

## **Straßenbäume als Schwammstadtelemente – Erkenntnisse aus dem Monitoring von BlueGreenStreets Pilotstandorten**

M. Richter<sup>1</sup>, W. Dickhaut<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hafencity Universität, Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg, Deutschland

**Kurzfassung:** Seit 2019 wurden an unterschiedlichen Standorten im Rahmen von Pilotprojekten verschiedene Systeme von Baumrigolen geplant, gebaut und mit umfangreichen Monitoringsystemen ausgestattet. Die Systeme und deren Monitoring werden beschrieben und die gemessenen Faktoren während der ersten Standjahre verglichen, um deren wasserwirtschaftliche Effektivität und weitere Faktoren zur Bewertung der Standorteigenschaften und Baumvitalität wie Wassergehalte und -spannungen, O<sub>2</sub> Gehalte und Baumvitalitätsparameter zu bewerten.

**Key-Words:** Baumrigole, Schwammstadt, Straßenbäume, wassersensible Straßenraumgestaltung, Überflutungsschutz, Baumvitalität

### **1 Einführung**

Straßenbäume reduzieren Regenabflüsse und Bodenerosion durch den direkten Rückhalt auf bzw. Benetzung von Blättern und Ästen mit Wasser (Interzeption), die Ableitung von Wasser über den Stamm (Stammabfluss) und Infiltration über die Baumscheibe. Straßenbäume bzw. deren Substrate können auch Schadstoffe aus dem Regenwasser filtern bevor dieses in das Grundwasser infiltriert (Kluge et al., 2022). Zunehmende Hitze- und Trockenperioden führten in den letzten Jahren bereits vermehrt zu Trockenstress und durch die Zunahme von Extremwetterereignissen kommt es zu Vitalitätseinbußen und zu einer erhöhten Mortalität von Straßenbäumen. Trockenstress stellt besonders für Jungbäume, die mit ihren Wurzeln noch keine tiefer liegenden Wasserquellen erschlossen haben, eine Gefahr dar. Demnach müssen Strategien und Maßnahmen (weiter)entwickelt werden, die den Erhalt der Stadtbäume in Zeiten des Klimawandels gewährleisten. Straßenbäume als Elemente der Schwammstadt sind in den vergangenen Jahren ein im deutschsprachigen Raum viel diskutiertes und beforschtes Thema. Die Nutzung des Regenwassers angrenzender Flächen zur Bewässerung der Bäume soll einerseits zur Vitalität beitragen und andererseits durch die Abkopplung von Flächen einen Beitrag zum urbanen Überflutungsschutz leisten. Das Mehrangebot an Niederschlagswasser kann zur Verbesserung der in Städten erheblich beeinträchtigten Wachstumsbedingungen des Straßengrüns beitragen. Das Trockenheitsrisiko soll damit verringert und mitunter das Baumwachstum und die Vitalität erhöht werden. Dadurch wird die Funktion der Bäume zur Klimafolgenanpassung urbaner Räume genutzt, indem die Verdunstungs- und Verschattungsleistung aufrechterhalten bzw. gestärkt wird und daraus ein höherer mikroklimatischer Kühlungseffekt resultiert (BlueGreenStreets, 2022; Kluge et al., 2022). Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es noch eine Vielzahl ungeklärter Fragen, u.a. hinsichtlich der Auswirkungen auf die Baumvitalität, Wasserversorgung in Trockenzeiten und Finanzierung und Unterhaltung solcher Systeme. Trotzdem sind in den letzten Jahren auch aufgrund des hohen Handlungsdrucks, den der Klimawandel mit sich bringt, in vielen Kommunen erste Projekte umgesetzt worden. Um solche Systeme in der Praxis flächendeckend anzuwenden und sowohl in der Wasserwirtschaft als auch in der Grün- und Verkehrsplanung zu etablieren bedarf es weiterer Erkenntnisse zur Funktionalität und des Betriebs. Die Kombination von Versickerungsanlagen und Bäumen bzw. die Etablierung der Baumstandorte als Schwammstadtelemente hat in den vergangenen Jahren unterschiedliche technische Ansätze

hervorgebracht. Diese haben sich mittlerweile in Deutschland unter dem Begriff „Baumrigole“ versammelt (BlueGreenStreets, 2022; Pallasch et al., 2022). In Österreich und Schweiz ist eher das „Schwammstadt-Prinzip für Stadtbäume“ (Grimm et al., 2022) etabliert, welches auf dem Stockholmer Modell (Embren et al., 2009) basiert. Das Spektrum der entwickelten Baumrigolen-Systeme bietet die Möglichkeit, Einstau- bzw. Wasserspeichermengen zu regulieren oder die Wasserqualität durch Filter zu verbessern, so dass es zu einer kontrollierten und verbesserten Wasserzufuhr für den Baum kommen kann.

