

## Diskussionsbeitrag

### Erkenntnisse über die Ausbreitung und Speicherung von Wasser in Baumsubstraten

*Von Katharina Weltecke und Markus Streckenbach*

*leicht gekürzt erschienen in der B\_I galabau Nr. 1+2, Februar 2022, S. 62–65.*

**Im Rahmen eines Feldversuches mit orientierendem Charakter wurde getestet, wie sich Gießwasser in einem überbaubaren Baumsubstrat ausbreitet und gespeichert wird. Die Erkenntnisse aus diesem Versuch wecken Zweifel, ob die von der FLL (2010) festgesetzten Parameter geeignet sind, den Wasserhaushalt von Baumsubstraten wie beabsichtigt zu charakterisieren.**

#### Einleitung

Eine gängige Praxis ist es, Jungbäume während der Fertigstellungspflege über Belüftungs- und Bewässerungsrohre zu wässern (Roth-Kleyer 2016). Unklar ist dabei, wie sich das Wasser im Baumsubstrat ausbreitet. Theoretischen Überlegungen zur Folge dürfte sich Wasser in Baumsubstraten aufgrund ihrer groben Struktur kaum kapillar ausbreiten. So können z. B. in sandigen Böden Wurzeln maximal bis zu einer Entfernung von 0,5 m zum Grundwasserspiegel durch kapillaren Aufstieg noch ausreichend mit Wasser versorgt werden (Arbeitskreis Standortkartierung 2016). Bei größeren Abständen reicht der kapillare Transport nicht aus, um Pflanzen ausreichend mit Wasser zu versorgen.

Andererseits gibt es Erfahrungswerte aus der Praxis, die zeigen, dass eine Bewässerung über einfache Belüftungsrohre durchaus funktionieren kann. Daher stellt sich die Frage, ob Gießwasser in Baumsubstraten in erster Linie der Schwerkraft folgt und ungenutzt versickert – wie es nach den theoretischen Überlegungen sein müsste – oder ob es sich ausreichend im Wurzelraum verteilt. Dieser Frage wurde in einem Feldversuch nachgegangen, wobei sich zusätzlich Erkenntnisse zur Wasserspeicherkapazität von Substraten ergaben.

## Material und Methoden

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde ein Versuchsgraben von 9 m Länge, etwa 0,65 m Breite und 1,20 m Tiefe ausgehoben (Abb 1). Der Versuchsgraben wurde bis 50 cm unter Geländeoberkante (GOK) mit einem zertifizierten Baumsubstrat (Typ 2) fachgerecht verfüllt. Der umgebende Boden bestand aus einem extrem verdichteten stark sandigen Kies und angewittertem Grundgestein.



Abbildung 1: Ausgehobener Versuchsgraben zu Beginn des Versuches.

Parallel zum Einbau des Substrates wurde in den Graben ein Belüftungsrohr installiert. Es hatte eine Länge von 1,20 m und war im Bereich des Baumsubstrates geschlitzt. Am unteren Ende war das Rohr durch eine Kappe verschlossen, um zu verhindern, dass das Wasser nach unten abläuft. Außerdem war das Rohr mit einem feinmaschigen Textil umhüllt, um das seitliche Einschlämmen von Feinmaterial zu vermeiden.

Der Einbau des Belüftungsrohres erfolgte mit Hilfe eines Führungsrohres, welches nach dem Einbau des Baumsubstrates herausgezogen wurde. Der Hohlraum zwischen Belüftungsrohr und Führungsrohr wurde mit grobkörniger Lava aufgefüllt.

Mit Hilfe von volumetrischen Feuchtesensoren (SMT 100, Truebner GmbH, Ludwigshafen) wurde die horizontale und vertikale Ausbreitung des Gießwassers aufgenommen werden. Dazu wurden in Abständen von 50 und 100 cm zum Belüftungsrohr jeweils drei Feuchtesensoren in 10 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe unter Substratoberkante eingebaut. Weitere zwei Sensoren wurden in 150 cm Entfernung zum Belüftungsrohr in 35 cm und 60 cm Tiefe eingebaut (Abb. 2). Die Messwerte wurden mit einem Datenlogger in regelmäßigen Abständen aufgenommen und gespeichert.

