

Blue Green
Streets



BLUEGREENSTREETS 2.0

implementieren, evaluieren, verstetigen

TOOLBOX 2.0

Essentials für die Umsetzung

IMPRESSUM

HafenCity Universität:

Milena Berger
Wolfgang Dickhaut
Kirya Heinemann
Tom Josuweit
Nadine Meiser
Michael Richter

bgmr Landschaftsarchitekten GmbH:

Carlo W. Becker
Lena Flamm
Anna Lina Haug
Sven Hübner
Marie-Kristin Schmidt

Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH:

Nicolas Neidhart
Matthias Pallasch
Heiko Sieker
Harald Sommer

Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft:

Jochen Eckart
Devin Feng
Catharina Lutz
Charlotte Schneider

Technische Universität Berlin:

Matthias Barjenbruch
Philipp Lau
Lone Stumpe

Universität Hamburg:

Annette Eschenbach
Ines Alina Nofz

A. Eschenbach und I. Nofz sind im Sinne der Autorenschaft ausschließlich für die Kapitel 7, 10.1 und 10.3 verantwortlich, an denen sie maßgeblich mitgearbeitet haben.

Projektleitung:

Prof. Dr. Wolfgang Dickhaut
HafenCity Universität Hamburg
Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung
Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg
Telefon: +49 40 42827 5095
E-Mail: wolfgang.dickhaut@hcu-hamburg.de

Layout:

Sven Faßbender
Kirya Heinemann
Sven Hübner

Zitationsvorschlag:

BlueGreenStreets 2.0 (Hrsg.) (2024):
BlueGreenStreets 2.0 implementieren, evaluieren,
verstetigen. Toolbox 2.0 Essentials für die Umset-
zung

Impressum

HafenCity Universität Hamburg
Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und
Infrastrukturplanung
Henning-Voscherau-Platz 1
20457 Hamburg
Dezember 2024, HafenCity Universität Hamburg
DOI: 10.34712/142.65
ISBN: 978-3-947972-87-6
Dieser Bericht steht unter der CC BY 4.0-Lizenz.

Abb.: 1 Das Titelblatt zeigt das Prinzip der Regenwasserbewirt-
schaftung in Versickerungsmulden mit optimierten Baum-
gruben im Straßenraum (BGS, bgmr)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

CO-FÖRDERUNG MESSTECHNIK



Verbundpartner**Kontakt**

HafenCity Universität
 Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung
 Henning-Voscherau-Platz 1
 20457 Hamburg



bgmr Landschaftsarchitekten GmbH
 Prager Platz 6
 10779 Berlin



Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
 Rennbahnallee 109A
 15366 Hoppegarten



Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft
 Institut für Verkehr und Infrastruktur
 Moltkestraße 30
 76133 Karlsruhe



Technische Universität Berlin
 Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft
 Gustav-Meyer-Allee 25
 13355 Berlin



Universität Hamburg
 Institute of Soil Sciences
 Center for Earth System Research and Sustainability (CEN)
 Allende-Platz 2
 20146 Hamburg

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	6
Teil I Einführung	10
1 BlueGreenStreets (BGS) im Überblick	12
1.1 Weiterentwicklung der BGS-Toolbox	13
1.2 BGS-Toolbox 2.0 - Zielsetzung und Struktur	14
1.3 Entwicklung des BGS-Netzwerkes	17
1.4 Schnelleinstieg in das Thema BGS	19
Teil II BGS-Praxis-Check in Pilotkommunen	22
2 Multifunktionale Straßenraumgestaltung: Erfahrungen aus Pilotprojekten	24
2.1 Einführung in die Pilotprojekte	25
2.2 Zusammenfassende Erkenntnisse zu BGS-Planungsverfahren	26
2.3 Umsetzung von BGS in vier Pilotprojekten in Potsdam, Lübeck, Berlin und Hamburg	33
2.3.1 Potsdam - Umbau Horstweg	34
2.3.2 Lübeck: Ost- und Westpreußenring	40
2.3.3 Berlin-Pankow – Machbarkeit Klimastraße Hagenauer Straße	46
2.3.4 Hamburg - Königstraße	50
Teil III Planungstools	54
3 Planungshilfe Wassersensible Planung als Beitrag zur Hitze- und Starkregenvorsorge	56
4 Räumliche Neuordnung von Straßen für BGS	64
4.1 Strategien und Werkzeuge zur Neuordnung von Straßen für BGS	65
4.1.1 Strategie 1: Für BGS-Elemente verkehrliche Nutzungsanforderungen an den Straßenraum reduzieren	66
4.1.2 Strategie 2: Prioritätensetzung für BGS-Elemente bei vorgegebenen Straßenraumbreiten	72
4.2 Planungshilfe für die Umwidmung von Flächen im Straßenraum für BGS-Maßnahmen	77
5 Beteiligung und Zusammenarbeit	84
5.1 Beteiligungsprozesse bei der Straßenumbauplanung	85
5.2 Planungshilfe Beteiligung bei BGS-Projekten	86
5.3 Erfolgsfaktoren für die kommunale Verwaltungspraxis	91
5.4 Planungshilfe Verwaltungsinterne Zusammenarbeit	100
Teil IV Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung	104
6 BGS-Forschungsnetzwerk	106
6.1 Erkenntnisse aus dem Forschungsnetzwerk – Austausch mit Partnern	107
6.2 Aufbau und Ergebnisse aus Monitoring der Partner	110

7 Ergebnisse BGS-Monitoring	116
7.1 Ergebnisse des Monitorings zum Bodenwasser- und Gashaushalt der Baumstandorte in Hamburg	117
7.2 Planungshilfe Messprinzipien und -methoden zum Monitoring von Boden-Baum-Wasser	128
8 Ansätze zur Typenbildung der Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung	136
8.1 Beschreibung bereits gebauter Typen	137
8.2 Planungshilfe zur Definition von Typologien	147
9 Bau-, Betriebs- und Finanzierungsaspekte	154
10 Stoffliche Belastungen	160
10.1 Fachliche Einordnung und Ergebnisse	161
10.2 Testverfahren und Ergebnisse von Batch-Versuchen in Berlin	166
10.3 Planungshilfe Erfahrungen im Umgang mit Tausalz	170
11 Weitere BGS-Elemente	178
11.1 Verdunstungsbeete in Forschung und Entwicklung	179
11.2 Planungshilfe Pflanzenverwendung für den wechselfeuchten und wechselfeuchten Standort	186
Teil V Fazit und Ausblick	200
12 BGS in der Normierung	202
12.1 Gesetze und Normen – Fortschritte der letzten Jahre zur Umsetzung von BGS	203
12.2 Regelwerke im Sinne von BGS fortschreiben	208
13 Ausblick	216
Verzeichnisse	220
Literaturverzeichnis	221
Abbildungsverzeichnis	227
Tabellenverzeichnis	231

„Planungshilfen“ sind in dieser Broschüre durch einen blauen Balken an den Seitenrändern gekennzeichnet.

VORWORT

Das Vorwort der Verbände in der im März 2022 erschienenen BlueGreenStreets-Toolbox mit den Teilen A und Teil B (Toolbox 1.0) endet mit den Sätzen: „DWA, FGSV und FLL sind (...) davon überzeugt, dass von der Anwendung dieser Toolbox wichtige Impulse für die Klimafolgenanpassung der bestehenden städtischen Straßenräume ausgehen können. Die Ergebnisse spielen auch eine relevante Rolle für die Weiterentwicklung unserer jeweiligen Regelwerke, die in den nächsten Jahren überarbeitet und damit noch besser auf die Zukunftsfragen ausgerichtet und untereinander abgestimmt werden müssen. Wir wünschen deshalb dieser Toolbox eine hohe Verbreitung und Anwendung in der Praxis.“

Wir freuen uns nun mit der Vorlage dieser BlueGreenStreets Toolbox 2.0 (Toolbox 2.0) sagen zu können, dass Vieles eingelöst werden konnte. Aber es stehen auch noch weitere Aufgaben an.

Wichtige Impulse gingen von den regelmäßigen (digitalen) kommunalen BGS-Netzwerktreffen aus, die mit 200 – 400 Teilnehmer:innen gut besucht waren. Viele Kommunen, Fachbüros, Verbände und Hochschulen konnten zusammengebracht werden, um voneinander bei den zum Teil schwierigen Fachthemen zu lernen und Lösungen für eine optimale Anpassung der Straßenräume an den Klimawandel zu entwickeln. Dabei bestätigten sich als wichtige wiederkehrende Fragestellungen:

- Wie können wir an der Oberfläche und auch im unterirdischen Raum Platz schaffen für den BGS-Korridor? Welche Instrumente stehen zur Verfügung?
- Wie können die Ansprüche der dezentralen wasserwirtschaftlichen Planung besser mit den Anforderungen der Grünplanung (Pflanzung von Bäumen, Sträuchern und Stauden, etc.) verbunden werden?
- Wie kann Regenwasser als Ressource für die Hitze- und Dürrevorsorge durch Bewässerung des Stadtgrüns besser genutzt werden? Welche Synergien können erschlossen werden und wo sind die Grenzen?

- Wie lassen sich die entstehenden neuen BGS-Korridore am besten finanzieren und Planung, Investition und Betrieb abgesichert werden? Wie lassen sich hierbei die Verantwortlichkeiten der zuständigen Behörden am besten neu justieren?

BGS 2.0 bot die Möglichkeit, in den letzten beiden Jahren weitere Erfahrungen aus der Praxis und zu bestimmten Planungsaspekten zu sammeln.

Zum einen in neuen Pilotstraßenräumen in Kooperation mit den Städten Lübeck und Potsdam, aber auch in der weiteren Betrachtung von Straßenräumen, die in BGS 1.0 geplant und mittlerweile z. B. in Hamburg auch gebaut worden sind. In weiteren Kommunen wurde die Etablierung der BGS-Toolbox 1.0 evaluiert. Es zeigt sich, dass die Toolbox als Werkzeug eingesetzt wird und offensichtlich auch bereits eine gute Akzeptanz in der Verkehrsplanung gefunden hat. Diese denkt derzeit im Rahmen der Mobilitätswende weit umfangreicher über die Neuverteilung des Straßenraumes nach, als es vor einigen Jahren vorstellbar gewesen wäre. In vielen Projekten des Straßenumbaus, die auch die Klimaanpassung zum Ziel hat, wird die Toolbox als eine zu berücksichtigende Planungsgrundlage herangezogen.

Deutlich wurde auch, dass der Anspruch, einen BGS-Korridor in die Planung von Straßenräumen zu integrieren, durchaus große Umsetzungschancen bekommt. Die Toolbox 2.0 bereitet diese Erfahrungen auf und zeigt systematisch, durch welche verkehrlichen Entscheidungen der Platzanspruch des BGS-Korridors eingelöst werden kann.

Komplexe offene Fragestellungen zur Einbindung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung an Baumstandorten konnten in dem weiteren Monitoring der in der ersten Phase gebauten Pilotstandorte in Hamburg weiterbearbeitet werden. Zum Thema Schadstoffe und Reinigung wurden neue Versuchsanlagen in Berlin gebaut. Hierdurch ist es möglich, neue Ergebnisse zu den Themen Stauässe, Schadstoffeintrag oder Wasser-/Boden-/Lufthaushalt zu veröffentlichen und weitere Hinweise zu geeigneten Typolo-

gien (Typen und Konzepte von „Baumrigolen“) zu geben. Geholfen hat dabei auch der Aufbau des BGS-Forschungsnetzwerkes, durch das weitere Ergebnisse aus den Projekten anderer Konsortien eingebunden werden konnten.

Die durch die Verbände angesprochene „Weiterentwicklung der jeweiligen Regelwerke“ konnte ebenfalls in den letzten zwei Jahren durch die BGS-Partner unterstützt werden. Als zentraler Impuls soll an dieser Stelle der im November 2024 ins Leben gerufene „FLL-DWA-FGSV Regelwerkausschuss (RWA) und Arbeitskreis (AK) Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung“ genannt werden. Dieser Ausschuss will in den nächsten Jahren ein Merkblatt zu neuen Standards erarbeiten und die möglichen Synergien der beiden Themenfelder herausarbeiten.

In der BGS-Forschungsgruppe haben wir eine wertvolle Erfahrung gemacht. Mit sehr unterschiedlichen fachlichen Hintergründen arbeiten wir an der gemeinsamen Fragestellung, Straßen blau-grüner zu gestalten. Research by design haben wir diesen Prozess genannt. Damit ist eine Toolbox entstanden, in der sektorales Fachwissen gebündelt und abgestimmt wurde, um in einem iterativen Prozess Lösungen zu entwickeln. Die Toolbox 2.0 ist damit ein Gemeinschaftswerk.

Unser besonderer Dank geht an unsere zahlreichen Partnerkommunen der letzten fünf Jahre und das inzwischen große Netzwerk aus Mitwirkenden und Interessierten, die unsere Arbeit über viele Veranstaltungen hinweg und im persönlichen Austausch bereichert haben. Hierzu zählen auch Partner

aus der ersten Forschungsphase des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), der TU Berlin, Fachgebiet Ökohydrologie & Landschaftsbewertung und der GEO-NET Umweltconsulting GmbH. Auch wenn diese in BGS 2.0 nicht mehr aktiv mitgewirkt haben, gab es weiter einen bereichernden Austausch. Außerdem danken wir dem Bundesministerium für Bildung und Forschung als Fördermittelgeber der Initiative Ressourceneffiziente Stadtquartiere (RES:Z), unseren Ansprechpartner:innen in RES:Q bei der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA) sowie bei der STADTLAND GmbH und dem Projektträger Jülich für die gute Betreuung.

Das Vorwort der Toolbox 1.0 endet mit dem Appell: „Gemeinsames Kommunizieren, Planen, Umsetzen und Evaluieren ist das Gebot der Stunde. Nutzen wir diese Chance“. Immer mehr Kommunen machen sich mit Hilfe der BGS-Toolbox auf diesen Weg.

Deshalb wünschen wir bei der Nutzung der hiermit vorgelegten neuen Empfehlungen viel Erfolg, einen hohen Wirkungsgrad und viele neue Erkenntnisse.

Ihr BlueGreenStreets-Team



Abb.: 2 Uelands gate in Oslo (Martin Stokman, bgmr 2023)

TEIL I

EINFÜHRUNG

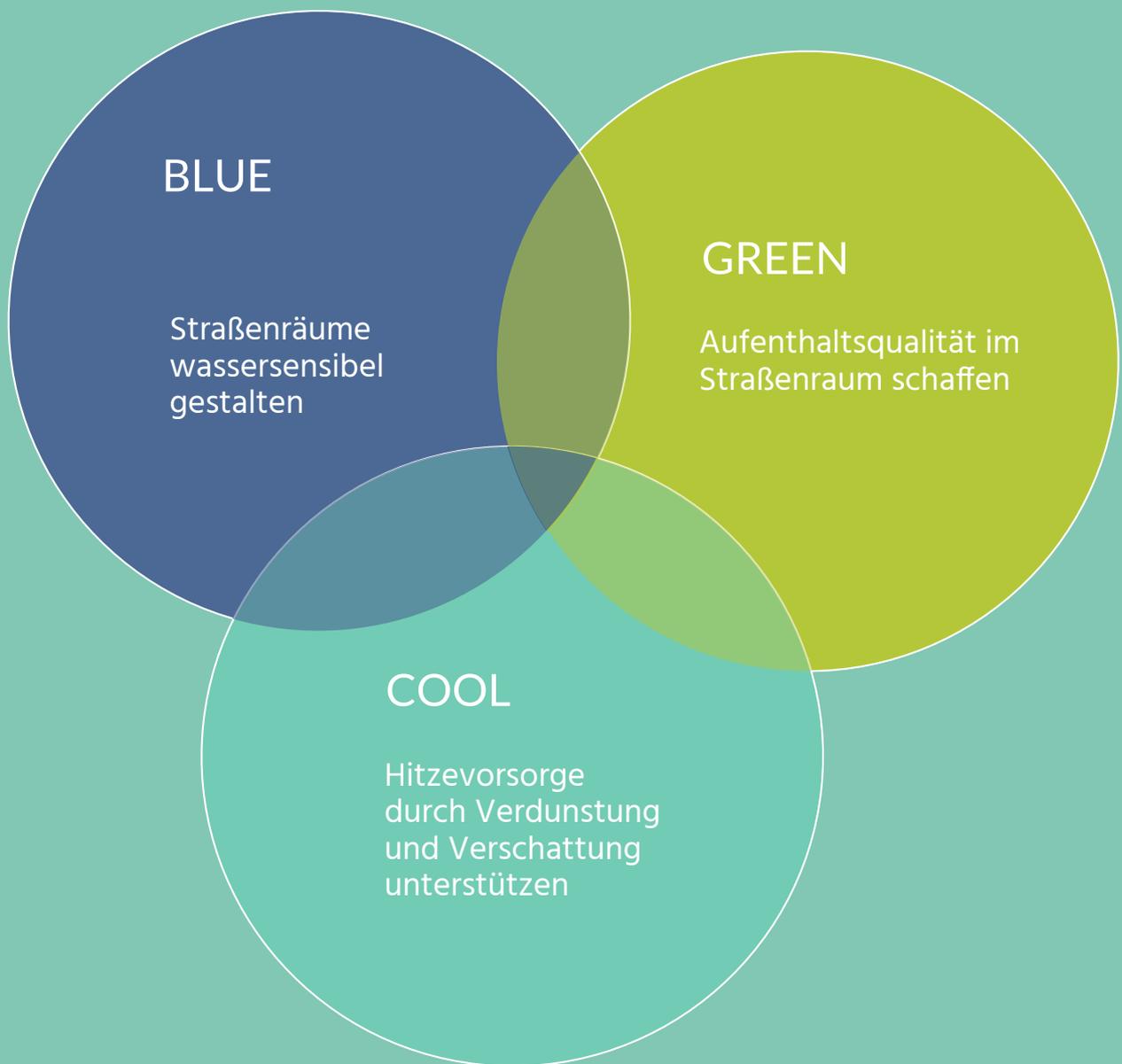


Abb.: 3 Die drei Unterziele von BlueGreenStreets (BGS)

1

BLUEGREENSTREETS
(BGS) IM ÜBERBLICK

1.1 WEITERENTWICKLUNG DER BGS-TOOLBOX

Wir freuen uns, die Fortschreibung der Toolbox BlueGreenStreets 2.0 vorstellen zu dürfen. Das Team bestehend aus HafenCity Universität Hamburg, bgmr Landschaftsarchitekten, Ingenieurgesellschaft Sieker, TU Berlin, Hochschule Karlsruhe und Uni Hamburg hat intensiv an dem Thema der blau-grünen Transformation von Bestandsstraßen in unseren Städten weitergearbeitet. Viele der 2022 in der Toolbox veröffentlichten Visionen, Ideen und vor allem die konkreten Handlungsvorschläge wurden aufgenommen, in der Praxis erprobt und weiterentwickelt. Seither wurde eine Vielzahl der Aspekte in der weiteren Planung umgesetzt. Der interdisziplinäre Geist der Toolbox, der bei sektoralem Denken immer etwas zu kurz kommt, trägt Früchte und kommt in die Fläche.

Bestandsstraßen nehmen einen großen Anteil der grauen Flächen in Städten ein und bieten deshalb ein enormes Flächenpotenzial für die Klimaanpassung. Daher gilt es, dieses Potenzial ins Visier zu nehmen und vor allem in den klimatisch belasteten Stadtquartieren zu aktivieren. Wenn die Mobilitätswende gelingen soll, müssen Mehrwerte aufgezeigt werden. BGS ist hier eine angemessene Antwort.

Erkenntnisse und Schwerpunktsetzungen verändern sich: In der Toolbox 1.0 spielte das Thema der Dürrevorsorge noch eine untergeordnete Rolle. Jetzt ist der Umgang und die Verteilung der knappen Ressource Regenwasser ein Schlüsselthema. Wer bekommt das Regenwasser, das – so unser Verständnis – nicht mehr wie im § 54 Wasserhaushaltsgesetz definiert „Abwasser“ ist, sondern dringend für die Dürrevorsorge zur Sicherung vitalen Stadtgrüns und zur Hitzevorsorge genutzt werden soll.

Die Grafik der BGS-Kaskade 1.0 haben wir daher mit einem Baumsymbol erweitert. Nun wird es darum gehen, wie Regenwasserbewirtschaftung und Dürrevorsorge zusammen funktionieren. An einem solchen Detail wird deutlich, wie schnell und dynamisch neue Erkenntnisse der Klimaanpassung umgesetzt werden müssen.

Die Toolbox 2.0 leistet hierzu einen Beitrag. Wir freuen uns, wenn wir so in die Fläche kommen!

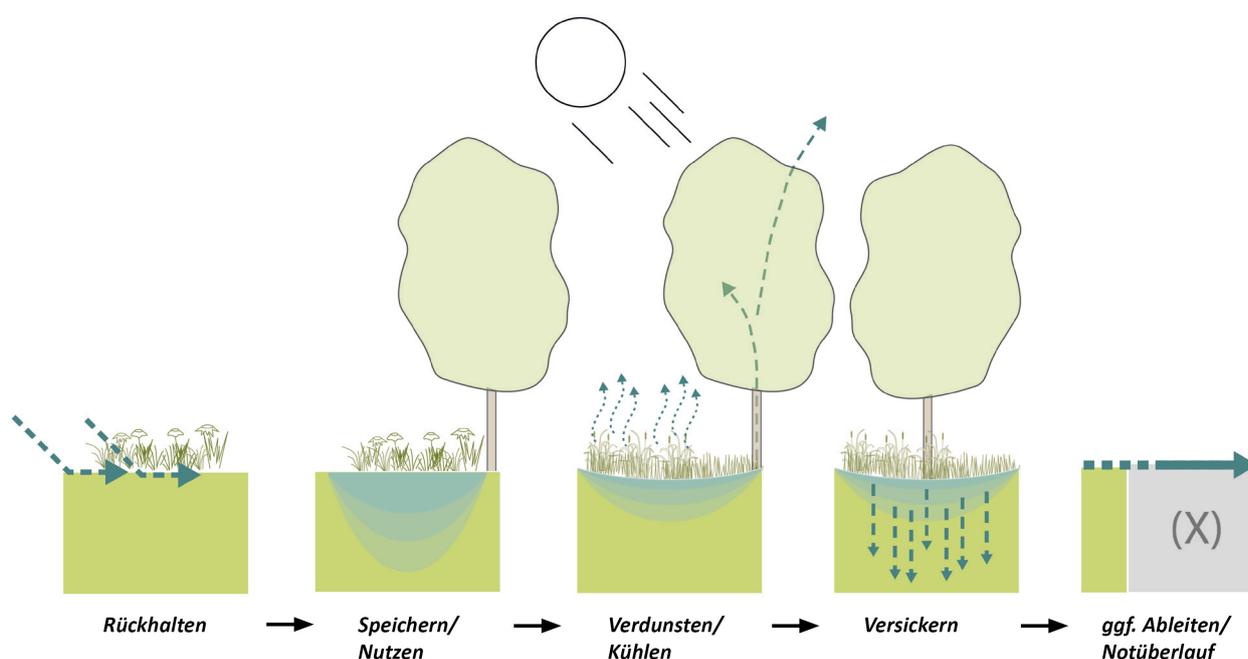


Abb.: 4 BGS 2.0-Kaskade zur Regenwasserbewirtschaftung (BGS, bgmr)

1.2 BGS-TOOLBOX 2.0 - ZIELSETZUNG UND STRUKTUR

RÜCKBLICK

Im März 2022 ist die „Toolbox BlueGreenStreets – Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere“ mit den zwei Toolbox-Bänden A – Praxisleitfaden und B – Steckbriefe erschienen (BGS-Toolbox 1.0). Die beiden Bände waren das Ergebnis einer fast dreijährigen anwendungsorientierten Arbeit in den BGS-Pilotprojekten und wurden unter der Leitung der HCU durch ein breites Forschungskonsortium als Praxisleitfaden für Planende in den Kommunen entwickelt und herausgegeben:

BGS 1.0 TEIL A – ZIELE UND GRUNDLAGEN

Teil A erläutert die Ziele, Grundlagen und Planungsprozesse für BGS-Planungen. Als Werkzeuge enthält er Entwurfshilfen für die Flächengewinnung, zum Umgang mit der unterirdischen Infrastruktur, Beispielsquerschnitte für Wohnstraßen sowie Erläuterungen zu den Entwurfs-elementen für die Gestaltung von Straßenräumen nach dem BGS-Prinzip. Weitere Inhalte des Teils A sind Empfehlungen und Werkzeuge zu Detailfragen des Straßenraumentwurfs, wie die Gestaltung von Anschlüssen und Übergängen zu BGS-Elementen an Verkehrsflächen, Rückhaltung und Notableitung von Starkregenabflüssen, Verbesserung des Mikroklimas und dem Umgang mit stofflichen Einträgen. Darüberhinaus werden der Nutzen von BGS für die Stadtgesellschaft, Fragen der Unterhaltung und die Erfahrungen mit der Umsetzung in den Pilotprojekten thematisiert.

BGS 1.0 TEIL B – BAUWEISEN UND STECKBRIEFE

In Teil B werden die Funktionen, Bauweisen und Wirkungen der in BGS näher untersuchten blau-grünen Elemente in Steckbriefen erläutert. Des Weiteren werden in Teil B verschiedene Praxisbeispiele für straßenbegleitende Mulden und Muldenrigolen, Tiefbeete, Baumrigolen und die Nutzung

öffentlicher Grünflächen zur Regenwasserbewirtschaftung vorgestellt.

FORTFÜHRUNG DER ANWENDUNGSORIENTIERTEN FORSCHUNG IN BGS 2.0

Ein verkleinertes Forschungskonsortium hat seit Herbst 2022 die Untersuchungen zu BGS vertiefend fortgeführt. Im Fokus dieser zweiten Forschungsphase standen Fragestellungen der bauvorbereitenden Umsetzung einer multifunktionalen Straßenraumgestaltung im Bestandsumbau. Das Ziel war: Der umfassende Praxistest der BGS-Toolbox!

Auch hierbei haben wir die in BGS 1.0 bewährte Methodik „Research by design“ angewandt. Die aus der Planung von Straßenräumen gewonnenen Erkenntnisse werden in Empfehlungen der Toolbox 2.0 übersetzt, so dass aus der Praxis für die Praxis gelernt werden kann.

BGS WIRD IMMER WICHTIGER!

Ein wesentlicher Anlass für die Fortführung von BGS ist die in den letzten Jahren weiterhin steigende Problematik der Klimafolgen in Städten und die Auswirkungen von Extremwetterereignissen, die besonders auch in Stadtquartieren und Straßenräumen erkennbar werden. Länger und häufiger auftretende Hitzeperioden führen zu einer erheblichen Gesundheitsgefährdung für die Stadtbewohnenden und die Auswirkungen von Wärmestress und Wassermangel werden auch für Stadtgrün und Tierwelt immer stärker sichtbar. Fehlendes Wasser in der Vegetationsperiode und die erheblichen negativen Auswirkungen lokaler Starkregen durch die Überlastung der Entwässerungssysteme verursachen Gefahren und Schäden für Personen und Sachgüter. Dies, sowie der ungesteuerte Zulauf aus Schmutz- und Regenwasser in die Gewässer hat in vielen Kommunen zu einem neuen Umgang mit

dem Regenwasser und zur Forderung der Stärkung von Entsiegelung, Wasserrückhaltung und Begrünung vor Ort geführt.

Parallel findet in den Kommunen eine intensive Debatte im Aufgabenfeld der Mobilitätswende statt, bei der es um die Stärkung des Umweltverbundes und auch um die (Neu-)Verteilung des Straßenraums geht. Zusammenfassend suchen Städte und Gemeinden intensiv nach Strategien und Lösungen, um die Folgen der weiter zunehmenden Extremwetterereignisse abzumildern, das Stadtgrün klimaresilienter und die Straßenräume für die Nahmobilität und den Aufenthalt in den Stadtquartieren zu stärken.

BGS ALS STRATEGIE DER KLIMAAANPASSUNG IN DEN BESTANDSQUARTIEREN

BGS 2.0 hat genau in diesen Themenfeldern weitergearbeitet und deshalb auch in der Fachöffentlichkeit seit 2019 eine hohe Aufmerksamkeit erhalten. Das kommunale BGS-Netzwerk ist stetig größer geworden und BGS erhielt im Jahr 2020 den Aqua Award sowie den Bundespreis Stadtgrün des BMI und wurde im Jahr 2021 als internationales Vorbildprojekt des VCÖ ausgezeichnet. In 2024 war BGS für den „Blauen Kompass“ – ein Preis für Projekte zur Klimaanpassung - des BMUV und UBA als eines von 20 aus über 300 eingereichten Projekten nominiert.

UPDATES IN DER TOOLBOX 2.0

Seit ihrer Veröffentlichung, hat die BGS-Toolbox über kommunale Vertreter:innen, Planungs- und Ingenieurbüros viele Wege in die Praxis gefunden, wo sie derzeit angewandt, geprüft und evaluiert wird. 25.000 Mal wurde die Toolbox bereits auf der HCU-Seite heruntergeladen.

STRESSTEST BGS

Die zweite Förderperiode des Forschungsprojektes wurde genutzt, um die Toolbox A und B einem Stresstest in der Praxis zu unterziehen. Gegenstand war der Ausbau und die themenbezogene Vertiefung des Fachdialogs im kommunalen

Netzwerk, die Anwendung und Evaluierung der BGS-Planungsprinzipien in konkreten Straßenplanungen von neuen Partnerkommunen – Lübeck und Potsdam - und die fortlaufende Forschung zur Gestaltung von Baumstandorten in Kombination mit der örtlichen Regenwasserbewirtschaftung.

NEUE LÖSUNGEN FÜR BGS

Zu diesem Zweck ist die Toolbox 2.0 eine ergänzende und an die Toolbox A und B anschließende Handlungsanleitung, welche sich auf die Ergebnisse aus der Laufzeit des BGS 2.0-Forschungsprojektes von 2022 bis 2024 fokussiert. Die Toolbox 2.0 umfasst dabei sowohl Ergänzungen zur Toolbox A und B aus den aktuellen Modulen von BGS 2.0, als auch für die Anwendungspraxis zugeschnittene Planungshilfen zu BGS-spezifischen Themen. Die Planungshilfen sind so konzipiert, dass sie auch losgelöst vom Rest der Veröffentlichung als anwendungsfreundliche Arbeitshilfen genutzt werden können.

STRUKTUR DER TOOLBOX 2.0

Die Toolbox 2.0 gliedert sich in fünf Teile:

- Teil I – Einführung
- Teil II – BGS Praxis-Check in Pilotkommunen
- Teil III – Planungstools
- Teil IV – Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung
- Teil V – Fazit und Ausblick

TEIL I: EINFÜHRUNG

Teil I umfasst eine Übersicht zu BGS 1.0 und 2.0 und ermöglicht einen Schnelleinstieg in das Thema BGS. So können Sie im kompakten Überblick klären: Welche Schritte sind in einem BGS-Projekt relevant? Welche Themen sollte ich bedenken? In welchem BGS-Dokument kann ich mich wozu informieren?

TEIL II: BGS PRAXIS-CHECK IN PILOTKOMMUNEN

Nach sechsjähriger Untersuchung von Projekten in Pilotkommunen führt Teil II die im Praxis-Check gewonnenen Erkenntnisse in Form von Empfeh-

lungen zur Anwendung und Umsetzung von BGS in den verschiedenen Phasen des BGS-Planungsprozesses zusammen. Darüber hinaus enthält Teil II die Ergebnisse der Begleitung der Straßenumbauplanungen für die neuen Pilotprojekte in Lübeck (Ost- und Westpreußenring) und Potsdam (Horstweg) sowie die Erkenntnisse aus der Evaluierung der in der ersten Förderphase begleiteten Königstraße in Hamburg und der BGS-verwandten Machbarkeitsstudie Klimastraße Hagenauer Straße in Berlin-Pankow.

TEIL III: PLANUNGSTOOLS

Teil III bietet ergänzende Planungshilfen zu Themen, die in der zweiten Förderphase neue Erkenntnisse lieferten. Die Planungshilfe „Wassersensible Planung“ in Kapitel 3 fasst die besonderen Herausforderungen und Grundlagen der Straßenplanung zusammen, um städtische Straßen resilienter für die Folgen von Extremwetterereignissen machen zu können. Die Texte sowie Planungshilfen „Beteiligung“ (Kapitel 5.2) sowie „Verwaltungsinterne Zusammenarbeit“ (Kapitel 5.4) beziehen sich auf die Aspekte Teilhabe und Mitwirkung in BGS-Projekten und die Zusammenarbeit in der Verwaltung. Die Planungshilfe „Flächenumwidmung im Straßenraum“ in Kapitel 4.2 ist ein Planungswerkzeug zur systematischen Anwendung verkehrlicher Strategien zur räumlichen Neuordnung von Straßen für BGS.

TEIL IV: BAUMSTANDORTE UND REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG

Teil IV fasst die anwendungsorientierten Erkenntnisse zur Fortentwicklung der Planungsprinzipien und Maßnahmen zu „vitalen Baumstandorten“ zusammen, die in den letzten Jahren eine starke Weiterentwicklung in einem breiten Forschungsnetzwerk erfahren haben. Kapitel 6 beschreibt die Erkenntnisse aus dem größer werdenden Forschungsnetzwerk Baumrigolen. Außerdem gibt es fortgeschriebene Erkenntnisse zu dem in der ersten Forschungsphase begonnenen Monitoring von Baumrigolen, die in der Planungshilfe „Monitoring Boden-Baum-Wasser“ in Kapitel 7.2 für die Planungspraxis aufbereitet sind. Die

Ergebnisse aus den Versuchen zur Retentionsleistungen von Böden sowie Monitoringergebnisse von den Vitalen Baumstandorten aus den Pilotstandorten finden Sie im Kapitel 7. Neue und weiterentwickelte Systeme und Konzepte für Bäume und Regenwasserbewirtschaftung werden in der Toolbox 2.0 in Kapitel 8 zusammengefasst. In der Planungshilfe „Definition von Typologien“ (Kapitel 8.2) sind die Funktionsweisen von „Baumrigolen“ typisiert, die Parameter beschrieben und Vorschläge für die Bezeichnung der Systemtypen entwickelt. Das hier beschriebene neue Wording soll eine klare Einordnung der Typen ermöglichen und Missverständnisse in der Planungspraxis vorbeugen. Vertiefend wurden Untersuchungen zu den für die Umsetzungspraxis hochrelevanten Aspekten des Schadstoffeintrages in Baumgruben sowie zu den Aspekten des Baus, Betriebs und der Finanzierung durchgeführt und Schlussfolgerungen für die Planung gezogen. Zur weiteren Unterstützung der Planung von Baumstandorten und anderen BGS-Elementen enthält Teil IV die Planungshilfe „Erfahrungen im Umgang mit Tausalz“ (Kapitel 10.3) und die Planungshilfe „Pflanzenverwendung für wechsellockene und -feuchte Standorte“ (Kapitel 11.2).

TEIL V: FAZIT UND AUSBLICK

In Teil V werden drei zentrale Aspekte dargestellt: Erstens wird zusammengestellt, welche rechtlichen und normenbezogenen Entwicklungen in den letzten sechs Jahren hinsichtlich der Stärkung der Ansätze von BGS zu erkennen sind. Betrachtet wird hier die Ebene der EU, des Bundes der Länder und Kommunen sowie der Fachverbände DWA, FLL und FGSV. Zweitens werden Vorschläge ausgearbeitet, welche Regelungsinhalte in Gesetzen und Normen in den nächsten Jahren weiterentwickelt werden müssten, um die Ansätze von BGS aus dem Pilotprojektstatus in eine systematische Straßen(umbau)planung zu überführen. Das Fazit und der Ausblick zum Schluss fassen nochmal zentrale Erkenntnisse der sechsjährigen Arbeit in BGS zusammen, die als Zukunftsaufgaben auf der Ebene der Politik, der Fachministerien und in der Planungspraxis stärker Einzug erhalten sollten.

1.3 ENTWICKLUNG DES BGS-NETZWERKES

Seit dem Start von BlueGreenStreets im Jahr 2019 ist ein stetig wachsendes Interesse an blau-grünen Infrastrukturmaßnahmen zu verzeichnen. Gleichzeitig haben sich im Laufe der BGS-Forschung viele wichtige Fragestellungen zur Planung, Umsetzung und zum Betrieb von BGS-Maßnahmen entwickelt. Dieses Interesse und diese Fragestellungen wurden als Anlass genutzt, um den Austausch zwischen interessierten Personen aus Kommunen, Planungs- und Ingenieurbüros und unterschiedlichen wissenschaftlichen Bereichen zu fördern und ein Netzwerk zu bilden. Das hierfür gewählte Format ist der kommunale Netzwerkaustausch und das aufgebaute Netzwerk besteht mittlerweile aus knapp 470 Vertreter:innen der kommunalen Verwaltung, Planungs- und Ingenieurbüros, kommunaler Unternehmen und Wissenschafts-, sowie Bundes- und Landeseinrichtungen.

Für die Fortführung kommunalen Netzwerkaustausches gab es in BGS 2.0 sechs Termine zu den folgenden Themenschwerpunkten: Klimafolgenanpassung im Prozess der Straßenplanung, Flächen Gewinn für BGS, Beteiligung in BGS-Projekten, Kombination von Regenbewirtschaftung und

Baumstandorten, Zuständigkeiten und Finanzierung von BGS-Elementen und Systeme der Bewässerung. Bestandteile der Online-Veranstaltungen waren jeweils fachliche Inputs aus dem BGS-Team zu aktuellen Erkenntnissen der BGS-Toolbox und Fachbeiträge von Akteur:innen aus der Praxis. Bei allen Terminen wurde Raum für Diskussionen über Herausforderungen, Lösungsansätze und Umsetzungsbeispiele in der Praxis geboten. Die Teilnehmenden konnten sich so mit Fragen, Beispielen und Projekten einbringen und sich über aktuelle Entwicklungen und gesammelte Erfahrungen informieren.

An drei Terminen lag die Beteiligung zwischen 80 und 100 Teilnehmenden. An den anderen Terminen haben weit über 100 bis zu 470 Personen an den Online-Veranstaltungen teilgenommen. Die Mehrzahl der Teilnehmenden kamen aus Städten und Kommunen der Bundesrepublik Deutschland. Darüber hinaus waren aber auch Vertreter:innen aus Österreich und der Schweiz vertreten.

Das Gesamtnetzwerk ist in der Karte in Abb. 5 dargestellt.



Abb.: 5 Gesamtüberblick über das BGS-Netzwerks (BGS, HCU; unterstützt von Bing, GeoNames, Microsoft, TomTom)

Bei genauer Betrachtung der verschiedenen Gruppen des Gesamtnetzwerks in Abb. 6 zeigt sich, dass die Teilnehmenden relativ gleichmäßig in Deutschland verteilt sind und viele der größten Städte vertreten sind. Auch große Teile der nördlichen Schweiz werden durch Teilnehmende aus verschiedenen Kommunen, Unternehmen und Forschungseinrichtungen vertreten.

Das BGS-Netzwerk hat es geschafft Akteur:innen aus wissenschaftlichen und praktischen Bereichen wie der Verwaltung, der Privatwirtschaft sowie der Forschung zusammenzuführen und in einen

gemeinsamen Austausch zu BGS-Themen zu bringen. Durch diese diverse Zusammensetzung und die weitreichende geographische Verteilung der Teilnehmenden ist zu hoffen, dass das aus den Netzwerktreffen gewonnene Wissen in den vertretenen Regionen von vielen Personen weitergegeben wird und es somit zu Multiplikatoreffekten bezüglich der Planung und Umsetzung von BGS-Prinzipien und -Maßnahmen kommt.

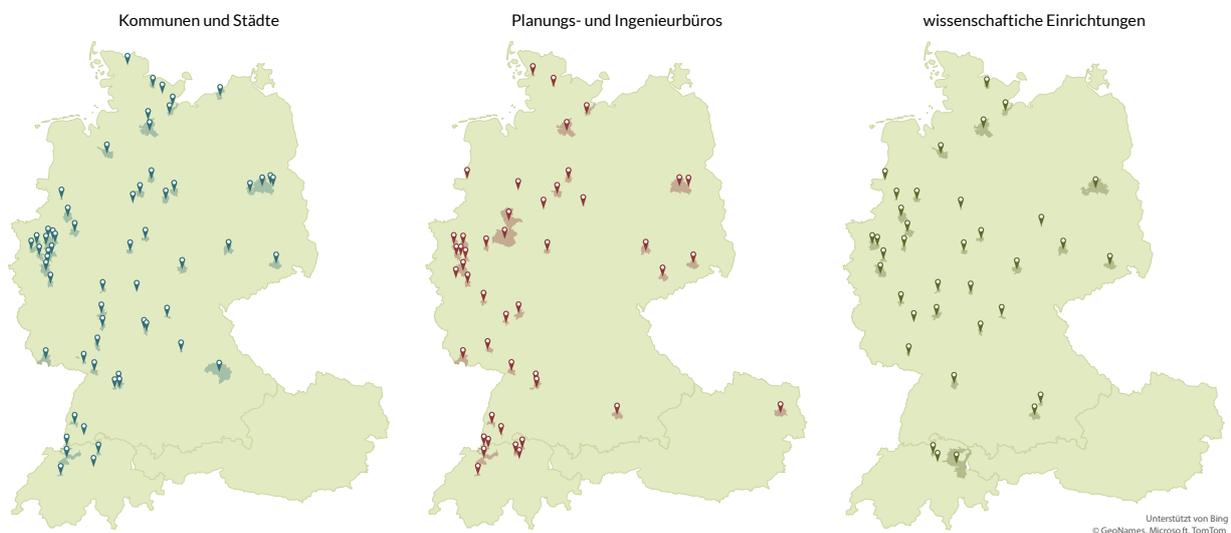


Abb.: 6 Überblick über die Einzelteile des BGS-Netzwerks (BGS, HCU; unterstützt von Bing, GeoNames, Microsoft, TomTom)

1.4 SCHNELLEINSTIEG IN DAS THEMA BGS

Dieses Kapitel gibt einen schnellen Einstieg in das Thema BGS und soll dabei helfen, gezielt Informationen der BGS-Toolbox zu finden.

Wichtig ist zunächst zu wissen, dass sich die BGS-Toolbox aus Ergebnisberichten zweier Forschungsphasen zusammensetzt:

- Die Toolbox 1.0, die die im März 2022 erschienenen Bände A und B „Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere“ umfasst (TB 1.0 A/ TB 1.0 B).
- Die Toolbox 2.0, bestehend aus der vorliegenden Broschüre „BGS 2.0 – implementieren, evaluieren, verstetigen“ (TB 2.0).

Eine übersichtliche Wiedergabe der Inhalte dieser Ergebnisberichte findet sich in Kapitel 1.3. Vereinfacht dargestellt enthält die Toolbox 1.0 die Ziele und grundlegenden Werkzeuge und Informationen zur Umgestaltung von Straßen mit BGS-Elementen. Die Toolbox 2.0 ergänzt diese durch Erkenntnisse und Werkzeuge zu Planung, Bau sowie Betrieb und Unterhaltung von BGS-Elementen der zweiten Forschungsphase.

Eine Neuerung in der Toolbox 2.0 sind die Planungshilfen, die gesondert aufbereitet und entsprechend als Kapitel benannt sind. Durch den blauen Balken am Seitenrand sind diese Kapitel schnell auffindbar. Die Planungshilfen enthalten Informationen und Werkzeuge für BGS-Planungsverfahren und die Anwendung von BGS in der Praxis, die sich insbesondere an Planende richten.

Die doppelseitige Grafik in Abbildung 7 ist als Suchhilfe angelegt. Dort sind die Kapitel der Toolbox 1.0 und 2.0 den Themen und Aufgaben in unterschiedlichen Planungsschritten im BGS-Prozess zugeordnet. Geht es Ihnen beispielsweise zu Beginn der Planung (also in der Startphase oder Phase 0) um erste Informationen und Entschei-

dungshilfen zur Priorisierung, Beschlussfassung oder Rahmensetzung für BGS im Prozess, so finden sich unter dem Schritt 1. „Priorisierung von BGS in der Gesamtstrategie“ die wesentlichen Kapitelverweise, etwa zu Fragen der Zuständigkeiten, Finanzierung oder Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit (ÖA).

Die Kapitelverweise beziehen sich insgesamt auf die folgende sechs Prozessschritte:

1. Priorisierung BGS in Gesamtstrategie
2. Grundlagenermittlung
3. Flächen für BGS schaffen
4. Planung im Detail
5. Auswahl der BGS-Elemente
6. Umsetzung und Unterhaltung.

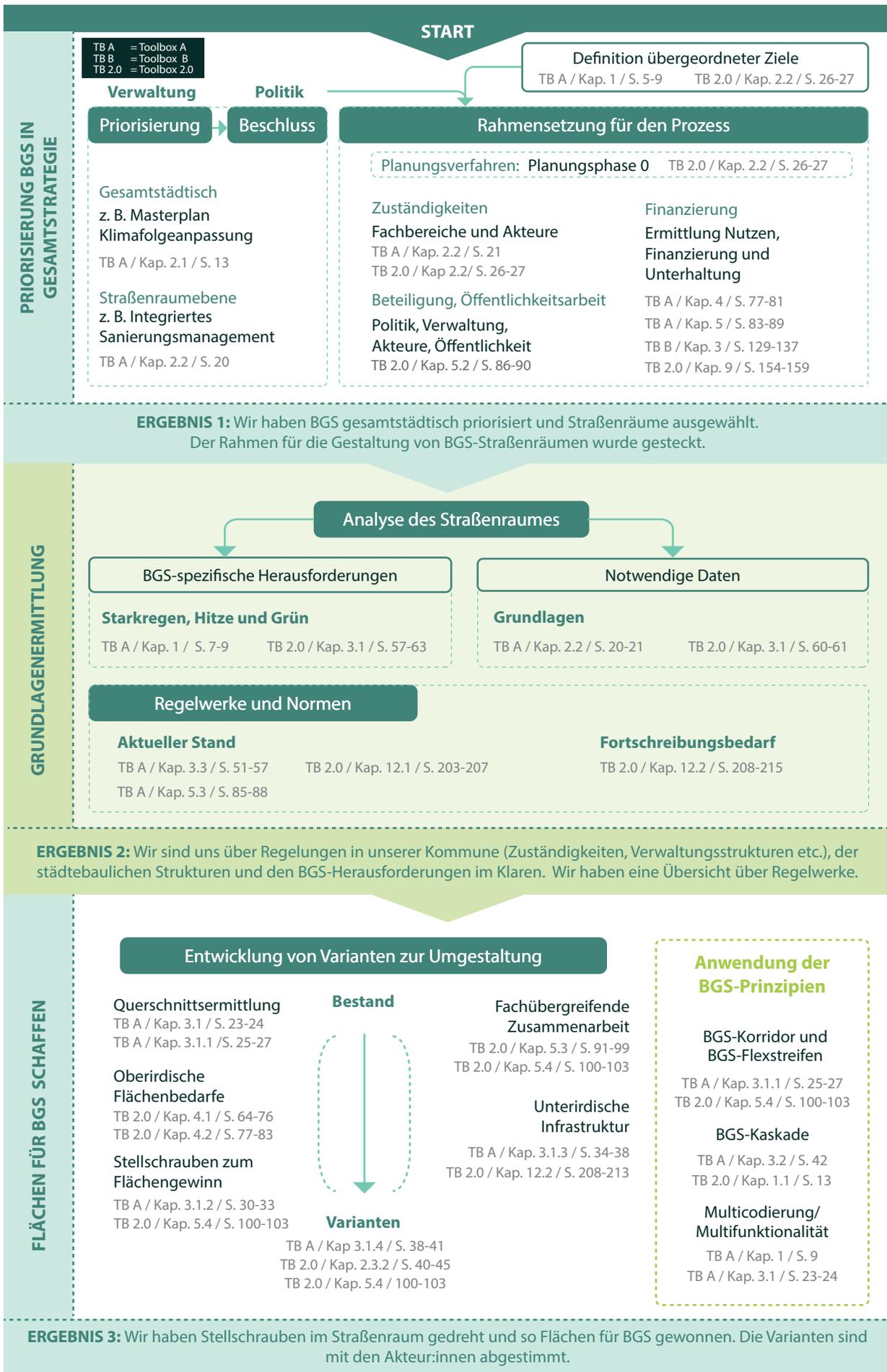
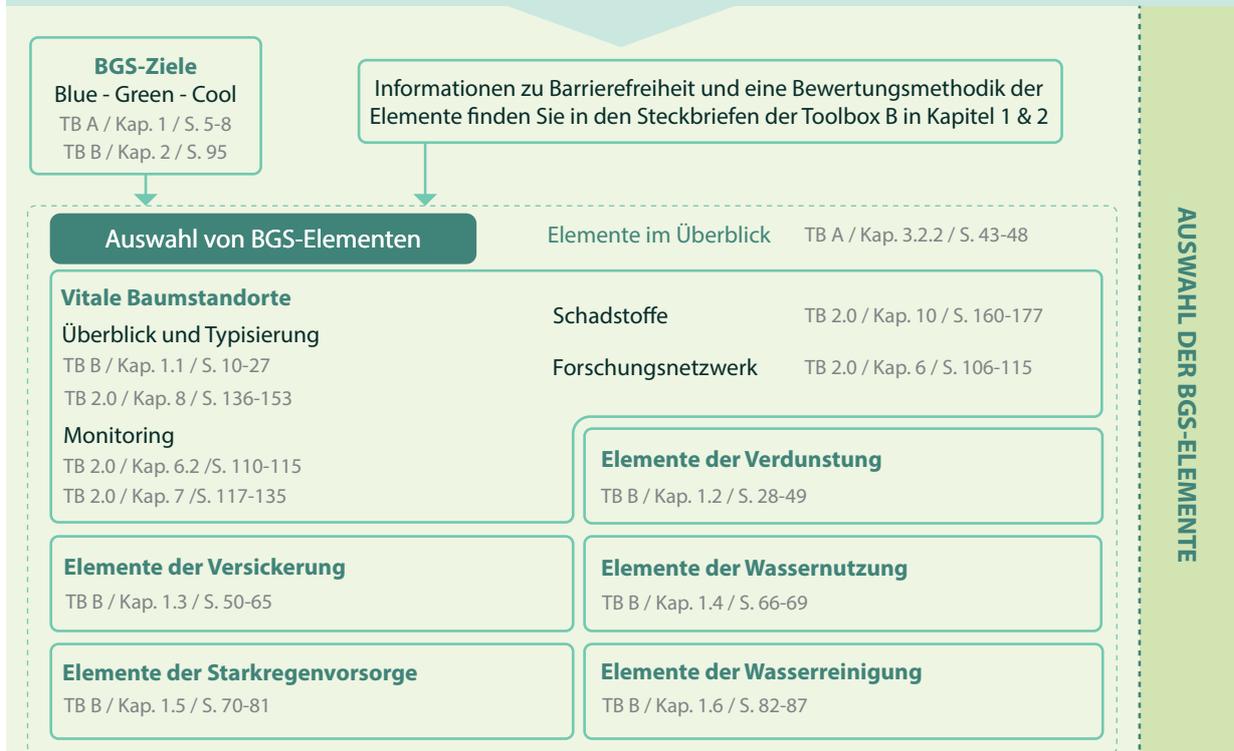


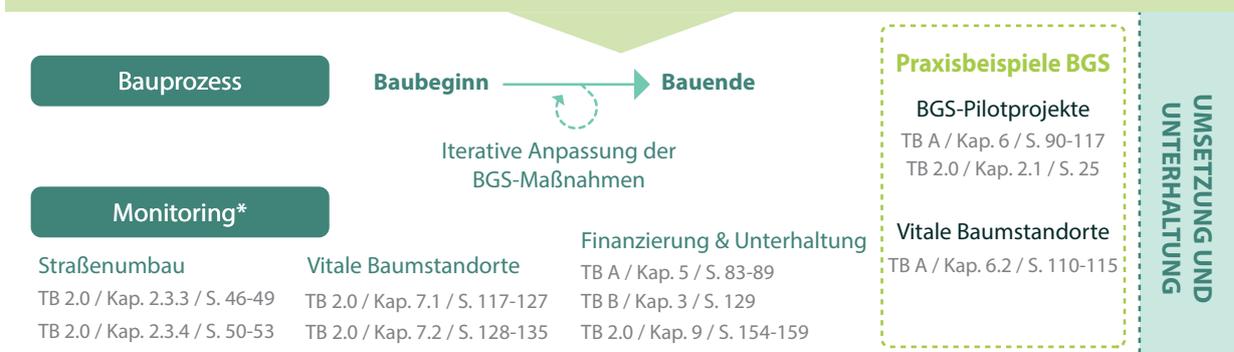
Abb.: 7 BGS-Prozess-Ablauf



ERGEBNIS 4: BGS-Korridor und Flexstreifen wurden im Gesamtkonzept verortet und mit Rücksicht auf städtebauliche Gegebenheiten und BGS-Herausforderungen im Raum verortet.



ERGEBNIS 5: BGS-Elemente sind mit Blick auf Funktion sowie unter Berücksichtigung der BGS-Kaskade priorisiert und ausgewählt.



ERGEBNIS 6: Das Projekt wird umgesetzt. Für Pflege, Unterhaltung und ggf. Monitoring ist gesorgt.

ENDE

TEIL II

BGS-PRAXIS-
CHECK IN
PILOTKOMMUNEN



Abb.: 8 Oberflächennahe Einleitung und Führen von Dachwasser in eine öffentliche Grünfläche in Lüneburg (Michael Richter, HCU)

2

MULTIFUNKTIONALE STRASSENRAUM- GESTALTUNG: ERFAHRUNGEN AUS PILOTPROJEKTEN

2.1 EINFÜHRUNG IN DIE PILOTPROJEKTE

Bereits in der ersten BGS-Förderphase wurden Pilotstraßenräume in Städten und Gemeinden begleitet und untersucht werden. In der zweiten BGS-Phase sind weitere Pilotprojekte hinzugekommen. An diesen Projekten konnten die in BGS gewonnenen Erfahrungen einem Praxis-Check unterzogen werden. Einen Überblick über die räumliche Verteilung aller in BGS untersuchten Pilotprojekte zeigt die Abbildung 9 unten.

Im Rahmen von BGS 2.0 lag der Fokus der Untersuchung darauf, inwieweit die BGS-Prinzipien in der Planungspraxis Anklang finden und welche Herausforderungen sich nach wie vor in der Projektplanung und -umsetzung ergeben. Diese und weitere Fragen waren leitend für die Beforschung der Straßenumgestaltungen in Potsdam, Lübeck,

Berlin und Hamburg, die verschiedene Aspekte der Planungsphase 0 (Zielfindung) bis zur Planungsphase 2 (Entwurf/Ausführung) abbilden.

Das nachfolgende Kapitel 2.2 stellt wesentliche Erkenntnisse zur multifunktionalen Straßenraumgestaltung zu den Planungsphasen 0 bis 2 zusammenfassend dar. Diese Erkenntnisse beruhen auf der Untersuchung aller BGS-Pilotprojekte, lassen sich auf andere Planungsverfahren übertragen und sollen Ihnen eine Hilfestellung bei der Vorbereitung und Umsetzung eigener BGS-Projekte sein.

Die Rahmenbedingungen, Ziele, Projektansätze und BGS-Maßnahmen für die vier neuen Pilotprojekte werden in Kapitel 2.3 genauer vorgestellt.



Abb.: 9 Verortung der BGS-Pilotprojekte (BGS, HCU)

2.2 ZUSAMMENFASSENDE ERKENNTNISSE ZU BGS-PLANUNGSVERFAHREN

PHASE 0 - ZIELFINDUNG / BEAUFTRAGUNG

Die Planungsphase 0 ist der Objektplanung nach HOAI zeitlich vorgeschaltet und dient der Zielfindung und bereitet die Beauftragung von Planungsleistungen vor. Nachfolgend werden wichtige Erkenntnisse aus BGS-Projekten und anderen Planungsverfahren zu Aspekten und Verfahrensschritten der Phase 0 zusammengefasst.

ZIELE UND PROJEKTRAHMEN SETZEN

Planungen zum Umbau von Straßen nach dem BGS-Prinzip berühren viele Fachbelange. Neben der Verkehrsplanung, Freiraumgestaltung und Regenwasserbewirtschaftung sind auch weitere klima- und umweltwirksamen Belange betroffen, wie die der Stadtentwicklung, Stadtmöblierung, Nahmobilität, des Umwelt- und Bodenschutzes, der Biodiversität, Stadtklimatologie und Leitungsplanung.

Aufgrund der Komplexität und der Notwendigkeit, gemeinsame Ziele und ein Grundverständnis über die Aufgabenstellung zu entwickeln, wird vorgeschlagen, für Straßenumbauprojekte mit BGS-Zielsetzungen vor dem eigentlichen Planungsbeginn eine Phase 0 einzuführen. In dieser Phase werden wesentliche Grundlagen, Ziele und erste Setzungen vereinbart. Beispielhaft sollten dort folgende Fragen geklärt werden, um damit die Auftragsvergabe nach den Leistungsphasen der HOAI bestmöglich vorzubereiten:

1. Zielfindung: Welche konkreten Ziele werden mit dem Projekt verfolgt? Beispiele sind etwa die Umstellung auf eine naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, die Abkoppelung vom Kanal, Verbesserung der Aufenthaltsqualität und Nahmobilität, Abkühlung des Straßenraums für die Hitzevorsorge und/oder auch die Rückhaltung und Lenkung von Starkregenabflüssen für die Starkregenvorsorge im Quartier.
2. Bewertungskriterien: Nach welchen Kriterien kann eine Planung bewertet werden? Dieser Schritt ist wichtig, damit die Projektwirkung und Erreichung der Projektziele überprüft werden kann. Bewertungskriterien sind z. B. der Grad der Abkopplung vom Kanal oder der Anteil von baumüberschirmten Flächen für die Abkühlung des Straßenraums, aber auch der Innovationsgehalt oder die Genehmigungsfähigkeit. Bewertungskriterien erleichtern auch die Fortschreibung der Planung, indem beispielsweise eine Gewichtung der Kriterien im Verfahren transparent möglich ist.
3. Verbindliche Vorgaben: An welche rechtlichen und administrativen Vorgaben ist die Planung gebunden (Gesetze, Satzungen, Erlasse etc.)? Wo existieren Konflikte und Abwägungsbedarfe?
4. Fachliche Grundlagen: Welche fachlichen Untersuchungen und Pläne liegen vor und können genutzt werden (etwa Sanierungsplanung, Starkregengefahrenkarte, Klimamodellierungen, Klimaanpassungskonzept)? Welche planerischen Grundlagen sind ggf. zusätzlich erst noch zu erstellen?
5. Straßenraumaufteilung/Planungsraum: Welche Flächenansprüche gibt es? Wie kann der vorhandene Straßenraum aufgeteilt werden? Können Seitenräume oder andere Flächen Funktionen übernehmen? Welche Abhängigkeiten und Wechselwirkungen bestehen?
6. Planungsbeteiligte: BGS-Erfahrungen zeigen, dass Landschaftsarchitekt:innen und Verkehrsplaner:innen gleichermaßen von Beginn an, also ab Leistungsphase 0, zu beteiligen sind. Zu entscheiden ist darüber hinaus, welche weiteren Fachbelange und Akteure (z. B. die Wasserwirtschaft) wann und wie zu beteiligen sind? Zu klären ist auch, wie die Aufgaben und Verantwortlichkeiten im Projekt verteilt sind.

- Partizipation: Wie sollen Bürger:innen und Zivilgesellschaft beteiligt werden? Ist eine Beteiligung vorgesehen, muss geklärt (und im Verfahren kommuniziert) werden, welche konkreten Entscheidungsspielräume für Bürger:innen bestehen. Zu betrachten ist ferner, mit welchen Formaten welche Gruppen angesprochen werden sollen und wie die Beteiligten über den Projektfortschritt informiert werden.

Anhand dieser vorgenommenen Setzungen kann die Kommune im nächsten Schritt eine klare Ausschreibung der Planungsleistungen für das Projekt vornehmen. Das Vorgehen in der Planungsphase 0 sollte folgende Aspekte berücksichtigen:

AUFTAKTWORKSHOP PLANUNGSPHASE 0

Die Durchführung eines Auftaktworkshops in der Phase 0 (vgl. Abb. 10) ist ein wirkungsvolles Instrument, um die Ziele und Verantwortlichkeiten zu Beginn des Projekts abzustimmen, die Straßenraumaufteilung zu konzipieren und die interdisziplinäre Projektbearbeitung vorzubereiten. Dies zeigen Erkenntnisse aus Fachgesprächen (Kapitel 5.3) und Pilotprojekten in BGS, aber auch aus anderen Planungszusammenhängen.

Mit dem Auftaktworkshop werden am Anfang von jedem größeren Um- und Neubauprojekt fachübergreifend die Ziele und Anforderungen an den Straßenraum formuliert. Hierfür kommen u. a.

Verkehr, Grün, Freiraum/Spiel, Umwelt/Wasser, Stadtbetriebe und Leitungsträger zu einer moderierten Arbeitsrunde zusammen. Einladung und Moderation liegen hoheitlich beim Baulastträger oder bei einem vom Baulastträger beauftragten Planungsbüro.

Die zentrale Fragestellung zum Auftakt lautet: Welche Ziele in Bezug auf BGS werden verfolgt und wie können die einzelnen Fachbelange in diese übergeordnete Zielsetzung in die Straßenraumverteilung integriert werden? Dazu sollte der Straßenraum im Lageplan und im Querschnitt auftragen und von außen nach innen den Straßenquerschnitt gemeinsam konzipiert werden. Eine große Herausforderung für die BGS-Umsetzung ist die Abstimmung mit den Leitungsträgern. Daher sollten auch diese Planungsakteure zum Auftakt bzw. in der frühen Planungsphase in die Aufteilung des Straßenraum einbezogen werden.

Ein weiteres Ziel der Auftaktworkshops ist die Benennung der Verantwortlichkeiten und die Festlegung der Zusammenarbeit und des Abstimmungsprozesses für die weitere Planung. Für die Verstetigung wird vorgeschlagen regelmäßige Fachrunden durchzuführen, um abzusprechen, welche Projekte sich überschneiden und wo und wie zusammengearbeitet werden kann.

„Die Einführung von Starterkonferenzen oder Auftaktworkshops ist eine gute Idee für Zukunftsprojekte, da in der Realität das Schuhkastendenken der Baulastträger vorherrscht.“

(Herr Eidner, Verkehrsplanung und Herr Erler, Grünflächen der LHP Potsdam)

PLANUNG INTERDISZIPLINÄR AUSSCHREIBEN

Damit diese Belange im Planungsprozess eng aufeinander abgestimmt zu einer integrierten Lösung geführt werden, sollte die Ausschreibung der Planungsleistungen an ein interdisziplinäres Planungsteam gerichtet werden.



Abb.: 10 Auftaktworkshop Phase 0 (BGS, bgmr)

Für den Fall, dass die Leistungen einzeln und/oder in einzelne Bauabschnitte ausgeschrieben werden, muss gewährleistet werden, dass sich die Büros untereinander abstimmen. Dazu müssen entsprechende Leistungspositionen formuliert werden. Wenn die Bearbeitung von fachlichen Grundlagen eng mit der Planung zusammenhängen (wie z. B. Bodenuntersuchungen in Versickerungsbereichen), sollte eine Parallelbearbeitung erfolgen und notwendige Abstimmungen eingeplant werden.

Grundsätzlich muss sichergestellt werden, dass vor der Ausschreibung/ Vergabe eine Honorierung der verschiedenen Fachplanungen gewährleistet ist. Dies betrifft insbesondere Planungen nach HOAI, bei denen für Verkehrsplanung, Freiraumplanung und Ingenieurbauwerke jeweils eigene anrechenbare Kosten und Honorare entsprechend den Leistungsbildern nach § 39 Freianlagen, § 43 Ingenieurbauwerke und § 47 Verkehrsanlagen eingeplant werden müssen.

Neben der fachlichen Kompetenz sollte bei der Ausschreibung auch auf die gute Koordination und Moderation der Fachgespräche und Beteiligungsveranstaltungen Wert gelegt werden.

Nicht zuletzt ist zu beachten, dass auch auf Seiten der Verwaltung ein interdisziplinäres Team zusammengestellt wird, das die Planung fortlaufend im Prozess fachlich begleitet.

BÜRGER:INNEN UND ZIVILGESELLSCHAFT BETEILIGEN

BGS-Planungen beeinflussen das Umfeld und Nutzungsmöglichkeiten von Anwohnenden und Nutzer:innen von Straßen und Plätzen. Besonders bei anliegenden Wohngebäuden, Geschäften und sozialen sowie anderen öffentlichen Einrichtungen kann die Gestaltung und Neuverteilung der verfügbaren Flächen und der Angebote im Straßenraum zu intensiven und z. T. kontrovers geführten Diskussionen führen.

In solchen Fällen ist es für eine machbare (Um-)Planung wichtig, eine möglichst hohe Akzeptanz und Unterstützung der Planung durch die Mehr-

heit der Anwohner:innen und Nutzer:innen zu erreichen. Voraussetzung hierfür sind eine ernst gemeinte Beteiligung mit hoher Transparenz im Planungsprozess. Verantwortliche für die Planung sollten vor der Durchführung eines Beteiligungsverfahrens klarstellen, wie der Entscheidungsprozess erfolgt und welche Entscheidungsspielräume den beteiligten Gruppen eingeräumt werden. Das Verfahren sollten dann den beteiligten Gruppen offen kommuniziert werden.

INFO-VERANSTALTUNGEN VOR ORT:

Informationsveranstaltungen sollten möglichst vor Ort, in der Straße oder in der unmittelbaren Nähe des Planungsraums durchgeführt werden, um ohne große Hürden ins Gespräch zu kommen, über die Planung zu informieren und erste Wünsche und Hinweise der Bewohner:innen zu erfragen. Damit die Nachbarschaften zu Projektbeginn niedrigschwellig erreicht werden, wurde beispielsweise im Pilotprojekt Klimastraße Hagenauer Straße ein offener Nachmittag auf der Straße mit Infoständen und anderen Angeboten zum Austausch und Aufenthalt durchgeführt. Besonders für Familien und junge Menschen gab es auch Spielgelegenheiten (u. a. Spielmobil) und praktische Experimentierangebote (z. B. zur Regenwasserversickerung). Für die Veranstaltung wurde ein großer Teil der Straße temporär für den motorisierten Verkehr gesperrt. Eine weitere Infoveranstaltung wurde als Workshop in geeigneten Räumen im Nahbereich durchgeführt.

Die erfolgreiche Durchführung eines Beteiligungsverfahrens hängt außerdem davon ab, dass die beauftragten Planer:innen Erfahrungen in partizipativen Freiraum-, Stadt- und Verkehrsplanungen haben oder von einem qualifizierten Beteiligungsbüro begleitet werden. Da grundhafter Straßenumbau auf Langlebigkeit angelegt und eine Zukunftsaufgabe ist, sollen i. d. R. auch Kinder und junge Menschen durch geeignete Ansprachen und mit geeigneten Formaten beteiligt werden.

Zum Thema Beteiligung vgl. auch die Handlungsempfehlungen und Planungshilfen in Kapitel 5.1 und 5.2.

POLITISCHEN RÜCKENWIND FRÜHZEITIG ABSICHERN

In der Konkurrenz um Flächen und Belange wird es für größere Umgestaltungen eine politische Entscheidung brauchen, welche Ziele vorrangig sind und welche Vision für die Umsetzung von BGS verfolgt werden soll. Durch Information und Austausch mit politischen Gremien sollten solche Beschlüsse in den Kommunen frühzeitig vorbereitet und herbeigeführt werden (Kapitel 5.3).

PHASE 1 - KONZEPT / MACHBARKEIT

Wenn komplexe Fragestellungen planerisch zu bewältigen sind (z. B. Variantenbewertung), dann ist auch eine Machbarkeitsstudie sinnvoll. Diese wird im Folgenden beschrieben.

PROJEKTBEGLEITENDE FACHRUNDE

Bei allen komplexeren BGS-Planungen sollte die federführende Behörde eine projektbegleitende Fachrunde einsetzen, die die Planung und Umsetzung begleitet. Die kontinuierliche Begleitung kann auf eine engere Steuerungsrunde beschränkt werden, die je nach Themenstellung und Verfahrensstand durch weitere beteiligte Akteure erweitert wird. In den Pilotprojekten gehören zur engeren Steuerungsrunde Vertreter:innen aus den Bereichen Stadtplanung, Straßen- und Verkehrsplanung, Grünflächen, Wasserwirtschaft/ Regenwassermanagement und integrativer Umweltschutz. In Stadtstaaten können ggf. die zuständigen Senatsverwaltungen hinzukommen. Zum Kreis der erweiterten Steuerungsrunde können u. a. gehören:

- Fachstellen der Pflege und Unterhaltung Grün, Straßenaufsicht und -unterhaltung und Straßenverkehrsbehörde, Entsorgungsunternehmen
- Umweltamt, Naturschutzamt, Klimaschutzbeauftragte, Wasserbehörde
- Ämter für Jugend und Familie, Beauftragte für Beteiligung, ggf. sozialraumorientierte Planungskoordination.

Für einen effizienten Austausch hat sich der Einsatz interaktiver Plattformen wie (digitale) Whiteboards bewährt. Für die effektive Bearbeitung sind regelmäßige bzw. zu bestimmten Meilensteinen angesetzte Präsenz- oder Onlinetreffen sinnvoll.

TESTENTWÜRFE FÜR DIE STRASSENRAUMAUFGTEILUNG UND -GESTALTUNG

Die frühzeitige Entwicklung von Entwurfsvarianten für Straßenquerschnitte hat sich in der Zusammenarbeit mit diversen Fachakteuren als gute Diskussionsgrundlage für BGS-Konzepte bewährt. In den BGS-Workshops zu Pilotprojekten war dieses Vorgehen sehr hilfreich, um den in der Toolbox 1.0 beschriebenen BGS-Korridor und BGS-Flexstreifen als sinnvolle Planungselemente in der Abwägung mit anderen Belangen zu vermitteln und eine Entscheidung zur Aufteilung des Straßenraums herbeizuführen. Mit den Entwurfsvarianten von Straßenquerschnitten sollte der benötigten Raumanpruch dieser Elemente klar formuliert und dargestellt werden.

PARKRAUMUNTERSUCHUNGEN DURCHFÜHREN

BGS-Planungen können dazu führen, dass Pkw-Stellplätze im nennenswerten Umfang umgewidmet werden müssen, was aus der bisherigen Erfahrung zu intensiven Diskussionen mit Anwohnenden, lokalen Akteur:innen sowie mit Verwaltung und Politik über die Verfügbarkeit solcher Flächen führt. Für die Versachlichung solcher Diskussionen können verkehrsplanerische Untersuchungen helfen, die für einen angemessenen Einzugsbereich durchgeführt werden. Mit ihnen lässt sich z. B. die reale Auslastung nachweisen, mögliche Alternativen für wegfallende Pkw-Stellplätze im Plangebiet untersuchen oder beispielsweise auch Auswirkungen einer ggf. notwendigen Umleitung des ÖPNVs-Angebots analysieren. Bei Parkraumanalysen hat es sich bewährt, neben der Auslastung von Pkw-Stellflächen auch die aktuelle Situation und Bedarfe anderer Verkehrsmittel (Fahrräder mit/ohne Elektroantrieb, Lastenfahrrad, Elektro-Tretroller bzw. E-Scooter und Krafträder (Moped, Motorroller, Elektromotorroller, Motorrad) mit zu untersuchen.

Bei der Untersuchung der Potenziale für Ausweichflächen und –angebote sollten auch private Flächen von z. B. größeren Wohnungsunternehmen und Betrieben etc. im fußläufigen Einzugsgebiet mit einbezogen werden. Ebenfalls kann die Recherche von (Tief-)Garagen- und Parkplatzbetreibern und die Nachfrage, ob Angebote für Anwohnerparken möglich sind, eine relevante Untersuchungsoption darstellen.

GEEIGNETE FORMATE FÜR BETEILIGUNG AUSWÄHLEN

Die Einbindung der Expertise und Wünsche der Bürger:innen (alt und jung) ist wertvoll für den Planungsprozess. Allerdings muss die Erwartung dahingehend eingeschränkt werden, dass repräsentative Ergebnisse bei städtebaulichen Beteiligungsverfahren kaum zu erzielen sind. Hemmnisse sind z. B., dass nicht alle Gruppen gleichermaßen erreichbar sind, die Ressourcen meist begrenzt sind und systematische Haushaltsbefragungen aus Datenschutzgründen eine große Herausforderung darstellen.

Dennoch lassen sich mit vielfältigen und ansprechenden Formaten einer proaktiven Beteiligung richtungsweisende und impulsgebende Erkenntnisse für die Planung gewinnen. Erfahrungen aus

verschiedenen Beteiligungsverfahren zeigen, dass großen Wert auf die geeignete Ansprache aller relevanten Gruppen, eine gute Durchführung und Veranstaltungsmoderation Wert gelegt werden sollte. Wichtig ist auch im Vorhinein für eine zuverlässige Verteilung der Einladungen (analog und online) zu sorgen und in allen Einladungen deutlich zu machen, ob und ggf. wie zu dem Veranstaltungsort ein barrierefreier Zugang möglich ist. Bei der Planung für eine Klimastraße wurden auch gute Erfahrungen mit der Beteiligung von Kindern und Jugendlichen gemacht. Von dieser Gruppe kamen sehr kreative Anregungen für eine Klimastraße und es fand eine intensive Auseinandersetzung mit dem Thema Schwammstadt und Klimastraße statt.

Da der durchgeführte Beteiligungsprozess eine wichtige Basis und ein Seismograph für die künftige Akzeptanz ungewohnter Nutzungen und Umgestaltungen im Straßenraum ist, wird empfohlen, den begonnenen Beteiligungsprozess in den weiteren Planungsphasen fortzuführen. Außerdem sollte über Planungsfortschritte (oder Verzögerungen) regelmäßig öffentlich informiert werden.

Weiterführende Hinweise zu Beteiligungsprozessen und Formaten der Beteiligung bei der Straßenumbauplanung finden sich im Kapitel 5.1 sowie in der Planungshilfe 5.2 „Beteiligung bei BGS-Projekten“.

DATENGRUNDLAGEN UND VERBINDLICHE VORGABEN FÜR DIE BEGRÜNDUNG VON BGS NUTZEN

Zur Ermittlung, wo welche Maßnahmen grundsätzlich geeignet und inwiefern bestimmte Ideen realisierbar sind, eignen sich verschiedene Datengrundlagen. So bildet eine Klimaanalyse mit Betrachtung von Senken und Fließwegen sowie Hitzekarten eine gute Grundlage, um Fokusräume festzulegen und zu begründen. Auch die Gefährdungsanalyse für Starkregenereignisse kann dabei helfen und notwendig sein, um BGS-Maßnahmen detailliert und sachlich zu begründen.

GESTALTUNGSVARIANTEN FÜR DIE BETEILIGUNG ANSCHAULICH UND LEICHT VERSTÄNDLICH VISUALISIEREN:

Die frühzeitige Entwicklung von Entwurfsvarianten für Straßenquerschnitte hat in der Zusammenarbeit mit diversen Fachakteuren als gute Diskussionsgrundlage für BGS-Konzepte bewährt. In den BGS-Workshops zu Pilotprojekten war dieses Vorgehen sehr hilfreich, um den in der Toolbox 1.0 beschriebenen BGS-Korridor und BGS-Flexstreifen als sinnvolle Planungselemente in der Abwägung mit anderen Belangen zu vermitteln und eine Entscheidung zur Aufteilung des Straßenraums herbeizuführen. Mit den Entwurfsvarianten von Straßenquerschnitten sollte der benötigte Raumanpruch dieser Elemente klar formuliert und dargestellt werden.

Für die Schaffung von Flächen für BGS im Straßenraum hat sich die Analyse von Verkehrsdaten und die Nutzung der in BGS bereitgestellten Matrix für die Umwidmung von Fahrbahnflächen als geeignet herausgestellt, um Flächensparpotenziale im Straßenraum aufzuzeigen (vgl. Kapitel 4 „Räumliche Neuordnung von Straßen für BGS“).

Für die städtebauliche Begründung und Abwägung von BGS-Maßnahmen spielen neben den Datengrundlagen auch gesetzliche Vorgaben und untergesetzliche Regelungen eine wichtige Rolle (siehe hierzu die näheren Ausführungen in Kapitel 12 „BGS in der Normierung“).

Maßnahmenbegründungen lassen sich beispielsweise herleiten aus:

- Vorgaben zur Umsetzung der Mobilitätswende wie z. B. das Berliner Mobilitätsgesetz oder die ReStra in Hamburg sowie aus vorliegenden Mobilitätskonzepten.
- Dem Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG) und der jüngst beschlossene Klimaanpassungsstrategie 2024: Beispiele sind das Gebot für Träger öffentlicher Aufgaben, das in § 1 KAnG beschriebene Klimaanpassungsziel bei Planungen und Entscheidungen nach § 8 (1) KAnG in Bezug auf die Auswirkungen von Überflutung oder Überschwemmung, der Verstärkung von Trockenheit oder Niedrigwasser und der Erzeugung oder Verstärkung eines lokalen Wärmeinsel-Effekts zu berücksichtigen sowie die Aufforderung nach § 12 KAnG für Gemeindegebiete und Kreise Klimaanpassungskonzepte aufzustellen, aus denen sich möglichst auch konkrete Maßnahmen zur Klimaanpassung von Straßenräumen ableiten lassen.
- Landesspezifischen gesetzlichen und untergesetzlichen wie beispielsweise:
 - Berlin: Begrenzung von Regenwasser-einleitungen bei Bauvorhaben in Berlin (BReWa-BE)
 - NRW: Finanzierbarkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen durch Kommunalabgabengesetz (NRW KAG)
 - Schleswig-Holstein: Wasserrechtliche Anforderung zum Umgang mit Regenwasser- Teil 1: Mengengewirtschaftung (A-RW1)
 - Hessen: Verbot der Einschränkung der Grundwasserneubildung durch Versiegelung nach § 28 (4) Hessisches Wassergesetz.
- Lokalen Baumbilanzen, die in vielen Städten pro Jahr ein Defizit an Baumneupflanzungen im Verhältnis zu Baumfällungen und -abgängen feststellen. Erschwerend kommt hinzu, dass Stadtbäume klimawandel- und nutzungsbedingt durchschnittlich nur 50 Jahre alt werden.
- Untergesetzlichen Regelungen wie zum Beispiel Empfehlungen der E Klima 2022 der FGSV zur „Umverteilung von Flächen zugunsten der umweltfreundlichen Modi und zugunsten von Retentions- und Grünflächen sowie Baumstandorten“ (E Klima FGSV 2022: 21).