Neben den wasserwirtschaftlichen Zielsetzungen wird zukünftig auch der langfristige Umgang der Bäume mit den veränderten Randbedingungen in den Pflanzgruben in den Fokus rücken. Zudem ist bisher nicht abschließend geklärt, ob mit den neuen Pflanzgrubenmodellen in Trockenzeiten wirklich mehr Wasser im Untergrund zur Verfügung steht, so dass der Trockenstress der Bäume reduziert werden kann. Weitere Fragen sind, ob der Baum mit dem höheren Wasserangebot in Regenzeiten und den eingetragenen Schadstoffbelastungen zurechtkommt.

## 2 Pilotstandorte in Hamburg

Während der ersten Phase des vom BMBF geförderten Projekts BlueGreenStreets wurden seit 2019 an unterschiedlichen Standorten verschiedene Systeme von Baumrigolen geplant, gebaut und mit umfangreichen Monitoringsystemen zur Bewertung der hydraulischen Wirkungen, des Bodenwasser- und Lufthaushalts, der Baumvitalität und der stofflichen Wirkungen ausgestattet. In diesem Beitrag soll der Fokus auf den Ergebnissen des Monitorings der ersten Vegetationsperioden von 2020 - 2022 liegen. Die Bauweisen der Pilotstandorte unterscheiden sich hinsichtlich der Substrate, Abdichtungen und der entwässernden Flächen. In der Hölertwierte in HH-Harburg wurden im März 2020 zwei Baumrigolen (+ 2 Referenzbaumgruben ohne zusätzliche Regenwassereinleitung) mit unterirdischer Bentonit-Abdichtung, FLL Typ 2 Baumsubstrat (0,50 m bis 2,00 m unter GOK) und einer unterirdischen Zuleitung von Regenwasser von Dachflächen gebaut (Abb. 1 links). Zwischen Baumgruben und Dachabläufen wurde ein Schacht gebaut, der als Pufferspeicher dient und einen Notüberlauf in den RW-Kanal bereitstellt. Einen ähnlichen Aufbau haben die Baumrigolen im Beckerkamp (3 + 3 Referenzstandorte), jedoch mit Zuleitung von Straßen-Regenwasser und einer an das Stockholmer Modell angelehnten Substratmischung („LSBG No. 5“). Diese werden hier nicht weiter betrachtet.

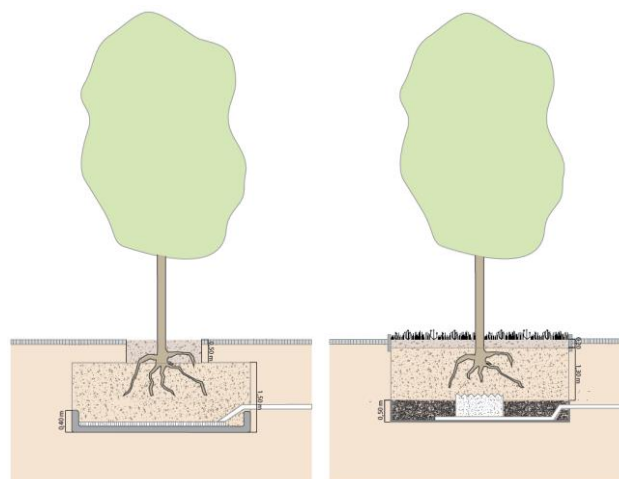


Abbildung 65: Skizzen der Baumrigolen in der Hölertwierte (links) und im Alten Postweg (rechts)(© BGS, HCU)

