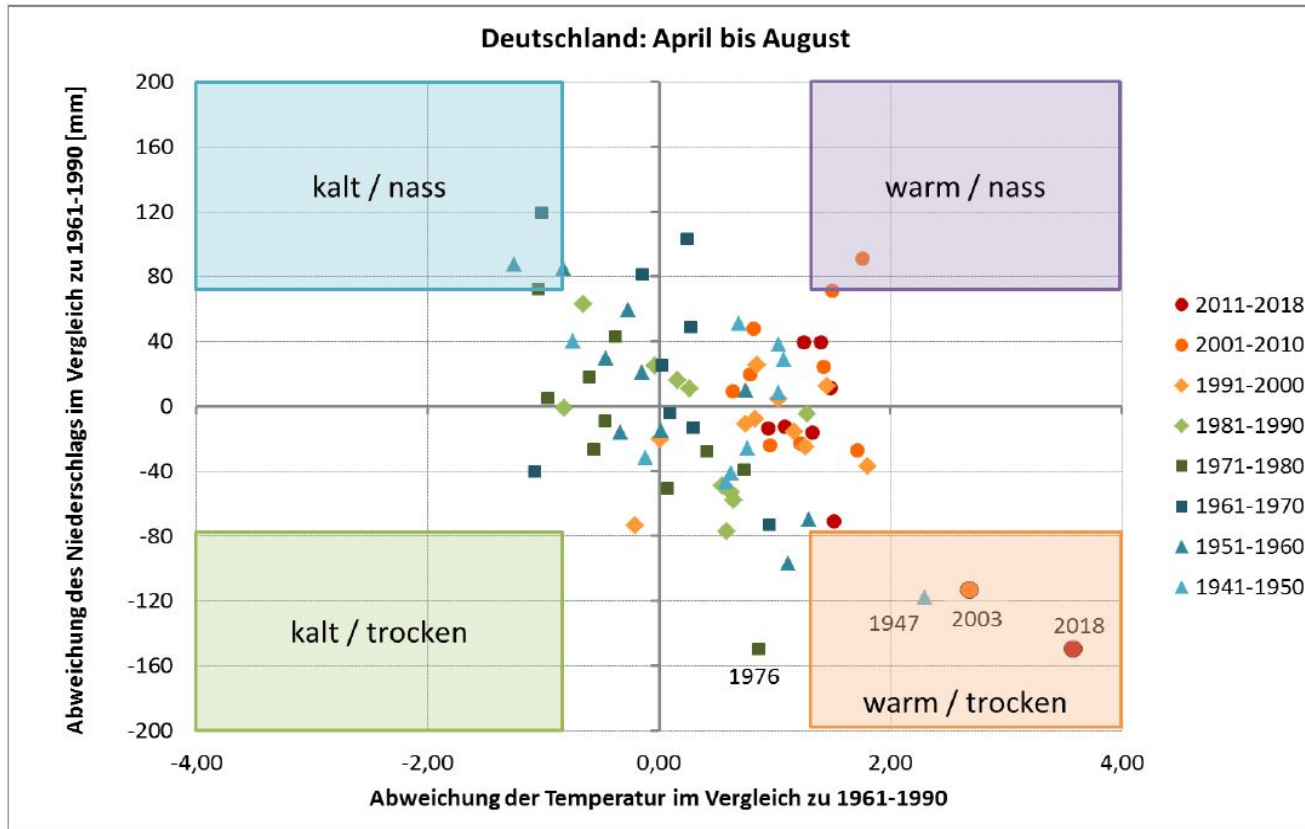


Abbildung 5: Thermopluviogramm für Deutschland für den Zeitraum April bis August. Dargestellt sind alle Jahre ab 1941.

Quelle: Deutscher Wetterdienst 2018

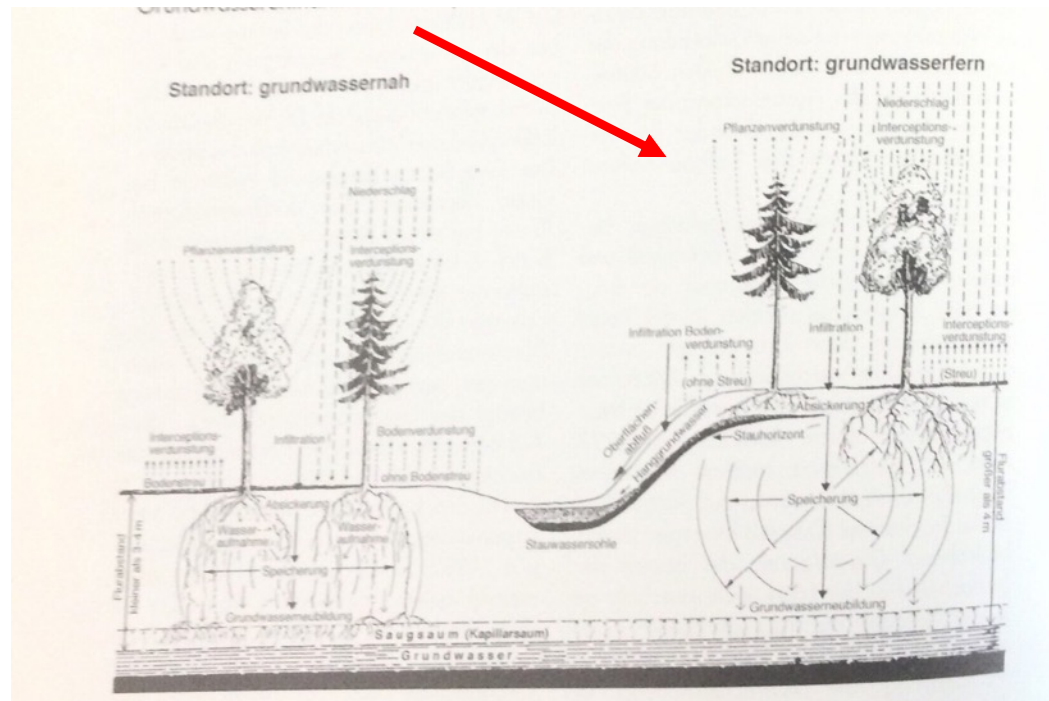
Der Bodenwasserhaushalt an urbanen Standorten am Beispiel Berlin

Oft kein Grundwasser

- Oft kein Zugang zum Grundwasser und Kapillarsaum Standorte (Abstand zu hoch)
- Ausreichende Kapillarität in Stadtböden (Trümmerschutt u.a.) nicht gegeben

Wenig Regenwasser

- Infiltration natürlicher Niederschläge ist gestört. Große Wassermengen fließen oberflächlich ab



Grundwassernahe und grundwasserferne Standorte

Quelle: Balder, H. (1998). Die Wurzeln der Stadtbäume. Berlin: P. Parey Verlag.

