

OPTIMIERTE STRASSEN- BAUMSTANDORTE

EINE TYPOLOGISIERUNG

Die Kombination von Strassenbäumen mit Regenwasserbewirtschaftung kann sowohl die Baumvitalität verbessern als auch Überschwemmungsrisiken in Städten verringern. Im Projekt «Blue-GreenStreets» wurden dafür verschiedene Systeme und Substrate untersucht und hinsichtlich ihrer Wirkung auf Wasserversorgung, Überflutungsschutz und Baumvitalität bewertet. Erste Ergebnisse zeigen grosses Potenzial, doch insbesondere zur langfristigen Wirkung und zur Speicherung von Wasser in Trockenzeiten besteht weiterer Forschungsbedarf.

Michael Richter, HafenCity Universität Hamburg

Nadine Meiser, HafenCity Universität Hamburg

Wolfgang Dickhaut, HafenCity Universität Hamburg

RÉSUMÉ

TYPLOGIE DES EMPLACEMENTS OPTIMISÉS POUR LES ARBRES

La combinaison d'arbres de rue et de mesures de gestion des eaux pluviales peut à la fois augmenter la vitalité des arbres et réduire le risque d'inondations urbaines. Dans le cadre du projet *Blue-GreenStreets*, différents systèmes de végétalisation ont été compilés, puis différenciés et comparés en fonction de leurs caractéristiques et de leurs effets. Il a été démontré que le drainage des eaux pluviales des surfaces imperméables dans des fosses de plantation peut présenter un potentiel considérable pour la gestion des eaux pluviales et l'amélioration de la santé des arbres en réduisant le stress hydrique des arbres urbains. Les approches mondiales visant à optimiser les fosses de plantation d'arbres pour l'infiltration des eaux pluviales et l'amélioration de l'approvisionnement en eau sont prometteuses. Différents systèmes et types de substrats ont été testés, et les arbres urbains présentent généralement une bonne vitalité, même si un suivi systématique à long terme de la vitalité des arbres n'a été que rarement effectué jusqu'à présent. D'avantage de recherches sont nécessaires dans le domaine du stockage temporaire de l'eau pendant les périodes de sécheresse. Les différentes approches de systématisation sont évaluées sur la base des critères suivants: approvisionnement en eau, protection contre les inondations, espace racinaire, entretien, degré de technicité.

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, 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 Wärmeineffekt und fördern die Biodiversität [1]. Allerdings schränken die oft schwierigen Standortbedingungen in Städten – etwa begrenzter Wurzelraum oder verdichtete Böden – ihre Ökosystemleistung.

Kontakt: M. Richter, michael.richter@hcu-hamburg.de

gen erheblich ein [2]. Bodenverdichtung zerstört wichtige Makroporen im Boden, was den Wasserabfluss, die Belüftung und das Wurzelwachstum behindert und somit das Pflanzenwachstum negativ beeinflusst [3]. 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 (RWB) an Baumstandorten kann somit ein bedeutender Baustein zur Klimaanpassung in Städten werden.

TYPOLISIERUNGSANSÄTZE

In Deutschland werden Baumstandorte mit RWB meist als Baumrigole subsumiert, unabhängig von der technischen Ausgestaltung der Systembausteine. Um den Begriff zu schärfen und eine Abgrenzung unterschiedlicher Systeme zu erreichen, wurden während der ersten Forschungsphase des Projekts *BlueGreenStreets* (BGS) von 2019 bis 2022 unterschiedliche Kategorien beziehungsweise Elemente für Baumstandorte entwickelt (Fig. 1, [4]).

TYPLOGIE NACH BGS-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.

TYPOLISIERUNG INTERNATIONALER FALLBEISPIELE

Im Rahmen eines systematischen Reviews [5] 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 sieben mögliche Arten von blau-grünen Infrastrukturen zur Kombination mit Baumstandorten identifiziert werden (Fig. 2):

Zellensysteme

Zellensysteme (Fig. 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

Im Grunde erfüllen Strukturböden (Fig. 2b) 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.

Zisternen

Baumgruben können mit Regenwassernutzungssystemen oder Zisternen (Fig. 2c) kombiniert werden, um die Be-