Ein dritter Typ mit einer 0,50 m hohen abgedichteten Kiesrigole als Speicherraum und einem Kapillarblock zur Gewährleistung des Wasseraufstiegs aus der Rigole, wurde ebenfalls in HH-Harburg, in zweifacher Ausführung im Alten Postweg gebaut (Abb. 1 rechts). Diese werden ebenfalls mit Regenwasser von angrenzenden Dachflächen bewässert. Oberhalb der Kiesrigole wurde der Wurzelraum der Baumgrube mit überbaubarem Baumsubstrat nach FLL Typ 2 hergestellt (ca. 1,50 – 0,20 m unter GOK). Zwischen Kiesrigole und Baumsubstrat wurde, um die Verlagerung von Feinmaterial zu verhindern, Geotextil eingebracht. Um das in den Kiesrigolen gespeicherte Regenwasser für die Bäume verfügbar zu machen bzw. in den Wurzelraum zu transportieren, wurde ein Kapillarblock eingebaut (2,00 – 1,20 m unter GOK), die den kapillaren Aufstieg des Wassers aus der Rigole nach oben in den Wurzelraum gewährleisten soll. Dieser Kapillarblock besteht aus einem dafür entwickelten Substrat mit den Bestandteilen Feinsand (37 vol.%), Lava 0-4 (24 vol.%), Lehm (20 vol.%), Bentonit (10 vol.%) und Diatopor (9 vol.%).

### 3 Monitoring

Um die wasserwirtschaftliche Wirksamkeit der Baumgruben zu monitoren und zu evaluieren wurden zu- und abgeleitete Wassermengen über Regen- und Pegelsensoren gemessen. Die Regendaten wurden von Hamburg Wasser und dem Institut für Wasserbau der TU Hamburg bereitgestellt. In unterschiedlichen Tiefen (0,10 – 1,20) und in unterschiedlicher Entfernung zum Ballen wurden die Parameter volumetrischer Wassergehalt, Wasserspannung, O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>-Gehalte (nach Heger et al. 2020) gemessen. Details der Sensorenanordnung in den Baumgruben sind in Abb. 2 dargestellt.

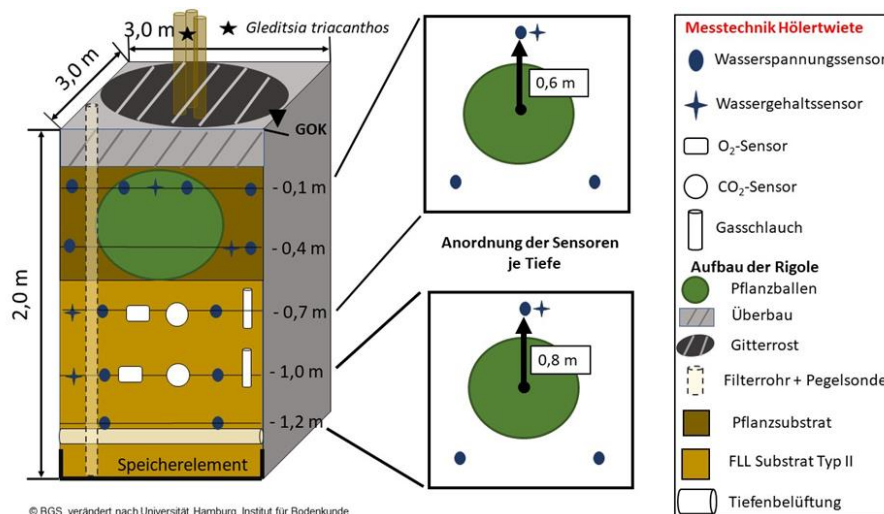


Abbildung 2: Systemskizze der in den Baumrigolen in der Hölertwiete gebauten Baumgruben mit Sensoren (© BGS, Institut für Bodenkunde Uni HH).

Die Baumvitalität wurde über die Parameter stomatäre Leitfähigkeit, Blattchlorophyllgehalt und -fluoreszenz, Delta-13C-Isotopenanalyse, Ast- und Stammzuwachs sowie eine Bonitur abgebildet. Die Messungen des Bodenluft- und Wasserhaushalts und der Baumvitalität in der Hölertwiete wurden vom Institut für Bodenkunde der Universität Hamburg durchgeführt. Weiterhin wurden mit Hilfe des eingebrachten Standrohrs Sickerwasserproben genommen, um die Belastung des Regenwassers, die dadurch ggfs. notwendige Reinigung, und die eventuelle Reinigungsleistung der Substrate beurteilen zu können.

An den Baumrigolen mit Kapillarblock am Standort Alter Postweg wurden Pegelrohre zur Messung der Wasserstände in den Kiesrigolen und Sensoren zur Messung des

volumetrischen Wassergehalts und der Wasserspannung in den Tiefen 0,30 – 0,60 – 0,90 m (Abb. 3) eingebracht.