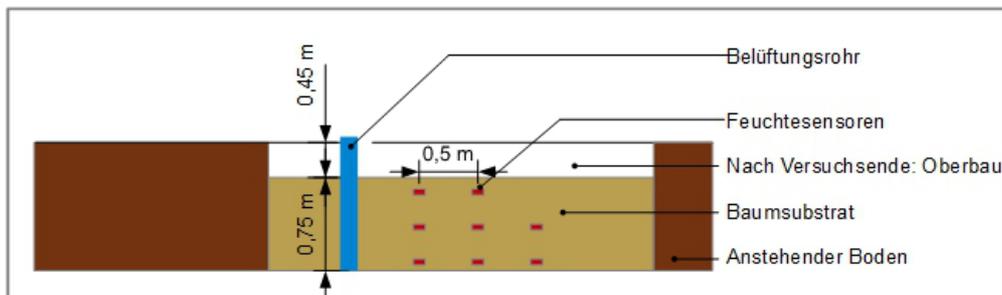


Abbildung 2: Skizze des Versuchsaufbaus.

Es fanden zwei Bewässerungsgänge mit jeweils ca. 250 L im Abstand von 13 Tagen statt. Beim ersten Bewässerungsgang wurde die Wassermenge gedrosselt über zwei Stunden abgegeben, damit sich das Wasser nicht oberflächlich verteilt und somit nachvollzogen werden konnte, wie es sich seitlich im Substrat durch Druck und Kapillarkräfte verteilt (Abb. 3). Beim zweiten Bewässerungsgang wurde dieselbe Menge Wasser mit maximalem Druck innerhalb von sieben Minuten in das Belüftungsrohr eingefüllt.

Der Versuch fand im Zusammenhang mit weiteren Untersuchungen statt, die in diesem Bericht keine Erwähnung finden. Sie bedingen allerdings zum Teil die Versuchsanordnung, wie z. B. den grabenförmigen Aufbau des Versuches.