Untersuchungen zum Wasserhaushalt von Straßenbäumen in Kopenhagen (DK)

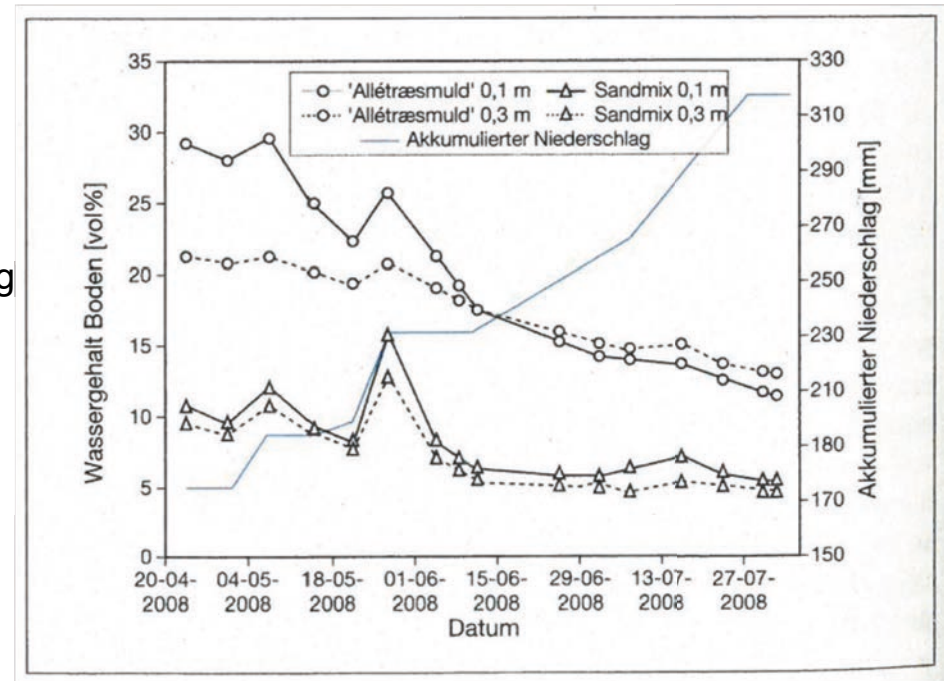
Niederschlag:

Bis zu 25 % des Bruttoniederschlags werden von der Krone abgeleitet o. verdunsten auf den Blättern.

Bodenfeuchte nimmt im Laufe des Jahres stetig ab. Außer bei stärkeren Niederschlägen.



Abbildung 1: Messungen der Bodenfeuchte mit einer Profilsonde

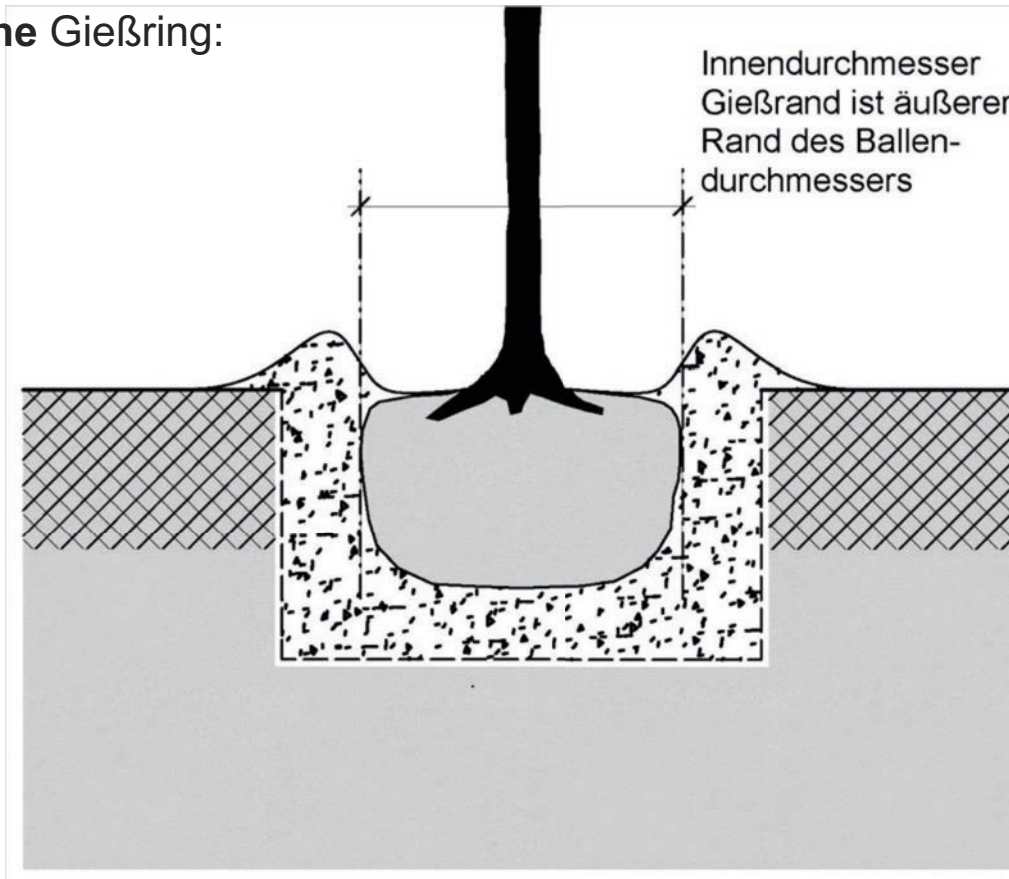


Verlauf des Bodenwassergehaltes an zwei verschiedenen Standorten in Kopenhagen mit unterschiedlichen Substraten und Tiefen.

