

Typologisierung und Bewertung von optimierten Straßenbaumstandorten

Michael Richter¹, Nadine Meiser¹, Wolfgang Dickhaut¹

¹ *HafenCity Universität Hamburg, Deutschland*

Kurzfassung: Die Kombination von Straßenbäumen mit Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen kann sowohl die Vitalität der Bäume erhöhen als auch die urbane Überschwemmungsgefahr verringern, indem das Regenwasser in Baumgruben geleitet wird. Im BlueGreenStreets (BGS) Projekt wurden unterschiedliche vegetationstechnische Systeme zusammentragen und anhand von Merkmalen und Effekten differenziert und verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass die Einleitung von Regenwasser von versiegelten Flächen in Baumgruben ein erhebliches Potenzial für die Regenwasserbewirtschaftung (RWB) und die Verbesserung der Baumgesundheit durch die Verringerung von Trockenstress bei Stadtbäumen haben kann. Weltweite Ansätze zur Optimierung von Baumgruben für die Infiltration von Regenwasser und die Verbesserung der Wasserversorgung sind vielversprechend. Es wurden verschiedene Systeme und Substrattypen getestet, und die Straßenbäume zeigen im Allgemeinen eine gute Vitalität, auch wenn eine systematische Langzeitüberwachung der Baumvitalität bisher nur selten durchgeführt wurde. Forschungsbedarf besteht noch bei der temporären Wasserspeicherung in Trockenperioden. Die unterschiedlichen Systematisierungsansätze werden anhand der Kriterien Wasserversorgung, Überflutungsschutz, Wurzelraum, Unterhaltung, Technisierungsgrad bewertet.

Key-Words: Schwammstadt; Baumrigole; blau-grüne Infrastruktur; BlueGreenStreets; Regenwasserbewirtschaftung; Baumstandorte

1 Straßenbäume und Regenwasserbewirtschaftung

Städtische Räume stehen vor vielfältigen Herausforderungen: großflächig versiegelte undurchlässige Oberflächen, geschädigte Böden, begrenzter Raum für Grünflächen sowie zunehmende Risiken durch den Klimawandel – etwa Starkregenereignisse und längere Trockenperioden. Urbane blau-grüne Infrastrukturen, wie insbesondere Stadtbäume, bieten großes Potenzial, um die Klimaanpassung zu unterstützen. Sie entlasten bestehende Entwässerungssysteme, indem sie Regenwasser von versiegelten Flächen aufnehmen, den Abfluss verzögern, die Grundwasserneubildung

fördern und durch Verdunstung über Pflanzen für Abkühlung sorgen. Gleichzeitig hat eine gezielte Zuleitung von Regenwasser das Potenzial die Vitalität urbaner Vegetation, die häufig unter Trockenstress leidet, zu erhöhen. Gesunde Straßenbäume bieten darüber hinaus zahlreiche ökologische und soziale Vorteile: Sie verbessern die Luftqualität, speichern CO₂, spenden Schatten, mildern den urbanen Wärmeinseleffekt und fördern die Biodiversität (Mullaney et al. 2015). Allerdings schränken die oft schwierigen Standortbedingungen in Städten – etwa begrenzter Wurzelraum oder verdichtete Böden – ihre Ökosystemleistungen erheblich ein (Dickhaut & Eschenbach 2019). Bodenverdichtung zerstört wichtige Makroporen im Boden, was den Wasserabfluss, die Belüftung und das Wurzelwachstum behindert und somit das Pflanzenwachstum negativ beeinflusst (Bassuk et al. 2015). Um den Erhalt urbaner Bäume langfristig zu sichern sind ausreichender Wurzelraum, geeignete Bodenverhältnisse, ein funktionierender Gasaustausch sowie effektive Drainage und Wasserversorgung entscheidend. Ein zukunftsweisender Ansatz zur Lösung dieser Probleme ist der Umgang mit Regenwasser nach dem Schwammstadt-Prinzip. Das kann nicht nur die Speicherung von Regenwasser fördern, sondern auch zur Minderung von Starkregenfolgen, zur Anreicherung des Grundwassers und zur besseren Versorgung der Stadtbäume beitragen. Die Regenwasserbewirtschaftung an Baumstandorten kann somit ein bedeutender Baustein zur Klimaanpassung in Städten werden.