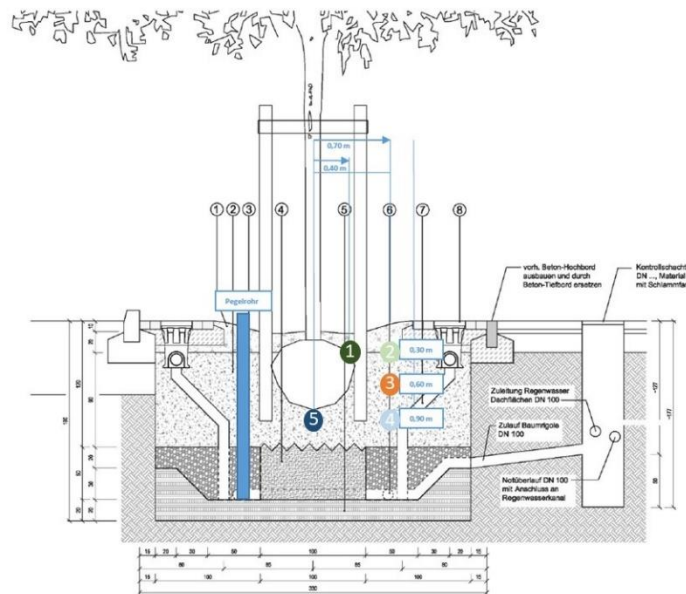


Abbildung 3: Systemskizze der in den Baumrigolen im Alten Postweg gebauten Baumgruben mit Messpunkten (© BGS, HCU).

#### 4 Ergebnisse

Die wasserwirtschaftliche Wirksamkeit der Baumrigolen in der Hölertwiete wurde anhand der Pegelstände, Regensummen und die über den Notablauf abgegebenen Wassermengen erfasst. Das System aus zwei Baumrigolen und dem Bewässerungsschacht hat eine hohe hydrologische Effektivität. Über den gesamten abgebildeten Zeitraum wurden < 10% der auf die Dächer gefallenen Niederschläge an die Kanalisation abgegeben. Es kam nur an 47 von 859 (5%) Tagen zu einer Ableitung von Regenwasser über den Notüberlauf. Es konnte festgestellt werden, dass es im gemessenen Zeitraum nicht zum Überstau des Wurzelraums kam. Bei Vollfüllung des Speicherraums und weiterer Wasserzufuhr bzw. Pegelanstieg wurde überschüssiges Wasser in die umliegenden Bodenbereiche versickert. Die Pegelstände in den Pflanzgruben stiegen nicht über -1,40 m unter GOK. Ebenfalls ist zu erkennen, dass der Wasserstand in den Baumgruben nach Vollfüllung des Speicherraums innerhalb von 1 – 2 Wochen kontinuierlich absinkt.

Die Bodenwasserspannung von 1.200 hPa als Trockenstressgrenzwert wird in den Vegetationsperioden 2020 und 2021 in der Hölertwiete bis in die Tiefe von 40 cm im Pflanzsubstrat überschritten (Abb. 4 oben). Die niedrigen Wasserspannungen und hohen Wassergehalte in 2020 und 2021 in den Tiefen > 40 cm zeigen bei Baumrigolen und Referenzen nasse Bedingungen auf (Abb. 4 unten). Die Gehalte der Bodenluft von 15 und 10 % O<sub>2</sub> als Grenzwerte der uneingeschränkten Wurzelaktivität und des Pflanzenwachstums (Leh 1989, Sojka und Scott 2002) werden bei Rigolen und Referenzen in der jeweiligen Vegetationsperiode zeitweilig unterschritten. Bis 2021 zeigten somit beide Varianten am Standort Hölertwiete die gleiche Dynamik des Luft- und Wasserhaushaltes auf. Auch die Vitalitätsparameter stomatare Leitfähigkeit, der Blattchlorophyllgehalt und die -fluoreszenz sind bei den Baumrigolen und Referenzen im Jahr 2021 nicht signifikant unterschiedlich.

Im Jahr 2022 ist bei beiden Varianten am Standort Hölertwiete eine Austrocknung in der Tiefe 0,7 m aufgrund der beginnenden Wasserentnahme durch die Wurzeln zu beobachten. In den

Tiefen 0,7 – 1,0 m wird der Trockenstressgrenzwert bei der Rigole tageweise überschritten (Abb. 4 oben), was auf eine stärkere Auswurzelung in Richtung des Wasserspeicherelementes hindeuten könnte.