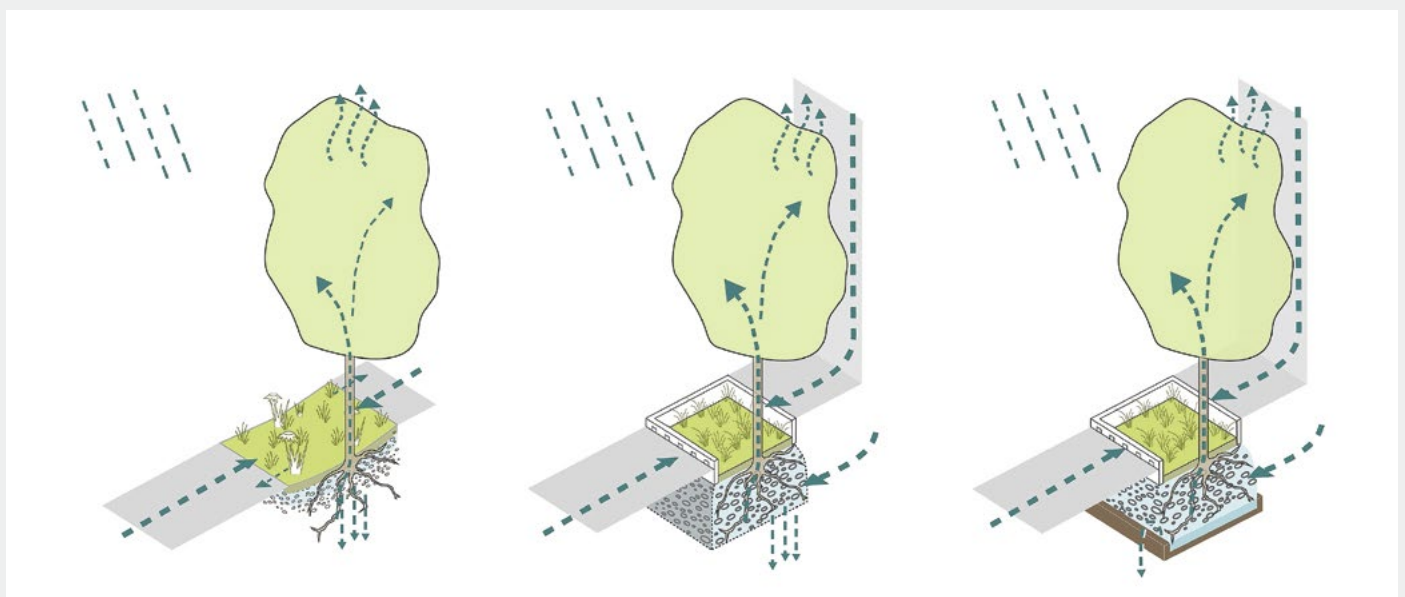


Fig. 1 Kategorien von Baumstandorten mit RWB: hydrologisch optimierte Baumstandorte (l.), Baumrigole (M.) und Baumrigole mit Abdichtung (r.).

(Grafik: BlueGreenStreets, bgmr)

wässerung (sensorgesteuert) zu automatisieren oder um auf Grundlage der Bodenwasserspannung zu bewässern, zum Beispiel über Perlschläuche [6] oder Glasfaserdochte [7]. 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

Durchlässige Beläge (vgl. Fig. 2d) sind eine Möglichkeit, versiegelte Flächen für Regenwasser durchlässig zu machen und so eine grossflächige Versickerung (und Bewässerung) zu ermöglichen. Wenn durchlässige Beläge am Fuss von Stadtbäumen integriert werden, können sie dazu beitragen, Regenwasser grossflächig über den Wurzelraum zu verteilen und Trockenstress von Stadtbäumen entgegenzuwirken.

Versickerungsanlagen

Indem Versickerungsanlagen (Fig. 2e) neben Baumstandorten errichtet werden, lässt sich Regenwasser zum Beispiel von Verkehrsflächen in Mulden oder Rigolen systeme einleiten. Das eingeleitete Wasser wird über einen bestimmten, vom jeweiligen Bodentyp abhängigen Zeitraum gespeichert und versickert anschliessend. Je nach Wurzel ausbreitung 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 [8], ohne unmittelbar in den Wurzelraum einzugreifen.

Biofiltrationsanlagen

Biofiltrationsanlagen oder Regengärten (Fig. 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.

Gekoppelte Baumrigolen

Sogenannte *Tree Trenches* (Fig. 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.

TYPLOGIE NACH BGS-TOOLBOX 2.0

Im Rahmen der zweiten BGS-Phase von 2022 bis 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», s. [9]) und (3) dem systematischen Review [5] 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 ([10], Fig. 3):

Kriterium «räumliche Anordnung»

Das Kriterium «Räumliche Anordnung» (Tab. 1) beschreibt, wie Niederschlagswasser dem Bodenraum zugeführt, zurückgehalten und versickert wird. Unterschiede durch die verschiedene räumliche Anordnung optimierter Baum-