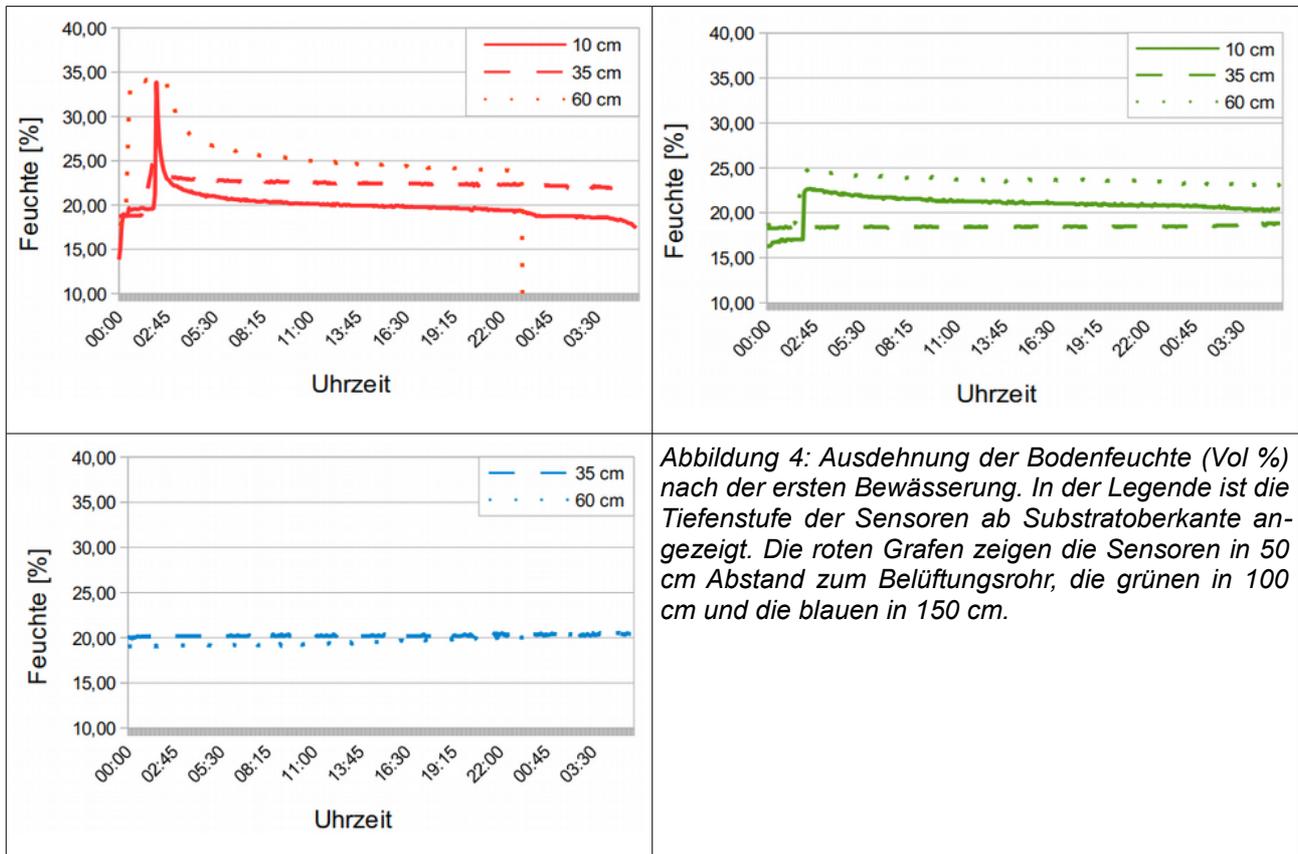
Abbildung 3: Bewässerung des Grabens über das Belüftungsrohr mit gedrosselter Wasserabgabe, um eine oberflächliche Verteilung des Wassers zu vermeiden.