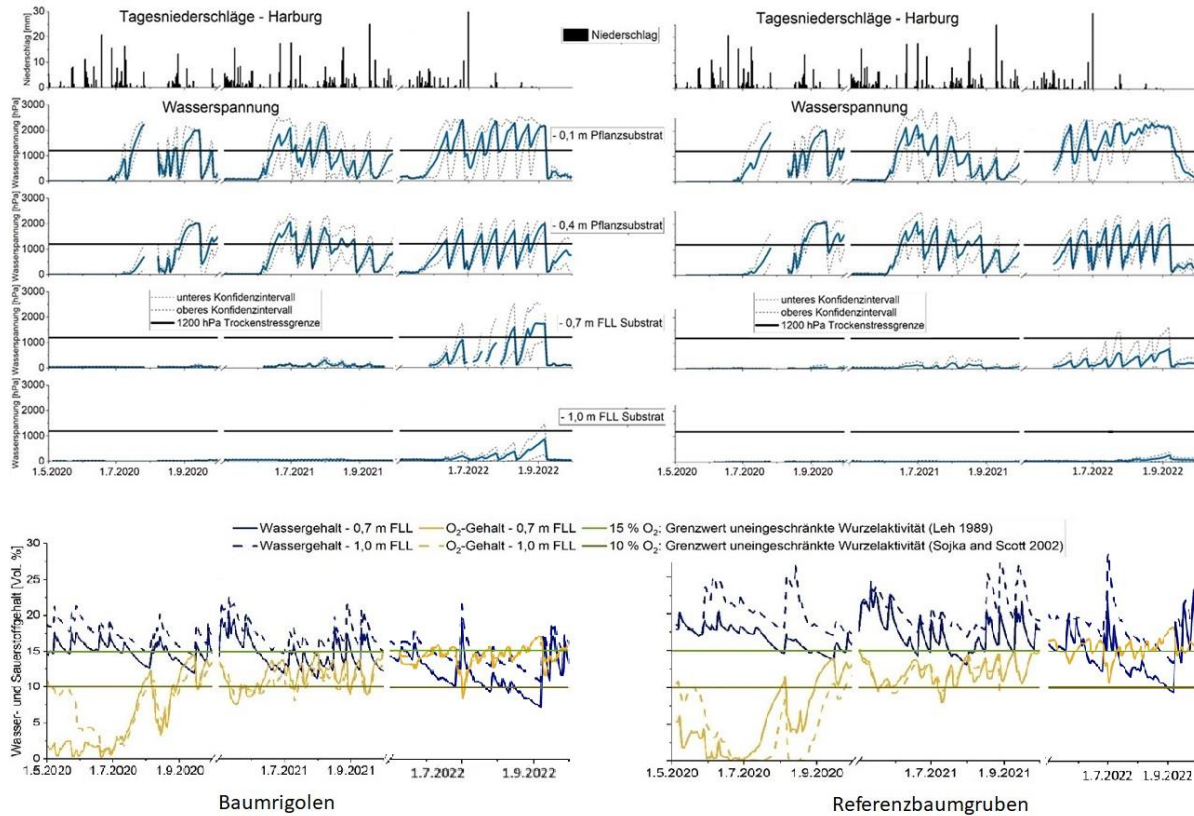


Abbildung 4: Verlauf der mittleren Tageswerte der Wasserspannungen in unterschiedlichen Tiefen (oben), der Wassergehalte (unten, blau) und O<sub>2</sub> Gehalte (unten, gelb) der Baumrigolen (links) und Referenzbaumstandorte (rechts) in der Höllertwiete in den Vegetationsperioden 2020 - 2022 (© BGS, Institut für Bodenkunde Uni HH).