FLANKIERENDE MASSNAHMEN ZU BGS-PROJEKTEN

Im Verlauf der BGS-Pilotprojekten hat sich gezeigt, dass für einen klima- und sozialgerechten Umbau einer Straße flankierende Maßnahmen erforderlich sein können, die über das engere Plangebiet hinausgehen und zusätzliche fachplanerische Bewertungen bzw. Expertisen erfordern. Die Mobilisierung der Mitwirkungsbereitschaft für klima- und mobilitätswirksame Maßnahmen auf privaten und halböffentlichen Flächen im Straßenumfeld ist eine Herausforderung und lässt sich nur erreichen, wenn es Ressourcen und Knowhow für eine gezielte Ansprache und Information privater Eigentümer:innen und Nutzergruppen gibt. Relevante Maßnahmen auf Privatgrundstücken sind z. B. Dach- und Fassadenbegrünung, Hofbegrünung oder grundstücksübergreifende Lösungen der Regenwasserbewirtschaftung. Neben der Ansprache und Information sollte es idealerweise

auch Beratungsangebote für Förderungsmöglichkeiten und die Planung und Umsetzung geben. Im Ergebnis der Beteiligung und Planung können „berechtigte“ Bedarfe für Angebote benannt werden, die aus unterschiedlichen Gründen nicht in dem begrenzten Planungsraum der Straße Platz finden können. Ein Beispiel sind raumgreifende/laute Spiel- und Bewegungsangebote für Kinder und Jugendliche. In diesem Fall wären flankierend Untersuchungen erforderlich, um Nutzungs- und Gestaltungspotenziale in fußläufig erreichbaren Freiräumen oder Grünflächen im Umfeld des Plangebiets zu ermitteln und ggf. dort ergänzende Angebote zu schaffen.

PHASE 2 - ENTWURF / AUSFÜHRUNGSPLANUNG

BGS ÜBER DEN GESAMTEN PLANUNGSPROZESS ABSICHERN

In der Praxis zeigt sich die Schwierigkeit, die Ansprüche von BGS-Elementen durchgängig über das gesamte Planungsverfahren aufrecht zu erhalten. In einem Pilotprojekt hat dies dazu geführt, dass ursprünglich als BGS-Korridor oder BGS-Flexstreifen konzipierte Grünflächen im Laufe der Planung in kleinere, alleinstehende Flächen zergliedert wurden. Die Interessenvertretung von BGS und die Einhaltung der Anforderungen dieser BGS-Flächen muss somit durchgängig in den Projekten sichergestellt werden. Dazu sollte die Kontinuität in der Planung personell abgesichert werden. Ein weiteres Instrument ist die ökologische Baubegleitung und -überwachung in der Umsetzungs- und Bauphase.

WIRKUNG DER STRASSENRAUMGESTALTUNG

Beim Entwurf des Straßenraums sollte auch die Wirkung der Vegetationsgestaltung auf die Akzeptanz in der Bevölkerung Beachtung finden. Eine vielfältige, ansprechende Vegetationsgestaltung kann dabei eine stärkere mediale Präsenz und positive Resonanzen bei Bürger:innen hervorrufen. Viel Aufmerksamkeit bieten Bilder, die den expliziten Vergleich eines Straßenraums vor und nach der Umsetzung zeigen.

BGS IN DER PLANUNG DER STRASSENERNEUERUNG UND -NEUPLANUNG VERANKERN

Grundsätzlich muss bei der Straßenplanung ein medienfreier Grünstreifen (BGS-Korridor) als Standard eingeplant werden. Dies gilt insbesondere beim Neubau von Straßen aber auch bei der grundhaften Straßensanierung und -erneuerung. Regenwasser- und Freiraumkonzepte sollten standardmäßig zur Aufstellung eines Bebauungsplans und einer umfassenden Sanierungsplanung gehören. Um einen BGS-Korridor möglich zu machen, müssen Straßen dreidimensional geplant werden. In einem oder mehreren Schnitten muss die ober- und unterirdische Gliederung des Straßenraums dargestellt werden.

Für eine Absicherung der BGS-Planungsziele in der Entwurfs- und Ausführungsplanung müssen Grün und Blau eine Allianz bilden („Breit im Schulterchluss aufstellen“, enge Zielabstimmung und Zusammenarbeit der Fachverwaltungen Verkehr, Grün und Wasser). Hierzu müssen alle relevanten Fachverwaltungen bei der Erstellung des Straßenquerschnittsverteilungsplans einbezogen werden.

In begründeten Fällen (vgl. § 8 (2) KAnG) sollten sich Plangebende und Genehmigungsbehörden auch über bestehende Regelwerke hinwegsetzen. Dies wird in Bestandstraßen, in denen große Teile des unterirdischen Raums bereits mit Leitungen belegt ist, regelmäßig der Fall sein, da hier die geforderten Mindestabstände von mindestens 2,50 m beidseitig eines Baumes zu Leitungen vielfach nicht eingehalten werden können.

Um Leitungen, Begrünungen und Straßenbäume auch im engen Raum zusammen umzusetzen, bedarf es zukünftig neuer, kreativer Lösungsansätze.

2.3 UMSETZUNG VON BGS IN VIER PILOTPROJEKTEN IN POTSDAM, LÜBECK, BERLIN UND HAMBURG

In BGS 2.0 konnten Straßenumgestaltungen in den vier Städten Potsdam, Lübeck, Berlin und Hamburg über einen Zeitraum von zwei Jahren begleitet und untersucht werden. Dabei haben BGS-Forschungsteams verschiedene Planungsphasen beratend begleitet und ausgewertet (vgl. Abbildung 11).

Der Straßenumbau am Horstweg in Potsdam wurde in der Planungsphase 1 durch BGS unterstützt. In dieser Zeit lag der Schwerpunkt der Arbeit bei der Priorisierung von BGS-Elementen in der stark versiegelten Stadtstraße. In Planungsphasen wurden u. a. Flächenpotenziale für BGS-Elemente im Straßenraum und in Seitenräumen erörtert sowie Lösungen für eine ansprechende Straßenraumgestaltung mit Baumallee sowie für den Umgang mit Tausalz entwickelt.

Die Umgestaltung des Ost- und Westpreußenrings in Lübeck-Kücknitz wird seit 2022 durch das BGS-Projekt begleitet. Ziel des Straßenumbaus ist auch die Entlastung der Mischwasserkanalisation durch eine wassersensible Gestaltung des Straßenraums. Die Zusammenarbeit fand hierbei in der Planungsphase 0 statt, wo der Fokus auf der Schaf-

fung und Priorisierung von Flächen für BGS-Korridor und Flexstreifen sowie auf der verwaltungs-internen Zusammenarbeit lag. Eine Beauftragung eines Planungsbüros konnte im Laufe der BGS-Projektes aus diversen Gründen noch nicht erfolgen.

Die Machbarkeitsstudie für die Hagenauer Straße in Berlin-Pankow wurde 2021 beauftragt und anschließend durch BGS begleitet. Das Planungsziel für die Wohnstraße im Stadtteil Prenzlauer Berg war die Verbesserung der Nutzungs- und Aufenthaltsqualität durch mehr Grün und eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung sowie Maßnahmen zur Hitze- und Dürrevorsorge.

Die Hamburger Königstraße wurde in allen Planungsphasen durch BGS begleitet. Es ist gelungen, Flächen für BGS-Elemente durch eine Reduktion der Fahrbahnfläche von zwei auf vier Spuren zu erreichen und Parkstände im Sinne der Radwegführung und der Neuschaffung von Grünanlagen zu reduzieren. Da sich das Projekt seit 2023 im Bau befindet, konnte eine erste Evaluierung der Flächenneuverteilung nach dem Umbau erfolgen.

Planungsphase 0	Planungsphase 1	Planungsphase 2
Zielfindung und Beauftragung	Konzept und Machbarkeit	Entwurf und Ausführungsplanung
	1 Potsdam: Umbau Horstweg	
2 Lübeck-Kücknitz: Umgestaltung Ost-/ Westpreußenring		
	3 Berlin-Pankow: Machbarkeitsstudie Klimastraße Hagenauer Straße	
		4 Hamburg Altona: Umgestaltung Königstraße

Abb.: 11 BGS-Pilotprojekte eingeordnet in die im Projekt begleitete Planungsphasen (BGS, HCU)

2.3.1 POTSDAM - UMBAU HORSTWEG

AUSGANGSSITUATION

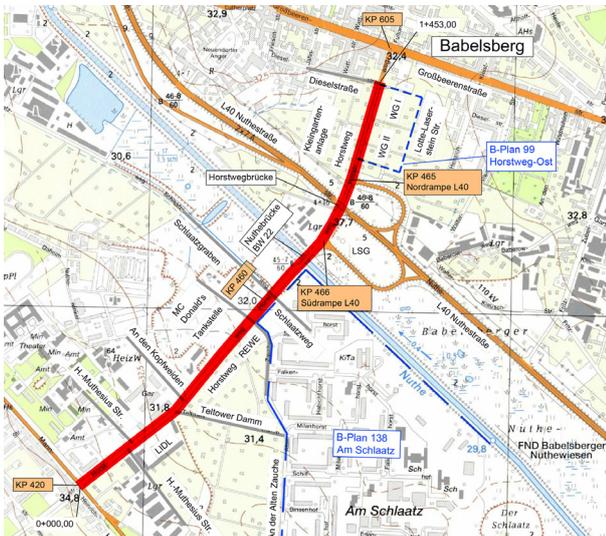


Abb.: 12 Übersichtskarte Baubereich Ausbau Horstweg in Potsdam (Merkel Ingenieur Consult 2020; bearbeitet durch bgmr)

Der Horstweg verbindet als Stadtstraße die Potsdamer Stadtteile Teltower Vorstadt und Babelsberg miteinander und schließt an die überörtliche Landesstraße (L) 40 Nuthestraße an, die parallel zum Landschaftsraum der Nuthe verläuft. Auf einer Länge von ca. 1.500 m ist eine grundlegende Erneuerung des Horstwegs zwischen Heinrich-Mann-Allee und Dieselstraße vorgesehen. Die Baulast liegt bei der Landeshauptstadt Potsdam (LHP). Die Erneuerung der Horstwegbrücke und Anschlüsse an die L 40 erfolgt in Zuständigkeit des Landesbetriebs Straßenwesen Potsdam.



Abb.: 13 Bestandsituation Horstweg Potsdam (Sven Hübner, bgmr)

Für den Umbau des Horstwegs bestehen die folgenden Randbedingungen:

- hoher Versiegelungsgrad im Verhältnis zur Ausdehnung des Begleitgrüns
- geringe Grünausstattung und Aufenthaltsqualität im Straßenraum
- Ableitung des Oberflächenwassers in die naheliegende Nuthe
- Hitzebelastung im angrenzenden Wohngebiet Schlaatz
- lärmindernde Oberflächenbeläge erforderlich
- Defizite für Rad- und Fußverkehr aufgrund höherer Geschwindigkeiten
- Verknüpfung von zwei Hauptrouten des Radverkehrs, längs des Horstweges und auf Höhe Schlaatzweg querend.

PLANUNGSZIELE

Zu Beginn der BGS-Begleitung als Pilotprojekt gab es eine Vorplanung für den Straßenumbau, die neben der Fahrbahnerneuerung auch eine stärker durchgrünte Gestaltung des Straßenraumes vorsah. Allerdings war die Niederschlagswasserbewirtschaftung konventionell als Kanalentwässerung geplant. Durch BGS gewannen die Aspekte der Klimaanpassung des Straßenraums an Gewicht. In mehreren Planungsrounds konnte mit der Stadt und dem beauftragten Planungsbüro eine Weiterentwicklung der Planung mit integrierten BGS-Elementen sowie einem noch höheren Grün- und Baumanteil im Straßenraum erreicht werden.

Nachfolgend aufgeführte Rahmenbedingungen haben im Planungsverlauf dazu geführt, dass die Entwurfsplanung nicht wie geplant im Forschungszeitraum von BGS 2.0 abgeschlossen werden konnte:

- Die neue E-Klima 2022¹ erforderte die Anpassung der bisherigen Prämissen der verkehrstechnischen Untersuchung für den Horstweg. Die Qualitätsstufe für den Verkehrsablauf wurde auf die Stufe D herabgestuft, was einen geringeren Flächenbedarf für Abbiegespuren an den Knoten² bedeutet.
- Es sollte eine Alleepflanzung beidseitig und möglichst durchgängig erfolgen.
- Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit sollten Radverkehrsflächen anstelle von 1,85 m beidseitig auf eine Breite von 2,00 m ausgelegt werden.

Um diese geänderten Rahmenseetzungen und Planungsziele aufnehmen zu können, wurde die Vorlage des Entwurfs für den Straßenumbau auf das Jahresende 2024 verlegt.

Die Aussagen zur Integration von BGS-Elementen im Straßenraum können deshalb nur den Planungsstand wiedergeben, der bis Mitte des Jahres 2024 erreicht werden konnte. Die Planung der Landeshauptstadt Potsdam (LPH) beabsichtigt jedoch, die abgestimmten Überlegungen zur Umsetzung von BGS auch unter den veränderten Rahmenbedingungen in der Entwurfs- und Ausführungsplanung zur Anwendung kommen zu lassen.

¹ FSGV 2022: Empfehlungen zur Anwendung und Weiterentwicklung von FGSV-Veröffentlichungen im Bereich Verkehr zur Erreichung von Klimaschutzziele. Klimarelevante Vorgaben, Standards und Handlungsoptionen zur Berücksichtigung bei der Planung, dem Entwurf und dem Betrieb von Verkehrsangeboten und Verkehrsanlagen.

² Die Bewertung der Verkehrsqualität erfolgt gemäß HBS 2015 (Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen) mit dem maßgebenden Beurteilungskriterium der mittleren Wartezeit als Maß für die Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes. Knotenpunkte gelten nach der HBS 2015 als leistungsfähig, wenn sie in der Spitzenstunde der höchsten Verkehrsnachfrage die Qualitätsstufe D oder besser (A/ B/ C) erreichen. Auch wenn durch die Herabstufung ein gewisser Rückstau an den Verkehrsknoten entsteht, bleibt der Straßenumbau hier nach genehmigungsfähig.

BGS-ELEMENTE IM STRASSENBAU

STRASSENRAUMGESTALTUNG

Die Herstellung einer möglichst durchgängigen Baumallee ist besonders für den Fachbereich Grünflächen ein wichtiges Anliegen. Die gemäß der BGS-Prinzipien vorgesehene Mindest-Netto-Breite von 2,30 m für eine Versickerungsmulde mit Baumpflanzungen wurde von allen Beteiligten bestätigt.

Für die Straßengestaltung mit Bäumen und Versickerungsanlagen wurden vereinbart:

- Die Bäume sollen einen ausreichend großen Wurzelraum erhalten; BGS zitiert hier die Mindestanforderungen der FLL von > 12 m³
- Tiefbeete erhalten zur Baumseite keine Einfassung
- Betonierungen sollen auf ein Mindestmaß beschränkt werden (Klimaschutz)
- Die Dimensionierung der Tiefbeete wird auf die Größe und Lage der Baumstandorte abgestimmt
- aus Sicherheitsgründen sollen Baumarten mit Fruchtfall wie Amerikanische und Stiel-Eiche vermieden werden.

Vereinbart wurde außerdem eine vielfältig angelegte Begrünung von „Rest- und Randflächen“, um den Versiegelungsanteil weiter zu reduzieren und eine möglichst grüne Straßenraumgestaltung zu gewährleisten. Standorte mit vielfältigen Bepflanzungen sollen gut für die Pflege und Unterhaltung erreichbar sein und mit „Präriearten“ bzw. geeigneten Arten für (wechsel-)trockene Standorte erfolgen, damit diese Trockenphasen gut überstehen.

ABKOPPLUNG

Durch die Integration der Versickerungsflächen wurde ein Planungsstand erreicht, der in großen Teilabschnitte der Straße zu einer Abkopplung

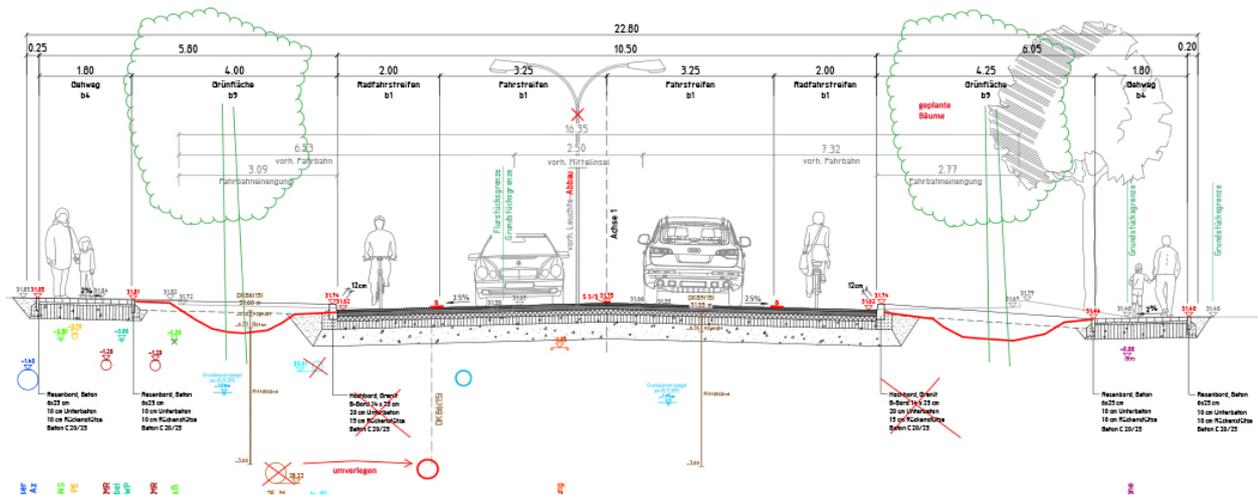


Abb.: 14 Straßenschnitt F-F der Vorplanung mit eingefügtem BGS-Korridor, rote Linien (Büro merkel Ingenieur Consult, Potsdam)

von Straßenflächen vom Regenwasserkanal führen kann. In bestimmten Abschnitten soll das Niederschlagswasser vollständig dezentral oder semi-dezentral über begrünte Mulden bewirtschaftet werden. Eine semi-zentrale Versickerung bietet sich aufgrund von Platzmangel im Straßenraum in zwei Knoten-Bereichen auf Freiflächen im Seitenraum westlich des Horstwegs an. Für die oberflächennahe Überleitung des Niederschlagswassers über den Gehweg in Seitenräume kommen bordintegrierte Abläufe



Abb.: 15 Einsatz von Hohlborddrinnen zur Wasserquerung unterhalb von Gehwegen (Quelle: ACO)

(Nachteil: Höhenversatz) und Kastenrinnen für Überleitung ohne Höhenversatz infrage. Die Rinnen sollten absichtlich überdimensioniert werden, um Verblockung zu vermeiden. Eine Gußplattenabdeckung schützt vor Laubeintrag und Vermüllung.

TIEFBEETE

Der Einsatz von Tiefbeeten soll nur in den Straßenabschnitten vorgesehen werden, wo der Platz für die Versickerung in Mulden nicht ausreicht. In solchen Abschnitten ist eine Absturzsicherung für Radfahrer:innen und Fußgänger:innen erforderlich. Je nach Situation kann dies von einer leichten Aufkantung (taktile Erkennbarkeit) bis zum Hochbord reichen. Freistehende Hochborde sind gestalterisch einzubinden. Bis 1,25 m breite Streifen werden mit Tiefbeeten ausgestattet; dazwischen werden Bäume mit ausreichendem Pflanz- und Wurzelraum gepflanzt (Gestaltungsbild).



Abb.: 16 „Funktionsweise einer Hohlbordrinne“ (Quelle: ACO)

Da der R-Kanal bestehen bleibt, besteht kein Zwang, das anfallende Niederschlagswasser vollständig in Tiefbeeten zu fassen.

NIEDERSCHLAGSWASSERBEHANDLUNG

Die Entwässerung des R-Kanals ab Heinrich-Mann-Kanal soll in Richtung Einleitungspunkt Schlaatzgraben erfolgen. Die dort vorhandene RW-Behandlungsanlage weist eine Sedimentationsanlage mit Dauerstau auf. Nach DWA-A 102 ist diese Anlage nicht mehr genehmigungsfähig bzw. entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. Daher wird eine gedrosselte Entleerung dieser Anlage und Ertüchtigung des Schlaatzgrabens als naturnah gestalteter Retentionsfilter favorisiert.

LÖSUNGEN IM PROZESS

Die Straßenraumgestaltung mit BGS-Elementen wurde in mehreren Planungsrunden entwickelt und vorabgestimmt, die von den beiden BGS-Büros bgmr Landschaftsarchitekten und Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker vorbereitet, moderiert und dokumentiert worden sind.³ Die Anpassung der Planung erfolgt durch das von der Stadt beauftragte Verkehrsplanungsbüro Merkel Ingenieur Consult. Neben der Verkehrsplanung der LHP als Bauträger haben u. a. die Fachbereiche Grünflächen, Straßenreinigung und Winterdienst sowie die Untere Wasserbehörde mitgewirkt.

UMGANG MIT TAUSALZ

Da der Winterdienst mit Tausalz im vielbefahrenen Horstweg weiterhin notwendig sein wird, wurde die mögliche Schädigung der in den Mulden geplanten Bäume besonders intensiv diskutiert. Laut Winterdienst der Landeshauptstadt Potsdam (LHP) kommen technische Möglichkeiten für eine Reduzierung von Tausalzeinträgen bereits zu Anwendung, da ein technisch gesteuerter Einsatz von Sole geringer Konzentration mit sehr modernen Fahrzeugen erfolgt. Der diskutierte Einsatz von Split reicht für den Winterdienst nicht

³ Die fünf Planungstermine in BGS fanden statt am 20.06.2022 (Auftakt), 10.10.2022, 16.01.2023, 07.02.2023 und am 11.09.2024 zum BGS-Abschluss

aus und wird vor allem wegen der Entsorgungskosten kritisch gesehen.

Zunächst wurde näher betrachtet, wie sich der Klimawandel auf den Tausalzeinsatz auswirkt. Untersuchungen des LfU Brandenburg zur Anzahl der Eistage zeigen, dass aktuell nur noch 10-15 Mal im Jahr Eistage mit Temperaturen unter 0 Grad auftreten. In der Prognose bis 2060 geht die Zahl der Eistage pro Jahr auf 10 Tage zurück und halbiert sich noch einmal bis zum Jahr 2100.⁴

Da dennoch ein erheblicher Eintrag von Tausalz zu erwarten bleibt, wurde ein Bündel von Maßnahmen vereinbart, um die mögliche Gefahr von Wurzelschäden an den Bäumen in Mulden zu minimieren:

- Der Horstweg wird Modellstraße für baumbestandene Mulden an vielbefahrenen Straßen
- Die Bauweise der Mulden soll einen schnellen Wasserdurchsatz in den oberen 50 cm und eine Entleerung spätestens nach einem Tag (Verdünnung) sicherstellen
- Gemischter Baumbestand: abschnittsweise werden verschiedene salztolerante Baumarten gepflanzt, die einen ähnlichen Habitus aufweisen (ruhiges Gesamtbild)
- Muldenzuläufe werden mittig zwischen den Bäumen angeordnet, damit die höchste Salzkonzentration möglichst weit entfernt von den Baumstandorten liegt
- Herstellung von ausreichend großen Wurzelgruben mit Baums substrat.

UMFANG VON BGS, BESONDERHEITEN

Durch die BGS-Begleitung sind folgende Maßnahmen für eine klimaangepasste Planung des Horstwegs in die Entscheidungsvariante eingeflossen, die die Grundlage für die Entwurfsplanung darstellt:

⁴ LfU 2022, Klimawandel in Brandenburg. LfU Brandenburg, Referat T14 Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit. Januar 2022

MULTIFUNKTIONALE STRASSENRAUMGESTALTUNG: ERFAHRUNGEN AUS PILOTPROJEKTEN

- Reduzierung der Fahrstreifenbreite auf 3,25 m für Hauptverkehrsstraßen. Eine weitere Reduzierung der Spurbreite ist nicht möglich, da der Horstweg Bestandteil des Krannetzes ist, das im Stadtgebiet Strecken für den Transport großer Mobilkräne ausweist.
- Eine teilweise Abkopplung von Straßenabschnitten ist möglich.
- Der Kanal kann auf DN300 reduziert werden.
- Es werden deutlich mehr Bäume gepflanzt, als ursprünglich vorgesehen (ca. 156 neue Bäume).
- Der Flächenanteil von Grün- und Versickerungsflächen im Horstweg liegt bei 20 %, eine anteilige Versickerung in Nebenflächen ist möglich.

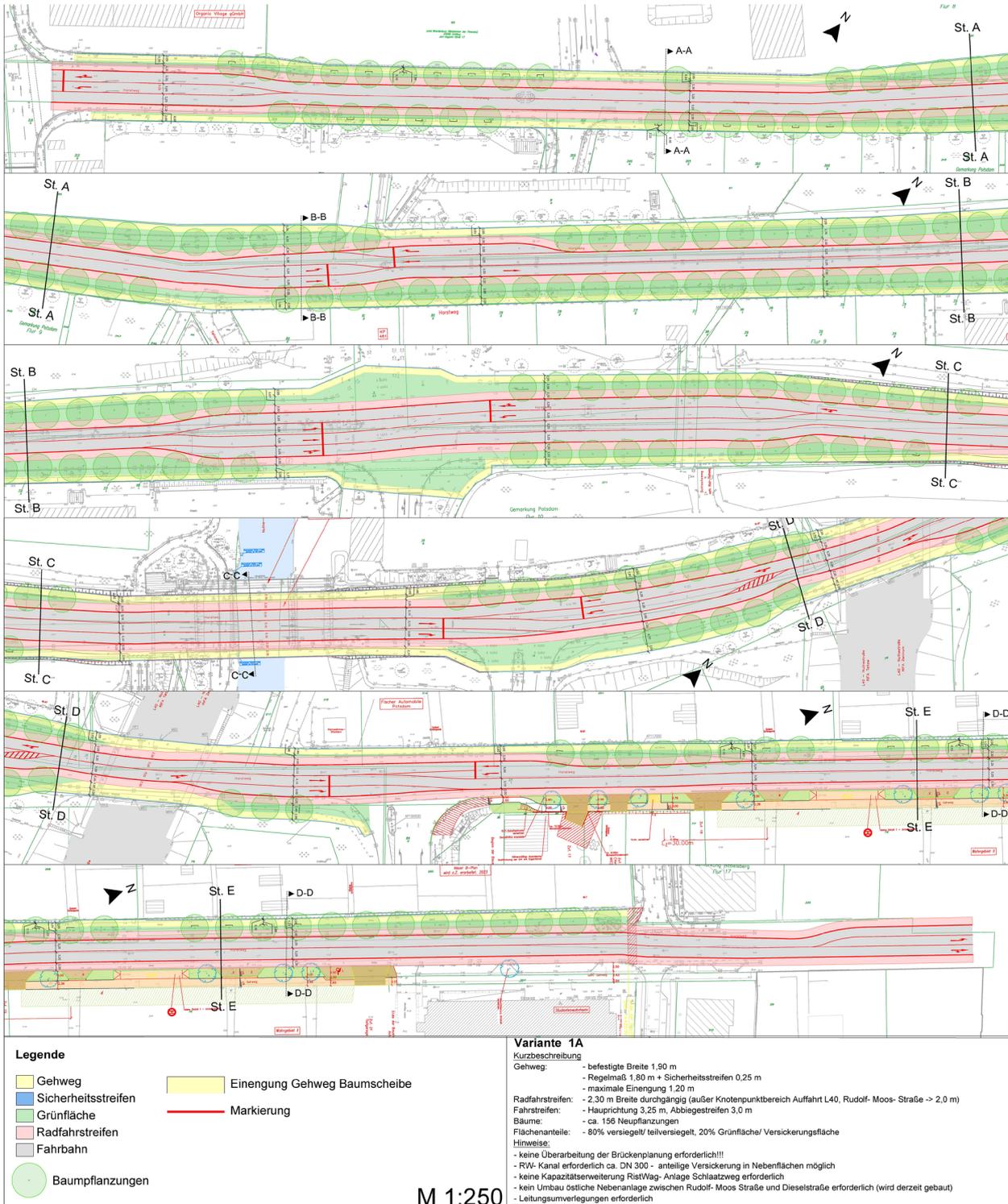


Abb.: 17 Entscheidungsvariante 1A Horstweg - Grundlage für die weitere Entwurfsplanung (LHP Potsdam, April 2024)

AKTEURE UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

BAULASTTRÄGER: Stadtverwaltung
Landeshauptstadt Potsdam, Fachbereich Grün-
und Verkehrsflächen, Bereich Verkehrsanlagen.

VOR- UND ENTWURFSPLANUNG: Büro merkel
Ingenieur Consult, Potsdam

BERATUNG: BGS-Forschungskonsortium
bgmr Landschaftsarchitekten GmbH und
Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH

Internetseite der LHP [Verkehrsentwicklung](https://www.potsdam.de/de/kategorie/verkehrsentwicklung):
[https://www.potsdam.de/de/kategorie/
verkehrsentwicklung](https://www.potsdam.de/de/kategorie/verkehrsentwicklung)

2.3.2 LÜBECK: OST- UND WESTPREUSSENRING

AUSGANGSSITUATION

Im September 2020 beschloss die Lübecker Bürgerschaft das Klimaanpassungskonzept für die Hansestadt. Mit der Hilfe von 21 Maßnahmen möchte die Stadt ihre Ziele mit Blick auf Klimaanpassung erreichen. Eine der sogenannten „konkreten Maßnahmen für die Umsetzung“ wird unter M19 „Wassersensible Straßenräume gestalten“ beschrieben. Hierzu zählt auch der in BlueGreenStreets 2.0 begleitete Straßenumbau des Ost- und Westpreußenrings in Lübeck-Kücknitz.

Lübeck-Kücknitz ist ein nördlich der Trave gelegener Stadtteil, auf halber Strecke zwischen der Lübecker Innenstadt und Travemünde. Es umfasst überwiegend aus den 1950er Jahren angelegte Wohngebiete und Grünanlagen sowie Teile des Lübecker Industriehafens. Die Straßenzüge Ost- und Westpreußenring verlaufen im Wohnquartier und weisen einen direkten Anschluss zur Travemünder Landstraße und zur B75 in Richtung Travemünde auf.

Das Straßenumbauprojekt wurde zwischen Herbst 2022 und Herbst 2024 durch das BGS-Projekt begleitet. In der Zeitspanne wurden insbesondere die Priorisierung der Maßnahmen, die Flächengewinnung für BGS sowie hydrologische und städtebauliche Analysen durchgeführt, die in die spätere Planung einfließen sollen.

Das Klimaanpassungskonzept der Stadt Lübeck ist eine wichtige Grundlage für das Projekt. In Initiative der Klimaleitstelle wurden Gespräche zu einem Pilotprojekt zur Umsetzung von BGS mit den Fachbereichen Stadtgrün und Verkehr, Stadtplanung und Bauordnung, Umwelt-, Natur- und Verbraucherschutz sowie den Entsorgungsbetrieben Lübeck geführt. Gemeinsam wurden anhand diverser Kriterien der Ost- und Westpreußenring als Projektraum für einen klimaange-

passten und wassersensiblen Straßenraumumbau ausgewählt. In diesem sind folgende Rahmenbedingungen gegeben:

- geplante Umgestaltung des gesamten Straßenraumes für den Umbau der Zweirichtungsradwege
- geplanter barrierefreier Umbau von Bushaltestellen und Fußverkehrsanlagen entsprechend des Gesetzes zur Gleichstellung behinderter Menschen (2002) und zur Barrierefreiheit im Öffentlichen Personennahverkehr gemäß Personenbeförderungsgesetz (PBefG)
- großflächig überflutungsgefährdeter Bereich gemäß Hinweiskarte Starkregen (Stand Juni 2020)
- überlastetes Einzugsgebiet der Mischwasserkanalisation, aus dem bei stärkeren Regeneignissen ungeklärtes Mischwasser in den Voßgraben eingeleitet wird und dies zu einer deutlichen Gewässerbelastung führt
- gute bis sehr gute Versickerungsfähigkeit des Untergrundes.

Anliegende Straßen, die bei der Planung mitgedacht werden, sind die Tannenbergstraße, Tilsitstraße, Elbingstraße und der Pommernring.

Der insgesamt 11 m breite Ostpreußenring ist in der Ausgangssituation eine Tempo 30 Zone und Einbahnstraße. Der ruhende Verkehr ist einseitig angeordnet. Entlang der Straße dominieren Wohngebäude in Form von Reihen- und Mehrfamilienhäusern in Zeilenbauweise.

Im Westpreußenring gilt aktuell die maximale Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h im Zweirichtungsverkehr. Auch Busse des öffentlichen Personennahverkehrs befahren den Westpreußenring. Vier Bushaltestellen befinden sich unmittelbar im Projektgebiet. Wie am Ostpreußenring stellen auch hier Reihen- und Mehrfamilienhäuser in Zeilenbauweise die dominante Bauform dar.

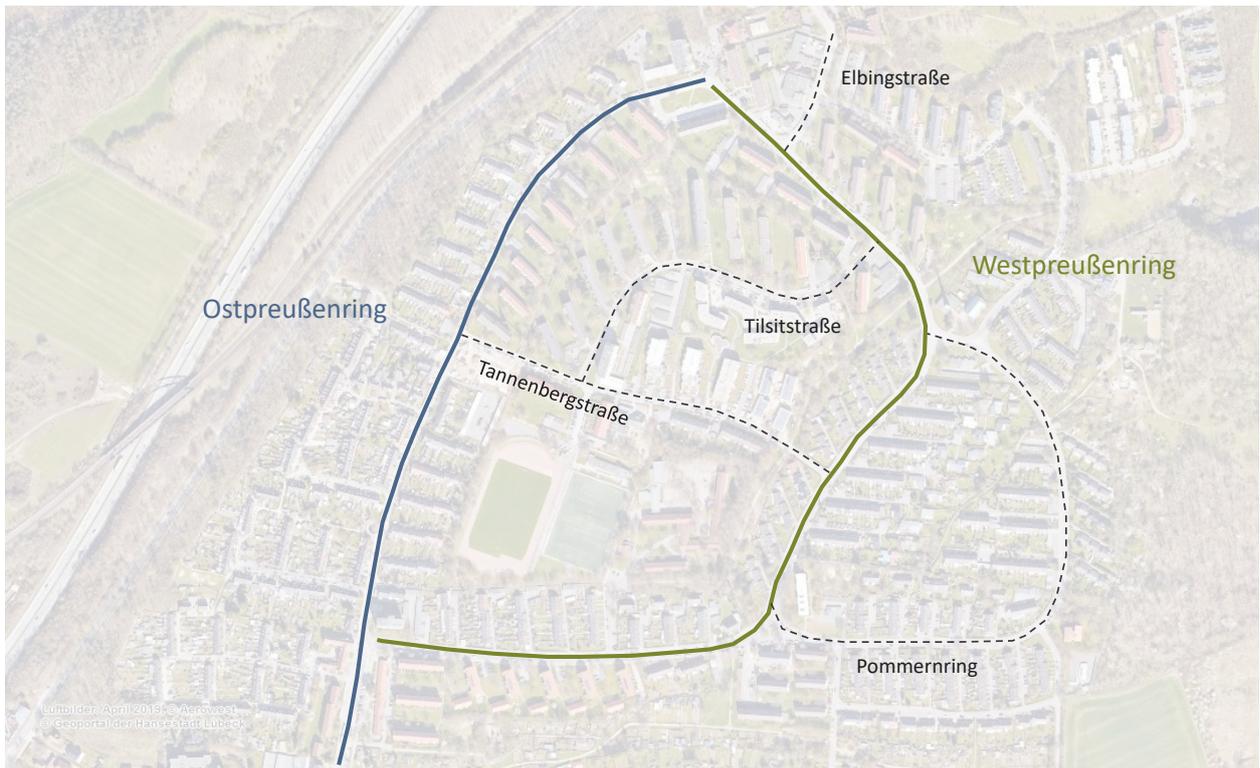


Abb.: 18 Lage West- und Ostpreußenring (BGS, HCU)



Abb.: 19 Ostpreußenring Süd (Kirya Heinemann, HCU)



Abb.: 20 Ostpreußenring Nord (Kirya Heinemann, HCU)



Abb.: 21 Westpreußenring (Kirya Heinemann, HCU)



Abb.: 22 Westpreußenring (Kirya Heinemann, HCU)

Ost- und Westpreußenring sind nicht nach den Kriterien der Klimaanpassung geplant. Ein hoher Versiegelungsgrad, breite Fahrbahnen mit größtenteils beidseitigem Parkraum und ein geringer Anteil an Stadtgrün prägen das Bild der beiden Straßenräume. Handlungsbedarf besteht auch aufgrund von Straßenschäden und der Überflutungsgefährdung bei Starkregen.

PLANUNGSZIELE

Die neuen Planungsziele wurden in Abstimmungen zwischen der Hansestadt Lübeck, lokalen Akteur:innen und dem BGS-Team und auf Grundlage der im Klimaanpassungskonzept durchgeführten Bestandsaufnahme und Datenanalyse festgelegt. Dabei wurden auch die Erkenntnisse aus der Beteiligungsveranstaltung in Kücknitz vom Herbst 2022 einbezogen. Die vorrangigen Ziele der Umgestaltung sind:

- Starkregen- und Hitzevorsorge
- Attraktivere und sichere Gestaltung der Geh- und Radwege
- Umsetzung der Barrierefreiheit
- Sicherung des Schulwegs
- Aufwertung des Straßenraumes
- Optimierung der Verkehrsführung und des ruhenden Verkehrs.

Ein entscheidendes Argument für die Wahl des Ost- und Westpreußenrings als Projektgebiet ist die Überlastung der Mischwasserkanalisation bei starken Regenereignissen. Im Regelfall wird das Schmutz- und Regenwasser aus dem Gebiet im nordöstlichen Teil des Rings über einen Zufluss in den Schmutzwasserstauraumkanal und schließlich über das Pumpwerk zum Klärwerk geleitet. Der Stauraumkanal misst 108 m in Länge und einen Durchmesser von 2,5 m. Meist reicht dieses Volumen aus, um das Mischwasser sicher zur Kläranlage zu befördern.

Außergewöhnliche Starkregen können jedoch zu einem Überlauf des Stauraumkanals in den Entlastungskanal führen, so dass Mischwasser ungeklärt zum Voßgraben fließen. Dieser ist ein Graben östlich des Westpreußenringes mit natürlicher Vorflut zur Trave. Zusätzlich zu den negativen ökologischen Folgen der Kanalüberlastung, erfordert das Abpumpen des Mischwassers vom Pumpwerk zum Klärwerk einen hohen Energieaufwand und somit hohe Kosten. Technische Standardlösungen wie Speicherbecken wurden zuvor von den Entsorgungsbetrieben Lübeck bereits bedacht und als kostenintensiv bewertet. Auch eine Grunderneuerung des Abwassersystems zu separaten Schmutz- und Regenwasserkanälen ist aufgrund der intakten und bestehenden Infrastruktur nicht sinnvoll.

Zur Vermeidung eines Rückstaus bei Starkregen vom Stauraumkanal in den Entlastungskanal wird ein qualifiziertes Mischwassersystem angestrebt, das auf eine reduzierte Einleitung durch dezentrale Nutzung des Regenwassers, blau-grünen Rückhaltelösungen wie z. B. Mulden und Rigolen, der lokalen Versickerung von Regenwasser und einer verzögerten Regenableitung in den Mischwasserkanal abzielt. Die reduzierte Hinleitung des Regenwassers zum Stauraumkanal soll Notüberläufe in den Entlastungskanal vermeiden und dadurch negative ökologischen Auswirkungen verhindern. Die hohen sandigen Anteile des Bodens im Plangebiet entlang von Ost- und Westpreußenring begünstigen die Speicherfähigkeit von Regenwasser. Durch die lokale Versickerung kann ebenfalls die Regeneration des Grundwasserspiegels unterstützt werden und der örtlichen Vegetation zur Verfügung stehen. Durch die Verminderung des Energiebedarfs im Pumpwerk und in der Kläranlage, können zudem noch die Energiekosten minimiert werden. Die grünen Lösungen im Straßenraum würden daher langfristig positive Wirkungen auf das Gesamtwässerungssystem des Quartiers haben.

Das daraus resultierende Planungsziel ist eine Umgestaltung des Straßenraumes nach BGS-Prinzipien. Hierzu sollen Flächen des Straßenraumes



Abb.: 23 Ostpreußenring Vision vorher/nachher (HCU, Anna Schubert)

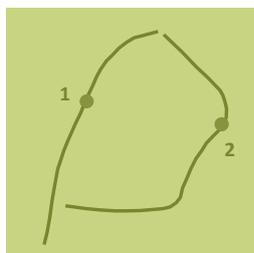
zu blau-grünen Orten umfunktioniert werden, in denen Regenwasser verdunstet, zurückgehalten und versickert werden kann, bevor es über die Kanalisation abgeleitet wird.

LÖSUNGEN IM PROZESS

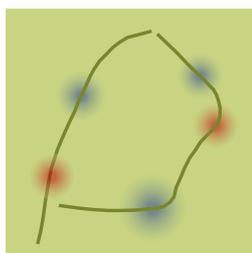
Aufgrund der Erfahrungen aus anderen Projekten wurde versucht, gleich zu Beginn des Projektes die Flächenansprüche für Grün mit den Flächenansprüchen für Rad- und Fußverkehr, fließenden und ruhenden Verkehr des MIV und ÖPNV in Abwägung zu bringen. Dazu wurde eine methodische Herangehensweise entwickelt, die auch für andere Projekt geeignet sein kann: Zu Beginn wurde in Lübeck der Ost- und Westpreußenring in Straßentypologien eingeteilt, die ähnliche Grundvoraussetzungen in Bezug auf die Grünausstattung, Verkehrssituation, Freiraumversorgung, Infrastruktur und Wohnstruktur. Nach der Einteilung in Straßentypologien, wurden die klimatischen Herausforderungen analysiert. In Lübeck wurden die aktuelle Hinweiskarte

Starkregen sowie die aktuelle Stadtklimaanalyse genutzt. Hieraus konnten sowohl Senken und Fließwege für Niederschlagswasser als auch hitzebelastete Stadträume abgeleitet werden. Auch die Problematik der überlasteten Mischwasserkanalisation wurde an dieser Stelle mitberücksichtigt. Eine Überlappung der Typologien und der Räume mit besonderen klimatischen Herausforderungen resultierte in den sogenannten Fokusräumen. Diese beschreiben die Räume mit besonderen Handlungsbedarfen, die repräsentativ für die jeweilige Typologie untersucht und weiterentwickelt werden.

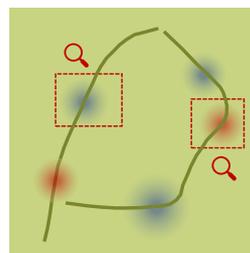
Fokusräume wurden genutzt, um beispielhaft BGS-kompatible Querschnittsvarianten aus den jeweiligen Bestandsquerschnitten zu entwickeln und so Flächen für BGS zu schaffen. Im Pilotprojekt Lübeck wurde hierzu ein Präsenzworkshop veranstaltet, in welchem Akteur:innen aus verschiedenen Fachbereichen sowie den Entsorgungsbetrieben, der Unteren Wasserbehörde und der Klimaleitstelle Flächenpotenziale für BGS erörterten. Anschließend an den Workshop wurden die entstandenen Schnitte in einem digitalen



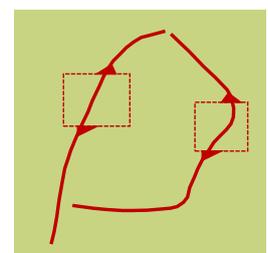
Schritt 1:
Straßentypologien festlegen



Schritt 2:
BGS-Herausforderungen feststellen: Klimafolgen von Hitze und Starkregen



Schritt 3:
Fokusräume für jede der Straßentypologien definieren und blau-grüne Schnittvarianten aus dem Bestandschnitt entwickeln



Schritt 4:
Blau-grüne Schnittvarianten als Grundlage für die weitere Planung in den Straßentypologien

Abb.: 24 Methodik zur Findung von Fokusräumen (BGS, HCU)

Whiteboard von den Teilnehmer:innen des Workshops mit Blick auf Ihre Umsetzbarkeit bewertet. Die folgende Grafik zeigt die daraus resultierenden favorisierten Straßenquerschnitte mit integrierten BGS-Flexstreifen und BGS-Korridoren. Der metho-

dische Ablauf der Flächengewinnung in Lübeck ist umfassend in der Planungshilfe „Verwaltungsinterne Zusammenarbeit“ in Kapitel 5.4 beschrieben. Die im Prozess entwickelten Querschnittvarianten der Fokusräume sollen in der weiteren Planung



Abb.: 25 Favorisierte Straßenschnitte entstanden aus dem Präsenzworkshop vom 01.06.2023 in Lübeck (BGS, HCU)

aufgegriffen, von dem beauftragten Planungsbüro in die Fläche multipliziert und im Detail geplant werden. Diese Planungsphase wird erst nach Abschluss der zweiten Phase von BGS beginnen. Dies ist unter anderem auf die Komplexität der Ausschreibungsunterlagen zurückzuführen. Es wurde erkannt, dass die Aufteilung des Straßenraums in Abschnitte für die Beauftragung eines Planungsbüros zielführend sein kann.

Das Projekt in Lübeck zeigt, wie eine transparente und fachübergreifende Zusammenarbeit bei der Priorisierung von BGS in der Verwaltung funktionieren kann. Der Flächengewinn mit 2,3 m für den BGS-Korridor und 2,0 m für den Flexstreifen am Ost- und Westpreußenring ist geglückt. Diese Flächenansprüche sind Zielwerte für die den weiteren Planungsprozess. Sie schaffen den notwendigen Raum, um geeignete BGS-Maßnahmen auszuwählen und umzusetzen.

AKTEURE UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Ansprechstelle zum BGS-Projekt: Fachbereich Stadtgrün und Verkehr und die Klimaleitstelle der Hansestadt Lübeck

Beratung: BGS-Forschungskonsortium, HafenCity Universität Hamburg, Hochschule Karlsruhe und bgmr Landschaftsarchitekten GmbH

Link zur Straßenumgestaltung Kücknitz: <https://www.luebeck.de/de/stadtentwicklung/klimaschutz/strassenraumgestaltung-kuecknitz/index.html>

2.3.3 BERLIN-PANKOW – MACHBARKEIT KLIMASTRASSE HAGENAUER STRASSE

AUSGANGSSITUATION

Die Hagenauer Straße im Stadtteil Prenzlauer Berg ist eine Wohnstraße mit dichter gründerzeitlicher Randbebauung und hohem Versiegelungsgrad. Die Ausgangssituation ist vergleichbar mit anderen innerstädtischen Quartierstraßen, jedoch fehlt die ansonsten charakteristische Straßenbaumbepflanzung. Mit dem Ziel, „die unwirtliche Straße zu begrünen und zu verschönern“, haben Anwohnende des Kollwitzkiez die Initiative Klimastraße Hagenauer als Projekt von Changing Cities e.V. ins Leben gerufen. Die Initiative erhielt politische Unterstützung durch den Beschluss der Bezirksverordnetenversammlung Pankow im Jahr 2021, in enger Abstimmung mit der Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt die Machbarkeitsstudie Klimastraße Hagenauer Straße durchführen zu lassen.

PLANUNGSZIELE

Mit der Machbarkeitsstudie sollen die Potenziale der Hagenauer Straße für mehr Grün, Klimawirkung, Aufenthalts- und Nutzungsqualität für zu Fuß Gehende und für die örtliche Regenwasserbewirtschaftung untersucht werden. Konkrete Ziele sind:

- Gestaltung des Straßenraums als Freiraum im Sinne der Charta für das Berliner Stadtgrün
- Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen gemäß Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz
- Straßengestaltung als Modellprojekt Fußverkehr gemäß Berliner Mobilitätsgesetz
- Abkoppelung vom Mischkanal durch dezentrale Regenwasserbewirtschaftung gemäß

Hinweisblatt Begrenzung von Regenwasser bei Bauvorhaben in Berlin.

Die gefundenen Lösungen sollen möglichst auf andere innerstädtische Straßen übertragen sein.

BGS-ELEMENTE IM STRASSENRAUM

Die Vorzugsvariante zum Umbau der Hagenauer Straße setzt die Prioritäten klar auf Verkehrssicherheit und Aufenthaltsfunktion für den Fußverkehr sowie auf eine hohe Klimawirkung. Im Konzept sind nur einzelne Pkw-Stellplatzflächen für Menschen mit Behinderungen und Ladezonen für Anlieferung und Beladung vorgesehen, auch um Suchverkehre des motorisierten Individualverkehrs zu vermeiden. Das Grundraster lässt aber auch die Einordnung weiterer Pkw-Stellplätze und anderer Nutzungen zu.

Das Planungskonzept Klimastraße umfasst folgende Elemente:

- Barrierefreier Gehweg vor den Gebäuden (3,0 m breit); im Oberstreifen ist die Anlage von vorzugsweise bodengebundener Fassadenbegrünungen (0,5 m breit) möglich
- Ausbildung des Mittelbereichs der Straße als verkehrsberuhigter Bereich mit 4,0 m breiter Mischverkehrsfläche; für Fahrzeuge gilt Schrittgeschwindigkeit
- Befahrbarkeit der Straße nur in eine Richtung für den motorisierten Verkehr, Radfahrende dürfen die Straße in beide Richtungen befahren
- Niveaugleiche Ausführung der Pflasterung von Gehweg und Mischverkehrsfläche
- Wiederverwendung des vorhandenen Großsteinpflasters und Großsteinplatten (Charlottenburger Platten); für besseren Rollkomfort wird das Großsteinpflaster geschnitten
- Lieferzonen für gewerbliche Anlieferungen

(L=10,0m) und Stellplätze für Schwerbehinderte (L=7,5 m als beispielhafte Anordnung) im erforderlichen Umfang

- Blau-grüne Korridore für alleeartige Baumpflanzungen und die Regenwasserbewirtschaftung; Ausführung als Versickerungsmulden mit unterirdisch durchgängigen Speichern
- Übergänge ermöglichen die sichere Querbarkeit der Versickerungsmulden; ebene begrünte Bankettstreifen zwischen Fahrbahn und Mulde dienen der Verkehrssicherheit und können ergänzend zur Mischverkehrsfläche als Aufstellfläche für die Feuerwehr genutzt werden
- Platzartige Aufweitung der Verkehrsflächen im Verlauf der Grünstreifen als Möglichkeitsräume für Begegnung, Spiel und Infrastruktur (Angebote zum Verweilen und Treffen, Bewegen und Spielen, für gärtnerische Nutzung und sonstige Gestaltungen durch die Anwohnenden als optionale Anordnung)
- In den Aufweitungen sind zusätzlich sichere Abstellmöglichkeiten für Fahrrädern vorgesehen.

Insgesamt liegt dem Planungskonzept ein flexibles System aus Verkehrs-, Grün- und Möglichkeitsflächen zu Grunde, das Spielräume für die vertiefende Planung und die Übertragbarkeit belässt.

Die Regenwasserbewirtschaftung in der Klimastraße erfolgt naturnah mit dezentralen Bewirtschaftungsanlagen. Beidseitig der Mischverkehrsfläche werden auf einer Länge von 185 m Grünflächen als optimierte Baumstandorte mit Baumscheiben von jeweils 1,2 m x 4 m angelegt. In relativ flach ausgebildete Versickerungsmulden sollen 29 neue Bäume gepflanzt und die Baumgruben unter den Mulden so ausgelegt werden, dass den neu gepflanzten Bäumen jeweils ein Wurzelraumvolumen von ca. 59 m³ zur Verfügung steht. Nach dem Vorbild des „Stockholmer Modells“ werden die Baumgruben unterhalb des Pflanzsubstrats mit groben Skelettboden versehen dessen Hohlräume mit Feinboden und Pflanzenkohle eingeschlämmt werden. Dadurch bieten die Baumgruben gute Wuchsbedingungen für die Bäume und zugleich eine hohe Wasserspeicherkapazität für den Regenwasserrückhalt.

Die Baumgruben sind so sickerfähig, dass die darüber liegenden blau-grünen Flächen (Mulden) das anfallende Niederschlagswasser gemäß den technischen Bemessungsanforderungen bewirt-

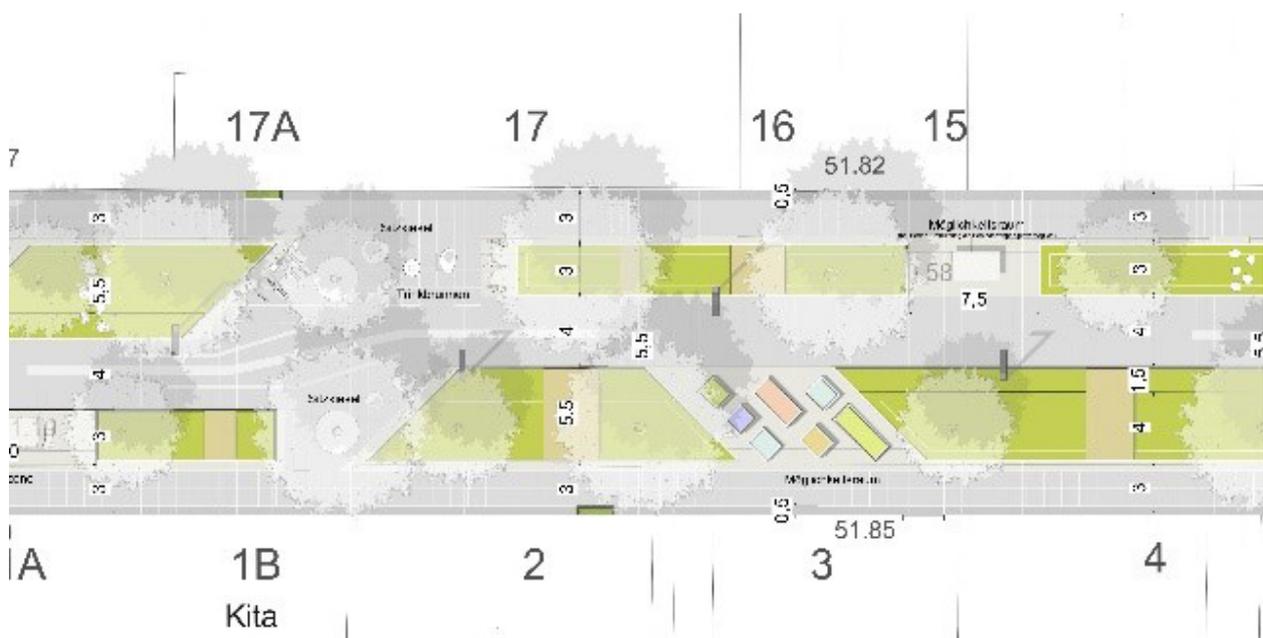


Abb.: 26 Ausschnitt Vorzugsvariante Klimastraße (bgmr)

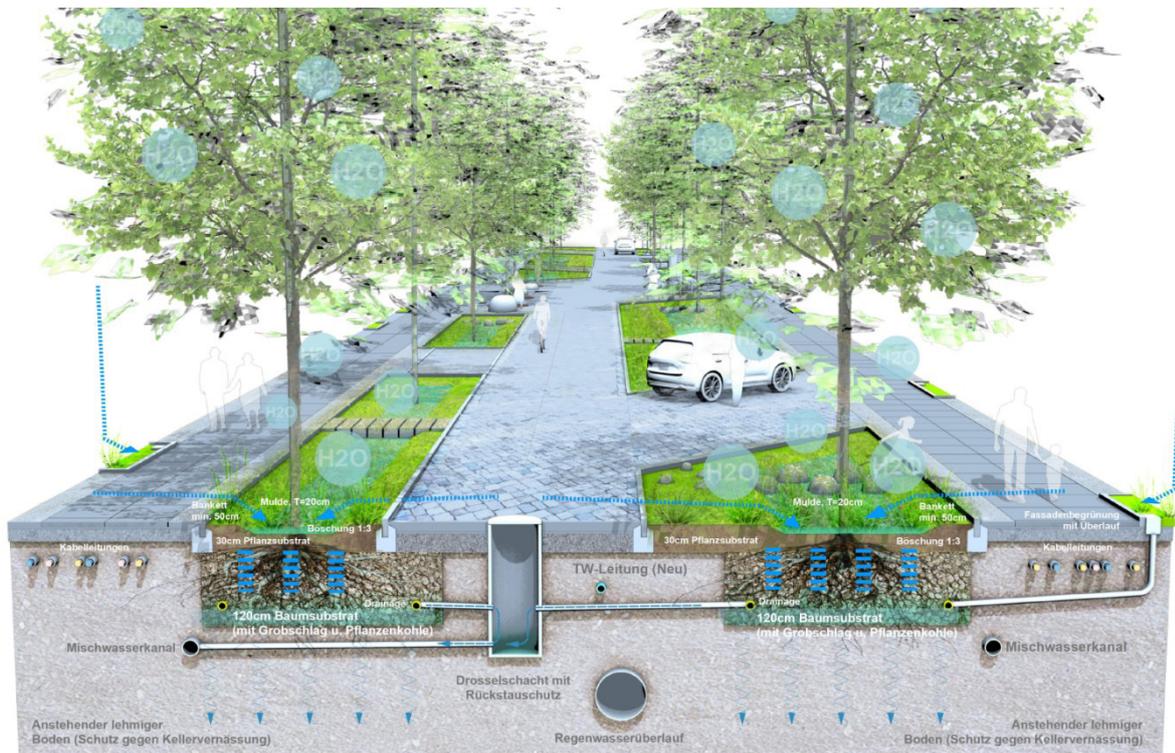


Abb.: 27 Prinzip der Regenwasserbewirtschaftung in Versickerungsmulden mit optimierten Pflanzgruben in der Hagenauer Straße (bgmr)

schaften und somit die Kanalisation ersetzen können (Abkopplung vom Mischwasserkanal). Eine gedrosselte Entleerung soll sicherstellen, dass es keine übermäßige Staunässe in den Baumgruben geben kann.

LÖSUNGEN IM PROZESS

Die Machbarkeitsstudie wurde in einem mehrstufigen Verfahren entwickelt. Grundlagen sind Analysen unter anderem zur Klimasituation, Versorgung und Erreichbarkeit von Einrichtungen der Daseinsvorsorge, Infrastruktur sowie verkehrsplannerischen Situation. Für eine umfassende Beteiligung kamen unterschiedliche Formate zum Einsatz: Eine Informationsveranstaltung vor Ort in der Hagenauer Straße, eine Online-Beteiligung, ein offenes Haus in einer ortsnahen Einrichtung mit Info- und Workshoprunden für Erwachsene sowie gezielte Ansprachen, Begehungen und Workshops für die unterschiedlichen Altersgruppen von Kindern und Jugendlichen. Unter der Projektleitung und Gesamtsteuerung durch das Straßen- und Grünflächenamt Pankow erfolgten darüber hinaus mehrere Abstimmungen mit Vertreterinnen und Vertretern der Bereiche Fußverkehr und Gestal-

tung des öffentlichen Grüns/Produktive Stadt in der Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt sowie in einem prozessbegleitend erweiterten Fachkreis von Verwaltungen, den Berliner Wasserbetrieben und der Berliner Regenwasseragentur.

UMFANG VON BGS, BESONDERHEITEN

Für den Beteiligungsprozess wurden drei Gestaltungsvarianten entwickelt, die sich vereinfacht durch eine lineare, eine verspringende sowie eine frei angeordnete, platzartige Straßenraumaufteilung unterscheiden. In der frühen Beteiligungsphase wurde bewusst auf verkehrliche Festlegungen, wie Einbahnstraßen- und Geschwindigkeitsregelungen verzichtet. Alle drei Varianten lassen aber im Prinzip einen Ein- oder Zweirichtungsverkehr oder auch eine gemischte Führung der Verkehre im Mittelbereich der Straße zu und die notwendigen Erschließungsfunktionen bleiben vollständig gewährleistet. Neue Nutzungen sind so angeordnet, dass ein kostenaufwändiger Leitungsumbau vermieden werden kann. Die Varianten bilden jeweils ein Optimum an



Abb.: 28 Perspektive Variante 2 –Verspringende Straßenraumaufteilung (bgmr)

Grünausstattung, Klimaanpassung und Nutzungsqualitäten für zu Fuß Gehende und den Aufenthalt in der Wohnstraße ab. Der Anteil der blau-grünen Flächen ermöglicht in allen Varianten die vollständige Aufnahme des anfallenden Regenwassers und eine klimawirksame Nutzung des Wassers für die Bewässerung der neu gepflanzten Straßenbäume sowie die Verdunstung und Versickerung in der Straße. Der Flächenbedarf für Grünflächen im Straßenraum beträgt bei gut aufnahmefähigen Pflanzgruben durch Zwischenspeicherung in porenreichen Substratkörpern unterhalb der Sickermulden je nach Muldentiefe 19-25%.

AKTEURE UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

AUFTRAGGEBER: Bezirksamt Pankow von Berlin, Straßen- und Grünflächenamt

PROJEKT-WEBSEITE BEZIRKSAMT: <https://www.berlin.de/ba-pankow/politik-und-verwaltung/aemter/stressen-und-gruenflaechenam/planung/artikel.1239475.php>

FÖRDERUNG: Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin, Abteilungen III und IV

PROJEKT-WEBSEITE SENMVKU: <https://www.berlin.de/sen/uvk/mobilitaet-und-verkehr/verkehrsplanung/fussverkehr/fussverkehrsprojekte/modellprojekte/hagenauer-strasse/>

PLANUNG: bgmr Landschaftsarchitekten GmbH, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (IPS) mit: Planungsbüro Richter Richard, Aachen/Berlin und Katharina Grantner (Kinder- und Jugendpartizipation)

2.3.4 HAMBURG - KÖNIGSTRASSE

AUSGANGSSITUATION

Bei der Königstraße handelt es sich um eine Hauptverkehrsstraße im Westen Hamburgs, die auf etwa 1,2 Km in Ost-West Richtung zwischen der Reeperbahn im Osten und der Max-Brauer-Allee im Westen verläuft. Das tägliche Verkehrsaufkommen (DTV) der Straße lag im Jahr 2017 auf dem westlichen Abschnitt bei etwa 15.000 Kraftfahrzeugen pro Tag und im östlichen Abschnitt bei etwa 22.000 Kraftfahrzeugen pro Tag (vgl. melchior + wittpohl 2022a: 4 ff.). Die Königstraße war im Bestand vierspurig ausgebaut und umfasste straßenbegleitende Gehwege sowie schmale Hochbordradwege mit einzelnen Unterbrechungen. Des Weiteren wies die Königstraße vereinzelte Grünflächen und stellenweise Gruppen von großkronigen Bäumen vor.

Im Rahmen des Ausbaus der Velorouten, von denen die Veloroute 12 teilweise über die Königstraße verläuft, wurde die Königstraße umgeplant und zwischen Herbst 2023 und Anfang 2025 umgebaut. In einer vorausgegangenen Vorabmaßnahme wurden 2021 zwei der vier Fahrspuren zu Radfahrstreifen umgewandelt. Der hier betrachtete Planungsraum umfasst neben der Königstraße auch Teile der direkt anliegenden Straßen Kirchenstraße, Mörkenstraße und Alte Königstraße.

PLANUNGSZIELE

Die Planungsziele der Baumaßnahme waren der genannte Ausbau der Veloroute 12 zu einer besonders attraktiven Radverkehrsverbindung sowie die wassersensible und grünere Gestaltung des Straßenraums und eine Steigerung der Aufenthaltsqualität (vgl. melchior + wittpohl 2022a: 3). Der Planungsprozess wurde hierbei durch das BGS-Forschungsteam begleitet.

BGS-ELEMENTE IM STRASSENRAUM

Der Umbau der Königstraße bestand im Wesentlichen aus einer Reduktion der Fahrbahnfläche für den Kraftfahrzeugverkehr von vier auf zwei Fahrstreifen. Auch vorhandene Parkstände wurden von 105 auf 36 reduziert. Die dadurch gewonnenen Flächen wurden vor allem für die Herstellung von neuen Radverkehrsanlagen und für die Ausweitung und Neuschaffung von Grünflächen genutzt. Die neu gestalteten Radverkehrsanlagen sind größtenteils als 2,50 m breite und baulich abgetrennte Radwege auf Fahrbahnniveau (Protected Bike Lanes) umgesetzt worden, welche an einigen Bushaltestellen unterbrochen sind. Die neuen und erweiterten Grünflächen sind oft zwischen 2 m bis 3 m breit und wurden vielerorts als flache Mulden mit einer Tiefe von etwa 10 cm ausgestaltet. Über diese wird eine Entwässerung der unmittelbar anliegenden Nebenflächen sichergestellt. Stellenweise wurden die Grünflächen mit Stauden bepflanzt oder als Blühwiesen ausgeführt. Des Weiteren wurden die Gehwege auf mindestens 2,65 m verbreitert und auf der Fläche von drei Parkplätzen ein Aufenthaltsbereich mit Sitzbänken, kleinen Grünflächen und Fahrradständern an der Alten Königstraße eingerichtet.

Im Rahmen der Baumaßnahme kam es ebenfalls zur Fällung von 22 Bäumen und der Neupflanzung von 47 Bäumen. Die Fällungen fanden vor allem im Bereich der angrenzenden Baumaßnahme des Schulcampus Struenseestraße und der Bushaltestelle Blücherstraße statt. Die Standorte der Baumneupflanzungen befinden sich in den neuen und erweiterten Grünflächen.

LÖSUNGEN IM PROZESS

Der Vergleich zwischen der Flächenaufteilung des Ausgangszustands (vor der Vorabmaßnahme) und des Zustands nach dem Umbau zeigt mehrere große Veränderungen in dem fast 36.000 m² großen Straßenraum. So wurde die Fahrbahnfläche für den Kraftfahrzeugverkehr im Zuge der Fahrspurreduktion um fast ein Drittel (von 18.970 m² auf 12.790 m²) verkleinert. Gleichzeitig fand



Abb.: 29 Vergleich Vorher-Zustand (oben) und Endzustand (unten) (BGS, HCU auf Kartengrundlage von: melchior + wittpohl Beratende Ingenieure PartmbB)

Flächenaufteilung Königstraße

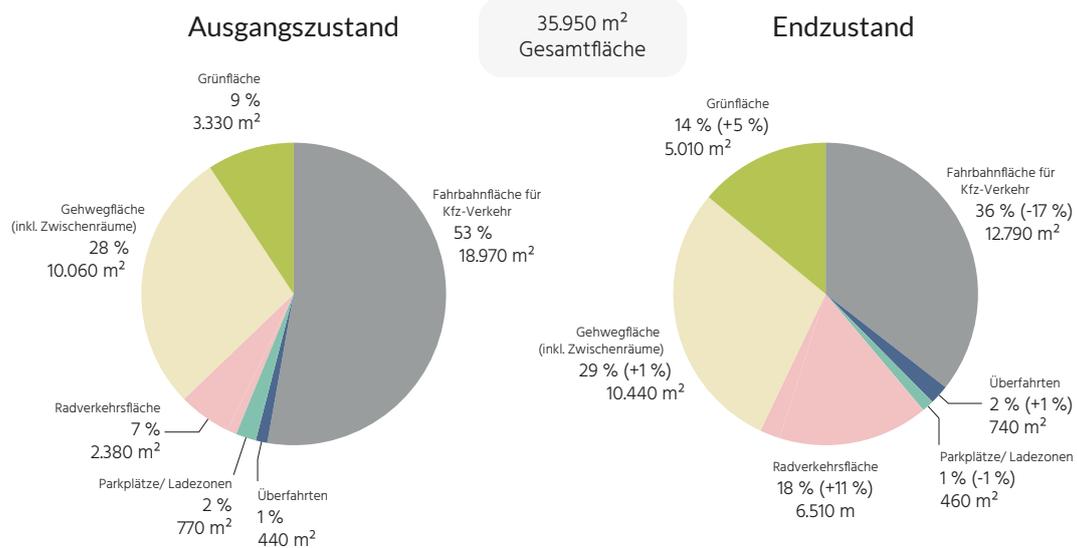


Abb.: 30 Vergleich der Flächenaufteilung - Ausgangszustand und Endzustand der Königstraße (BGS, HCU)

mehr als eine Verdoppelung der Radverkehrsflächen (von 2.380 m² auf 6.510 m²) statt. Der Grünflächenanteil ist im Rahmen des Umbaus um die Hälfte gestiegen (von 3.330 m² auf 5.010 m²). Von diesen 5.010 m² Grünfläche wurden hierbei etwa 1.140 m² als Versickerungsflächen in Form von den genannten, flachen Mulden ausgeführt (vgl. melchior + wittpohl 2022b: 2-5). Durch diese sollen circa 1.980 m² der Gehwege entwässert werden (vgl. ebd.).

Die beschriebenen Änderungen im Straßenraum weichen teilweise von ursprünglichen, unter anderem durch BGS aufgestellten, Visionen und Ideen für die Königstraße ab. Diese umfassen beispielsweise einen fast durchgängigen Grünstreifen, welcher einem BGS-Korridor ähnelt. In der finalen Planung sind die vorgesehenen Grünflächen jedoch kleinteiliger und gleichen besonders im Westen der Straße aufgrund ihrer linearen Anordnung, ihrer breite und mehrerer Unterbrechungen durch Pkw- und Fahrradstellplätze eher einem

BGS-Flexstreifen. Eine weitere Abweichung bildet die neue Aufenthaltsfläche an der Alten Königstraße, die im Vergleich zu einem Konzept von 2020 kleiner dimensioniert ausfällt und keine gesonderten Speicher- oder Versickerungselemente für Niederschlagswasser aufweist. Auch eine Integration mehrerer Baumrigolen im Straßenraum und die Entwässerung von anliegenden Dachflächen über selbige sind nicht in der Ausführungsplanung erhalten geblieben. Zusätzlich ist eine fehlende Verwendung von wasserdurchlässigen Belägen, mit Ausnahme von zwei Schotterrasenflächen als Feuerwehrezufahrt, auffällig.

Neben diesen Abweichungen ist zusätzlich der Bereich zwischen der S-Bahn Haltestelle Königstraße und dem Knoten Königstraße/Mörkenstraße hervorzuheben. In diesem sind sämtliche Bäume gefällt und bestehende Grünflächen entfernt worden. Diese werden zum Teil durch neue Grünflächen und Bäume auf der nördlichen Straßenseite ersetzt. Zwischenzeitlich geplante Grünflächen auf der Südseite an dieser Stelle sind in der Ausführungsplanung nicht mehr vorhanden.

UMFANG VON BGS

Wie die Evaluation zeigt, bestehen noch weitere Potenziale für eine Neuimplementierung oder Ausweitung blau-grüner Elemente. Diese liegen zum Beispiel in der Ausweitung der Flächen, die in die Grünstreifen mit Mulden entwässern (z. B. Radverkehrsflächen, Dächer und weitere Nebenflächen) oder in der Nutzung von wasserdurchlässigen Belägen (z. B. für Parkstände). Auch die Ausgestaltung der geschaffenen neuen Grünflächen mit mehr Unterpflanzungen, z. B. durch Sträucher oder Blühwiesen, kann verbessert werden. Das gleiche gilt für den Aspekt, dass derzeit nur eine neue Aufenthaltsfläche geschaffen wurde, obwohl das Potenzial an verschiedenen Stellen vorhanden wäre.

Dennoch konnte durch den Umbau bewirkt werden, dass der vorhandene Straßenraum wesentlich zugunsten von Grünflächen und insbesondere von Radverkehrsflächen neu geordnet

wurde. Mit den umgesetzten Protected Bike Lanes ist eine klare Aufwertung der Radinfrastruktur erkennbar, während gleichzeitig durch die neuen und ausgeweiteten Grünflächen und der erhöhten Anzahl an Bäumen das Ziel der grüneren Straßenraumgestaltung als erfüllt gewertet werden kann. Diese Begrünung sowie die neue Aufenthaltsfläche können in Teilen zur angestrebten Erhöhung der Aufenthaltsqualität beitragen. Für das Ziel der wassersensiblen Gestaltung des Straßenraums leisten insbesondere die neuen Versickerungsmulden und Bäume einen wichtigen Beitrag. Es handelt sich bei der Umbaumaßnahme Königstraße somit um eine klare Verbesserung im Hinblick auf die dortige blau-grüne-Infrastruktur. Für die Zukunft ist in der Königstraße ein Monitoring empfehlenswert, um die Wirkung der neuen Elemente unter anderem im Hinblick auf die dortige Hitzeentwicklung, (Stark-)Regenfälle und die Verkehrsauswirkungen zu untersuchen.

AKTEURE UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

BEDARFSTRÄGER: Behörde für Verkehr und Mobilitätswende Hamburg (BVM)

REALISIERUNGSTRÄGER: Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg (LSBG)

PLANUNG: melchior + wittpohl Beratende Ingenieure PartmbB

WEITERE BETEILIGTE: Bezirksamt Hamburg-Altona Fachamt Management des Öffentlichen Raums

PROJEKT-WEBSEITE: <https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bvm/aktuelles/pressemeldungen/2024-08-23-bvm-strasse-der-zukunft-958622>

TEIL III

PLANUNGSTOOLS



Abb.: 31 Versuchsfläche überbaubare Bodensubstrate an der ZHAW Wädenswil (Sven Hübner, bgmr)

3

PLANUNGSHILFE
WASSERSENSIBLE
PLANUNG ALS
BEITRAG ZUR HITZE-
UND STARKREGEN-
VORSORGE

EINFÜHRUNG

In den letzten Jahrzehnten zeigt sich der Klimawandel unter anderem in der Zunahme von heißen Temperaturextremen, dem Anstieg des Meeresspiegels und der veränderten Häufigkeit extremer Niederschläge. Anthropogene Aktivitäten sind hierfür die Hauptursache.

Für die Städte bedeutet dies vermehrt auftretende Hitzetage, längere Trockenphasen in Vegetationsperioden und meist lokal auftretende Starkregenereignisse. In bestehenden urbanen Siedlungsstrukturen und dynamisch wachsenden Regionen mit hoher Versiegelung und bei vorherrschender Ableitung des Niederschlagswassers verstärken sich die Auswirkungen des Klimawandels, die mit vielfältigen negativen Effekten für Mensch, Infrastruktur, Stadtgrün und Gewässer verbunden sind.

Durch Hitze- und Trockenphasen allein entsteht noch kein Wassermangel für das oberflächennahe Grundwasser. Auf dem Land und in den Städten resultiert Wasserknappheit für pflanzenverfügbares Wasser in erster Linie aus einem schlechten Wassermanagement und ein unzureichendes Management der Landoberfläche. Zentral ist es die

Landoberflächen so zu bewirtschaften, dass mehr Wasser natürlich im Boden gespeichert wird. Ein sorgsamer Umgang mit der wertvollen Ressource Wasser und eine wassersensible Gestaltung der Oberflächen ist somit dringend erforderlich

HITZE- UND STARKREGENVORSORGE ZUSAMMENDENKEN

BlueGreenStreets setzt bei dem Umbau von Bestandsstraßen auf das Leitbild der wassersensiblen Stadtentwicklung. Maßnahmen der Hitze- und Starkregenvorsorgen werden integriert geplant, da die örtliche Rückhaltung und Nutzung des Regenwassers für die Verdunstung und Versickerung erhebliche Synergien in beide Richtungen erzeugt: Die Aufnahme und Speicherung von Regenwassern in Systemen mit bewachsenen Böden sorgt für eine Wasserbilanz mit keinem bzw. einem geringen Anteil von verzögerten Wasserabflüssen. Solche naturnahen Systeme, die bei Bedarf durch dezentrale technische Systeme wie z. B. Rigolengründächer ergänzt werden, schaffen zusätzlich für einen erheblichen Rückhalt und vermindern so Oberflächenabflüsse bei Extremniederschlägen.



Abb.: 32 Der BGS-Ansatz zur wassersensiblen Planung als Beitrag zur Hitze- und Starkregenvorsorge (BGS, HCU)

UMSETZUNG DES SCHWAMMSTADT-PRINZIPI MIT BLAU-GRÜNEN MASSNAHMEN

Das Schwammstadt-Prinzip zielt darauf ab, das Regenwasser vorrangig lokal zu bewirtschaften und zu nutzen. Blau-grüne Maßnahmen vergrößern hierzu das Speichervolumen der Böden in den Stadtquartieren und die vitalen Bepflanzungen übersichern die Landoberflächen, was zu einer spürbaren Abkühlung der heißer werdenden Städte durch Verdunstung und vor allem durch die Beschattung führt.

MESSBARE ZIELE FÜR DIE SCHWAMMSTADT

Für die Erreichung dieses Leitbildes werden verschiedene messbare Ziele verfolgt:

Die Erreichung der naturnahen Wasserhaushaltsbilanz (Wasserbilanz) als Planungsziel für Siedlungen.

Eine Abweichung oder Nichterreichung der naturnahen Wasserhaushaltsbilanz muss begründet werden. Wenn keine Verbesserung des Ist-Zustandes erreicht werden kann, darf die bestehende Wasserbilanz nicht verschlechtert werden.