# Ergebnisse

## 1 Ausbreitung des Wassers

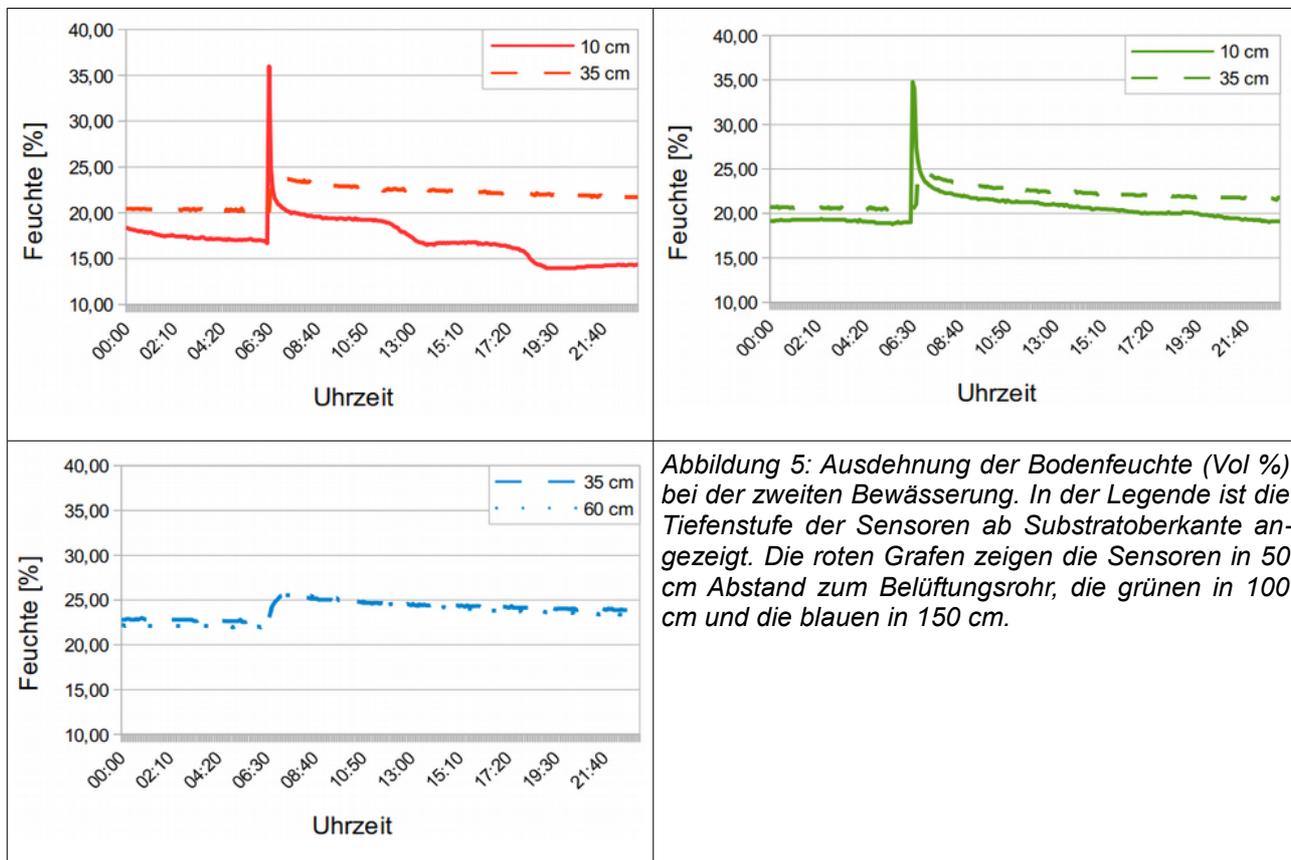
Folgende Beobachtungen wurden bei dem ersten Bewässerungsgang gemacht (Abb. 4):

- Das Wasser ist zunächst nach unten durchgeflossen und hat sich in der Tiefe ausgebreitet (rot gepunktete Linie). Etwas zeitverzögert gab es eine Anfeuchtung im oberen und mittleren Bereich (durchgezogene und gestrichelte rote Linien).
- In 100 cm Entfernung vom Belüftungsrohr ist nur wenig Wasser im unteren und oberen Bereich des Grabens angekommen (durchgezogene und gepunktete grüne Linien). Im mittleren Bereich ist in dieser Entfernung gar kein Wasser angekommen (grüne gestrichelte Linie).
- Der gleichförmige Verlauf der blauen Linien zeigt, dass in 150 cm Entfernung kein Wasser mehr angekommen ist.



Folgende Beobachtungen wurden bei der zweiten Bewässerung gemacht (Abb. 5):

Das schnelle Einleiten des Wassers hatte zur Folge, dass sich das Wasser oberflächlich verteilt hat und dann versickert ist (grüne durchgezogene Linie). Dadurch wurde das Substrat auch bis in 150 cm Entfernung von der Quelle durchfeuchtet (blaue Linien). Da die Ausgangsfeuchte des Substrates durch die vorherige Bewässerung und einem stärkeren Regenereignis bereits hoch war, stieg die Gesamtfeuchtigkeit des Substrats durch den zweiten Bewässerungsgang kaum an.



## 2 Wasserspeicherkapazität des Substrates

Entsprechend der Empfehlungen der FLL (2010), wird bei Baumsubstraten seitens der Hersteller üblicherweise die maximale Wasserspeicherkapazität angegeben. Diese beziffert das Wasser, welches nach einer 24-stündigen Aufsättigung und nach zwei Stunden Abtropfzeit im Substrat verblieben ist.