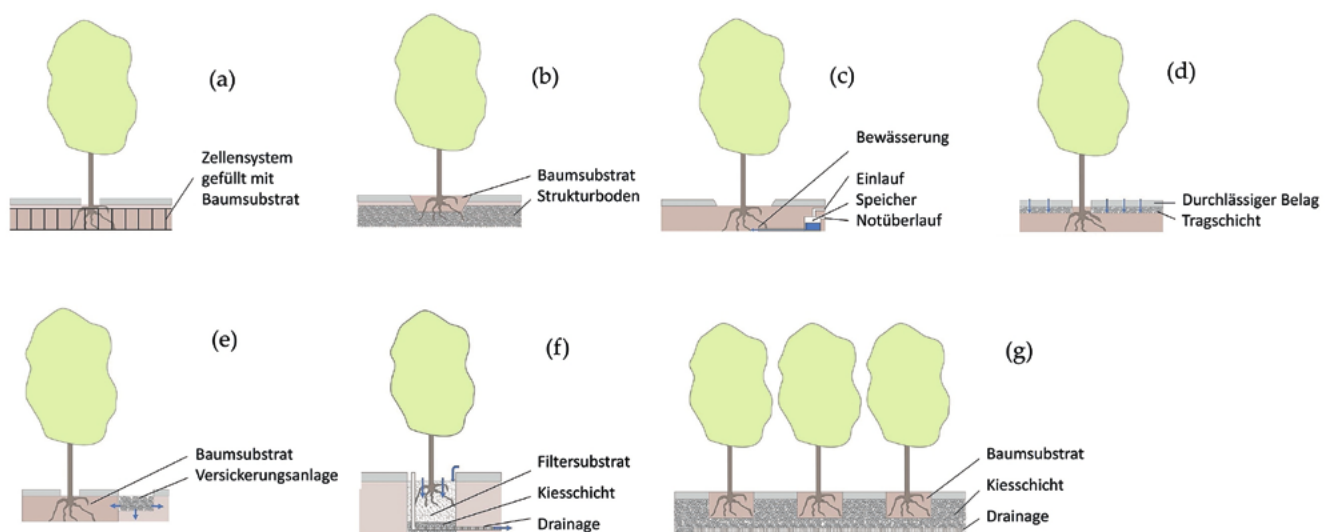


Fig. 2 Skizzen der international verwendeten, mit Baumstandorten kombinierten blau-grünen Infrastrukturen und passiven Bewässerungssysteme:

(a) Zellensysteme, (b) Strukturböden, (c) Zisternen, (d) Durchlässige Beläge, (e) Versickerungsanlagen, (f) Biofiltrationsanlagen und (g) gekoppelte Baumrigolen.

(Grafik: [5], verändert)



Fig. 3 Typologien Bäume und Regenwasserbewirtschaftung nach BGS 2.0.

(Grafik: BGS, Ingenieurgesellschaft Sieker)

standorte ergeben sich für die Interaktion zwischen Wurzeln und Bodenwasser im hydraulischen und stofflichen Sinn.

Kriterium «Beschickung»

Das zweite Kriterium «Beschickung» (Tab. 2) 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 vegetations technischer 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.

Kriterium «Wasserspeicher»

Das dritte Kriterium «Wasserspeicher» (Tab. 3) bezieht sich auf die Art und Weise, wie in optimierten Baumstandorten eine möglichst zuverlässige Wasserversorgung – insbesondere während länge-

rer 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

| Kriterium | 1.1 Überlagerte Systeme | 1.2 Entkoppelte Systeme |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stärken | <ul style="list-style-type: none">– Platzersparnis– biologische Belebung durch Wurzel-dichte– höheres Wasserdargebot | <ul style="list-style-type: none">– breitere Pflanzgruben– geringere Exposition des Hauptwurzelraums– bauliche Trennung von Baum und wasserwirtschaftlicher Anlage für Betrieb und Unterhalt– einfacher zu organisieren |
| Schwächen | <ul style="list-style-type: none">– direkte Exposition des Hauptwurzelraums | <ul style="list-style-type: none">– hoher Platzbedarf |

Tab. 1 Bewertung des Kriteriums «Räumliche Anordnung».

| Kriterium | 2.1 Oberflächenbeschickung | 2.2 Tiefenbeschickung |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stärken | <ul style="list-style-type: none">– vorbehandeltes Sickerwasser durch Passage der belebten Bodenzone– geringer Technisierungsgrad | <ul style="list-style-type: none">– Stimulation des Tiefenwachstums von Baumwurzeln– rohrgelundene Zuleitung ermöglicht die Nutzung von Sonder-schächten Beschickung kombinierbar mit Belüftung– ggf. mehr Speichervolumen räumlich flexibler realisierbar |
| Schwächen | <ul style="list-style-type: none">– Feuchtgradient von oben nach unten induziert oberflächenorientiertes Wurzelwachstum | <ul style="list-style-type: none">– höherer Technisierungsgrad– mehr Unterhaltungspunkte |