Ein maximaler Gebietsabfluss, der sich an dem naturnahen Zustand orientiert.

Ein Mindestwasserrückhalt pro Quadratmeter wird vorgegeben und eine Abweichung/ Nichterreichung wird begründet. Kann keine Verbesserung des Ist-Zustandes erreicht werden, darf der bestehende Gebietsabfluss nicht vergrößert werden. Ein solcher Ansatz wird bereits in den Städten Berlin und Dresden verfolgt. Für die Stadt Dresden existiert eine Karte, die den maximalen Gebietsabfluss für Teilregionen abbildet.

Erhalt des Wasserrückhaltevermögens auch bei Flächenneuersiegelung im Städtebau.

Dazu werden flächensparende Bauweisen gewählt und die Retentionsfunktionen vorrangig durch blau-grüne Maßnahmen kompensiert und verbessert.

Für die Versiegelung ist ein Ausgleich des Verlustes an Retentions- und Verdunstungsvolumen auf dem Eingriffsgrundstück vorzusehen. Ist dies nicht vollständig möglich, ist eine Kompensation anteilig auch an anderer Stelle des betroffenen Bilanzgebietes möglich. Ein Plus an Maßnahmenwirkung kommt zustande, wenn im Voreingriffszustand die Wasserbilanz nicht der naturnahen urbanen Wasserbilanz entspricht.

Diese Ziele entsprechen dem Grundsatz der doppelten Innenentwicklung und es gibt eine große Anschlussfähigkeit zum Bundes-Klimaanpassungsgesetz sowie der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel DAS 2024⁵. Zugleich lassen sich viele blau-grüne Maßnahmen in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als Kompensationsmaßnahmen anrechnen.

ERMITTLUNG DER NATURNAHEN WASSERBILANZ FÜR SIEDLUNGEN

Das Merkblatt DWA-M 102-4 „Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers“ vom März 2022 liefert fachliche Grundlagen und methodische Empfehlungen zur Bewertung der Wasserhaushaltsgrößen in Siedlungsgebieten. Es schließt damit an die vom Arbeitsblatt DWA-A 100 (2006) formulierte übergeordnete Zielsetzung an, die Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts durch Siedlungsaktivitäten in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist und konkretisiert dazu, dass der Wasserhaushalt im bebauten Zustand dem des unbebauten Referenzzustands möglichst nahekommen soll. Bei der Ermittlung der Zielgröße für die Wasserbilanz werden die Bilanzgrößen für den unbebauten Zustand einer gebietscharakteristischen Kulturlandnutzung ohne Siedlungs- und Verkehrsflächen als Referenz festgelegt.

⁵ Die DAS 2024 sieht für das Cluster Stadtentwicklung, Raumplanung und Bevölkerungsschutz die folgenden beiden Ziele im Handlungsfeld Stadt- und Siedlungsentwicklung vor: Ziel S-1: Aktivierung von Stadtgrün zur Reduktion der Hitzebelastung und Ziel S-2: Stärkere Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt in Städten.

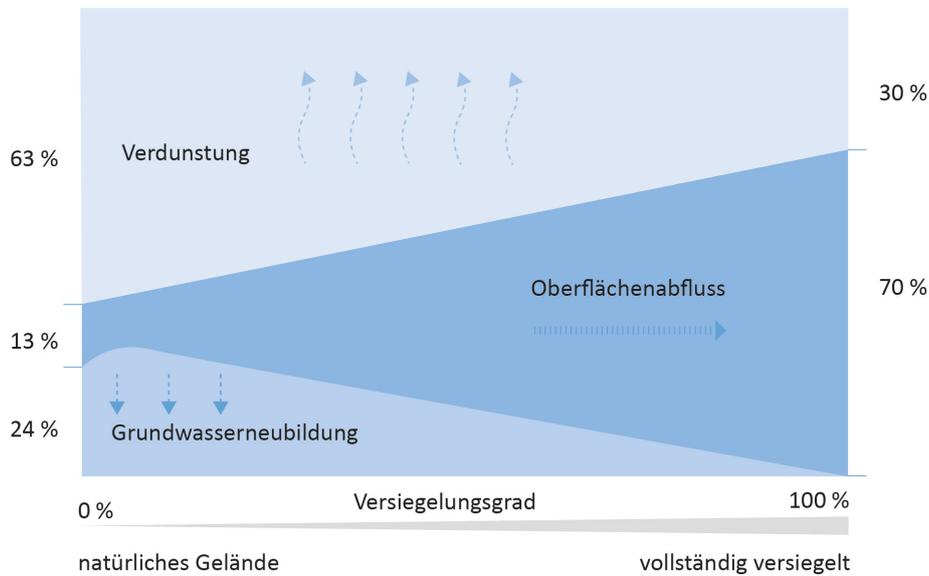


Abb.: 33 Qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung mit zunehmendem Versiegelungsgrad (bgmr nach DWA-M 153, August 2007)

Die Grafik in Abbildung 33 zeigt die qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung mit zunehmendem Versiegelungsgrad im bundesweiten Durchschnitt. Am linken Bildrand ist die Wasserbilanz für ein natürliches Gelände – und damit der angestrebte Zielzustand auch für Siedlungen – abgebildet, der durch eine naturnahe dezentrale Bewirtschaftung von Niederschlagswasser erreicht bzw. erhalten werden soll. Am rechten Bildrand ist im Gegensatz dazu die Wasserbilanz in stark versiegelten Siedlungen abgebildet, in denen das anfallende Niederschlagswasser über die Kanalisation direkt abgeleitet wird.

VORGABEN UND REGELUNGEN BEI STOFFLICHEN BELASTUNGEN

Neben der mengenmäßigen Wasserbilanz sind zur Annäherung an den naturnahen Wasserhaushalt auch stoffliche Kriterien und Wasserqualitätsziele zu berücksichtigen. Grundsätzlich ist zu beachten, dass Niederschlagswasser, welches auf Siedlungs- und Verkehrsflächen anfällt, je nach Art und Nutzung der Auffang- oder Kontaktflächen, stofflich belastet sein kann. Um eine naturnahe, schadlose Versickerung oder weitere Verwertung zu ermöglichen, kann daher eine vorherige Aufbereitung des Niederschlagswassers erforderlich sein (siehe hierzu auch die rechtlichen Vorgaben und Regelungen u. a. nach DWA-A 138-1 (2024) sowie das Kapitel 10 „Stoffliche Belastungen“).

SCHUTZMASSNAHMEN BEI STARKREGENABFLÜSSEN

Auch naturbasierte Entwässerungssysteme mit hoher Abflussreduzierung können bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen an die Grenzen des Rückhalts kommen, wenn diese nach längeren Niederschlägen wassergesättigt und dann abflusswirksam werden oder die Anlagen bei plötzlich auftretenden großen Regenmengen überstauen und/oder überflossen werden. Der Effekt der Abflussreduzierung hängt stark vom Aufbau der jeweiligen Maßnahme und den örtlichen Bedingungen ab. Beispielsweise können Dachgärten ggf. auch Extremniederschläge vollständig zurückhalten, während extensive Dachbegrünungen bereits bei „normalen“ Regenereignissen einen Abfluss liefern. Quantifizieren lassen sich diese Effekte durch sogenannte Niederschlags-Abfluss-Modelle. (BBSR 2015)

Daher muss selbst bei sehr starken Niederschlägen und bei einem „perfekten“ Entwässerungssystem mit Oberflächenabflüssen und Überläufen aus Rückhalteräumen gerechnet werden. Allerdings müssen diese Abflüsse nicht zwangsläufig Schäden anrichten. Das Risiko lässt sich durchaus minimieren, indem die Abflüsse aus Bereichen mit hohen Schadenspotenzialen herausgeleitet oder oberhalb zurückgehalten werden. (BBSR 2015) Für den Rückhalt im Außenbereich haben besonders mit Waldbäumen bestockte Flächen eine wichtige Schutz-

PLANUNGSHILFE WASSERSENSIBLE PLANUNG

funktion, da hier die Rückhaltung von Abflüssen und die Abflussregulation besonders hoch ist.

PLANUNGSGRUNDLAGEN FÜR DIE HITZE- UND STARKREGENVORSORGE

Für die strategische Klimaanpassungsplanung und das kommunale Regenwassermanagement ist es wichtig zu wissen:

- Wie sich der Klimawandel und die Siedlungsentwicklung voraussichtlich auf die Bevölkerung (u. a. den Klimakomfort) und die Bepflanzungen (insb. Trockenheit) auswirken werden.
- In welchen Siedlungsbereichen thermische Hot-Spots und hitzevulnerable Bereiche bestehen bzw. zukünftig zu erwarten sind, um gezielt Maßnahmen (insb. Flächenentsiegelungen und blau-grüne Maßnahmen) vorzusehen, die für Beschattung und Kühlung sorgen.
- Wo möglichst freizuhaltende Kaltluftentstehungsgebiete und -leitbahnen sind.
- Wo es Senken und Fließwege gibt (inkl. der Einzugsbereiche) und welche Risiken bei Überflutungen und bei Starkregenabflüssen entstehen.

- Wo Lösungen für die Speicherung und Bewässerung mit Niederschlagswasser besonders gefragt sind, um Siedlungsgrün und Kleingewässer mit Wasser zu versorgen.

Eine Auswahl der hierfür infrage kommenden Datengrundlagen sind in dem nachfolgenden Textkasten zusammengestellt:

DATENGRUNDLAGEN (AUSWAHL)

Wetterdaten und beobachtete Trends

- tägliche und saisonale Wetterdaten, lokale oder regionale Messstationen, Langzeitreihen
- Wetterbeobachtungen von Extremwetterereignissen, z. B. Hitzewellen, Starkregenereignissen, Hochwasser, Sturmfluten (Deutscher Wetterdienst DWD: <https://www.dwd.de/DE/wetter/>, Landesbehörden)
- Dürremonitor (<https://www.ufz.de/>)

- lokales Wissen, Fachliteratur und Studien, wie z. B.: Informationen/Kataster zu Einsätzen der Feuerwehr aufgrund von Regenereignissen.

Klimaprojektionen und Klimawandelanalyse

- Ergebnisse regionaler Klima- und Wirkungsmodelle (<https://www.dwd.de/>), GER|CS Climate Service Center Germany (<https://www.climate-service-center.de/>)
- Stadtklimaanalyse durch Umwelt- und Planungsbehörden bzw. -büros.

Klimarisikoanalyse

- Wissenschaftliche Untersuchungen, Analysen von Bundes- und Landesbehörden
- Gefahren und Risikokarten
- Berichterstattungen zu einzelnen Sektoren, z. B. Gesundheitsberichterstattung (Gesundheitsämter, Landkreise)
- Informationen und Daten zu Umfang, Lage und Art von kritischen Infrastrukturen, Grünflächen, und Einrichtungen des Gesundheitswesens, z. B. Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, Kindergärten (Statistische Landesämter, Berichte von Kommunen, Landkreisen).

Zukünftige sozio-ökonomische Entwicklungen

- Demografische und sozio-ökonomische Daten, z. B. Bevölkerungsentwicklung, Raumentwicklungsplanungen, Szenarien zum Konsumverhalten, Infrastrukturen, Wirtschaftsstruktur, Wohnbebauung (statistische Jahrbücher, Zensus-Erhebungen der Statistischen Landesämter, regionale Studien).

Weitere relevante Konzepte, Strategien, Politiken, Pläne

- z. B. Anpassungsstrategien und zugrundeliegende Analysen der Bundesländer, Flächennutzungsplan, Landschaftsplan, Raumordnungs- und Regionalpläne, Integrierte Stadtentwicklungskonzepte und Quartierskonzepte

Stadtgrün

- Grünflächenkataster, Grünvolumen und Grünflächenversorgung
- Entwässerungskonzept, Versiegelungsgrad
- kommunale Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030.

Klimaanalysekarten

- Die Handlungsempfehlung **„Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene**. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091 des UBA 2022 will die Kommunen bei der Vorbereitung und Durchführung einer Klimarisikoanalyse unterstützen. Sie fassen den internationalen Standard „Anpassung an den Klimawandel - Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung“ (DIN EN ISO 14091:2021-07) zusammen und ergänzen diese allgemeine Leitlinie für die Durchführung von Klimarisikoanalyse um spezifische Empfehlungen für die Umsetzung in Kommunen.

Starkregengefahrenkarten

- Das Umweltbundesamt bündelt Erkenntnisse zum Starkregenrisikomanagement.
- Das Deutsche Klimavorsorgeportal enthält eine Übersicht zahlreicher Angebote, Arbeitshilfen und Beispiele zum Thema Starkregenrisiko.
- Zahlreiche Länder haben Empfehlungen zur Erstellung von Starkregengefahrenkarten erstellt (Beispiel Hessen: <https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/projekte/klimprax-projekte/klimprax-starkregen/starkregen-gefahrenkarten>; Beispiel Hamburg: <https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bukea/themen/wasser/regenwasser/starkregengefahrenkarte-160554>)
- Mit Stand 20.11.2024 finden sich im „[Geoportal.de](https://www.geoportal.de)“ Hinweiskarten für Starkregengefahren für folgenden Bundesländer: Hamburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen (https://www.geoportal.de/Themen/Energie_und_Umwelt/6_Starkregen.html).

QUELLEN

BBSR 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Hrsg.: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

DAS 2024: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. <https://www.bmuv.de/download/deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel> [Abruf zuletzt 13.01.2025]

DWA-M 102-4 2022: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers

DWA-A 138 2024: Arbeitsblatt DWA-A 138-1 Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb

AUTOR:INNEN

Kirya Heinemann, HafenCity Universität
Sven Hübner, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH
Tom Josuweit, HafenCity Universität

4

RÄUMLICHE NEUORDNUNG VON STRASSEN FÜR BGS

4.1 STRATEGIEN UND WERKZEUGE ZUR NEUORDNUNG VON STRASSEN FÜR BGS

PROBLEMSTELLUNG

Ungelöste Flächenkonkurrenzen im Straßenraum sind ein wesentliches Hindernis für die Umsetzung von BGS-Maßnahmen in Kommunen. Dies zeigen die nachfolgenden Aussagen von Kommunen zur Anwendung der BGS-Prinzipien in der Planung:

„Hoher Nutzungsdruck steht Vielem entgegen. Flächen zu entsiegeln und somit anderen Akteuren zu entziehen, ist kompliziert.“ (Karlsruhe)

„Unser größtes Konfliktfeld ist die Flächennutzung.“ (Duisburg)

„Wollen wir entsiegeln und Bäume pflanzen, sind Konflikte hier bei uns mit U-Bahn, Fernwärme und Glaserfaser im Bestand ein Riesenthema.“ (Frankfurt)

„Wer Interessen falsch gewichtet - verkehrsgerecht bauen will und den motorisierten Verkehr priorisiert - der bekommt keine Schwammstadt.“ (Zürich)

In den Kommunen werden verschiedene Strategien beobachtet, wie die Diskussion zur Umwidmung von Verkehrsflächen für BGS-Maßnahmen geführt wird. Im Folgenden werden zwei Strategien dargestellt wie die Umwidmung von Verkehrsflächen für BGS-Maßnahmen unterstützt werden kann.

STRATEGIE 1: FÜR BGS-ELEMENTE VERKEHRSLICHE NUTZUNGSANFORDERUNGEN AN DEN STRASSENRAUM REDUZIEREN

Durch die Reduzierung von Nutzungsanforderungen an den Straßenraum wie z. B. die Verringerung der Verkehrsmenge, die Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, die Reduzierung des

Lkw-Verkehrs sowie die Reduktion der Anzahl der Parkstände kann der Flächenbedarf des fließenden und ruhenden Kfz-Verkehrs verringert und Raum für BGS-Elemente geschaffen werden. Dafür ist zu prüfen, welche Rahmenbedingungen sich seit dem Bau der Straße geändert haben, welche sich voraussichtlich in Zukunft ändern werden oder aktiv durch Planung geändert werden können. Betrachtet wird, welche veränderten verkehrlichen Platzansprüche im Straßenraum sich aus den geänderten Rahmenbedingungen ergeben. Um diese Strategie zu illustrieren werden ausgewählte Beispiele für Änderungen der Nutzungsanforderungen vorgestellt. Zudem werden in Kapitel 4.1 Strategien und Werkzeuge zur Neuordnung von Straßen und diversen Fallgestaltungen vorgestellt.

STRATEGIE 2: PRIORITÄTENSETZUNG FÜR BGS-ELEMENTE BEI VORGEgebenEN STRASSENRAUMBREITEN

Im Straßenraum bestehen zahlreiche Nutzungsansprüche von fließendem und ruhendem Kfz-Verkehr, Radfahrer:innen und Fußgänger:innen, Entwässerung, Begrünung etc., die in Ausgleich gebracht werden müssen. Bei gegebenen Straßenraumbreiten von Bestandsstraßen ist die Flächenaufteilung eine Frage der Prioritätensetzung, die auch zu Gunsten von BGS-Elementen erfolgen kann. Daher werden unter „Prioritäten setzen für BGS“ für drei beispielhafte Straßenraumbreiten Flächenverteilungen für verschiedene Prioritäten präsentiert. Deutlich wird, dass es für Straßenräume immer auch Lösungen zur Flächenaufteilung unter Berücksichtigung von BGS-Elementen gibt.

4.1.1 STRATEGIE 1: FÜR BGS-ELEMENTE VERKEHRLICHE NUTZUNGSANFORDERUNGEN AN DEN STRASSENRAUM REDUZIEREN

HINWEISE ZUR ANWENDUNG

Um die Anwendung der Strategie „Verkehrliche Nutzungsanforderungen reduzieren“ zu illustrieren, zeigen die Abbildungen 34 bis 38, wie sich die Veränderung bestimmter verkehrlicher Nutzungsanforderungen auf die Fahrbahnbreite auswirkt. Die berücksichtigten Nutzungsanforderungen umfassen: Begegnungsfall Fahrzeuge (Abb. 34), Verkehrsmenge (Abb. 35), zulässige Höchstgeschwindigkeit (Abb. 36) und Parkraumbedarf (Abb. 37 und 38).

Für die verschiedenen Nutzungsanforderungen werden von oben nach unten verschiedene Fallgestaltungen für die Fahrbahnbreite dargestellt. Die Diagramme werden von links nach rechts gelesen. Jeder Fall bietet jeweils zwei Querschnitte einer Fahrbahn vor (links) und nach der Änderung (rechts) der verkehrlichen Nutzungsanforderungen. Zwischen den beiden Querschnitten wird in horizontalen Säulen die Fahrbahnbreite der beiden Varianten verglichen. Die grauen Balken stellen den neuen Flächenbedarf nach den Änderungen dar, die farbigen Balken die Flächeneinsparungen (negative Werte). Die Balken entsprechen dem Platzbedarf der Fahrbahn und ermöglichen eine schnelle Interpretation der Veränderungen.

Zusätzliche Änderungen von verkehrlichen Attributen sind in dem mittleren Abschnitt vermerkt. Die Veränderung der Hauptvariable kann dabei die leichte Anpassung weiterer Variablen erforderlich machen um das volle Potenzial der Flächenumwidmung zu erzielen. So erfordert z. B. eine Geschwindigkeitsreduzierung um 20 km/h für eine Straße mit Radfahrstreifen (Abb. 36, Fall 2) zusätzlich eine leichte Minderung der Kfz-Menge um eine weitgehende Minderung der Fahrbahnabmessung zu erzielen.

Jede Abbildung zeigt nur eine Auswahl von möglichen Veränderungen der Nutzungsanforderungen. Eine umfassende Übersicht von Straßenraumgestaltungen für weitere Änderungen der Nutzungsanforderungen wird in Planungshilfe 4.2 „Umwidmung von Flächen im Straßenraum für BGS-Maßnahmen“ präsentiert.

Jede verkehrliche Variable wird einzeln in Abb. 34 bis 38 dargestellt. Eine kombinierte Umsetzung mehrerer Änderungen (z. B. Parken entfernen und Geschwindigkeit reduzieren) kann zu synergetische Platzeinsparungen führen, die größer sind als die Summe einzelner Änderungen.

BERÜCKSICHTIGTER BEGEGNUNGSFALL

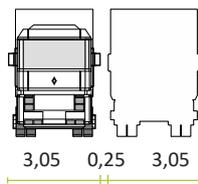
Die möglichen Begegnungsfälle von Fahrzeugen sind das zentrale Bemessungskriterium für Stadtstraßen. Bei Hauptverkehrsstraßen Lkw/Lkw und Erschließungsstraßen Lkw/Pkw bzw. Pkw/Pkw. Wenn sich der bemessungsrelevante Begegnungsfall ändert, so ändert sich auch die erforderliche Fahrbahnbreite (Abb. 34). Dies geht meist mit der Änderung der Straßenkategorie, Lkw-Menge oder Verkehrsmenge einher. Die erforderliche Fahrbahnbreite für mögliche Begegnungsfälle auf zweistreifigen Straßen wird entsprechend den aktuellen Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 2006, S. 27) dargestellt. Die Begegnungsfälle mit

Pkw werden sich aufgrund veränderter Bemessungsfahrzeuge voraussichtlich zukünftig leicht ändern. Die erforderliche Breite der Begegnungsfälle ist auch von der zulässigen Geschwindigkeit abhängig. Der Regelfall geht von einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h und den damit einhergehenden Flächenbedarf aus. Bei zulässigen Geschwindigkeiten von kleiner 40 km/h sind eingeschränkte Räume erforderlich.

In Fall 1 wird aufgrund der Reduzierung der Lkw-Menge statt eines Begegnungsfalls Lkw/Lkw nur eine Breite für den Begegnungsfall Lkw/Pkw benötigt mit einer Flächeneinsparung von 0,8 m.

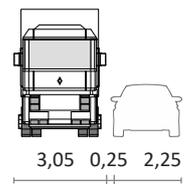
Fall 1: Vorher (Lkw-Lkw)

Regelfall



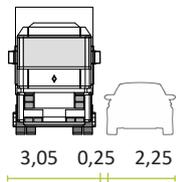
Nachher (Lkw-Pkw)

Regelfall



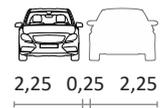
Fall 2: Vorher (Lkw-Pkw)

Regelfall



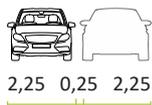
Nachher (Pkw-Pkw)

Regelfall



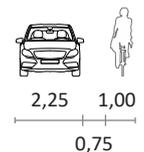
Fall 3: Vorher (Pkw-Pkw)

Regelfall

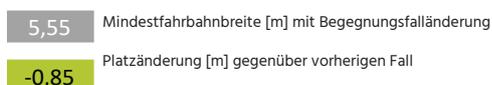


Nachher (Pkw-Fahrrad)

Regelfall



LEGENDE



Balkenbreite = Fahrbahnbreite im Maßstab 1:250
Andere Symbole nicht maßstabsgetreu

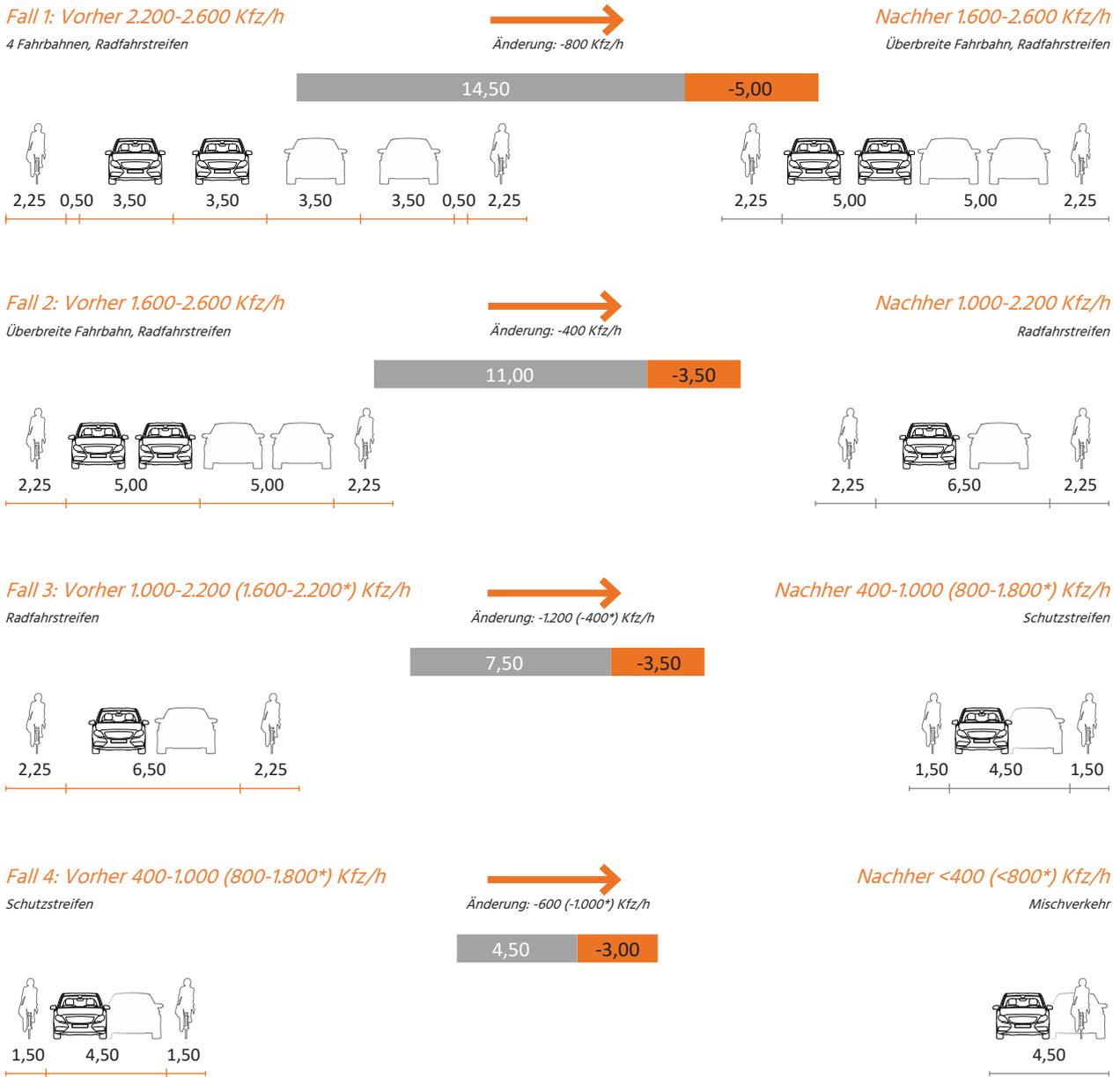
Die Abbildungen bilden nur den Regelfall, aber nicht die eingeschränkten Platzverhältnisse ab.

Abb.: 34 Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung des Begegnungsfalls (BGS, HKA)

VERÄNDERTE VERKEHRSMENGE

Wenn die Verkehrsmenge sich reduziert hat oder in Zukunft reduziert wird, verringert sich der Breitenbedarf der Fahrbahn (Abb. 35). Dies ergibt sich in Fall 1 und 2 durch die veränderte erforderliche Kapazität von einer vierstreifigen Fahrbahn,

einer zweistreifigen überbreiten Fahrbahn oder einer normalen zweistreifigen Fahrbahn. In Fall 3 und 4 wird der unterschiedliche Flächenbedarf von Radverkehrsführungen wie Radfahrstreifen, Schutzstreifen und Mischverkehr verdeutlicht, der auch von der Verkehrsmenge abhängt.



LEGENDE

- 13,70 Mindestfahrbahnbreite [m] mit Verkehrsmengereduzierung
- 5,30 Platzänderung [m] gegenüber vorherigem Fall

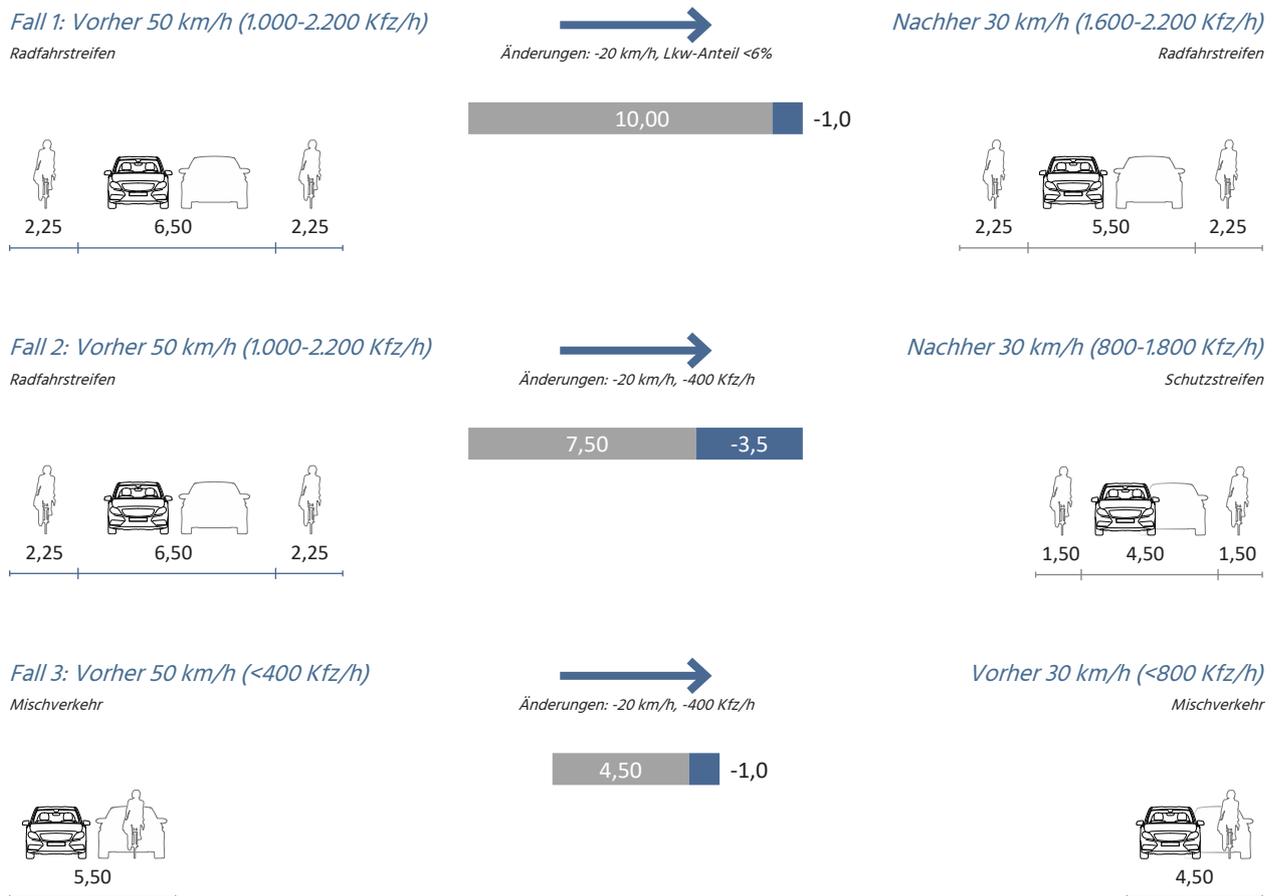
Balkenbreite = Fahrbahnbreite im Maßstab 1:250
Andere Symbole nicht maßstabsgetreu
* Werte für Tempolimit 30 km/h

Abb.: 35 Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung der Verkehrsmenge (ohne Parken, 50 km/h) (BGS, HKA)

VERÄNDERTES TEMPOLIMIT

Die Veränderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit wirkt sich zum einem auf die erforderliche Breite für die Begegnungsfälle, als auch auf die erforderliche Radverkehrsführung aus (Abb. 36). Im 1. Fall ergibt sich die Einsparung von 1,0 m aus der geringeren Fahrbahnbreite von 5,5 m statt 6,5 m beim Begegnungsfall Lkw/Lkw. Die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit ermöglicht gleichzeitig eine Erhöhung der verträglichen Verkehrsmenge für Straßen mit Radfahrstreifen. Im 2. Fall ergibt sich die Einsparung von 3,5 m daraus, dass bei der gegebenen Verkehrsmenge statt bei 50 km/h ein Radfahrstreifen (2,0 m zzgl. 0,25 m Breit-

streich nicht überfahrbar durch Kfz) bei 30 km/h ein Schutzstreifen (1,5 m mit unterbrochenen Schmalstreich im Außenfall durch Kfz überfahrbar) für die sichere und komfortable Führung des Radverkehrs ausreichend ist. Im 3. Fall mit Mischverkehr ist die Einsparung von 1,0 m auf die Reduzierung des Platzbedarfs beim Begegnungsfall Pkw/Pkw zurückzuführen. Die Beispiele verdeutlichen, dass durch die Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit erhebliche Platzeinsparungen erzielt werden können, wenn dies zu einer Veränderung der Radverkehrsführung (z. B. Schutzstreifen statt Radfahrstreifen oder Mischverkehr statt Schutzstreifen) führt.



LEGENDE

- 9,20 Mindestfahrbahnbreite [m] mit Tempolimitreduzierung
- 1,0 Platzänderung [m] gegenüber vorherigem Fall

Balkenbreite = Fahrbahnbreite im Maßstab 1:250
 Andere Symbole nicht maßstabsgetreu

Abb.: 36 Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung der Höchstgeschwindigkeit (ohne Parken) (BGS, HKA)

VERÄNDERTER PARKRAUM

Die Reduzierung der Fahrbahnbreite durch veränderte Parkkonfigurationen wird aufgrund der größeren Anzahl möglicher Fälle in Abb. 37 und Abb. 38 getrennt dargestellt. In Abb. 37 werden Varianten für Straßen mit einseitigem Parken dargestellt. Abb. 38 zeigt Varianten für Straßen mit beidseitigem Parken.

In Abbildung 37 ergibt sich beim Wechsel von senkrechten Parkständen zu längsausgerichteten Parkständen eine Einsparung der Fahrbahnbreite von insgesamt 5,05 m. Diese Einsparung resultiert aus dem geringen Platzbedarf beim Längsparken

(2,15 m) gegenüber dem Senkrechtparken (5,20 m). Zudem verringert sich die erforderliche Fahrgassenbreite zum Ein- und Ausparken gegenüber der senkrechten Parkaufstellung von 6,5 m auf 4,5 m bei Längsaufstellung.

Im Fall 2. und 3. bei Längsparkständen neben Mischverkehrsfahrbahnen ergeben sich der veränderte Platzbedarf von 2,15 m allein durch die veränderten Abmessungen der Parkstände. Es gibt dabei keinen Unterschied im Platzbedarf der Fahrbahn zwischen einer Erschließungsstraße im Mischverkehr oder als verkehrsberuhigter Bereich.

Fall 1: Vorher (Senkrechtparken einseitig)

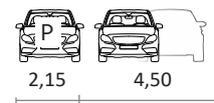
Mischverkehr, 30 km/h



Änderung: Parken längsaufstellen

Nachher (Längsparken einseitig)

Mischverkehr, 30 km/h



Fall 2: Vorher (Parken einseitig)

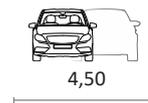
Mischverkehr, 30 km/h



Änderung: Parken entfernen

Nachher (ohne Parken)

Mischverkehr, 30 km/h



Fall 3: Vorher (Parken einseitig)

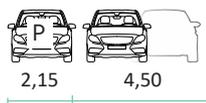
Verkehrsberuhigter Bereich, 30 km/h



Änderung: Parken entfernen

Nachher (ohne Parken)

Verkehrsberuhigter Bereich, 30 km/h



LEGENDE

- 6,65 Mindestfahrbahnbreite [m] mit Parkraumänderung
- 5,05 Platzänderung [m] gegenüber vorherigem Fall

Balkenbreite = Fahrbahnbreite im Maßstab 1:250
Andere Symbole nicht maßstabsgetreu

Abb.: 37 Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung des Parkraumbedarfs (1) (BGS, HKA)

VERÄNDERTER PARKRAUM

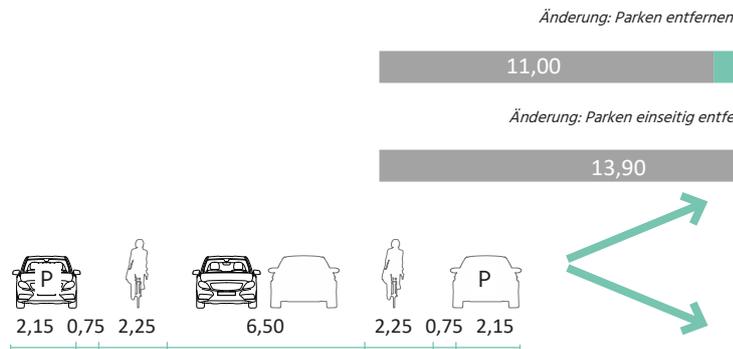
Im Folgenden werden Fallbeispiele mit beidseitigem Parken präsentiert. Im 1. und 2. Fall mit Parkständen neben Radfahrstreifen bzw. Schutzstreifen ergeben sich die Einsparungen je Wegfall eines Längsparkstreifens von 2,90 m durch Addition der Breite von 2,15 m für einen Längsparkstand zzgl. 0,75 m Sicherheitsstreifen zum Radverkehr.

Um das Potenzial zu ermitteln, wie viele Parkstände beseitigt werden können, ist eine lokale Parkraumbilanz zu erstellen. Dafür ist zu erheben, wie hoch die gegenwärtige Auslastung des Parkraums im Umfeld der Straße ist. Davon unab-

hängig ist der qualifizierte Parkraumbedarf z. B. für Personen mit Behinderung, Bewohner:innen oder Lieferverkehr zu ermitteln. Abschließend ist zu entscheiden, wo der qualifizierte Parkraumbedarf erfüllt werden kann, wie z. B. in Quartiersgaragen oder auf privaten Stellplätzen und welche Parkraumnachfrage noch im Straßenraum verbleibt.

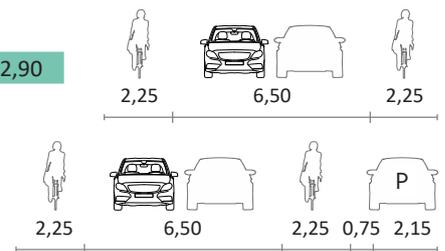
Fall 1: Vorher (Parken beidseitig)

Radfahrstreifen inkl. Sicherheitstrennstreifen, 50 km/h



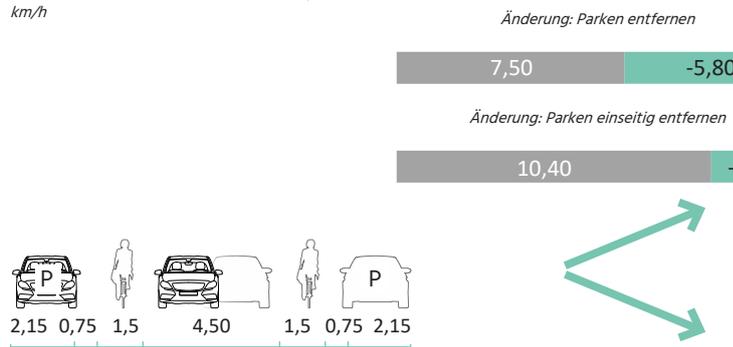
Nachher (ohne/einseitiges Parken)

Radfahrstreifen inkl. Sicherheitstrennstreifen, 50 km/h



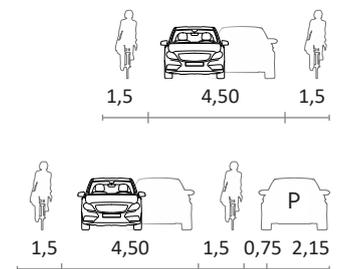
Fall 2: Vorher (Parken beidseitig)

Schutzstreifen inkl. Sicherheitstrennstreifen, 30 km/h



Nachher (ohne/einseitiges Parken)

Schutzstreifen inkl. Sicherheitstrennstreifen, 30 km/h



LEGENDE

- 10,20 Mindestfahrbahnbreite [m] mit Parkraumänderung
- 5,80 Platzänderung [m] gegenüber vorherigem Fall

Balkenbreite = Fahrbahnbreite
im Maßstab 1:250
Andere Symbole nicht maßstabsgetreu

Abb.: 38 Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung des Parkraumbedarfs (2) (BGS, HKA)

4.1.2 STRATEGIE 2: PRIORITÄTENSETZUNG FÜR BGS- ELEMENTE BEI VORGEgebenEN STRASSENRAUMBREITEN

HINWEISE ZUR ANWENDUNG

Die Strategie 2 illustriert, dass für vorhandene Abmessungen von Straßenräumen abhängig von der jeweiligen Prioritätensetzung Lösungen mit einem unterschiedlichen Umfang von BGS-Elementen möglich sind. Für die vorhandenen Abmessungen des Straßenraums muss eine Prioritätensetzung und damit einhergehenden Alternativen für die Gestaltung des Straßenquerschnitts gewählt werden. Die unterschiedliche Prioritätensetzung wird in zwei Diagrammtypen illustriert.

In Abbildung 39 wird in Anlehnung an den städtebaulichen Straßenentwurf der RASt 06 dargestellt, wie der Abwägungsprozess zwischen den verschiedenen Entwurfsansprüchen funktioniert. Die Nummerierung der Schritte gibt vor, in welcher Reihenfolge Entwurfsanforderungen und damit in Verbindung stehende Fragen betrachtet werden sollten. Zunächst werden in den Schritten 1 bis 3 basierend auf den angestrebten Zielen für den Straßenraum die verschiedenen Entwurfsanforderungen für Seitenraum und Fahrbahn definiert. Auf dieser Basis wird die städtebaulich mögliche Abmessung der Fahrbahn hergeleitet. In Schritt 4 erfolgt dann die Abwägung zwischen den städtebaulich möglichen und den verkehrlich erforderlichen Abmessungen der Fahrbahn. Wenn in der Abwägung keine zufriedenstellende Lösung für den Straßenraum gefunden werden kann, bietet Schritt 5 eine Rückkoppelungsschleife.

In den Abbildungen 40 - 42 wird für drei ausgewählte Straßenraumbreiten dargestellt, wie die Flächenaufteilung unter verschiedenen Prioritäten erfolgen könnte. Als Alternativen werden mögliche Straßenquerschnitte für vier Prioritätensetzungen miteinander verglichen:

- „Ohne BGS-Elemente“: Priorität liegt auf rein verkehrlichen Entwurfsanforderungen des fließenden und ruhenden Verkehrs.
- „BGS und fließender Verkehr“: Priorität liegt auf BGS-Elementen in Kombination mit Anforderungen des fließenden Verkehrs aber weniger Flächen für ruhenden Verkehr.
- „BGS und ruhender Verkehr“: Priorität liegt auf BGS-Elementen in Kombination mit Anforderungen des ruhenden Verkehrs aber weniger Fokus auf dem fließenden Verkehr.
- „Priorität für BGS“: Ein Maximum für BGS-Elemente wird realisiert.

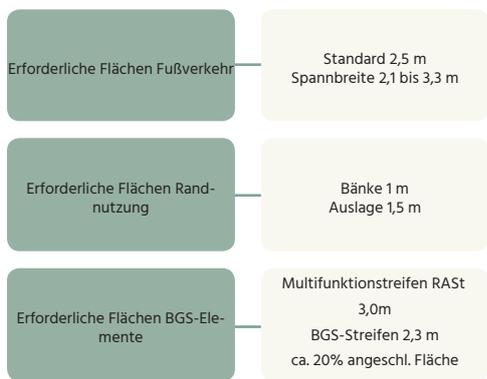
Neben den Straßenquerschnitten wird jeweils eine Flächenbilanz für die Entwurfsansprüche BGS-Elemente, Fahrbahn (fließender Kfz-Verkehr und Radverkehr), Parken (ruhender Verkehr) und Fußverkehr dargestellt, was die Prioritätensetzung der Alternative verdeutlicht.

PRIORITÄTENSETZUNG FÜR BGS-ELEMENTE

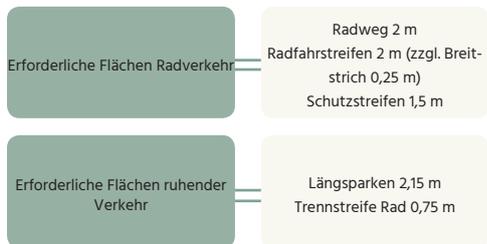
Bei der Planung von Stadtstraßen wird von angestrebten Zielen und Entwurfsansprüchen her gedacht. Zunächst werden die Ziele inklusive des Bedarfs an BGS für den Straßenraum definiert. Dann wird geschaut welcher Platzbedarf für die einzelnen Entwurfsanforderungen bestehen. Abschließend werden die verschiedenen Entwurfsanforderungen mit ihren Platzbedarfen

auf Basis der für den Straßenraum definierten Ziele abgewogen. Dabei ist der in der RAST 06 dem ad-hoc-Arbeitspapier zur RAST 06 sowie E Klima definierte Vorrang der Ansprüche des Seitenraums zu beachten. Im Rahmen der Abwägung ist auch eine Rückkoppelung zu den Entwurfsanforderungen und deren Anpassung möglich. Dafür kann auf die Hinweise aus Strategie 1 zurückgegriffen werden.

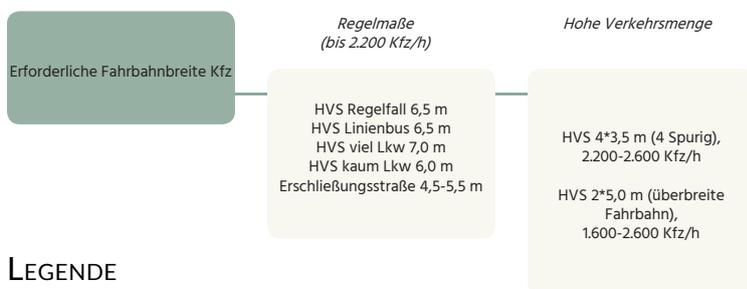
Schritte 1: Definition Ansprüche Seitenraum



Schritte 2: Definition der Anordnung von Flächen für Radverkehr und ruhender Verkehr im Seitenraum oder der Fahrbahn



Schritte 3: Definition verkehrliche Ansprüche an Fahrbahn



LEGENDE

- Entwurfsanforderungen
- Abmessungen
- Abwägung

HVS = Hauptverkehrsstraße
Lkw = Lastkraftwagen
Kfz = Kraftfahrzeug

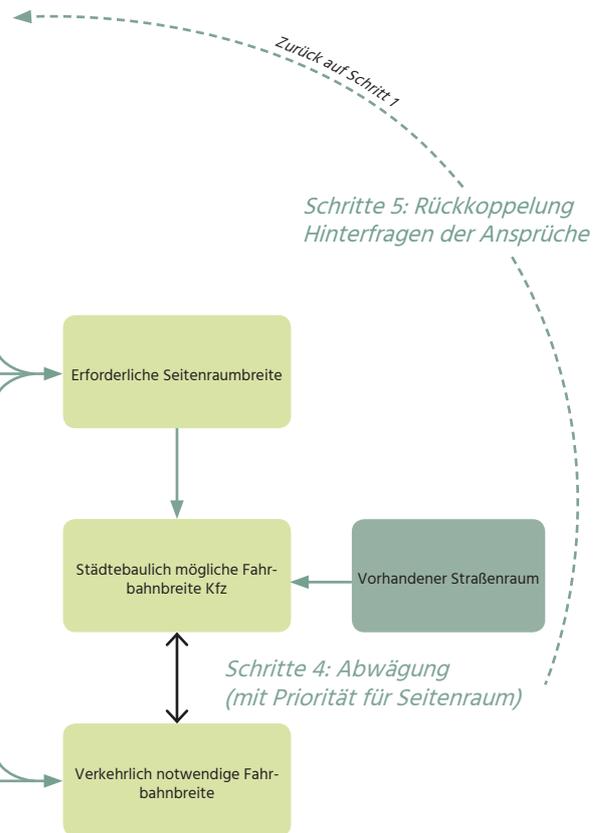


Abb.: 39 Entwurfsanforderungen Stadtstraßen (BGS, HKA)

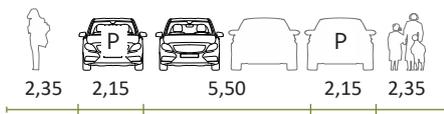
PRIORITÄTENSETZUNGEN FÜR STRASSENRAUMBREITE 14,5 M

Straßenräumen mit einer Breite von 14,5 m (inklusive Seitenraum) sind meist Erschließungsstraßen. Der Radverkehr wird meist im Mischverkehr auf der Fahrbahn geführt und die Einsatzgrenzen sind bei 50 km/h <400 Kfz/h sowie bei 30 km/h <800 Kfz/h. Abhängig von der Priorität für den fließenden Verkehr beträgt die Fahrbahnbreite

zwischen 5,5 m (Begegnungsfall Lkw/Pkw) und 4,5 m (Pkw/Pkw) . Abhängig von der Priorität für den ruhenden Verkehr werden zwei, ein oder keine Längsparkstreifen vorgesehen. Es bietet sich im Ergebnis Raum für bis zu zwei BGS-Streifen.

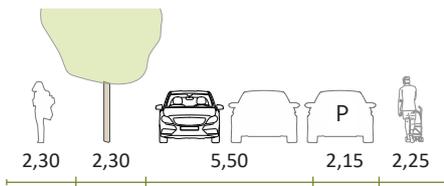
Hinweis: In den folgenden Abbildungen werden nicht immer Regemaße nach der RAST 06 verwendet, sondern abhängig von der Prioritätensetzung auch abweichende Maße.

Ohne BGS-Elemente



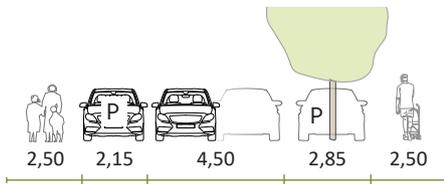
- 0,0 m BGS
- 5,5 m Fahrbahn
- 4,3 m Parken
- 4,7 m Fußweg

BGS und fließender Verkehr



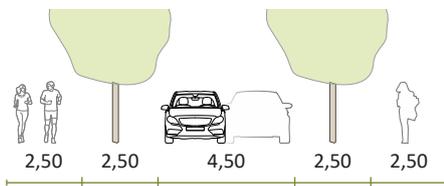
- 2,3 m BGS
- 5,5 m Fahrbahn
- 2,15 m Parken
- 4,55 m Fußweg

BGS und ruhender Verkehr



- 2,85 m BGS Flexstreifen
- 4,5 m Fahrbahn
- 2,15 m Parken
- 5,0 m Fußweg

Priorität für BGS



- 5,0 m BGS
- 4,5 m Fahrbahn
- 0,0 m Parken
- 5,0 m Fußweg

LEGENDE

- 0,0 m Platz für BGS
- 5,5 m Platz für fließenden Verkehr
- 4,3 m Platz für ruhenden Verkehr
- 4,7 m Platz für Fußgänger:innen

Balkenbreite = Straßenraumbreite im Maßstab 1:250
Andere Symbole nicht maßstabsgetreu

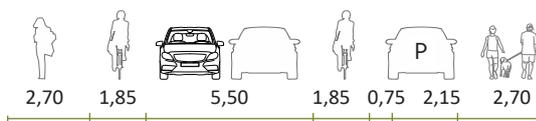
Abb.: 40 Beispiele Straßenraumaufteilung nach Priorität (14,5 m) (BGS, HKA)

PRIORITÄTENSETZUNGEN FÜR STRASSERAUMBREITE 17,5 M

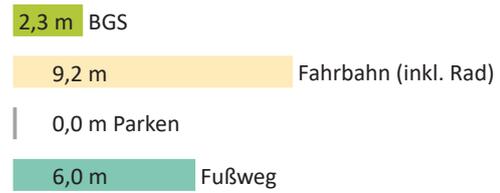
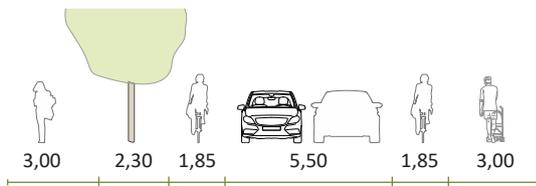
Straßenräume mit einer Breite von 17,5 m sind meist Sammelstraßen. Für die Führung des Radverkehrs bieten sich Schutzstreifen an, deren Einsatzbereich 50 km/h 400-1.000 Kfz/h und 30 km/h 800-1.800 Kfz/h ist. Bei geringeren Verkehrsmengen ist auch der Radverkehr im Mischver-

kehr auf der Fahrbahn möglich. Die Kernfahrbahn für den Kfz-Verkehr liegt zwischen 5,5 und 4,5 m mit Schutzstreifen für den Radverkehr von 1,85 bis 1,5 m Breite. Der Flächenbedarf für den ruhenden Verkehr umfasst neben der Breite des Parkstandes von 2,15 m zusätzlich einen Sicherheitstrennstreifen zum Radverkehr von 0,75 m. Abhängig von den Prioritäten besteht Raum für zwei BGS-Streifen.

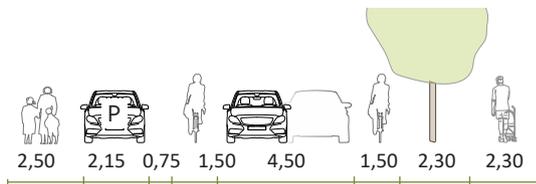
Ohne BGS-Elemente



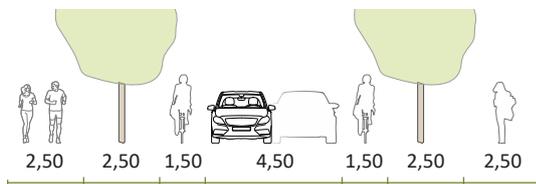
BGS und fließender Verkehr



BGS und ruhender Verkehr



Priorität für BGS



LEGENDE

- 0,0 m Platz für BGS
- 9,2 m Platz für fließenden Verkehr
- 2,9 m Platz für ruhenden Verkehr
- 5,4 m Platz für Fußgänger:innen

Balkenbreite = Straßenraumbreite im Maßstab 1:250
Andere Symbole nicht maßstabsgetreu

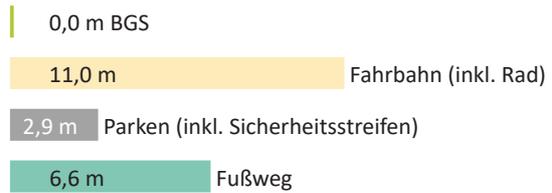
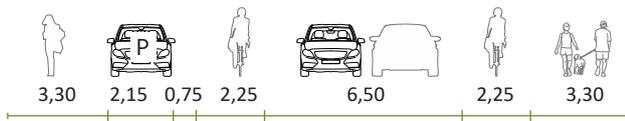
Abb.: 41 Beispiele Straßenraumaufteilung nach Priorität (17,5 m) (BGS, HKA)

PRIORITÄTENSETZUNGEN FÜR STRASSENRAUMBREITE 20,5 M

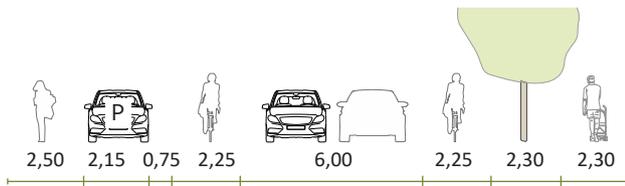
Bei Straßen dieser Abmessung handelt es sich meist um Hauptverkehrsstraßen. Daher wird eine eigenständige Radverkehrsführung in Form eines Radfahrstreifens mit dem Einsatzbereich 50 km/h 1.000-2.200 Kfz/h und 30 km/h 1.600-2.200 Kfz/h vorgesehen. Nur im Beispiel ruhender Verkehr

werden Schutzstreifen vorgesehen, da der fließende Verkehr eine geringere Bedeutung hat. Die Breite der Kernfahrbahn liegt abhängig von Linienbusverkehr bei 6,5 m (Regelfall) oder 6,0 m (geringer Linienbusverkehr). Nur bei der Variante ruhender Verkehr wird eine engere Kernfahrbahn vorgesehen, die aber nur ohne Linienbusse und geringen Lkw möglich ist. Es besteht Raum für bis zu zwei BGS-Streifen.

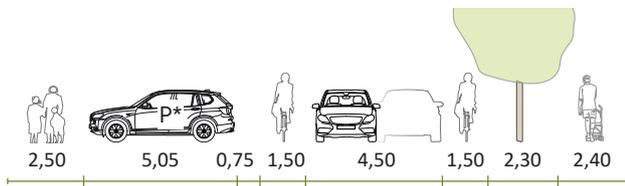
Ohne BGS-Elemente



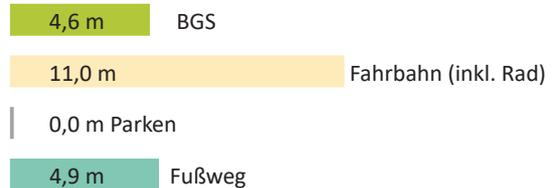
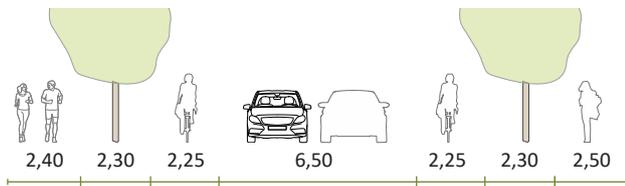
BGS und fließender Verkehr



BGS und ruhender Verkehr



Priorität für BGS



LEGENDE

- 0,0 m Platz für BGS
- 11,0 m Platz für fließenden Verkehr
- 2,9 m Platz für ruhenden Verkehr
- 4,8 m Platz für Fußgängerinnen

Balkenbreite = Straßenraumbreite im Maßstab 1:250
 Andere Symbole nicht maßstabsgetreu
 * Schrägparken, 45°

Abb.: 42 Beispiele Straßenraumaufteilung nach Priorität (20,5 m) (BGS, HKA)

4.2 PLANUNGSHILFE FÜR DIE UMWIDMUNG VON FLÄCHEN IM STRASSENRAUM FÜR BGS-MASSNAHMEN

EINFÜHRUNG

Eine Herausforderung für die Umsetzung von BGS-Maßnahmen in bestehenden Stadtstraßen ist die Schaffung von ausreichend Flächen im Straßenraum. Dabei sind die verschiedenen Nutzungsansprüche von Straßen wie fließender und ruhender Kfz-Verkehr, Radfahrende und zu Fuß Gehende, Entwässerung, Begrünung etc. zu berücksichtigen. Um bei der Vielzahl von Nutzungsansprüchen die Potenziale für eine Umwidmung von Straßenraum zu identifizieren, sind Planungshilfen erforderlich.

SICH ÄNDERENDE NUTZUNGSANFORDERUNGEN

Eine Strategie für die Identifikation von Flächenpotenzialen ist zu prüfen:

- Welche Rahmenbedingungen sich seit dem Bau der Straße geändert haben.
- Welche Rahmenbedingungen sich voraussichtlich in Zukunft ändern werden.
- Welche Rahmenbedingungen aktiv durch Planung beeinflusst werden können.

Abgeleitet wird, welche veränderten Platzansprüche im Straßenraum sich aus den geänderten Rahmenbedingungen ergeben. Durch die Reduzierung von Nutzungsanforderungen an den Straßenraum wie z. B. die Verringerung der Verkehrsmenge, die Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, die Reduzierung des Lkw-Verkehrs sowie die Reduktion der Parkplätze kann der Flächenbedarf des fließenden und ruhenden Kfz-Verkehrs verringert werden.

Um dieses Potenzial zu erschließen, ist eine Abkehr von der linearen Betrachtung des Straßenraums hin zu einer abschnittswisen, ortsbezogenen Betrachtung notwendig. Dies ermöglicht die Identifikation von Flächen, an denen die Ansprüche des

Kfz-Verkehrs zurückgenommen werden können wie z. B. die Reduktion von Fahrstreifen außerhalb von Knotenpunktbereichen.

Die dargestellten Lösungen geben Stand des aktuellen Regelwerkes der Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06) sowie des Ad-hoc-Arbeitspapiers aus dem Jahr 2024 wieder und bereiten diese für die Fragestellung der Umwidmung von Straßenraum auf.

NUTZUNG DER DIAGRAMME

Im Folgenden werden Diagramme dargestellt um die Planung bei der Umwidmung von Flächen im Straßenraum für BGS-Maßnahmen zu unterstützen. Die Diagramme betrachten, wie sich die Änderung eines Einflussfaktors auf die erforderliche Straßenraumbreite auswirkt. Berücksichtigte Faktoren sind:

- Straßenkategorie mit Begegnungsfall, Linienebus und Lkw-Menge
- Verkehrsmenge
- zulässige Höchstgeschwindigkeit
- Parkraum im Straßenraum
- sowie die Kombination von Änderungen

Die nachfolgenden Übersichtsdiagramme lesen sich, indem auf der X-Achse die zentrale Eingangsvariable (z. B. Verkehrsmenge) nach oben abgetragen wird, bis die weiteren Eingangsvariablen (z. B. Geschwindigkeit und Parken) erfüllt werden. Die Breite des Straßenraums lässt sich dann auf der Y-Achse ablesen. Zudem erfolgt eine kurze Beschreibung der Ausgestaltung des Straßenraums (z. B. Art der Radverkehrsführung sowie die Abmessungen der Elemente). Die potenziellen Flächeneinsparung lassen sich durch den Vergleich verschiedener Varianten ermitteln.

EINFLUSSFAKTOR STRASSENKATEGORIE

Nach der RAST sind die maßgebliche Größen zur Bemessung von Stadtstraßen die Straßenkategorie (ES = Erschließungsstraße und HVS = Hauptverkehrsstraße), das Vorhandensein von Linienbussen sowie der Umfang der Lkw. Die RAST 06 geht bei

HVS von einer Regelbreite von 6,5 m aus, was die Begegnung von Lkw/Lkw ermöglicht. Bei ES liegt die Regelbreite zwischen 4,5 m (Pkw/Pkw) sowie 5,5 m Lkw/Pkw. Die Änderung der Straßenkategorie kann die Basis für die Schaffung von Raum für BGS-Elemente bilden.

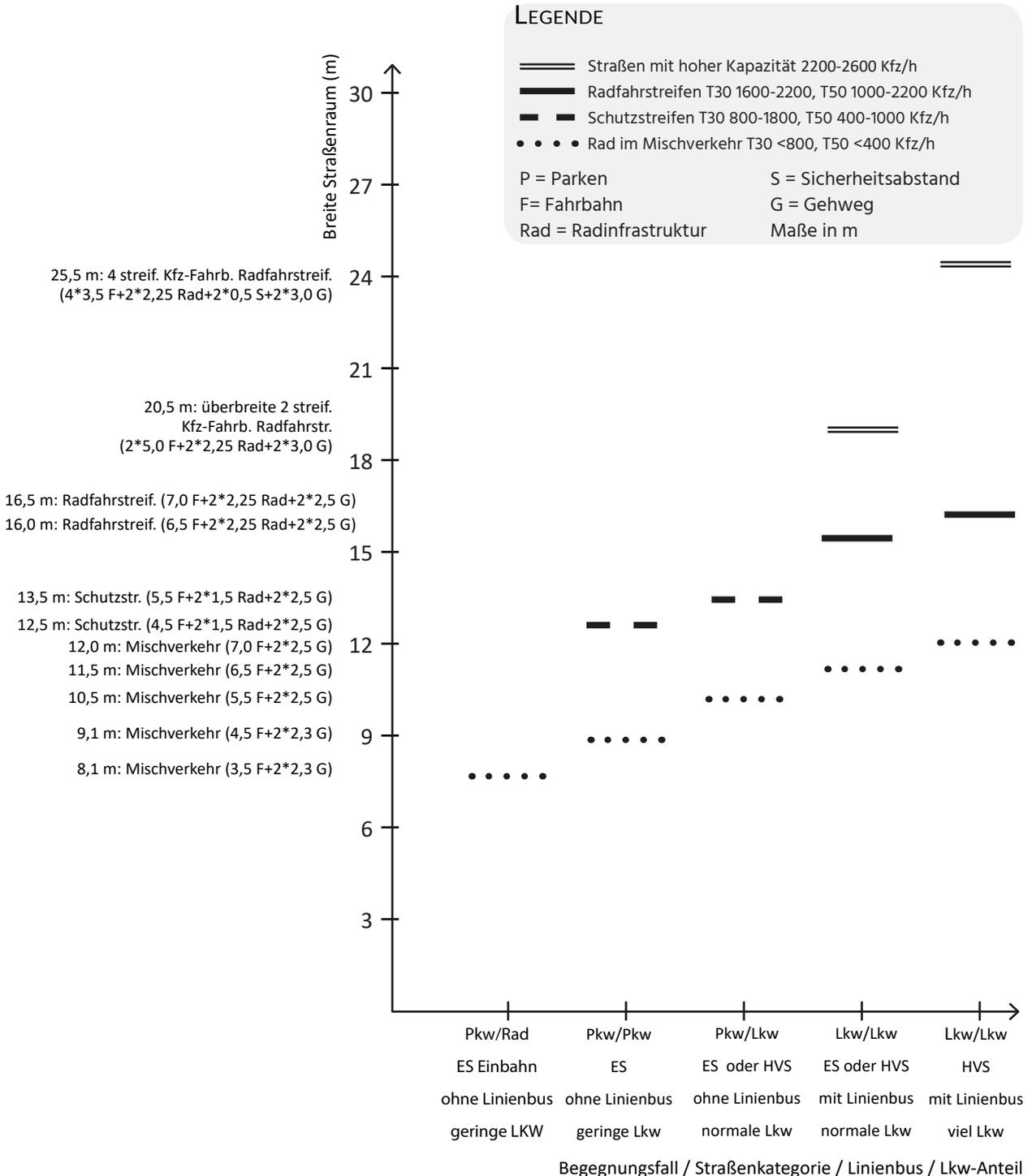


Abb.: 43 Übersicht Breite Straßenraum abhängig von Straßenkategorie, Begegnungsfall, Linienbus und Lkw-Anteil (BGS, HKA)

EINFLUSSFAKTOR VERKEHRSMENGE

Mit der Reduzierung der Verkehrsmenge kann auch die Breite des Straßenraums reduziert werden. Zwei Wirkungen sind zu unterscheiden. Zum einem kann durch die Verminderung der Verkehrsmenge die Anzahl der Fahrbahnen im Streckenverlauf reduziert werden z. B. von einer 4-streifigen Fahrbahn auf eine überbreite 2-streifige Fahrbahn. Normale 2-streifige Fahrbahnen haben von der Verkehrsmenge einen großen Einsatzbereich und die Kapazität entscheidet sich

meist an den Knotenpunkten. Zum anderen ist die Breite des Straßenraums von der erforderlichen Radverkehrsführung abhängig, die durch die Verkehrsmenge und zulässige Höchstgeschwindigkeit bestimmt wird. Bei geringen Geschwindigkeiten und Verkehrsmengen ist eine Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf der Fahrbahn verträglich, während bei höheren Geschwindigkeiten und Verkehrsmengen ein Schutzstreifen oder Radfahrstreifen für die Führung des Radverkehrs erforderlich sind.

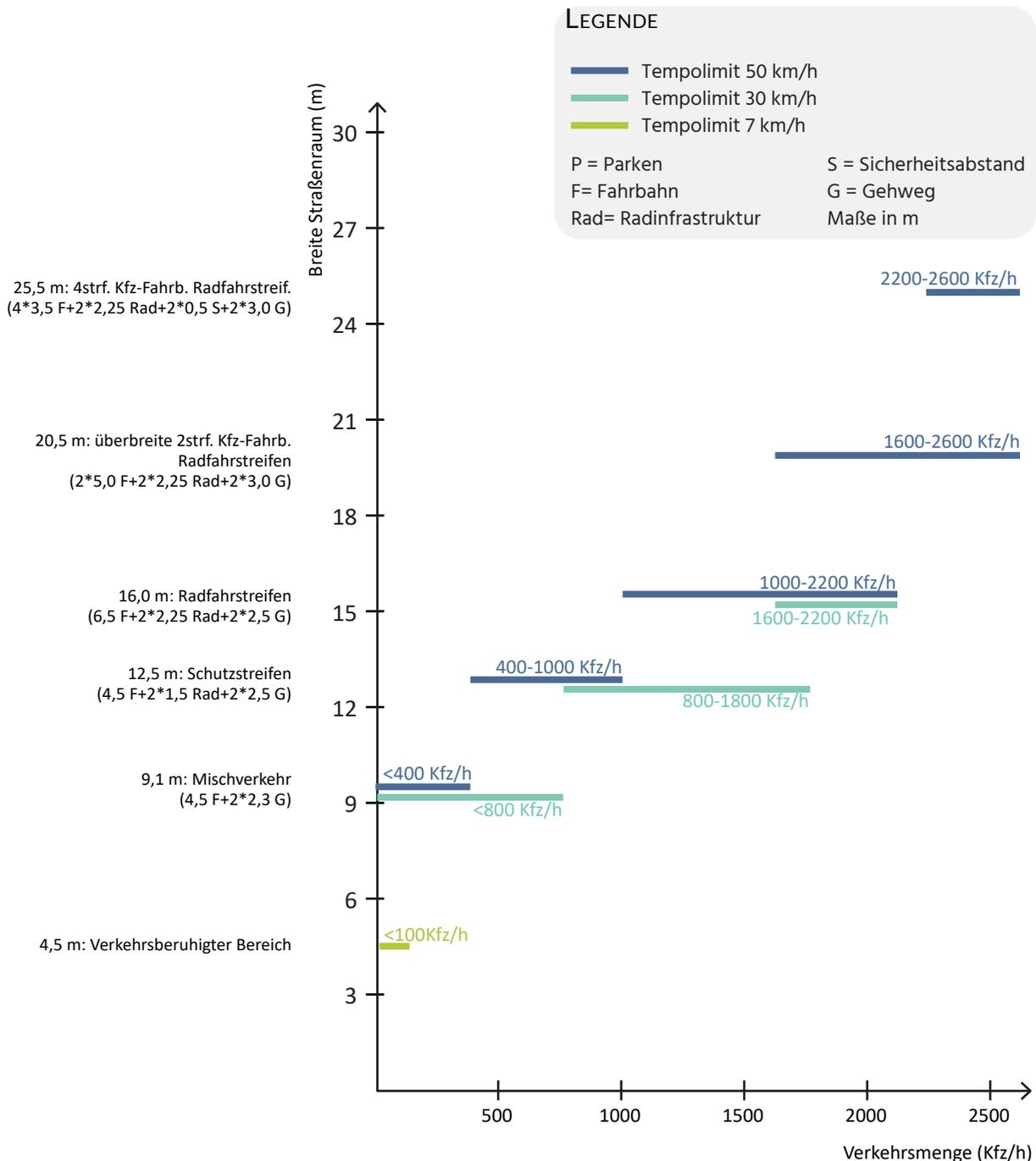


Abb.: 44 Übersicht Breite Straßenraum abhängig von Verkehrsmenge (BGS, HKA)

EINFLUSSFAKTOR ZULÄSSIGE HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT

Die Reduzierung der erforderlichen Breite des Straßenraums ergibt sich weniger durch den erforderlichen Platzbedarf der Fahrzeuge. So erfordert der Begegnungsfall nach der RAST 06 Lkw/Pkw bei 50 km/h 5,55 m und bei 30 km/h 5,0 m, eine Einsparung von nur 0,5 m. Die Reduzierung der

erforderlichen Fahrbahnbreite ergibt sich vielmehr durch die erforderlichen Radverkehrsanlagen. So ist der Einsatzbereich von Schutzstreifen bei 50 km/h 400-1000 Kfz/h während bei 30 km/h dies 800-1800 Kfz/h ist. Wenn die Verkehrsmenge konstant z. B. bei 600 Kfz/h bleibt ist beim 50 km/h ein Schutzstreifen erforderlich während bei 30 km/h noch Mischverkehr verträglich ist, wodurch eine Breite von 3,4 m eingespart wird.

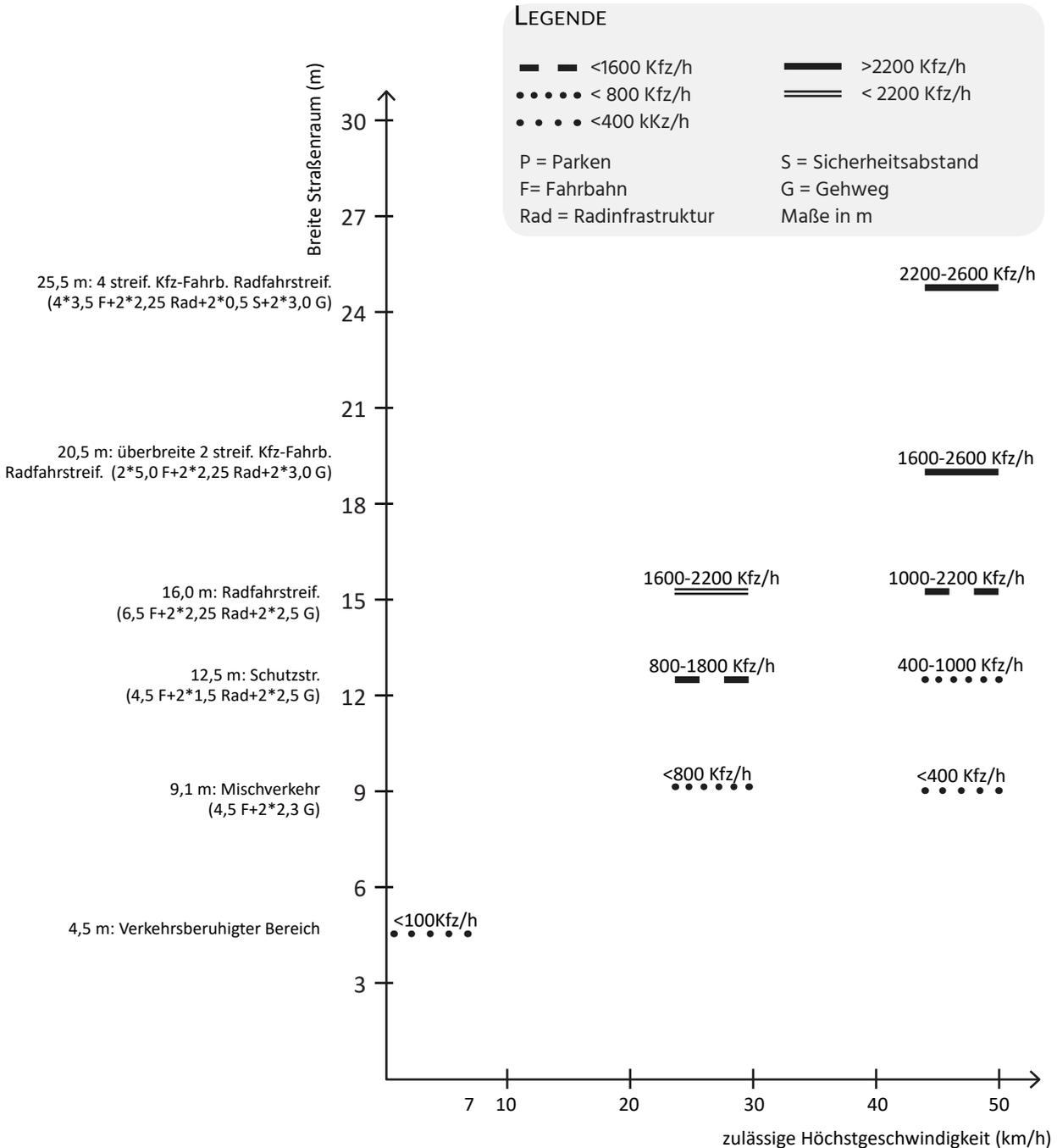


Abb.: 45 Übersicht Breite Straßenraum abhängig von zulässiger Höchstgeschwindigkeit (BGS, HKA)

EINFLUSSFAKTOR PARKRAUM

Der Platzbedarf ergibt sich aus dem Parkstand selber von 2,15 m bei Längsparken und 5,0 m bei Senkrechtparken zuzüglich von Sicher-

heitstrennstreifen zwischen den Parkständen und Radverkehrsanlagen von 0,75 m um Doorungunfälle zu vermeiden. Durch die Einsparung eines Längsparkstandes ergibt sich neben einer Radverkehrsanlagen eine Platzeinsparung von 2,9 m.