Auch wenn in diesem Zeitraum das meiste Wasser aus den Substraten abgetropft ist, welches nicht gegen die Schwerkraft gehalten werden kann, versickert in den darauffolgenden Stunden weiteres Wasser, bis die Feldkapazität erreicht ist. Sie gibt die Menge des Wassers an, welches im Boden gegen die Schwerkraft gespeichert werden kann und ist damit ein wichtiger pflanzenökolo-

gischer Parameter (Ad-hoc AG Boden 2005). Das heißt, die maximale Wasserspeicherkapazität überschätzt systematisch die tatsächliche Wasserspeicherkapazität der Substrate.

Auch dieser Umstand spiegelt sich in den Messergebnissen deutlich wider (Abb. 6). Unbekannt ist derzeit noch, wie gravierend diese Abweichung bei anderen Baums substraten ausfällt.

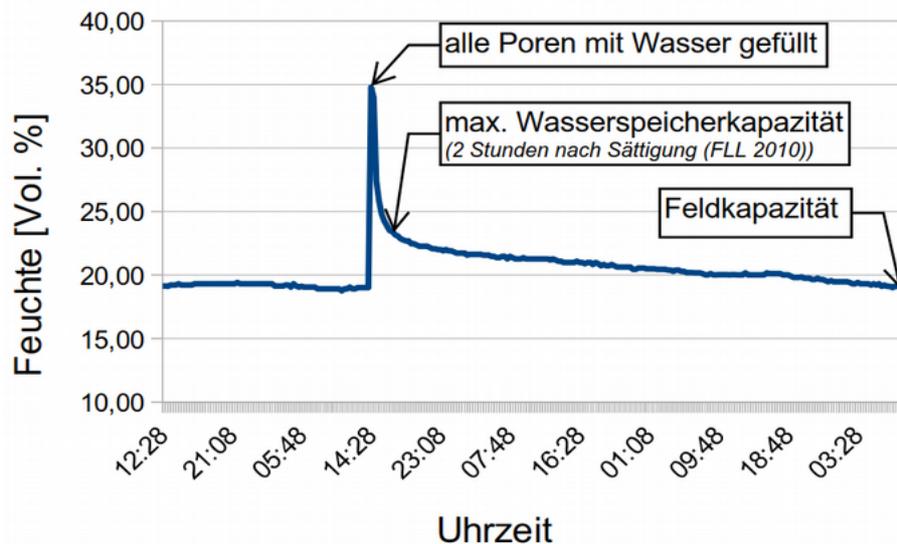


Abbildung 6: Darstellung der im Versuch gemessenen maximalen Wasserspeicherkapazität gemäß FLL (2010) und der Feldkapazität im Kurvenverlauf.

Die Auswertung der Messergebnisse brachte einen weiteren, noch gravierenderen Umstand zutage:

Die in 10 cm Tiefe eingebauten Sensoren, bei denen über einen kurzen Zeitraum ein Wasserüberstau eingetreten war, zeigten während der Überstauung eine Bodenfeuchte von 34 bis 36 % an (vgl. Abb. 4 und 5). Davon ausgehend, dass zu diesem Zeitpunkt alle Poren vollständig mit Wasser gefüllt waren, würde die Bodenfeuchte dem Gesamtporenvolumen des Substrates entsprechen. Diese Werte lagen allerdings deutlich unter dem im Prüfzertifikat angegebenen Gesamtporenvolumen von 51 %.

Die Ursache für die Differenz, die immerhin bis zu 17 Prozent betrug, ist in dem Umstand zu suchen, dass bei der Ermittlung des Gesamtporenvolumens und der Wasserspeicherkapazität im Labor die Substratproben nicht nur kurzzeitig sondern 24 Stunden lang überstaut werden. Erst dadurch können sich alle Poren mit Wasser füllen, auch die innerhalb des porösen Stützkorns. Ein Überstau von 24 Stunden wird allerdings bei normalen Bewässerungsgängen nicht erreicht. Diese (zusätzliche) Speicherkapazität bleibt daher zwangsläufig ungenutzt.