2 Typologisierungsansätze

In Deutschland werden Baumstandorte mit RWB meist als Baumrigole subsummiert, unabhängig von der technischen Ausgestaltung der Systembausteine. Um den Begriff zu schärfen und eine Abgrenzung unterschiedlicher Systeme zu erreichen, wurden während der ersten Forschungsphase von BlueGreenStreets (2019 – 2022) unterschiedliche Kategorien beziehungsweise Elemente für Baumstandorte entwickelt (Abb. 1, BlueGreenStreets 2022).

2.1 Typologie nach BlueGreenStreets Toolbox

Hydrologisch optimierte Baumstandorte wurden definiert als Pflanzgruben, die im oberflächennahen Bereich baulich verändert wurden, um den Bäumen Wasser zuzuführen. Diese oberflächennahen Veränderungen zielen auf die Zuführung von Regenwasser aus den angrenzenden versiegelten Nebenflächen und somit auf eine erhöhte Wasserversorgung der Bäume ab. Als Baumrigole wurde nach der BGS-Kategorisierung ein Baumstandort definiert, dem aktiv Regenwasser zugeleitet wird und dessen Wurzelraum mit einem strukturreichen, den Wasser- und Lufthaushalt optimierenden Substrat, gefüllt ist (z.B. „Stockholmer Modell“). Diese Bauweise verhindert Verdichtung, speichert Regenwasser, und soll die Wasserverfügbarkeit für Bäume verbessern sowie die verzögerte Versickerung des Überschusswassers sicherstellen. Baumrigolen mit Speicher können unterirdisch mit einer technischen oder naturnahen Konstruktion abgedichtet werden. Die Speicherelemente können eine

langfristige Wasserspeicherung ermöglichen, ohne jedoch dauerhaft wassergesättigte Verhältnisse in der gesamten Baumgrube zu fördern. Überschusswasser kann seitlich in umgebende Bodenbereiche versickern.

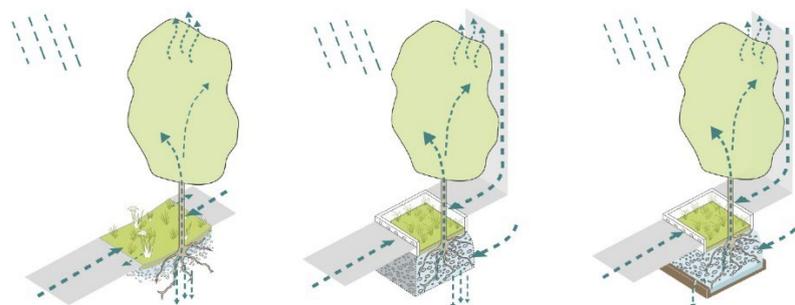


Abbildung 1: Kategorien von Baumstandorten mit RWB: hydrologisch optimierte Baumstandorte (li.), Baumrigole (mi.) und Baumrigole mit Abdichtung (re.) (Grafik: BlueGreenStreets, bgmr).

2.2 Typologisierung internationaler Fallbeispiele

Im Rahmen eines systematischen Reviews (Richter et al. 2023) wurden 39 wissenschaftliche Studien nach der Frage untersucht, welche vegetationstechnischen Lösungen für städtische Baumstandorte als blau-grüne Infrastruktur bekannt sind und welche Vor- und Nachteile für das Regenwassermanagement und die Baumgesundheit bisher nachgewiesen werden konnten. In den untersuchten Studien wurden verschiedene Systeme verwendet, um die Effekte der Nutzung der Regenwasserabflüsse von Straßen, Parkplätzen usw. zur passiven Bewässerung von Straßenbäumen, zu analysieren. Dabei konnten sechs mögliche Arten von blau-grünen Infrastrukturen zur Kombination mit Baumstandorten identifiziert werden (Abb. 2). Zellensysteme (Abb. 2a) sind Strukturen aus Beton oder Kunststoff, die die Last von Fahrzeugen sowie Fußgängerinnen und Fußgängern auf einen verdichteten Unterbau übertragen, der das Substrat innerhalb der Zellen vor Verdichtung schützt. Strukturböden (Abb. 2b) erfüllen im Grunde dieselbe Funktion wie Zellensysteme. Sie sollen die Wurzelzone vor Verdichtung schützen. Strukturböden bestehen aus großen Steinen, dem sogenannten Skelett, die mit feinkörnigen Mineralböden vermischt sind. Baumgruben können mit Regenwassernutzungssystemen oder Zisternen (Abb. 2c) kombiniert werden, um die Bewässerung (sensorgesteuert) zu automatisieren oder um auf Grundlage der Bodenwasserspannung zu bewässern, zum Beispiel über Perlschläuche (Siering & Grüning 2023) oder Glasfaserdochte (Nichols & Lucke 2015). Mit solchen Systemen ist es möglich, die Wurzelzone zu bewässern, wenn die lokalen Bodenbedingungen im Wurzelraum des Baumes dies über ein Wasserpotenzialgefälle („Unterdruck“) erforderlich machen. Durchlässige Beläge (vgl. Abb. 2d) sind eine Möglichkeit, versiegelte Flächen für Regenwasser durchlässig zu machen und so eine großflächige Versickerung (und Bewässerung) zu ermöglichen. Wenn durchlässige