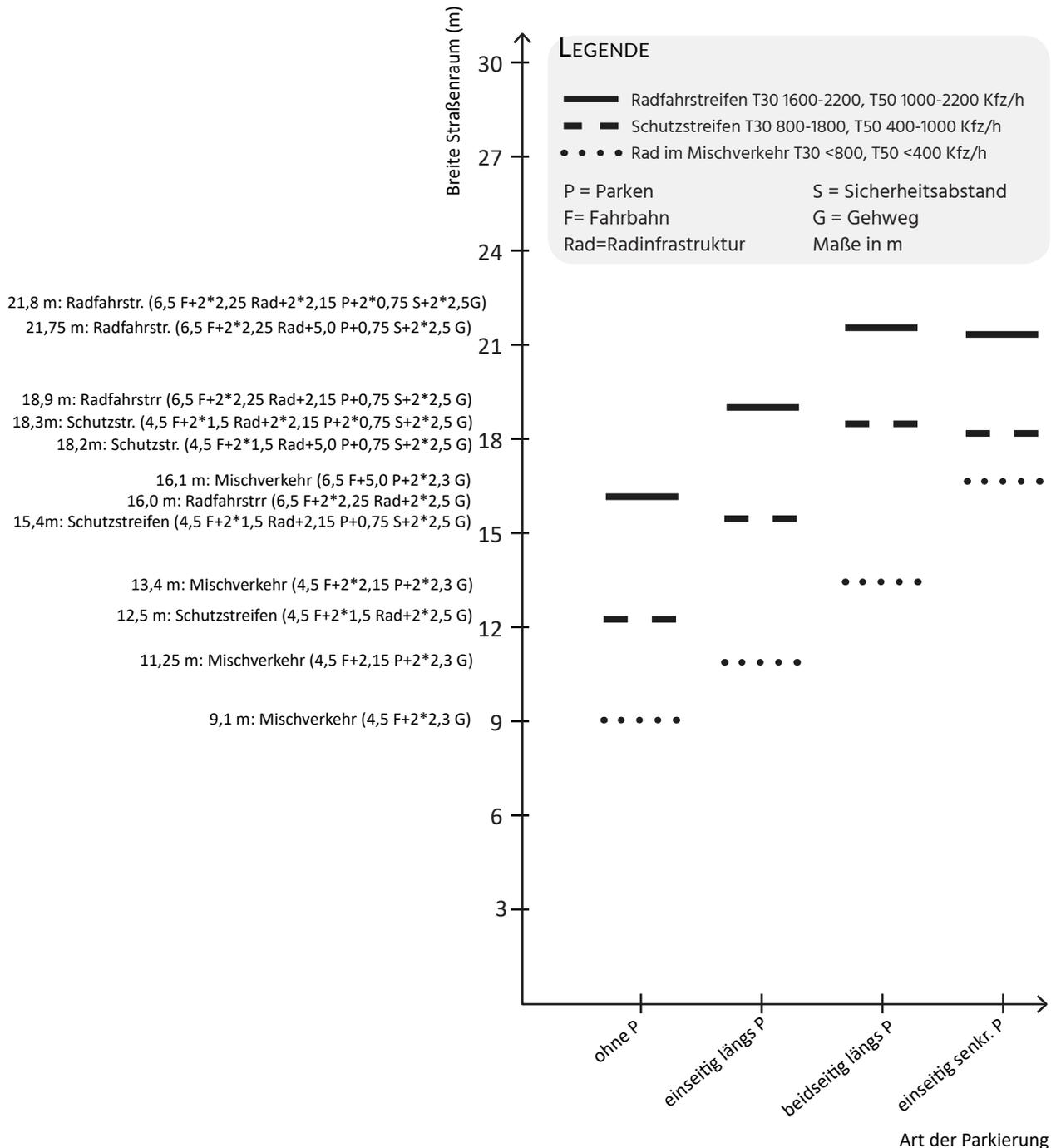


Abb.: 46 Übersicht Breite Straßenraum abhängig von Parkständen (BGS, HKA)

KOMBINIERTE ÄNDERUNGEN

Die größten Potenziale zur Schaffung von Flächen im Straßenraum ergeben sich durch kombinierte Änderungen von Straßenkategorie, Geschwindigkeit, Verkehrsmenge und Parkraumbedarf. So kann z. B. durch die Herunterstufung von einer HVS auf eine ES einhergehend mit einer Tempolimit von 30 statt 50 km/h, der Minderung der Verkehrsmenge von 1500 auf 750 Kfz/h sowie der Reduktion auf

ein Längsparkstreifen, die Straßenraumbreite von 21,8 auf 13,4 m reduziert werden.

LEGENDE

- Tempolimit 50
- Tempolimit 30
- Tempolimit 7
- Mit Parken
- - - Ohne Parken
- P = Parken
- F = Fahrbahn
- Rad = Radinfrastruktur
- S = Sicherheitsabstand
- G = Gehweg
- Maße in m

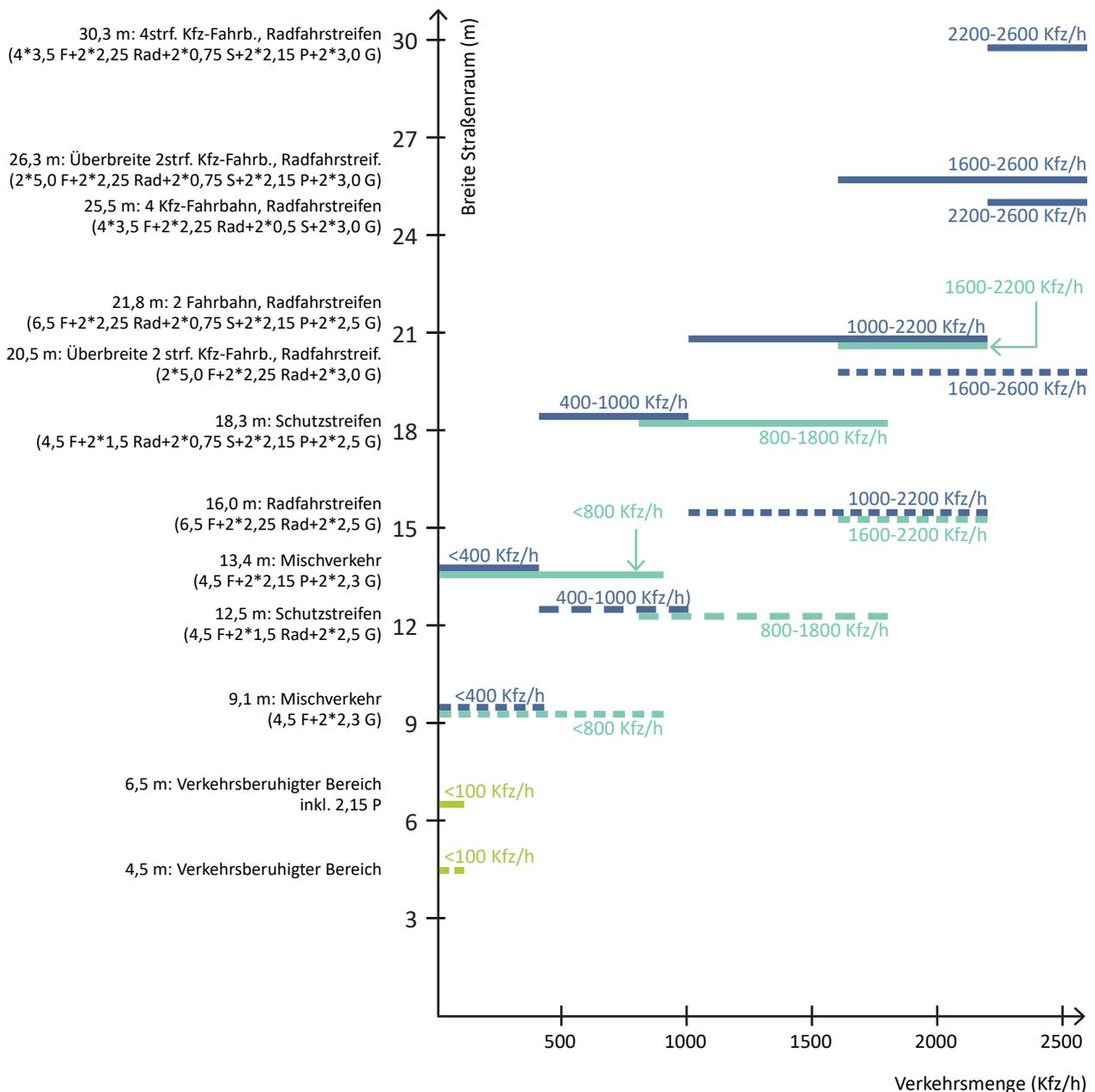


Abb.: 47 Übersicht kombinierte Faktoren Straßenraumgestaltung (BGS, HKA)

QUELLEN

- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (2006): Richtlinien für die Anlagen von Stadtstraßen (RASt 06)
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (2024): Ad-hoc-Arbeitspapier ergänzende Handlungsanleitungen zur Anwendung der RASt 06

AUTOR:INNEN

Jochen Eckart, Devin Feng
Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft

5

BETEILIGUNG UND ZUSAMMENARBEIT

5.1 BETEILIGUNGSPROZESSE BEI DER STRASSENUMBAUPLANUNG

Beteiligungsprozesse bei Straßenumbaumaßnahmen sind von zentraler Bedeutung, wenn es um die Integration von BGS-Maßnahmen geht. Diese Planungen erfordern eine Abstimmung mit anderen Raumnutzungsansprüchen im öffentlichen Straßenraum und wirken sich meist auch auf die verkehrliche Nutzung und Gestaltung von Flächen aus.

Trotz der positiven Haltung vieler Bevölkerungsgruppen gegenüber blau-grüner Maßnahmen, können sich Veränderungen in der Raumaufteilung sowie der Gestaltung und Nutzung von Straßen und Plätzen auf das alltägliche Umfeld und auf Nutzungsgewohnheiten von vielen Menschen auswirken. Dies macht deutlich, wie wichtig es ist, die von den Umbaumaßnahmen Betroffenen von Anfang an in gut strukturierten Beteiligungsverfahren über die geplanten Maßnahmen zu informieren und ihre Bedürfnisse und Meinungen bei der Planung und Umsetzung zu berücksichtigen.

Bürgerbeteiligungen gehen jedoch über das bloße Einholen von Meinungen hinaus. In BGS-Projekten stoßen verschiedene Nutzungsansprüche und Interessen aufeinander – etwa der Anspruch auf Parkplätze im Wohngebiet oder die Notwendigkeit, Raum für Klimaanpassungsmaßnahmen zu schaffen. Daher müssen nicht nur die Anwohner:innen, sondern auch lokale Interessengruppen wie Wohnungsunternehmen, Vereine und politische Akteur:innen und Fachämter die durch das Projekt betroffen sind, frühzeitig in den Prozess eingebunden werden. Nur durch ein koordiniertes Miteinander kann eine tragfähige Lösung gefunden werden, die die unterschiedlichen Interessen ausbalanciert.

Im Rahmen eines bundesweiten BGS-Netzwerktreffens wurde das Thema Bürgerbeteiligung intensiv diskutiert. Es wurden zukunftsweisende und innovative Beteiligungsprozesse und neue Perspektiven auf partizipative Planungsansätze

vorgelegt, die darauf abzielen, die Akzeptanz und Wirksamkeit von BGS-Planungen zu steigern.

Durch die bundesweite Teilnahme von Vertreter:innen aus den Kommunen und aus der Wirtschaft hat ein reger Austausch stattgefunden, bei dem vor allem Hindernisse und Herausforderungen in der Planungspraxis thematisiert wurden. Dazu zählen zeitliche und personelle Engpässe, die Schwierigkeit, alle Interessensgruppen zu erreichen, sowie Widerstände gegenüber Veränderungen im öffentlichen Raum. Deutlich werden aber auch die positiven Effekte von Beteiligung, wie die verbesserte Planungsqualität und Reduzierung von Konflikten.

Das Spektrum der unterschiedlichen Beteiligungsformate, eine Auswahl an guten Beispielen der Beteiligung sowie zentrale Erkenntnisse zur Einbeziehung von Bürger:innen bei der Planung von BGS sind in der nachfolgenden Planungshilfe „Beteiligung bei BGS-Projekten“ übersichtlich zusammengefasst.

5.2 PLANUNGSHILFE BETEILIGUNG BEI BGS-PROJEKTEN

EINFÜHRUNG

Die Planung blau-grüner Elemente benötigt Raum. Unter Umständen geht dieser Raumanspruch zu Lasten von Parkständen oder Fahrstreifen des MIV.

Auch wenn – wie im BGS-Forschungsprojekt an Hand einer Befragung ermittelt – in vielen Gruppen die Akzeptanz und sogar eine Zahlungsbereitschaft für diese Elemente existiert, so greifen sie doch in das alltägliche Lebensumfeld vieler Menschen ein.

Aus diesem Grund müssen die Ziele und Maßnahmen in gut strukturierten Bürgerbeteiligungsprozessen frühzeitig erläutert und die Bürger:innen an der Konzeptentwicklung und Umsetzung beteiligt werden. Aber nicht nur die

Beteiligung von Bürger:innen ebnet den Weg für die Umsetzung von Planungsvorhaben blau-grüner Infrastruktur. Bei BGS-Projekten stoßen insbesondere durch die diversen Flächenansprüche im Straßenraum und die multifunktionalen Nutzungen der Flächen verschiedene Interessen aufeinander.

Daher sind quartiersbezogene Schlüsselvertreter:innen, wie beispielsweise örtliche Wohnungsunternehmen, Initiativen und Vereine, die Politik und die von dem Planungsvorhaben tangierten Fachämter frühzeitig mit einzubinden. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Stufen und Formate von Beteiligungsverfahren näher beleuchtet und durch das mögliche Vorgehen bei BGS-Projekten veranschaulicht.

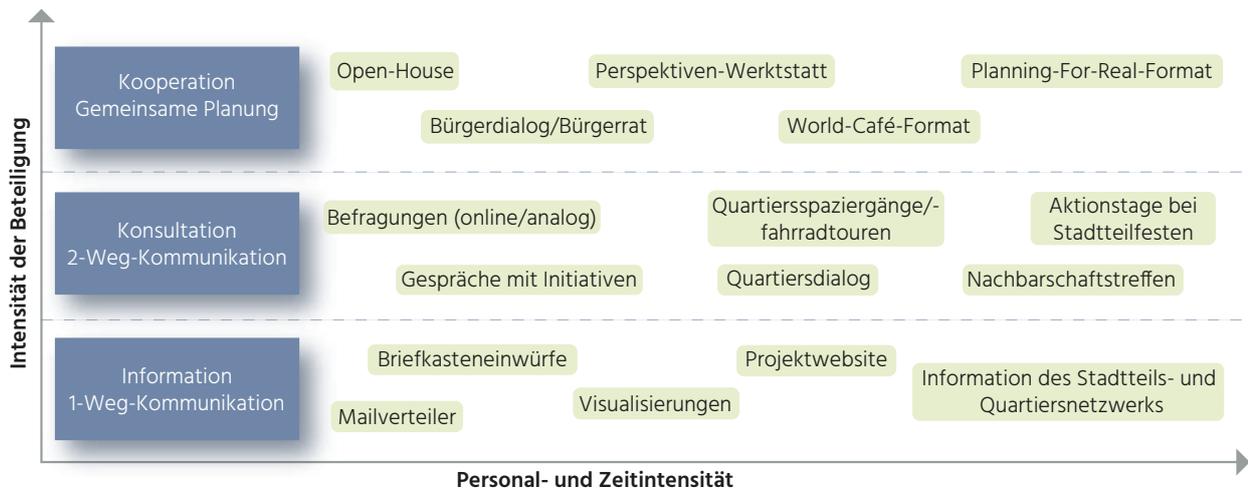


Abb.: 48 Beteiligungsformate (BGS, HCU)

BETEILIGUNGSFORMATE

Für die Durchführung einer erfolgreichen Bürgerbeteiligung ist zunächst zu bestimmen, inwieweit die Bürger:innen und Interessensvertreter:innen mit einbezogen werden sollen. Hierfür gibt es verschiedene Stufen der Beteiligung. Mit zunehmender Intensität der Beteiligung steigen auf Seite der Verwaltung die Personal- und Zeitressourcen.

Die 1-Weg-Kommunikation kann bereits bei kleineren Maßnahmen ausreichen. Bei komplexeren Maßnahmen empfehlen wir eine ganzheitliche

Beteiligung von der Konsultation bis hin zur kooperativen, gemeinsamen Planung anzustreben. Hierfür können im Rahmen von Stadtteilstreffen oder durch Quartiersspaziergänge die Dringlichkeit adressiert und durch anschauliche Zukunftsvisualisierungen oder 3D-Modelle unterstrichen werden. Einen Überblick über in der Praxis erfolgreich durchgeführte Beteiligungsformate lassen sich im „Wegweiser für eine breite Bürgerbeteiligung“ nachschlagen. **

Im Rahmen des vierten BGS-Netzwerktreffens wurden Erfahrungswerte zu Bürgerbeteiligungen gesammelt und ein Optimalablauf in Abhängig-

keit der verschiedenen BGS-Projekt-Phasen zusammengestellt. Dieser lässt sich der folgenden Tabelle entnehmen:

Tabelle: 1 Beteiligungsablauf innerhalb der BGS-Projekt-Phasen (BGS, HCU/bgmr)

	Bürger:innen Anwohner:innen, Kinder und Jugendliche, Straßennutzer:innen	Interessensvertreter:innen Initiativen, lokale Gewerbe und Wohnungsunternehmen, Stadtteilrat	Verwaltung Fachämter: Verkehr; Grünflächen; Stadtentwicklung, Wasserwirtschaft, Klimaschutz, Fachrunden	Politik Senat, Stadtrat, Ausschüsse
	Informieren & Aktivieren	Ansprechen & Informieren	Verantwortlichkeiten klären	Planung anstoßen
PRIORISIERUNG BGS IN GESAMTSTRATEGIE	Frühzeitige Information der Bürger:innen über das Planungsvorhaben. Nutzung von digitalen & analogen Medien, um möglichst viele Teilnehmer:innen zu aktivieren und sich ein Stimmungsbild der tangierten Akteur:innen zu verschaffen.	Frühzeitige Information der Interessensvertreter:innen. Sie repräsentieren spezifische Interessen der Gesellschaft und können das Planungsanliegen gezielt an die betroffenen Personengruppen herantragen.	Treffen der oben genannten Fachbehörden, um Verantwortlichkeiten zu klären und das Beteiligungsverfahren zu planen. Identifikation von TÖB zum Einbeziehen in den Planungsprozess.	Um die Planung zu legitimieren wird in der Regel für komplexe Umgestaltungsmaßnahmen ein Beschluss des Stadtrats erforderlich.
	Informieren & Austauschen	Identifikation von Konflikten	Analysieren & Aktivieren	
GRUNDLAGENERMITTLUNG	Bürger:innen können sich nun bei der Infoveranstaltung über die Projektziele informieren und kommen in den Austausch mit den Planenden. Anmerkungen und Ideen fließen in die Grundlagenermittlung mit ein.	Bedürfnisse, Ideen und Anliegen der vertretenen Gemeinschaft gebündelt an die Planer:innen herantragen. Potentielle Konflikte werden frühzeitig identifiziert und Lösungskompromisse platziert.	Analyse von BGS-Herausforderungen, wie Hitze und Starkregen und der städtebaulichen Gegebenheiten. Einbindung und Aktivierung der verschiedenen Fachbereiche, um Informationen einzusammeln.	-
	Beteiligen	Vermitteln & Mobilisieren	Workshop	Workshop
FLÄCHEN FÜR BGS SCHAFFEN	Aktive Beteiligung der Bürger:innen essentiell. Präsentation von Zukunftsvisualisierungen, um auf Augenhöhe zu vermitteln und eine Basis für einen anschließenden Austausch zu bieten.	Zielgruppe verfügt in der Regel Expertenwissen in ihrem Fachbereich. Fungieren während Partizipation als Bindeglied zwischen Planer:innen und Gesellschaft, vermitteln und tragen somit zur Mobilisierung der Bürger:innen bei.	Durchführung eines fachamtsübergreifenden Workshops (analog & digital). Beteiligungsergebnisse fließen in die Erarbeitung der Schnittvarianten mit dem Austausch mit den TöB, um Interessen in Planungsprozess mit einzubeziehen.	Politik zu öffentlichen Veranstaltungen und Workshops einladen.
	Einsehen & Stärken	Informieren & Einbinden	Erweiterte Fachrunde	
PLANUNG IM DETAIL	Einsehbarkeit der Partizipationsergebnisse zur Stärkung vom BGS-Projekt und information über weiteren Projektverlauf mittels digitaler oder analoger Medien. Die kooperative Partizipation der Bürger:innen endet mit diesem Schritt.	Information über Partizipationsergebnisse. Im Falle einer gemeinschaftlichen Planung: Einbindung von Vorsitzenden in erweiterte Fachrunden, um fundierte und umfassende Lösungsvarianten zu finden.	Berücksichtigung der Einwände der erweiterten, Fachrunde, sodass zum Zeitpunkt der Auswahl von BGS-Elementen alle relevanten Planungsaspekte mit einbezogen werden können. Beauftragung eines geeigneten Planungsbüros.	-
	Informieren	Einbeziehen	Engere Fachrunde	Informieren
AUSWAHL DER BGS-ELEMENTE	Das Endergebnis kann sich zum aktuellen Zeitpunkt noch verändern, sodass Bürger:innen gelegentlich über den Auswahlprozess informiert werden.	Einbezug dieser Akteur:innengruppe bei Evaluation der Schnittvarianten und der BGS-Elemente von Vorteil, um Konflikte zu eliminieren.	Für Auswahl der BGS-Elemente werden Teilnehmer:innen der engeren Fachrunde konsultiert. Die weiteren Fachämter werden dann über die Auswahl informiert.	Informationen über die Auswahl der BGS-Elemente und den Planungsverlauf.
	Informieren & Fertigstellen	Umsetzen	Austauschen	Austauschen
UMSETZUNG UND UNTERHALTUNG	Information über die festgesetzten Planungsinhalte und den geplante Fertigstellungstermin. Es empfiehlt sich ein gemeinsames Abschlussfest mit den Bürger:innen zu veranstalten.	Beteiligung endet nicht in der Umsetzungsphase. Bei guten Formaten findet auch in der Umsetzungsphase ein gemeinsamer Austausch zum Baufortschritt statt.	Austausch zwischen Verwaltung und Politik. Ebenfalls Teilnahme an einem Abschlussfest.	Zu diesem Zeitpunkt Austausch zwischen Politik und Verwaltung, um iterative Anpassungen vorzunehmen. Öffentlicher Spatenstich mit der Politik und öffentliches Fest zum Projektabschluss anvisieren.

BGS-BEST-PRACTICE BERLIN

Ein Beispiel für die gelungene Beteiligung von Bürger:innen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie stellt die Hagenauer Straße im Kollwitzkiez im Ortsteil Prenzlauer Berg dar.

Machbarkeitsstudie: Hagenauer Straße, Berlin



Abb.: 49 Ablauf Machbarkeitsstudie Berlin (Visualisierung: bgmr/ Leon Giseke)

Die Wohnstraße wurde als Modellstraße ausgewählt, da sie mit der dichten gründerzeitlichen Randbebauung, der hohen Versiegelung mit vielen anderen innerstädtischen Straßen vergleichbar ist. Außerdem fehlt in der Hagenauer Straße die ansonsten charakteristische Straßenbaumbepflanzung.

Zu Anfang wurden Bürger:innen und Anwohnende bei einem Infotag in der Straße über die Projektziele informiert und dazu befragt. In einer offenen Werkstatt wurden drei Grundvarianten der Straßenraumgestaltung zur Diskussion gestellt und an moderierten Thementischen erörtert. Über eine Online-Umfrage wurde eine breite Öffentlichkeit angesprochen. Junge Menschen wurden mit Familienworkshops sowie Workshops mit Schulklassen angesprochen und die Ergebnisse öffentlich ausgestellt.

Parallel zur Bürgerbeteiligung wurde die Planung in einer interdisziplinären Fachgruppe in mehreren Abstimmungsrunden mit den unterschiedlichen Verwaltungen und Planungsstellen abgestimmt.

BGS-BEST-PRACTICE DORTMUND

Im Projekt Lebenswerte Straßen, Orte, Nachbarschaften (LesSON) wurden digitale und analoge Beteiligungsformate für eine kooperative Modellplanung der Straße Neuer Graben in Dortmund erprobt. In der ersten Partizipationsphase wurden unter anderem Stimmungsbilder und Gestaltungswünsche hinsichtlich des bestehenden Straßenraums eingefangen.

Die Bürger:innen gaben hierbei an, dass es an Grün- und Erholungsflächen sowie Spiel- und Aufenthaltsmöglichkeiten für Kinder mangelt und es zu viele parkende Autos in der Straße gibt.

In der zweiten Phase wurden die Wünsche dann in Zukunftsbilder überführt bzw. als 3D-Rendering visualisiert. Die Bürger:innen konnten nun abstimmen, welche der verschiedenen Zukunftsbilder Ihnen am meisten zusagen.

Forschungsprojekt LesSON: Neuer Graben, Dortmund



Abb.: 50 Ablauf Machbarkeitsstudie Dortmund (MUST Städtebau GmbH)

Die Ergebnisse aus den beiden vorangegangenen Phasen wurden in der letzten Phase, der zweiwöchigen Intervention vor Ort im Neuen Graben erprobt. Es wurden 40 Kfz-Stellplätze mit Sitz- und Kinderspielelementen, Bäumen und Hochbeeten umgestaltet. Das Ergebnis konnte sich sehen lassen: Etwa 90% der Befragten gaben an, dass Sie nun mehr Menschen auf der Straße sehen und dass sich das Wohlbefinden auf Grund der neuen Straßenbegrünung, insbesondere auch durch den Kühleffekt erhöht hat.

Es gab jedoch auch Teilnehmende, die den Wegfall der Parkmöglichkeiten als auch das erhöhte Müllaufkommen der Gemeinschaftsflächen als durchaus negativ und störend empfunden haben.

Durch die vielschichtigen Beteiligungsmethoden konnten Planungsschwerpunkte verändert werden und ein positives Learning für weitere Planungsprozesse im Bereich blau-grüner Infrastruktur geschaffen werden.

BGS-LEARNINGS

Die Umsetzung von BGS-Projekten hat gezeigt, dass sich die frühzeitige aber vor allem freiwillige Beteiligung von Bürger:innen und Interessensvertreter:innen in jeder Hinsicht lohnt.

Da die Veränderung des Straßenraums für viele städtische Bewohner:innen nachwievor ein sensibles Thema ist, wird durch frühzeitige Information der anstehenden Veränderungen und der Offerte, sich an diesem Prozess zu beteiligen, bereits ein erster Grundstein für die Akzeptanzsteigerung von BGS-Projekten gelegt.

Dabei müssen Bürger:innen ehrlich gehört werden und die Hinweise dazu fachlich abgewogen und in die Planung genommen werden. Durch solche Prozesse lässt sich die Akzeptanz von Planung steigern. Aber nicht nur die frühzeitig und ernst gemeinte Beteiligung der Bürger:innen, Quartiersbewohner:innen und Interessensgemeinschaften spielt bei der erfolgreichen Umsetzung von BGS-Elementen eine ausschlaggebende Rolle.

Ebenso hat sich bei der Umsetzung von BGS-Projekten bewährt, die verschiedenen Fachämter, wie beispielsweise das Amt für Stadtgrün, das Verkehrsamt, die Wasserwirtschaft und die Stabstelle für Klimaschutz frühzeitig an einen Tisch zu bringen. So können Ideen aber auch Herausforderungen aus den jeweiligen Disziplinen zusammengebracht und Informationsdefizite frühzeitig identifiziert werden. Denn oftmals wird unterschätzt, dass das Thema „blau-grüne Infrastruktur“ nachwievor einer der Spitzenreiter transdisziplinärer Planung ist und entsprechend eine vielseitigen Betrachtung aller Beteiligten vermag.

Eines der Hauptkenntnisse ist, dass trotz zielgruppengerechter Beteiligungsformate und kooperativer Planungsansätze nie ein allgemeinheitlicher Konsens der Bürger:innen gefunden werden kann. Der Anspruch an den eigenen PKW und an die entsprechenden Parkmöglichkeiten im Quartier hat nachwievor einen hohen Stellenwert auf individueller Ebene.

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Projekt Klimastraße Hagenauer Straße, Berichte und Dokumentationen:

- <https://www.berlin.de/ba-pankow/politik-und-verwaltung/aemter/strasen-und-gruenflaechenam/planung/artikel.1239475.php>
- Projekt „Machbarkeitsstudie LesSON (Lebenswerte Straße in resilienten urbanen Quartieren)“: <https://lebenswerte-strasse.de>

QUELLEN

- Wegweiser Breite Bürgerbeteiligung (2018): Argumente, Methoden, Praxisbeispiele
Online: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/wegweiser-breite-buergerbeteiligung#-detail-content-5590-0> [abgerufen am 28.05.2024]

AUTOR:INNEN

Milena Berger, HafenCity Universität
Kirya Heinemann, HafenCity Universität
Sven Hübner, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH

5.3 ERFOLGSFAKTOREN FÜR DIE KOMMUNALE VERWALTUNGSPRAXIS

AUSGANGSLAGE

Um die Transformation hin zu einer blau-grünen Straßenraumgestaltung voranzutreiben, sind Erkenntnisse erforderlich, welche Faktoren den Wandel begünstigen und welche diesen hemmen. In der zweiten Phase von BGS wurde daher, auf Basis der in der ersten Phase gesetzten Impulse, die Sicht von Praxisakteuren erfasst, wie die Anwendung und Qualität von BGS-Maßnahmen gesteigert werden kann. Im Ergebnis werden mögliche Anreize und Beschränkungen sowie Interessenlagen und Handlungsspielräume der Praxis-

akteure bei der Umsetzung von BGS-Maßnahmen dargestellt. Die Auswertung zeigt auf, woran Transformation in der Praxis scheitern kann und unter welchen Voraussetzungen Klimaanpassungsprozesse gelingen können. Nachfolgend werden daher zentrale hemmende und begünstigende Faktoren dargestellt und daraus Handlungsempfehlungen für Kommunen abgeleitet und Lösungsansätze aufgezeigt.

Die Empfehlungen und Hemmnisse für die Transformation lassen sich in vier große Blöcke untergliedern:

- die verwaltungsinterne Kommunikation,
- die Abstimmung mit Politik und Öffentlichkeit,
- die finanziellen und personellen Ressourcen,
- sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen.

Nachfolgend werden erfolgreiche Strategien und hemmende Faktoren für die Transformation hin zu blau-grünen Straßen gebündelt gegenübergestellt und mit Fallbeispielen aus der Praxis einzelner Kommunen illustriert.

1. VERWALTUNGSINTERNE KOMMUNIKATION

Die verwaltungsinterne Kommunikation wird von den Befragten übereinstimmend als zentrale Herausforderung im Planungsprozess für blau-grüne Konzepte herausgestellt. Dabei sind die verwaltungsinternen Konflikte meist weniger Probleme von „Machtspielen“ oder „schlechter Stimmung“, sondern werden durch unterschiedliche inhaltliche Positionen der Akteure sowie der Verteilung der Verantwortung bei der Planung und Umsetzung blau-grüner Straßen geprägt. Bei den Befragten besteht ein hoher Bedarf für Lösungsansätze für die verwaltungsinternen Selbstblockaden und Abstimmungsprobleme.

METHODIK DER EVALUATION

Zur Evaluation der Transformation hin zu blau-grünen Straßen wurden qualitative Experteninterviews mit Akteuren, die bei der Umsetzung von BGS-Maßnahmen beteiligt sind, durchgeführt. Dazu zählten Umsetzer:innen und potenzielle interessierte Anwender:innen von blau-grünen Konzepten verschiedenster Disziplinen in Kommunen, Behörden, Forschungseinrichtungen, Planungsbüros sowie Hochschulen.

Im Zeitraum von Juni bis September 2023 wurden rund 20 leitfadengestützte Interviews geführt. Die Informationen wurden analysiert, um das Wissen, die Erfahrungen und Perspektiven der befragten Akteure zu erfassen.

Die Stichprobe mit rund 20 Interviews erwies sich für die qualitative Forschung als hinreichend, da sich die Antworten wiederholten und in den relevanten Aussagen mehrheitlich deckten. Auch bei weiteren Interviews wären voraussichtlich keine neuen Erkenntnisse zu erwarten gewesen. Auch wenn strenggenommen nur Aussagen darüber getroffen werden, was in bestimmten Einzelfällen funktioniert hat oder nicht, lassen sich wiederkehrende Muster bei den Herausforderungen und Erfolgsfaktoren erkennen.

Damit Transformation in diesem Bereich gelingt, gilt es:

Die frühzeitige Einbindung und Berücksichtigung von BGS in Umsetzungsprozessen sicherzustellen:

Der Handlungsspielraum, verschiedene Belange bei der Konzeption blau-grüner Maßnahmen zu berücksichtigen, ist in der frühen Planungsphase am größten.

Fallbeispiel Karlsruhe:

„Wenn Maßnahmen frühzeitig eingebracht werden, ist Vieles einfacher.“

Fallbeispiel Berlin:

„Je früher wir beispielsweise das Thema Regenwasser berücksichtigen, umso einfacher wird es im gesamten Prozess.“

Die Kompromissbereitschaft zu stärken: Ein gutes Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Verwaltungsstellen wie Genehmigungsbehörden, Entsorgungsbetrieben und beteiligten Ämtern ist wichtig. In den Dialog gehen, Verhandeln, Kompromisse schließen sind die Modi.

Fallbeispiel Lübeck:

„Im Idealfall setzen sich alle Akteure an einen Tisch und sprechen über Ziele, nicht über Hindernisse.“

Ein vertrauensvolles Gesprächsklima zu etablieren: Wenn die informelle Kommunikation zwischen einzelnen Personen in den Ressorts funktioniert, hat dies Vorteile gegenüber der Kommunikation über formelle Hierarchien.

Fallbeispiel Solingen:

„Ich habe eine Kollegin bei der Unteren Wasserbehörde, mit der bin ich auf einer Wellenlänge.“

Gesonderte Organisationsstrukturen für die Querschnittsaufgabe blau-grüner Straßen zu schaffen: Für die verwaltungsinterne Kommunikation und Abstimmung eignen sich Organisationsformen wie Arbeitsgruppen, Arbeitskreise oder Projektteams mit Teilnehmenden aus verschiedenen Fachressorts. Diese schaffen funktionierende Schnittstellen innerhalb der Verwaltung. Die Mitglieder solcher übergreifenden Organisationsstrukturen werden zu aktiv Mitplanenden, anstatt nur aus der Perspektive ihres Ressorts Stellung zu den Planungen anderer Ressorts zu nehmen.

Gemeinsame BGS-Strategien und politische Befürwortung zu entwickeln: Abgestimmte gemeinsame Aktionspläne wie z. B. Klimaanpassungskonzepte, Hitzepläne oder Radverkehrsentscheide etc. haben sich vielfach als hilfreich erwiesen. Fallbeispiel Bremen: „Ein kommunaler Klimaanpassungsmanager, eine Klimaanpassungsstrategie sind nützlich.“

Fallbeispiel Zürich:

„Wer immer verkehrsgerecht bauen will und den motorisierten Verkehr priorisiert, der bekommt keine Schwammstadt. Das hat unsere Politik verstanden“.

Fallbeispiel Bochum:

„Wir sind offiziell Klimanotstandskommune. Daher gibt es ein offenes Ohr für Klimaanpassungsmaßnahmen“.

Damit Hemmnisse Transformation nicht scheitern lassen, gilt es:

Fehlende Kooperation zu überwinden: In zahlreichen Fallbeispielen ist die fehlende Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Verwaltungsstellen ein großes Hemmnis im Umsetzungsprozess. Dies gilt es durch neue Formen der Zusammenarbeit zu vermeiden.

Fallbeispiel Frankfurt:

„Die Kommunikationsprozesse bereiten uns die größten Probleme.“

Bochum:

„Wenn es scheitert, dann scheitert es an der Zusammenarbeit der einzelnen Akteure aus Straßenbau, Wasser, Grün und Tiefbau.“

Berlin:

„Die Zusammenarbeit unter den verschiedenen Akteuren und Referaten muss verbessert werden.“

Brandenburg:

„Das Hauptproblem sind die Entscheidungsstrukturen. Es werden sehr viele Ansprüche an den Straßenraum gestellt. Fußgänger, Radfahrer, Begrünung, Laidesäulen etc.; sehr viele Akteure bringen sich gerade in den Straßentwurf ein, das macht es schwierig.“

Düsseldorf:

„Wir haben ämterübergreifende Workshops durchgeführt und festgestellt, dass verstärkter und direkterer Wissensaustausch allen gut tun würde.“

Verwaltungsinterne Selbstblockaden zwischen verschiedenen Fachämtern sind zu vermeiden.

Unklare Zuständigkeiten in der Verwaltung

zu klären: Bei manchen BGS-Maßnahmen ist noch ungeklärt, welche Verwaltungsstelle dafür zuständig ist. Es ergeben sich Konflikte aus teilweise überlappenden und konfigrierenden Zuständigkeitsbereichen. Dies gilt es durch klare Zuständigkeitsklärung zu vermeiden.

Fallbeispiel Karlsruhe:

„Aktuell weiß oft niemand so recht, wer wann für was genau zuständig. Das gilt es zu klären.“

Fallbeispiel Lübeck:

„Klare Verantwortlichkeiten und Finanzierungszuständigkeiten müssen gegeben sein. Stichwort Baumrigole – da haben wir oft die Problematik, dass nicht geklärt ist, ist das jetzt eine entwässerungstechnische Anlage oder gehört das zur Grünfläche oder muss das dem Straßenbau zugeordnet werden.“

Fehlender verwaltungsinterner Aufmerksamkeit

aktiv entgegenzutreten: Kommunale Verwaltungen sind mit zahlreichen Aufgabenstellungen konfrontiert, die alle bearbeitet werden müssen. Auch die BGS-Maßnahmen müssen sich dieser Konkurrenz um Aufmerksamkeit stellen. So stellt sich teilweise die Herausforderung, wie das Thema blau-grüne Straßen und Klimaanpassung überhaupt auf die Agenda der Verwaltung kommt. Zudem gibt es bei einem Teil der Akteure eine Abwehrhaltung sich um ein neues zusätzliches Themenfeld zu kümmern.

Fallbeispiel Hamburg:

„In manche Projekte und Anträge bringt erst ein Personalwechsel den nötigen Schwung. Oft hängt es am Personal, wenn für BGS kein Platz ist. Vielen ist der Aufwand zu groß.“

Die „Risikoaversion“ im Handeln zu über-

winden: Verwaltungshandeln ist häufig durch eine Risikoaversion geprägt. Da es für manche BGS-Maßnahmen keine etablierten Lösungen gibt und ausreichend Evidenz für die Wirkung fehlen, werden diese von manchen Akteuren gemieden.

Fallbeispiel Zürich:

„Es scheitert oft an ... mangelnder Experimentierfreude jenseits der bestehenden Regelwerke.“

Umso größer ist die Bedeutung von erfolgreichen Pilotprojekten als begünstigendem Faktor.

INSTRUMENTE FÜR VERBESSERTE VERWALTUNGSINTERNE KOMMUNIKATION

Um die gemeinsamen Aspekte bei der Planung blau-grüner Infrastruktur möglichst wirksam berücksichtigen zu können, sind funktionierende Schnittstellen innerhalb der Verwaltung erforderlich. Für die ressortübergreifende verwaltungsinterne Kommunikation und Abstimmung wird von (Degreif 2022, Heinrichs et al. 2019, UBA 2020) die Einrichtung von Organisationsformen wie Arbeitsgruppen, Arbeitskreise oder Projektteams empfohlen. Nach Degreif (2022) bieten sich projektbezogene Teams für die Koordination und Integration verschiedener Fachressorts wie bei der Planung blau-grüner Straßen an.

Empfehlenswert ist, eine frühzeitige und regelmäßige Information und Beteiligung zwischen den Ämtern. Dies kann ein gemeinsames konstruktives Grundverständnis der beteiligten Ressorts schaffen. Zudem fördert die Information die Bereitschaft der beteiligten Ressorts, sich abzustimmen. Die Teammitglieder werden zu aktiv Mitplanenden, anstatt nur aus der Perspektive ihres Ressorts Stellung zu den Planungen anderer Ressorts zu nehmen. Dabei ist erfahrungsgemäß eine Abstimmung und Kompromissfindung umso leichter, je länger die Verfahrensbeteiligten bis zum Zeitpunkt der Umsetzung von Maßnahmen einer blau-grünen Straßenraumgestaltung eingebunden sind. Das Konkurrenzverhalten zwischen verschiedenen Fachämtern kann durch eine frühzeitige Beteiligung gemindert werden. Bei verfestigten Hemmnissen ist zudem der Einsatz von Moderations- und Mediationsverfahren zu empfehlen.

2. ABSTIMMUNG MIT POLITIK UND ÖFFENTLICHKEIT

Politische Entscheidungsträger sind Vetoplayer, die die Macht haben, die Entscheidung für und die Umsetzung von BGS-Maßnahmen zu verhindern oder diese umgekehrt aktiv voranzutreiben. Dem politischen Willen für BGS kommt daher eine hohe Bedeutung zu.

Damit Transformation in diesem Bereich gelingt, gilt es:

Politische und gesellschaftliche Befürwortung

zu fördern: Eine Unterstützung für blau-grüne Maßnahmen können „Initiativen von unten“ bilden, bei denen auch „Anwohner-Ämter“ überzeugen. So fördert die Einbindung der Öffentlichkeit mit Beteiligungsmaßnahmen wie Ideenwettbewerben, Bürgerbefragungen, Stadteilparlamenten etc. die Akzeptanz für blau-grüne Maßnahmen.

Fallbeispiel Berlin:

„Es gibt hier ein starkes zivilgesellschaftliches Moment, den Drang zu begrünen und zu gärtnern, das Thema ist dadurch immer größer geworden. In Wilmersdorf haben es Anwohner mit guten Argumenten und Beharrlichkeit geschafft, in Bezug auf Parkraum das Amt von ihren Ideen zu überzeugen.“

Brandenburg:

„Gerade dort, wo der Bürger auch an den Kosten beteiligt ist, ist es wichtig, ihn einzubinden.“

Eine solche Partizipation der Öffentlichkeit zu Projekten mit BGS findet in den Fallbeispielen bisher jedoch nur vereinzelt oder punktuell statt und kann ausgebaut werden. Ein Positivbeispiel für Partizipation sind die Planungen zur Klimastraße Hagenauer Straße in Berlin (vgl. Kapitel 5.2).

Eine gute Kommunikation der Ziele zu gewährleisten: Die klare Kommunikation der mit blau-grünen Straßen angestrebten Ziele erleichtert die Implementierung von BGS. Erforderlich ist die Kommunikation der Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Schwierig sind dabei in der Praxis häufig die unwägbaren Faktoren:

„Wie die tatsächlichen Auswirkungen auf eine Straße sind z. B. bei der Hitzeentwicklung, das wissen wir allerdings erst in 30 Jahren.“

Mit institutionellen Gegenspielern konstruktiv umzugehen: Akteure mit Machtressourcen wie z. B. IHK, Gewerbetreibende, private Eigentümer:innen etc. können die Umsetzung von BGS-Maßnahmen behindern.

Fallbeispiel Frankfurt, Berlin:

„Die IHK schreit gerade sehr laut. Stichwort Lieferzonen. Je mehr Akteure, desto schwieriger. Der Politische Wille geht zu oft noch pro Parkplatzerhalt.“

Häufig besteht zunächst ein grundsätzliches Verständnis für den Bedarf der Klimaanpassung. Dies kann sich jedoch abhängig von den lokalen Rahmenbedingungen anders darstellen, wenn sensible Triggerpunkte wie z. B. die Reduzierung von Kfz-Parkständen für BGS-Maßnahmen thematisiert werden. Diese Akteure sind daher konstruktiv einzubeziehen.

KOSTEN UND PERSONAL

Die erfolgreiche Umsetzung von BGS-Maßnahmen ist unweigerlich auch von den verfügbaren finanziellen und personellen Ressourcen in den Kommunen abhängig.

Damit die Transformation in diesem Bereich gelingt, gilt es:

Personalmangel zu vermeiden: Personalknappheit hat als Hinderungsgrund für die Planung

PARTIZIPATION

Der Erfolg von Partizipationsprozessen ist von den prägenden Leitprinzipien abhängig (Reed 2008; Akhmouch und Clavreul 2013):

- Partizipationsprozesse sollten einen mit allen Akteuren abgestimmten Beteiligungsgegenstand haben und eine abgestimmte Zielsetzung verfolgen.
- Partizipationsprozesse sollten auf Offenheit, Empowerment, Gleichheit und Vertrauen aufbauen.
- Alle relevanten Akteure sind im Partizipationsprozess systematisch und fair zu berücksichtigen.
- Die relevanten Informationen sind im Partizipationsprozess allen Akteuren transparent zur Verfügung zu stellen.
- Bei der Partizipation sind eine effektive und effiziente Arbeitsatmosphäre und Diskussionskultur zu gewährleisten.

Zur Planung von Partizipationsprozessen hat sich bewährt, den Ablauf in einem eigenständigen Planungsinstrument, dem Partizipationsplan (Butterworth et al. 2011, Staatsministerium Baden-Württemberg 2014), zu strukturieren. In diesem Partizipationsplan werden die Ziele, die Partizipationsformen, der zeitliche Ablauf sowie die jeweiligen Aufgaben und Zuständigkeiten festgelegt. Dargestellt wird zudem der Ablauf des Partizipationsprozesses mit den jeweiligen konkreten Veranstaltungen. In diesem Zusammenhang sind auch die erforderlichen zeitlichen, finanziellen und personellen Ressourcen zu benennen.

Für Partizipationsprozesse sind Kenntnisse über die zu beteiligenden Akteure notwendig, um deren repräsentative Auswahl sowie einen konstruktiven und vorausschauenden Umgang mit Konflikten zu gewährleisten. Daher hat es sich bewährt, zum besseren Verständnis der Akteure eine „Akteursanalyse“ oder „Beteiligungscoping“ durchzuführen (Butterworth et al. 2011, Staatsministerium Baden-Württemberg 2014).

und Umsetzung von BGS-Maßnahmen eine hohe Bedeutung.

Fallbeispiel Bremen:

„Selbst, wenn Gelder da sind, stirbt eine Maßnahme, wenn die personellen Ressourcen fehlen.“

Auch Förderanträge scheitern oft daran, dass kein Personal vorhanden ist, das Anträge stellen könnte. Für eine ausreichende Ausstattung mit qualifiziertem Personal ist zu sorgen.

Einfache Lösungen zu priorisieren: Wenn rechtliche Hürden für spezifische Maßnahmen hoch sind, werden von einigen Kommunen einfache Lösungen priorisiert, um Kosten zu sparen und in die Umsetzung zu kommen.

Fallbeispiel Berlin:

„Viele Maßnahmen sind sehr teuer. ... ein Schritt zwischen einem komplexen, teuren System und etwas Einfachem, dass trotzdem etwas bringt.“

Berliner Regentonnen:

„Wir zeigen, dass kleinteilige Regenwasserbewirtschaftung auch ohne große Verwaltungszuwendungen möglich ist.“

Die Betrachtung der Gesamtkosten über die Lebensdauer zu fördern: In manchen Kommunen sind befürchtete hohe Unterhaltungs- und Betriebskosten Hinderungsgründe für BGS-Maßnahmen. Dies wird als problematisch angesehen, da hier – anders als bei Investitionskosten - keine Fördermöglichkeiten bestehen. Hinzu kommt, dass aufgrund fehlender Erfahrungen die Unsicherheiten über die zukünftigen Betriebskosten hoch sind. Zudem ist häufig unklar, welche Verwaltungseinheit die Kosten für Pflege, Betrieb, Wartung und Unterhaltung der BGS-Maßnahmen trägt. So werden die Kosten nicht über die Disziplinen

hinaus gerechnet, sondern es konzentriert sich jede Verwaltungsstelle auf ihr Budget. Es empfiehlt sich daher, die Investitionskosten und die Betriebskosten für BGS-Maßnahmen gemeinsam über die Lebensdauer zu betrachten.

Fallbeispiel Bochum:

„BGS Infrastruktur hat zwar höhere Betriebskosten und Unterhaltungskosten, spart aber am Ende Geld.“

Fallbeispiel Brandenburg:

„Wir haben etliche Standorte, da ist die Unterhaltung sogar günstiger als die Bestandlösung. Dahin muss man kommen. Es muss ressortübergreifend gerechnet werden.“

Kosten durch Aufzeigen des nicht-monetären Nutzens zu legitimieren: Die in manchen Fällen befürchteten höheren Kosten für BGS-Maßnahmen können erfolgreich begründet werden, wenn die zahlreichen Vorteile wie Überflutungsschutz, Kühlung des Mikroklimas etc. kommuniziert werden. Auch die Gegenüberstellung der Kosten für BGS-Maßnahmen mit den vermiedenen Schadenskosten durch Starkregenereignis oder Hitze bietet sich an.

Fallbeispiel Hamburg:

„Was sind zwei Grad weniger wert? Wieviel darf eine Herabsenkung der Temperatur kosten? Diese Fragen müssen beantwortet werden.“

Fallbeispiel Duisburg:

„Wenn wir beweisen und vorlegen können, dass BGS Maßnahmen deutliche Verbesserungen erzielen, würde das auch die Akquisition von Fördermitteln einfacher machen.“

Fallbeispiel Lübeck:

„Faktoren, die monetär nicht greifbar sind müssen stärker betont werden, um Umsetzungsanreize zu schaffen. Die Steigerung des Aufenthaltswertes oder der Lebenserwartung durch Abkühlung etwa.“

Als Hilfestellung kann auf BGS-Toolbox Teil A Kapitel 4 „Nutzen für die Stadtgesellschaft“ verwiesen werden.

RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN UND REGELWERKE

Bei der Umsetzung von BGS-Maßnahmen sind eine Vielzahl von rechtlichen Rahmenbedingungen wie z. B. Gebührenordnung für Abwasser, Denkmalschutz, Wasserrecht zu berücksichtigen. Zudem ist das fachliche Regelwerk verschiedener Disziplinen wie Siedlungswasserwirtschaft, Verkehrswesen oder Landschaftsplanung zu beachten.

Damit Transformation unter den gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen gelingt, gilt es:

Die ortsangepasste Auslegung von Normen zu fördern: Es braucht den Mut, die Handlungsmöglichkeiten von Gesetzen und Regeln so auszulegen und anzuwenden, „dass es passt“ (Solingen).

Fallbeispiel Karlsruhe:

„Es ist klar im Vorteil, wer sich einfach mal was traut und ausprobiert. Bisherige Normen hemmen sonst zu stark.“

Die in den Normen gegebenen Auslegungsspielräume sind soweit möglich zu nutzen.

Experimentierfreude zu ermöglichen:

Kommunen die BGS-Maßnahmen erfolgreich umsetzen zeichnen sich durch die Maxime „Learning by Doing“ aus.

Fallbeispiel Bochum:

„Wir haben einfach mal ausprobiert, auch abseits der Regelwerke. Sorge des Gartenamts, dass Baumstandorte als Entwässerungsanlage missbraucht werden. Kompromiss: Wenn der Baum Schaden nimmt, wird er ersetzt.“

Das Lernen aus Pilotprojekten ist wichtig.

Fallbeispiel Solingen:

„Wir machen viele Versuche. Z. B. Hydrologisch optimierte Standorte. Sind mit jedem Straßenzug besser geworden.“

Fallbeispiel Zürich:

„Es scheitert oft an mangelnder Experimentierfreude jenseits der bestehenden Regelwerke.“

Damit Hemmnisse Transformation nicht scheitern lassen, gilt es:

Die wechselseitige Blockade verschiedener technischer Regelwerke zu überwinden: In

manchen Fallbeispielen konzentriert sich die Diskussion auf die formellen Widersprüche in den fachlichen Regelwerken verschiedener Fachorganisationen. Die Folgen können verwaltungsinterne Selbstblockaden sein. Dies kann nur schwer durch eine inhaltliche Diskussion in den Kommunen überwunden werden.

Fallbeispiel Duisburg:

„Im Zusammenspiel der Genehmigungsbehörden gibt es deutlichen Verbesserungsbedarf“.

Fallbeispiel Hamburg:

„Auch veraltete Regelwerke sind ein Problem.“

Nicht mehr dem aktuellen Stand des Wissens entsprechende Gesetze, Regelwerke und Standards erschweren die Transformation hin zu blau-grünen Straßen.

Fallbeispiel Karlsruhe:

„Rechtliche Verankerung hieße bessere Argumente und Druckmittel, für mehr Raum und mehr Geld. Z. B. dezentrales Regenwassermanagement.“

Die weiter vorne angeführte verbesserte verwaltungsinterne Kommunikation kann zur Überwindung dieses Hemmnisses beitragen.

Fallbeispiel Düsseldorf:

„Wir haben kürzlich ämterübergreifende Workshops durchgeführt und festgestellt, dass ein verstärkter und direkterer Wissensaustausch allen gut tun würde.“

Bedenken zur Verkehrssicherheit und Verkehrssicherungspflicht zu beheben: Als Probleme von BGS-Konzepten werden Herausforderungen der Verkehrssicherheit sowie der Verkehrssicherungspflicht genannt. Dies wird u. a. durch Akteure wie die Polizei betont.

Fallbeispiel Düsseldorf:

„Bei der Querschnittsgestaltung wird zudem immer die Verkehrssicherheit priorisiert, auch die Polizei steht uns hier im Weg, genauso wie Vorgaben für überdimensionierte Gehweg- und Straßenbreiten.“

Vorgaben der Gebührenordnung für Abwasser zu erleichtern: Die Gebührenordnung für Abwasser erschwert teilweise die Umsetzung und Finanzierung von BGS-Maßnahmen. So bestehen z. B. Einschränkungen Niederschlagswasser von öffentlichen und privaten Flächen gemeinsam zu bewirtschaften. Hier zeichnen sich aber auch

Lösungen ab wie die Studie aus Berlin zur „Grundstücksübergreifenden Lösungen zur Regenwasserbewirtschaftung“.⁶

HANDLUNGSOPTIONEN ZUR VERBESSERUNG DER KOMMUNALEN VERWALTUNGSPRAXIS

Auf Grundlage der von den Praxisakteuren genannten fördernden und hemmenden Faktoren für die Transformation hin zu blau-grünen Straßen lassen sich verschiedene Handlungsoptionen zusammenfassen. Diese sind für die übergeordnete Ebene, für die kommunale Verwaltung und für den Einzelnen in der Verwaltung getrennt zu betrachten.

RESSORTÜBERGREIFENDE ZUSAMMENARBEIT

Auf übergeordneter Ebene von Bund, Ländern sowie Fachgremien hat sich als erfolgreiche Strategie erwiesen, widersprüchliche Regelwerke aufzulösen und (neue) abgestimmte Regelwerke zu schaffen. Auch einfachere Fördermöglichkeiten könnten weiterhin erheblich zu einer verstärkten Umsetzung von blau-grünen Projekten beitragen, da sie Finanzmittel schneller und einfacher verfügbar machen. Außerdem ebnet eine wissenschaftliche Begleitung von Projekten und ein gezielter Erfahrungsaustausch für schnelles gemeinsames Lernen einer gelungenen Transformation den Weg.

KOMMUNALE VERWALTUNG

In der kommunalen Verwaltung gilt es, den geeigneten Rahmen für Kommunikation und Abstimmung zwischen den verschiedenen Stellen zu schaffen. Ob ein blau-grünes Projekt erfolgreich realisiert werden kann, hängt immer auch von der gelungenen Zusammenarbeit mehrerer Abteilungen und Dezernate ab. Daher ist es unerlässlich, Spielräume in Regelwerken zu finden und Normen flexibel auszulegen. Kompromissbereitschaft ist im Zusammenspiel der verschiedenen Stellen ebenso erforderlich

⁶ Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin (2023) Studie zu Grundstücksübergreifenden Lösungen zur Regenwasserbewirtschaftung [GÜL] 12/2023

wie politische und öffentliche Unterstützung. Etwas „auszuprobieren“ und die Offenheit „Neues zu lernen“ sollten als effektiver Modus des Verwaltungshandelns gefördert werden. Damit dies gelingt, sind ausreichende Ressourcen insbesondere bei Personal und Finanzen für Planung, Umsetzung und Betrieb unabdingbar.

EINZELNER IN VERWALTUNG

Die Umsetzung von blau-grünen Maßnahmen in der kommunalen Planungspraxis wird nicht nur durch verschiedene Zuständigkeiten, rechtliche Gegebenheiten und den Kostenspielraum geprägt, sondern auch durch die jeweiligen Prioritäten und Handlungen der einzelnen Akteure. Insofern kann der jeweilige Mitarbeiter auf kommunaler Ebene, soweit er dafür den Auftrag bekommt, Transformation begünstigen, indem er eine Rolle als „Kümmerer und Promoter“ übernimmt, Lösungen aufzeigt sowie flexibel und kompromissbereit agiert. Eine Kommunikation mit Mehrwert und die Bildung von Allianzen trägt ebenso zum Abbau verwaltungstechnischer Hürden - insbesondere bei Kompetenzkonflikten - bei. Umso mehr, da sich bei blau-grünen Projekten Verwaltungsbereiche häufig überschneiden. Nicht zuletzt obliegt es dem Einzelnen, sich innerhalb der eigenen Zuständigkeiten und Möglichkeiten „etwas zu trauen“. Und nicht zuletzt zählt es: Nicht aufzugeben; Transformation hin zu einer blau-grünen Infrastruktur ist ein längerer Prozess.

5.4 PLANUNGSHILFE VERWALTUNGSINTERNE ZUSAMMENARBEIT

EINFÜHRUNG

Der auf den folgenden Seiten aufgeführte Prozess beschreibt den methodischen Ansatz zur Planung und Umsetzung von BGS-Projekten, insbesondere in Hinblick auf die Berücksichtigung von Flächen-nutzungskonflikten und Synergieeffekten, wie sie bei größeren Projekten blau-grüner Infrastruktur vorkommen.

Da die einzelnen Fachgebiete, vor allem in größeren Kommunen, meist nicht innerhalb derselben Organisationseinheit sitzen, kann es zu Informationsdefiziten kommen, da der Austausch über geplante Projekte in der Praxis nicht immer unmittelbar erfolgt. Die Verwaltung muss in diesem Fall so früh wie möglich und interdisziplinär zusammenarbeiten, um Flächenansprüche zu klären und dafür zu sorgen, dass Flächennutzungen nicht nebeneinander, sondern miteinander entwickelt werden.

1. GRUNDLAGENERMITTLUNG

Zu Beginn steht die umfassende Grundlagenermittlung des Straßenraums innerhalb der einzelnen Fachämter an.

Das Ziel der Grundlagenermittlung besteht darin, einen Überblick über den Straßenraum zu erhalten und ein Gefühl dafür zu entwickeln, an welchen Straßen und Plätzen BGS sinnvoll umgesetzt werden kann. Zu diesem Zeitpunkt wird ein fachamtsübergreifender Workshop geplant, um alle relevanten Fachämter, wie beispielsweise das Tiefbauamt, Grünflächenamt und Verkehrsamt (variiert von Kommune zu Kommune), zusammenzubringen.

Die Vorbereitung und Initialisierung des Workshops erfolgt durch das federführende Fachamt oder eine Arbeitsgemeinschaft. Jeder Fachbereich liefert relevante Daten zum Straßenraum: Das Tiefbauamt analysiert beispielsweise den Bestand der Leitungen, Straßenbreiten und mögliche ohnehin schon bestehende Erneuerungsbedarfe von Straßenabschnitten. Die bestehende Vegeta-

tion, die Straßenbäume und das Straßenbegleitgrün werden vom Grünflächenamt vorbereitet und eine Verkehrsanalyse, die die verkehrliche Auslastung, die Parkraumsituation und die Netzkategorie des Straßenraums umfasst, wird vom Verkehrsamt vorbereitet. Die Aufzählung der verschiedenen Fachämter ist in diesem Fall nicht abschließend und soll als Orientierungshilfe dienen.

Neben der Grundlagenermittlung sollten Daten zum Stadtklima und zur Überflutungsgefährdung bei Starkregen berücksichtigt werden. Für die Einschätzung von Überflutungsrisiken ist die Analyse von Fließwegen und Senkentiepen im Gebiet erforderlich, um zu schauen, wo sich das Niederschlagswasser im Falle eines Starkregenereignis sammelt und zu Schäden führen kann. Für die Hitzeanalyse kann die Betrachtung der physiologisch äquivalente Temperatur aber auch eine Übersichtskarte von Bäumen im öffentlichen Raum hilfreich sein, um Flächen zu identifizieren, die sich im Sommer zu Hitzeinseln entwickeln (für weitere Informationen siehe Kapitel 3 Planungshilfe „Wassersensible Planung als Beitrag zur Hitze- und Starkregenvorsorge“).

Um die Aufteilung des Straßenraums zu systematisieren, werden Abschnitte mit ähnlichen Grundvoraussetzungen zusammengefasst. Das können zum Beispiel Abschnitte sein, in denen die Leitungen, Parkstände, die Bäume, die Wohnstruktur und der Versiegelungsgrad ähnlich sind oder die sich wiederum von anderen Straßenraumabschnitten unterscheiden und daher Alleinstellungsmerkmale aufweisen.

Durch die Analyse der Straßentypologien und der klimatischen Herausforderungen bilden sich Fokusräume, die typische Straßenraumabschnitte repräsentieren und somit die Übertragbarkeit der Planungsansätze auf den gesamten Planungsraum ermöglichen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Grundlagenermittlung wird der fachamtsübergreifende Workshop durchgeführt.

2. WORKSHOP

Vorzugsweise findet dieser Workshop in Präsenz statt, da hierdurch kreative Prozesse und eine dynamische Gruppenarbeit befördert werden.

Aufgabenstellung

Die wesentlichen Aufgaben des Workshops bestehen darin, die Ziele und Anforderungen an den Straßenraum genauer zu formulieren und unterschiedliche Varianten für die Straßenraumaufteilung als Schnitt und Lageplan zu entwickeln (vgl. hierzu „Auftaktworkshop Planungsphase O“, in Kapitel 2.2).

Die Erarbeitung der Straßenraumaufteilung kann sowohl digital als auch analog erfolgen. In einem Pilotprojekt wurde beispielsweise ganz haptisch mit ausgedruckten und in Einzelteilen geschnittene Straßenschnitten gearbeitet. Durch Hin- und Herschieben von Fahrbahn, Gehweg, Radweg und Grünflächen konnten verschiedene Schnittvarianten zusammengesetzt werden, auf Basis deren weitergearbeitet werden konnte.

Ermittlung Flächenbedarfe BGS und Verkehr

Die Entwurfsmethodik für die Schaffung von Raum für blau-grüne Elemente sowie die Flächenbedarfe für BGS-Korridor und BGS-Flexstreifen sind in der Toolbox A, S. 23 ff beschrieben. Ein wesentlicher Schritt für die Straßenraumaufteilung ist die Überprüfung der Flächenbedarfe aus verkehrlicher Perspektive. Hierfür liefert die Toolbox 2.0 in Kapitel 4 hilfreiche Strategien und Werkzeuge für die Neuordnung der Verkehrsflächen für BGS, die auf dem Vorgehen zum Flächengewinn für Blau-Grün in der Toolbox A, S. 27 ff) basieren.

Dazu muss geklärt werden, welche verkehrlichen Parameter für den Planungsfall relevant sind. Erhebliche Hebel für die Reduzierung des Flächenbedarf für Fahrbahn und Seitenräume sind die Berücksichtigung der Begegnungsfälle, eine veränderte Verkehrsmenge, ein verändertes Tempolimit sowie die Veränderung des Parkraumes. Der Zugewinn an Flächen sollte entweder als BGS-Korridor (Mindestbreite 2,30 m) oder als BGS-Flexstreifen geplant werden. Letzterer ermöglicht eine flexible Nutzung, beispielsweise in Kombination mit Parkraum.

Ergebnis

Das Ergebnis des Workshops ist die Erarbeitung verschiedener Schnittvarianten auf Grundlage des Bestandsschnittes mit Flächen für den BGS-Korridor und BGS-Flexstreifen. Diese Varianten können als Diskussionsgrundlage in den weiteren Planungsschritten genutzt werden.

3. BEWERTUNG UND WAHL DER FAVORITEN

Für die weitere Bewertung und Auswahl der favorisierten Straßenraumaufteilung und -gestaltung gibt es kein allgemeingültiges Verfahren.

Im Pilotprojekt Lübeck erhielten die Fachämter nach dem Workshop die Möglichkeit, auf einem kollaborativen Whiteboard weitere Fragen zu stellen und Ideen zu ergänzen. Zusätzlich wurde als qualitative Auswertung der Schnittvarianten der Flächengewinn für BGS gemessen. Eine anschließende Bewertung der Schnittvarianten erfolgte durch die Fachämter anhand eines Ampelsystems (Rot: Variante wird abgelehnt | Gelb: Es gibt Diskussionsbedarf | Grün: Zustimmung). Nach Klärung offener Fragen wurde die favorisierte Schnittvariante ausgewählt.

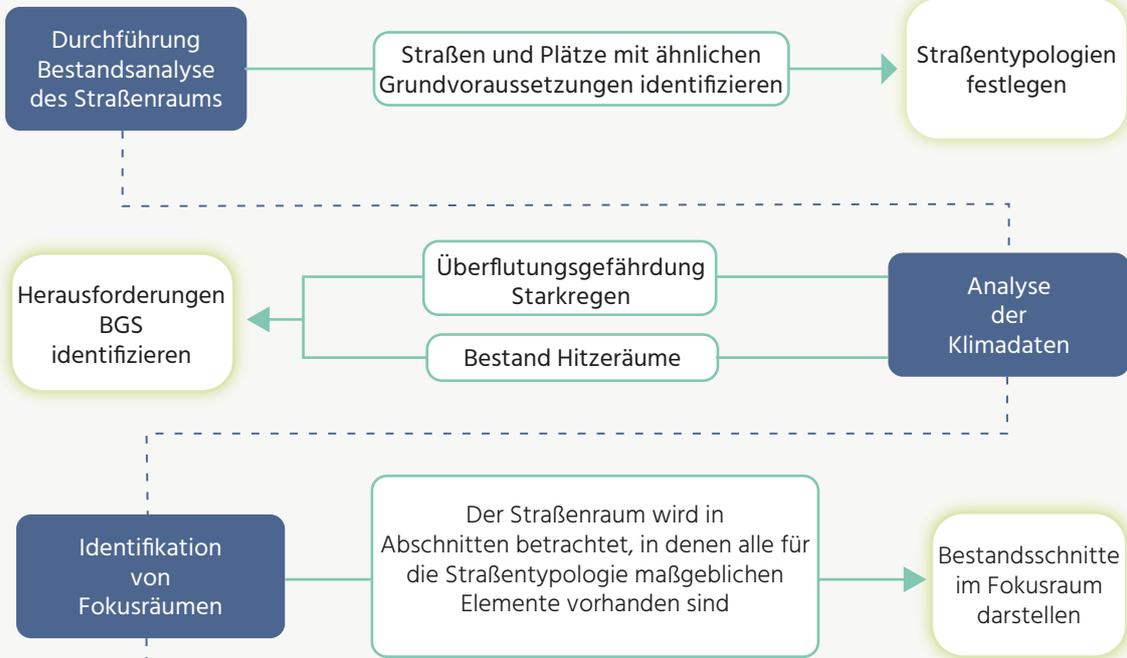
4. WEITERENTWICKLUNG DER FAVORITEN

Die Weiterentwicklung des Schnittfavorits erfolgte in Lübeck durch das Fachamt für Verkehr. Die Fahrstreifenbreiten wurden angepasst und verschiedene Varianten kombiniert. Außerdem wurde eine Analyse im Gesamtkonzept vorgenommen, indem die Schnittvarianten auf Übertragbarkeit für den gesamten Betrachtungsraum überprüft und kritische Fragen, potenzielle Schwachstellen oder besonders positive Aspekte erneut bewertet wurden. Dabei wurden lokale Gegebenheiten, wie hoher Parkdruck in bestimmten Teilabschnitten, in die Überlegungen einbezogen und entsprechende Anpassungen vorgenommen.

Nachdem dieser Prozessschritt erfolgt ist, sollte zeitnah die Ausschreibung und Beauftragung eines Planungsbüros erfolgen.

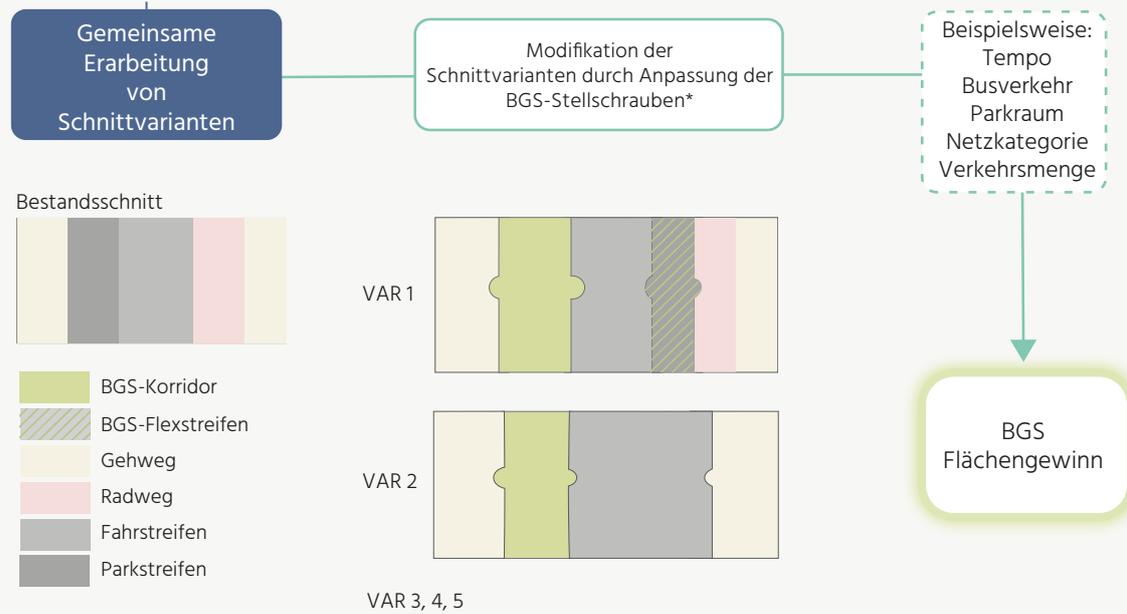
Im ersten Schritt werden die Grundlagen durch die jeweiligen Fachämter ermittelt, die als Basis für den gemeinsamen Workshop fungieren. Ziel ist es, Fokusräume zu identifizieren, in dem die Straßenraumtypologien unter Einbezug der BGS-Herausforderungen betrachtet werden.

1 GRUNDLAGENERMITTLUNG



Die Workshop-Teilnehmer:innen erarbeiten auf Basis der vorangegangenen Grundlagen verschiedene Schnittvarianten des Straßenraums. Durch das fachamtsübergreifende Know-How können Flächenpotenziale identifiziert und Herausforderungen benannt werden. Das Endprodukt ist der Flächengewinn für BGS.

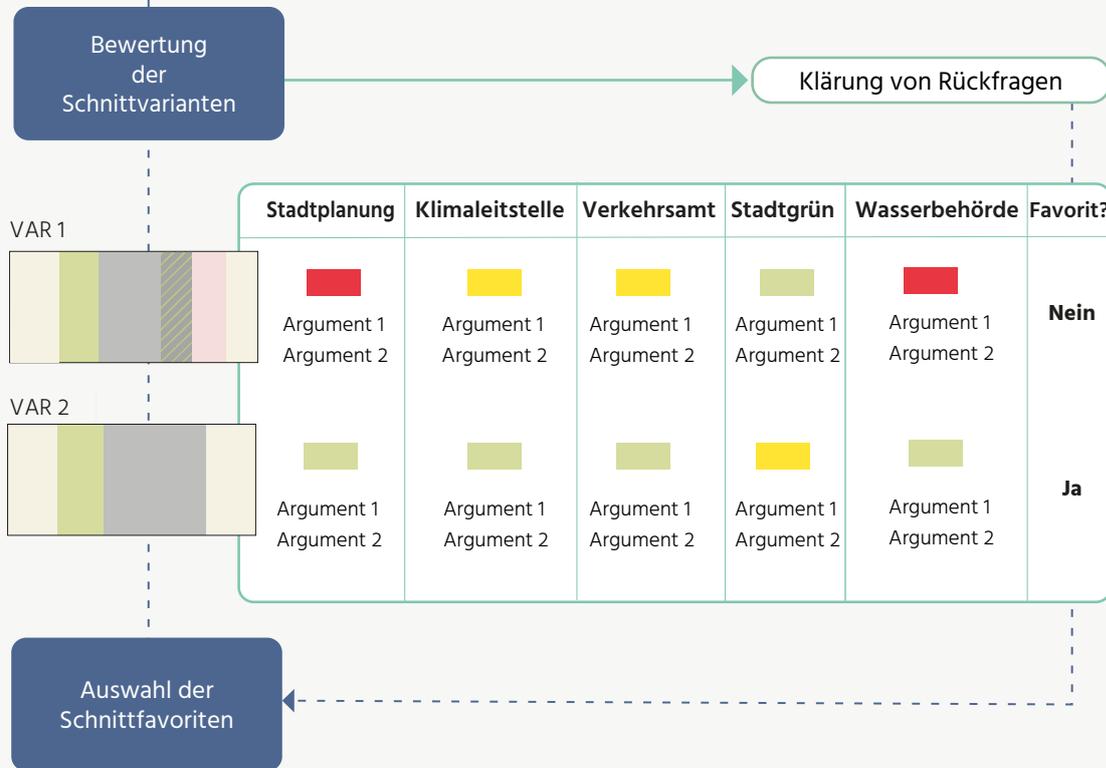
2 WORKSHOP



*BGS-Stellschrauben: Toolbox A S. 29

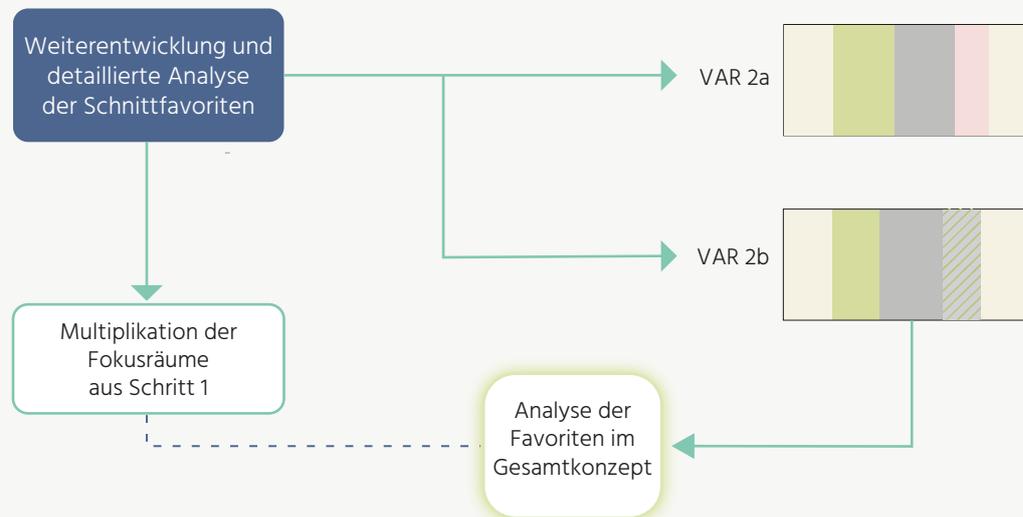
Abb.: 51 Prozessablauf verwaltungsinterne Zusammenarbeit zur Findung von Flächen für BGS (BGS, HCU)

Die Nachbereitung des Workshops und die weitere Bearbeitung erfolgt über ein kollaboratives Whiteboard, über das die Workshopteilnehmer:innen die Schnittvarianten bewerten und Rückfragen klären. Die Bewertung erfolgt über ein Ampelsystem, bei dem die Pro's und Contra's der jeweiligen Variante festgehalten und auf dem Whiteboard diskutiert werden.



3 BEWERTUNG & FAVORITENAUSWAHL

In diesem Abschnitt werden die Favoriten aus dem vorherigen Schritt übernommen und weiterentwickelt (z.B. Breiten der Streifen angepasst, mögliche Kombinationen der Varianten dargestellt und weitere offene Fragen geklärt).



4 WEITERENTWICKLUNG DER FAVORITEN

TEIL IV

BAUMSTANDORTE
UND
REGENWASSER-
BEWIRTSCHAFTUNG



Abb.: 52 Baumpflanzungen in Verdunstungs- und Versickerungsmulden in Zürich (Michael Richter, HCU)

6

BGS-FORSCHUNGS-
NETZWERK

6.1 ERKENNTNISSE AUS DEM FORSCHUNGSNETZWERK - AUSTAUSCH MIT PARTNERN

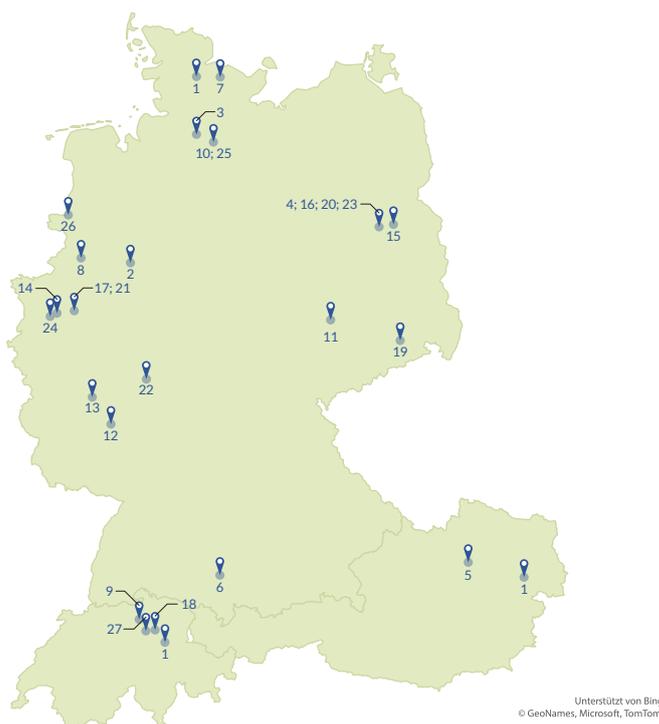
EINFÜHRUNG BLUEGREENSTREETS-FORSCHUNGSNETZWERK

Das BGS-Forschungsnetzwerk umfasst Universitäten, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie forschende Firmen und Büros aus Österreich, Schweiz und Deutschland, die sich mit dem Thema Schwammstadt und Baumpflanzungen in Straßenräumen beschäftigen (Abb. 53).