Dadurch, dass durch die Bewässerung im Feldversuch nicht alle Poren mit Wasser gefüllt werden konnten, lag die in dem Versuch erreichte maximale Wasserspeicherkapazität von 22 bis 28 % ebenfalls deutlich niedriger als der im Labor ermittelte Wert von 40 % (gemäß des Prüfzertifikats).

Die Feldkapazität lag in dem Versuch bei 20 bis 24 %. Zieht man davon noch einen geringen Anteil Totwasser in Höhe von 2 % ab, welches Bäumen aufgrund seiner zu festen Bindung in engen Poren nicht zur Verfügung steht, liegt das tatsächlich pflanzenverfügbare Wasser in dem untersuchten Substrat nach einer durchdringenden Bewässerung bei 18 bis 22 %. Dies entspricht in etwa der nutzbaren Wasserspeicherkapazität eines schwach schluffigen Sandes oder eines sandigen Lehms und ist damit lediglich als „mittel“ zu bewerten (Ad-hoc AG Boden 2005).

## **Fazit**

Der Feldversuch hat bestätigt, dass die kapillare Ausbreitung von Gießwasser in dem untersuchten Baumsubstrat wie erwartet gering ist und es gibt keinen Grund zur Annahme, dass sich dies in weiteren überbaubaren Baumsubstraten anders darstellen wird.

Eine radiale Ausbreitung des Gießwassers von noch akzeptablen 1,50 m kann erreicht werden, wenn die Belüftungs-Bewässerungseinrichtung ein Überlaufen des Belüftungsrohres vorsieht. Dies kann z. B. durch vom Belüftungsrohr horizontal abgehende Rohrstücke erreicht werden oder durch eine Flächenbelüftung (FLL 2019).

Das relativ schnelle Abfließen des Wassers in dem untersuchten Baumsubstrat verhindert unabhängig davon, ob Wasser punktuell über Belüftungseinrichtungen oder weiträumig über die Bodenoberfläche einläuft, dass dessen volles Potenzial zur Wasserspeicherung ausgeschöpft wird.

Da in der Praxis eine Anstauung über 24 Stunden nicht stattfindet, ist die Angabe der maximalen Wasserspeicherkapazität nicht dazu geeignet um einzuschätzen, wie viel Wasser den Bäumen nach einer Bewässerung zur Verfügung steht. Daher ist darüber zu diskutieren, welche Parameter anstelle dessen standardmäßig für Substrate erhoben und ausgegeben werden sollten, um den Verwendern eine bessere Einschätzung zu ermöglichen (vgl. Gaertig 2022).

## **Literaturangaben**

Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover, 438 S.

Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (2016): Forstliche Standortaufnahme. 7. Auflage. IHW-Verlag und Verlagsbuchhandlung, Eching, 400 S.

FLL, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. FLL, Bonn, 62 S.

FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.) (2019): Fachbericht Erhaltung von Verkehrsflächen mit Baumbestand (Inhaltsgleich mit FGSV Nr. 292). FLL, Bonn, 34 S.

Gaertig, T. (2022): Nutzbare Wasserspeicherkapazität von Baumsubstraten vor dem Hintergrund klimatischer Veränderungen – Unter welchen Voraussetzungen können Baumsubstrate die Anforderungen der FLL erfüllen? Vortrag auf dem SVK-Gehölzseminar 2022. Im Druck.

## **Autoren**

Katharina Weltecke (Dipl.-Ing. Forstwirtschaft (Fh), Dr. rer. nat.) ist freie Sachverständige für Baumstandorte und wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst (HAWK) in Göttingen. Schwerpunkt ihrer gutachterlichen Tätigkeit und Forschungsarbeit ist der Wurzelraum von Stadtbäumen.

Markus Streckenbach (Dipl.-Biol., Dr. rer. nat.) leitet das Sachverständigenbüro für urbane Vegetation in Bochum und bearbeitet schwerpunktmäßig Fragestellungen zu den Interaktionen von Bäumen mit städtebaulicher Infrastruktur, deren Verkehrssicherheit, ihren Schutz und Erhalt.