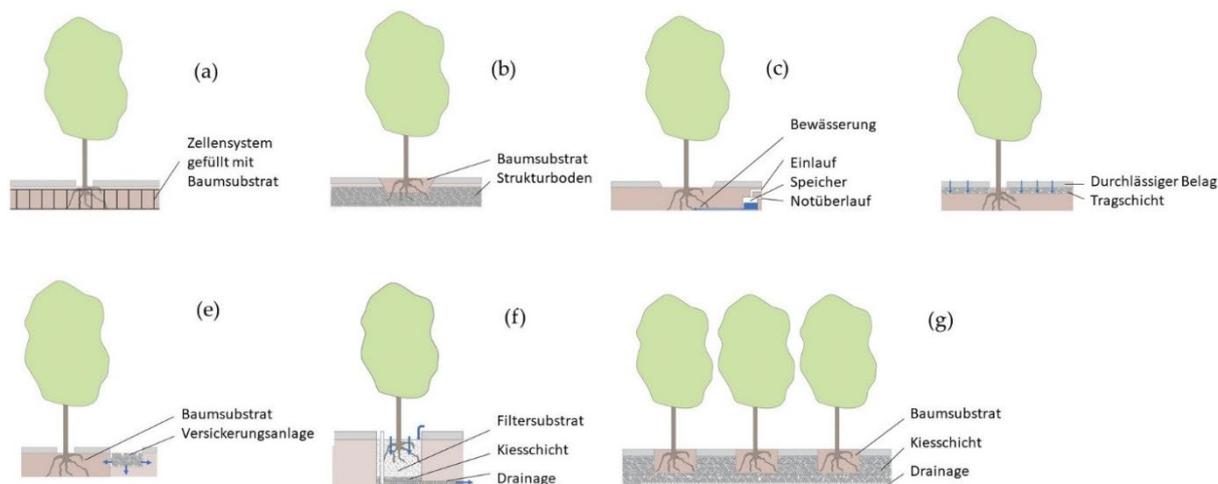


Abbildung 2: Skizzen der international verwendeten, mit Baumstandorten kombinierten blau-grünen Infrastrukturen und passiven Bewässerungssysteme. (a) Zellsysteme, (b) Strukturböden, (c) Zisternen, (d) Durchlässige Beläge, (e) Versickerungsanlagen, (f) Biofiltrationsanlagen und (g) gekoppelte Baumrigolen.

Beläge am Fuß von Stadtbäumen integriert werden, können sie dazu beitragen, Regenwasser großflächig über den Wurzelraum zu verteilen und Trockenstress von Stadtbäumen entgegenzuwirken. In dem Versickerungsanlagen (Abb. 2e) neben Baumstandorten errichtet werden, lässt sich Regenwasser zum Beispiel von Verkehrsflächen in Mulden oder Rigolensysteme einleiten. Das eingeleitete Wasser wird über einen bestimmten, vom jeweiligen Bodentyp abhängigen Zeitraum gespeichert und versickert anschließend. Je nach Wurzelausbreitung dient es somit auch zur Bewässerung der Bäume. Dies könnte eine mögliche Lösung sein, um die Transpirationsrate etablierter Bäume zu erhöhen und sie zu revitalisieren und damit auch ihre Klimawirkung zu steigern (Thom et al. 2020), ohne unmittelbar in den Wurzelraum einzugreifen. Biofiltrationsanlagen oder Regengärten (Abb. 2f) werden vor allem in Australien und Nordamerika verwendet, um Regenwasser von Straßen- und Parkplatzflächen zu reinigen, bevor es in die Kanalisation eingeleitet wird. In der Regel bestehen sie aus einem Sandboden, der mit Mulch und verschiedenen Pflanzen bedeckt ist. Regenwasser sickert langsam durch das sandige Medium, sodass Schadstoffe herausgefiltert, an Bodenpartikel adsorbiert oder von Pflanzen oder Mikroben aufgenommen werden. Häufig sind derartige Anlagen über unterirdische Drainagerohre unter den Baumgruben an die Kanalisation angeschlossen, um das gereinigte Wasser abzuleiten. Sogenannte „tree trenches“ (Abb. 2g), die auch als gekoppelte Baumrigolen bezeichnet werden können, sind einzelne, mit Baumsubstrat gefüllte Baumgruben, die über einen länglichen, mit Kies gefüllten Graben beziehungsweise eine Rigole unterirdisch verbunden sind. Diese Typologie ist nicht abschließend und oft werden auch einzelne Typen zusammengefasst oder miteinander kombiniert.