Im Rahmen von insgesamt fünf Workshops wurde ein systematischer Austausch zur Wirksamkeit verschiedener Typen von optimierten Baumstandorten angestrebt. Die als derzeit besonders relevant identifizierten Themenbereiche, Forschungsergebnisse und Fragestellungen wurden in den Workshops aus verschiedenen Fachperspektiven vorgestellt und diskutiert. Fachliche Expertisen aus den Bereichen Umwelttechnik, Landschaftsarchitektur und -Planung, (Siedlungs-)Wasserwirtschaft, Vegetationstechnik, Pflanzenschutz, Bodenkunde, Stadt- und Freiraumplanung, Gartenbau, Stadtbaummanagement, Ökohydrologie und Baumpflege sind vertreten. Die in den ersten

beiden Jahren bearbeiteten Fokusthemen waren folgende:

- Baumarten für Standorte mit Regenwasserbewirtschaftung
- Wasserhaushalt unterschiedlicher Systeme/ Bauweisen von optimierten Baumstandorten (Überflutungsvorsorge, Wasserversorgung bei Trockenheit, Vermeidung Staunässe, ...)
- Substratentwicklung und -genese, Nutzung von Pflanzenkohle
- Messverfahren & Sensoren (Parameter, Erfahrungsaustausch Funktionalität) zur Erfassung des Bodenwasserhaushalts, von Baumvitalität und Wurzelwachstum (Kapitel 7.2 Planungshilfe „Messprinzipien und -methoden zum Monitoring von Boden-Baum-Wasser“)
- Technische Niederschlagswasserwasserbehandlung und Schadstoffrückhaltung in Substraten (Kapitel 10)



Teilnehmende Institutionen im Forschungsnetzwerk

- | | |
|--|---|
| 1. ACO GmbH | 15. Ingenieurgesellschaft Sieker |
| 2. ARBOR revival | 16. Institut für Stadtgrün |
| 3. Baumschule Lorenz von Ehren | 17. Okeanos Smart Data solutions GmbH |
| 4. bgmr Landschaftsarchitekten | 18. Ostschweizer Fachhochschule / Hochschule für Technik Rapperswil (OST) |
| 5. Bundesamt für Wasserwirtschaft - Institut für Kulturtechnik (BAW) | 19. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) |
| 6. Carbuna AG | 20. Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, Berlin |
| 7. Christian-Albrechts-Universität Kiel | 21. Stadt Bochum - Tiefbauamt |
| 8. Fachhochschule Münster | 22. Technische Hochschule Mittelhessen |
| 9. Grün Stadt Zürich | 23. TU Berlin |
| 10. HafenCity Universität Hamburg | 24. Universität Duisburg - Essen |
| 11. Helmholtz Zentrum für Umweltforschung Leipzig (UFZ) | 25. Universität Hamburg |
| 12. Hochschule Geisenheim | 26. Wavin GmbH |
| 13. Hochschule Koblenz | 27. Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) |
| 14. Hochschule Ruhr-West Mülheim an der Ruhr | |

Abb.: 53 Verortung der am BGS Forschungsnetzwerk teilnehmenden Institutionen (BGS, HCU)

- Umgang mit Tausalz (Planungshilfe Umgang mit Tausalz Kapitel 10.3)
- Systematisierung von Bauweisen optimierter Baumstandorte mit Regenwasserbewirtschaftung (Kapitel 8 Ansätze zur Typenbildung)

Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus den Workshops zu den einzelnen Fokusthemen kurz vorgestellt, weitere sind in Planungshilfen und Kapiteln aufgearbeitet. Diese entstanden im Wesentlichen aus Forschungsergebnissen einzelner Institutionen des Netzwerks und der Diskussion dieser Ergebnisse innerhalb des Forschungsnetzwerks.

BAUMARTEN FÜR STANDORTE MIT REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG

Die Auswahl geeigneter Baumarten für Standorte mit Regenwasserbewirtschaftung erfordert eine sorgfältige Bewertung verschiedener Faktoren, dabei sind die folgenden Leitfragen zentral:

- Welchen Standortbedingungen sind die Arten ausgesetzt?
- Welche Arten bzw. Sorten werden bereits für optimierte Baumstandorte benutzt bzw. haben sich als geeignet herausgestellt?
- Welche Artenlisten bzw. Datenbanken sind zu empfehlen?
- Ist die Salztoleranz von Baumarten ein empfehlenswertes Auswahlkriterium?

Da die Standorteigenschaften auch innerhalb des Spektrums der optimierten Baumstandorte, bedingt durch unterschiedliche geografische, stadträumliche und typologische bzw. technische Ausgestaltungen erheblich variieren, erscheint eine Empfehlung von bestimmten Arten wenig sinnvoll. Vielmehr sollte die Baumartenwahl anhand von Standorttypen, die auf die Eigenschaften des Standorts (u. a. Fläche Einzugsgebiet, Eigenschaften Substrat und umgebender Boden)

zurückzuführen sind, erfolgen. Auch die Toleranz gegenüber Staunässe muss keine Anforderung sein, da in den meisten Systemen nur kurze Zeit mit höheren Wasserständen in der Baumgrube bzw. Überstau zu rechnen ist. Standortgerechte, also an urbane Extrembedingungen wie Hitze, Trockenheit und temporären Überstau angepasste Baumarten sowie eine hohe Artenvielfalt sollten bevorzugt werden. Die Auswahl nach Salztoleranz scheint eher nicht bzw. nicht langfristig empfehlenswert. Ansätze im Umgang mit Tausalz sind in einer Planungshilfe (Kapitel 10.3. Planungshilfe Umgang mit Tausalz) zusammengetragen. Es wird grundsätzlich empfohlen, sich bei der Auswahl geeigneter Baumarten für spezifische Standorte von Fachleuten, etwa aus Baumschulen, beraten zu lassen und auf eine fachgerechte Pflanzung zu achten.

WASSERHAUSHALT VON OPTIMIERTEN BAUMSTANDORTEN

Der Wasserhaushalt von optimierten Baumstandorten hat aufgrund der angestrebten Multifunktionalität eine Vielzahl von Zielsetzungen und auch Bedingungen zu erfüllen, um die Vitalität von Stadtbäumen zu gewährleisten. Die zentralen Fragestellungen, die derzeit innerhalb der Forschung bzw. im BGS Forschungsnetzwerk bearbeitet und diskutiert werden, sind:

- Wirkung von Standorten als Element der Überflutungsvorsorge (Infiltrations-, Retentions- und Versickerungsleistung)
- Wasserversorgung der Bäume bei in Trockenperioden (langfristige Speicherung)
- Vermeidung von Staunässe (verhindern von langanhaltendem Überstau)

Auch bei den Fragestellungen zum Wasserhaushalt variiert die Bewertung hinsichtlich der baulichen Ausgestaltung von Baumstandorten. Entscheidende Faktoren sind einerseits die angeschlossene Fläche, welche in den Standorten entwässert und somit abgekoppelt wird. Andererseits hängt die

Bewertung vor allem von den hydrologischen Eigenschaften des Substrats bzw. der eingebauten Speicherelemente und deren Volumen ab. Bislang zeigt sich an unterschiedlichen Standorten in Pilotprojekten eine hohe hydrologische Effektivität unterschiedlicher Bauweisen. Bei Starkregen ist es in den betrachteten Projekten nur zu kurzen, meist < 24 h dauernden Staunässeereignissen gekommen. Daher sollte Staunässe bei gewissenhafter Planung und Ausführung in den meisten Fällen kein Problem darstellen. Dies gilt ebenfalls für Bauweisen mit unterirdischen Abdichtungen, wenn eine Entleerung von Grobporen durch Drainagen oder angrenzende durchlässige Böden gegeben ist. Inwieweit optimierte Baumstandorte auch bei langfristigen Trockenperioden noch eine ausreichende Wasserversorgung sicherstellen können, hängt im Wesentlichen von der gespeicherten pflanzenverfügbaren Wassermenge ab. Diese Wassermenge wird bestimmt von der nutzbaren Feldkapazität des Substrats, dessen Volumen und dem möglichen Wassertransport innerhalb der Baumgrube (insbesondere bei Standorten mit unvollständiger Durchwurzelung). Zusätzliche technische Speicher wie Zisternen können die Wasserversorgung ergänzen. Auch das Alter, die Art und die Wurzelausbreitung der Bäume spielen eine entscheidende Rolle hinsichtlich des Wasserverbrauchs und -bedarfs der Bäume.

SUBSTRATENTWICKLUNG UND NUTZUNG VON PFLANZENKOHLE

Insbesondere in Österreich und der Schweiz wird mit engem Praxisbezug an (Skelett-)Substraten mit Pflanzenkohle und deren Wirkungen u. a. auf das Wachstum der Bäume geforscht. In Österreich wird das Schwammstadt-Prinzip für Bäume in Anlehnung an das Stockholmer Modell mit verschiedenen Substratmischungen im Labor, an Großlysimetern und auch an verschiedenen städtischen Standorten umfassend getestet (u. a. Zeiser et al. 2023). In der Schweiz werden in mehreren Städten (u. a. Basel, Bern, Zürich) in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Pflanzenverwendung der ZHAW eigene

Substratmischungen entwickelt und getestet. Aktivierte Pflanzenkohle ist in beiden Ländern ein stets verwendeter Zuschlagstoff, da sie durch ihre Eigenschaften wie u. a. die Erhöhung der Wasserhaltekapazität und Schadstoffbindung ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Substrateigenschaften aufweist.

NIEDERSCHLAGSWASSERBEHANDLUNG

Im deutschsprachigen Raum gibt es jeweils eigene landesspezifische Normen hinsichtlich technischer Anlagen bzw. Materialien zum Rückhalt von Schadstoffen aus Niederschlagsabflüssen von unterschiedlichen Flächen (Dächer, Fassaden, Verkehrsflächen). Nach diesen Normen und Richtlinien ist die Belastung des Niederschlagswassers je nach Einzugsgebiet in unterschiedliche Klassen - gering, mäßig, stark verschmutzt - einzuteilen, für die bestimmte Behandlungsverfahren notwendig werden. Die Behandlung muss dann je nach Verschmutzungsgrad über eine bewachsene Bodenzone oder dezentrale Behandlungsanlagen wie Schächte oder Filterrinnen erfolgen. Im Falle von gering bis mäßig verschmutztem Niederschlagswasser kann die Reinigung über eine bewachsene Bodenzone erfolgen. Untersuchungen verschiedener Forschungsinstitute haben gezeigt, dass Substrate für optimierte Baumstandorte die Funktion der bewachsenen Bodenzone ersetzen bzw. unterstützen können. Züricher Baumsubstrate sind bspw. für Schadstoffrückhalt der Belastungsklassen «gering» und «mittel» geeignet (siehe Burkhardt & Patrick 2024).



Abb.: 54 Netzwerktreffen in Pillnitz (HCU)

6.2 AUFBAU UND ERGEBNISSE AUS MONITORING DER PARTNER

Das BGS-Forschungsnetzwerk umfasst Universitäten, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie forschende Firmen und Büros aus Österreich, der Schweiz und Deutschland, die sich mit dem Thema Schwammstadt und Baumpflanzungen in Straßenräumen beschäftigen.

Die Forschungsbereiche, -projekte und -infrastrukturen sind breit gefächert und es werden einige ausgewählte Projekte und Forschungsinfrastrukturen kurz vorgestellt. Im deutschsprachigen Raum wurden in den vergangenen Jahren einige langfristig angelegte Feld- und In-situ-Versuche mit unterschiedlichen Baumstandorten angelegt und messtechnisch begleitet.

VERSUCHSANLAGE DES SÄCHSISCHEN LFÜLG IN PILLNITZ

Ein Feldversuch mit umfangreichen Messungen von Wasserhaushalt und Vitalität der Vegetation an 36 Baumrigolen und jeweils 16 Regengärten und Verdunstungsbeeten unterschiedlicher Bauweisen und Bepflanzung wird am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfÜLG) in Pillnitz durchgeführt (Planung der Versuchsanlage bgmr Landschaftsarchitekten GmbH und Ingenieurbüro Prof. Sieker, 2022).

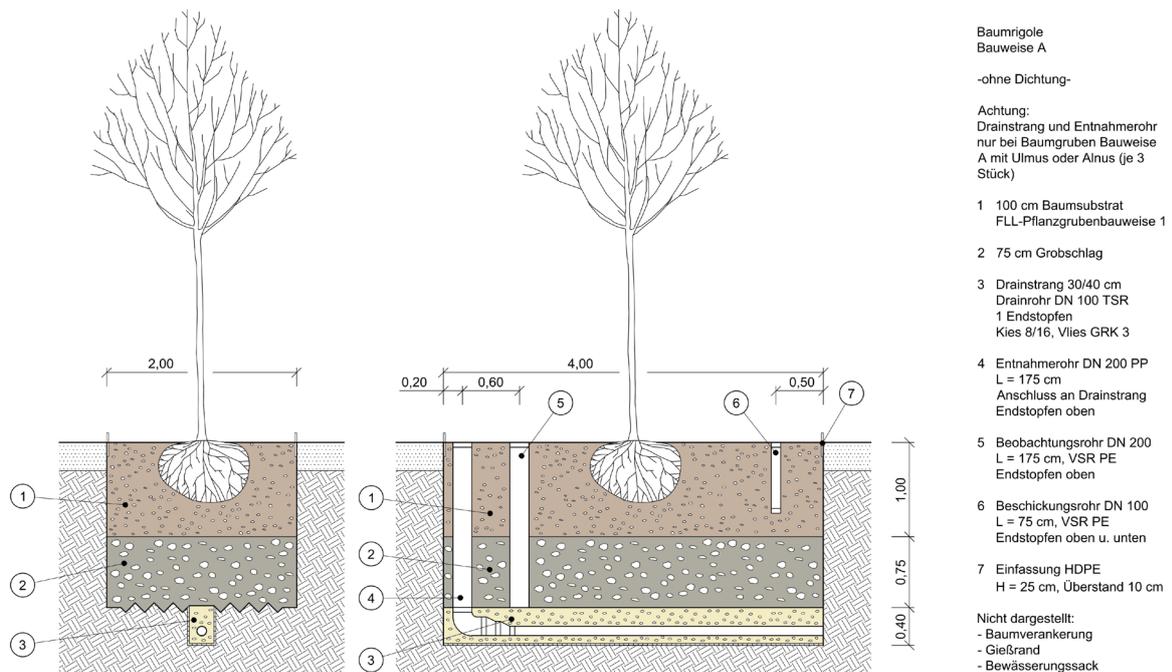


Abb.: 55 Aufbau eines Baumrigolentyps im Feldversuch (LfÜLG).



Abb.: 56 Baumrigolen in der Versuchsanlage Pillnitz (links) und Detailaufnahme eines Dendrometers (rechts) (Kirya Heinemann, HCU).

Es wurden drei unterschiedliche Bauweisen (mit Drainstrang, gedichteter Sohle oder Wanne) mit jeweils vier verschiedenen Baumarten bepflanzt (Carpinus betulus ‚Lucas‘, Gleditsia tracanthos ‚Skyline‘, Alnus spaethii, Ulmus ‚New Horizon‘). Die Vitalitätsentwicklung der Bäume erfolgt durch Bonituren anhand der GALK-Kriterien hinsichtlich Wuchskraft, Kronen-, Stamm und Wurzelbildung, Habitus, Photosynthese und Pflanzengesundheit (Fluorometer), Lichtdurchlässigkeit sowie der Messungen von Saftfluss (Dendrometer). Weiterhin werden Parameter wie Bodenfeuchte und -temperatur, die Sickerleistung (Beobachtung), Wetterdaten (Niederschlag, Temperatur, Wind, Luftfeuchte, Strahlung) und bodenphysikalische und bodenchemische Parameter erfasst.

FORSCHUNGEN ZUM SCHWAMMSTADT-PRINZIP FÜR BÄUME IN ÖSTERREICH

Das Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt des Bundesamts für Wasserwirtschaft (BAW) begleitet seit mehreren Jahren federführend die messtechnischen Untersuchungen der österreichischen Adaption des Stockholmer

Modells. Der Fokus liegt bei dem System auf der Verbesserung der Langlebigkeit und Vitalität der Bäume im verbauten Raum, die durch die hydrologische Funktionalität gefördert werden soll. Dementsprechend sind auch die Messungen an unterschiedlichen Standorten ausgelegt. Es werden u. a. Substratuntersuchungen im Labor zur Testung von Feinsubstratmischungen, Weiterentwicklung und Testung von Labormethoden und Versuche zur Schadstoffrückhaltung von Substraten durchgeführt. An verschiedenen Standorten werden außerdem Freiland- bzw. In-situ-Versuche (Leonhardgürtel & Gradnerstraße Graz, Seestadt Wien) und Groß-Lysimeterversuche mit je 15 m³ Substrat (Jägerhausgasse Wien) durchgeführt. Diese dienen zur Charakterisierung des Bodenwasserhaushalts, der Wurzelausbreitung und der Vitalitätsbewertung der Bäume. Folgende Parameter werden erfasst.



Abb.: 57 Schwammstadt für Bäume mit vorgeschaltetem Tiefbeet im Leonhardgürtel Graz (Michael Richter, HCU) und duales Tiefbeet in Wien (Anna Zeiser)

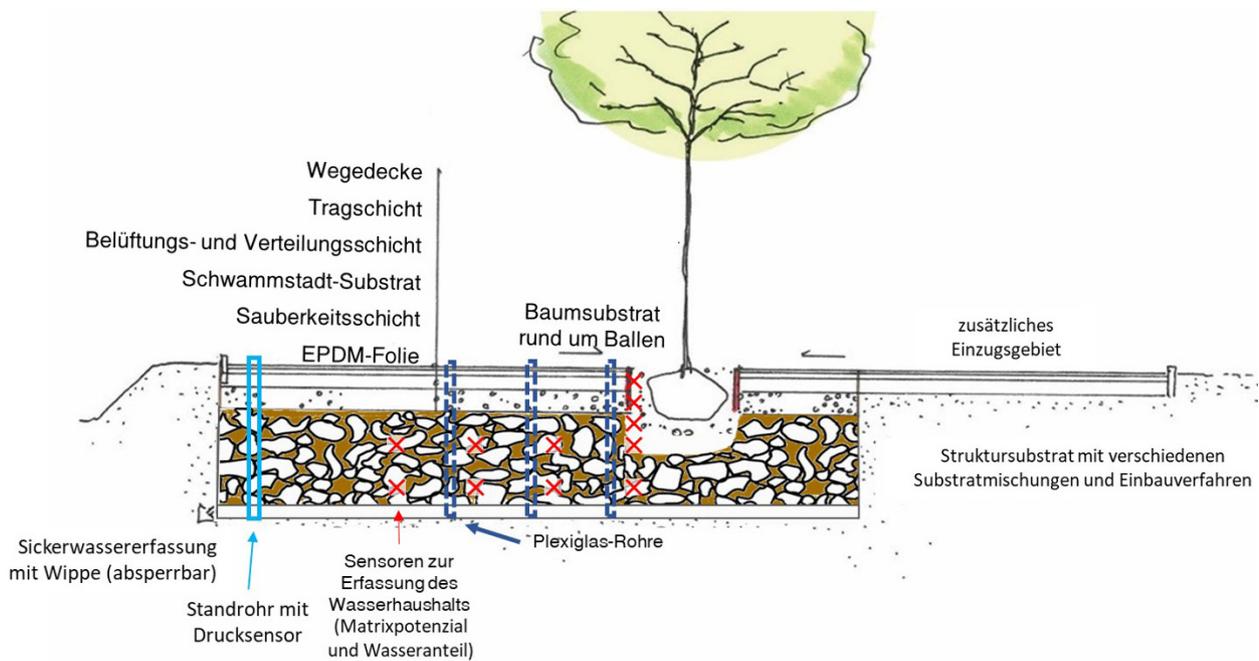


Abb.: 58 Systemskizze Schwammstadt-Lysimeter in Wien (BAW)

Untersuchung der Wurzel ausbreitung im Schwammstadtsubstrat:

- Plexiglasrohre (Rohr-Rhizotrone) und visuelle Erkundung mittels endoskopischer Kamera
- Bodenwasserhaushaltssensoren

Untersuchung der Wasserversorgung der Bäume und Versickerung von Starkregenereignissen:

- Substrat-Charakterisierung im Labor
- Bodenwasserhaushaltssensoren (MatrixPotential, Wasseranteil)
- Saftstrom- und Dendrometermessungen an den Bäumen
- Messungen im Lysimeter: Freiauslauf, Flutungsversuch

Untersuchung der Baumvitalität:

- Dendrometer
- Saftstromverläufe
- Bonitierungen 1x/Jahr
- tw. Blattanalysen 1x/Jahr
- Visuelle Einschätzungen über Fotos

Untersuchung des Wasserhaushalts und der Wasserflüsse:

- Bodenwasserhaushaltssensoren an verschiedenen Positionen
- Aufnahme und Analyse der Zu- und Abflüsse (nach Möglichkeit) (z. B. Ultraschallsensor in Zulaufrohr von Dachwasser)

ENTWICKLUNG VON SCHWAMMSTADT-BAUSTEINEN AN DER ZHAW

Die Forschungsgruppe Pflanzenverwendung der ZHAW entwickelt konzeptionell und im Rahmen von Pilotprojekten Schwammstadtbausteine und Baumsubstrate u. a. für die Städte Basel, Bern, Luzern und Zürich. Pilotanlagen mit Messungen in Basel, Bern, Wädenswil und Zürich dienen der Untersuchung der Wirkung der Straßenentwässerung, von überbaubaren Substraten und von Substraten mit unterschiedlichen Pflanzenkohleanteilen auf das Wurzelwachstum, Baumvitalität, Bodenhaushalt und das Mikroklima. Die Messungen umfassen folgende Parameter.

Baumvitalität & Wurzelwachstum:

- Plexiglasrohre (Rohr-Rhizotrone) und Erkundung mit Rohrkamera
- Bonituren, Spezifische Blattflächen, LAI
- Saftflussmessungen

Bodenwasserhaushalt & Mikroklima:

- Bodentemperatur und –feuchtigkeit
- Chemische und physikalische Eigenschaften der verschiedenen Substratschichten
- Lufttemperatur und –feuchtigkeit, Niederschlagsmenge, Strahlungsintensität



Abb.: 59 Schwammstadt-Baustein Giessereistraße Zürich (links: Michael Richter, HCU), Versuchsaufbau zur Untersuchung der Wurzelentwicklung auf dem ZHAW Campus (rechts: Kirya Heinemann, HCU)



Abb.: 60 Pilotprojekt Schosshaldenfriedhof Bern (links: Kirya Heinemann, HCU), Feldversuch Substratentwicklung Stadtgärtnerei Basel (rechts: ZHAW / FG Pflanzenverwendung)



UNTERSUCHUNGEN ZUR NIEDERSCHLAGSWASSERBEHANDLUNG AN DER OST

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC) und das Institut für Landschaft und Freiraum (ILF) arbeiten gemeinsam an Projekten zu Schwammstadt-Konzepten. Es werden Demonstrationsprojekte wie das „Cool-Green D&D Rigolensystem“ und Substrate entwickelt. Im Technikum des UMTEC werden unterschiedliche Testverfahren (Simulierte Feldtest im Schachtversuch, Säulenversuche) zum Schadstoffrückhalt von Pflanzsubstraten, Adsorbersubstraten und Versickerungsböden durchgeführt. Am Demonstrationsobjekt „Cool-Green D&D“ werden neben den Wetterdaten auch das Gesamtgewicht des Systems aufgezeichnet (Waage), wodurch die Zunahme der Biomasse und der Wasserhaushalt quantifizierbar ist. Weitere Parameter sind:

- Bodenfeuchte, -temperatur und -leitfähigkeit
- Saftflusssensor
- Blatttemperatursensor
- Kippwaagen für Zufluss und Abfluss

Die aufgezeichneten Daten sind kontinuierlich online abrufbar: <https://baumrigole.azurewebsites.net/plot/>

FORSCHUNG ZU OPTIMIERTEN BAUMSTANDORTEN AM UFZ LEIPZIG

Am UFZ Leipzig werden im Rahmen des Projekts Leipziger Blau-grün und des PhD College CLEANER unterschiedliche Aspekte des Wasser- und Schadstoffhaushalts von optimierten Baumstandorten untersucht. In der Kasseler Straße in Leipzig wurden dafür unterschiedliche Typen von Baumrigolen gebaut, bei welchen Untersuchungen der Baumvitalität und



Abb.: 61 Oben links: Schichtenanlagen zur Simulation von Feldtests (Kirya Heinemann, HCU)

Abb.: 62 Unten links und rechts: Anlage zum Test von Adsorbersubstraten (links: Sven Hübner, bgmr), Vorführung Cool-Green D&D (rechts: Kirya Heinemann, HCU).

Abb.: 63 Oben rechts: Baumrigole in der Kasseler Straße (Michael Richter, HCU)

Wasserbilanzen einen Vergleich von Baumrigolen und regulären Straßenbaumstandorten ermöglichen sollen. Außerdem wird das Spektrum an Chemikalien im Substrat und Wasser im Auffangbecken analysiert, um die Wasserqualität und die Abbauleistung von Mikroschadstoffen zu bewerten. Das soll zur Entwicklung von Adsorptionssystemen beitragen. Die Anlagen werden ergänzt durch Containerversuche mit Baumstandorten auf dem UFZ Campus. Durch das PhD College CLEANER werden stoffbezogene Fragestellungen im Rahmen von Dissertationen untersucht. Die Untersuchten Parameter umfassen u. a. folgende.

Auswirkung der zusätzlichen Wasserzufuhr auf die Baumvitalität:

- Bonituren
- Vegetationsmonitoring

Vergleich verschiedener Baumrigolen und Straßenbäumen

- Pegelmessungen in Baumrigolen
- Bodenwassergehalte

Analytik Substrat und Wasser im Speicher

- Wasser: übliche Qualitätsparameter für Wasser
- Substrat: organische Schadstoffe, Mikroplastik, etc.

PROJEKT BEGRÜKLIM FACHHOCHSCHULE MÜNSTER

Im Projekt Bewässerungskonzepte für Straßenbegleitgrün wurde ein System mit einem unterirdischen Wasserspeicher am Baumstandort entwickelt, der Niederschlagswasser auffängt und zur langfristigen Bewässerung dienen soll. Am Pilotstandort in Nottuln wurde untersucht, ob sich das System zur langfristigen Bewässerung eignet und Trockenstress vermieden werden kann. Dazu werden u. a. Füllstände in den Bewässerungstanks, Bodenfeuchte und Niederschläge gemessen.

Konzept BeGRüKlim

- 1** Bewässerungsrost
- 2** Bewässerungsspeicher
- 3** Retentionsraum
- 4** Bewässerungsnetz
- 5** Wurzelstern

- 1** Dachentwässerung
- 2** Niederschlag
- 3** Baumbewässerung
- 4** Überlauf
- 5** Versickerung
- 6** Notüberlauf



Abb.: 64 Konzept des Bewässerungssystems im Projekt BeGRüKlim (Humberg GmbH, FH Münster)

7

ERGEBNISSE BGS-MONITORING

7.1 ERGEBNISSE DES MONITORINGS ZUM BODENWASSER- UND GASHAUSHALT DER BAUMSTANDORTE IN HAMBURG

An zwei Standorten in Hamburg wurden aufwendige Messsysteme installiert, mit deren Hilfe die Dynamik des Wasser- und Gashaushalts innerhalb verschiedener Pflanzgrubensysteme gut abgebildet werden konnten. Das Verhalten des Bodenwasserhaushalts wurde anhand des volumetrischen Wassergehalts und der Wasserspannung gemessen, der Bodengashaushalt mithilfe des Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidgehalts der Bodenluft.

Bedingt durch die spezifischen Baukonstruktionen war eine vollständige Quantifizierung der Wasserflüsse nicht möglich, obwohl an beiden Standorten ein hoher Messaufwand betrieben wurde. Gleichwohl konnte durch das Monitoring gezeigt werden, dass an beiden Standorten innerhalb der Messlaufzeit im Bodenwasser- und Gashaushalt keine gesicherten Unterschiede zwischen den Varianten Rigole und Referenz vorliegen.

In der ersten Vegetationsperiode nach Verfüllung der Pflanzgruben mit den Substraten wurden an beiden Standorten geringe Sauerstoffgehalte erfasst, was durch mikrobielle Abbauprozesse des Pflanzgrubensubstrats verursacht sein kann. Die Sauerstoffgehalte stabilisierten sich in den darauffolgenden Vege-

tationsperioden und schwankten in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen. Die Wasserspannungen spiegelten eine deutliche Dynamik je Baum wider und machten eine zeitlich aufeinanderfolgende Wurzelausbreitung innerhalb der Pflanzgruben nachvollziehbar. Der Effekt der besseren Wassernachlieferung (Kapillarhub) in den Varianten der Rigolen gegenüber den Referenzen konnte an den Standorten innerhalb der ersten Vegetationsperioden messtechnisch nicht nachgewiesen werden.

Auch unterschieden sich an beiden Standorten die relevanten Vitalitätsparameter der Bäume in der Rigole in den untersuchten Vegetationsperioden nicht von denen der Referenzen.

Die Untersuchungen spiegeln den Bodenwasserhaushalt von neu hergestellten Standorten wider. Ob und in welchem Umfang sich die Standortbedingungen in den verschiedenen Bauvarianten langfristig entwickeln, ist noch nicht untersucht und bedingt längere Messreihen. Bei einem langfristig angelegten Monitoring ist allerdings immer die Laufzeit der Sensoren zu berücksichtigen. Es kam in den gemessenen Zeiträumen nicht zum Überstau des Wurzelraums.

AUFBAU DES MONITORINGSYSTEMS

Das sensorgestützte Monitoring von Pflanzgruben zielt auf die Untersuchung des Einflusses verschiedener Bauformen auf den Bodenwasser- und Gashaushalt und deren Vitalität ab.

Die Untersuchung folgt einem Konzept zur Erprobung der Messmethodik in zwei Pflanzgrubenvarianten unterschiedlich technischer Ausstattung (mit und ohne Wasserzuleitung und -speicherung) und mit unterschiedlichen Substraten (FLL

Typ II überbaubar und LSBG 5 Substrat⁷). Hierzu wurden Wasserspannungs- und volumetrische Wassergehaltssensoren, CO₂- und O₂-Sensoren sowohl in Pflanzgruben in der Fußgängerzone von Hamburg-Harburg (siehe Abbildung 67) als auch in Pflanzgruben an einer Hauptverkehrsstraße in Bergedorf instrumentiert. Zudem wurden Gaslanzen und Gasschläuche zur diskontinuierlichen Beprobung von O₂ und CO₂ gesetzt.

⁷ LSBG 5 Substrat: Ein vom Landesamt für Straßen, Brücken und Gewässer in Hamburg entwickeltes überbaubares Baumsubstrat für den Straßenraum mit hohem Schotteranteil

Die zwei Standorte bieten die Möglichkeit den Einfluss unterschiedlicher Wasserzuleitungen (Dachflächen und Fahrbahnflächen) zu untersuchen.

Der Aufbau des Monitoringsystems am Standort Hölertwiete im Bezirk Harburg erfolgte im Rahmen des Umbaus „Marktplatz Sand“ von März bis Mai 2020 und wurde ab Mai 2020 in Betrieb genommen. In der ersten Bauvariante erfolgt die Wasserzuleitung von angrenzenden Dachflächen in einen Schacht, von dem aus das Niederschlagswasser in einen unterirdischen Wasserspeicher und eine darüber liegende Rigole/Pflanzgrube verteilt wird (Variante „Rigole“) (Abb. 65).

Die zweite Variante wurde als Referenzstandort, der den Pflanzgruben am Standort Marktplatz Sand entspricht und keine technischen Veränderungen aufweist, ausgestaltet. Die Messungen erfolgten in allen Pflanzgruben zwischen Mai 2020 und Dezember 2023.

Die Instrumentierung des Standortes Am Beckerkamp im Bezirk Bergedorf erfolgte im Rahmen der Bauarbeiten der Straßen Am Beckerkamp und Habermannstraße im November 2020. Das Messsystem wurde ab Dezember 2020 in Betrieb

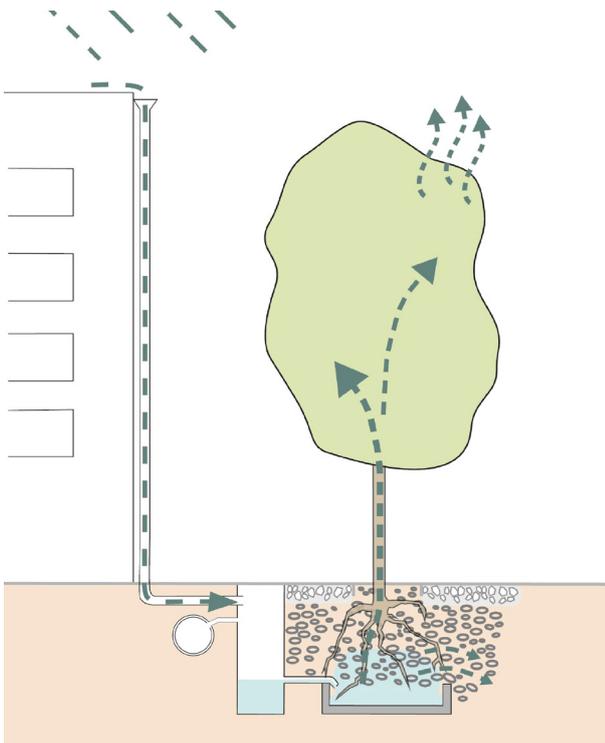


Abb.: 65 Systemskizze der „Rigolen“-Standorte in der Hölertwiete (BGS, HCU)

genommen. In dem Monitoring wird eine Variante „Rigole“ und eine Variante „Referenz LSBG 5 Substrat“ mit jeweils drei Pflanzgruben betrachtet. In dem Rigolensystem mit LSBG 5 Substrat besteht der Zulauf aus dem Abfluss der Fahrbahn (Abb. 66). In allen Pflanzgruben wurden die Sensoren in 4 Tiefen in einem Zweischichtaufbau aus dem LSBG 5 Substrat in 2 unterschiedlichen Distanzen zum Baum und zusätzlich in den Pflanzballen eingebracht. Die Messungen in der Rigole und Referenz LSBG 5 Substrat erfolgten zwischen Dezember 2020 und Dezember 2023.

BODENWASSERHAUSHALTSDYNAMIK

Alle Varianten der Standorte Hölertwiete und Am Beckerkamp weisen eine innerhalb des Jahresverlaufs gegenläufige Wasserspannungs- und Wassergehaltsdynamik auf. Dieser Zusammenhang wird an der beispielhaften Darstellung der genannten Messparameter im Pflanzballen in 10 cm Tiefe in den Vegetationsperioden 2020 und 2021 am Standort Hölertwiete deutlich (siehe Abb. 68).

Im Herbst und Winter sind die Pflanzgruben durch hohe Wassergehalte und niedrige Wasserspannungen gekennzeichnet, die

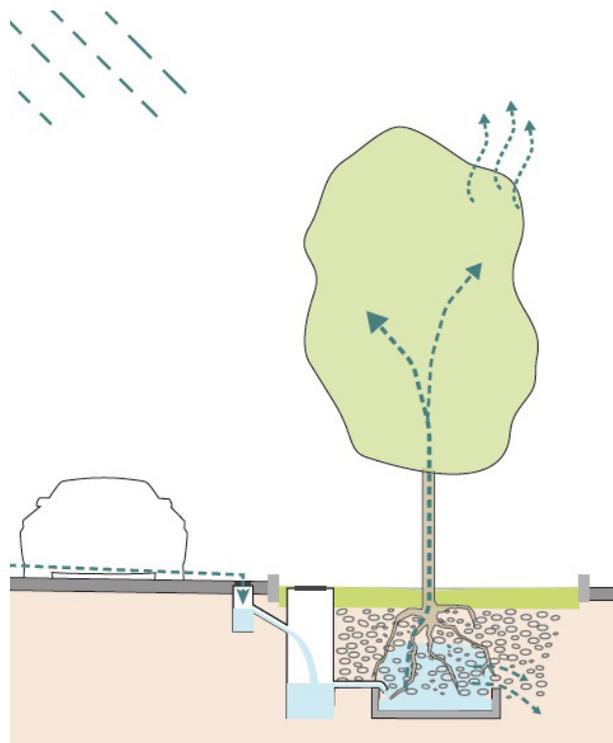


Abb.: 66 Systemskizze der „Rigolen“-Standorte Am Beckerkamp (BGS, HCU)

auf ausreichend Niederschläge und das Auffüllen des Bodenwasserspeichers in allen Tiefen zurückzuführen sind. Während der Vegetationsperiode in den Monaten Mai bis September findet eine Abnahme

der Wassergehalte und ein Anstieg der Wasserspannungen statt. Ursächlich hierfür sind die Verdunstung nahe der Bodenoberfläche sowie die Entnahme des Bodenwassers über die Baumwurzeln aufgrund des

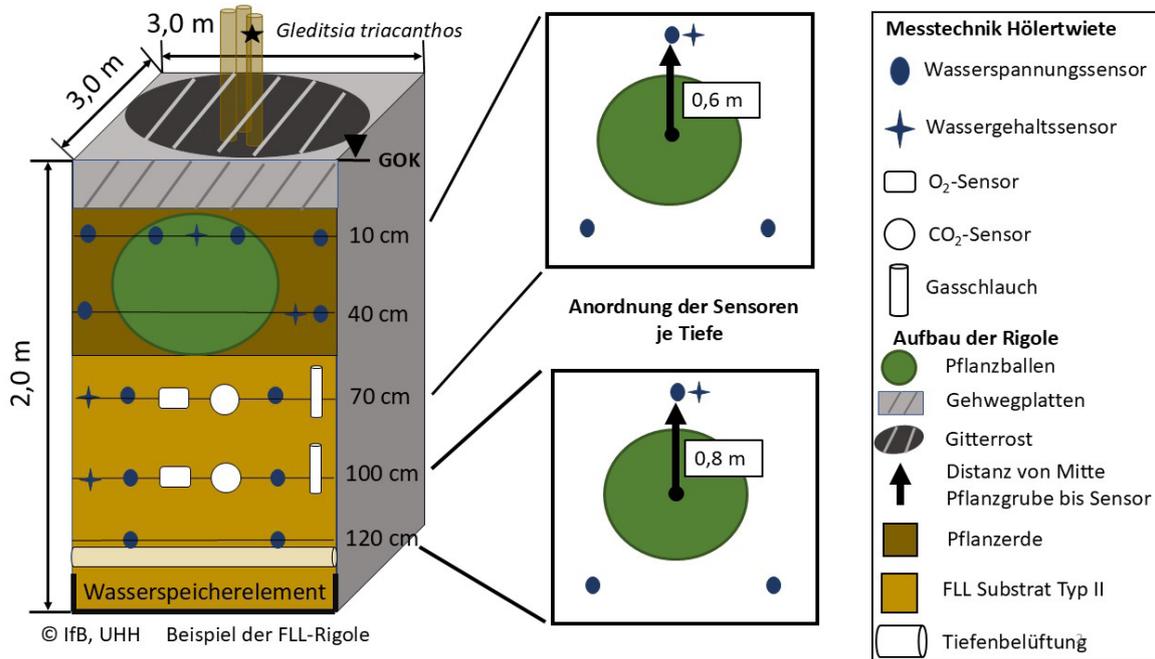


Abb.: 67 Systemskizze der in der Höllertwiete gebauten Baumrigolen mit Sensoren (IfB, Uni HH Eschenbach und Nofz)

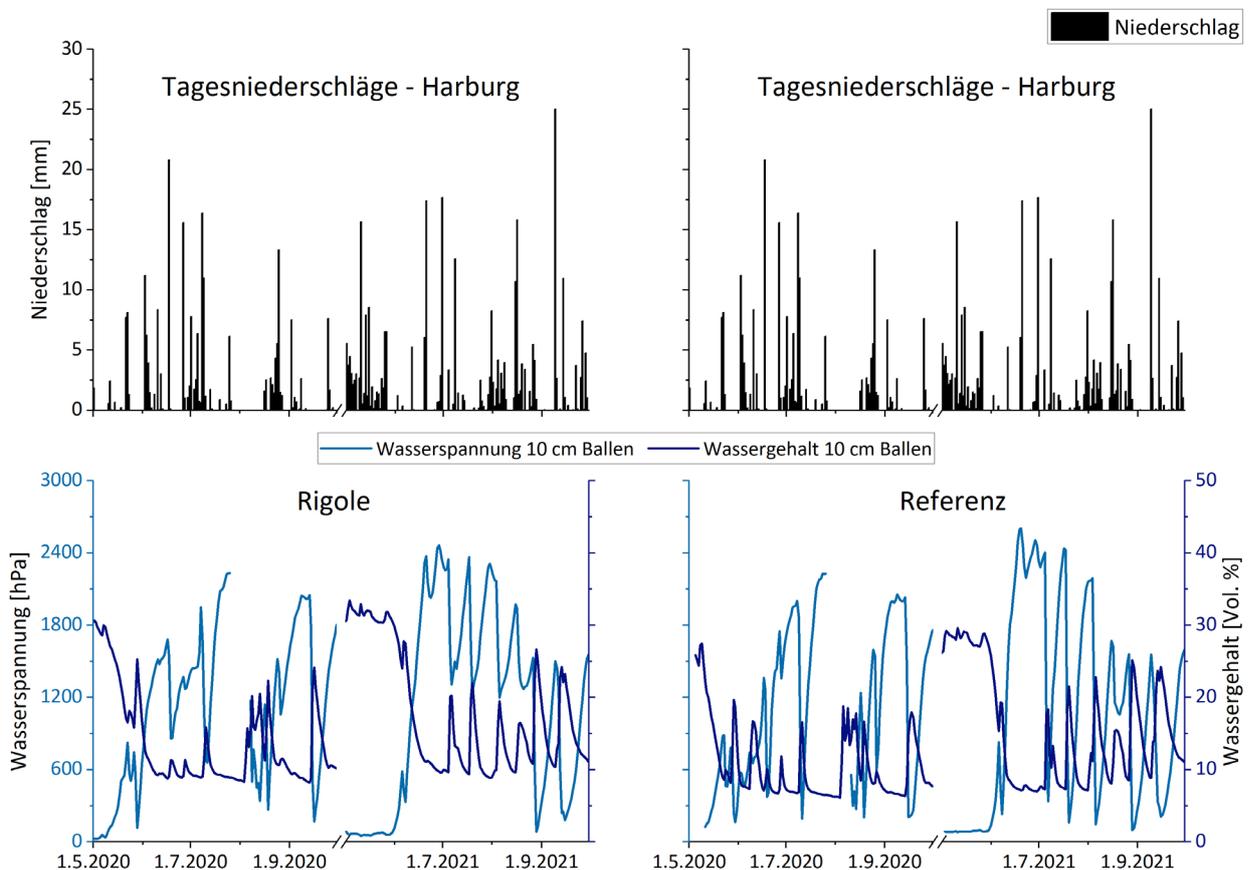


Abb.: 68 Wassergehalte und Wasserspannungen in der Tiefe 10 cm Pflanzballen in der Rigole und Referenz und Niederschlagsdaten (HAM-BURG WASSER) am Standort Höllertwiete in den Vegetationsperioden 2020 und 2021 (IfB, Uni HH Eschenbach und Nofz)

Transpirationssogs. Unterbrochen wird der kontinuierliche Rückgang des Wassergehalts durch Gieß- und Niederschlagsereignisse. Die kleinräumige Ausstattung mit Wassergehalts- und Wasserspannungssensoren in denselben Tiefen ermöglicht ein sensitives Monitoring, das auf Jahreszeiten spezifische Prozesse im Bodenwasserhaushalt reagiert.

Um absicherbare Ergebnisse erzielen zu können, wurden jeweils mehrere Pflanzgruben einer Bauart mit Sensoren instrumentiert. In Abhängigkeit von Bauausführung, Dimensionierung und jeweiliger Baumentwicklung unterscheiden sich Bodenwasserspannungen und -gehalte der Replikate in den jeweiligen Bodentiefen. Die einzelnen Wasserspannungskurven sind am Beispiel der drei Pflanzgruben der Variante Rigole LSBG 5 Substrat am Standort Am Beckerkamp in Abb. 69 dargestellt. Aufgrund des Datenausfalls in der Tiefe 140 cm wird diese in den darauffolgenden

Abbildungen nicht weiter betrachtet.

Die Wasserspannungen in der Abb. 69 zeigen in den verschiedenen Tiefen oft eine ähnliche Dynamik. Generell lassen alle Replikate nach Niederschlägen einen schnellen Abfall der Wasserspannungen beobachten. Es bestehen jedoch deutliche Unterschiede in Niveau und Ausprägung von Austrocknungsphasen als auch in der Reaktion auf Niederschlagsereignisse. Ein direkter Vergleich der Varianten Rigole und Referenz ist durch diese Unterschiede zwischen den Replikaten erschwert. Im Folgenden findet ein Vergleich zwischen Rigolen und Referenzen anhand der Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Replikate statt (siehe Abb. 70 und 71).

Die Bodenwasserspannung von 1200 hPa stellt einen wichtigen bodeninternen Trockenstressgrenzwert dar (Schütt et al. 2022), der in der ersten beiden Vegetationsperioden 2020 und 2021 in der Hölertwiete bis in die Tiefe

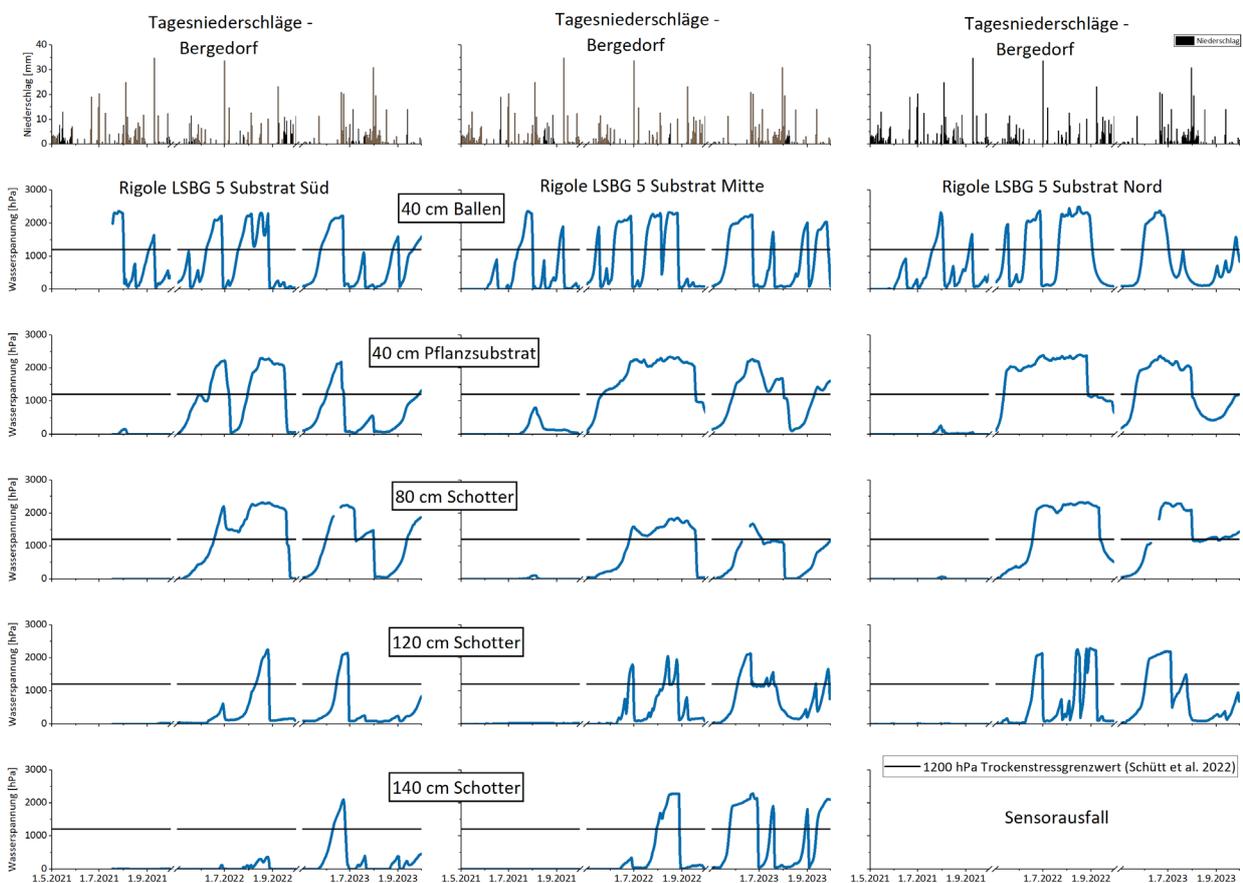


Abb.: 69 Wasserspannungen in allen Tiefen des Pflanz- und LSBG 5 Substrats in den Rigolen und Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER) am Standort Am Beckerkamp in den Vegetationsperioden 2021 bis 2023 (IfB, Uni HH Eschenbach und Nozf)

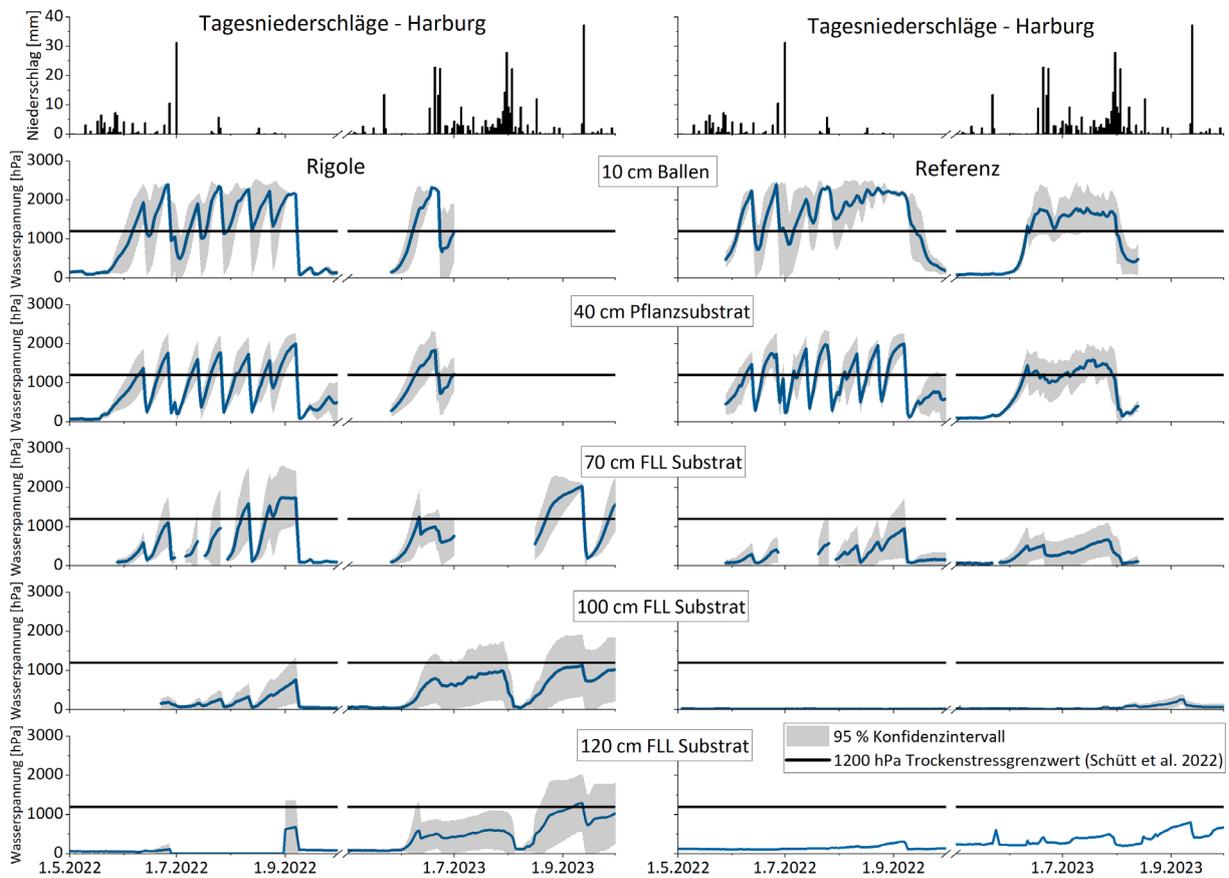
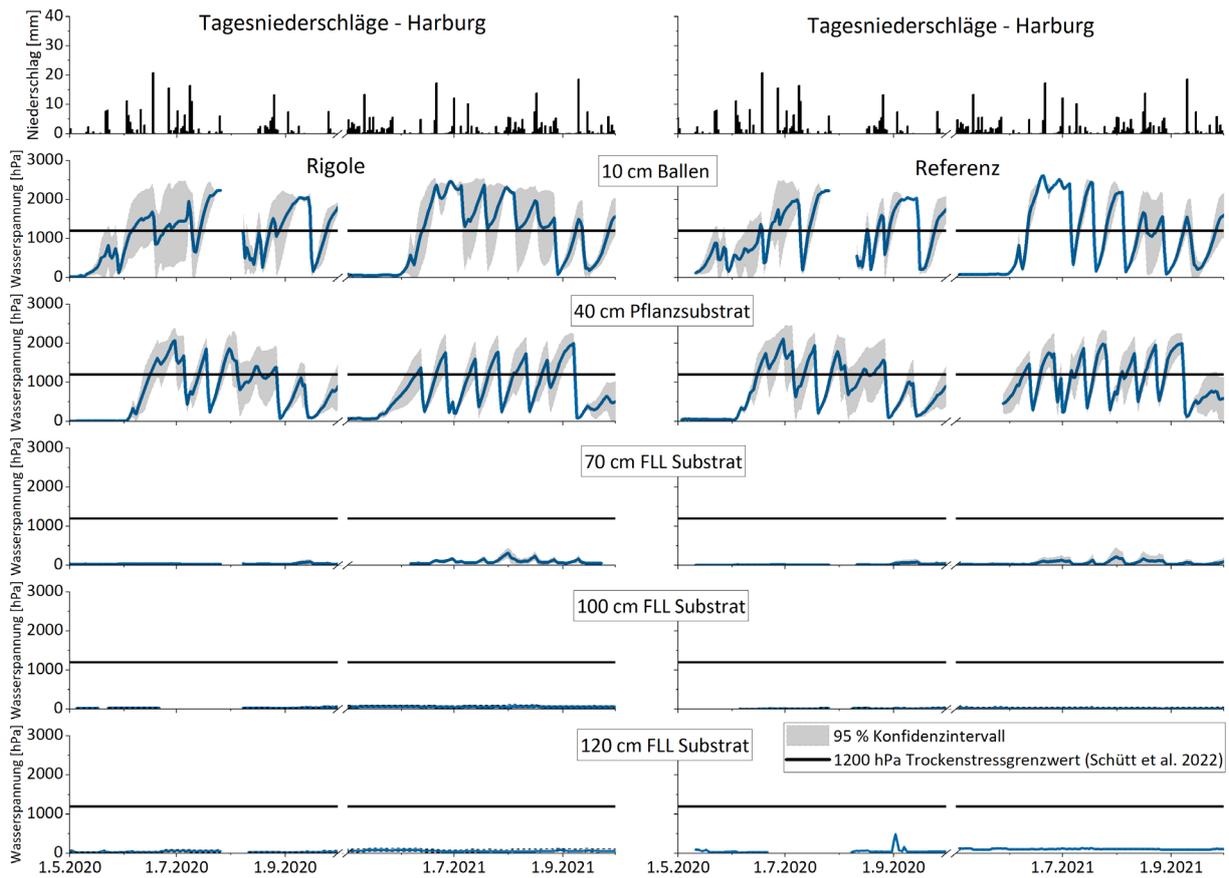


Abb.: 70 Gemittelte Wasserspannungen und 95 % Konfidenzintervalle in allen Tiefen des Pflanz- und FLL Substrats in der Rigole und Referenz und Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER) am Standort Hölertwiete in den Vegetationsperioden 2020 und 2021 (oben) und in den Vegetationsperioden 2022 und 2023 (unten) (IfB, Uni HH Eschenbach und NoFz)

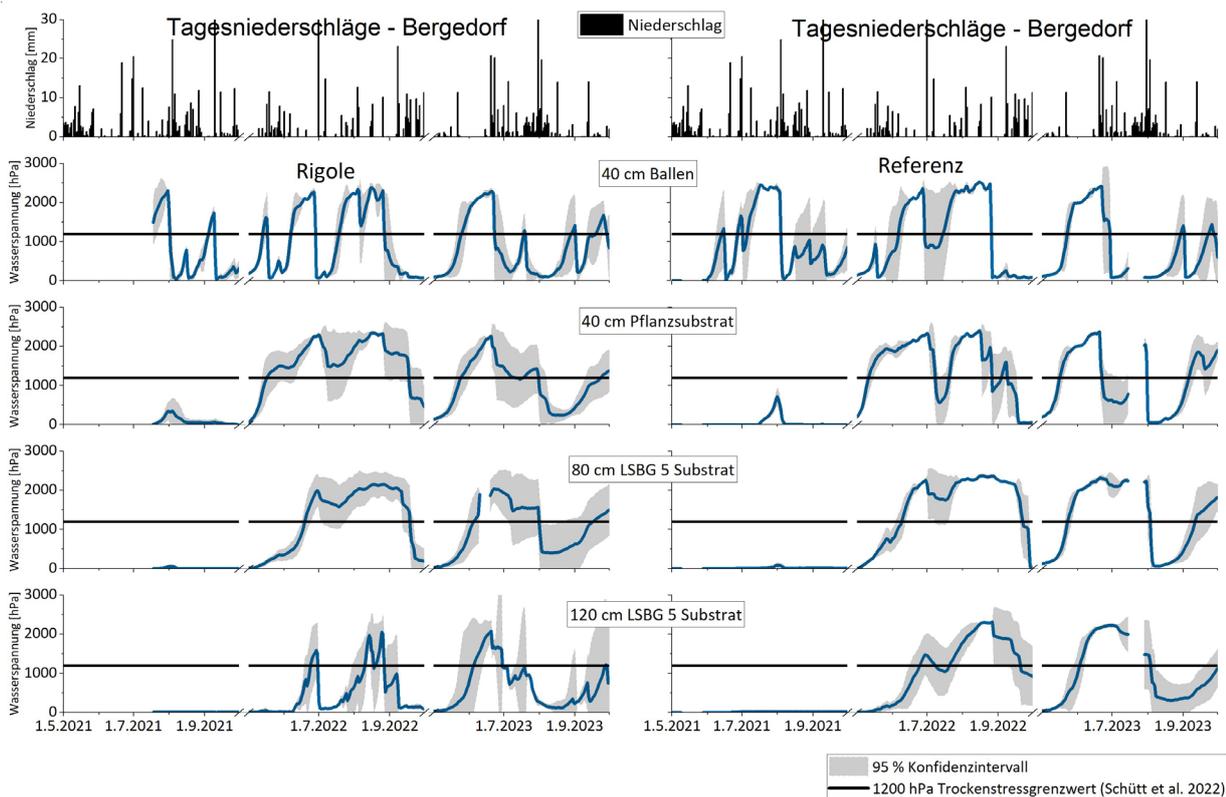


Abb.: 71 Gemittelte Wasserspannungen und 95 % Konfidenzintervalle in den Tiefen 40 cm Ballen bis 120 cm LSBG 5 Substrat in der Rigole und Referenz und Niederschlagsdaten am Standort Am Beckerkamp in den Vegetationsperioden 2021 bis 2023 (IfB, Uni HH Eschenbach und Nofz)

von 40 cm im Pflanzsubstrat überschritten wird (Abb. 70 oben). Am Beckerkamp beschränkt sich die Überschreitung des Grenzwertes in der ersten Vegetationsperiode 2021 auf die Tiefe 40 cm Ballen (Abb. 71). Demgegenüber zeigen die kontinuierlich niedrigen Wasserspannungen und hohen Wassergehalte in den Tiefen > 40 cm bei beiden Standorten nasse Bedingungen auf. Diese können durch die Wassernachlieferung durch Niederschlags- und Gießereignisse bei gleichzeitiger unvollständiger Wurzel ausbreitung erklärt werden.

In der dritten Vegetationsperiode 2022 am Standort Hölertwiete ist bei beiden Varianten erstmals ein Anstieg der Wasserspannung in der Tiefe 70 cm FLL beobachtbar. In der Rigole wird der Trockenstressgrenzwert zeitweilig überschritten. In der darauffolgenden Vegetationsperiode 2023 ist in der Rigole, ebenfalls im August und September, ein Wasserspannungsanstieg bis an den genannten Grenzwert auch in der Tiefe 100 cm und zum Teil in 120 cm Tiefe ersichtlich (Abb. 70 unten).

Der Prozess einer zeitlich aufeinanderfolgenden Überschreitung von 1.200 hPa, auch in größeren Tiefen, kann auf eine von Vegetationsperiode zu Vegetationsperiode zunehmende vertikale und horizontale Wurzel ausbreitung innerhalb der Pflanzgrube zurückgeführt werden. Trotz der Regenereignisse und einer damit verbundenen Wassernachlieferung, die im August einen Abfall der Wasserspannungen verursacht, führt die kontinuierliche Wurzelwasserentnahme zum Teil zu einem Anstieg der Wasserspannungen in den genannten Monaten.

Die Wasserspannungen der Referenz in den Tiefen 100 und 120 cm zeigen weiterhin nasse Bedingungen auf. Diese spiegeln sich wiederum in den hohen Wassergehalten in der Referenz in den Tiefen 70 und 100 cm im Zeitraum von August bis September 2023 wider und sind mit den Gehalten aus 2022 vergleichbar.

Insgesamt ist in den oberen Tiefen bis 40 cm Pflanzsubstrat zwischen den Varianten Rigole und Referenz kein Unterschied in den Wasserspan-

nungen feststellbar. In den Tiefen 70 und 100 cm besteht die Tendenz einer stärkeren Austrocknung in der Rigole ggf. aufgrund einer erhöhten Wurzelwasserentnahme (stärkere Durchwurzelung) gegenüber der Referenz. Doch sind diese Tendenzen aufgrund der Breite der Konfidenzintervalle statistisch nicht abzusichern. Auch in der Tiefe von 120 cm unterscheiden sich die Daten statistisch nicht voneinander.

In den drei Varianten am Standort Am Beckerkamp sind bereits in der zweiten Vegetationsperiode 2022 die Überschreitung des Trockenstressgrenzwertes in der Tiefe von 80 cm zu beobachten. Hierbei treten in der Variante Rigole und Referenz LSBG 5 Substrat im Zeitraum von Mitte Juni bis Mitte September 2022 kontinuierlich hohe Wasserspannungen oberhalb der 1.200 hPa Grenze auf. Auch in der Tiefe von 120 cm zeigt sich in der Vegetationsperiode 2022 bei beiden Varianten eine kontinuierliche Überschreitung des Trockenstressgrenzwertes, die sich in der darauffolgenden Vegetationsperiode 2023 fortsetzt. Die in der Rigole in 120 cm Tiefe in beiden Vegetationsperioden bestehende Tendenz etwas geringerer Wasserspannungen ist nicht eindeutig auf eine bessere Wasserbereitstellung durch das Wasserspeicherelement oder einer geringeren Durchwurzelung in der genannten Tiefe zurückzuführen (Abb. 71). Der Effekt der besseren Wassernachlieferung (Kapillarhub) in den Varianten der Rigolen gegenüber den Referenzen konnte an den Standorten innerhalb der ersten Vegetationsperioden messtechnisch nicht nachgewiesen werden.

Insgesamt ist jedoch bei beiden Varianten am Standort Am Beckerkamp aufgrund der bereits in der zweiten Vegetationsperiode bis in eine Tiefe von 120 cm auftretende Überschreitung von 1.200 hPa auf eine ab da starke vertikale und horizontale Wurzelausbreitung zu schließen.

BODENGASHAUSHALTSDYNAMIK

Die kontinuierlichen Messungen der Sauerstoff- und Wassergehalte zeigt, dass ebenso wie die Wasserspannungen und Wassergehalte auch die Sauerstoffgehalte- und Wassergehalte eine

gegenläufige intraannuelle Dynamik aufweisen, wobei O₂ zusätzlich durch Respirationsprozesse im Boden (Wurzelatmung und Respiration der mikrobiellen Biomasse) in der Vegetationsperiode beeinflusst wird. Hierbei gelten 15 und 10 % O₂ in der Bodenluft als Grenzwerte der uneingeschränkten Wurzelaktivität und des Pflanzenwachstums (Dexter 1988, Leh 1989, Day und Bassuk 1994, Sojka und Scott 2002) (siehe Abb. 72 und 73).

In den ersten Vegetationsperiode 2020 am Standort Hölertwiete (in Abb. 72 oben) und 2021 am Standort Am Beckerkamp (in Abbildung 73) kommt es bei allen Varianten in den Tiefen 70 und 100 cm zu Unterschreitungen des unteren O₂-Grenzwertes. Erst am Ende der ersten Vegetationsperiode nähern sich die O₂-Gehalte dem Wert 10 % an bzw. überschreiten diesen erstmals. Eine Ursache können mikrobielle Abbauprozesse des Pflanzgrubensubstrates sein.

Während der zweiten Vegetationsperiode 2021 in der Hölertwiete haben sich die O₂-Gehalte stabilisiert, ebenso wie in der zweiten Vegetationsperiode 2022 am Standort Am Beckerkamp. Verursacht durch tageweise hohe Niederschläge kommt es zum Teil zu kurzzeitigen Unterschreitungen des 10 % O₂-Grenzwertes. Der Grenzwert von 15 % O₂ wird bei beiden Varianten am Standort Hölertwiete in der gesamten zweiten Vegetationsperiode weiterhin unterschritten. Im Gegensatz dazu kommt es am Standort Am Beckerkamp nur zur kurzzeitigen Unterschreitung des oberen O₂-Grenzwertes.

In der dritten Vegetationsperiode am Standort Hölertwiete liegen die Gehalte in beiden Tiefen, mit Ausnahme einer Grenzwertunterschreitung in der Rigole im Juli in 70 cm Tiefe, konstant oberhalb des 10 % O₂-Grenzwertes. In der darauffolgenden Vegetationsperiode 2023 sinken die O₂-Gehalte lediglich im Ereignisfall hoher Niederschläge unterhalb des oberen O₂-Grenzwertes von 15 % (siehe Abbildung 72 unten).

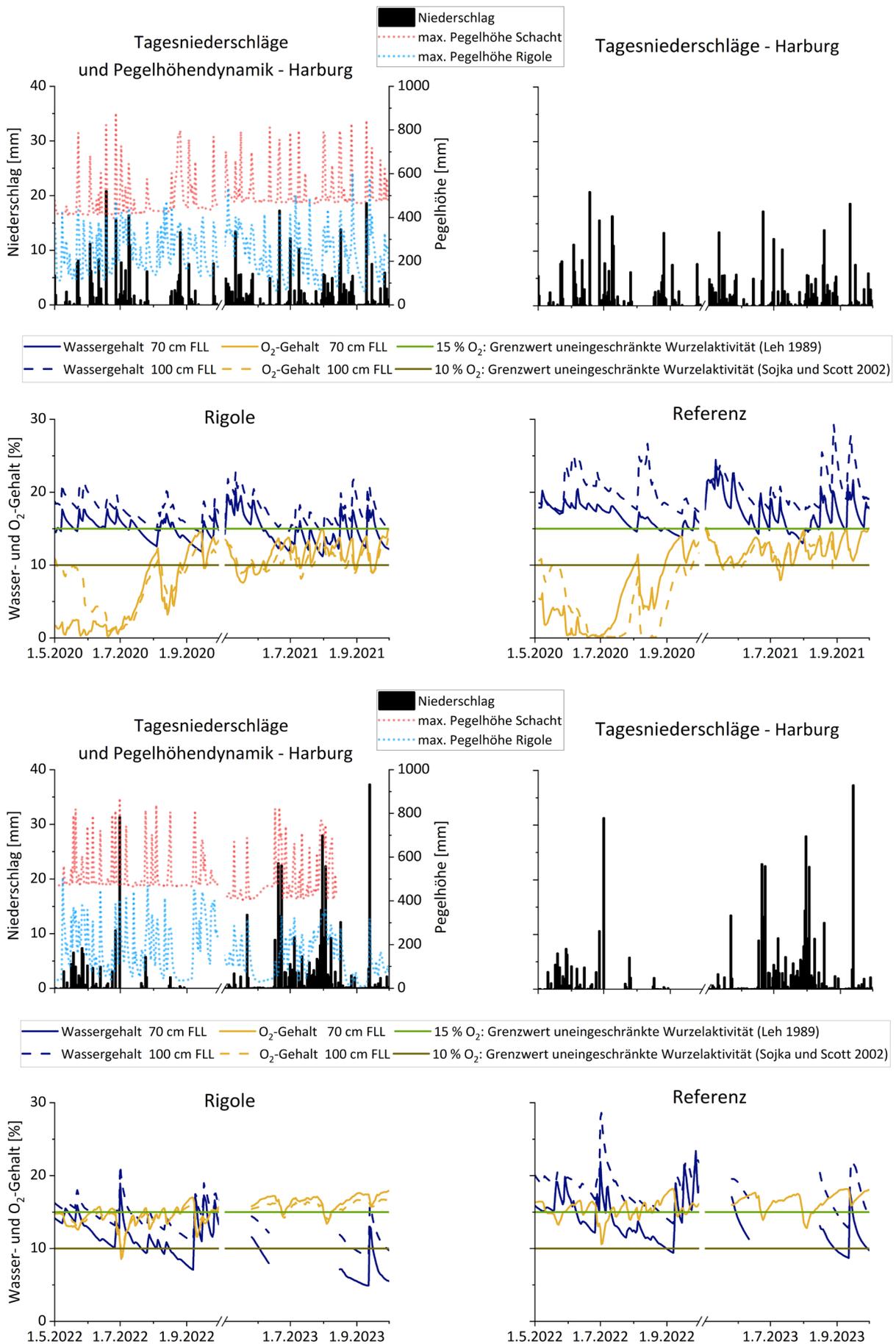


Abb.: 72 Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER), Pegelhöhendynamik, Wasser- und Sauerstoffgehalte in den Tiefen 70 und 100 cm FLL Substrat in der Rigole und Referenz am Standort Hölertwiete in den Vegetationsperioden 2020 und 2021 (oben) und in den Vegetationsperioden 2022 und 2023 (unten) (IfB, Uni HH Eschenbach und Nofz)

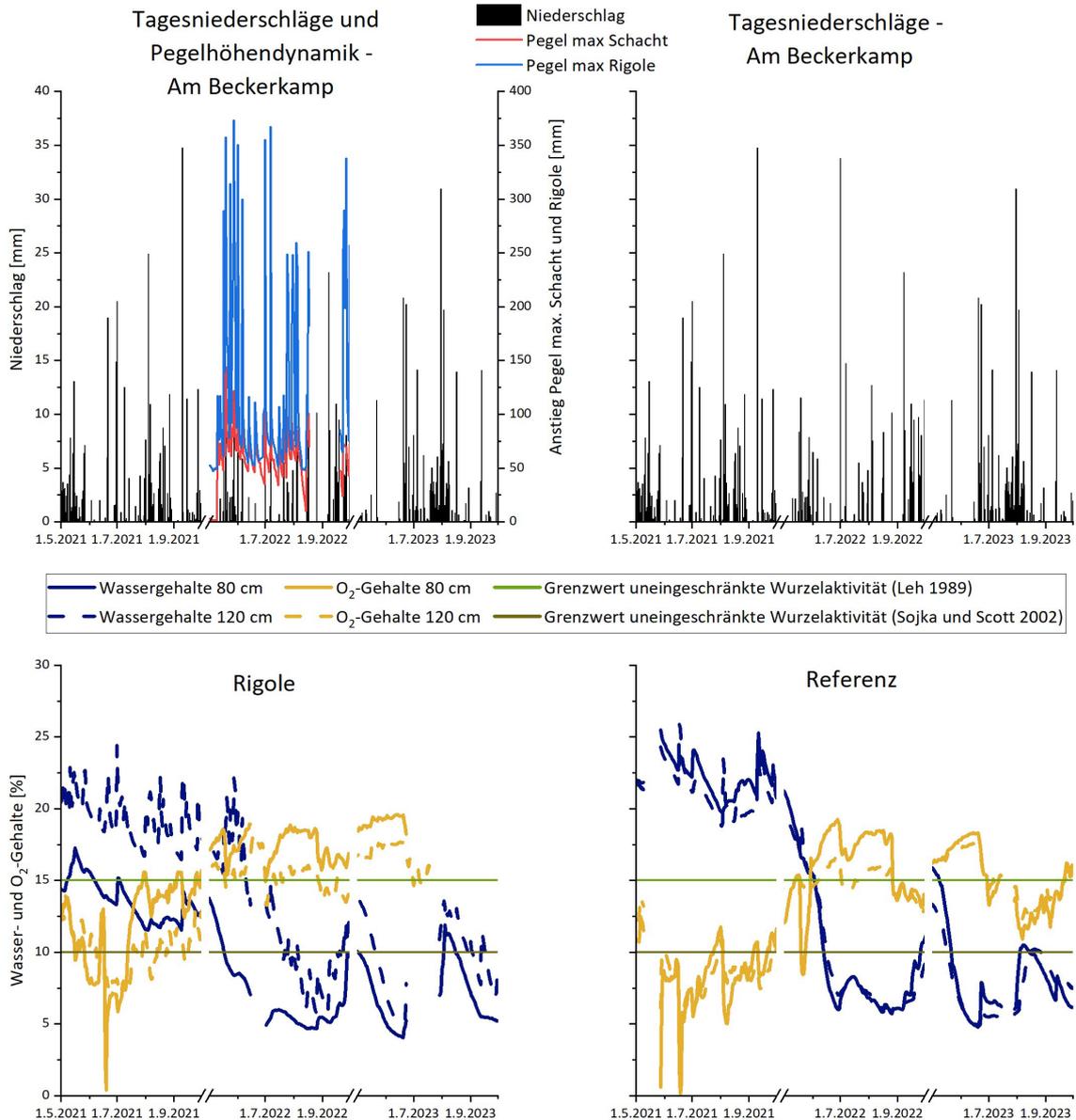


Abb.: 73 Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER), Pegelhöhendynamik, Wasser- und Sauerstoffgehalte in den Tiefen 70 und 100 cm LSBG 5 Substrat in der Rigole und Referenz am Standort Am Beckerkamp in den Vegetationsperioden 2021 bis 2023 (IfB, Uni HH Eschenbach und NoFz)

In der Vegetationsperiode 2023 am Standort Am Beckerkamp liegen die O₂-Gehalte in der Rigole überwiegend oberhalb des 15 % Grenzwertes, während die O₂-Gehalte in der Referenz ab Ende Juni kontinuierlich zwischen den beiden Grenzwerten verlaufen (Abb. 73).

Insgesamt ist an keinem der beiden Standorte eine deutlich unterschiedliche Dynamik der Rigole gegenüber der Referenz festzustellen und die O₂-Gehalte sinken zum Teil in einer oder beiden Tiefen je Variante nach hohen Niederschlägen bis unter den 10 % Grenzwert ab, schwanken jedoch in den Vegetationsperioden 2022 und 2023

zwischen den Grenzwerten bzw. oberhalb des 15 % Grenzwertes.

Die diskontinuierlich erfassten O₂- und CO₂-Gehalte weisen eine gegenläufige intraannuelle Dynamik auf und werden von Gieß- und Niederschlagsereignissen, der Wurzelwasserentnahme und Respirationsprozessen beeinflusst. Insgesamt zeigen sie ähnliche Dynamiken auf wie die kontinuierlichen Messungen und bestätigen den generellen Trend. Zusammenhänge zwischen Wassergehaltsdynamik und Sauerstoffkonzentration in der Luft lassen sich aber nicht so detailliert abbilden.

Werden die kontinuierlichen mit den diskontinuierlichen O₂-Gehalten verglichen, fallen die Letzteren höher aus. Im jeweiligen Messsystem (kontinuierlich und diskontinuierlich) weisen die Rigolen und Referenzen, trotz Unterschied in Niveau, eine ähnliche Dynamik auf. Beide Systeme sind jedoch anfällig gegenüber Wasserstau durch die Kondensation um und in der Sensorik, als auch durch die Kondensation in den Gasschläuchen. Aus diesem

Grund konnten am Standort Am Beckerkamp an verschiedenen Zeitpunkten in den Varianten keine Daten erhoben werden.