Quelle: Bühler, O. (2011): Untersuchungen zur Wasserversorgung von Straßenbäumen in Dänemark. Augsburg: Jahrbuch der Baumpflege.

Bewässerung für Straßenbäume - Ansätze aus der Praxis (manuell)

Der **klassische** Gießring:



Quelle: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL) (2015): Empfehlung für Baumpflanzungen Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege. Bonn.

Bewässerung für Straßenbäume - Ansätze aus der Praxis (manuell)

Der Bewässerungssack – die mobile Tröpfchen-Bewässerung



Wassergabe über Bewässerungssäcke in Berlin, RGV. (Aufnahme: 04.06.2015)



Wassergabe über Bewässerungssäcke in Wolfsburg (Aufnahme: 07.09.2017)

Bewässerung für Straßenbäume - Ansätze aus der Praxis (manuell)

Der Gießring aus **Kunststoff**:



Gießring aus Kunststoff (Aufnahme: 24.10.2018)



Gießring aus Kunststoff (Aufnahme: 18.10.2018)

Bewässerung im Garten- und Landschaftsbau

Empfehlungen zu Gießzeitpunkten und -mengen

Neupflanzungen (bis StU: 25 cm):

- 75 bis 100 Liter Gießwasser
- in den ersten 5 Standjahren Bewässerung nötig
- bei anhaltender Trockenheit (ab 10 Tage ohne Regen) und hohen Temperaturen, beim ersten Anzeichen erschlaffender Blätter aber vor Welke-Erscheinungen sollte gegossen werden
- Überprüfung der Eindringtiefe mit: Bohrstock

Quelle: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL) (2015): Empfehlung für Baumpflanzungen Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege. Bonn.

Moderne Baumstandorte machen es schwer den Bedarf einzuschätzen / die Eindringtiefe zu kontrollieren

Versiegelte Standorte:

Undurchlässig (Stein) oder durchlässig (Kunstharz + Splitt 2/4)



Sumpfeiche (*Quercus palustris*), **StU: 30 bis 35cm** in versiegelter Bauweise. Offene Baumscheibe 0,5 x 0,5 m. Verl, kleinere Stadt in OWL (Aufnahme: 09.05.2016)



Rotblühende Rosskastanie (*Aesculus x carnea „Briottii“*) ohne offene Baumscheibe auf dem Alexander Platz, Berlin-Mitte (Aufnahme: 23.02.2017)

Bewässerung im Garten- und Landschaftsbau

Empfehlungen zu Gießzeitpunkten und -mengen

Tab. 27: Bewässerungsgabe für Bäume je Bewässerungsgang in Abhängigkeit vom Stammumfang in den ersten Standjahren

Unter üblichen Witterungsbedingungen und bei durchschnittlichen Standortverhältnissen sind folgende Bewässerungsgänge und Mengen für Großbäume in den ersten Standjahren erforderlich:

- im 1. Jahr bis zu 20 Bewässerungsgänge,
- im 2. Jahr bis zu 15 Bewässerungsgänge,
- im 3. Jahr bis zum 5. Jahr bis zu 10 Bewässerungsgänge.

Baumgröße StU [cm]	Menge je Bewässerungsgang [l]	
	Regelmenge	Bei extremen Bedingungen
30 bis 50	200 bis 300	500
> 50 bis 80	300 bis 500	1000
> 80	400 bis 600	1500

Quelle: Roth-Kleyer, S. (Hrsg.) (2016). Bewässerung im Garten und Landschaftsbau. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Bewässerung im Garten- und Landschaftsbau

Berechnung der Gießwassermenge über Wasserentzug

Berechnung der realen Evapotranspiration (ETt) bzw. des Wasserbedarfs:

Formel: $ET_t = ET_0 \times L \times G \times B \times S$

Potenzielle Evapotranspiration (z.B. **4 mm** an diesem Tag, DWD,

Datengrundlage: *Lolium multiflorum*, Deutsches Weidelgrass)

x

Lebensbereich der Pflanze (z.B. trocken, nFK >30% <50%, Faktor: **0,6**)

x

Art der Vegetation (z.B. Bäume/Großsträucher, Faktor: **1,3**)

x

Bodenart (z.B. Sand, Faktor: **1,5**)

x

Sonnenexposition (z.B. volle Sonne, Faktor: **1,3**)

=

Wasserentzug / reale Evapotranspiration (ETt) an diesem Tag

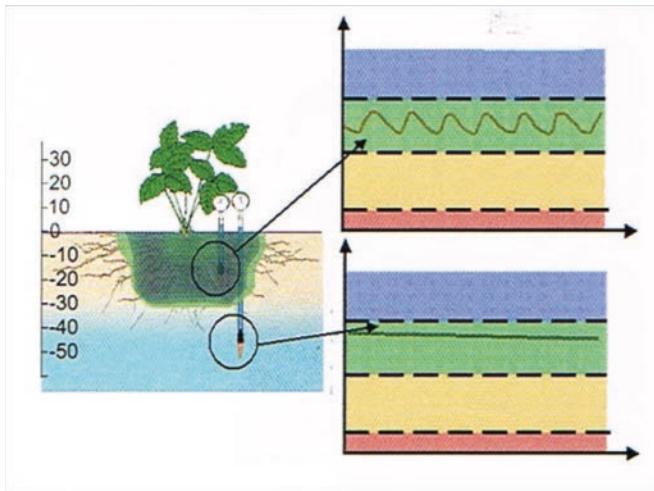
?????

Quelle: Roth-Kleyer, S. (Hrsg.) (2016). Bewässerung im Garten und Landschaftsbau. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Einsatz von Feuchtesensoren/Tensiometern zur Bewässerungssteuerung

Produktionsgartenbau (Gemüse, Obst)

- Nicht nach Schema F z.B. jeden 2 Tag
- Wasserbedarf einer Erdbeerkultur liegt zwischen 0,5 bis 6,0 mm bzw. Liter/m²
- Der Bedarf kann von Tag zu Tag schwanken



Aufnahme: T. Mosler

Gute Steuerung bei Erdbeerkulturen.
Messung in zwei Tiefen bei 20 und 50 cm
Tiefe.