2.3 Typologie nach BlueGreenStreets Toolbox 2.0

Im Rahmen der zweiten BGS Phase von 2022 – 2024 wurde eine weitere Differenzierung solcher Systeme vorangetrieben, da sie sowohl aus planerischer, betrieblicher und genehmigungsrechtlicher Sicht notwendig erschien. Basierend auf u.a. (1) einer Evaluation der im deutschsprachigen Raum geplanten und/oder umgesetzten Systeme, (2) einer im BGS Projekt entstandenen Masterarbeit von Michael Schuster („Straßenbaumstandort und dezentrale Entwässerung – Bauweisen und Substrate: Kriterien zur Optimierung“, siehe auch Schuster & Richter 2023) und (3) dem systematischen Review (Richter et al. 2023, Kap. 2.2) wurde unter Federführung von Matthias Pallasch (Ingenieurgesellschaft Sieker) eine Typologie entwickelt, welche die maßgeblichen Unterschiede von optimierten Baumstandorten darstellt. Diese Typologie basiert auf vier Kriterien und ist u.a. in einer Planungshilfe veröffentlicht (Pallasch et al. 2024, Abb. 3).



Abbildung 3: Typologien Bäume und Regenwasserbewirtschaftung nach BGS 2.0 (Grafik: BGS, Ingenieurgesellschaft Sieker).

Das Kriterium **räumliche Anordnung** beschreibt, wie Niederschlagswasser dem Bodenraum zugeführt, zurückgehalten und versickert wird. Unterschiede durch die verschiedene räumliche Anordnung optimierter Baumstandorte ergeben sich für die Interaktion zwischen Wurzeln und Bodenwasser im hydraulischen und stofflichen Sinn.

Tabelle 1: Bewertung Kriterium räumliche Anordnung.

Kriterium	1.1 Überlagerte Systeme	1.2 Entkoppelte Systeme
Stärken	Platzersparnis Biologische Belebung durch Wurzeldichte Höheres Wasserdargebot	Breitere Pflanzgruben Geringere Exposition des Hauptwurzelraums Bauliche Trennung von Baum und wasserwirtschaftlicher Anlage für Betrieb und Unterhalt einfacher zu organisieren
Schwächen	Direkte Exposition des Hauptwurzelraums	Hoher Platzbedarf

Das zweite Kriterium **Beschickung** beschreibt, auf welchem Weg das anfallende Niederschlagswasser in das System gelangt. Damit beeinflusst es sowohl die Feuchtigkeitsverteilung im Baumstandort als auch den Rückhalt von (Schad-)Stoffen innerhalb der Bodenmatrix. Erfolgt die Wasserzufuhr von oben nach unten, entsteht auch ein entsprechender Feuchtigkeitsgradient von der Oberfläche in die Tiefe. Für das Wurzelwachstum der Bäume bedeutet dies einen stärkeren Wachstumsimpuls in Richtung der oberen Bodenschichten. Aus vegetationstechnischer Sicht wird hingegen häufig das Tiefenwurzelwachstum angestrebt, insbesondere im Hinblick auf die zunehmenden Herausforderungen des Klimawandels. Tief wurzelnde Bäume haben einen besseren Zugang zu tiefer liegenden Wasservorräten, etwa dem Grundwasser. Bei einer Wasserzufuhr von oben nach unten durchströmt das Regenwasser in der Regel eine Bodenmatrix. Im Fall von Mulden handelt es sich hierbei um eine klar definierte, belebte Bodenzone. Auch Wurzelräume, die mit humusreichen Böden oder speziellen Substraten gefüllt sind, gelten langfristig als aktive, lebendige Systeme. Die vertikale Passage durch diese Schicht wirkt sich positiv auf den Rückhalt von eingetragenen Stoffen aus. So übernimmt die oberirdisch belebte Bodenzone nicht nur eine Filterfunktion, sondern kann auch als Schutzschicht für die darunterliegenden Bodenschichten fungieren.