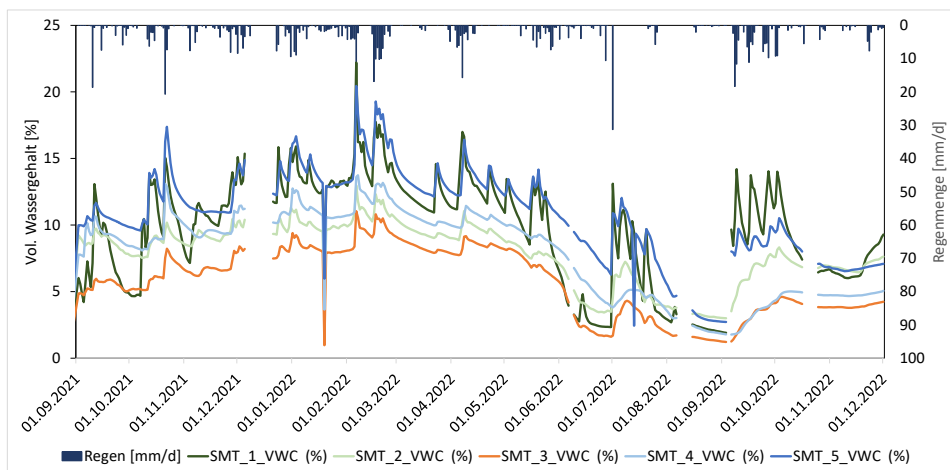


Abbildung 5: Verlauf der mittleren Tageswerte der Wassergehalte in unterschiedlichen Tiefen der Baumrigolen im Alten Postweg (© BGS, HCU).

Die Varianten mit Kapillarsäule im Alten Postweg zeigen bisher unterschiedliche Verläufe in unterschiedlichen Tiefen und Entfernungen von der Stammachse (Abb. 5, Messpunkte 1 – 5 siehe Abb. 3). Grundsätzlich wurden an Messpunkt 1 (Pflanzballen) und 5 (oberhalb der Kapillarsäule) stets die höchsten Wassergehalte gemessen, was auf eine bessere Wasserspeicherkapazität des Bodens im Ballen hindeutet und den Transport von Wasser aus der Rigole andeutet. An diesen Punkten wurden auch die wenigsten Tage mit Überschreitung des Trockenstressgrenzwerts (1200 hPa) gemessen, 9 bzw. 11 Tage im Gegensatz zu 33, 44 und 13 Tagen (Messpunkte 2, 3, 4).

## 5 Fazit

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass aufgrund des kurzen Etablierungs- und damit Messzeitraumes und der damit unvollständigen Auswurzelung nur vorläufige Aussagen bezüglich der Luft- und Wasserhaushaltsdynamik und der Baumvitalität getroffen werden können. Die Ableitung von Handlungsempfehlungen für zukünftige Neupflanzungen aus diesem Untersuchungskonzept wird erst nach einer längeren Messdauer möglich. Bisher zeigen die Ergebnisse zumindest einen positiven Effekt bezüglich der Überflutungsvorsorge und potenziell bessere Wasserversorgung der Standorte, ohne für die Bäume negative Auswirkungen wie Staunässe zu erzeugen.

## 6 Literatur

- BlueGreenStreets (BGS)(Hrsg.) (2022): BlueGreenStreets Toolbox – Teil A & B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere. März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- Embrén, B.; Alvem, B. M.; Stål, A.; Orvesten, A. (2009): Planting Beds in the City of Stockholm. A Handbook. Stockholm.
- Grimm, K., Murer, E., Schmidt, S., Anna, Z. 2022: Das Schwammprinzip für Bäume. Entwicklung und Umsetzung in Österreich. Stadt+Grün 7/2022: 19-25.
- Heger, A.; Kleinschmidt, V.; Gröngröft, A.; Kutzbach, L.; Eschenbach, A. (2020): Application of a low-cost NDIR sensor module for continuous measurements of in situ soil CO<sub>2</sub> concentration. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 183, S. 557-561.
- Kluge, B.; Pallasch, M.; Geisler, D.; Hübner, S. (2022): Straßenbäume und dezentrale Versickerung als Beitrag wassersensibler Stadtentwicklung - Teil 1. In: KA: Korrespondenz Abwasser, Abfall 69 (5), S. 358–377. DOI: 10.3242/kae2022.05.001.
- Leh, H.O. (1989): Innerstädtische Stressfaktoren und ihre Auswirkungen auf Straßenbäume. In: Landwirtschaftliche Forschungsanstalt Bünthehof (Hrsg.): Kali-Briefe 19. Hannover. S. 719-742.
- Pallasch, M.; Geisler, D.; Kluge, B. (2022): Straßenbäume und dezentrale Versickerung als Beitrag wassersensibler Stadtentwicklung - Teil 2. In: KA: Korrespondenz Abwasser, Abfall 69 (9), S. 747–759.
- Sijka, R.E.; Scott, H.D. (2002): Aeration measurement. In: Lal, R. (Hrsg.): Encyclopedia of Soil Science. New York. S. 27-29.

**Korrespondenz:**

Michael Richter  
HafenCity Universität, FG Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung  
Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg  
Tel: 040/42827-5335  
michael.richter@hcu-hamburg.de

---