Quelle: Mosler, T. (2016): Bewässerungssteuerung Effizient mit Sensoren. Spargel & Erdbeer Profi 2/2016.

Einsatz von Feuchtesensoren/Tensiometern zur Bewässerungssteuerung

Garten-und Landschaftsbau, Großbaumetablierung (Schweiz, 2018)



Die separaten Bewässerungskreise im und außerhalb des Wurzelballens wurden mit Bodenfeuchtesensoren gesteuert. **Außen** lag die Bodenfeuchte immer etwas höher als im Wurzelballen.

Quelle: Matthias Brunner, MSc ETH, unabhängiger Baumexperte (2018, dergartenbau Ausgabe 10/2018 (24. Mai). Zürich.

Beispiele aus der städtischen Baumpflege (2013 bis 2018)

Revitalisierung von Jungbäumen

Etablierung von Neupflanzungen

Revitalisierung von Jungbäumen im Berliner Regierungsviertel

Projektpartner:

Straßenbaumabteilung des Bezirksamtes Berlin Mitte (Baumeigentümer, Hubsteiger, Wasserfass, Arbeitskraft)

Beuth Hochschule für Technik Berlin (Masterarbeit)

COMPO expert (Drittmittelgeber: Dünger und Analysen)

Baumart und -anzahl:

238 Amerikanische Sumpfeiche, *Quercus palustris*

Pflanzzeitraum:

2000 bis 2005

Zeitraum der Revitalisierung:

2013 bis 2015

Betreuung der Pflanzung u.a. mit Feuchte Sensoren zur Steuerung der Bewässerung:

2013 bis heute

Masterarbeit (BHT) 2013: „Möglichkeiten und Grenzen der Revitalisierung von Jungbäumen im urbanen Raum“

Feldversuch im Berliner Regierungsviertel mit 238 Gehölzen



Aufnahme: 27.06.2013, BORGMANN GEN. BRÜSER ET. AL. 2015, Pro Baum

Vorversuche im Regierungsviertel an 10 (3) Gehölzen



Aufnahme: 04.06.2013, H. Balder

Masterarbeit 2013: „Möglichkeiten und Grenzen der Revitalisierung von Jungbäumen im urbanen Raum“

Feldversuch im Berliner Regierungsviertel: an 238 Gehölzen

17.06.2013



28.07.2013



08.09.2013



BORGMANN GEN. BRÜSER ET. AL. 2015, Pro Baum

Masterarbeit 2013: „Möglichkeiten und Grenzen der Revitalisierung von Jungbäumen im urbanen Raum“

Feldversuch im Berliner Regierungsviertel: an 238 Gehölzen

27.09.2013



14.10.2013



Vitaler Baum (VS 0)

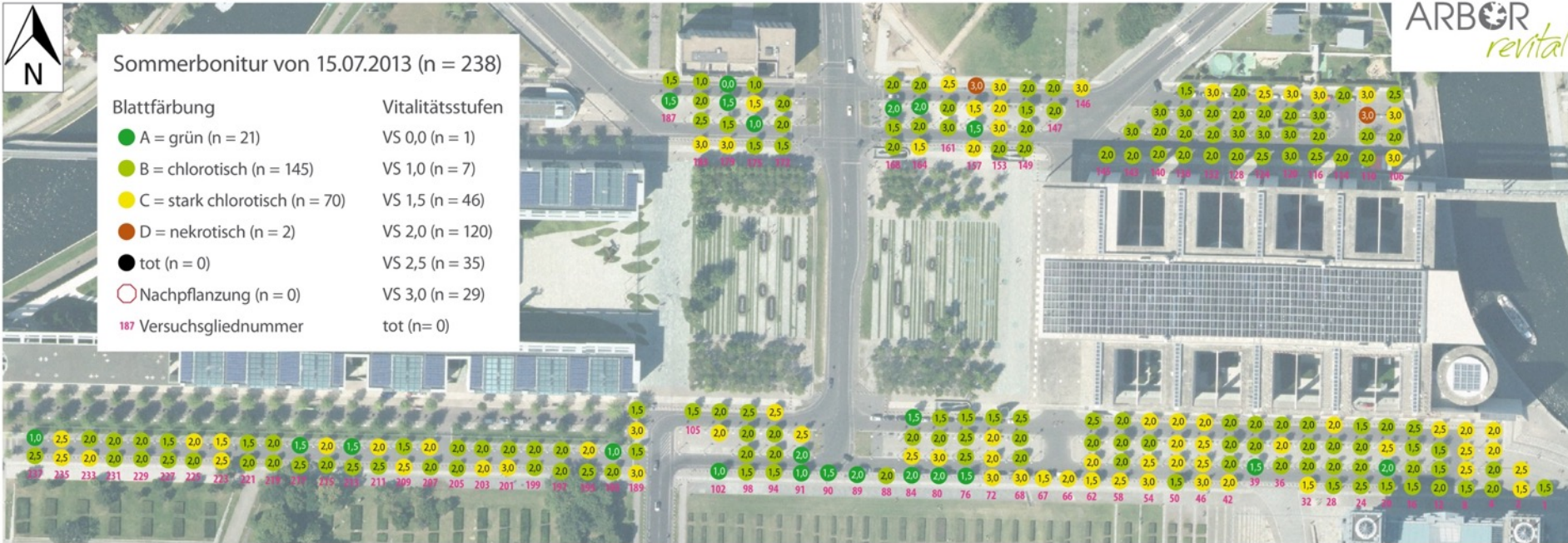
14.10.2013



BORGMANN GEN. BRÜSER ET. AL. 2015, Pro Baum

Masterarbeit 2013: „Möglichkeiten und Grenzen der Revitalisierung von Jungbäumen im urbanen Raum“