Tabelle 2: Bewertung Kriterium Beschickung.

Kriterium	2.1 Oberflächenbeschickung	2.2 Tiefenbeschickung
Stärken	Vorbehandeltes Sickerwasser durch Passage der belebten Bodenzone Geringer Technisierungsgrad	Stimulation des Tiefenwachstums von Baumwurzeln Rohrgebundene Zuleitung ermöglicht die Nutzung von Sonderschächten Beschickung kombinierbar mit Belüftung Ggf. mehr Speichervolumen räumlich flexibler realisierbar
Schwächen	Feuchtegradient von oben nach unten induziert oberflächenorientiertes Wurzelwachstum	Höherer Technisierungsgrad und mehr Unterhaltungspunkte

Das dritte Kriterium **Wasserspeicher** bezieht sich auf die Art und Weise, wie in optimierten Baumstandorten eine möglichst zuverlässige Wasserversorgung – insbesondere während längerer Hitze- und Trockenperioden – sichergestellt werden kann. Dabei kommen sowohl temporäre als auch dauerhafte Speichersysteme zum Einsatz. Langzeitspeicher zeichnen sich durch ein hohes Rückhaltevermögen aus, müssen jedoch sorgfältig an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst werden. Die Dauer der Wasserstauung und die Entleerungszeiten sind so zu planen, dass die gewählte Baumart keinen Schaden nimmt. Eine standortspezifische Auslegung ist daher entscheidend, um sowohl die Funktion des Speichers als auch die Gesundheit der Bäume langfristig zu gewährleisten.

Tabelle 3: Bewertung Kriterium Wasserspeicher.

Kriterium	3.1 Temporäre Speicher	3.2 Langzeitspeicher
Stärken	Flexible und unkomplizierte Herstellung Vielzahl an marktverfügbaren Produkten Bedarfsspezifische Komposition möglich	Längerer Wasservorrat als über die Bodenmatrix Höhere Steuerbarkeit der Wasserzufuhr
Schwächen	Keine Speicherung bei längeren Trockenzeiten	Gefahr von stagnierendem Wasser mit Sauerstoffzehrung bzw. hohem CO ₂ -Bodenluftgehalt Höherer Technisierungsgrad von Pflanzgruben

Die Art der Wasserzufuhr hängt nicht nur von der grundlegenden baulichen Ausgestaltung gemäß den Kriterien 1 bis 3 ab, sondern auch davon, ob und wie die Wasserführung gesteuert wird (Kriterium **Steuerung**). Mit dem Fortschritt der Digitalisierung in der Wasserwirtschaft und Vegetationstechnik gilt der Aspekt der Steuerung inzwischen als Stand der Technik. Standardisierte, technisch ausgereifte Systeme setzen sich zunehmend am Markt durch. Sie ermöglichen eine gezielte Kontrolle über Menge des zugeführten Wassers. Angesichts der zunehmenden Bedeutung effizienter Wasserbewirtschaftung und der zunehmenden Digitalisierung wird der Einsatz intelligenter, steuerbarer Systeme künftig wohl eine immer größere Rolle spielen.

Tabelle 4: Bewertung Kriterium Steuerung

Kriterium	4.1 Statisch	4.2 Gesteuert
Stärken	Einfache Herstellung Geringer betrieblicher Aufwand	Ermöglicht die Umsetzung von Maßnahmen an Standorten mit wechselnden Randbedingungen Langfristige Anpassungsmöglichkeiten
Schwächen	Wenig Einfluss auf sich ändernde Rahmenbedingungen	Höherer betrieblicher Aufwand (Unterhaltung und Kosten)