Als Gesamtfazit ist zu ziehen, dass sich die Anzahl und Anordnung der Sensoren in den Pflanzgruben sehr gut eignen, um kleinräumige Dynamiken des Luft- und Wasserhaushalts zeitlich hoch aufgelöst abzubilden. Insbesondere die Wasserspannung

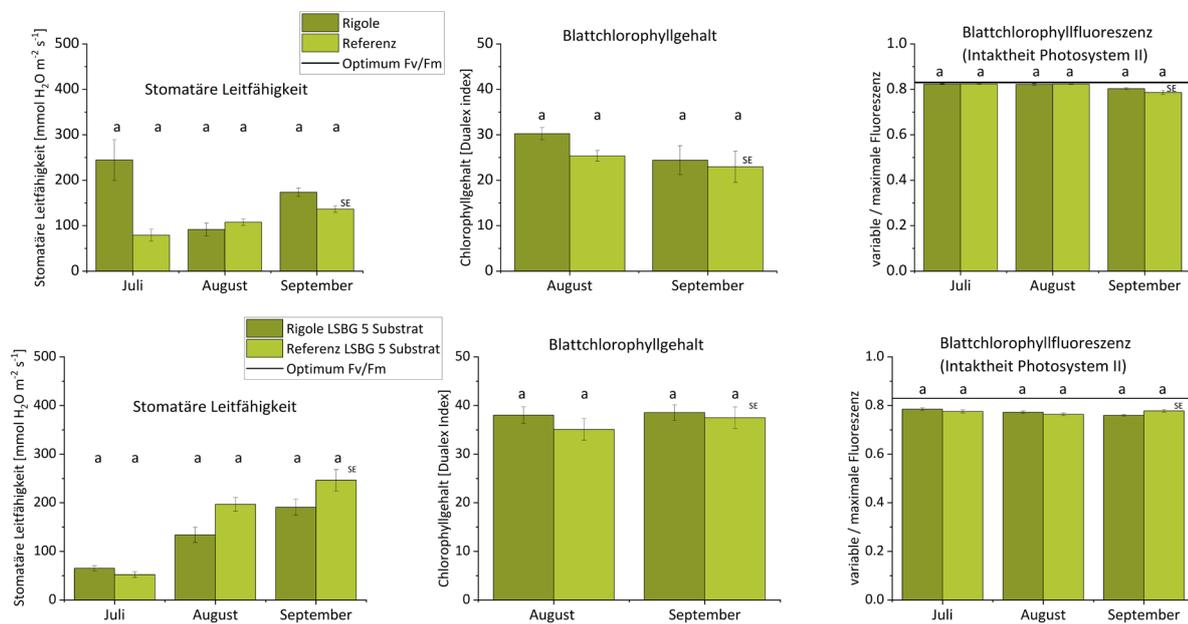


Abb.: 74 Stomatäre Leitfähigkeit (links), Blattchlorophyllgehalt (mitte) und Blattchlorophyllfluoreszenz (rechts) an den Messzeitpunkten Juli, August und September 2021 von *Gleditsia triacanthos* der Rigole und Referenz am Standort Hölertwiete (oben) und von *Quercus cerris* am Standort Am Beckerkamp (unten) (IfB, Uni HH Eschenbach und NoFz)

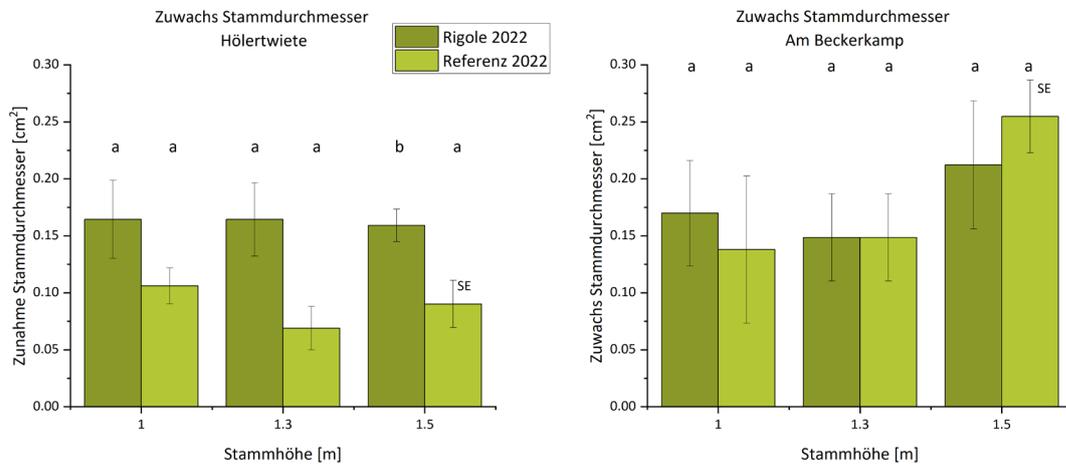


Abb.: 75 Stammzuwächse der Rigole und Referenz am Standort Hölertwiete (links) und am Standort Am Beckerkamp (rechts) der Vegetationsperiode 2022 (IfB, Uni HH Eschenbach und NoFz)

sowie die O₂-Gehalte in der Bodenluft stellen wichtige Indikatoren möglicher ungünstiger Bedingungen im Wurzelraum dar, die sich negativ auf die Baumentwicklung und -vitalität auswirken können. Bisher jedoch zeigen beide Varianten am Standort Hölertwiete ähnliche Dynamiken des Luft- und Wasserhaushaltes auf.

BAUMVITALITÄT

Die Vitalitätsparameter stomatäre Leitfähigkeit, der Blattchlorophyllgehalt und die -fluoreszenz sind bei beiden Varianten der Standorte Hölertwiete und Am Beckerkamp an den drei Messzeitpunkten im Juli, August, September 2021 nicht signifikant unterschiedlich (Abb. 74). Die gemessenen Blattchlorophyllfluoreszenzwerte an allen drei Messzeitpunkten sind nahe am Optimum-Wert von 0,83 (Björkman und Demmig 1987), weshalb von keiner Beeinträchtigung der Vitalität durch das Auftreten von bodeninternem Trockenstress im Jahr 2021 auszugehen ist. Die Stammzuwächse der Vegetationsperiode 2022 unterscheiden sich, mit Ausnahme der Rigole und Referenz in 1,5 m Höhe am Standort Hölertwiete, ebenfalls nicht signifikant voneinander (Abb. 75).

FÜLLSTÄNDE DER SPEICHER

Durch kontinuierliche Pegelmessungen in den unterirdischen Speicherbereichen konnten Aussagen zu den Füllständen getroffen werden. Es kam in den gemessenen Zeiträumen nicht zum Überstau des Wurzelraums. Bei Vollenfüllung des Speichers 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 (siehe auch Abb. 72). Ebenfalls ist zu erkennen, dass der Wasserstand in den Baumgruben nach Vollenfüllung des Speicherraums innerhalb von 1 – 2 Wochen kontinuierlich absinkt.

7.2 PLANUNGSHILFE MESSPRINZIPIEN UND -METHODEN ZUM MONITORING VON BODEN-BAUM-WASSER

EINFÜHRUNG

Unterschiedliche Typen von Baumstandorten mit Regenwasserbewirtschaftung wirken sich auf den Wasser- und Gashaushalt am Standort und somit auf die Vitalität der Bäume aus und können so den urbanen Wasserhaushalt bis hin zum Stadtklima beeinflussen. Diese sind bislang nur unzureichend erforscht und nicht langfristig nachvollzogen. Um diese Wissenslücke in Zukunft schließen zu können, werden langfristige Messungen an Pilotprojekten sowie Feld- und Laborversuche benötigt. Die Vergleichbarkeit solcher Untersuchungen ist wichtig, um Erkenntnisse verallgemeinern und auf andere geographische Räume und Standortbedingungen übertragen zu können.

In dieser Planungshilfe werden beispielhaft Prinzipien des Monitorings von Wasser- und Lufthaushalt dargestellt bzw. vorgeschlagen, und die praktische Anwendung an Beispielen dargestellt. Die vorgestellten Verfahren sind in Forschung und der Praxis erprobt und etabliert und sollten als Grundlage für eine Systembeschreibung dienen. Darüber hinaus sind umfassendere Messverfahren zur Erforschung spezifischer Fragestellungen möglich. Als Beispiel für die Darstellung eines umfassenden Monitorings von optimierten Baumstandorten wird hier die Skizze einer Struktursubstrat-Monitoringstelle der Bundesanstalt für Wasserwirtschaft dargestellt (Abb. 77).

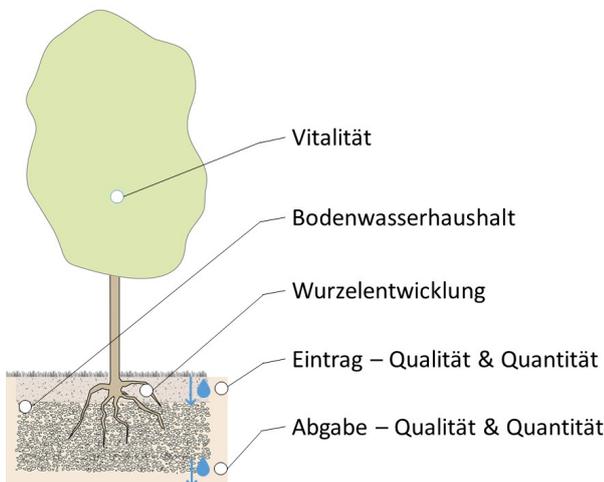


Abb.: 76 Parameter zur messtechnischen Erfassung der Wirkung von Baumstandorten (BGS, HCU)

EFFEKTE UND PARAMETER

Um am Baumstandort die Effekte der Regenwasserbewirtschaftung zu erfassen, müssen Wasserhaushaltsdynamik im Boden und die Baumvitalität gemessen und bewertet werden. In den folgenden Ausführungen werden Parameter beschrieben bzw. vorgeschlagen, um mögliche Effekte an Standorten datenbasiert nachzuweisen (siehe auch Abb. 76).

VITALITÄT

Die Messung von Auswirkungen unterschiedlicher Bauweisen auf die Baumvitalität ist ein zentrales Anliegen. Die Vitalität beschreibt den Zustand von Pflanzen in einem Gebiet und lässt sich durch verschiedene biophysikalische Indikatoren bestimmen. Die GALK definiert die Vitalität eines Baumes als die Lebenstüchtigkeit, die sowohl durch genetische Anlagen als auch den Umweltbedingungen geprägt ist. Vitalität äußert sich insbesondere im Gesundheitszustand des Baumes, seiner Leistungsfähigkeit in Wachstum, Entwicklung und Fortpflanzung, seiner Anpassungsfähigkeit an Umweltveränderungen, seiner Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge sowie seiner Regenerationsfähigkeit (GALK Empfehlungen zur Beurteilung von Stadtbäumen) [https://galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/empfehlungen-zur-beurteilung-von-baemen-in-der-stadt/](https://galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/empfehlungen-zur-beurteilung-von-baumen-in-der-stadt/).

BODENWASSERHAUSHALT

Der Bodenwasserhaushalt von Baumstandorten wird durch die klimatische Wasserbilanz bedingt und setzt sich aus der Dynamik der Zufuhr bzw. Zuleitung von Wasser (Niederschlag, Bewässerung, Grundwasser), der Aufnahme von Wasser (Infiltration), der Versickerung und lateralen Verteilung, der Verdunstung und Ableitung (Drainage) zusammen. Eine detaillierte Differenzierung der

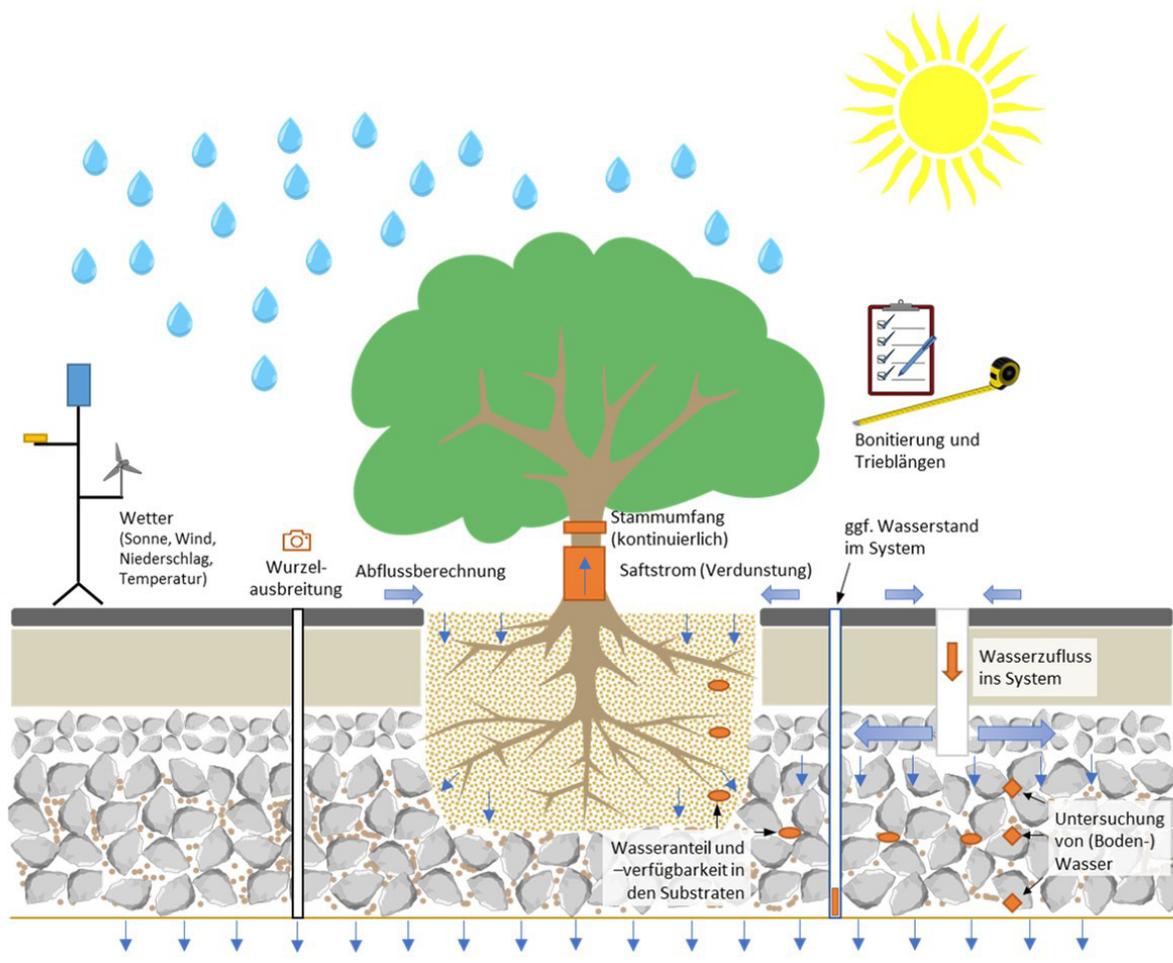


Abb.: 77 Skizze eines umfassenden Monitoringsystems von Baumstandorten in Struktursubstratstandorten (Anna Zeiser, BAW)

möglichen Komponenten bzw. Wasserflüsse ist in Abb. 78 am Beispiel des Schwammstadtprinzips für Stadtbäume dargestellt (aus Zeiser et al. 2023). Zielsetzung für den Bodenwasserhaushalt bei der Regenwasserbewirtschaftung an Baumstandorten ist grundsätzlich einerseits möglichst viel Wasser über längere Zeit pflanzenverfügbar zu speichern (hohe nutzbare Feldkapazität des Substrates), um die Bäume insbesondere in Trockenzeiten mit Wasser zu versorgen. Andererseits muss das Substrat durchlässig genug sein, um bei starken Regenfällen oder Zufuhr eine schnelle Versickerung des Wassers zu ermöglichen und damit Staunässe zu verhindern. Staunässe führt dazu, dass es aufgrund von O₂-Reduktion und CO₂-Anreicherung in der Bodenluft zur Mangelversorgung der Baumwurzeln kommt. Diese kann zur Beeinträchtigung der Wurzelaktivität und der Baumvitalität führen.

WURZELENTWICKLUNG

Die Messung der Wurzelentwicklung kann Aufschluss geben, wie schnell und in welche Bereiche sich Wurzeln ausbreiten bzw. ob die Ausbreitung der Wurzeln in dafür vorgesehen Bereiche im Untergrund erfolgt (Wurzellenkung).

EINTRAG – QUALITÄT & QUANTITÄT

Um die Wirksamkeit der Baumstandorte im Hinblick auf die Wasserdarbietung für die Bäume und die Wirkung zur Überflutungsvorsorge abzuschätzen, ist eine Ermittlung der eingebrachten Wassermengen durchzuführen. Falls das Risiko von Schadstoffeinträgen besteht, etwa durch Einleitung von Niederschlagswasser von Verkehrsflächen, ist auch eine qualitative Analyse vorzusehen.

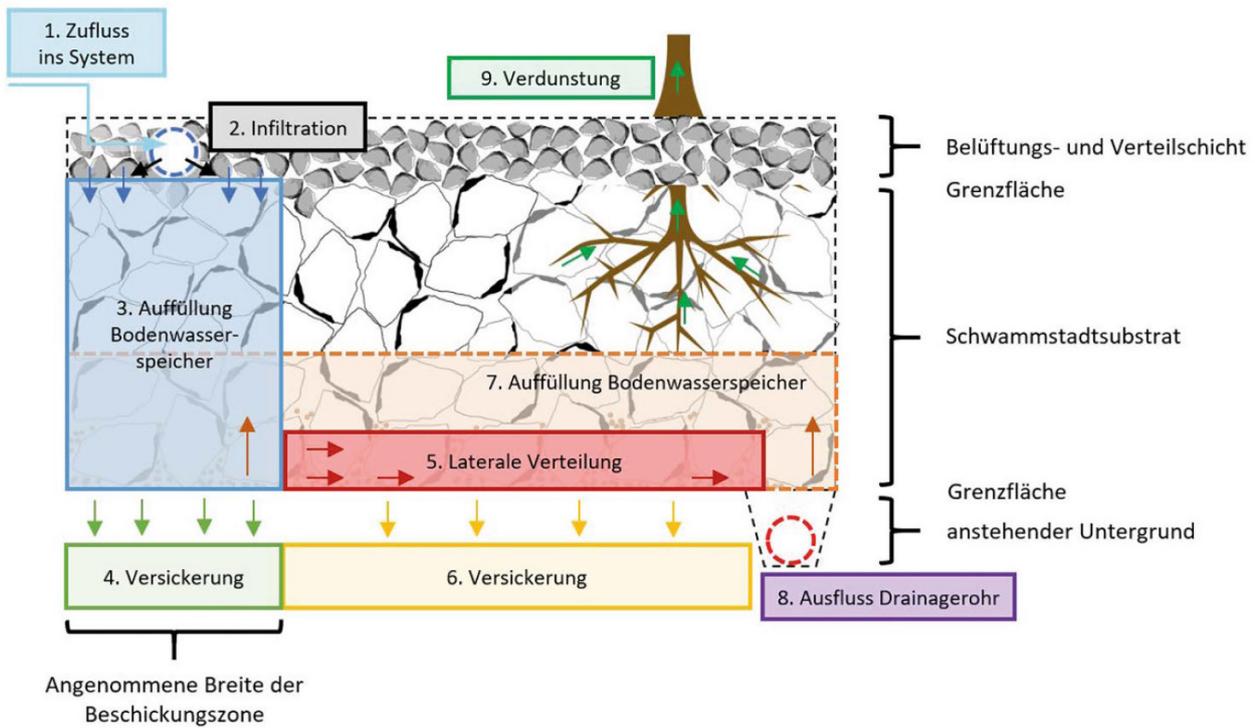


Abb.: 78 Schematische Darstellung der Wasserflüsse im System Schwammstadt für Stadtbäume (aus Zeiser et al. 2023)

ABGABE – QUALITÄT & QUANTITÄT

Durch die Ermittlung von aus den Baumstandorten abgegebenen Wassermengen (Versickerung, Verdunstung, Drainage) können Aussagen darüber getroffen werden, wie viel Wasser kurz- oder langfristig im Baumstandort bzw. Substrat gespeichert wird und ggf. wie viel über den Baum verdunstet wird. Eine qualitative Analyse von Ablauf- bzw. Sickerwasser kann Aufschluss darüber geben, ob eine Grundwassergefährdung besteht.

MESSTMETHODEN

VITALITÄT

Um die Vitalität von Stadtbäumen zu bestimmen, können die aus der Baumkontrolle bekannten Bonitur-Verfahren verwendet werden, die mit geringem Bedarf an technischen Geräten durchgeführt werden. Die allgemeine Beurteilung des Zustands von Bäumen in der Stadt kann z. B. über die 5-stufige Schadstufen-Bestimmung der GALK durchgeführt werden (Abb. 79, <https://galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuuebersicht/empfehlungen-zur-beurteilung-von-baeumen-in-der-stadt/>).

Nach einem erweiterten Boniturschlüssel aus dem Projekt Stadtgrün 2021 (Boniturschlüssel „Neue Stadtbaumarten“, siehe https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflge/dateien/stadtgruen2021_boniturschluessel.pdf) werden jährlich Frühjahrs- und Herbstbonituren zu Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Schädlingsbefall, Erkrankungen und Zuwachsleistungen der Bäume durchgeführt. Die Messung der Zuwachsleistungen sollte folgende Parameter erfassen:

- Messung Stammdurchmesser in Brusthöhe (1,30 m)
- Messung Triebzuwächse (Bestimmung der Trieblänge von der Spitzenknospe bis zur letzten Triebbasisnarbe)
- Messung Baumhöhe (z. B. mittels Stab oder „Förderdreieck“)

Bei geeigneten Standorten ist ebenfalls der Einsatz von Dendrometern, die kontinuierliche Änderungen des Stammumfangs aufzeichnen und somit zusätzliche Rückschlüsse, z. B. auf Zuwächse in Trockenperioden liefern, möglich.

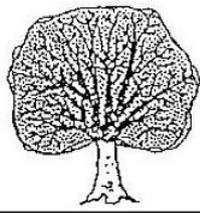
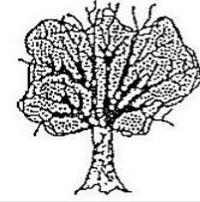
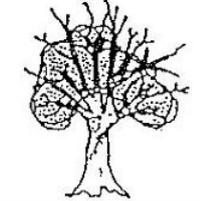
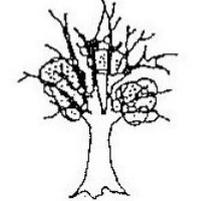
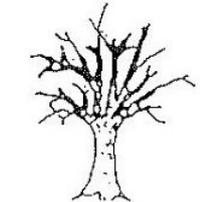
Schad- stufe	Schädi- gungs- grad	Zeichen	
0 gesund bis leicht geschädigt	0 -10 [%]		
1 leicht bis mittelstark geschädigt	>10 - 25 [%]		
2 mittelstark bis stark geschädigt	>25 - 60 [%]		
3 stark bis sehr stark geschädigt	>60 - 90 [%]		
4 sehr stark geschädigt bis absterbend/ tot	>90 -100 [%]		

Abb.: 79 Schadstufen für die Beurteilung von Bäumen in der Stadt (GALK)

BODENWASSERHAUSHALT

Zur Erfassung des Bodenwasserhaushalts und der Abschätzung der Pflanzenverfügbarkeit von Wasser sind kontinuierliche Messungen von volumetrischen Wassergehalten und der Bodenwasserspannung bzw. des Matrix-Potenzials nötig. Damit können Aussagen zur räumlichen Verteilung des Wassers, zu möglichen Trockenphasen und der Wurzelverbreitung getroffen werden. Mit der Messung des Wassergehalts im Boden bzw. in Substraten können nur begrenzte Aussagen zur tatsächlichen Verfügbarkeit des Wassers für Pflanzen getroffen werden. Die Verfügbarkeit bzw. nutzbare Feldkapazität ist von der Poren-

größenverteilung abhängig und kann in der Praxis nur über die Bodenwasserspannung bewertet werden (u. a. Eschenbach et al. 2023, Borgmann gen. Brüser & Riehl, 2020). Um die Bodenwasserdynamik für den gesamten Baumstandort repräsentativ und 3-dimensional abzubilden, wird empfohlen, Sensoren in verschiedenen Tiefen, Abständen und Richtungen von der Stammachse einzubringen (siehe z. B. Schütt et al. 2022). Um die potenzielle Wasserversorgung von Bäumen bzw. die Durchfeuchtung von Baumstandorten nach Regenereignissen auch in unterschiedlichen Tiefen nachzuvollziehen und Hinweise auf Ausbreitung der Wurzeln in einzelne Tiefenbereiche zu erhalten, wird empfohlen mindestens je einen Wassergehalts- und Bodenwasserspannungssensor in das den Ballen umgebende Substrat (ca. - 0,4 m Tiefe) sowie in das darunterliegende Substrat in -0,8 und 1,2 m Tiefe einzubringen. Zusätzlich ist auch je ein Sensor im Pflanzballen hilfreich (wenn nicht wurzelnackt gepflanzt wurde), um auch den Unterschied der Dynamik zwischen Ballen und Substrat zu kennzeichnen.

BODENGASHAUSHALT

Zur Erfassung des Bodengashaushalts (O₂- und CO₂-Konzentrationen der Bodenluft) und der Abschätzung des möglichen O₂-Mangels (Einschränkung der Wurzelaktivität) und der CO₂-Anreicherung ist die diskontinuierliche (mindestens monatliche) Messung der O₂- und CO₂-Konzentrationen mithilfe von Gaslanzen oder Gasschläuchen in denselben Tiefen wie die Wasserspannungs- und Wassergehaltssensoren sinnvoll. Dadurch können Effekte von Starkregenereignissen, auftretende Staunässe oder verursacht durch Respirationprozesse innerhalb der Vegetationsperiode erfasst werden.

WURZELENTWICKLUNG

Die Aufzeichnung der Wurzelentwicklung kann durch den Einbau von Plexiglasrohren („Rohr-Rhizotron“) und Bildgebungsverfahren, also durch spezielle Kameras, erfolgen. Die Plexiglasrohre von z. B. 60 mm Durchmesser können in unterschiedlichen Abständen von der Stammachse eingebaut

ERGEBNISSE BGS-MONITORING

werden, um die Ausbreitung der Wurzeln zu beobachten. Beim Einbau der transparenten Rohre in die Baumgrube ist darauf zu achten, dass diese nicht zerkratzen, sie sollten also z. B. zunächst mit anderen Rohren umhüllt sein, die nach dem Einbau herausgezogen werden können.

EINTRAG – QUALITÄT & QUANTITÄT

Der Eintrag bzw. die in die Baumgrube zugeführte Menge von Niederschlagswasser kann direkt oder indirekt bestimmt werden.

Indirekte Bestimmung: Berechnung der zugeführten Niederschlagsmenge über einen Abflussbeiwertansatz. Der Zufluss zu einer Baumgrube während einer bestimmten Zeit kann bei Vernachlässigung von Interzeption und Verzögerungseffekten durch den Abflusskonzentrationsprozess durch folgende Gleichung bestimmt werden:

$$Q_{zu} = r * (A_u + A_b)$$

Q_{zu} Zufluss zur Baumgrube [l]

r Regenmenge während der definierten Zeit [mm]

A_u Abflusswirksame Fläche (alle befestigten Teilflächen, von denen Niederschlagswasser in die Baumgrube geleitet wird, multipliziert mit deren Abflussbeiwert C) [m²]

A_b Überregnete Fläche des Baumstandorts (i. d. R. Baumkrone + Baumscheibe) [m²]

Die Erfassung von Regenmengen am Standort bzw. in unmittelbarer Nähe vom Standort kann über Regenmesser erfolgen. Satellitendaten (z. B. RADOLAN) können auch genutzt werden, wobei diese für die Betrachtung kleinräumiger Effekte von Regenereignissen über eine zu geringe Auflösung verfügen.

Direkte Bestimmung: Zur direkten kontinuierlichen Aufzeichnung von Zuläufen eignen sich unterschiedliche Messverfahren. Direkte Messungen

bedingen Zulaufbauwerke bzw. Rohre, in denen Wassermengen gemessen werden können. Durch die Messung von Pegelständen in Schächten und zugehörige Durchflusshöhen in Zuläufen zu Baumgruben kann durch eine Wasserstands-Durchfluss-Beziehung eine kontinuierliche Zulaufmenge berechnet werden. Um Zulaufmengen in Rohren zu messen kann z. B. über eine vorherige Bestimmung der Wasserstands-Durchfluss Beziehung auch über die Messung von Wasserstandshöhen mit Ultraschallsensoren (Zeiser et al. 2024) oder weiteren Messverfahren (z. B. Magnetisch-Induktives Durchflussmessung) bestimmt werden.

Qualitative Analysen von zugeleitetem Niederschlagswasser sollten zur Sicherung der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben durch Probenahme der Wässer und anschließende Laboranalysen nach ausgewählten Parametern (z. B. Schwermetalle, AFS, PAK, BSB-5, Chlorid, Phosphor, Ammonium) durchgeführt werden. Die Probenahme kann kontinuierlich über automatisierte Probensammler oder diskontinuierlich (manuell) zu bestimmten Zeitpunkten erfolgen. Um den zeitlichen Verlauf der Belastungen während eines Regenereignisses zu erfassen, eignen sich insbesondere automatische Probenahmegeräte, die mit einer Messsonde gekoppelt, ereignisgesteuerte Probenahmen ermöglichen.

Zur Abschätzung des Eintrags der stofflichen Belastungen können Kehrrichtanalysen durchgeführt werden, anhand derer sich Depositionsfrachten auf den abflusswirksamen Flächen im Zulauf eines Baumstandortes bestimmen lassen. Dazu sind in regelmäßigen Abständen an definierten Stellen Proben zu entnehmen. Laboranalysen der Kehrrichtproben können zusätzlich Hinweise auf die Qualität der stofflichen Belastungen geben und das Verschmutzungspotenzial der Oberflächen bestimmen.

ABGABE – QUALITÄT & QUANTITÄT

Die Art und Weise der Messung der Qualität und Quantität von abgegebenen Wassermengen (Versickerung, Verdunstung, Drainage) hängt vor allem von der Bauweise der Anlagen ab. Bei abgedichte-

ten Bauweisen und eine Abgabe von überschüssigem Wasser über eine Drainage kann dort z. B. im Rohr oder durch ein installiertes Pegelrohr als auch Verteilerschacht die abgegebene Menge erfasst werden. Wenn die Baumgrube nicht abgedichtet ist und die Abgabe von Wasser über Versickerung und Verdunstung erfolgt, ist eine direkte Messung nur schwer möglich. Die Versickerungsleistung kann indirekt z. B. über eine Bilanzierung von eingeleiteter Wassermenge, Bodenwassergehalten in der Baumgrube und der Verdunstung angenähert werden. Eine vorherige Bestimmung der Infiltrationsleistung des umgebenden Bodens (z. B. Infiltrationsmessung) ist für eine Verifizierung empfehlenswert. Die Verdunstung der Bäume kann entweder messtechnisch bestimmt werden, z. B. über Saftflussmessungen (z. B. Bach et al. 2024, Zeiser et al. 2024, Wessolek & Kluge 2021), oder mittels Tools wie iTree (<https://www.itreetools.org/>) oder STADTBAUM ET (Kluge & Wessolek 2024), die standortabhängige Verdunstungsmengen für verschiedenen Baumarten berechnen können.

Aussagen über den Austrag von Schadstoffen aus Baumgruben können durch direkte Probenahmen vor Ort und anschließende Laboranalysen erfolgen. Abschätzungen zur Reinigung der Zulaufwässer der Baumstandorte durch Adsorptions- oder Filtersysteme kann in Säulen- oder Lysimeterversuchen erfolgen. Vor Ort-Probenahmen können ggf. über eingebaute Filterrohre oder Saugkerzen erfolgen. Über standardisierte Säulen- oder auch Schachtversuche können unterschiedliche Substratmischungen bezüglich ihres Schadstoffrückhalts beurteilt werden (siehe z. B. Burkhardt & Patrick 2024, Rath 2023).

LITERATUR

Bach, P.; Bauer, T.; Burkhardt, M. 2024: „Cool-Green D&D“: Ein gläsernes Rigolensystem zur Demonstration und Digitalisierung von Schwammstadt-Bausteinen. Konferenz Papier der Aqua Urbanica 2024, 22.-24.09.2024, Graz: Urbanes Niederschlagswassermanagement: Herausforderungen – Möglichkeiten – Grenzen, Scientific Board der Aqua Urbanica, S. V23-1 – V23-11. <https://doi.org/10.3217/0q0yp-6d032>

Borgmann gen. Brüser, A.; Riehl, A. 2020: Bewertung der Wasserverfügbarkeit an Baumstandorten mittels Sensortechnik. ProBaum (3): 16 – 20. Link: <https://www.arbor-revital.de/wp-content/uploads/2021/01/Artikel-ProBaum-03-2020-web.pdf>

Burkhardt, M.; Patrick, Michael. 2024: Schadstoffrückhalt von Substraten - Untersuchung von Substraten für Baumrigolen und Sickerbeläge aus Zürich und Basel-Stadt. Aqua & Gas 10. 30-38.

Eschenbach, A.; Schütt, A.; Becker J.N. (2023) Urbane Böden: Leistungen und zukünftige Herausforderungen für Stadtbäume. In: Dujesiefken, D.; Streckenbach, M.: Jahrbuch der Baumpflege 2023, Braunschweig, Haymarket Media

Kluge, B.; Wessolek, G. 2024: Berechnungsverfahren und App zur Ermittlung von Verdunstung (ET) und Trockenstress von Stadtbäumen (STADTBAUM ET). In: Transformation urbaner linearer Infrastrukturlandschaften. S. 107-122. Hrsg. Stefan Kreutz (Hrsg.), Antje Stokman (Hrsg.) Oekom Verlag. DOI: doi.org/10.14512/9783987263187

Rath, S. 2023: Labormethoden zur bodenphysikalischen und bodenhydrologischen Untersuchung des Schwammstadtsubstrats für Stadtbäume. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.

Schütt, A.; Becker, J.N.; Gröngröft, A.; Schaaf-Titel, S.; Eschenbach, A. 2022: Soil water stress at young urban street-tree sites in response to meteorology and site parameters. Urban Forestry & Urban

Greening (75), 127692. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127692>

Wessolek, G.; Kluge, B. 2021: Predicting Water Supply and Evapotranspiration of Street Trees Using Hydro-Pedo-Transfer Functions (HPTFs). Forests 12 (8): 1010. <https://doi.org/10.3390/f12081010>

Zeiser, A.; Rath, S.; Grimm, K.; Schmidt, S.; Klammler, G.; Zimmermann, D.; Murer, E.; Roth, T.; Strauss, P.; Weninger, T. 2023: Überlegungen zur Dimensionierung und Ausführung des Systems Schwammstadt für Bäume. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 75, 449–462. <https://doi.org/10.1007/s00506-023-00962-0>

Zeiser, A.; Weninger, T.; Zimmermann, D.; Roth, T.; Schmidt, S.; Rath, S.; Strauss, P. 2024: Zwei Jahre Schwammstadt für Bäume in Graz - Erste Ergebnisse aus dem Monitoring. Konferenz Papier der Aqua Urbanica 2024, 22.-24.09.2024, Graz: Urbanes Niederschlagswassermanagement: Herausforderungen – Möglichkeiten – Grenzen, Scientific Board der Aqua Urbanica, S. V09-1 – V09-14. <https://doi.org/10.3217/8dwxk-60e91>

AUTOR:INNEN

Annette Eschenbach, Universität Hamburg
Philipp Lau, Technische Universität Berlin
Ines Nofz, Universität Hamburg
Michael Richter, HafenCity Universität

8

ANSÄTZE ZUR TYPENBILDUNG DER BAUMSTANDORTE UND REGENWASSER- BEWIRTSCHAFTUNG

8.1 BESCHREIBUNG BEREITS GEBAUTER TYPEN

TYPENENTWICKLUNG FÜR BAUMSTANDORTE IN VERBINDUNG MIT DER DEZENTRALEN REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG

Für die Planung und Bemessung von „Baumstandorten in Verbindung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung“ (z. B. vitalen Baumstandorten/ optimierten Baumstandorten/ Baumrigolen) existieren in Deutschland keine einheitlichen Konzepte, Standards oder Bemessungsvorschriften. Gleichwohl gibt es im deutschsprachigen Raum inzwischen zahlreiche Beispiele verschiedener Bautypen – viele davon aus dem Projektumfeld von BlueGreenStreets.

Auch hinsichtlich des Begriffes zu diesem Bautyp ist eine lebhaftete Diskussion im Gange. „Baumrigole“ als Begriff wird gerade von den Expert:innen des Baummanagements als Sammelbegriff sehr

kritisiert, da er den Standort des Baumes in einer technischen Anlage der Wasserwirtschaft verortet. In der BGS-Toolbox wird deshalb darauf verzichtet und von „Baumstandorten in Verbindung mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung“ gesprochen.

Anhand ausgewählter Beispiele aus dem deutschsprachigen Raum lässt sich darstellen, welche konzeptionellen Ideen und Optimierungsansätze in der Vergangenheit gewählt wurden, um Baumstandorte in Verbindung mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung mit dem Ziel zu entwickeln, diese aus Sicht des Baumes „vitaler“ zu gestalten. Hierbei wurden vor allem der Wurzelraum und das Wasserdargebot vergrößert. Die umgesetzten Beispiele lassen sich häufig auf international bekannte Konzepte zurückführen. Hierzu gehören z. B. das Stockholmer Modell (siehe Beispiel Bochum) oder die amerikanischen TreePits (siehe Beispiel Baumrigolen).

NEUE VORSCHLÄGE FÜR EINE SYSTEMATISIERUNG

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
München, VegTraMü	Baumgraben	Durchgehende, grabenartige Pflanzstandorte

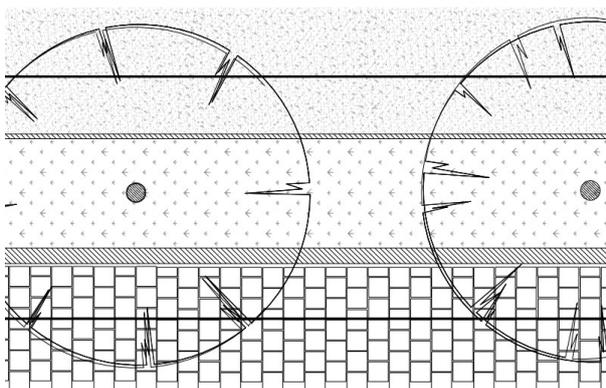


Abb.: 80 Beispiel München, VegTraMü (Stadt München VegTraMü)

Mit den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften für die Herstellung und Anwendung verbesserter Vegetationstragschichten“ der Stadt München (VegTra-Mü) wurde ein gültiges Regelwert geschaffen, welches im Kern deutlich größere durchwurzelbare Baumgruben vorsieht (36 m³), als bei konventionellen Baumgruben nach FLL. Dazu gehört auch die nach Möglichkeit herzustellende Längsdurchgängigkeit von Baumscheiben.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Berlin Rummelsburg	Versickerungsmulde	Baumbesatz



Abb.: 81 Beispiel Berlin Rummelsburg (Sieker)

Im Quartier Rummelsburger Bucht in Berlin wurden Ende der 1990er Jahre zahlreiche Versickerungsmulden mit Bäumen besetzt. Die Bäume wurden sowohl auf der Sohle, als auch auf Podesten gepflanzt und haben sich gegenüber den konventionellen Baumscheiben des Standortes signifikant besser entwickelt.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Berlin, Gärten der Welt	Baumrigole	Bodenwanne



Abb.: 82 Beispiel Berlin, Gärten der Welt (Sieker)

Im Zuge der Internationalen Gartenausstellung 2017 wurden in den Berliner Gärten der Welt zum ersten Mal ein als Mulden-Rigolen-Element konzipiertes Baumquartier gebaut, welches überschüssiges Sickerwasser in einer horizontalen Abdichtung auffängt und langfristig speichert.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Leipzig, Kasseler Straße	Baumrigole	Naturnahe Baustoffe



Abb.: 83 Beispiel Leipzig, Kasseler Straße (Sieker)

In Leipzig wurde das Konzept einer Tiefbeet-Rigole mit unterirdischer Bodenwanne („Baumrigole“) im Straßenraum umgesetzt. Als Novum wurden hier Kapillarblöcke aus Lehm eingebaut. Auch für die Herstellung der Abdichtung wurde auf Lehm bzw. Bentonit zurückgegriffen.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Heidelberg, Pfaffengrunder Terrassen	Vernetzte Pflanzgrube	Kapillarblock



Abb.: 84 Beispiel Heidelberg, Pfaffengrunder Terrassen (Sieker)

Auf dem Quartiersplatz der Heidelberger Bahnstadt wurden über hundert Bäume in einem vernetzten Baumgrubensystem hergestellt, deren Boden aufgrund natürlicher Gegebenheiten abgedichtet ist. Für jeden Baum wurde ein großflächiger Kapillarblock aus Lehm installiert, der für eine Rückführung von Niederschlagswasser in die Hauptwurzelzone sorgt.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Bochum, Goldhamme	Stockholmer System	Grobschlagsubstrat

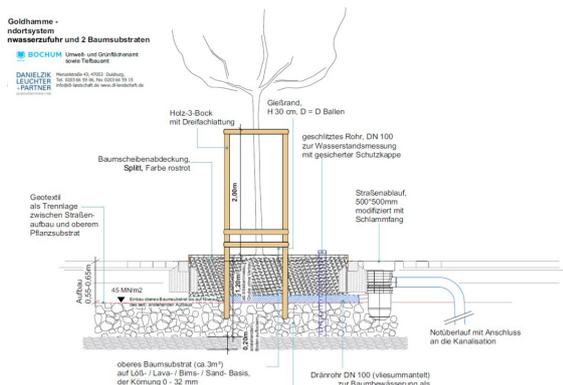


Abb.: 85 Beispiel Bochum, Goldhamme (Thorsten Pacha, Stadt Bochum)

In Bochum wurden verschiedene System vitaler Baumstandorte umgesetzt und getestet. Mit dem Piloten an der Goldhamme wurde das Stockholmsystem verwendet, welches vor allem auf einem verdichtungsfähigem Substratskelet aus Grobschlag/Schotter besteht. Niederschlagswasser wird über Punktabläufe unterirdisch zugeführt.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Hamburg Hölertwiete	Baumrigole	Privates Dachwasser / Bodenwanne / Einleitung unterirdisch

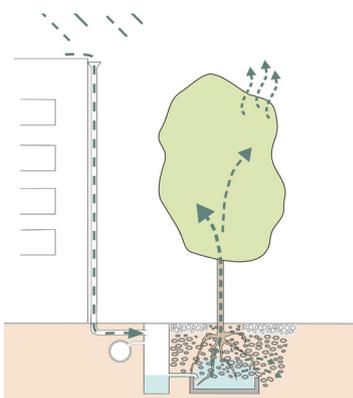


Abb.: 86 Beispiel Hamburg, Hölertwiete (BGS, HCU)

In einer Fußgängerzone in HH-Harburg wurde eine Baumrigole mit unterirdischem Reservoir gebaut, welches einen schachtgebundenen, unterirdischen Zulauf besitzt. Das Wasser kommt dabei von angrenzenden privaten Dachflächen. Ein Überlauf in das örtliche Kanalnetz verhindert den Volleinstau.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Neuenhagen, Lahnsteiner Straße	Optimierte Baumscheibe	Baumscheiben auf Straßenniveau



Abb.: 87 Beispiel Neuenhagen, Lahnsteiner Straße (Sieker)

In Neuenhagen bei Berlin wurde mit minimalinvasiven Maßnahmen der Wasserhaushalt konventioneller Baumscheiben verbessert. Hierzu wurde im Rahmen von Neupflanzungen die Baumscheiben auf Straßenniveau abgesenkt und das durchgehende Hochbord durch zwei Winkelsteine geöffnet.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Graz	Stockholmer System	Tiefbeete neben Pflanzgrube



Abb.: 88 Beispiel Graz (3:0 Landschaftsarchitektur)

In Graz wurden Baumpflanzgruben nach dem dortigen „Schwammstadtprinzip“ gebaut. Das im Wesentlichen am Stockholmer System orientierte Konzept wird dabei durch Tiefbeete ergänzt, welches das Einsickern von Niederschlagswasser mit Abstand zum Hauptwurzelraum ermöglichen.

Beispiel	Typ	Weiterentwicklung
Berlin, Anna-Freud-Schule	Baumrigole	Bodenwannen außerhalb Hauptwurzelraum



Abb.: 89 Beispiel Berlin, Anna-Freud-Schule (Base, Lichtschwärmer)

Im Zuge eines Schulneubaus wurden optimierte Baumstandorte mit Abdichtungen zur Speicherung von überschüssigem Sickerwasser gebaut. Bei der Abdichtung wurde der Bereich unter dem Hauptwurzelraum ausgespart, um eine freie Durchwurzelbarkeit, z. B. für Pfahlwurzeln, zu ermöglichen.

BEWERTUNG FÜR „BAUMSTANDORTE IN VERBINDUNG MIT DER DEZENTRALEN REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG“

Aus vegetationstechnischer Sicht wird ein Baumstandort insbesondere durch den Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt, sowie die Mikrobiologie (v. a. Mykorrhiza) geprägt. In urbanen Räumen werden diese Standortbedingungen maßgeblich durch die Größe der Pflanzgrube, die Substrate, den örtlichen Bodenwasserhaushalt, den Schadstoffeintrag etwa durch Reifenabrieb und Streusalze sowie der räumlichen Exposition (Strahlungshaushalt) beeinflusst. Bei „Baumstandorten in Verbindung mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung“ wird die Anzahl von Standortfaktoren vergrößert, da einer Pflanzgrube in der Regel eine externe Fläche zuzurechnen ist, aus der zusätzliches Wasser zugeleitet wird.

Die systematische Beschreibung von Standorten ist die maßgebliche Grundlage um ein Verständnis für mögliche Konflikte, aber auch Lösungsmöglichkeiten zu erlangen. Dies betrifft insbesondere den Umgang mit Schadstoffen und das Wassermanagement. Der Tabelle 2 sind grundsätzliche Unterschiede in den Standortbeschaffenheiten von „Baumstandorten in Verbindung mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung“ zu entnehmen.

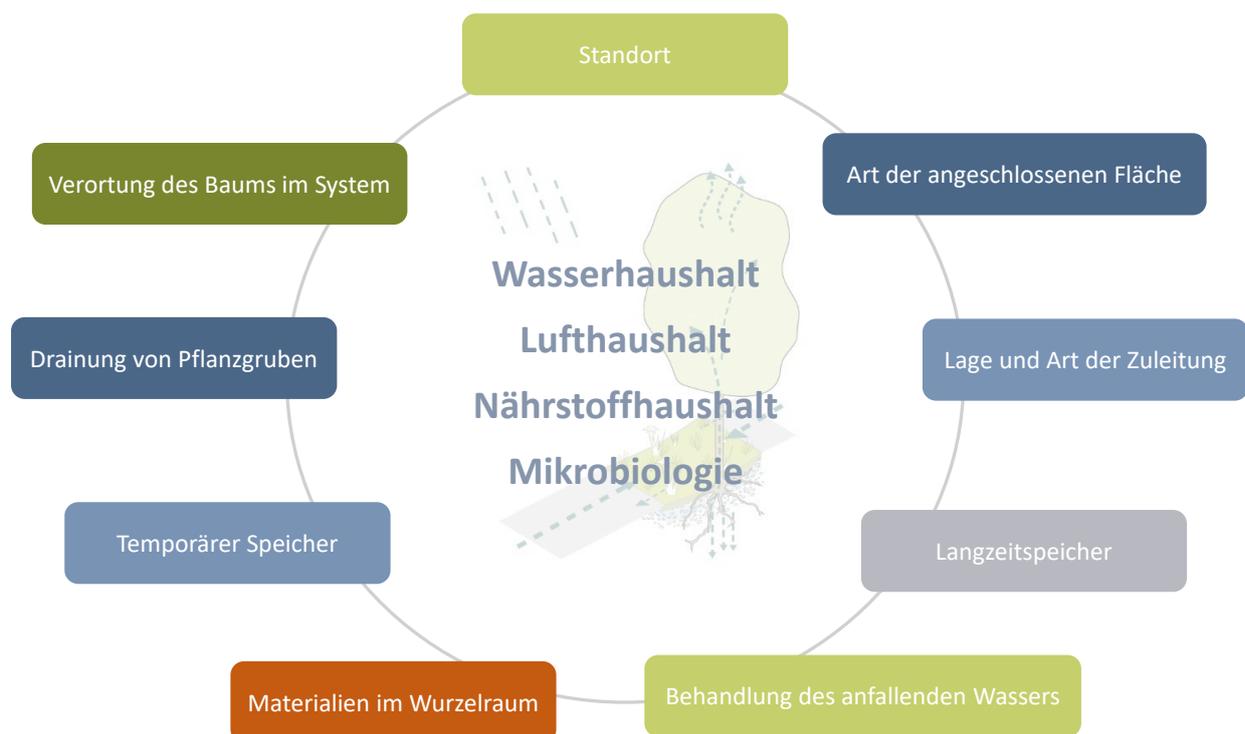


Abb.: 90 Standortvariablen von optimierten Baumstandorten (BGS, IPS)

Tabelle: 2 Standortkriterien und ihre Variablen

Standortkriterium	Variablen
Natürliche Standorteigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserdurchlässigkeit des Bodens - Grundwassernähe - Strahlen- und Windexposition
Art der angeschlossenen Flächen	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserdurchlässigkeit des Bodens - Grundwassernähe - Strahlen- und Windexposition
Verortung des Baums im System	<ul style="list-style-type: none"> - Baum im Tiefbeet - Baum in Mulde - Baum in offener Baumscheibe - Baum in überbauter Baumscheibe
Materialien im Wurzelraum	<ul style="list-style-type: none"> - Wurzelraum mit Baumsubstrat - Wurzelraum mit Kies - Wurzelraum mit Grobschlag - Wurzelraum mit natürlich gewachsenem Boden
Drainage von Pflanzgruben	<ul style="list-style-type: none"> - Pflanzgrube drainiert - Pflanzgrube undrainiert
Temporärer Speicher	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Wasserspeicherkapazität des Bodens/Substrats - Geringe Wasserspeicherkapazität des Substrats
Langzeitspeicher	<ul style="list-style-type: none"> - Baumpflanzquartier mit Langzeitspeicher (gedichtete Elemente) - Baumpflanzquartier ohne Langzeitspeicher
Vorbehandlung des anfallenden Wasser	<ul style="list-style-type: none"> - Ohne Vorbehandlung - Mit technischer Vorbehandlung - Mit Behandlung durch belebte Oberboden
Lage und Art der Zuleitung	<ul style="list-style-type: none"> - Zuleitung in der Tiefe (Rohre) - Zuleitung oberflächlich (Einsickerung) - Zuleitung punktuell - Zuleitung flächig - Zuleitung im Hauptwurzelraum - Zuleitung außerhalb des Hauptwurzelraums

KONSTRUKTION UND BEMESSUNG

Die Bandbreite an Konstruktionen für optimierte Baumstandorte ist breit. Die im vorhergehenden Kapitel vorgestellten Typologien lassen sich in vielfältiger Weise miteinander kombinieren. Der funktionale Charakter der verschiedenen Anlagen variiert in gleicher Weise. Die Spannweite reicht dabei von reinen Vegetationsflächen bzw. Pflanzgruben, die den technischen Regeln der Vegetationstechnik folgen bis hin zu Anlagen die wasserwirtschaftlichen Funktionen erfüllen sollen und somit analog zu den hierfür existierenden Bemessungsansätzen dimensioniert werden.

Als maßgebliche Bemessungsansätze gelten

- FLL-Empfehlung für Baumpflanzungen Teil 1 und 2
- DWA A-138-1 Planung von Versickerungsanlagen

inklusive aller Fachnormen, auf welche sich die vorab genannten Regelwerke beziehen. Mit Blick auf die Bandbreite von Baumstandorten in Verbindung mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung gibt es jedoch auch Regelungslücken bis hin zu Konflikten mit den aktuellen Bemessungsregeln.

Durch die FLL-Empfehlung für Baumpflanzungen werden Vorgaben an die Herstellung von Pflanzgruben formuliert. Wesentliche Planungsgrößen sind die Verwendung verschiedener Substrate (überbaubar/nicht überbaubar), deren Zusammensetzung, räumliche Anordnung und Volumina. Die Maße einer Pflanzgrube resultieren in der Regel aus ortsunabhängigen, allgemeingültigen Vorgaben. Als wichtigste Größe in das in der FLL-Empfehlung Teil 2 formulierte Mindestvolumen von 12 m³ für die Pflanzgrube anzuführen. Hinsichtlich des Bodenwasserhaushalts formuliert die FLL-Empfehlung, dass eine gezielte Niederschlagswasserzuführung nur bei Gewährleistung einer ausreichenden Sickerfähigkeit des Baugrunds vorgenommen werden sollte, da ansonsten schädliche Boden-

vernässungen zu befürchten sind. Entsprechende Prüfverfahren sind in der aktuellen FLL-Empfehlung für Baumpflanzung – Teil 2 nicht vorhanden, lassen sich aber aus den wasserwirtschaftlichen Bemessungsansätzen der DWA-A 138-1 ableiten.

Die Bemessungsansätze der DWA A-138 berücksichtigen ortsspezifische Randbedingungen, wie den anstehenden Boden (hier: Sickerfähigkeit), den Grundwasserflurabstand, das Substrat (Sand, Kies, Grobschlag, Speicherkörper) und die Größe und Nutzung der angeschlossenen Flächen. Die zu bemessende Größe eines ober- oder unterirdischen Speichers, in der Regel Mulden und Rigolen, muss dabei vordefinierten Lastfällen genügen. So müssen Versickerungsanlagen in der Regel eine Niederschlagsereignis aufnehmen können, was statistisch einmal in fünf Jahren auftritt. Die Bemessungsansätze sind jedoch so flexibel, dass die Speichervolumina auch für andere Lastfälle/ Niederschlagswahrscheinlichkeiten angewendet werden können. Hierdurch können auch Bemessungsansätze gewählt werden, die explizit den Schutz der Baumvitalität stärker adressieren.

Für die Planung eines optimierten Baumstandorts ermöglichen die Werkzeuge der wasserwirtschaftlichen Bemessung eine sehr gute Einflussnahme auf den Bodenwasserhaushalt. Hierbei ist zwischen den beiden grundsätzlichen Bemessungswerkzeugen zu unterscheiden:

- a) Lastfallprinzip: Auslegung eines Speicherkörpers nach einem definierten Lastfall
- b) Nachweisprinzip: Simulation eines Speichers und Nachweis einer statistischen Einstauhäufigkeit.

BEMESSUNG NACH DEM LASTFALLPRINZIP

Das Bemessungsverfahren ist als „einfaches Verfahren 5.3.3.2“ in der DWA-A 138-1 formuliert. Ergebnis dieses Bemessungsansatz ist ein Speicherraum, der ein definiertes Niederschlagsereignis überstaulos aufnehmen, zwischenspeichern und versickern kann. Über den angenommenen Lastfall

lassen sich explizit Wuchsstandorte definieren. Bodenspeicher die auf eine hohe Wiederkehrhäufigkeit ausgelegt sind tendieren zu einem wechselfeuchten Bodenwasserregime. Solche mit eher seltenen Einstauereignissen tendieren in Richtung wechselfeuchter Standorte. Dies zeigt sich beispielsweise bei konventionellen Versickerungsmulden, die aufgrund ihrer Bemessung auf $T=5a$ in der Regel als wechselfeucht gelten. Über eine stufenweise Bemessung einer Pflanzgrube nach dem einfachen Verfahren, lässt sich für verschiedene Höhenlagen die statistische Einstauhäufigkeit ermitteln. Bei einem optimierten Baumstandort mit formaler Entwässerungsfunktion entspricht der Einstaubereich für die Jährlichkeiten bis $T=5a$ im technischen Sinne einer Rigole. Die Ergebnisse einer solchen Bemessung können nun

in die Planung eines Baumstandorts integriert werden. Höhenlage, Mächtigkeit und Volumen des „Versickerungsbereichs“ definieren den potentiellen Einstaubereich. Über Volumenzuschläge kann der Standort so angepasst werden, dass z. B. der Hauptwurzelraum oder effektive Wurzelraum nur zu einem gewissen Maße innerhalb dieses Einstaubereichs liegt.

Neben der Einstauhäufigkeit lässt sich über den für die Bemessung gewählten Kf-Wert gut ableiten, wie lange ein geplanter Speicherraum für die Entleerung über den Sickerpfad benötigt (vgl. Tabelle 3). Zusätzliche Entnahmen durch Verdunstungsaktivität sind dabei noch nicht berücksichtigt.

Tabelle: 3 Ungefähre Entleerungsdauer von Speichern in Abhängigkeit des anstehenden Bodens. Idealisierte Darstellung ohne Berücksichtigung der Bodenfeuchteabhängigkeit der Wasserdurchlässigkeit

Einstauhöhe (cm)	Entleerungsdauer (d)			
	Sand	Lehmiger Sand	Lehm	Toniger Lehm
20	0,0	0,2	2,3	23,1
40	0,0	0,5	4,6	46,3
60	0,1	0,7	6,9	69,4
80	0,1	0,9	9,3	92,6
100	0,1	1,2	11,6	115,7
120	0,1	1,4	13,9	138,9
140	0,2	1,6	16,2	162,0
160	0,2	1,9	18,5	185,2

BEMESSUNG NACH DEM NACHWEISPRINZIP

Alternativ zur Dimensionierung über die Volumenvorgaben der FLL und einer Bodenspeicherbemessung mit dem vereinfachten Verfahren der DWA-A 138-1 können optimierte Baumstandorte mit Niederschlagswasserzuleitung über Bodenwasserhaushaltsmodelle simuliert werden (Langzeitsimulation). Dies bietet sich insbesondere

bei großen und kaskadierten Systemen an, bei denen das anfallende Niederschlagswasser bereits gedrosselt anfällt (z. B. bei Abfluss von einem Gründach). Auch bietet eine Bemessung mit dem Nachweisprinzip größere Sicherheit bei schlecht durchlässigen Böden oder ggf. teilgedichteten Systemen, wo neben der Einstauhöhe insbesondere auch die Entleerungszeit maßgeblich den Pflanzenstandort definieren. Langzeitsimulationen

ermöglichen dann einerseits die Ausgabe von Wasserstandsganglinien als auch die statistische Auswertung von Langzeitdaten. Anhand von Wasserstandsganglinien lässt sich darstellen und bewerten wie häufig und über welche Zeiträume in bestimmten Bodenhorizonten ein Volleinstau und damit der kurzzeitige Verlust von Bodenluft erfolgt (vgl. Abb. 91).

Inwiefern der simulierte Bodenwasserhaushalt dem realen Anlagenverhalten entspricht, lässt sich

durch ein Monitoring klären (Abb. 92). Grundsätzlich ist ein Monitoring keine Voraussetzung für den Betrieb von Baumstandorten in Verbindung mit Regenwasserbewirtschaftung. Bei der Planung von komplexen und/oder vernetzten Systemen können Steuerungsmöglichkeiten aber eine große Bedeutung haben. So lässt sich bei Anlagen mit Steuerungsmöglichkeiten (Zu- oder Ablaufdrosseln) basierend auf einem Monitoring das Anlagenverhalten ggf. auch nachjustieren.

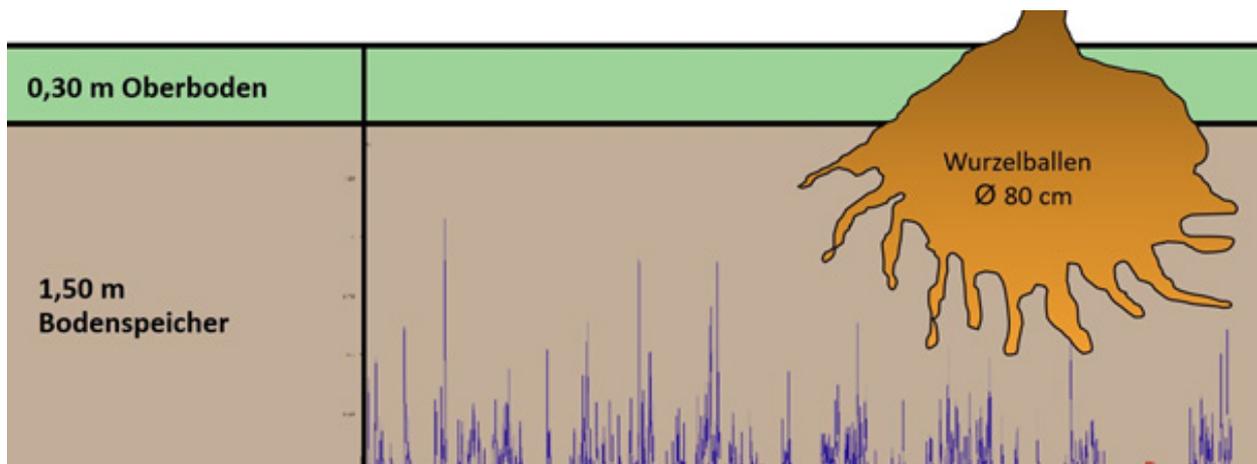


Abb.: 91 Beispielhafte Darstellung für die Bemessung eines Bodenspeichers über ein Bodenwasserhaushaltsmodell (Sieker)

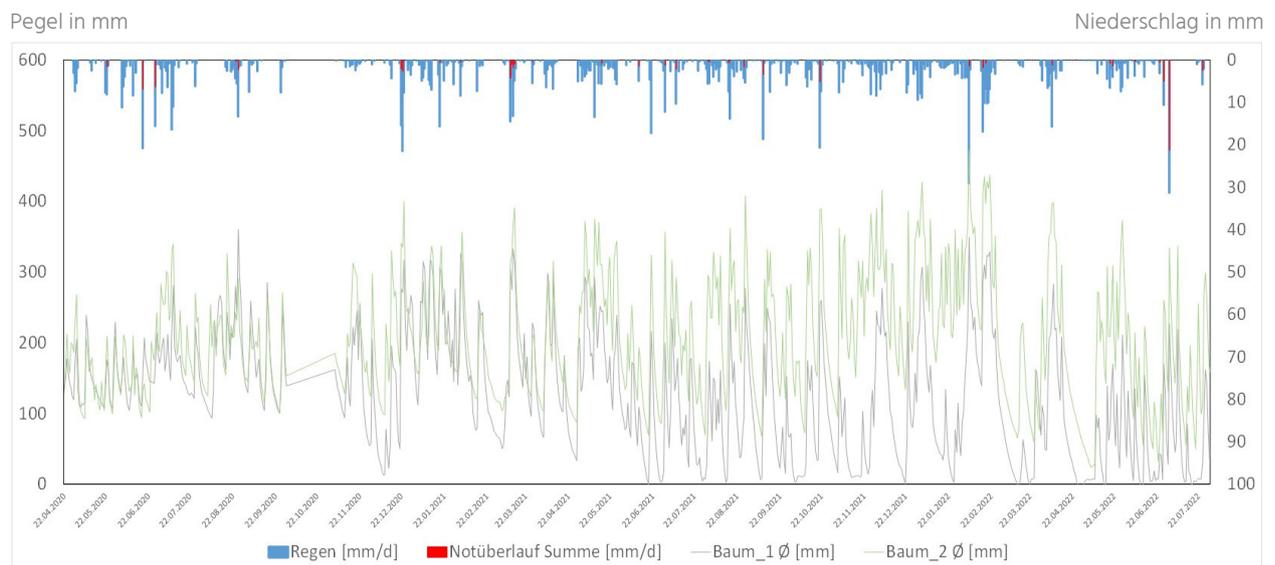


Abb.: 92 Wasserstandsmessung im Speicher unterhalb der Baumstandorte in der Hölertwiete (Pegel in mm, linke Y-Achse, 0 mm entspricht -2,00 m unter GOK), tägliche Regenmengen (rechte Y-Achse, Daten zur Verfügung gestellt vom Institut für Wasserbau der TU Hamburg) und tägliche Volumina Notüberlauf (rote Balken) (BGS, HCU)

TRANSFER IN NORMUNGSPROZESSE UND HERAUSFORDERUNGEN IN DER PRAKTISCHEN ANWENDUNG

Im Zuge von BGS 2.0 wurde ein Prozess unter Beteiligung von FLL, DWA, FGSV und GALK mit dem Ziel gestartet, die Regelungslücken und -konflikte zu identifizieren. Im Zuge mehrerer fachübergreifender Arbeitsgruppen wurde ersichtlich, wie wichtig das Verständnis über Planungs- und Bemessungsansätze fachfremder Disziplinen ist. So hält insbesondere die wasserwirtschaftliche Normung zahlreiche Bemessungsansätze, Werkzeuge und Nachweisprinzipien vor, die auch für die Auslegung von Vegetationsflächen angewendet werden können.

Unter Federführung der FLL wird seit November 2024 in Zusammenarbeit mit der DWA und der FGSV an der Erarbeitung eines gemeinsamen Regel- bzw. Empfehlungswerks gearbeitet, welches innerhalb der DWA-Systematik unter dem Arbeitstitel DWA-M 163 „Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung“ geführt wird.

Gleichzeitig steht die Implementation von Baumstandorten in Verbindung mit Regenwasserbewirtschaftung für die kommunale Planungspraxis vor weiteren Herausforderungen, für die es übertragbare Lösungen zu entwickeln gilt. Dies betrifft etwa die Frage nach der Einfachheit, Robustheit, Kosteneffizienz und Wartungsarmut der Systeme als auch etwa Möglichkeit zur Verringerung oder Vorreinigung von belastetem Regenwasser etwa durch Reifenabrieb an Straßen oder Streusalz, aber auch Gestaltungsmöglichkeiten bei Konflikten mit unterirdischen Infrastrukturen in beengten Straßenräumen.

8.2 PLANUNGSHILFE ZUR DEFINITION VON TYPOLOGIEN

EINFÜHRUNG

Aus städtebaulichen, wasserwirtschaftlichen und vegetationstechnischen Gründen wird angestrebt, Straßenbäumen mehr Niederschlagswasser zukommen zu lassen. Die Gründe sind in der BGS-Toolbox dargestellt und wie folgt zusammenzufassen:

Städtebaulich	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitäten von Grünflächen
Wasserwirtschaftlich	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Verdunstungsleistung und somit der Wasserbilanz • Reduzierung von Abfluss
Vegetationstechnisch	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des Wasserangebots

Grundsätzlich sind diese Ziele auch durch eine Bewässerung von Bäumen mit Regenwasserzisternen zu erreichen. Optimierte Baumstandorte verfolgen jedoch den Ansatz, Niederschlagswasser durch eine gezielte Zuführung dem Baumstandort

zukommen zu lassen. Hieraus ergeben sich Synergien zwischen Grünflächen und Flächen für dezentrale Regenwasserbewirtschaftung.

Die integrale Planung von Baumstandorten mit Niederschlagswasserzuführung wurde in der BGS-Toolbox differenziert nach:

- Hydrologisch optimierten Baumstandorten
- Baumrigolen mit/ohne Speicher
- Mulden/ Tiefbeeten mit Baumpflanzung.

Sowohl aus planerischer, betrieblicher und genehmigungsrechtlicher Sicht ist eine weitere Differenzierung solcher Systeme notwendig. Basierend auf einer Evaluation der im deutschsprachigen Raum geplanten und/oder umgesetzten Systeme wurde eine Typologie entwickelt, welche die maßgeblichen Unterschiede von optimierten Baumstandorten darstellt. Diese Typologie basiert auf vier Kriterien.

1. Kriterium - Räumliche Anordnung

1.1 Überlagerte Systeme

Hauptwurzelraum ist räumlich überlagert mit Zuleitung, Retention, Versickerung



1.2 Entkoppelte Systeme

Zuleitung, Retention, Versickerung finden außerhalb des Hauptwurzelraums statt



2. Kriterium - Beschickung

2.1 Oberflächenbeschickung

Befeuchtung des Hauptwurzelraums von oben nach unten, Vorbehandlung inklusive



2.2 Tiefenbeschickung

Befeuchtung des Hauptwurzelraums von unten bzw. lateral, Vorbehandlung exklusive



3. Kriterium - Wasserspeicherung

3.1 Temporäre Speicher

Speicherung über Substrate, Erden Fließbarrieren



3.2 Langzeitspeicher

Speicherung durch nicht drainierte, künstliche oder natürliche Bodenwannen



4. Kriterium - Steuerung

4.1 Statisch

Zu- und Ableitung, Versickerung und Verdunstung, Wachstum und Vitalität sind nur Resultat des hergestellten Standorts



4.2 Gesteuert

Zu- und Ableitung, Versickerung und Verdunstung, Wachstum und Vitalität werden gezielt durch Betrieb, Steuerungstechnik oder Monitoring beeinflusst



Abb.: 93 Typologien Bäume und Regenwasserbewirtschaftung (BGS, IPS/HCU)

1. KRITERIUM - RÄUMLICHE ANORDNUNG

Die Lage der Pflanzgrube zum Bodenraum, in dem Niederschlagswasser zugeführt, zurückgehalten und versickert wird kann auf zwei grundlegende Arten räumlich angeordnet werden. Unterschiede durch die verschiedene räumliche Anordnung optimierter Baumstandorte ergeben sich für die Interaktion zwischen Wurzeln und Bodenwasser im hydraulischen und stofflichem Sinne.

<p>1.1 ÜBERLAGERTE SYSTEME</p>  <p>Hauptwurzelaum ist räumlich überlagert mit Zuleitung, Retention, Versickerung</p>	<p>1.2 ENTKOPPELTE SYSTEME</p>  <p>Zuleitung, Retention, Versickerung finden außerhalb des Hauptwurzelaums statt</p>
<p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mulden oder Tiefbeete mit integrierter Gehölzpflanzung • Baumquartiere mit Bewässerungsleitung im Bereich Wurzelballen 	<p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mulden oder Tiefbeete mit seitlicher Gehölzpflanzung • Baumpflanzquartiere mit angrenzenden Rigolen
<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Platzersparnis • Biologische Belebung durch Wurzeldichte • Höheres Wasserdargebot 	<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Breitere Pflanzgruben • Geringere Exposition des Hauptwurzelaums • Bauliche Trennung von Baum und Wasserwirtschaftlicher Anlage für Betrieb und Unterhalt einfacher zu organisieren
<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direkte Exposition des Hauptwurzelaums 	<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hoher Platzbedarf

2. KRITERIUM - BESCHICKUNG

Der Weg des anfallenden Niederschlagswassers von angrenzenden Flächen in das System beeinflusst ganz wesentlich zwei wichtige Prozesse von optimierten Baumstandorten:

- Feuchtigkeitsverlauf innerhalb des Baumquartiers
- Rückhalt von (Schad-)Stoffen in der Bodenmatrix.

Sofern der Zulauf von oben nach unten erfolgt, entwickelt sich auch auf selbige Art und Weise der Feuchtigkeitsgradient. Aus Sicht der Baumpflanzung ergibt sich somit ein stärker in Richtung Oberfläche ausgerichteter Wuchsimpuls für

Baumwurzeln. Aus Sicht der Vegetationstechnik wird jedoch die Stimulation des Tiefenwurzelwachstums häufig priorisiert. Besonders in Zeiten des Klimawandels kommt der Baum so besser an Grundwasser.

Bei der Wasserzuführung von oben nach unten wird aber in der Regel eine Bodenmatrix durchflossen. Im Falle von Mulden ist dies eine definierte belebte Bodenzone. Auch Baumwurzelsysteme, welche in humosen Erden und/oder Substraten stehen, gelten langfristig als belebte Systeme (Mikroorganismen, Pilze, Mikrofauna). Die vertikale Bodenpassage wirkt sich somit günstig auf den Rückhalt von eingetragenen Stoffen aus. Eine oberirdische belebte Bodenzone kann aus stofflicher Sicht somit auch eine Schutzfunktion für unterliegende Bodenschichten erfüllen.

2.1 OBERFLÄCHENBESCHICKUNG 	2.2 TIEFENBESCHICKUNG 
Befeuchtung des Hauptwurzelraums von oben nach unten, Vorbehandlung inklusive	Befeuchtung des Hauptwurzelraums von unten bzw. lateral
Beispiele <ul style="list-style-type: none"> • Mulden oder Tiefbeete • Baumscheiben mit oberflächiger Zuleitung 	Beispiele <ul style="list-style-type: none"> • Baumquartiere mit Bewässerungsleitung im Bereich Wurzelballen
Stärken <ul style="list-style-type: none"> • Vorbehandeltes Sickerwasser durch Passage der belebten Bodenzone • Geringer Technisierungsgrad 	Stärken <ul style="list-style-type: none"> • Stimulation des Tiefenwachstums von Baumwurzeln • Rohrgebundene Zuleitung ermöglicht die Nutzung von Sonderschächten (Vorbehandlung bzw. Sommer-Winter-Betrieb) • Beschickung kombinierbar mit Belüftung • Ggf. mehr Speichervolumen räumlich flexibler realisierbar
Schwächen <ul style="list-style-type: none"> • Feuchtegradient von oben nach unten induziert oberflächenorientiertes Wurzelwachstum 	Schwächen <ul style="list-style-type: none"> • Höherer Technisierungsgrad und mehr Unterhaltungspunkte

3. KRITERIUM - WASSERSPEICHERUNG

Wasser ist mit Luft, Nährstoffen und der Bodenfauna wesentliche Voraussetzung für einen gesunden Stoffwechsel und damit die Vitalität der Bäume. Sowohl ein Mangel, als auch ein Überschuss von Wasser kann den Stoffwechsel der Bäume erheblich schaden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die metabolische Reaktion auf Stresssituation große Latenzzeiträume aufweist. Vor dem Hintergrund länger anhaltender heißer Trockenphasen wird in optimierten Baumstandorten ein möglichst gutes Wasserdargebot angestrebt. Hierfür werden sowohl temporäre Speicher

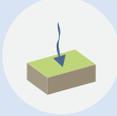
verwendet, als auch Langzeitspeicher. Langzeitspeicher haben dabei ein großes Rückhaltepotenzial, müssen jedoch standortspezifisch hinsichtlich der Einstaudauern und Entleerungszeiten geplant werden, sodass die jeweils ausgewählte Baumart keinen Schaden nimmt. Artenspezifische Aussagen lassen sich nach aktuellem Stand in der Breite nur die Eigenbewertung der Baumschulen abgreifen. Für eine stärker generische Bewertung müssen die in der Vegetationstechnik üblicherweise verwendeten Vegetationstypen herangezogen werden. Für optimierte Baumstandorte mit Langzeitspeicher ist dies in erster Annäherung die sogenannte Hartholzauze.

3.1 TEMPORÄRE SPEICHER 	3.2 LANGZEITSPEICHER 
Speicherung über Substrate, Erden Fließbarrieren Beispiele <ul style="list-style-type: none"> • Substrate • Speicherzuschlagstoffe • Poröse Schüttungen 	Speicherung durch nicht drainierte, künstliche oder natürliche Bodenwannen Beispiele <ul style="list-style-type: none"> • Baumquartier mit Abdichtung im Bereich der Pflanzgrube; z. B. Lehm/ Bentonit/ Folie • Baumquartier mit technischen Speicherelementen im Bereich der Pflanzgrube
Stärken <ul style="list-style-type: none"> • Flexible und unkomplizierte Herstellung • Vielzahl an marktverfügbaren Produkten • Bedarfsspezifische Komposition möglich 	Stärken <ul style="list-style-type: none"> • Längerer Wasservorrat als über die Bodenmatrix • Höhere Steuerbarkeit der Wasserzufuhr
Schwächen <ul style="list-style-type: none"> • Keine Speicherung bei längeren Trockenzeiten 	Schwächen <ul style="list-style-type: none"> • Gefahr von stagnierendem Wasser mit Sauerstoffzehrung bzw. hohem CO₂-Bodenluftgehalt • Höherer Technisierungsgrad von Pflanzgruben

4. KRITERIUM - STEUERUNG

Die Zuführung von Wasser hängt nicht nur von der grundlegenden Bauweise gemäß der Kriterien 1-3 ab, sondern auch von der Frage, ob die Wasserführung gesteuert wird. Der Aspekt der Steuerung ist durch die Digitalisierung in der Wasserwirtschaft und Vegetationstechnik als Stand der Technik zu

klassifizieren. Konfektionierte Systeme erhalten mehr und mehr Einzug auf den Markt und ermöglichen gezielt auf die Menge und Qualität des zugeführten Wassers Einfluss zu nehmen. Gesteuerte Systeme werden daher an Bedeutung zunehmen!

<p>4.1 STATISCH</p>  <p>Zu- und Ableitung, Versickerung und Verdunstung, Wachstum und Vitalität sind nur Resultat des hergestellten Standorts</p>	<p>4.2 GESTEUERT</p>  <p>Zu- und Ableitung, Versickerung und Verdunstung, Wachstum und Vitalität werden gezielt durch Betrieb, Steuerungstechnik oder Monitoring beeinflusst</p>
<p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konventionelle Mulden und Tiefbeete • Konventionelle Pflanzgruben • Konventionelle Punkt- und Flächenzuläufe 	<p>Beispiele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pflanzgruben mit gedrosseltem Abfluss in Anlehnung an Rigolen-Systeme • Mulden und Tiefbeeten mit Punktzuläufen, die im Sommer- und Winterbetrieb gefahren werden • Pflanzgruben mit unterirdischer Zuleitung, die im Sommer- und Winterbetrieb gefahren werden • Oberirdische Zuleitung, die temperaturabhängig erfolgt (Vermeidung von Tausalzeintrag)
<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfache Herstellung • Geringer betrieblicher Aufwand 	<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ermöglicht die Umsetzung von Maßnahmen an Standorten mit wechselnden Randbedingungen • Langfristige Anpassungsmöglichkeiten
<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenig Einfluss auf sich ändernde Rahmenbedingungen 	<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Höherer betrieblicher Aufwand (Unterhaltung und Kosten)

KONZEPTE

Für die Typologien gemäß der Kriterien 1-4 finden sich in der aktuellen Umsetzungspraxis wiederkehrende Kombinationsmuster, die hier als grundlegende Konzepte zusammengefasst werden.

1. ÜBERLAGERTE SYSTEME I OBERFLÄCHENBESCHICKUNG I TEMPORÄRE SPEICHER I OHNE STEUERUNG

Die Pflanzung von Bäumen und Gehölzen in Baumscheiben oder Mulden, denen oberflächlich Niederschlagswasser zugeführt wird, stellt das häufigste, umgesetzte Konzept für Bäume und Niederschlagswasserbewirtschaftung dar (vgl. Abb. 94). Eine temporäre Speicherung findet innerhalb der Ausmuldung, der Vegetationstragschicht, sowie dem darunterliegenden Sickerkorridor statt. Das Konzept ist niedrigschwellig und in der Regel kostengünstig herzustellen. Insbesondere bei straßen- und wegebegleitenden Mulden mit einem grundsätzlich sickerfähigen Untergrund bietet sich den Gehölzen ein überdurchschnittlicher Wurzelraum. Es ist hinsichtlich der Pflanzung und Unterhaltung zu berücksichtigen, dass es durch die oberflächliche Zuleitung und der dementsprechend nach unten hin abnehmenden Durchfeuchtung zu einer oberflächennahen Durchwurzelung kommen kann.