Feldversuch im Berliner Regierungsviertel: an 238 Gehölzen

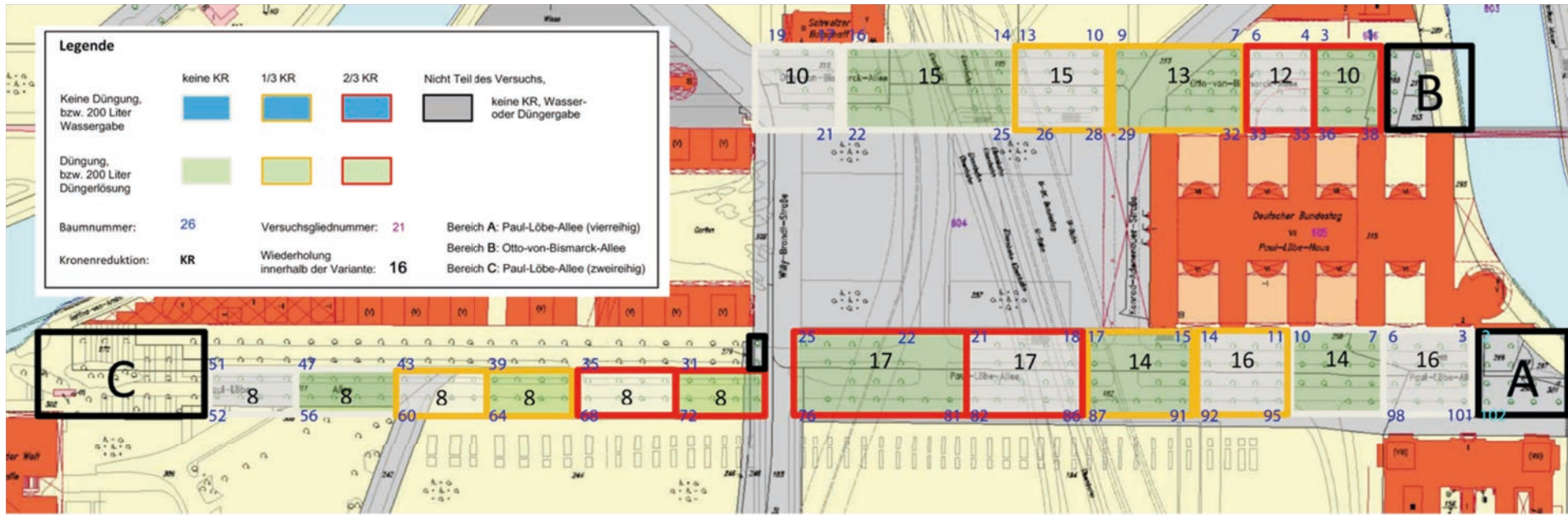


(Foto: FIS-Broker. Aufnahme: 14.07.2016)

© ARBOR revital Borgmann gen. Brüser & Sternberg GbR

Masterarbeit 2013: „Möglichkeiten und Grenzen der Revitalisierung von Jungbäumen im urbanen Raum“

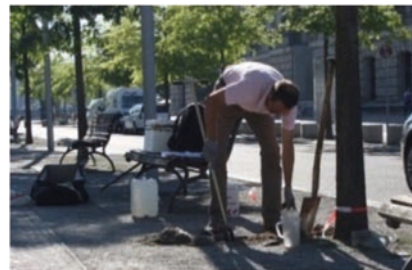
Feldversuch im Berliner Regierungsviertel: an 238 Gehölzen



QUELLE: BORGMANN GEN. BRÜSER ET. AL. 2015, Pro Baum

Masterarbeit 2013: „Möglichkeiten und Grenzen der Revitalisierung von Jungbäumen im urbanen Raum“

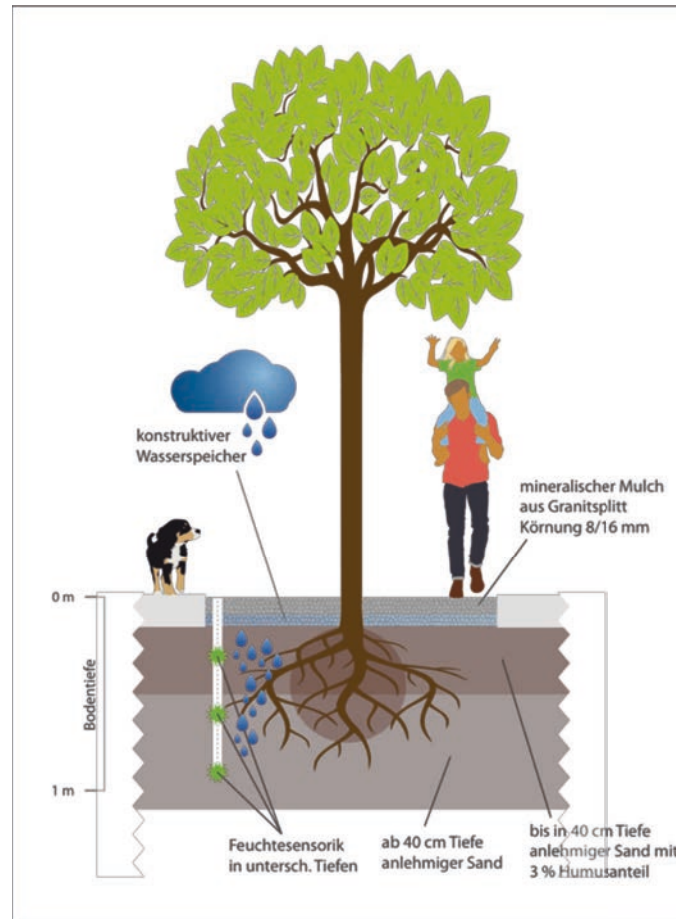
Feldversuch im Berliner Regierungsviertel: an 238 Gehölzen



AUFNAHMEN: JUNI 2013

Masterarbeit 2013: „Möglichkeiten und Grenzen der Revitalisierung von Jungbäumen im urbanen Raum“

Feldversuch im Berliner Regierungsviertel: an 238 Gehölzen



BORGMANN GEN. BRÜSER
ET. AL. 2016,
VERÄNDERT BAUMZEITUNG

Exemplarische Entwicklung 2013 bis 2016 (2013: VS 2, Variante: KR 2/3 + Nährstoffe)