3 Fazit

Auf Basis zahlreicher geplanter, realisierter und teils bereits durch Monitoring begleiteter Projekte konnten verschiedene vegetationstechnische Typologien entwickelt werden. Diese Typologisierung ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Es besteht weiterhin ein Bedarf an detaillierter Ausdifferenzierung und insbesondere an einer langfristigen Bewertung der Effekte – sowohl im Hinblick auf die wasserwirtschaftliche Wirksamkeit als auch auf die Vitalität der Bäume. Die Integration von Baumstandorten in Kombination mit Regenwasserbewirtschaftung stellt nach wie vor eine erhebliche Herausforderung für die kommunale Planungspraxis dar. Einheitliche, übertragbare Standards fehlen bislang – es gibt keine global gültigen Richtlinien, was den Bedarf an praxisorientierten und skalierbaren Lösungen unterstreicht. Zentrale Fragestellungen betreffen dabei unter anderem die Einfachheit, Robustheit, Kosteneffizienz und Wartungsfreundlichkeit der Systeme. Ebenso relevant sind Anforderungen an die Reduktion oder Vorreinigung von belastetem Regenwasser – etwa durch Reifenabrieb oder Streusalz – sowie Gestaltungsspielräume bei der Koordination mit unterirdischen Infrastrukturen, insbesondere in beengten Straßenräumen. Die in diesem Zusammenhang entwickelten Typologien und deren Bewertung können eine wichtige Grundlage für Planungsprozesse sowie für die Erarbeitung technischer Empfehlungen und Richtlinien bilden. Der Bedarf an solchen

Grundlagen wurde inzwischen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen erkannt. Unter der Federführung der FLL entsteht daher seit November 2024 – in Kooperation mit der DWA und der FGSV – ein gemeinsames Regel- und Empfehlungswerk. Dieses wird aktuell unter dem Arbeitstitel DWA-M 163 „Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung“ innerhalb der DWA-Systematik geführt.

4 Literatur

- Bassuk, N.; Denig, B. R.; Haffner, T.; Grabosky, J.; Townbridge, P., 2015: CU-Structural Soil. A Comprehensive Guide. Ithaca, NY, USA.
- BlueGreenStreets (Hrsg.), 2022: BlueGreenStreets Toolbox – Teil A & B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere- Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z). Zugriff: <https://repos.hcu-hamburg.de/handle/hcu/638>
- Dickhaut, W.; Eschenbach, A. (Hrsg.), 2019: Entwicklungskonzept Stadtbäume – Anpassungsstrategien an sich verändernde urbane und klimatische Rahmenbedingungen. Abschlussbericht des Projekts Stadtbäume im Klimawandel (SiK). Hamburg: 112. <https://repos.hcu-hamburg.de/handle/hcu/494>
- Mullaney, J.; Lucke, T.; Trueman, S. J., 2015: A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. Landscape and Urban Planning, 2015, Volume 134: 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013>
- Nichols, P. W. B.; Lucke, T., 2015: Local Level Stormwater Harvesting and Reuse: A Practical Solution to the Water Security Challenges Faced by Urban Trees. Sustainability, 7. Jg. (7): 8635–8648. <https://doi.org/10.3390/su7078635>
- Pallasch, M.; Dickhaut, W.; Richter, M. (2024): Planungshilfe zur Definition von Typologien. In: BlueGreenStreets 2.0 (Hrsg.) (2024): BlueGreenStreets 2.0 implementieren, evaluieren, verstetigen. Toolbox 2.0 Essentials für die Umsetzung. HafenCity Universität Hamburg.
- Richter, M.; Heinemann, K.; Meiser, N.; Dickhaut, W., 2024: Trees in Sponge Cities—A Systematic Review of Trees as a Component of Blue-Green Infrastructure, Vegetation Engineering Principles, and Stormwater Management. Water, 16. Jg. (5): 655. <https://doi.org/10.3390/w16050655>
- Schuster, M.; Richter, M. (2024): Straßenbäume und dezentrale Entwässerung - Vergleich unterschiedlicher Bautypen. ProBaum, 1, S. 20 - 27.
- Siering, N.; Gruening, H., 2023: Stormwater Tree Pits for Decentralized Retention of Heavy Rainfall. Water, 15. Jg. (16): 2987. <https://doi.org/10.3390/w15162987>

Thom, J. K.; Szota, C.; Coutts, A. M.; Fletcher, T. D.; Livesley, S. J., 2020:
Transpiration by established trees could increase the efficiency of
stormwater control measures. Water Research, Volume 173: 115597.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115597>

Korrespondenz an:

Michael Richter
HafenCity Universität Hamburg, Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg,
Deutschland
Telefon: +49 40 42827 5335
E-Mail: michael.richter@hcu-hamburg.de