Abb.: 94 Umsetzungsbeispiel für das Konzept überlagerte Systeme mit Oberflächenbeschickung und temporärer Speicherung (Sven Hübner, bgmr)

2. ENTKOPPELTE SYSTEME I OBERFLÄCHENBESCHICKUNG I TEMPORÄRE SPEICHER I OHNE STEUERUNG

Die Pflanzung von Bäumen und Gehölzen in unmittelbarer Nähe zu einer Versickerungsanlage stellt ein zunehmend umgesetztes Konzept dar (vgl. Abb. 95). Als Variante zu den klassischen überlagerten Mulden können bei den entkoppelten Systemen die Gehölze auf Podesten stehen, welche in unmittelbarer Nachbarschaft zu Versickerungsbereichen angelegt sind. Somit wird der Baum nicht selber eingestaut. Die durch Sickerwasser auftretende Durchfeuchtung des Untergrundes tritt eher in der Peripherie des Wurzelraums bzw. dem Bereich der Kronentraufe auf. Als Untervariante dieses Konzepts gelten auch die eher urbanen und überbauten Baumscheiben mit angrenzenden Tiefbeeten.



Abb.: 95 Umsetzungsbeispiel für das Konzept entkoppelter Systeme mit Oberflächenbeschickung und temporärer Speicherung (Sieker)

3. ÜBERLAGERTE SYSTEME I TIEFENBESCHICKUNG I LANGZEITSPEICHER/TEMPORÄRE SPEICHER I OHNE STEUERUNG

Insbesondere bei überbauten Baumscheiben in urbanen Bereichen erfolgt die Zuleitung von Niederschlagswasser häufig rohrgebunden und somit unterirdisch (vgl. Abb. 96). Die Möglichkeit, Bewässerung und Belüftung zu kombinieren, führt dazu, dass es sich in der Regel um überlagerte Systeme handelt. Hier erfolgt der Wasserzufluss in Nähe des Hauptwurzelraums. Die Speicherung erfolgt lediglich durch Substrate, die ggf. zum Wasserrückhalt optimiert wurden. Alternativ existieren einige

Umsetzungsbeispiele, bei denen durch unterirdische Abdichtungen oder Bodenwannen Sickerwasser aufgefangen wird. Grundsätzlich lassen sich auch Systeme mit einer Beschickung durch Regenwasserzisternen diesem Konzepttyp zuschreiben. Als Anforderung für die Tiefenbeschickung ist stets die Vermeidung von schädlichen Stoffeinträgen zu berücksichtigen. In Abhängigkeit der Nutzung von angeschlossenen Flächen ist eine Vorbehandlung des Niederschlagswassers vorzunehmen.

Insbesondere bei diesem Konzept ist zukünftig vermehrt mit dem Einsatz von gesteuerten Systemen zu rechnen. Die Steuerung betrifft einerseits die Aufteilung von Niederschlagswasser in Wintersituationen (Zulaufsteuerung), als auch die gezielte Bewässerung bei Trockenheit in Sommersituationen (intelligente bzw. bedarfsgesteuerte Speicherbewirtschaftung).



Abb.: 96 Umsetzungsbeispiel für das Konzept überlagerter Systeme mit Tiefenbeschickung und temporärer Speicherung (Sieker)

AUTOR:INNEN

Wolfgang Dickhaut, HafenCity Universität
 Matthias Pallasch, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
 Michael Richter, HafenCity Universität

LITERATUR

Richter et al (2021): Können Straßenbaumstandorte durch Regenwasserbewirtschaftung verbessert werden? ProBaum 01/2021 22-26

Pallasch et al (2022): Straßenbäume und dezentrale Versickerung als Beitrag wassersensibler Stadtentwicklung – Teil 2 KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2022, (69) Nr. 9, 747-759

Kluge et al (2022): Straßenbäume und dezentrale Versickerung als Beitrag wassersensibler Stadtentwicklung – Teil 1, KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2022, (69) Nr. 5, 358-376

9

BAU-, BETRIEBS- UND FINANZIE- RUNGSASPEKTE

Die Frage der Zuständigkeit und Finanzierung stellt sich stets bei der Umsetzung von blau-grünen Maßnahmen. Es sind Herausforderungen, die Kommunen und Planende begleiten und die oftmals ein Hindernis in der Umsetzung darstellen. In der zweiten Phase des BlueGreenStreets Projekts wurde sich der Thematik gewidmet: Mit Hilfe von Umfragen und Interviews konnte ein Bild von der Umsetzungspraxis gewonnen werden, in einem kommunalen BGS-Netzwerktreffen wurde sich mit Kommunen und Planenden ausgetauscht, es wurden Probleme konkretisiert und Lösungsansätze diskutiert.

HERAUSFORDERUNGEN DER ZUSTÄNDIGKEITSVERTEILUNG BEI DER UMSETZUNG BLAU-GRÜNER ELEMENTE (ALS VERWALTUNGSINTERNES HINDERNIS)

Die Umsetzung blau-grüner Maßnahmen im urbanen Raum stellt eine vielschichtige Herausforderung dar, insbesondere wenn es um die klaren Definitionen von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten geht. Diese Problematik wird durch die Komplexität kommunaler Strukturen in den Behörden verschärft, die von unterschiedlichen Faktoren abhängt (z. B. Größe der Kommune, Verwaltungsstruktur, Betriebsform der Wasserwirtschaft, Kreiszugehörigkeit, etc.) Blau-grüne Infrastrukturprojekte erfordern die Zusammenarbeit und Koordination mehrerer Abteilungen und Dezernate. Diese strukturelle Komplexität führt häufig zu Unklarheiten, insbesondere auch in Bezug auf die Unterhaltung und Pflege dieser Maßnahmen.

Ein grundlegendes Problem besteht darin, dass blau-grüne Infrastrukturprojekte viele „traditionelle“ Verwaltungsbereiche überschneiden. So sind beispielsweise Grünflächenämter, Wasserwirtschaftsämter, Umweltämter, Stadtplanungsämter und oft auch Verkehrs- und Bauämter in verschiedene Aspekte der Planung, Implementierung und Instandhaltung eingebunden. Hinzukommen eigenständige Betriebe oder Abwasser- und

Entsorgungsunternehmen. Diese Überschneidung kann zu Kompetenzkonflikten und administrativen Hürden führen.

Ein Hindernis stellt die langfristige Unterhaltung und Pflege von blau-grünen Infrastrukturen dar. Während die Planung und Umsetzung solcher Projekte häufig besser finanziert ist (investive Maßnahmen), mangelt es oft an klaren Regelungen, Zuständigkeiten und Finanzierung für deren Erhalt (konsumtive Maßnahmen).

Die Komplexität der Zuständigkeiten wird durch die Größe der Stadt und die damit verbundene Anzahl der beteiligten Akteure weiter verschärft. In größeren Städten mit höheren Einwohnerzahlen ist die Anzahl der Abteilungen und Dezernate, die sich mit verschiedenen Aspekten der Stadtentwicklung und -verwaltung befassen, größer. Dies führt zu einer höheren Anzahl an Schnittstellen und potenziellen Konfliktpunkten.

In Deutschland gibt es erhebliche Unterschiede in den Regelungen und Ansätzen zur Umsetzung von blau-grüner Infrastruktur zwischen den Bundesländern. Diese Unterschiede betreffen insbesondere die Zuständigkeitsverteilung und die Finanzierung solcher Projekte. Während beispielsweise in Nordrhein-Westfalen das Kommunalabgabengesetz eine klare Grundlage für die Finanzierung und Unterhaltung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen bietet, fehlen in anderen Bundesländern vergleichbare Regelungen, was die Umsetzung erschwert (Land Nordrhein-Westfalen, 2024). Diese Heterogenität führt zu einer uneinheitlichen Umsetzungspraxis und erschwert die Entwicklung einheitlicher Standards. In Baden-Württemberg wurde im Februar 2023 das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz im Landtag beschlossen, das ein Klima-Maßnahmen-Register (KMR) enthält (Land Baden-Württemberg, 2024). Kommunen anderer Bundesländer haben oft mit administrativen Hürden und Finanzierungsproblemen zu kämpfen. Diese Unterschiede spiegeln sich auch in den Ergebnissen der Umfragen und Interviews wider, die aufzeigen, dass die Fragmentierung der Zuständigkeiten und die variierenden Finanzie-

rungsmöglichkeiten oft als zentrale Hindernisse bei der Realisierung von blau-grünen Projekten wahrgenommen werden. Um eine erfolgreiche und flächendeckende Implementierung solcher Maßnahmen zu gewährleisten, ist es daher essenziell, dass die Bundesländer ihre Strategien und Regelungen angleichen und eine stärkere interkommunale Zusammenarbeit fördern. Hierbei könnten besonders Vorreiter-Bundesländer wie Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg als Modelle dienen, von deren etablierten Strukturen andere Bundesländer lernen können. Dies würde das Lernen von anderen Kommunen vereinfachen.

Aus den Beteiligungsformaten von BGS 2.0 heraus konnten Probleme und Lösungen verschiedener Kommunen identifiziert werden, die hier auszugswise dargestellt werden.

Um den genannten Herausforderungen zu begegnen, sind verschiedene Ansätze denkbar. Eine Möglichkeit ist die Schaffung interdisziplinärer Arbeitsgruppen, die Vertreter:innen aller relevanten Ämter und Abteilungen umfassen. Solche Gruppen könnten die Koordination verbessern und klare Zuständigkeiten definieren. Hier sind bereits erste Schritte von Kommunen getätigt worden: So etabliert **Leipzig** derzeit ein kommunales Lenkungsnetzwerk „Wassersensible Stadtentwicklung“. Diese Positionen könnten als Schnittstellen zwischen den verschiedenen Abteilungen fungieren und die Kommunikation und Zusammenarbeit erleichtern. Die frühzeitige und regelmäßige Kommunikation aller Beteiligten ist von besonderer Relevanz bei der Umsetzung blau-grüner Elemente. Das Lenkungsnetzwerk soll sich in regelmäßigen Abständen treffen (etwa alle 2 - 3 Monate). Es soll sich über Beispielprojekte und auch Musterlösungen ausgetauscht werden.

In der Kommune **Stein** liegt die Unterhaltung der blau-grünen Maßnahmen bei der Stadt, einschließlich der Kosten. Für kleinere Kommunen, wie Stein, ergeben sich dabei oft weniger Herausforderungen. Die konkrete Pflege und Wartung der umgesetzten Systeme (Baumrigolen mit technischen Filteranlagen zur Niederschlagswasser-

reinigung) wird sich erst in der Praxis bewähren. Langzeiterfahrungen sind hier noch nicht vorhanden. Zuständigkeiten sind klar geregelt: Die Baumrigolen werden künftig Teil der öffentlichen Abwasseranlage. Alle beinhaltenen Entwässerungseinrichtungen werden dann als Teil des Straßenkörpers ebenfalls von der Stadt unterhalten, inklusive Reinigung des Regenwasserkanals und der Rigolenzuläufe.

In **Rostock** ist die Frage der Zuständigkeit abhängig von dem technischen Grad der Baum-Bewässerungs-Anlage bzw. Baumstandorte mit autarken Bewässerungssystemen. Ziel ist es, die Kosten für die Unterhaltung möglichst gering zu halten, beispielsweise durch spezielle Rinnenanfertigungen (ggf. teurer in der Investition, aber günstiger im Betrieb). Zuständigkeiten werden durch Werkverträge mit Entwässerungsbetrieben geregelt, eine externe Verlagerung der Zuständigkeit ist auch möglich. Basis für die Kalkulation von Pflege- und Unterhaltungskosten sind unter anderem der FLL-Objektkartenkatalog Freianlagen (OK Frei) von 2018 (FLL Shop FLL-Objektkartenkatalog Freianlagen (OK FREI), 2018) sowie die Musterleistungsverzeichnisse zur Pflege (FLL).

In **Rheine** wurden optimierte Baumstandorte geplant (Baumstandorte mit nebenliegenden Rigolen). Das System wurde von der Stadt so konzipiert, dass es möglichst unterhaltungsarm ist. Zuständigkeiten sind durch eine interne Leistungsbeziehung mit der Stadt definiert.

Die Unterhaltung und der Betrieb von optimierten Baumstandorten in **Gladbeck** sind aktuell durch mehrere Herausforderungen geprägt. Die Verantwortung für die Unterhaltung abwassertechnischer Anlagen liegt beim Straßen- und Kanalamt. Für alle Arbeiten, die mit Grünflächen in Verbindung stehen, ist das Stadtgrün zuständig. Dazu gehören auch regelmäßige Spülungen, die jeweils im Frühjahr und Herbst durchgeführt werden sollen.

BEST-PRACTICE-BEISPIEL: STADT BOCHUM

Die Stadt Bochum hat bereits diverse Baumrigolen umgesetzt und viele weitere Projekte in Planung. Sie gilt damit als Vorreiter bei der Umsetzung. So wurden bereits große Straßen wie die Hattinger Straße und Castroper Straße umfangreich umgebaut und mit blau-grünen Elementen ausgestattet. Die Alleestraße wird derzeit umgebaut. Dies ist nur durch enge Zusammenarbeit und gegenseitige Kompromisse zwischen den beteiligten Akteuren möglich gewesen. Die Integration von blau-grünen Elementen in Regelwerke ist essentiell. Im Folgenden wird die Verteilung von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten in der Stadt Bochum als Best-Practice-Beispiel vorgestellt.

Eindeutige Definitionen zur Klärung von Verantwortlichkeiten haben die Umsetzung der Baumrigolen in Bochum erheblich vereinfacht. Das Stockholmer Modell wurde hier gewählt, bei dem das Wasser zunächst über Straßenrinnen in Sinkkästen gelangt, um dann in die „Baumrigole“ zu fließen. Der unterirdische Teil wird als wasserwirtschaftliche Anlage definiert, da sie zur Bewässerung des

Baumes dient. Die Zuständigkeit dieser Anlage liegt somit beim Tiefbauamt. Der oberirdische Teil liegt in der Verantwortung des Grünflächenamts. Eine Vereinbarung zwischen Grünflächenamt und Tiefbauamt wurde zudem getroffen: Sollte es zu einer Überbewässerung der Baumrigole kommen, kann ein Zulauf abgekoppelt werden. Dies ist möglich, da ein Notüberlauf mit Anschluss an den Mischwasserkanal vorhanden ist. Sobald die Rigole vollgelaufen ist, springt der Notüberlauf ins Mischsystem an. Positiv hervorzuheben ist, dass in Bochum eine frühzeitige Beteiligung aller Stakeholder stattgefunden hat. Vereinfacht wurde der Prozess dadurch, dass das Grünflächenamt sowie das Tiefbauamt im gleichen Dezernat liegt, sodass Vorhaben schnell und effektiv durchgesetzt werden können. Die Kooperation zwischen Tiefbau- und Grünflächenamt ist essentiell für die Umsetzung von blau-grünen Maßnahmen. Ein gewisses Vertrauen der einzelnen Verantwortlichen muss gegeben sein. Eine klare horizontale Linie zwischen ober- und unterirdischem Teil existiert nicht. Folgende Darstellung zeigt Bedingungen und Erleichterungen bei der Umsetzung von Baumrigolen.

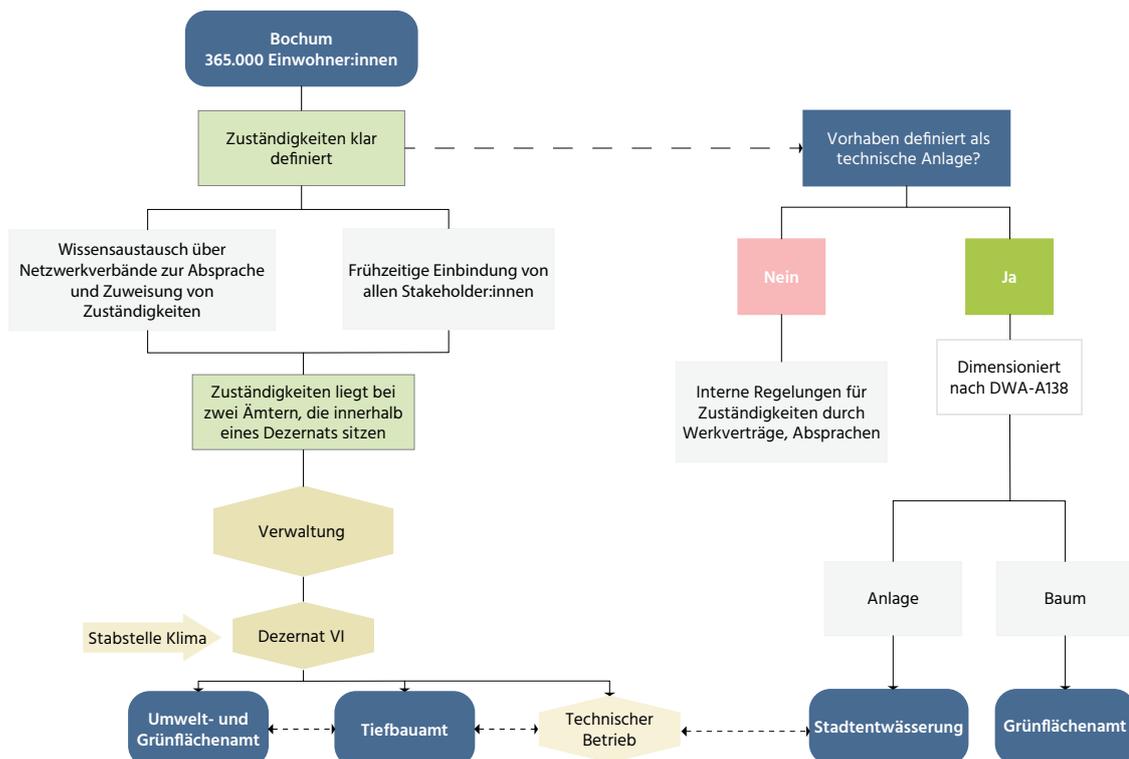


Abb.: 97 Verteilung von Zuständigkeiten in der Stadt Bochum, eigene Darstellung (HCU)

In **Duisburg** übernimmt der Wirtschaftsbetrieb die vollständige Verantwortung für die Stadtentwässerung. Alle entsprechenden Dienstleistungen für die Stadt werden ebenfalls durch diesen Betrieb erbracht. Dabei besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Wirtschaftsbetrieb und der Stadtverwaltung, insbesondere bei der Entwicklung und Umsetzung von Bebauungsplänen (B-Pläne). Eine besondere Unterstützung im Ruhrgebiet bietet das Klimawerk, ein Netzwerk, das die Zusammenarbeit der Kommunen fördert. Insbesondere die Emscher Genossenschaft spielt hier eine zentrale Rolle, indem sie die Kommunen bei verschiedenen Projekten und Aufgaben unterstützt. Hinsichtlich der Zuständigkeiten für Grünbereiche ist die Lage komplex. Bäume fallen in den Verantwortungsbereich des Umweltamtes, während Baumscheiben dem Amt für Stadtentwicklung und Projektmanagement zugeordnet sind. Für die Baumrigolen, inklusive des darunterliegenden Unterbaus, ist die Zuständigkeit allerdings noch nicht abschließend geklärt. Es ist wahrscheinlich, dass die Bäume weiterhin dem Umweltamt und die Rigolen als abwassertechnische Anlagen dem Wirtschaftsbetrieb zugeordnet werden. Aktuell wird jedoch zunächst gebaut, und die Klärung der Verantwortlichkeiten erfolgt erst im Nachhinein.

Ansätze wie die Einrichtung von Arbeitsgruppen oder zentralen Koordinationsstellen zeigen erste Erfolge. Solche Netzwerke fördern den Austausch zwischen Abteilungen und erleichtern die Kommunikation sowie die Entwicklung von Musterlösungen. Die Interviews machen deutlich, dass nachhaltige Lösungen oft langfristig erarbeitet und Zuständigkeiten klar geregelt werden müssen, um die erfolgreiche Umsetzung und Unterhaltung blau-grüner Maßnahmen sicherzustellen. Ein zentraler Punkt in vielen Kommunen ist der Personalmangel, der die Durchführung notwendiger Maßnahmen erschwert. Nachfolgend wird die Zuständigkeitsverteilung der Stadt Bochum als Best-Practice-Beispiel dargestellt.

Weiterhin wurden in der BGS-Toolbox 1.0, Band A in Kap. 5 und Band B in Kap. 3, bereits verschie-

dene Lösungsmöglichkeiten zur Regelung der Zuständigkeiten dokumentiert, z. B. zum Projekt in der Hölertwiete in Hamburg-Harburg oder zu generellen Regelungen und Projektlösungen in Berlin.

FINANZIERUNG- UND KOSTEN VON BGS-ELEMENTEN

Das kommunale BGS-Netzwerktreffen zum Thema „Finanzierung und Zuständigkeiten bei der Umsetzung von BGS-Elementen“ zeigte einige Hemmnisse, die kommunale Vertreter:innen und Planende sehen, auf: Ein Großteil der Kommunen hat keine Erfahrungen mit der Finanzierung von BGS-Elementen, von denen, die Erfahrung haben, nutzen viele Kommunen den kommunalen Haushalt zur Finanzierung, gefolgt von Kommunen, die Förderprogramme in Anspruch nehmen. Niederschlagswassergebühren spielen eine geringere Rolle. Bei der Pflege und Unterhaltung zeigt sich ein ähnliches Bild: Diverse Kommunen haben keine Erfahrungen in diesem Bereich. Die Mehrheit finanziert diese Maßnahmen aus dem kommunalen Haushalt, während nur wenige Förderprogramme oder Niederschlagswassergebühren nutzen.

Die Umfrage hebt mehrere Kernprobleme hervor:

- Fehlende Lösungen für die regelmäßige Finanzierung und Unterhaltung von BGS-Elementen.
- Mangelnde Kenntnisse über verfügbare Förderprogramme.
- Unklarheiten bei den Zuständigkeits- und Verantwortungsbereichen.
- Fehlende Fachkenntnisse und Herausforderungen bei der grundstücksübergreifenden Planung.

Diese Erkenntnisse verdeutlichen die Notwendigkeit klarer Regelungen und Zuständigkeitsverteilungen sowie einer besseren Information und Koordination innerhalb der Kommunen.

In vielen befragten Kommunen stellt die Finanzierung von BGS-Elementen weniger ein Problem dar. Es gibt diverse Förderprogramme zur Unterstützung solcher Bauprojekte sowie kommunale Mittel. Allerdings bleibt die Finanzierung der Pflege und Unterhaltung eine Herausforderung, da diese oft nicht in die Förderprogramme mit eingeschlossen sind. Durch die Unklarheiten in der Zuständigkeitsverteilung ist oftmals auch die Finanzierungsfrage von Unterhaltung und Pflege nicht geklärt.

In diesem Zusammenhang sei auf den Regen-Rechner der Stadt Berlin verwiesen. Dieses Tool kann Kommunen helfen, die Kosten und den Nutzen von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen besser zu verstehen und zu kalkulieren. Der Regenkostenrechner stellt eine wertvolle Ressource dar, um die finanziellen Aspekte von Baumrigolen und anderen Regenwasserprojekten zu bewerten.

RegenRechner – Alle Kosten für Ihre Regenwasserbewirtschaftung (regenwasseragentur.berlin)

Ein weiteres Hindernis stellt die mangelnde Standardisierung in diesem Bereich dar, wodurch es schwierig ist, Kostenvergleiche von Baumrigolen zu erstellen. Ohne einheitliche Standards variieren die Kosten erheblich, was die Planung und Budgetierung für Kommunen erschwert. Die Datenerhebung und -anfrage in den Kommunen gestaltet sich ebenfalls schwierig. Oft fehlen genaue und vergleichbare Daten, die für eine fundierte Planung und Entscheidung notwendig wären. Kommunen mangelt es an Langzeiterfahrungen, an verwertbaren Daten und an genauen Kostenaufstellungen.

10

STOFFLICHE
BELASTUNGEN

10.1 FACHLICHE EINORDNUNG UND ERGEBNISSE

Die Versickerung von Niederschlagswasser stellt aus der wasserwirtschaftlichen Sicht eine Einleitung in das Grundwasser dar und wird durch das Wasserrecht geregelt. Jedoch entspricht die Einleitung und Versickerung von Niederschlagswasser an Baumstandorten einer Einwirkung auf den Boden und betrifft demzufolge auch das Natur- sowie Bodenschutzrecht. Die Zustandsziele werden maßgeblich durch die emissions- bzw. qualitätsbezogenen Anforderungen der Grundwasserverordnung (GrwV) sowie der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) definiert. Beide Gesetzgebungen sind nicht harmonisiert und bieten Abstimmungsbedarf bei der Planung und Genehmigung blau-grüner Infrastruktur.

ZIELGRÖSSEN ZUR BEURTEILUNG DES STOFFLICHEN BELASTUNGSPOTENZIALS

Da das DWA Arbeitsblatt A 138-1 Maßnahmen zum Schutz der Bodenfunktion und des Grundwassers berücksichtigt, empfiehlt es sich, die Planung zur Versickerung von Niederschlagswasser an diesen Vorgaben auszurichten.

Voraussetzung für die Versickerung gemäß DWA-A 138-1 ist eine Trennung unterschiedlich beschaf-

fener und verschmutzter Entwässerungsflächen. Die abflusswirksamen Flächen werden analog zum Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK-A 3-2:2020 hinsichtlich des stofflichen Belastungspotenzials nach Flächentypen und Flächennutzungen in drei Kategorien – gering, mäßig und stark belastet – eingeordnet. Zur Berücksichtigung des Verschmutzungspotenzials wird der Parameter AFS bzw. AFS63 eingeführt. Der Parameter AFS steht in der Wasserwirtschaft für die abfiltrierbaren Stoffe. Er bezeichnet die Menge an Partikeln, die in einer Wasserprobe enthalten sind und durch Filtration (üblicherweise durch einen Filter mit einer Porengröße von 0,45 µm) zurückgehalten werden können. Der AFS63 umfasst speziell den Feinanteil der Partikel im Wasser, die kleiner als 63 µm sind und ein höheres Schadstoffbindungspotenzial aufweisen. Neben AFS und AFS63 werden weitere Stoffparameter einbezogen, insbesondere gelöste Stoffe, wie Schwermetalle Kupfer und Zink.

KATEGORISIERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER

Um die Belastung des Niederschlagswassers einordnen bzw. beurteilen zu können, kann die Tabelle 5 des DWA-A 138-1 (S.27ff) herangezogen werden, um die Herkunftsflächen hinsichtlich des

Tabelle: 4 Kategorisierung ausgewählter Flächen nach Verschmutzungspotenzial: gering (Kategorie I), mäßig (Kategorie II) und stark (Kategorie III) gemäß DWA-A 138

Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
Fuß-, Rad- und Wohnwege Fußgängerzonen ohne Marktstände, Hof- und Verkehrsflächen in Wohngebieten (DTV < 300 Kfz/d), Park- und Stellplätze mit geringer Frequentierung	Marktplätze und Einkaufsstraßen, Verkehrsflächen in Wohngebieten (DTV 300 - 15.000 Kfz/d) bzw. in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten (DTV ≤ 2.000 Kfz/d), Park- und Stellplätze mit geringer Frequentierung	Metalldachflächen, Hof-, Verkehrsflächen sowie Park- und Stellflächen innerhalb von Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten, landwirtschaftliche Hofflächen oder stark frequentierte Gleisanlagen

Verschmutzungspotenzials zu kategorisieren. Eine Auswahl der dort aufgeführten und kategorisierten Flächen ist in Tabelle 4 dargestellt.

Für gering belastetes Niederschlagswasser wird in der Regel eine Versickerung durch ausreichend leistungsfähige Sickerräume, insbesondere durch eine ausreichend mächtige und leistungsfähige ungesättigte Bodenzone, gefordert. Sind diese geeigneten Bodenstrukturen nicht vorhanden, kann gering verschmutztes Wasser auch ohne Oberbodenpassage über Rigolen, Schächte oder Becken versickert werden (DWA-A 138, S. 30ff). Für stärker belastete Abflüsse ist dies teilweise nur in Verbindung mit einer geeigneten Vorbehandlung und/oder künstlichen Filtration über dezentrale Behandlungsanlagen zulässig. Ferner sind dezentrale Behandlungsanlagen auch bei

einer Tiefenbeschickung, das heißt bei einer unterirdischen Zuleitung des Niederschlagswassers, vorzuschalten. Für dezentrale Behandlungsanlagen werden im Rahmen der bauaufsichtlichen Zulassung (DIBt 2017) bzw. äquivalenter Prüfungen Standard-Labortestverfahren durchgeführt und die Rückhalteleistung von AFS63 und ausgewählten Schwermetallen (Kupfer und Zink) bewertet und Anforderungen für die Wirkungsgrade festgesetzt.

UMGANG MIT STOFFLICHEN BELASTUNGEN AN BAUMSTANDORTEN

In der Abb. 98 ist ein Ablaufschema dargestellt, das zur Bewertung der stofflichen Belastungen nach DWA-A 138-1 auf Baumstandorte angewendet wurde.

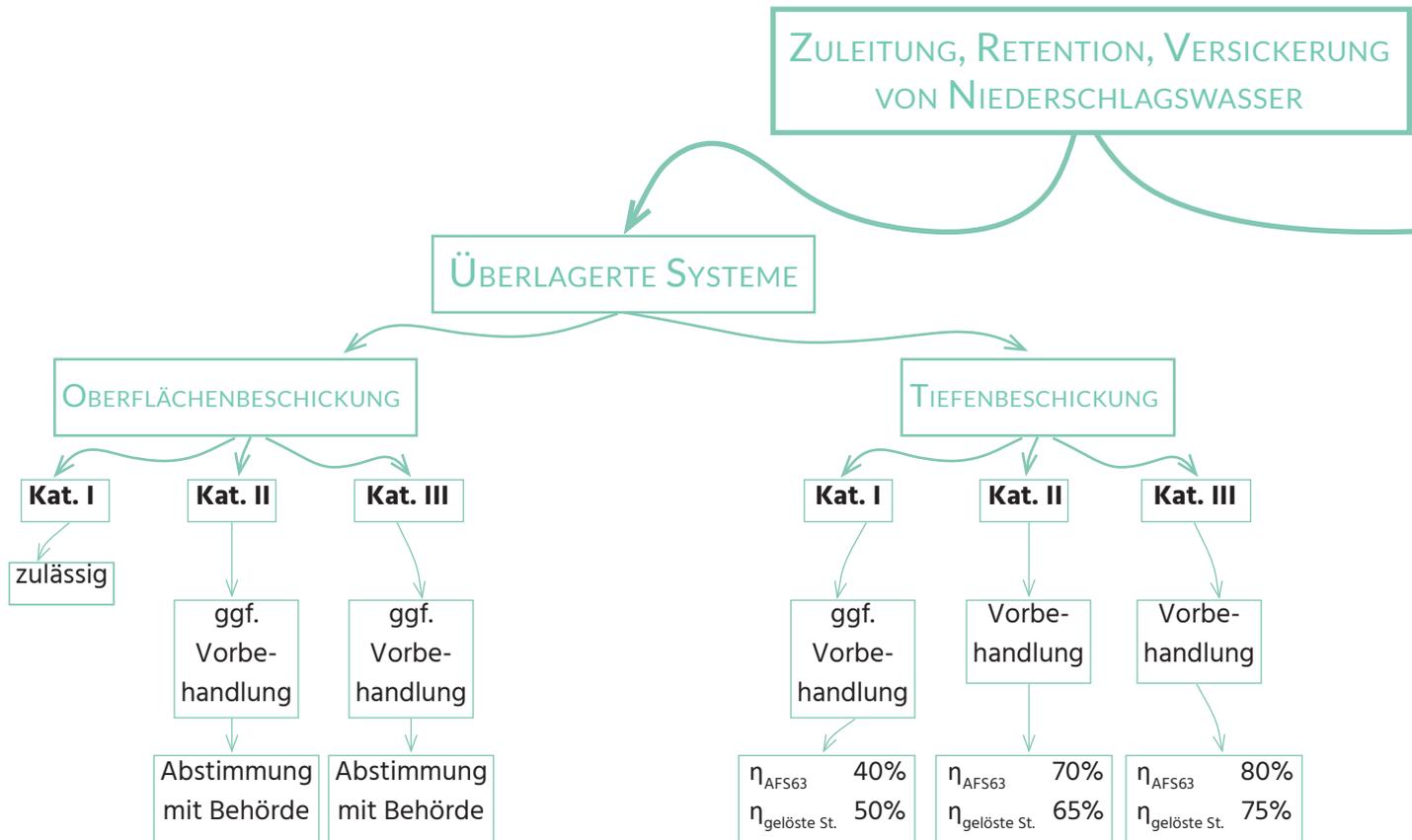


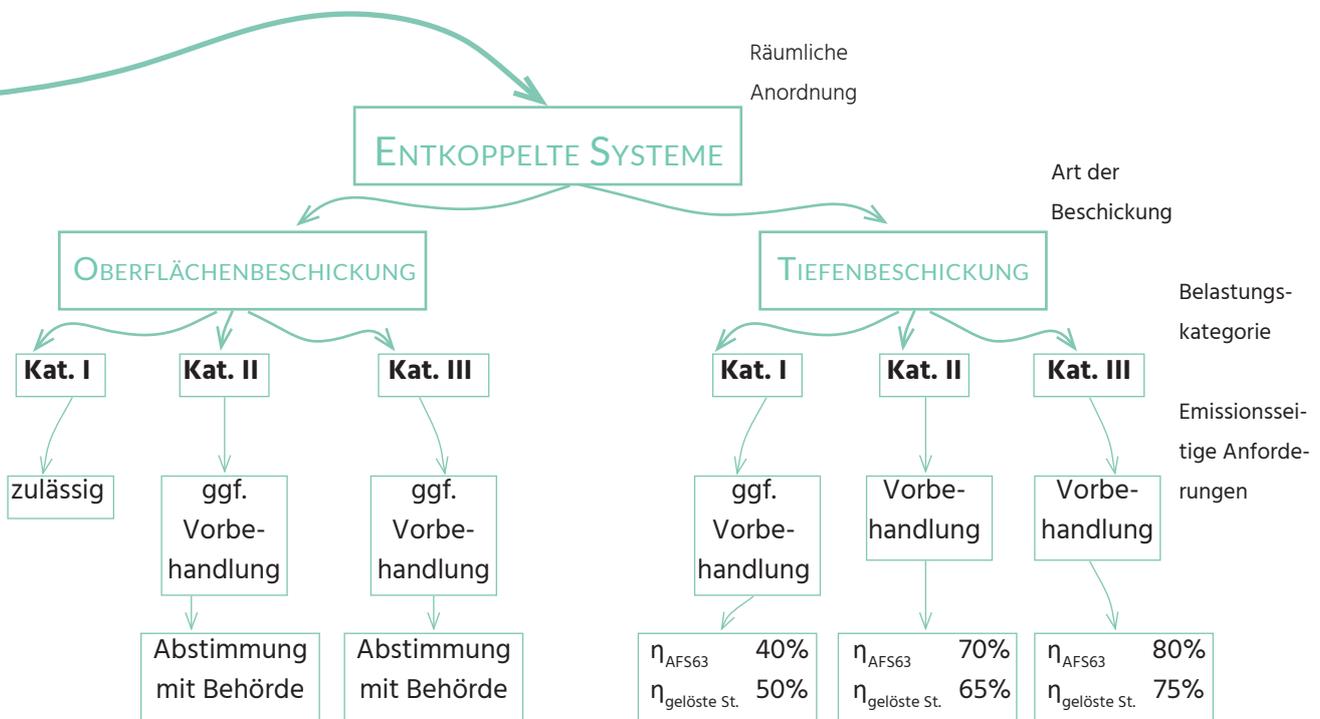
Abb.: 98 Ablaufschema für die Bewertung der stofflichen Belastungen des Niederschlagswassers für die Einleitung in eine Baumscheibe nach DWA-A 138-1, TU Berlin

Bei der Zuleitung, Retention und Versickerung des Niederschlagswassers der Kategorie I in eine Baumscheibe ist aufgrund der sehr gering einzuschätzenden Schadstoffbelastung keine schadhafte Boden- oder Grundwasserveränderungen zu besorgen. Sofern die zulässigen Jahresfrachten zur Aufbringung auf den Boden (gemäß BBodSchuV Anlage 1 Tabelle 3, z. B. Zink 1.200 g/ha*a und Kupfer 300 g/ha*a) nicht überschritten werden, stellen die obere Bodenzone und Baumsubstrate in gleicher Weise einen ausreichenden Grundwasserschutz dar. Das Niederschlagswasser der Kategorie II und III (gemäß Tabelle 3, DWA-A 138) bedarf hingegen einer Vorbehandlung, bevor es versickert werden darf. An Baumstandorten, bei denen die Zuleitung, Retention bzw. Versickerung vom Hauptwurzelraum entkoppelt sind, lässt sich eine Vorbehandlung durch dezentrale Behandlungsan-

lagen realisieren und ggf. nachrüsten.

Durch emissionsmindernde Maßnahmen, wie beispielsweise Verkehrsberuhigung (Reduzierung der Verkehrsstärke oder Geschwindigkeit) und Intensivierung der Straßenreinigung (Kehrdienst), lassen sich zudem stoffliche Belastungen vermeiden oder vermindern. Empfohlen wird, die Umsetzbarkeit der Maßnahmen in einer frühen Planungsphase stets zu prüfen.

Wasserrechtlich kann die Vorbehandlung des belasteten Niederschlagswassers durch Herstellung einer bewachsenen Bodenzone in einer Versickerungsanlage sichergestellt werden. Für die Anwendung relevant ist, dass sich die maßgeblich für die Reinigung wirksame Oberbodenzone austauschen und erneuern lässt. Dies muss bei der



Konzeptionierung an Baumstandorten hinsichtlich der Durchwurzelung sichergestellt werden. Entscheidende Frage ist die Kategorisierung der etablierten Standorte. Für die Systeme muss bewertet werden, ob es sich um ein Wirksystem Boden-Baum mit quasinatürlichen Eigenschaften und Funktionen handelt, dann kommt für das System oder auch Teile dessen das BBodSchG und die BBodSchV zur Anwendung, oder ob der Standort oder Teile dessen aufgrund des technischen Aufbaus als technische Anlage zu bewerten ist, dann würden die Prüfwerte der BBodSchV nach der Passage bei Übergang in den am Standort vorhandenen Boden zur Geltung kommen. Das Sickerwasser würde dann nach dessen Passage

die Prüfwerte der BBodSchV für den Pfad Boden-Wasser am Ort der Probenahme oder gegebenenfalls am Ort der Beurteilung erfüllen müssen.

Ohne Konkretisierungen des Gesetzgebers sind die Anforderungen bei diesem Anwendungsfall grundsätzlich mit den zuständigen Wasser- und Bodenschutzbehörden abzustimmen.

BEWERTUNG DER SCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AM STANDORT HÖLERTWIETE UND AM BECKERKAMP (HAMBURG)

Die Beprobung der Wässer im Zulaufschacht und im Pegelrohr innerhalb der Baumgrube an den Standorten Hölertwiete und Am Beckerkamp erfolgte im Zeitraum vom Februar 2022 bis Dezember 2023. Es wurden nur wenige Einzelproben entnommen, die hier zur Bewertung der Situation zur Verfügung stehen. Am Standort Hölertwiete wurden drei Proben, bestehend aus einer Probe aus dem Zulaufschacht im Februar sowie November 2022 und einer Mischprobe aus dem Zulaufschacht und den Pegelrohren im November 2022, genommen. Am Standort Am Beckerkamp wurden sieben Proben entnommen, die eine Probe aus dem Zulaufschacht im April sowie November 2022 sowie eine Mischprobe aus dem Zulaufschacht und den Pegelrohren im November 2022 umfassten. Zusätzlich erfolgte eine Probenahme aus dem Schacht und eine Mischprobenahme aus den Pegelrohren im November sowie Dezember 2023.

Die Bewertung der stofflichen Belastungen (Schwermetalle, PAK) erfolgt nach Schadstoffana-

lytik der Wässer anhand der Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) für den Pfad Boden-Grundwasser am Übergang der ungesättigten zur gesättigten Bodenzone bzw. am Ort der Beprobung. Diese Prüfwerte dienen hier zur Bewertung sowohl des Zuflusses der Wässer in die Wasserspeicherelemente als auch – aufgrund der unterirdischen Zuleitung und potenziellen direkten Entwässerung der Rigole in den umliegenden Boden – zur Beurteilung des Schadstoffgehalts am Ort der Beprobung gemäß BBodSchV. Zu berücksichtigen ist, dass bei Standorten, die großflächig siedlungsbedingt Schadstoffgehalte oberhalb der Vorsorgewerte aufweisen, eine zulässige Zusatzbelastung unter Berücksichtigung der zu erwartenden Gesamtfracht bis zur Höhe von festgelegten jährlichen Frachten des Schadstoffes zulässig sind (BBodSchV §5, Anlage 1 Tabelle 3). Im Ballungsergebnis Hamburgs ist mit einer Belastung der Standorte am Straßenrand oberhalb der Vorsorgewerte teilweise sowohl für PAK wie auch Schwermetalle zu rechnen (Gras et al. 2000, Gras et al. 2016).

Bei dem Standort Hölertwiete, bei dem Dachabflusswasser eingespeist wird (DWA-A 138 Kategorie I), erreichen die erfassten Schadstoffkonzentrationen in der Regel nicht die Prüfwerte

des Wirkungspfades Boden-Grundwasser am Ort der Beprobung. Allein für PAK werden diese ca. um den Faktor 2 überschritten. In Hinblick auf die Schwermetallkonzentrationen werden bei Blei mit Höchstkonzentrationen von 22,6 µg/l lediglich die Prüfwerte am Ort der Beurteilung überschritten.

Auch am Standort Am Beckerkamp (Kategorie III nach DWA-A 138) gibt es nur vereinzelnde Überschreitungen der Prüfwerte am Ort der Beprobung. Dies ist bei Kupfer (etwa bis zu zweifache Überschreitung) und den PAK (drei- bis vierfache Überschreitung) der Fall. Die erfassten Bleikonzentrationen sind bei zwei Probenahmezeitpunkten (11.2022 und 11.2023) etwa doppelt so hoch wie die Prüfwerte am Ort der Beurteilung.

Eine unbehandelte Einleitung der Wässer bedarf also einer Einzelfallprüfung, die neben der Quelle der Wässer die Standortsituation und deren Belastung integriert und dann ggf. die Frachten als Gesamtfrachten am Standort bewertet.

Gras, B.; Jaeger C.; Sievers, S. (2000): Gehalte an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Oberböden Hamburgs. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung. 12, 75–82

Gras, B.; von Janowsky, K. ; Meyer, M. (2016): Stoffgehalte in Hamburger Oberböden – Hintergrundwerte für einen Ballungsraum. Bodenschutz. 21 (3), 72-76

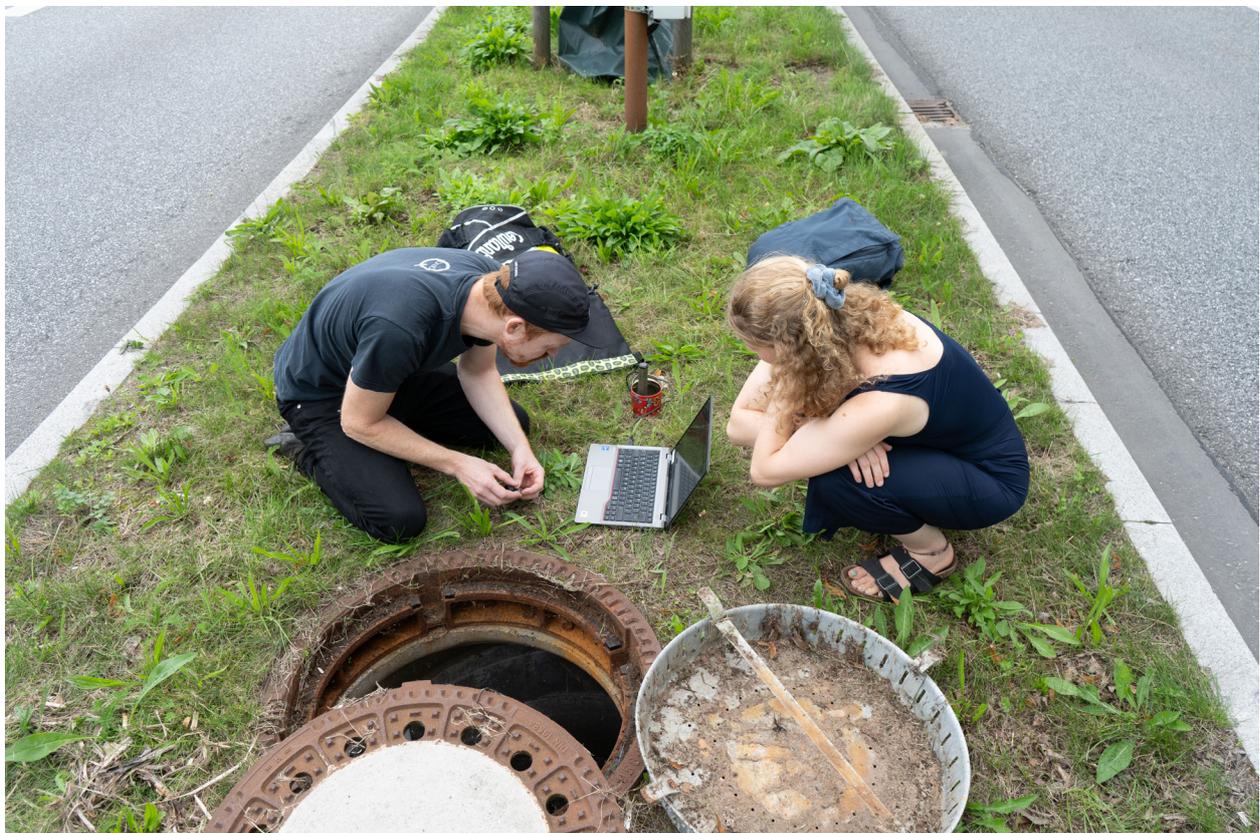


Abb.: 99 BGS Pilotstandorte Am Beckerkamp in Hamburg Bergedorf zur Messung von Wasserhaushalt und Beprobung der Schadstoffbelastung (HCU, Kirya Heinemann)

10.2 TESTVERFAHREN UND ERGEBNISSE VON BATCH-VERSUCHEN IN BERLIN

ANLASS UND HINTERGRUND

Für einige neuartige blau-grüne Elemente gibt es noch wenige Daten über den Wirkungsgrad der stofflichen Retention. Die gängigen Labortestverfahren lassen sich auf BGS-Elemente übertragen, um den Wirkungsgrad der Schadstoffentfernung, sowie Abschätzungen der Standzeit treffen zu können. Niederschlagswasser wird auf Grundlage der von ihm ausgehenden Schadstoffemissionen bewertet. Dabei ist zwischen den Regelungen für die Einleitung in Oberflächengewässer (DWA-A 102) und Grundwasser (DWA-A 138) zu unterscheiden. Für den Anwendungsbereich von Straßenräumen (etwa 500 m² bis 5.000 m²) verweisen beide Regelblätter auf dezentrale Behandlungsanlagen, sofern Niederschlagswasser nicht durch eine belebte Bodenzone aufgereinigt wird (siehe Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK A 3-2:2020, Abschnitt 6 sowie DWA-A 138-1, Abschnitt 5.2.3.3). Eine fortlaufende Überwachung der Zu- und Ablaufwerte im Betrieb dieser Anlagen wird aufgrund des hohen Aufwands in der Regel nicht umgesetzt, dennoch muss die Wirksamkeit der Systeme entsprechend den geltenden Anforderungen des Gewässer- und Bodenschutzes sicher-

gestellt werden. Dazu werden im Rahmen der bauaufsichtlichen Zulassung bzw. eines von der zuständigen Wasserbehörde zugelassenen Prüfverfahrens standardisierte Laboruntersuchungen durchgeführt, um die Rückhalteleistung von Feststoffen und ausgewählten Schwermetallen in unterschiedlichen Belastungsszenarien anhand festgesetzter stofflicher Wirkungsgrade zu prüfen (DIBt 2017: Zulassungsgrundsätze des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Niederschlagsbehandlungsanlagen Teil 1: Anlagen zur dezentralen Behandlung von Kfz-Verkehrsflächen zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser).

TESTVERFAHREN

Innerhalb des Projektes wurde ein Prüfkonzept angelehnt an den Zulassungsgrundsätzen des DIBt entwickelt und an ausgewählten Bodensubstraten, einem Referenzboden und zwei Versuchsbeeten mit Baumpflanzungen verifiziert. Dabei wurden die zu untersuchenden Substrate jeweils in einem (1m x 1m x 1m) Versuchsbeet mit der Jahresniederschlagsmenge in unterschiedlichen Niederschlagsdynamiken (leichter, mäßiger und starker Regen) und Belastungsszenarien mit den Schwermetallen

Tabelle: 5 Prüfdesign für die bestimmung der Schadstoffrückhalte

	Prüfzufluss	Dauer	Beschickungsvolumen	Fracht Kupfer	Fracht Zink
	[l/min]	[min]	[l]	[mg/a]	[mg/a]
Teilprüfung 1 (leichter Regen)	1,4	102	143	80 - 586	110 - 910
Teilprüfung 2 (mäßiger Regen)	5	29	143	Prüfkonzentr. Kupfer [mg/l]	Prüfkonzentr. Zink [mg/l]
Teilprüfung 3 (starker Regen)	13,5	10	143	0,565 - 4,100	0,767 - 6,366
Teilprüfung Remobilisierung (Tausalz)	5	29	143	Salzkonzentration (NaCl): 5,0 g/l	

Zink und Kupfer in gelöster Form über eine oberflächige Zuleitung beaufschlagt. Im Anschluss der Dosierung der Prüfstofflösung wurde bei jeder Teilprüfung ein Spülstoß mit entionisiertem-Wasser (< 200 µS/cm) aufgebracht, so dass ein zusätzlicher Volumenaustausch stattfand und das Sickerwasser aus den Teilprüfungen ausgespült wurde.

Es wurden bei einer gewählten Anschlussfläche von 15 m² unterschiedliche Belastungsszenarien getestet. Die beaufschlagten Schwermetallfrachten und die Dauern der Teilprüfungen sind in Tabelle 5 dargestellt und entsprechen jeweils stark belastetem Niederschlagswasser der Kategorie III, vergleichbar mit Niederschlagswasser von Verkehrsflächen mit hoher Verkehrsstärke (DTV >15.000 Kfz/Tag) oder Dachflächen mit sehr hohen Metallanteilen (> 70 %). Zudem wurde die Remobilisierung der adsorbierten Zielsubstanzen mit einer Tausalzlösung (5 g/l NaCl) und einer einem mäßigen Regen entsprechenden Intensität geprüft.

SPEZIFISCHE WIRKUNGSGRAD E

Im Ablauf der Filterbeete wurden kontinuierlich wässrige Proben entnommen, die in drei Mischproben zusammengefasst und auf die Schwermetalle untersucht wurden. Der stoffspezifische Wirkungsgrad (η) von Zink und Kupfer wurde anhand der analytisch nachgewiesenen Konzentrationen in der zugeführten Prüfstofflösung (C_{Zulauf}) und der Abflusskonzentration (C_{Ablauf}), je Teilprüfung berechnet:

$$\text{Stoffspezifischer Wirkungsgrad } \eta_{\text{Schwermetall}} = \frac{C_{\text{Zulauf}} - C_{\text{Ablauf}}}{C_{\text{Zulauf}}}$$

Dabei gilt:

C_{Zulauf} = Konzentration im Zulauf [mg/l]

C_{Ablauf} = Konzentration im Ablauf [mg/l]

η_{Schwermetall} = Stoffspezifischer Wirkungsgrad [%]

Die Ergebnisse der stoffspezifischen Wirkungsgrade sind im Vergleich aller getesteten Substrate in Abb. 100 dargestellt. Die Untersuchungen mit der Beaufschlagung partikulärer Prüfstoffe zeigten einen vollständigen Rückhalt dieser Stoffe bzw. ließen sich keine Partikel im Ablauf bestimmen, so dass auf weitergehende Auswertungen an dieser Stelle verzichtet wird - es ist ausschließlich die Kolmatierung und die daraus resultierende eingeschränkte hydraulische Leitfähigkeit des Filtermediums zu beachten.

Die eigenen stoffbezogenen Untersuchungen im halbertechnischen Maßstab wiesen bezüglich der gelösten Schwermetall-Lösungen Stoffrückhalte von 85 – 99 % auf. Innerhalb der Teilprüfungen zeigte sich ein stabiles Rückhalteverhalten aller getesteten Aufbauten unabhängig von der Wasserkontaktzeit im Boden. Begleitende Leitfähigkeitsmessungen ließen zudem keine Konzentrationsdurchbrüche erkennen. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst bei stark erhöhter Zugabe der Schwermetalllösungen die Prüfwerte der ausgewählten Schwermetalle für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser (BBodSchV Anlage 2 Tabelle 1) im Jahresmittel nicht überschritten werden und sich im Hinblick auf die stoffliche Grundwasserbelas-

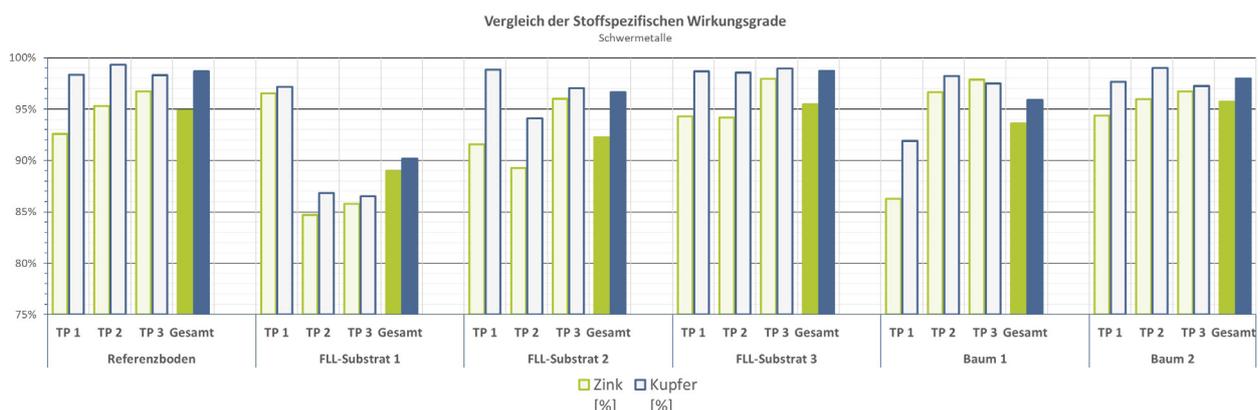


Abb.: 100 Stoffspezifische Wirkungsgrade im Vergleich aller getesteten Substrate, TU Berlin

tung die Versickerung des Niederschlagabflusses über die Bodenzone als ein ausreichender Schutz erweist. Dabei weisen Baumsubstrate und natürliche Böden mit ausreichender Durchlässigkeit in gleicher Weise sehr gute Eigenschaften zum Rückhalt auf. Zudem hat der Wurzelraum keinen Einfluss auf die Rückhaltewirkung, was darauf hindeutet, dass die Filtrierungsmechanismen unabhängig von der Wurzelstruktur der Pflanzen bestehen.

Der Einfluss der Zugabe von Salzen in üblichen Konzentrationen von Straßenabflüssen im Winter (5 g/l) zeigt sich für die Remobilisierung der in den Bodensubstraten gebundenen Schwermetalle als unbedeutend.

SCHADSTOFFAKKUMULATION IM BODEN

Die Bindung der gelösten Schwermetalle führt jedoch zu einer zusätzlichen Belastung der Böden und zu einer deutlichen Überschreitung der Vorsorgewerte (BBodSchV Anlage 1 Tabelle 1). Die Auswertungen der begleitenden Bodenproben in Abbildung 101 zeigen, dass die ausgewählten Schwermetalle zu gleichen Anteilen in der oberen Bodenschicht (0-10 cm) zurückgehalten werden. In den mittleren (10-20 cm) und unteren (20-30 cm) Bodenschichten ist im Verlauf der Prüfungen keine Veränderung der Schwermetallgehalte festzustellen. In Bezug auf die Vorsorgewerte der (BBodSchV Anlage 1 Tabelle 1) zeigt sich,

dass die Bodenproben schon im Vorfeld der Untersuchungen die stofflichen Anforderungen überschreiten, was darauf schließen lässt, dass die verbauten Substrate vorbelastet sind. Die Belastungen können z. B. durch den Einsatz von Recycling-Material, belastetem Boden oder ungeeigneter Komposte herrühren. Deshalb sind Qualitätsnachweise für die Substrate vor dem Einbau einzufordern.

AUSBLICK

Für eine effektive Bewertung und den angemessenen Umgang mit stofflichen Belastungen im urbanen Raum ist die Nutzung standardisierter Testverfahren zur Unterstützung der Planungs- und Genehmigungspraxis blau-grüner Infrastruktur entscheidend. Die tatsächliche Belastung und Rückhaltekapazität von Böden und Substraten variiert stark je nach Standort und ortsspezifischen Bedingungen und kann aufgrund der zeit- und ressourcenintensiven Verfahren messtechnisch nicht immer und überall erfasst werden. Um dennoch fundierte Aussagen und praxisnahe Weiterentwicklungen zu fördern, sollten Labortests in verschiedenen Maßstäben durchgeführt und genutzt werden.

Kleinskalige Tests bieten hierbei eine kostengünstige Möglichkeit, detaillierte Parameterstudien unter kontrollierten und reproduzierbaren

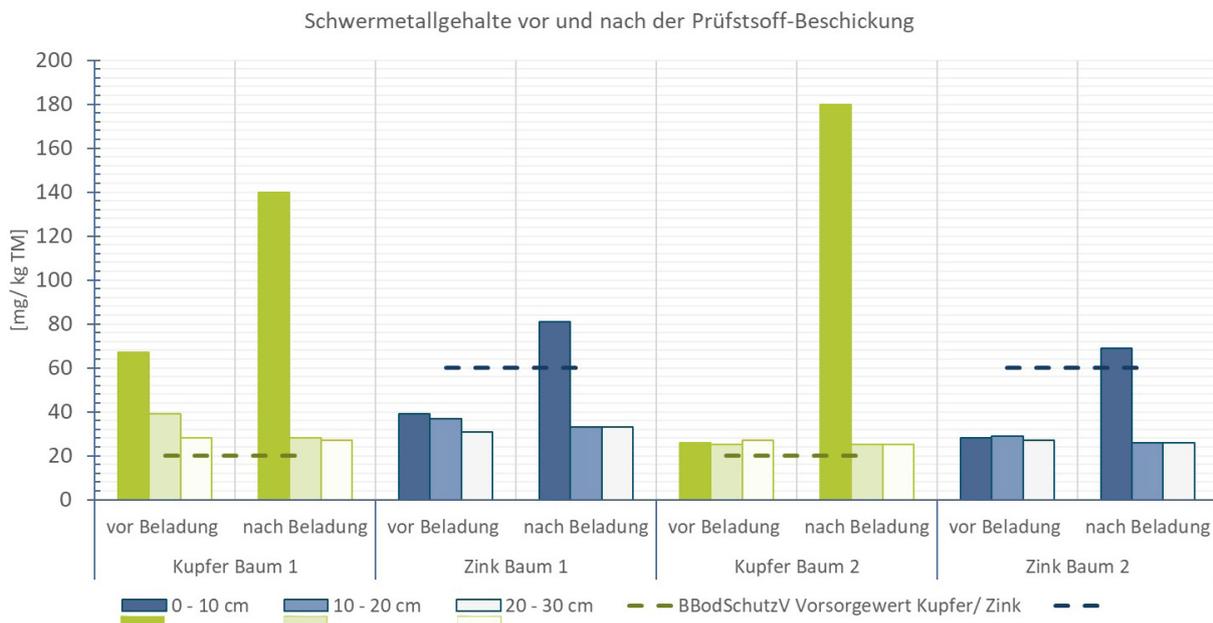


Abb.: 101 Schwermetallgehalte vor und nach der Prüfstoffbeschickung, TU Berlin

Bedingungen durchzuführen. Großskalige Tests hingegen ermöglichen wertvolle Einblicke in das Verhalten von Materialien und Systemen unter realen Bedingungen, da sie auch langfristige Effekte und komplexe Wechselwirkungen berücksichtigen können. Dies ist besonders relevant für den gezielten Rückhalt bestimmter Schadstoffe (z. B. polare organische Stoffe, wie bestimmte Herbizide oder Phenole) und die daraus resultierenden Anforderungen an die Substratmischungen. Diese können durch natürliche oder künstliche Zusätze, wie Biokohle, kohlenstoffhaltige Adsorbentien oder reaktive Geomedien, zur gezielten Entfernung gelöster organischer Schadstoffe aus

Niederschlagswasser beitragen. Diese Zusätze lassen sich als technische Filter, als Beimischung in Substrate oder als gesonderte Schicht in die Systeme integrieren, um eine optimierte Filterwirkung und Schadstoffrückhaltung zu erzielen.

Solche praxisorientierten und skalierten Verfahren sowie gezielte Modifikationen bieten eine vielversprechende Grundlage für die nachhaltige und wirksame Implementierung blau-grüner Infrastruktur im urbanen Raum.



Abb.: 102 Batchversuch für den Stoffrückhalt in konventionellen Baumpflanzquartieren (Quelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker)

10.3 PLANUNGSHILFE ERFAHRUNGEN IM UMGANG MIT TAUSALZ

EINFÜHRUNG

Eine schädliche Wirkung von Tausalzen auf Bäume - insbesondere Straßenbäume - ist seit langem detailliert untersucht und nachgewiesen. Die Schadwirkungen treten durch direkte Schädigung des Baumes auf sowie indirekt durch eine Beeinträchtigung der Böden. Hohe Salzgehalte in Boden und Bodenwasser führen zu typischen Schadsymptomen der Bäume (Chlorosen, Nekrosen, Laubabwurf, bis hin zum Absterben).

Tausalze wurden und werden im Winterdienst der Städte eingesetzt. Deren Aufwandsmengen und Bereiche sind in den letzten Jahrzehnten oft deutlich verringert worden. Positiv wirken sich hier optimierte Streutechniken sowie die Durchführung eines differenzierten Winterdienstes aus. Auch ist heute in den meisten Städten der Einsatz von Streusalz auf Gehwegen verboten (z. B. Hamburg, München, Berlin). Allerdings werden diese Verbote durch Privathaushalte und private Räumdienste immer wieder ignoriert (z.B. Däumling & Doobe (2022), Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (2022)). Dadurch gelangen zum Teil - insbesondere wenn keine Dosierungshilfen eingesetzt werden - große Mengen an Streusalz in den Verkehrsraum und in das angrenzende Stadtgrün. Der zunehmende Anspruch einer uneingeschränkten Nutzung aller Verkehrswege während des ganzen Jahres, insbesondere auch der Geh- und Radwege, wirkt aktuell der Reduktion der Salzeinträge entgegen. Bei Ausbau der Radwegeinfrastruktur führt die Forderungen nach ganzjähriger Schnee- und Eisfreiheit durch einen intensiven Winterdienst vielerorts in den Kommunen zu einer kontroversen Diskussion und Neubewertung des Einsatzes von Streusalz auf Rad- und Gehwegen. Es steht zu befürchten, dass Tausalze oder Sole-Mischungen vermehrt eingesetzt werden und auf Stadtbaumstandorte gelangen.

Streusalz, Feuchtsalz oder Sole werden insbesondere bei Wetterlagen um den Gefrierpunkt bei Gefahr von Glatteis eingesetzt. Die Tausalze gelangen über Spritz- oder Tauwasser in und an die Bäume bzw. Baumstandorte. Bei Betrachtung von Szenarien muss unterschieden werden, ob das belastete Tauwasser direkt auf die Baumscheibe gelangen kann oder durch bauliche Maßnahmen (erhöhte Kanten, Bordsteine etc.) am Eindringen in den Baumstandort gehindert und über die Kanalisation abgeleitet wird. Eine weitere Belastungsquelle an Standorten kann geräumter Schnee, der direkt in Grünstreifen oder Baumscheiben abgelagert wird, darstellen.

AUSWIRKUNGEN VON STREUSALZ AUF BAUM UND BODEN

Eine direkte Schadwirkung von Tausalzen besteht bei direktem Kontakt der Salze mit Gewebestrukturen des Baumes über die Epidermis, die Spaltöffnungen oder auch Baumrinde am Stamm. Hohe Salzgehalte in Boden und Bodenwasser beeinträchtigen die Nährstoffversorgung und Wasserverfügbarkeit für den Baum und führen zu den typischen Schadsymptomen (Benk et al. 2020, Däumling et al. 2012).

Die bodenverändernden Eigenschaften von NaCl als typischer Tausalz-Wirkstoff in Form von Trockensalz, Feuchtsalz oder bei Sole-Gabe umfassen unter anderem eine Erhöhung des pH-Wertes und eine Beteiligung der einzelnen Ionen an den chemischen Austauschprozessen im Boden. Dies führt zur erhöhten Mobilisierung, und damit zur verstärkten Auswaschung von wichtigen Pflanzennährstoffen wie Kalium, Magnesium, Stickstoff und Phosphor. Dieser Effekt und auch eine veränderte Aufnahme in die Pflanzenwurzel kann zu den beschriebenen Nährstoffmangel-Erscheinungen der Bäume wie Nekrosen, Chlorosen an den Blättern und zu eingeschränktem Wachstum führen.

Das Chlorid-Ion wird in der Regel in der ungesättigten Zone nur in geringem Ausmaß zwischengespeichert. Ein Rückhalt der Chlorid-Ionen durch Sorptionsprozesse in der Bodenschicht ist auch bei der Sickerwasserbehandlung in Mulden oder Rigolen nicht zu erwarten, sondern sie werden mit dem Sickerwasser verlagert. Gemäß DWA-A 138 kann das Chlorid in keiner Behandlungsanlage zurückgehalten werden; eine Konzentrationsminderung erfolgt nur über die Verdünnung im Grundwasser (DWA-A 138, S.22). Durch erhöhte Infiltration (Regen- oder Tauwetter) kann es in stark durchlässigen Böden innerhalb weniger Tage ausgewaschen werden und gelangt so in den Grundwasserkörper. Allerdings können Restkonzentrationen von NaCl auch noch während Jahrzehnten in der ungesättigten Zone verbleiben (Brod 1995). In stark verdichteten Böden – wie sie im Bereich von Stadtbäumen häufig vorkommen – bleiben Na⁺ und Cl⁻ wesentlich länger in der Bodenlösung und können sich aufsummieren und liegen auch langfristig angereichert vor.

Des Weiteren führt ein, wie in Becker & Eschenbach (2022) ausgeführt, erhöhter NaCl Eintrag in Böden zu Strukturverschlechterungen, zu verringerter Aggregatbildung und Aggregatstabilität - also einer verringerten Gefügebildung, was in Verschlammung und Bodenverdichtung resultiert, und so den Bodenwasser- und Lufthaushalt zusätzlich beeinträchtigt. Darüber hinaus führen hohe NaCl-Gehalte im Boden zu verringerter Stoffwechselaktivität, Exo-Enzymaktivität, Biomasseproduktion und Wachstumsraten bei Mikroorganismen und beeinträchtigen dadurch die biogeochemischen Stoffkreisläufe (Rousk et al. 2011, Tripathi et al. 2006). Eine „physiologische Trockenheit“ wird durch die Erhöhung des osmotischen Potenzials in der Bodenlösung verursacht und führt zu einer verringerten Wasseraufnahmefähigkeit der Vegetation und potenziellem Trockenstress für die Bäume (Bryson & Barker 2002).

Darüber hinaus sind komplexe Interaktionsprozesse bei der Bewertung der Tausalze am Straßenstandort zu berücksichtigen. So wurde in mehreren Untersuchungen durch Tausalze eine

Mobilisierung von Schwermetallen in das Sickerwasser aufgezeigt (Bäckström et al. 2004; Green et al. 2008). Dieser Effekt ist insbesondere bei Versickerung von Straßenablaufwasser an Baumstandorten zu berücksichtigen.

Für den Einsatz von Natriumchlorid als Streustoff sind aus der Literatur zahlreiche Auswirkungen auf die Straßenrandvegetation bekannt. Dies umfasst die Bildung von Chlorosen und Nekrosen, Wurzelschädigung sowie das Absterben von assoziierten Ektomykorrhiza, spontanen Blattabwurf, Wachstumshemmung, bis hin zum Absterben der Bäume (Hootman et al. 1994, Czerniawska-Kusza et al. 2004; Däumling et al. 2012; Zuber 2013; Equiza et al. 2017).

Ab welchen Salzgehalten im Boden mit Schäden zu rechnen ist, schwankt je nach Baumart, da diese unterschiedliche Toleranzen gegen Streusalz aufweisen können (Mc Dobson 1991 in Benk et al. 2020). Es wird ausgeführt, dass Gehalte von Natrium und Chlorid von > 250 mg kg⁻¹ als schädlich für die meisten Baumarten angesehen werden (Hootmann et al., 1994). In anderen Studien wird von einem Na-Gehalt ab 100 mg kg⁻¹ Boden berichtet, der Schäden (Nekrosen, Wachstumsdepressionen) bei Bäumen verursacht (BSU 1988, Streckenbach & Schröder 2014). Eine Ausbringungsmenge von 150 g cm⁻² bei der Verwendung chloridhaltiger Streumittel wird als generell schädlich für Bodenmikroorganismen angesehen (Gerasimov & Chugunova 2021).

In der Vergangenheit waren straßennahe Stadtbaumstandorte durch Spritzwasser, Tauwasser und Abfluss so hoch belastet, dass Baumschäden, Baumfällungen und Sanierungsmaßnahmen mit Bodenaustausch in Millionenhöhe erforderlich waren. Allein in Hamburg wurden zwischen 1979 und 1986 10,3 Mio. DM für die Sanierung der durch Streusalzeinwirkung geschädigten Bäume eingesetzt. Eine räumliche Abschirmung der Stadtbaumstandorte durch Bordsteinkanten - so dass Straßenablaufwässer nur im geringeren Ausmaß auf die Baumscheibe gelangen und in der Kanalisation abgeleitet werden - sowie eine Reduktion der

STOFFLICHE BELASTUNGEN

Salzbelastung durch Einschränkung des Einsatzes von Tausalzen haben Wirkung gezeigt und die Salzbelastungen der Böden und die Baumschädigung in den vergangenen Jahren reduzieren können (Däumling et al. 2012 und GALK 2022).

EINFLUSS KLIMABEDINGTER ENTWICKLUNGEN

Klimafreundliche Verkehrsarten wie der Radverkehr gewinnen in den Städten an Bedeutung, so dass vermehrt sichere Radspuren, Radstreifen oder Velorouten angelegt werden, die zwischen Straßenbegleitgrün- und Baumstandorten oftmals keine bauliche Trennung etwa durch Hochborde aufweisen. Wenn, wie in verschiedenen Städten diskutiert, für eine uneingeschränkte ganzjährige Nutzung Tausalze oder Sole auf Radwegen zum Einsatz kommen, kann dies in Zukunft wieder zu einer deutlichen Zunahme der Belastung des Stadtbaumbestands führen, wenn die Praxis nicht verändert wird und auf den Flächen auf die Verwendung von Tausalz bzw. Sole verzichtet wird.

Der Klimawandel wird sich abhängig von der Region unterschiedlich auf die Anzahl der Tage mit Schneefall und Frosttage auswirken und folglich auch auf den Tausalzeinsatz. Untersuchungen des LfU Brandenburg zur Anzahl der Eistage zeigen beispielsweise für die Region Brandenburg/Berlin auf, dass aktuell nur noch 10-15 Mal im Jahr Eistage mit Temperaturen unter 0 Grad auftreten. In der Prognose bis 2060 geht die Zahl der Eistage pro Jahr auf 10 Tage zurück und halbiert sich noch einmal bis zum Jahr 2100. Andererseits ist in der Zukunft laut Klimaprognosen in weiten Teilen Deutschlands mit einer Erhöhung der Winterniederschläge sowie zum Teil mit bis in das Frühjahr hineinreichenden Frösten zu rechnen, so dass bei Temperaturen um den Gefrierpunkt dann mit einer erhöhten Gefahrenlage zu rechnen ist. Gerade im Mittelgebirge mit Gefällegagen könnte es dadurch zu einer Zunahme des Einsatzes von Tausalz kommen. Bei Schnee und beständigen Frosttemperaturen ist hingegen ein Salzeinsatz in der Regel

nicht erforderlich und der normale Winterdienst ausreichend (weißer Winterdienst).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass auch wenn sich die jährlich ausgebrachten Mengen von Tausalz regional verringern könnten, das Problem Streusalz relevant bleiben wird. Gemäß Umweltbundesamt wurden in den letzten zehn Jahren in Deutschland im Mittel jährlich etwa 1,5 Millionen Tonnen Streusalz gestreut. In harten Wintern kann die Menge auf über vier Millionen Tonnen steigen (UBA 2024).

LÖSUNGSANSÄTZE

Vorrangiges Ziel muss die Vermeidung der Einleitung von mit Salz belastetem Tau- und Niederschlagswasser in Baumstandorte sein. Wenn Niederschlagswasser von Verkehrsflächen in Baumstandorte eingeleitet wird, ist somit der Anschluss von nicht salzbelasteten Flächen (z. B. auch Dächer) die beste Lösung zur Vermeidung. Hierfür ist in der Planungsphase eine systematische Überprüfung der Möglichkeiten vorzunehmen, den Tausalzeintrag in Baumstandorte zu vermeiden bzw. zu reduzieren.

Mögliche Ansätze hierfür sind ein/eine:

- **Differenzierter Winterdienst / weißer Winterdienst** durch zurückhaltendes Räumen und Verzicht auf den Einsatz von Salz im Winterdienst auf Nebenstrecken, z. B. in Wohnstraßen bzw. eine vollständige Räumerung von Schnee (Schwarzräumen) vor dem Streusalzeinsatz. Dies reduziert die Salzmengen erheblich. Der differenzierte Winterdienst wird bereits von zahlreichen Kommunen genutzt (z. B. Berlin, Hamburg).
- **Konsequente Aufklärung zum Verbot der Tausalzverwendung im privaten Bereich:** Dieses Verbot gibt es bereits in vielen Kommunen und Städten wie z. B. in Hamburg, München und Berlin (UBA 2024). Es wird aber in der Ausführung oft nicht eingehalten. Eine konsequente Aufklärung und Überprüfung

der Einhaltung dieser Regel von Nutzern ist notwendig.

- **Intelligenter Streusalzeinsatz:** Minimieren der Salzmenge und optimierte Methoden der Streusalzausbringung, Überprüfung und Reduktion der Aufwandmengen pro m². Dies wird in den meisten Städten und Kommunen bereits realisiert.
- **Abstumpfende Mittel:** Einsatz von alternativen Streumaterialien wie Sand, Splitt, Granulat oder fein gebrochenem Blähton auf möglichst vielen Verkehrsflächen.
- **Alternative Taustoffe:** Der Einsatz von alternativen Taumitteln sollte erst nach Bestätigung von deren Unschädlichkeit gegenüber Baum, Boden und Grundwasser zum Einsatz kommen.

Die Diskussion um die Verwendung von Sole wird oft irreführend unter der Begrifflichkeit eines alternativen Taustoffes geführt. Als Sole wird aber eine flüssige Form mit gelösten Salz-Ionen bezeichnet. Bei der Feuchtsalzstreuung wird je nach Mischungsverhältnis der Sole unterschieden, so bezeichnet man die Mischung als FS30 wenn 70% Trockensalz und 30% Sole, bzw. als FS100 wenn 100% Sole eingesetzt werden. Oft wird dieser Sole auch CaCl₂ beigefügt, welches Eis bei bis zu -20°C Lufttemperatur noch auftauen kann bzw. dafür sorgt, dass die Sole im Tank des Streufahrzeuges nicht während der Streufahrt friert. Die



Belastung durch Cl⁻ Ionen wird durch die CaCl₂ Verwendung nicht verändert. Darüber hinaus wird berichtet, dass die Mischung wesentlich phytotoxischer wirkt als das NaCl alleine (Zuber 2013).

Bei Einhaltung der vorab aufgeführten Ansätze können Flächen wie Nebenstraßen, Geh- und Radwege frei vom Tausalzeinsatz bleiben und wären damit für eine ganzjährige Einleitung von Niederschlagswasser von diesen Flächen in Baumstandorte geeignet. Demgegenüber steht der in vielen Kommunen diskutierte Wunsch nach komfortablem Radverkehr auch in Wintermonaten und die damit verbundene Nutzung von Tausalz auf z. B. ausgewiesenen Velorouten.

TECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE - MASSNAHMENBEISPIELE

Vorrangiges Ziel ist es, die direkte Zuleitung von salzhaltigen Tauwässern zu Baumstandorten möglichst zu vermeiden bzw. weitgehend zu reduzieren. Als Maßnahmen werden z. B. eine Abdichtung der Fugen von Bordsteinkanten empfohlen, um so das Eindringen von Salzwasser zu reduzieren (Streckenbach & Schröder 2014).

Eine weitere technische Lösung ist die Trennung von Winter und Sommerbetrieb. Um die Zuläufe zu Baumgruben im Winter weitgehend zu verschließen, gibt es verschiedene aktive und passive Systeme. Dabei werden die Einläufe nach der Vegetationsperiode bzw. vor Frostperioden



Abb.: 103 Beispiele aktiver manueller Systeme zur Trennung von Sommer- und Winterbetrieb. Links: Einlauf in der Giessereistraße Zürich im Sommerbetrieb (Foto: Michael Richter). Im Winterbetrieb werden die Lamellen geschlossen und das Niederschlagswasser wird in den Straßenablauf geleitet. Rechts: Aufsatz zur Abtrennung Winter-/Sommerbetrieb. Im abgebildeten Zustand wird Niederschlagswasser am Ablauf vorbei in das Pflanzbeet geleitet. Im Winterbetrieb wird der Aufsatz umgedreht und die Abflüsse werden in die Kanalisation geleitet (Foto: DND Landschaftsplanung ZT KG).