07.07.2013



13.06.2014

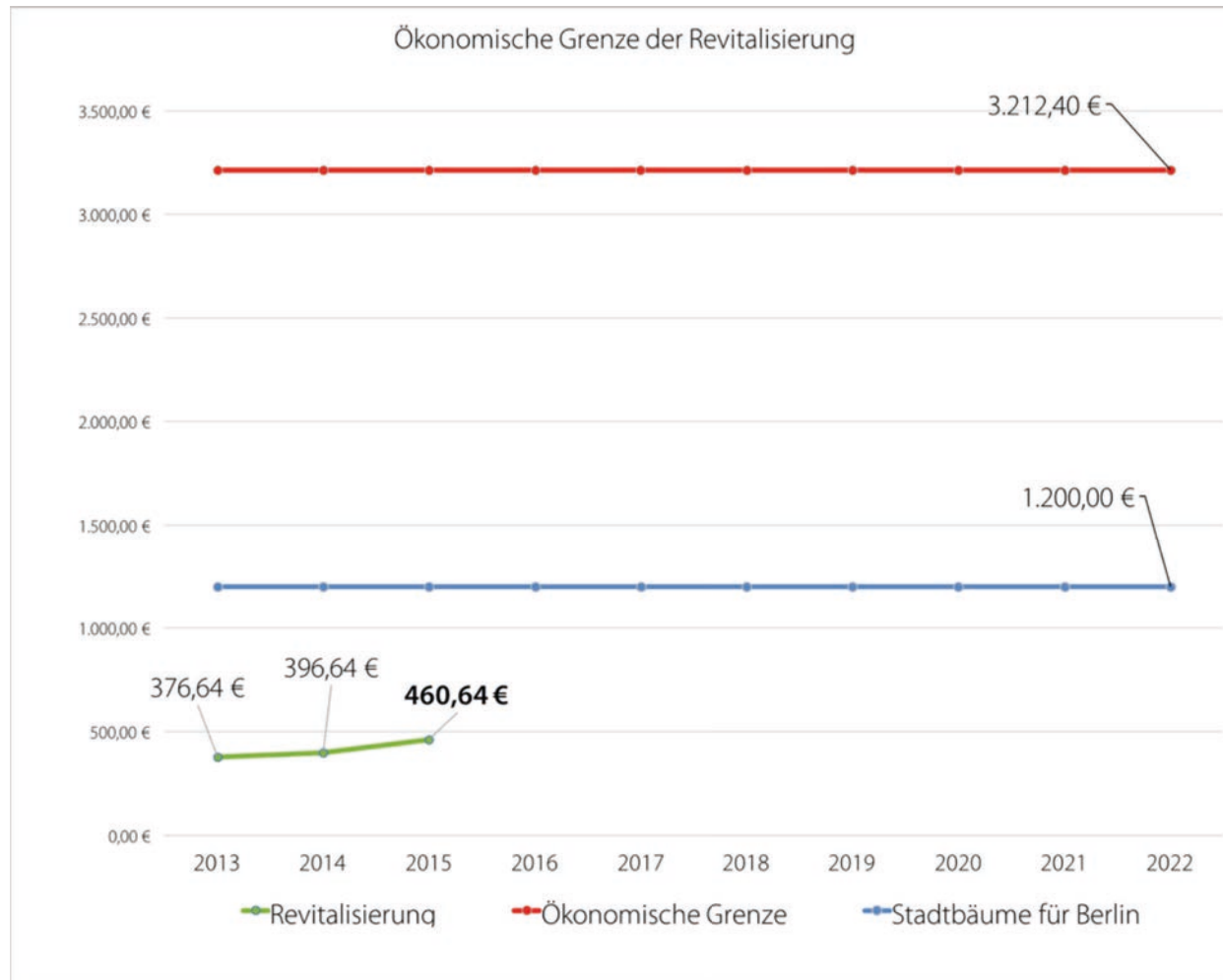


01.07.2015



BORGMANN GEN. BRÜSER ET. AL. 2015, VERÄNDERT PRO BAUM

Ökonomisches Fazit der Revitalisierung



BALDER ET. AL. 2016, VERÄNDERT PRO BAUM

Dokumentation der weiteren Entwicklung: 2016 -2017

Entwicklung mit sensoren-gestützter Bewässerung und **rein organischer Düngestrategie** (500g granulierter Langzeitdünger jeden; Markenname: FRISOL® forte plus (8+4+5))