Tab. 2 Bewertung des Kriteriums «Beschickung».

| Kriterium | 3.1 Temporäre Speicher | 3.2 Langzeitspeicher |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stärken | <ul style="list-style-type: none">flexible und unkomplizierte HerstellungVielzahl an marktverfügbaren Produktenbedarfsspezifische Komposition möglich | <ul style="list-style-type: none">längerer Wasservorrat als über die Bodenmatrixhöhere Steuerbarkeit der Wasserzufuhr |
| Schwächen | <ul style="list-style-type: none">keine Speicherung bei längeren Trockenzeiten | <ul style="list-style-type: none">Gefahr von stagnierendem Wasser mit Sauerstoffzehrung bzw. hohem CO₂-Bodenluftgehalthöherer Technisierungsgrad von Pflanzgruben |

Tab. 3 Bewertung des Kriteriums «Wasserspeicher».

| Kriterium | 4.1 Statisch | 4.2 Gesteuert |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stärken | <ul style="list-style-type: none">einfache Herstellunggeringer betrieblicher Aufwand | <ul style="list-style-type: none">ermöglicht die Umsetzung von Massnahmen an Standorten mit wechselnden Randbedingungenlangfristige Anpassungsmöglichkeiten |
| Schwächen | <ul style="list-style-type: none">wenig Einfluss auf sich ändernde Rahmenbedingungen | <ul style="list-style-type: none">höherer betrieblicher Aufwand (Unterhaltung und Kosten) |

Tab. 4 Bewertung des Kriteriums «Steuerung».

die Funktion des Speichers als auch die Gesundheit der Bäume langfristig zu gewährleisten.

Kriterium «Steuerung»

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, Tab. 4*). 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.

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 Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL) entsteht daher seit November 2024 – in Kooperation mit der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) und der Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) – ein gemeinsames Regel- und Empfehlungswerk. Dieses

wird aktuell unter dem Arbeitstitel DWA-M 163 «Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung» innerhalb der DWA-Systematik geführt.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Mullaney, J. et al. (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>

[2] 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>

[3] Bassuk, N. et al. (2015): *CU-Structural Soil. A Comprehensive Guide*. Ithaca, NY, USA

[4] 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>

[5] Richter, M. et al. (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>

[6] 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>

[7] 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>

[8] Thom, J. K. et al. (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>

[9] Schuster, M.; Richter, M. (2024): Strassenbäume und dezentrale Entwässerung – Vergleich unterschiedlicher Bautypen. *ProBaum*, 1, S. 20–27. <https://stadtundgruen.de/artikel/vergleich-unterschiedlicher-bautypen-strassenbaeume-und-dezentrale-entwaesserung-19681>

[10] 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. <https://repos.hcu-hamburg.de/handle/hcu/1098>

WIR TROCKNEN ALLES –

EFFIZIENT, ABLUFTFREI & ENERGIESPAREND DANK WÄRMEPUMPE

Klärschlamm- & Industrieschlamm-trocknung auf dem nächsten Level

Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Bis zu 75 % weniger Gewicht, Volumen & Entsorgungskosten
- Trocknung im Niedertemperaturbereich zwischen 30 °C und 60 °C
- Flexible Anlagentechnik - auch mobile Lösung ist möglich
- Alles aus einer Hand: Technik, Service, Erfahrung
- Energie- & CO₂-sparend dank Wärmepumpe
- Vollautomatisch, sicher & wartungsarm
- Abluftfreier & geruchsarmer Betrieb
- Förderfähig in Deutschland, Österreich und der Schweiz



1-Modul-Bandrockner



5-Modul-Bandrockner



Mobile Bandrocknungsanlage

www.har-ter-gmbh.de

Maßgeschneiderte Trocknungslösungen –
Optimale Größe für Ihre Anforderungen.

PUMPSTATION

Versorgungssicherheit durch zuverlässige Pumpen-
anlagen.



Wir liefern Pumpen für alle Anwendungen

inkl. Beratung, Unterhalt & Reparatur



Vollständiges Pumpenprogramm: www.gloor-pumpen.ch
Tel. +41 (0)58 255 43 34, info@gloor-pumpen.ch



ZUVERLÄSSIGE TECHNIK FÜR WERTVOLLE RESSOURCEN



Unsere **Pumpen- und Rührwerk-Lösungen**
sind flexibel in den Bereichen **Rohabwasser**,
Wasserhaltung, **Regenbecken** und **Abwasser-
pumpwerken** einsetzbar.

Profitieren Sie von unserer **Beratung** und
unserem **Instandhaltungs-Service**.

Kontaktieren Sie uns:

Rototec AG
Luzernstrasse 224c
3078 Richigen

info@rototec.ch
+41 31 838 40 00
www.rototec.ch

ROTOTEC
the power of flow