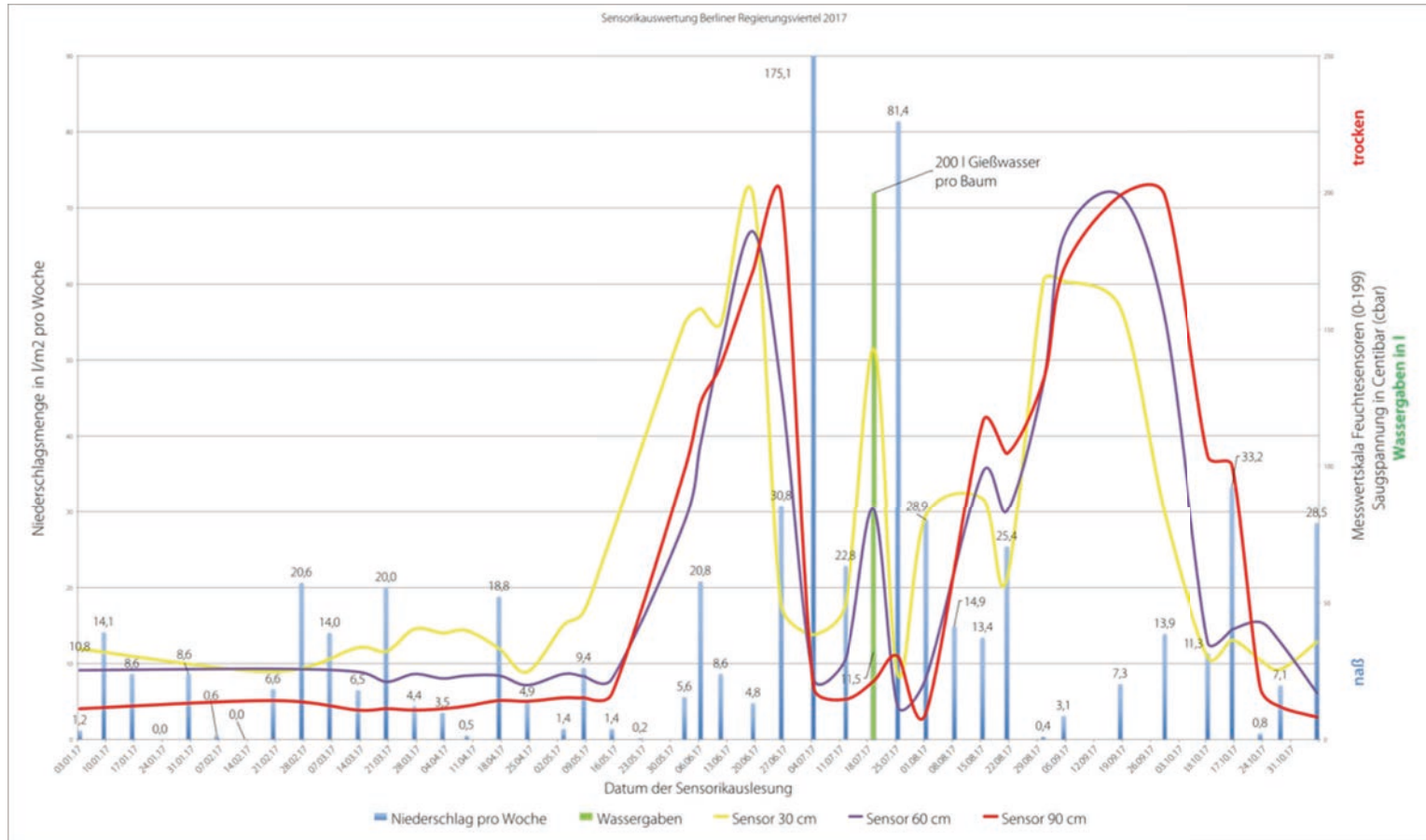
Entwicklung: 2017

Exemplarische Entwicklung sensoren-
gestützter Bewässerung mit **rein
organischer Düngestrategie** (500g
granulierter Langzeitdünger jeden;
Markenname: FRISOL® forte plus (8+4+5))

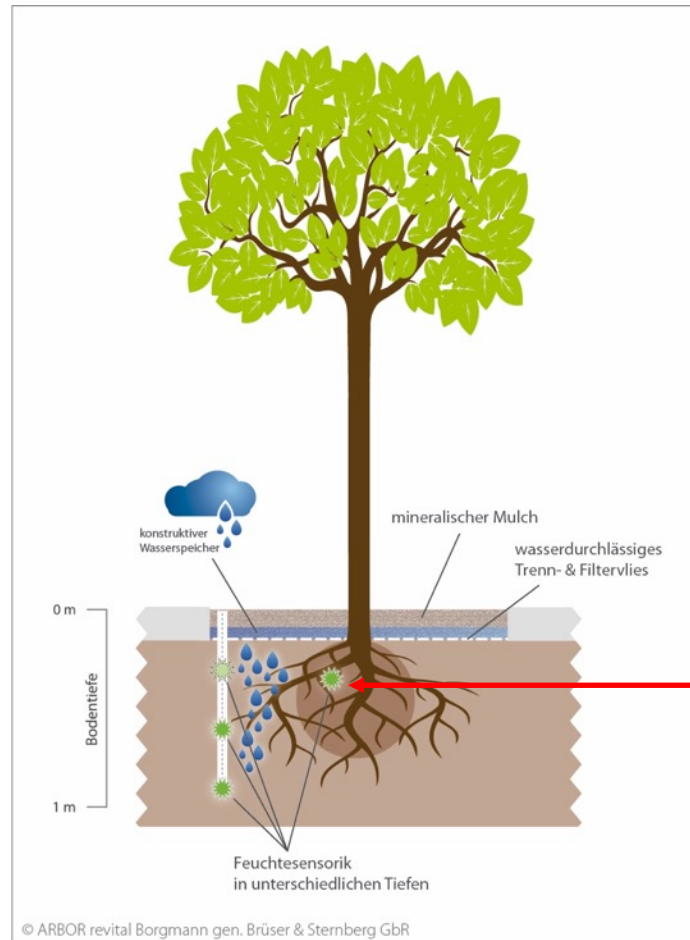


Aufnahme: 04.07.2017

Bodenfeuchte: 2017



Etablierung von Neupflanzungen



30 cm-Sensor =
Ballen-Sensor

BORGMANN GEN. BRÜSER ET. AL.
2016,
VERÄNDERT BAUMZEITUNG

Etablierung von Neupflanzungen (Alleebäume, StU 18-20)



Berliner Jungbaum in Berlin-Neukölln
Aufnahme: 07.02.2018



Etablierung von Neupflanzungen

Überwachung der Bodenfeuchte im Ballen, bei 60 und 90 cm Tiefe. Aufnahme: 07.02.2018



Etablierung von Neupflanzungen



Farbiges Klebeband markiert die unterschiedlichen Tiefen.
Aufnahme: 08.09.2017

© ARBOR revital

Etablierung von Neupflanzungen, manuelle Datenerhebung



Die Bodenwerte werden einmal in der Woche von Hand ausgelesen.
Aufnahme:
08.09.2017

© ARBOR revital

Etablierung von Neupflanzungen

→ manuelle Datenerhebung

Vorteile:

- geringes Vandalismus Risiko durch die Installation unter Flur
- Identifikation mit dem Projekt durch regelmäßiges Auslesen bzw. Besuche Vorort

Nachteile:

- Zeitaufwand. In etwa 1,0 Stunde pro Woche und Standort
 - anfahren
 - ablesen
 - versenden

Etablierung von Neupflanzungen

→ automatische Datenübertragung z.B. auf schwer zugänglichen Mittelstreifen



Aufnahme: Spätsommer 2018, Roland Wagner

Etablierung von Neupflanzungen → automatische Datenübertragung



Verbindungsleitung zwischen 5 Bäumen zur...



...Wetterstation bzw. Sendeeinheit.

Etablierung von Neupflanzungen

automatische Datenübertragung

vs.

manuelle Datenerhebung

Vorteile:

- Sehr häufige Übermittlung (alle 10 Minuten) der Bodenfeuchte möglich
- Zeitersparnis
- Wetterstation
 - **Lokaler** Niederschlag
 - Temperatur

Nachteile:

- Höhere Kosten
- Vandalismus Risiko

Resümee (2013 bis 2018)

- Einsatz von Bodenfeuchte-Sensoren ist praktikabel
- Gießgänge konnten eingespart bzw. Prozesse verbessert werden
- Weiteres Optimierungspotenzial im Bereich der städtischen Baumpflege ist gegeben

Wissenschaftliche Überprüfung

Laufende Bachelor-Arbeit im Studiengang
Arboristik (HAWK, Göttingen)

Student: Johannes Hertzler

Vorläufiger Titel:

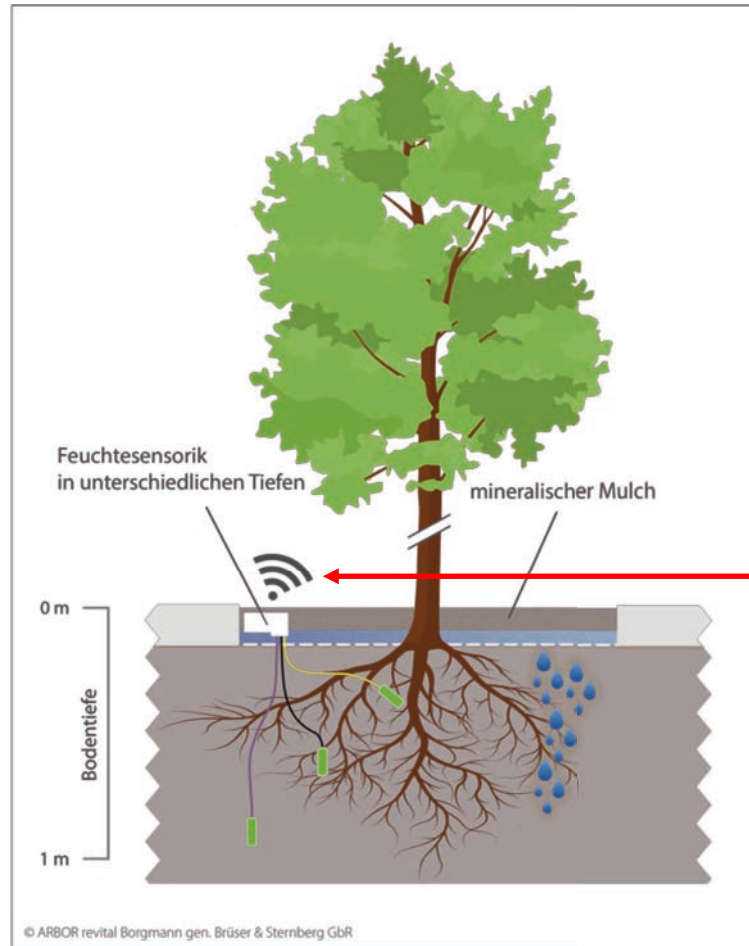
*„Experimentelle Überprüfung von
Watermark-Sensoren zur gezielten
Bewässerung von Jungbäumen.“*



Aufnahmen: 14.10.2018, Johannes Hertzler

Ausblick 1

Forschung & Entwicklung

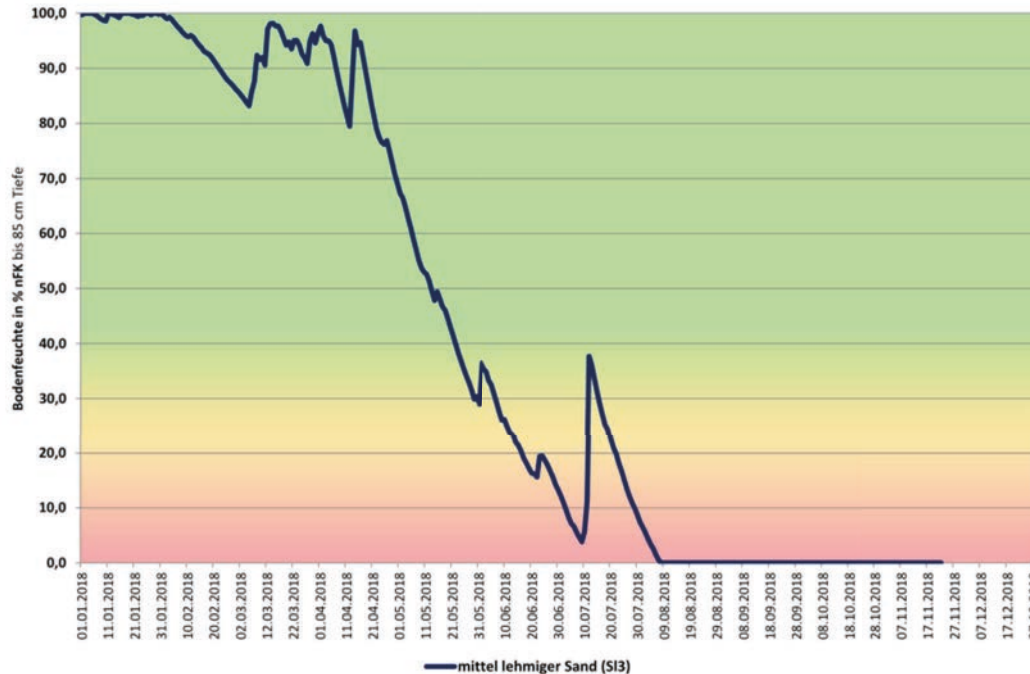


Praktikabel und kostengünstige Funkübertragung für urbane Straßenstandorte

Ausblick 2

Das Berliner Pflanzenschutzamt

Allgemeine Bewässerungsempfehlung für Stadtbäume



Wöchentlich aktualisiertes Diagramm gibt Aufschluss über pflanzenverfügbare Bodenfeuchte für das Beispiel Winterlinde an einem innerstädtischen Standort.

Quelle: Berliner Pflanzenschutzamt.

Link: <https://www.berlin.de/senuvk/pflanzenschutz/stadtgruen/de/beratung/bewaesserung.shtml>, Zugriff: 12.11.2018

Viele Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Alexander Borgmann gen. Brüser (M. Eng.)
ARBOR revival