STOFFLICHE BELASTUNGEN

geschlossen, um die Zuleitung von mit Tausalz belastetem Niederschlagswasser zu verhindern bzw. zu minimieren. Beim aktiven Prinzip werden Fließwege durch Randsteine, Schieber, oder andere Bauteile, automatisch oder manuell geschlossen bzw. geöffnet (siehe Abb. 103).

Bei passiven Systemen führt ein Rückstau dazu, dass erst ab einer gewissen Zuflussmenge Wasser in die Baumstandorte eintritt. Damit wird der sogenannte „first flush“ abgetrennt, der die meisten Schadstoffe beinhaltet. Es besteht bei diesen Systemen jedoch keine Garantie für die Abtrennung von Streusalz. Ein Vorteil gegenüber manuell gesteuerten Systemen liegt in dem geringen Unterhaltungsaufwand von passiven Systemen. Bei den manuellen Systemen ist für den richtigen Winterbetrieb ein relativ hoher personeller und logistischer Aufwand erforderlich, um die Unterhaltung und das Öffnen und Schließen der Anlagen zu gewährleisten.

Als weitere Ansätze werden Maßnahmen diskutiert, die aus dem Bereich der Standortrevitalisierung und -sanierung stammen. Diese sind als Maßnahmen zur Eindämmung akuter Schäden geeignet, aber als Strategien bei der Planung von Baumstandorten umstritten.



Abb.: 104 Beispiel eines aktiven automatisierten Systems zur Trennung von Sommer- und Winterbetrieb über automatischen Verschluss des Zulaufs über einen Temperatursensor (Foto: www.schwammstein.at).

Beim Durchspülen der Baumstandorte im Frühjahr (vor Austrieb) kann ein großer Teil der winterlichen Tausalzeinträge als Chlorid-Ionen aus Baumstandorten ausgetragen werden. Das Spülen kann durch natürliche Niederschläge passieren (Bedingung sind große Regenmengen im Frühjahr) oder manuell erfolgen, was einen erheblichen Aufwand bedeutet. Der Durchspülungseffekt gilt vor allem für Standorte mit extern angeschlossenen Flächen (z. B. Versickerungsmulden). Allerdings muss beachtet werden, dass durch diese Maßnahme eine Verlagerung der Ionen mit dem Sickerwasser in den Untergrund bzw. das Grundwasser betrieben wird.

Auch die gezielte Verdünnung des anfallenden Straßen- oder Gehwegabflusses, z. B. durch Nutzung von zusätzlichem Dachwasser wird diskutiert. Die Verdünnungsraten müssen unter Berücksichtigung der genutzten Taumittelkonzentrationen berechnet werden und die resultierenden Konzentrationen bedürfen der vegetationstechnischen Bewertung. Die Verdünnung bietet jedoch kaum eine Lösung, da die Frachten am Standort insgesamt gleichbleiben.

Als weitere Option wird eine Bedeckung der Baumstandorte mit Mulch diskutiert, an der die



Abb.: 105 Duales Tiefbeet zur Abtrennung von u. a. Tausalz durch Rückstau über Bodenfilter (Foto: Anna Zeiser).

Salz-Ionen gebunden werden sollen und die nach dem Winter am Standort abgeräumt werden müsste.

Bei potenziellem Eintrag von Tausalz in Baumstandorte kann die Nutzung resilienterer Baumarten bzw. von Arten, die eine größere Toleranz gegen Tausalz aufweisen, sinnvoll sein. Das Problem der Verlagerung der Chlorid-Ionen mit dem Sickerwasser in den Untergrund bleibt trotzdem bestehen.

ERPROBUNG VON MASSNAHMEN

Diese Ansätze zum Umgang mit Tausalzen an Standorten, bei denen die Nutzung durch den Winterdienst nicht ausgeschlossen ist bzw. in Kauf genommen wird, werden derzeit in unterschiedlichen Pilotprojekten erprobt.

Im Rahmen des BGS Pilotprojekts Horstweg in Potsdam (vgl. Umbau Horstweg, Kapitel 2.3.1) sollen zukünftig Maßnahmen erprobt werden, um die mögliche Gefahr von Wurzelschäden an den Bäumen in Mulden trotz Tausalznutzung zu minimieren:

- Der Horstweg wird Modellstraße für baumbestandene Mulden an vielbefahrenen Straßen.
- Die Bauweise der Mulden soll einen schnellen Wasserdurchsatz in den oberen 50 cm und eine Entleerung spätestens nach einem Tag (Verdünnung) sicherstellen.
- Die Neupflanzung erfolgt als gemischter Baumbestand indem abschnittsweise verschiedene salztolerante Baumarten gepflanzt werden, die für ein ruhiges Gesamtbild einen ähnlichen Habitus aufweisen sollen.
- Muldenzuläufe werden mittig zwischen den Bäumen angeordnet, damit die höchste Salzkonzentration möglichst weit entfernt von den Baumstandorten liegt.
- Es sollen ausreichend groß dimensionierte Wurzelgruben mit Baums substrat hergestellt werden.

Es wird wichtig sein, weitere Erfahrung mit solchen Piloten zu sammeln und weitere Vermeidungsstrategien des Eindringens von Tausalzen an Baumstandorte zu entwickeln.

BEWERTUNG DER SALZKONZENTRATION AN DEN INSTRUMENTIERTEN BAUMSTANDORTEN IN HAMBURG.

Im Rahmen von BGS wurden an zwei Hamburger Baumstandorten mit Zufluss von Niederschlagswasser von befestigten Flächen Salze als Chlorid-Ionen im Schacht bzw. im Pegelrohr der Baumstandorte zu verschiedenen Zeitpunkten in den Jahren 2022 und 2023 erfasst. In der Hölertwiete erfolgt eine Zufuhr von Niederschlagswasser von Dachflächen und Am Beckerkamp wird Niederschlagswassers von der Straße zugeführt, welche als wichtige Hauptverkehrsstraße mit Buslinienverkehr mit Feuchtsalz behandelt wird.

Die Analyse der Salze zeigt eine deutliche jahreszeitliche Abhängigkeit. Die Konzentration der Cl-Ionen ist in den Beprobungen im Jahr 2022 und

im Jahr 2023 vor Wintereinbruch unauffällig. Sie weisen an beiden Standorten Chloridionen im Konzentrationsbereich zwischen 1-20 mg l⁻¹ auf. Allerdings zeigte die Beprobung im Dezember 2023 nach einem Schneefallereignis und möglichem Tausalzeinsatz Am Beckerkamp deutlich erhöhte Konzentrationen. Diese überschreiten den Richtwert von 250 mg l⁻¹ um mehr als das Doppelte (vgl. Kapitel 10.1). Es ist darauf hinzuweisen, dass auch die abfiltrierbaren Stoffe (AFS) in dieser Probe deutlich erhöht sind, während alle anderen erfassten Schadstoffkonzentrationen im Rahmen der vorherigen Untersuchungen liegen.

Diese Beprobung zeigt, dass die Salzkonzentration sehr dynamisch reagiert und für eine Gefahrenabschätzung insbesondere die Erfassung in den Wintermonaten bis zum Frühjahr von Bedeutung sind.

LITERATUR

- Bäckström M., et al. (2004) Mobilisation of Heavy Metals by Deicing Salts in a Roadside Environment, *Water Research*, 38:720–32.
- Becker, J.N.; Eschenbach, A. 2022: Wirkungsvoller Winterdienst für den unmotorisierten Verkehr – Bodenkundliche Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Streustoffen, E-WIN Abschlussbericht, Im Auftrag der Stadtreinigung Hamburg, AÖR
- Benk, J.; Artmann, S.; Kutscheidt, J.; Müller-Inkmann, M.; Streckenbach, M.; Weltecke, K. (2020): Praxishandbuch Wurzelraumsprache. Boden und Baum - Bodenuntersuchung für Bäume. Arbeitskreis Baum im Boden Eigenverlag.
- Brod, H.G. (1995) Risiko-Abschätzung für den Einsatz von Tausalzen – Folgen für die Umweltmedien unter Berücksichtigung neuester Tendenzen. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen – bast. Verkehrstechnik Heft V21, 60 S.
- Bryson G. M., and Barker A. V. (2002) Sodium Accumulation in Soils and Plants along Massachusetts Roadsides, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33:67–78.
- Czerniawska-Kusza I., Kusza G., und Duzynski M. (2004) Effect of Deicing Salts on Urban Soils and Health Status of Roadside Trees in the Opole Region, *Environmental Toxicology*, 19:296–301.
- Däumling, Th, & Doobe, G. (2022): Streusalz im Winterdienst: Fluch und Segen, *Pro Baum*, 04/2022
- Däumling, Th.; Oechtering, E.; Meyer-Spasche, H.; Lichtfuss, R.; Doobe, G.; 2012: Streusalzmonitoring 2007-2011. Bericht, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt; Bodenschutz, Altlasten, Stadtbaummanagement; Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) www.hamburg.de/boden/3904616/streusalzmonitoring/
- Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (2022): Positionspapier Einsatz von Streusalz - Konsequenzen für Straßenbäume. <https://www.galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/downloads/>
- Equiza M.A., Calvo-Polanco M., Cirelli D., Señorans J., Wartenbe M., Saunders C., und Zwiazek J.J. (2017) Long-term impact of road salt (NaCl) on soil and urban trees in Edmonton, Canada, *Urban Forestry & Urban Greening*, 21:16-28, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.003>
- Gerasimov, A., Chugunova, M., Polyak, Y., (2021) Changes in Salinity and Toxicity of Soil Contaminated with De-icing Agents during Growing Season. *Environ. Res. Eng. Manag.* 77:53–62, <https://doi.org/10.5755/j01.erem.77.2.23633>
- Green S. M., Machin R., und Cresser M.S. (2008) Effect of Long-Term Changes in Soil Chemistry Induced by Road Salt Applications on N-Transformations in Roadside Soils', *Environmental Pollution*, 152:20–31.
- Hootman R. G., Kelsey P.D., Reid R., von der Heide-Spravka K. (1994) Factors Affecting Accumulation of Deicing Salts Around Trees. *Journal of Arboriculture* 20(3): 196-201, <https://doi.org/10.48044/jauf.1994.035>
- Rousk J., Elyaagubi F.K., Jones D.L., Godbold D.L. (2011) Bacterial salt tolerance is unrelated to soil salinity across an arid agroecosystem salinity gradient. *Soil Biology and Biochemistry*, 43:1881–1887.
- Streckenbach, M; Schröder, K. (2014): Auftausalze in Bäumen und Böden - Grundlagen und Konzepte zur Standortsanierung. Dujesiefken, D. (Hrsg.): *Jahrbuch der Baumpflege 2014*. Haymarket Media, Braunschweig, S. 87-101
- Tripathi S., Kumari S., Chakraborty A., Gupta A., Chakrabarti K., Bandyapadhyay B.K. (2006) Microbial biomass and its activities in salt-affected coastal soils. *Biology and Fertility of Soils*, 42:273–277.

UBA 2024 Streumittel: Umweltschonend gegen Glätte ohne Salz internet Zugriff 17.11.2024: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/haushalt-wohnen/streumittel-streusalz#wie-sie-klimafreundlich-gegen-glatte-auf-gehwegen-vorgehen>

Zuber R. (2013) Streusalz: Auswirkungen auf die Stadtbäume und Gegenmassnahmen, Im Auftrag der VSSG Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnerinnen und Gartenbauämter, CH-8802 Kilchberg.

AUTOR:INNEN

Annette Eschenbach, Universität Hamburg
Michael Richter, HafenCity Universität

mit Zuarbeit von:

Carlo Becker, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH
Wolfgang Dickhaut, HafenCity Universität
Sven Hübner, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH
Matthias Pallasch, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
Harald Sommer, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH

11

WEITERE
BGS-ELEMENTE

11.1 VERDUNSTUNGSBEETE IN FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Die BGS-Toolbox 1.0 hat Verdunstungsbeete als integrierten Bestandteil des klimaangepassten Straßenumbaus eingeführt. Band A stellt Verdunstungsbeete als Teil des BGS-Korridors allgemein vor (Kap. 3.2.2). Die Kombinationsmöglichkeiten dieses Elements mit anderen blau-grünen Maßnahmen in der Regenwasserkaskade sind in Kap. 3.2.3 der BGS-Toolbox 1.0 beschrieben. Funktions- und Bauweisen sowie Einsatzbereiche, Leistungsfähigkeit und Wirkungen sind in den Steckbriefen in Band B (S. 28 ff) erläutert. Dabei werden gedichtete Verdunstungsbeete in den beiden Bauweisen als natürlich gefasstes Muldenbeet und als baulich eingefasstes Tiefbeet unterschieden.

Seit der Veröffentlichung der Toolbox 1.0 im März 2022 wurden in Berlin-Tegel und in Dresden-Pillnitz Versuchsanlagen in unterschiedlichen Bauweisen hergestellt. Diese beiden Anlagen und die Untersuchungsziele werden nachfolgend genauer dargestellt. In den vorgestellten Versuchsanlagen ist das Monitoring zwar noch nicht abgeschlossen, erste Erkenntnisse können aber bereits aus der Herstellung und Entwicklung der Anlagen gewonnen werden.

VERSUCHSANLAGE FÜR VERDUNSTUNGSBEETE ZUM EINSATZ IM SCHUMACHER QUARTIER IN BERLIN-TEGEL

Auf einem Teil des ehemaligen Flughafens Berlin-Tegel entsteht in den folgenden Jahren das Neue Schumacher Quartier mit über 5.000 Wohnungen. Da wegen der größtenteils belasteten Flughafenflächen eine Versickerung nur beschränkt möglich ist, sieht das Konzept im Leitplan Regenwasser und Hitzeanpassung vor, anfallendes Niederschlagswasser größtenteils in Verdunstungsbeeten zu bewirtschaften. Hierzu soll das auf Straßen und Wegen anfallende Niederschlagswasser in gedichteten Tiefbeeten zurückgehalten, über die belebte

Oberbodenschicht gereinigt und mit Hilfe der Bepflanzung verdunstet werden. Eine Drainage vermeidet Staunässe und führt überschüssiges Wasser zu semizentralen Versickerungsanlagen in öffentlichen Grünflächen. Da die Verdunstungsbeete zugleich das grüne Rückgrat der Straßengestaltung bilden, spielt die ästhetische Qualität der Bepflanzung und Einfassung eine große Rolle. Als Anlagen der Regenbewirtschaftung werden die Verdunstungsbeete künftig von den Berliner Wasserbetrieben betrieben.

DIE ANLAGEN UND UNTERSUCHUNGSZIELE

Im nahen Umfeld des Neuen Stadtquartiers hat die Tegel Projekt GmbH mehrere Verdunstungsbeete als Versuchsanlagen mit unterschiedlichen Bepflanzungen und Substraten angelegt. Mit wissenschaftlicher, ingenieurtechnischer und planerischer Begleitung wird hier erprobt, mit welchen Pflanzen und Substraten die höchste Verdunstungsleistung erzielt werden kann. Weitere Untersuchungsfragen beziehen sich auf das Erscheinungsbild, die Resilienz der Vegetation, die hydraulischen Eigenschaften der einzelnen Bodenschichten in den Verdunstungsbeeten und der Unterhaltungsaufwand der Beete.

Die Versuchsanlage umfasst sechs Felder, in denen die Standortbedingungen (Beschattung, Windverhältnisse, Verhältnis angeschlossene Belagsfläche



Abb.: 106 Frisch bepflanzte Verdunstungsbeete der Versuchsanlage (Martin Stokman, bgmr)

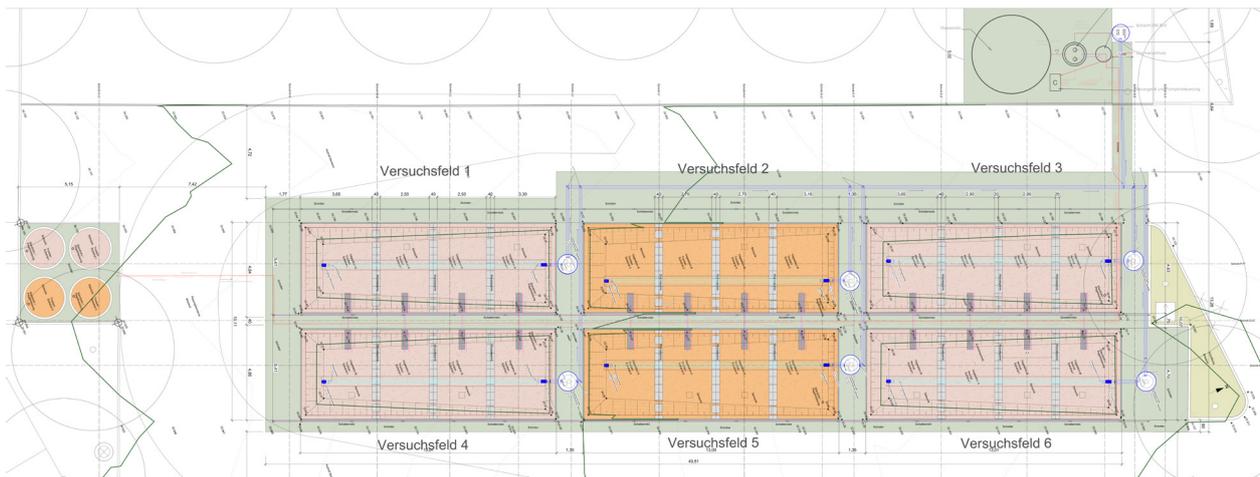


Abb.: 107 Anordnung der sechs Versuchsfelder (bgmr, 2022)

zu Fläche der Verdunstungsbeete) im Schumacher Quartier simuliert werden. Alle Verdunstungsbeete sind abgedichtet, weisen eine 30 cm starke Oberboden- und eine 70 cm starke Speicherschicht auf. Getestet werden zwei unterschiedliche Speichersubstrate sowie zwei Vegetationstypen. Eine gesteuerte künstliche Bewässerung bildet ortstypische Regenreihen ab.

SUBSTRATE

In der 30 cm starken Oberbodenschicht wachsen die Pflanzen in einem speziellen Staudensubstrat (Firma Tegra, Hydralit SI). In zwei Feldern ist dieses Substrat mit 25 % Pflanzenkohle angereichert, um die Wirkung der Pflanzenkohle zu testen, die durch ihre große Oberfläche das Porenvolumen im Boden erhöht. Die Abdeckung des Bodens erfolgte mit einer Schicht aus mineralischem Mulch. Diese sehr stabile Form der Mulchung soll verhindern, dass unerwünschte Pflanzen in den Beeten einwandern und so die Versuchsanordnung beeinträchtigen und die Ergebnisse verfälschen.

Als Speichersubstrat wurde das Baumsubstrat „Hydralit LU“ der Firma Tegra in einer Stärke von 70cm eingebaut, wobei auch dieses Substrat in zwei Beeten mit einer Anreicherung von 25 % Pflanzenkohle erprobt wird.

BEPFLANZUNGSKONZEPT⁸

Die von der TU Berlin, Fachgebiet Pflanzenverwendung und Vegetationstechnik erarbeitete Auswahl der insgesamt 30 Pflanzenarten orientiert sich an der Zusammensetzung heimischer Freiland-Ökosysteme, die stark von schwankenden Wasserspiegeln beeinflusst sind (wie z. B. Hochstauden der Grabenvegetation), die viel Blattmasse entwickelt und dadurch potenziell viel Wasser verdunsten. Zum Einsatz kommen die sechs Strategietypen:

- Hochstauden; z. B. Hohes Pfeifengras (*Molinia arundinacea*), Gefleckter Wasserdost (*Eutrochium maculatum*), Hohes Mädesüß (*Filipendula ulmaria*)
- Kleinsträucher (z. B. Färberginster (*Genista tinctoria*))
- mittelhohe Pflanzen, die horstförmig wachsen (z. B. Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), Zottige Silberglöckchen (*Heuchera villosa* var. *macrorrhizza*))
- mittelhohe Pflanzen, die Ausläufer bilden (z. B. Balkan-Wolfsmilch (*Euphorbia amygdaloides* var. *robbiae*))
- kriechende Arten und Geophyten, die Zwiebeln als Überdauerungsorgane ausbilden (z. B. Blaue Prärielilie (*Camassia leichtlinii* ssp. *suksdorfii*)).

Nicht zuletzt erfolgte die Auswahl der Pflanzen

⁸ <https://www.tu.berlin/pressemitteilungen/pressemitteilung/pflanzeninseln-die-kuehle-spenden>

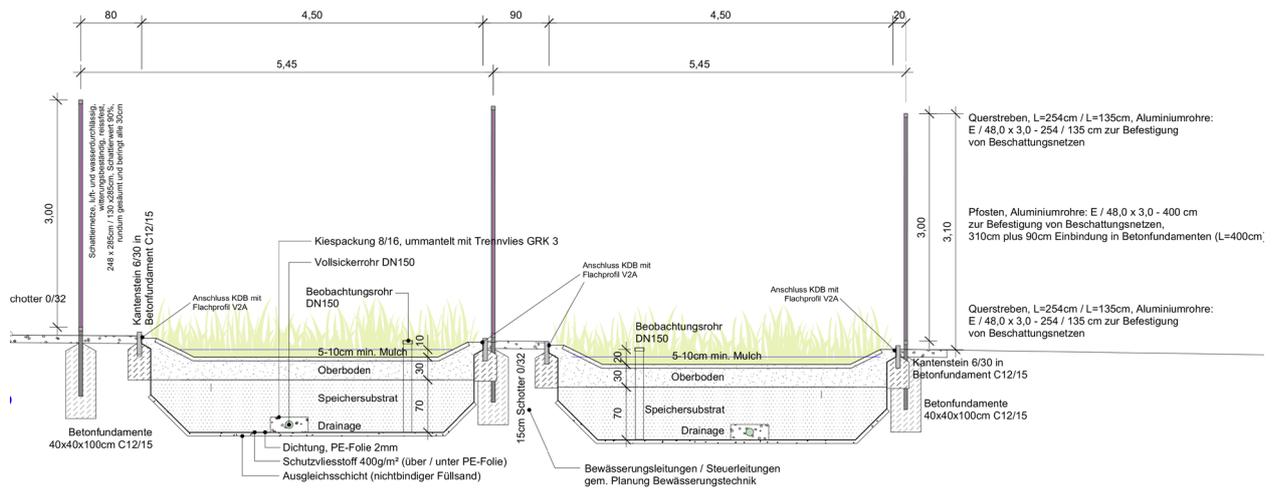


Abb.: 108 Querschnitt von Versuchsfeldern (bgmr, 2022)

auch unter ästhetischen und pflegerischen Gesichtspunkten.

Drei Verdunstungsbeete sind mit Arten bepflanzt, die feuchte und nährstoffreiche Standorte bevorzugen, die anderen drei sind mit Arten bepflanzt, die v.a. auf trockenen Standorten zu finden sind.

MONITORING VERDUNSTUNGSLEISTUNG, HYDRAULIK UND VITALITÄT

In den Versuchsfeldern wird untersucht, welche Verdunstungsrate erreicht werden kann und wie sich das Regenwasser in den unterschiedlichen Substratschichten verteilt. Sämtliche hydraulische Vorgänge werden mit einem ausgedehnten System von Sensoren gemonitort. Parallel dazu wird die Vitalität der Pflanzung kontrolliert.

AKTEURE:

- Projektverantwortliche: Tegel Projekt GmbH und Berliner Wasserbetriebe (BWB)
- Versuchsdurchführung und -auswertung Vegetation: Technische Universität Berlin, Fachgebiet Vegetationstechnik und Pflanzenverwendung (TUB)
- Versuchsdurchführung und -auswertung Wasserhaushalt: Berliner Hochschule für Technik Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und städtischen Tiefbau (BHT)

- Planung und bauliche Umsetzung: bgmr Landschaftsarchitekten GmbH und irriproject GmbH

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN:

- <https://tegelprojekt.de/>
- <https://urbantechrepublic.de/kuehlen-de-pflanzen/>
- <https://www.tu.berlin/pressemitteilungen/pressemitteilung/pflanzeninseln-die-kuehle-spenden>
- <https://www.bgmr.de/de/projekte/Schumi>
- <https://regenwasseragentur.berlin/projekte/versuchsanlage-fuer-verdunstungsbeet-fuer-das-schumacher-quartier/>

VERSUCHSANLAGE FÜR VERDUNSTUNGSBEETE DRESDEN-PILLNITZ

Im Sinne einer naturnahen Wasserbilanz und für die Kühlung der Städte gewinnt die Verdunstung an Bedeutung für die Hitzevorsorge. Für die Entwicklung nachhaltiger Bauweisen der Regenwasserbewirtschaftung mit den Mitteln des Garten- und Landschaftsbaus hat das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) auf 3.000 m² Flächen seines

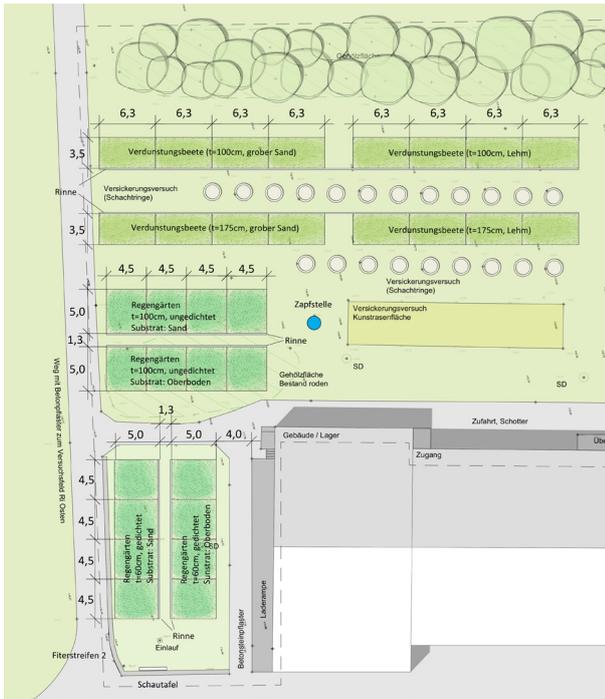


Abb.: 109 Lageplanausschnitt mit der Anordnung der Verdunstungsbeete und Regengärten am Standort Dresden-Pillnitz (bgmr/Sieker)

Versuchsfeldes in Dresden-Pillnitz Versuchsanlagen u. a. für die Verdunstung und Versickerung von Regenwasser errichtet. Gebaut wurden Versuchsanlagen zur rohrlosen Entwässerung von Sportplätzen und zur Untersuchung des Einflusses der Durchwurzelung auf die Wasseraufnahmefähigkeit bindiger Böden sowie Baumrigolen, Filterstreifen, Regengärten und Verdunstungsbeete in unterschiedlichen Bauformen.

Die Bewässerung sämtlicher Versuche erfolgt mit Brunnenwasser. Dadurch sind die Versuche unabhängig vom natürlichen Niederschlag. Es werden Elemente in naturnaher Bauweise erprobt, bei denen natürliche Prozesse der Vegetation (Wurzelwachstum, Verdunstung) zum wesentlichen Leistungsmerkmal der Anlage werden. Auf Speicherelemente aus Beton oder dergleichen wird verzichtet.

VERDUNSTUNGSBEETE

Die Verdunstungsbeete sollen einerseits als Regenwasserspeicher auch in Hitzeperioden durchgängig Wasser führen und andererseits so gestaltet sein, dass das gespeicherte Wasser auch für die

Pflanzen verfügbar bleibt. Die Versuchsfragen beziehen sich auf die Bauweise der Verdunstungsbeete und die Eignung von unterschiedlichen Substraten und Pflanzen für diese Zielsetzung.

Für die Demonstrationsanlage wurden vier verschiedene Bauweisen entwickelt, die je in vierfacher Ausführung gebaut wurden, um eine statistisch repräsentative Auswertung zu gewährleisten. Alle Elemente sind vollständig gedichtet. Die Beschickung mit Brunnenwasser erfolgt oberirdisch (vgl. Abb. 112).

Die Bepflanzung erfolgte homogen, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, allerdings wurden Arten und Sorten kombiniert gepflanzt, um Totalausfälle zu vermeiden. Die Pflanzenauswahl berücksichtigt Pflanzen, die mit temporärem und dauerhaftem Einstau auskommen, Hitze- und Trockenperioden überstehen und zugleich über einen möglichst hohen Blattoberflächenanteil in der Lage sind möglichst viel Wasser zu verdunsten. Abb. 111 zeigt die Pflanzliste für die Verdunstung aus der Planung.

REGENGÄRTEN

Als Regengärten werden Anlagen verstanden, bei denen der gestalterische Aspekt von besonderer Bedeutung ist und die sowohl in privaten Gärten als auch in öffentlichen Flächen mit erhöhten Ansprüchen an die gärtnerische Gestaltung zum Einsatz kommen. Die Bepflanzungskonzepte für die Regengärten auf dem Gelände der LfULG wurden mit Schwerpunkt auf heimische Pflanzen und Wildpflanzen entwickelt.



Abb.: 110 Die Verdunstungsbeete im Bau (T. Kirsten)

Die beiden Versuchsanlagen umfassen je acht Regengärten mit Vegetationstragschicht aus Sand und Oberboden, von denen jeweils vier zum Teil abgedichtet und vier ungedichtet gebaut wurden. Als Ausstattung sind Beobachtungsrohre und Probenahmeschächte vorgesehen. Die Beschickung mit Brunnenwasser erfolgt oberirdisch.

Anhand dieser Anlagen soll u. a. die Eignung der Vegetationstragschicht (Oberboden oder Sand) und die Vorzüge oder auch Nachteile einer Abdichtung untersucht werden. Durch künstliche Zuführung von Niederschlagswasser soll außerdem die Qualität der Vegetation unter den Bedingungen einer besonderen Bodenwasserhaushaltsdynamik untersucht werden.

VERSICKERUNG UND BEPFLANZUNG

Bei Neubauten müssen in Zukunft Sickermulden vor den baulichen Anlagen errichtet werden. Bei schlecht durchlässigen Böden bliebe somit genug Zeit, oberirdische Versickerungsanlagen durch eine Zwischensaat aufnahmefähiger zu machen.

In einem speziellen Anlagenteil des Versuchsfeldes wird daher untersucht werden, wie die Wurzelsysteme ausgewählter Pflanzen die Wasseraufnahmefähigkeit von Oberboden verbessern. Für den Versuch „Versickerung und Bepflanzung“ wurden etwa zwei Meter hohe Schachtringe so in den Boden eingelassen, dass die Struktur des vorhandenen bindigen Bodens so weit wie möglich erhalten blieb. Das Innere der Ringe wurde mit Ölrettich, Luzerne, einem Gemisch aus

beiden, Miscanthus in Sorten sowie Rasen angesät und bepflanzt. Der Ölrettich bildet Pfahlwurzeln aus, die bis zu 2 m tief in den Boden reichen. Die Luzerne ist für ihr fein verzweigtes, dichtes, tiefwurzelnendes Wurzelsystem bekannt. Die Versuche laufen bereits seit 2020.

SPORTPLÄTZE ALS SICKERANLAGEN

Bei der Versuchsanordnung „Sportplätze als Sickeranlagen“ wird seit 2021 eine neue Bauweise erprobt, die Drainagen unter Sportplätzen durch Sickerpackungen ohne Drainrohre ersetzt. Dadurch verbleibt das Niederschlagswasser an Ort und Stelle, wird flächig versickert beziehungsweise verdunstet. Es können sich eine Reihe von Vorteilen ergeben, wie die Verbesserung der lokalen Wasserbilanz, die Erhöhung der lokalen Verdunstungsrate, die Erhaltung der Bodenfunktionen und die Entlastung der Kanalisation. Sportanlagen werden günstiger, ihr Bau wird erleichtert. Das Erdplanum muss, wie auch bei den derzeit gebräuchlichen Bauweisen, zuverlässig entwässert werden. Voraussetzung für die Versickerung ist deshalb ein nicht zu undurchlässiger Boden.

Die Versuche liefern Erkenntnisse zum Abflussbeiwert, zur Verzögerung des Abflusses durch den Aufbau, zur erforderlichen Dimensionierung der Sickerpackungen und zu möglichen Auswirkungen auf die Tragfähigkeit des Schotterplanums. Da im Versuchsfeld bindige Böden mit vergleichsweise geringer Wasserdurchlässigkeit (kf-Werte bei 1 bis 5*10⁻⁶ m/s) vorhanden sind, sind die Versuchsergebnisse gut auf durchlässigere Böden über-

Ausführungsvariante als wechselfeuchter Standort	Ausführungsvariante als dauerfeuchter Standort (nur bei dauerhafter Wasserversorgung)
Calamagrostis acutiflora „Karl Förster“ (Sandrohr „Karl Foerster“)	Typha latifolia (Breitblättriger Rohrkolben)
Juncus inflexus (Blaugrüne Binse)	Phragmites communis (Schilfrohr)
Lythrum salicaria (Blut-Weiderich)	Scirpus validus (Graue Seebirse)
Iris pseudacorus (Sumpf-Schwertlilie)	Cyperus exaltatus (Knolliges Zyperngras)
Veronicastrum virginicum (Kandelaberehrenpreis)	Calla palustris (Drachenwurz)
	Iris pseudacorus (Sumpf-Schwertlilie)

Abb.: 111 Pflanzliste Verdunstungsbeete der Versuchs- und Demonstrationsanlage am LfULG in Pillnitz (Ausführungsplanung Stand 17.09.2021)

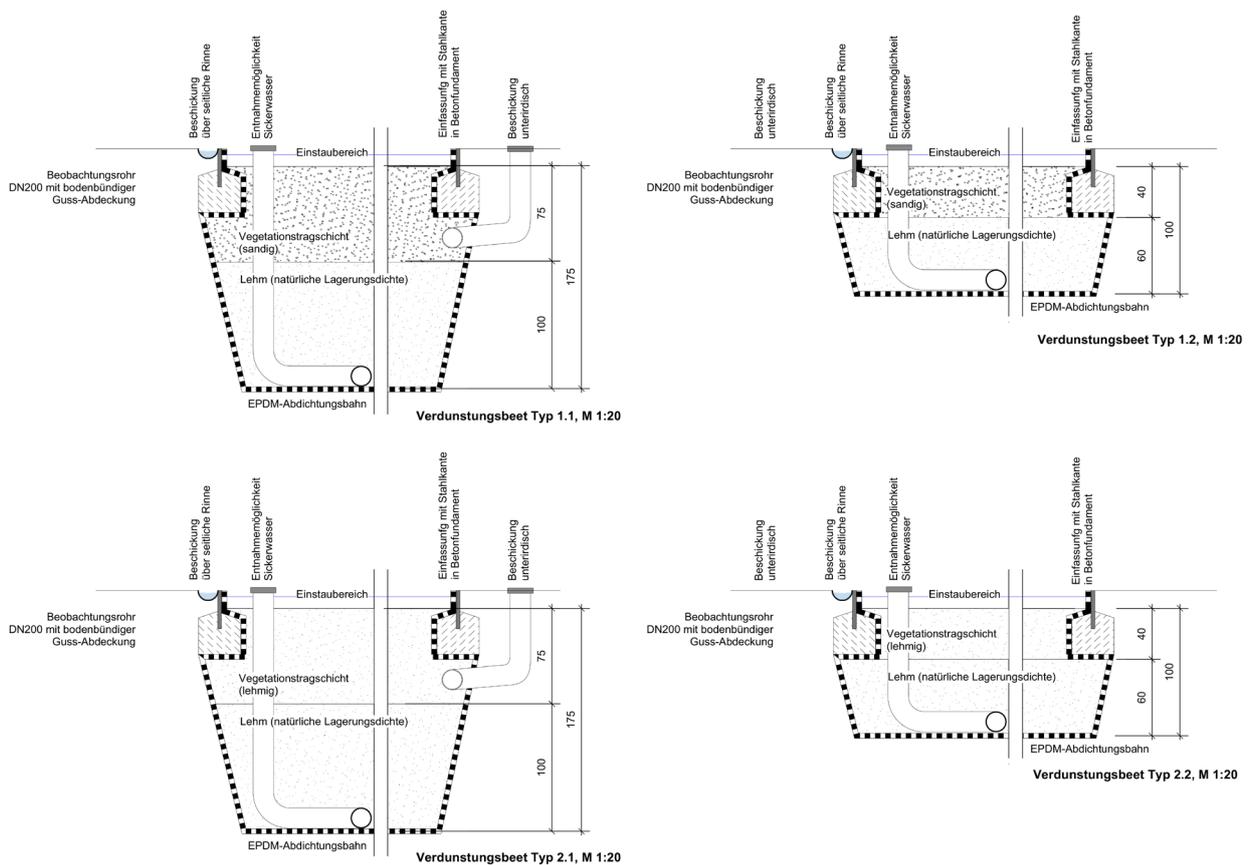


Abb.: 112 Detailschnitte der Verdunstungsbeete (bgmr/Sieker)

tragbar. Der Link zur Dokumentation und Auswertung der Versuchsergebnisse findet sich unten unter „Weiterführende Informationen“. Weiterer Bestandteil der Versuchs- und Demonstrationsanlagen am Standort Pillnitz ist eine Versuchsfläche mit 36 Baumrigolen. Die Beschreibung dieses Anlagenteils findet sich in Kapitel 6.2.

AKTEURE:

- Projektverantwortliche: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz (LfULG)
- Projektgruppe zur Konzeption und Begleitung der Versuche: HTW Dresden, Amt für Stadtgrün der Landeshauptstadt Dresden
- Baulicher Entwurf: In enger Abstimmung mit dem LfULG durch die Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH und bgmr Landschaftsarchitekten entworfen.

WEITERE REALISIERTE VERDUNSTUNGSBEETE SOWIE WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN ZUM THEMA VERDUNSTUNG

In wissenschaftlicher Begleitung und Evaluierung durch die Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaft entstanden in dem innerstädtischen Escher-Wyss-Quartier der Stadt Zürich unterschiedlich gestaltete Verdunstungs- und Versickerungsbeete. Im Kontext der klimagerechten Umgestaltung der Giessereistraße und des Turbinenplatzes kommen unterschiedliche Bepflanzungstypen zur Anwendung.

Nähere Informationen zur Giessereistraße finden sich im Kapitel 6.2 „Entwicklung von Schwammstadt-Bausteinen an der ZHAW“ sowie zur Praxiserprobung des Regenwassermanagements auf dem Turbinenplatz in A. Heinrich 2023.



Abb.: 113 Versuchsanlagen Regengärten mit biodiverser Bepflanzung (Tom Kirsten)

Weitere Typen von Verdunstungsbeeten hat Anna Lina Haug 2023⁹ in ihrer Masterarbeit „Verdunstungsbeete im urbanen Kontext“ an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen näher untersucht. Die Masterarbeit, die in enger Kooperation mit der BGS-Forschung entstanden ist, wertet die bereits oben beschriebene Versuchsanlage in Pillnitz sowie die folgenden zwei Projekte in Kopenhagen und New York aus:

- „TÅSINGE PLADS“ Klimaquartier Østerbro in Kopenhagen, DK und
- „rain garden“ New York City, USA.

Gegenstand der Masterarbeit sind unterschiedliche Bauweisen, Leistungen und Potenziale von Verdunstungsbeeten sowie die Möglichkeiten der konzeptionellen Weiterentwicklung solcher Anlagen. Die Erkenntnisse zur Pflanzenverwendung auf wechselfeuchten Standorten, die A. L. Haug in ihrer Masterarbeit auf Grundlage nationaler und internationaler Beispiele zusammengetragen hat, sowie Erfahrungen aus weiteren Pilotanlagen (z. B. in München und Pfaffenhofen) sind in die Planungshilfe „Pflanzenverwendung für den wechselfeuchten und wechselfeuchten Standort“ (Kapitel 11.2) eingeflossen, die in der gemeinsamen Autorenschaft von A. L. Haug, P. Eben und S. Hübner für die BGS-Toolbox entstanden ist.

⁹ Haug, A. L. 2023: Verdunstungsbeete im urbanen Kontext – Bauweisen, Potenziale und konzeptionelle Weiterentwicklung. Durchgeführt an der Fakultät Umwelt Gestaltung Therapie im Masterstudiengang „Stadt Landschaft Transformation“ der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen

11.2 PLANUNGSHILFE PFLANZENVERWENDUNG FÜR DEN WECHSELTROCKENEN UND WECHSELFECHTEN STANDORT

EINFÜHRUNG

Bei der Planung blau-grüner Elemente in der Stadt ist eine geeignete Pflanzenverwendung von großer Bedeutung und aufgrund extremer Standortbedingungen und schwankender Feuchtegrade besonders herausfordernd. Je nachdem, inwiefern Trockenperioden oder Phasen hoher Bodenfeuchte auftreten, wird in wechsellrockene und wechselfeuchte Standorte unterschieden. Wechsellrockene Standorte zeichnen sich durch langanhaltende Trockenperioden mit temporären Feuchtephasen aus. Bei wechselfeuchten Standorten hingegen treten überwiegend feuchte Bodenverhältnisse auf. Die Definition des Standorts wird dabei maßgeblich von den klimatischen Bedingungen, der Durchlässigkeit des Bodens und dem verwendeten blau-grünen Element bestimmt.

Zur Differenzierung ist eine fachliche Bewertung des Standortes unerlässlich, denn nur so kann eine robuste und langlebige, standortangepasste Bepflanzung etabliert werden.

MERKMALE WECHSELTROCKENER STANDORTE

Für die Versickerung angelegte Grünflächen im Straßenraum und an sonstigen Verkehrsflächen gelten in der Regel als wechsellrockene Standorte. Bei ausreichender Flächenverfügbarkeit können Versickerungsanlagen als Mulden oder bei



Abb.: 114 Versickerungsmulden mit heimischer Bepflanzung in München (Patrizia Eben, 2024)

geringem Platzangebot auch als Tiefbeet gestaltet werden. Gemäß DWA-A 138-1 2024 soll die Mächtigkeit der bewachsenen (bzw. belebten) Bodenzone bei einer notwendigen Niederschlagswasserbehandlung bei Versickerung mindestens 20 bzw. 30 cm betragen. Der obere Einstauraum ist in der Regel auf eine Höhe von bis zu 30 cm begrenzt und die Entleerungszeit, in der das Wasser versickert, soll dort maximal 84 h betragen. Bei hohem Anschlussgrad und schlecht sickerfähigen Böden können diese Versickerungselemente durch unterliegende Rigolen ergänzt werden (vgl. auch Toolbox 2022, Teil B, Kapitel 1.3).

MERKMALE WECHSELFECHTER STANDORTE

Wechselfeuchte Verhältnisse herrschen bei BGS-Elementen, die mit einem leistungsfähigen Wasserspeicher im Boden kombiniert werden, um als Anpassung in städtischen Hitze-hotspots die Kühlungsleistung durch Transpiration zu verbessern. Diese Speicher halten Niederschlagswasser zurück und versorgen die angelegten Bepflanzungen als naturnahe Bodenspeicher mit dem gesammelten Wasser. Je nach Situation kann die verstetigte Wasserspende teilweise auch durch technische Lösungen wie oberirdische Zisternen oder Retentionsdächer erfolgen. Auch führt die Möglichkeit, Mulden bei Kombinationen mit Rigolen auf einen mehrmaligen Überstau pro Jahr auszulegen dazu, dass sich ein deutlich feuchterer Standort ausbildet als bei konventionellen Mulden oder Tiefbeeten.

Verdunstungselemente werden wie Versickerungsanlagen so ausgelegt, dass Niederschlagswasser bis zur Aufnahme im Boden und Wasserspeicher nur zeitweise oberirdisch in der Anlage überstaut. Allerdings steht den Bepflanzungen in Verdunstungsanlagen in regenfreien Phasen für eine längere Zeit Wasser durch die Wasserspende aus den Speichern zur Verfügung, was zu wechselfeuchten Bodenverhältnissen führt.

Zu den Verdunstungselementen zählen u. a. Verdunstungsbecken und -beete sowie bei sehr beengten Verhältnissen auch Tiefbeete, die nach unten abgedichtet sind oder aufgrund des natürlich anstehenden Bodens eine geringe Versickerungsrate aufweisen. Auch Pergolen sowie Baumstandorte und Fassadenbegrünungen, die über einen Bodenspeicher oder technischen Speicher gut mit Wasser versorgt sind, sind sehr leistungsfähige Verdunstungselemente (vgl. auch Toolbox 2022, Teil B, Kapitel 1.2).

Im Fokus dieser Planungshilfe stehen Bepflanzungen v. a. mit Stauden und Gräsern, die für wechselfeuchte oder wechselfeuchte Standorte geeignet sind. Hinweise zur Auswahl standortgerechter bzw. -angepasster Baumarten finden sich in den Kapiteln 6.1 und 6.2.



Abb.: 115 Pilotierung von Mulden mit Baumpflanzung in Pfaffenhofen an der Ilm (Patrizia Eben)

PLANERISCHE ANFORDERUNGEN

Neben planerischen Vorgaben für die Auslegung von Versickerungsanlagen oder Baumpflanzquartieren durch die Regelwerke der FLL und DWA sind bei der Planung von Pflanzstandorten die geltenden DIN-Normen zu Pflanzarbeiten (DIN 18916) zu berücksichtigen. Grundsätzlich sollte bei der Planung einer blau-grünen Straße ermittelt werden, welche Umwelteinflüsse an dem Standort vorherrschen, um eine gut funktionierende Pflanzung zu garantieren und die laufenden Kosten möglichst niedrig zu halten. Die Standortanalyse sollte vor allem den anstehenden Boden, möglicherweise einzubringende Böden und Substrate

(Wasserspeicherfähigkeit, pH-Wert, Bodenstruktur, Grundwasserstand etc.) und die klimatischen Gegebenheiten (Niederschlag, Temperaturverläufe, Extremwetterereignisse etc.) sowie die Lichtverhältnisse berücksichtigen.

Einige Standortbedingungen, wie verdichtete Böden und ein zu hoher pH-Wert, können vor der Pflanzung durch eine Bodenaufbereitung und -austausch verbessert werden. Andere funktionale und pflorgetechnische Faktoren hängen stark von dem Nutzungsdruck des Standorts ab. Abiotische und biotische Umwelteinflüsse wie zum Beispiel

- Verdichtung und Schäden durch Betreten, Befahren, Bautätigkeit oder Vandalismus
- Fehldimensionierung von Versickerungsanlagen bzw. nachträgliche Erhöhung des angeschlossenen Flächenanteils
- Schadstoffeinträge aufgrund starker Verkehrsbelastung, Streusalz, Fahrtwind
- Konkurrenz um Ressourcen
- Schäden durch Tiere (Hundekot und -urin, Aufwühlen, Wildfraß)
- Kolmation durch den Eintrag von Feinpartikeln oder Zersetzung von organischer Mulchung

können einen negativen Einfluss auf Pflanzenvitalität und Pflegeintensität haben und sollten, soweit möglich, durch Gegenmaßnahmen vermieden werden oder die Pflanzenauswahl entsprechend daran angepasst werden. Hinzu kommen je nach Standort klimatische Belastungen wie Trockenheit, Hitze, Extremwetterereignisse etc.

Die Klassifizierung der Lebensbereiche, die auf dem Konzept von Hansen und Stahl (Hansen, R.; Stahl, F.; Duthweiler, S. 2016) basiert, unterteilt die Pflanzen nach ihren ökologischen Standortansprüchen in anthropogen gestalteten Flächen und eignet sich daher als Referenz für eine standortangepasste

WEITERE BGS-ELEMENTE

Artenauswahl. Im weiterentwickelten, überschaubareren Modell nach Prof. Dr. Sieber erfolgt eine Unterteilung in verschiedene Bereiche, wie Gehölzrand und Freifläche. Zudem kennzeichnen Ziffern die Ansprüche an die Bodenfeuchte. Die Lebensbereiche werden in den nächsten Kapiteln detaillierter für wechselfeuchte und wechsellrockene Standorte erläutert und sind in den Pflanzlisten ergänzt. Generell wird empfohlen, Arten mit breiter Standortamplitude zu wählen, da sie sich besser an wechselnde Umweltbedingungen anpassen können.

Auch das Biodiversitätspotenzial ist in den Artenlisten teilweise ergänzt. Pflanzungen können einen wertvollen Lebensraum und Nahrung für Insekten, Vögel und andere Tiere bieten, sodass dieser Aspekt bei der Artenauswahl ebenfalls berücksichtigt werden sollte.

Allgemein ist zu betonen, dass bei der Planung von Anlagen der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung, wie z. B. Versickerungsmulden, die Leistungsfähigkeit bezüglich des Grundwasserschutzes und der Entwässerungssicherheit stets von einer langlebigen und vitalen Bepflanzung abhängig sind. Ein Ausfall der Vegetation führt langfristig zu einer geringeren Belebung des Oberbodens und verringert die Pufferfunktion. Damit diese Funktionen mit dem Betrieb der Anlage gewährleistet sind, muss eine gewisse Anwuchszeit im Bauablauf eingeplant werden (zwei Monate bei Ansaaten gem. DWA-A 138-1 (2024)).

KOMBINATION MIT GEHÖLZEN UND KURZLEBIGEN ARTEN

Um strukturreiche und abwechslungsreiche Pflanzungen zu schaffen bietet es sich an, Stauden mit Gehölzen und kurzlebigen Arten zu kombinieren. Kurzlebige Arten können beispielsweise zwischen- gesät werden, um Lücken schnell zu schließen, Unkrautdruck zu vermeiden und schon nach kurzer Zeit die Flächen durch Blühaspekte aufzuwerten. Bei der Verwendung von Gehölzen ist zu berücksichtigen, dass die Verschattung der Unterpflanzung mit fortschreitendem Wachstum der Gehölze

stärker wird und für Versickerungsanlagen weitere Anforderungen zu berücksichtigen sind¹⁰.

Ebenso wie bei der Artenauswahl der Stauden sollte sich an den natürlichen Standortpräferenzen orientiert werden. Für wechsellrockene Standorte eignen sich trockenheitsverträgliche Arten, die mit zeitweiser Feuchtigkeit oder Staunässe zurechtkommen, beispielsweise aus Trockenwäldern oder mediterranen Regionen. Arten aus Uferbereichen, Auwäldern oder Feuchtwiesen hingegen können für wechselfeuchte Standorte geeignet sein, da sie eine hohe Bodenfeuchte präferieren, aber auch kurzzeitige Trockenperioden tolerieren können.

Weiterführende Literatur zu Planung und Betrieb sind am Ende dieser Planungshilfe angegeben.

GEEIGNETE LEBENSBEREICHE

WECHSELLROCKENER STANDORT

Wechsellrockene Standorte sind regelmäßigen Trockenperioden ausgesetzt, sodass vorrangig eine trockenheitsverträgliche Bepflanzung gewählt werden sollte. Für Versickerungsanlagen werden meist Arten der Lebensbereiche trockene Freifläche (FR) und trockener Gehölzrand (GR) empfohlen (FLL 2021:21), doch auch in den Lebensbereichen der Steinanlagen (ST), Felssteppen (FS), Matten (M) oder Freiflächen mit Heide- (H) oder Steppenheidecharakter (SH) finden sich geeignete Arten. Die Feuchtezahlen sind entsprechend des Standortklimas zu wählen, denn in niederschlagsreicheren Regionen können durchaus auch frischliebende Arten (z. B. FR2) geeignet sein (Eppel-Hotz 2019). Weiterhin ist der Aufbau des BGS-Elements zu berücksichtigen.

¹⁰ „Werden Bäume oder Sträucher in die Nähe von unterirdischen Versickerungsanlagen gepflanzt, sind in Abhängigkeit von der Bauweise der Versickerungsanlage und der Gehölzart Schutzmaßnahmen gegen das Einwachsen von Wurzeln erforderlich oder die Versickerungsanlage ist so konstruiert, dass ihre Funktionsweise durch Wurzeln nicht beeinträchtigt wird. Weiden und Pappeln sollten nicht in die Nähe unterirdischer Versickerungs- und Entwässerungsanlagen gepflanzt werden.“ (DWA-A 138-1 2024: 75)

Tiefbeete beispielsweise weisen ganzflächig identische Feuchtegrade auf, während bei Versickerungsmulden (je nach Gestaltung der Mulde) in Sohl- und Böschungsbereich zu differenzieren ist (Corduan 2020). Niederschlagswasser wird über die Böschung in den Sohlbereich geleitet und dort versickert, wodurch die Bepflanzung der Böschung eine höhere Trockenheitsverträglichkeit aufweisen muss.

WECHSELFEUCHTER STANDORT

Für den wechselfeuchten Standort eignen sich die Lebensbereiche Wasserrand WR1–2 und Freifläche FR1–3.

Die Pflanzen dieser zwei Standorte, vertragen sowohl einen feucht/nassen bis zeitweise trockenen Standort. Damit bedienen sie die Anforderungen von Verdunstungsmodulen, welche sowohl nass stehen, aber auch trockenfallen können. Dabei kann die Zusammensetzung der Lebensbereiche anteilig variieren und beispielsweise an einem Standort mit weniger Niederschlagswasser ein höherer Anteil von Arten des Lebensbereichs der Freifläche 1–2 verwendet werden.

Die nass stehenden Lebensbereiche wie FR3 oder WR1–2 sollten im Falle eines Oberflächenprofils wie einer Mulde am tiefsten Punkt angeordnet werden (Abb. 116). Die Pflanzen der trockeneren Lebensbe-

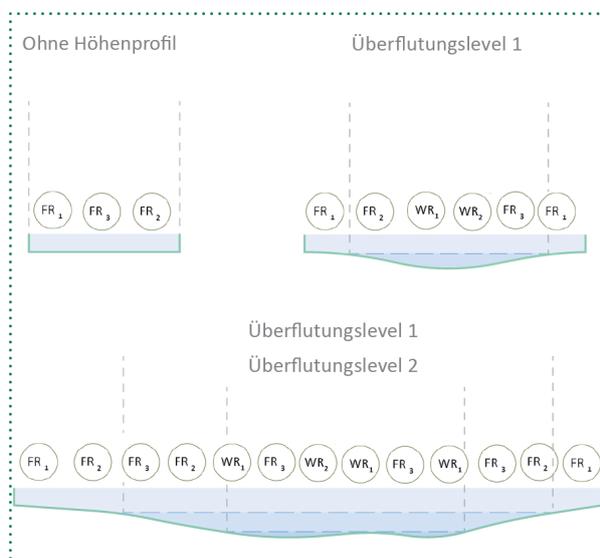


Abb.: 116 Entwicklung Lebensbereiche nach Überflutungslevel und Oberflächenprofile (Anna Lina Haug, 2023)

reiche wie FR1–2 werden außerhalb der zeitweise nassstehenden Mulde angeordnet. Der Übergang der Zonen sollte in der Pflanzplanung einen fließenden Übergang darstellen, gemäß einer Mischpflanzung, sodass keine linearen Abgrenzungen in der Pflanzung entstehen.

Je nach Bodenfeuchte sollte ein Verhältnis von 15-50 % des Lebensbereichs FR1-2, 40-50 % FR3 und 10-45 % WR verwendet werden.

AUSWAHL GEEIGNETER PFLANZENARTEN

Die Tabellen im Anhang dieser Planungshilfe enthalten ausgewählte Pflanzenarten für wechselfeuchte und wechselfeuchte Standorte. Tabelle 6 enthält eine Übersicht erprobter, trockenheitsverträglicher Pflanzmischungen. Tabelle 7 enthält eine Artenliste für verschiedene Standorte, gegliedert nach Lebensbereichen und Bodenansprüche (angelehnt an Haug 2023).

Zur geeigneten Auswahl von Pflanzen wurden im Rahmen einer Masterarbeit bereits bestehende Pflanzlisten mit weiteren Aspekten wie der Bienen- und Insektenfreundlichkeit ergänzt¹¹ und anhand des Lebensbereichs der Stauden sortiert (Spalte 1 in Tabelle 7). Damit können Arten geeigneter Lebensbereiche, wie sie in den vorherigen Kapiteln beschrieben wurden, ausgewählt und kombiniert werden.

Die ursprünglichen Pflanzlisten, die zur Auswertung ausgewählt wurden, stammen von der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), von dem „Best Practice“ Beispiel der „rain gardens“ aus New York City, dem „Best Practice“ Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“, dem East Lothian Council für SuDS (Sustainable Drainage Systems) und dem Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden (herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Umwelt - LfU).

¹¹ Für jede Pflanze wurde im Rahmen der Masterarbeit von Haug 2023 das Pollen- und Nektarangebot sowie die Anzahl und Vielfalt von Wildbienen und Bestäubern recherchiert. Die Einstufung der Pflanze erfolgte unter Berücksichtigung der Höhe des Angebotes und der Anzahl der Bestäuber.

WEITERE BGS-ELEMENTE

Diese Pflanzlisten sollen als Planungshilfe dienen und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Nach Belieben sind weitere Arten ähnlicher Standortansprüche zu ergänzen.

Bei Pflanzungen in der freien Natur dürfen gemäß § 40 BNatSchG nur gebietseigene Arten verwendet werden.

BEPFLANZUNGSPRINZIPIEN

Das Bepflanzungsprinzip ist ebenfalls nach den spezifischen Anforderungen zu wählen. So können je nach Höhenprofil und Anordnung eher eine abschirmende (gewerbliches Grün) oder eine gut einsehende Wirkung (Kreisverkehr/ Mittelstreifen) gestaltet werden.

Als Bepflanzungstyp kann beispielsweise eine Mischpflanzung geeignet sein, eine dynamische Staudengemeinschaft, welche mit geringem Pflegeaufwand und Kosten eine ansprechende Ästhetik bietet. Die Mischpflanzungen bestehen i.d.R. aus 15 bis 30 Arten zu folgenden Anteilen:

- 5–15 % Gerüstbildner (hoch)
- 30–40 % Begleitstauden (halbhoch)
- 5–10 % Füllpflanzen (Blumenzwiebeln und Knollen)
- mindestens 50 % Bodendecker.

Die Anordnung der Pflanzen kann, wie in den Abb. 117 - 119 dargestellt, nach verschiedenen Aspekten erfolgen.

PFLEGEHINWEISE

Ziel einer standortangepassten Bepflanzung ist es, den Pflegebedarf möglichst gering zu halten. Daher sollten keine Bewässerungsmaßnahmen nötig sein (außer in der Zeit kurz nach Pflanzung, um ein Anwachsen zu gewährleisten). Im Spätwinter, vor dem Austrieb der Geophyten, ist ein bodennaher Rückschnitt krautiger Arten nötig. Dadurch bleiben

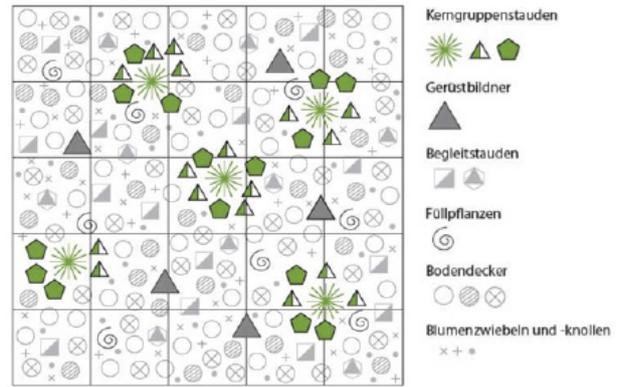


Abb.: 117 Mischpflanzung mit Kerngruppen (C. Schmidt/P. Trindade 2013)

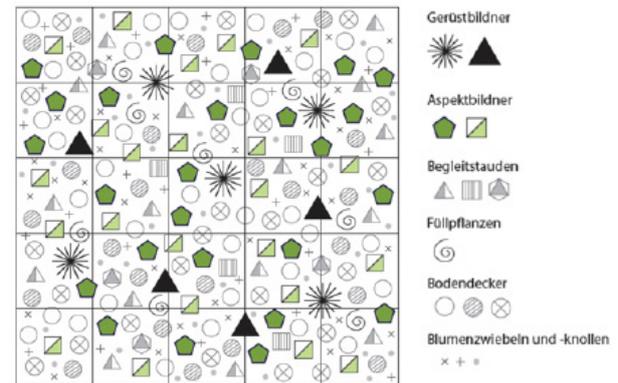


Abb.: 118 Mischpflanzung mit Aspektbildern (C. Schmidt/P. Trindade 2013)

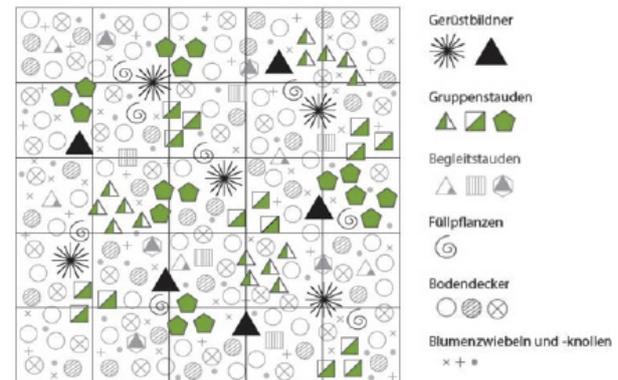


Abb.: 119 Mischpflanzung mit Gruppierung (C. Schmidt/P. Trindade 2013)

Pflanzenteile als Überwinterungsmöglichkeit für Insekten erhalten. Schnittgut ist stets abzuräumen. Bei Bedarf sind die Pflanzflächen von Schmutz und Müll zu befreien sowie eine Unkrautregulierung vorzunehmen. Hierbei richtet sich der Pflegebedarf vor allem am Pflanzkonzept und ob eine dynamische Entwicklung gewünscht ist.

Spezifische Pflege- und Wartungsarbeiten sind entsprechender Fachliteratur zu entnehmen. Versickerungsanlagen beispielsweise sollten regelmäßig kontrolliert werden, um deren Versickerungsfä-

higkeit zu gewährleisten. Auf die Verwendung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln muss zur Gewährleistung des Grundwasserschutzes zwingend verzichtet werden (DWA-A 138-1 2024).

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

PROJEKT „GREY TO GREEN“:

<https://www.nigeldunnett.com/grey-to-green>

PROJEKT „RAIN GARDENS“:

<https://www.nyc.gov/site/dep/water/rain-gardens.page>

PROJEKT TÅSINGE PLADS“ KOPENHAGEN:

<https://klimakvarter.dk/en/projekt/tasinge-plads/>

SCHAU- UND SICHTUNGSGARTEN HERMANNSHOF:

<https://sichtungsgarten-hermannshof.de/konzept/staudenmischpflanzungen/>

LEITFADEN „MULTIFUNKTIONALE VERSICKERUNGSMULDEN“:

[https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&AC-TIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODEN-R:3778,AARTxNR:lfu_was_00356,AARTxNO-DENR:370528,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&AC-TIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODEN-R:3778,AARTxNR:lfu_was_00356,AARTxNO-DENR:370528,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X)

PROJEKT TURBINENPLATZ ZÜRICH:

<https://neuelandschaft.de/artikel/regenwasser-managements-in-der-praxis-schweizer-stadt-raeume-10128>

QUELLEN

Bund deutscher Staudengärtner, Arbeitskreis Pflanzenverwendung Hrsg. 2011: Staudenmischungen. Online: <https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/>

Corduan, Daniela (2020): Artenreiche Versickerungssysteme: Stressresistente Pflanzen für urbane Mulden und Rigolensysteme. [Stadt+Grün](#)

DWA-A 138-1 (2024): Arbeitsblatt Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb

Eppel-Hotz, A. (2019): Pflanzen für Versickerung und Retention. Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

FLL (2014): Fachbericht Staudenverwendung im öffentlichen Grün – Staudenmischpflanzungen für trockene Freiflächen. ISBN: 978-3-940122-40-7, 1. Auflage 2014; 176 Seiten, DIN A4 Broschüre

FLL (2021): Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Versickerungsanlagen im Landschaftsbau: Gelbdruck

Hansen, R.; Stahl, F; Duthweiler, S. (2016): Die Stauden und ihre Lebensbereiche, Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8001-8385-2

Haug (2023): „Verdunstungsbeete im urbanen Kontext Bauweisen, Potenziale und konzeptionelle Weiterentwicklung“. Masterarbeit. HfWU Nürtingen [abgerufen am 08.09.2023]

Kühn N. (2011): Neue Staudenverwendung. Ulmer Verlag. ISBN 978-3-8001-5970-3

LfU 2024: Multifunktionale Versickerungsmulden – Handlungsempfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb. Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Schmidt, C; Trindade, P. (2013): Staudenmischpflanzungen. Innovative Konzepte für pflegereduzierte Pflanzungen im öffentlichen Grün. Online: https://wissen.julius-kuehn.de/mediaPublic/Urbanes-Gruen/FS/SG/05/FS_5_Stadtgruen_1_Schmidt.pdf [abgerufen am 08.11.2024]

AUTOR:INNEN

Patrizia Eben

Anna Lina Haug

Sven Hübner, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH

GEEIGNETE PFLANZENARTEN

Tabelle: 6 Übersicht erprobter Staudenmischungen für trockene Standorte im öffentlichen Bereich

Mischung	Konzeptentwicklung und Standort	Anwendungsgebiet	Ø jährli. Niederschlag	Ø jährli. Temperatur	Spezielle Hinweise	Pflanzliste
„Tanz der Gräser“	Cornelia Pacalaj, LVG Erfurt Wolfgang Borchardt, FH Erfurt	Verkehrsinself, min. 50 m ²	539 mm	8,5 °C	3 bis 4 Pflegegänge im Jahr: Rückschnitt im Februar, 2 bis 3-mal Jäten im Mai, Juli/August und bei warmen, feuchten Herbst noch einmal Ende Oktober; Mulchung mit Schotter oder Kies.	https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/download/Graesertanz_Artenliste.pdf
„Blütenzauber“	Tassilo Schwarz, Angelika Eppel-Hotz, Bayerische LWG Veitshöchheim	Repräsentative Mischung für sonnige und offene Standorte im öffentlichen und privaten Bereich.	601 mm	9,6 °C	Stark bindige Böden sollten durch Einarbeitung von Splitt 2/8 oder Sand abgemagert werden. Eine 5–7 cm dicke mineralische Mulchschicht aus Splitt oder Kies 8/16 wird empfohlen. Komplettmahd im Spätwinter, Sommerschnitt der Salvia- und Nepeta-Arten bzw. -Sorten Ende Juni/Anfang Juli für eine Nachblüte empfehlenswert; 2 bis 4 Jätgänge: Zeitaufwand für die Pflege ca. 1,7 bis 3,5 AKmin/m ² /Jahr, bei Sommerschnitt zusätzlich 1,5 bis 2 AKmin/m ² /Jahr.	https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/download/Bluetenzauber_Artenliste.pdf
„Farbenspiel“	Tassilo Schwarz, Angelika Eppel-Hotz, Bayerische LWG Veitshöchheim	Staudenauswahl für voll sonnige und offene Lage im öffentlichen und privaten Bereich.	601 mm	9,6 °C	Stark bindige Böden sollten durch Einarbeitung von Splitt 2/8 oder Sand abgemagert werden. Eine 5–7 cm dicke mineralische Mulchschicht aus Splitt oder Kies 8/16 wird empfohlen. Komplettmahd im Spätwinter, ein Rückschnitt bei Nepeta und Knautia macedonica Ende Juni/Anfang Juli fördert die Nachblüte; 2 bis 4 Jätgänge pro Jahr; Zeitaufwand für die Pflege ca. 2–4 AKmin/m ² /Jahr.	https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/download/Farbenspiel_Artenliste.pdf
„Heimische Blütensteppe“	Wolfram Kircher, Uwe Messer, Uta Kietsch, Axel Heinrich, Jessica Fenzl, Hochschule Anhalt, Bernburg	Vollsonnige, trockene Freiflächen auf tiefgründigem, Kalkschotterreichem Substrat gut geeignet für Verkehrsbegleitstreifen	469 mm	9,2 °C	Bodennahe Komplettmahd im Spätwinter; bei beginnender Verfilzung zusätzlich Junimahd; Stachys recta im Sommer besser nur selectiv zurückschneiden; viele Arten sind langsam wüchsig, daher im zweiten Standjahr Jätaufwand erforderlich.	https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/download/Heimische_Blutensteppe.pdf
„Blütenwooge“	Wolfram Kircher, Uwe Messer, Uta Kietsch, Axel Heinrich, Jessica Fenzl, Hochschule Anhalt, Bernburg	Verkehrsinself, Verkehrbegleitgrün; auf sonnigen, trockenen, offenen Freiflächen	469 mm	9,2 °C	Bodennahe Komplettmahd im Spätwinter und zusätzliche Sommermahd im Juni auf 15 cm; empfohlen wird eine 5 cm starke Mulchschicht aus Kies oder Splitt 8/16.	https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/download/Bluetenwooge_Artenliste.pdf
„Blüenschleier“	Wolfram Kircher, Uwe Messer, Uta Kietsch, Axel Heinrich, Jessica Fenzl, Hochschule Anhalt, Bernburg	Verkehrsinself, Verkehrbegleitgrün; auf sonnigen, trockenen, offenen Freiflächen	469 mm	9,2 °C	Bodennahe Komplettmahd im Spätwinter. Sollte nach mehreren Jahren ein zu dichter Gesamteindruck entstehen, kann eine Junimahd auf 15 cm wieder für Struktur sorgen. Wässern nur in der ersten Vegetationsperiode, mineralische Mulchschicht empfehlenswert.	https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/download/Bluetenschleier_Artenliste.pdf
„Silbersommer“	Cornelia Pacalaj, LVG Erfurt Wolfgang Borchardt, FH Erfurt	Verkehrsbegleitgrün, Straßeninself, Verkehrsinself, Gewerbe- und Wohngebieten; trockener sonniger Standort, min. 30 m ²	539 mm	8,5 °C	Bodennahe Komplett-Rückschnitt (außer Festuca mairei) im Spätwinter vor Austreiben der Zwiebelpflanzen, individueller Rückschnitt der Festuca auf ca. 20 cm. Schnittgut von der Fläche abräumen. Eine 5–7 cm dicke mineralische Mulchschicht aus Splitt oder Kies 8/16 wird empfohlen.	https://www.bund-deutscher-staudengaertner.de/cms/staudenverwendung/mischpflanzungen/download/Silbersommer_Artenliste.pdf

Tabelle: 7 Artenliste für verschiedene Standorte, gegliedert nach Lebensbereichen und Bodenansprüche (angelehnt an Haug 2023). Informationen zur Eignung der Lebensbereiche für wechselfeuchte Standorte sowie die empfohlenen prozentualen Anteile der einzelnen Lebensbereiche in Pflanzmischungen sind in Kapitel „Geeignete Lebensbereiche“ und „Bepflanzungsprinzipien“ dieser Planungshilfe zu finden. Die Projektbeispiele sind ebenfalls im Kapitel „Geeignete Lebensbereiche“ erläutert.

Insekten-nährpflanze	Botanischer Name	Deutscher Name	Lebensbereich	Heimisch	Projekt-beispiele
Lebensbereiche mit sehr trockenen Standortbedingungen					
x	<i>Alyssum montanum</i>	Berg-Steinkraut	ST 1-2/FS 1-2/M 1-2	x	LfU
x	<i>Armeria elonga</i>	Strand-Grasnelke	FR 1/ST 1	x	LfU
x	<i>Artemisia absinthium</i>	Wermut	FR 1/ST 1	x	LfU
x	<i>Calamintha nepeta</i>	Kleinblütige Bergminze	FR 1/ST 1	x	LfU
x	<i>Cota tinctoria</i>	Färber-Hundskamille	FR 1/FS 1/GR 1	x	LfU
x	<i>Cyanus montanus</i>	Berg-Flockenblume	FR 1/GR 1	x	LfU
x	<i>Dianthus carthusianorum</i>	Kartäuser-Nelke	FR 1/SH 1	x	LfU
x	<i>Euphorbia cyparissias</i>	Zypressen-Wolfsmilch	FR 1/FS 1/GR 1	x	LfU
	<i>Festuca ovina</i>	Echter Schaf-Schwingel	FR 1/ST 1/GR 1	x	LfU
x	<i>Galatella linosyris</i>	Gold-Steppenaster	FR 1/SH 1	x	LfU
x	<i>Geranium sanguineum</i>	Blutroter Storchschnabel	FR 1/SH 1/GR 1	x	LfU
	<i>Koeleria glauca</i>	Blaugrünes Schillergras	FR 1/ST 1/SH 1	x	LfU
x	<i>Linaria vulgaris</i>	Gewöhnliches Leinkraut	FR 1/ST 1/FS 1	x	LfU
x	<i>Medicago falcata</i>	Sichelklee	FR 1/ST 1	x	LfU
x	<i>Nepeta cataria</i>	Gewöhnliche Katzenminze	FR 1/GR 1	x	LfU
x	<i>Origanum vulgare</i>	Gewöhnlicher Dost	FR 1/ST 1/FS 1	x	LfU
x	<i>Petrorhagia saxifraga</i>	Steinbrech-Felsennelke	SH 1/ST 1/M1	x	LfU
x	<i>Salvia pratensis</i>	Wiesen-Salbei	FR 1/SH 1	x	LfU
x	<i>Stachys recta</i>	Aufrechter Ziest	FR 1/GR 1	x	LfU
x	<i>Veronica teucrium</i>	Großer Ehrenpreis	FR 1/SH 1/GR 1	x	LfU

LfU: Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden, Bayerisches Landesamt für Umwelt
LWG: Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

NYC: Best Practice Beispiel „rain gardens“, New York City
Sheffield: Best Practice Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“
SuDS: East Lothian Council (Sustainable Drainage Systems)

Insekten-nährpflanze	Botanischer Name	Deutscher Name	Lebensbereich	Heimisch	Projekt-beispiele
Lebensbereiche mit trockenen bis frischen Standortbedingungen					
x	Achillea millefolium	Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe	FR 1-2	x	LfU
x	Anthericum ramosum	Rispige Graslilie	FR 1-2	x	LfU
x	Aster amellus	Berg-Aster	FR 1-2	x	Sheffield, LfU
x	Aster laevis 'Blauschleier'	Glatte-Aster	FR 1-2		LWG
x	Betonica officinalis	Heil-Ziest	FR 1-2	x	LfU
x	Boltonia asteroides	Scheinaster	FR 2		LWG
	Briza media	Gewöhnliches Zittergras	FR 1-2	x	LfU
x	Bupleurum falcatum	Sichelblättriges Hasenohr	FR 1-2/GR 1	x	LfU
	Calamagrostis varia	Berg-Reitgras	FR 1-2/GR 1-2	x	LfU
	Calamagrostis x acutiflora 'Karl Foerster'	Garten-Sandrohr	FR 1-2		LWG
	Calamagrostis arundinacea var. brachytricha	Diamantgras	FR 1-2		LWG
x	Campanula glomerata 'Superba'	Knäuel-Glockenblume	FR 1-2		LWG
x	Campanula rapunculoides	Acker-Glockenblume	FR 1-2/GR 1-2	x	LfU
x	Campanula trachelium	Nesselblättrige Glockenblume	FR 1-2/GR 1-2	x	LfU
x	Centaurea macrocephala	Gelbe Riesen-Flockenblume	FR 2		LWG
x	Cichorium intybus	Gemeine Wegwarte	FR 1-2	x	LfU
x	Coreopsis tripteris	Hohes Mädchenauge	FR 2		LWG

LfU: Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden, Bayerisches Landesamt für Umwelt

LWG: Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

NYC: Best Practice Beispiel „rain gardens“, New York City

Sheffield: Best Practice Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“

SuDS: East Lothian Council (Sustainable Drainage Systems)

Insekten-nährpflanze	Botanischer Name	Deutscher Name	Lebensbereich	Heimisch	Projekt-beispiele
Lebensbereiche mit trockenen bis frischen Standortbedingungen					
x	Coreopsis verticillata	Quirlblättriges Mädchenauge	FR 2		LWG
x	Erigeron speciosus i.S.	Aspen-Feinstrahl	FR 2		LWG
	Festuca mairei	Atlas-Schwengel	FR 1-2		LWG
x	Galium verum	Echtes Labkraut	FR 1-3	x	LfU
x	Gentiana cruciata	Kreuz-Enzian	FR 1-2/SH 1-2/ GR 1-2	x	LfU
	Heuchera sanguinea	Korallenglocken	FR 2		Sheffield
x	Hypericum perforatum	Echtes Johanniskraut	FR 1-2	x	LfU
X	Inula ensifolia 'Compacta'	Zwerg-Alant	FR 1-2		LWG
x	Inula hirta	Rauhaariger Alant	FR 1-2	x	LfU
x	Knautia arvensis	Wiesen-Witwenblume	FR 1-2	x	LfU
x	Meum athamanticum	Bärwurz	FR 1-2	x	LWG
	Miscanthus sinensis i.S.	China-Schilf	FR 2		LWG
x	Platycodon grandiflorus	Ballonblume	FR 2		LWG
x	Primula veris	Primeln	FR 1-2	x	SuDS
x	Primula vulgaris	Stängellose Schlüsselblume	FR 1-2	x	SuDS
x	Prunella grandiflora	Großblütige Braunnelle	FR 1-2/ST 1-2/GR 1-2	x	LfU
x	Salvia nemorosa i.S.	Steppen-Salbei	FR 1-2		LWG
x	Scabiosa columbaria	Tauben-Skabiose	FR 1-2/ST 1-2	x	LfU
	Sorghastrum nutans	Goldbartgras	FR 1-2		LWG

LfU: Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden, Bayerisches Landesamt für Umwelt
LWG: Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

NYC: Best Practice Beispiel „rain gardens“, New York City
Sheffield: Best Practice Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“
SuDS: East Lothian Council (Sustainable Drainage Systems)

WEITERE BGS-ELEMENTE

Insekten-nährpflanze	Botanischer Name	Deutscher Name	Lebensbereich	Heimisch	Projekt-beispiele
Lebensbereiche mit trockenen bis frischen Standortbedingungen					
	<i>Stipa calamagrostis</i> 'Algäu'	Silberährengras	FR 1-2		LWG
x	<i>Tanacetum corymbosum</i>	Straßblütige Wucherblume	FR 1-2/GR 1-2	x	LfU
x	<i>Trifolium rubens</i>	Purpur-Klee	FR 1-2/GR 1-2	x	LfU
Lebensbereiche frischer bis feuchter Standorte					
x	<i>Achillea ptarmica</i> 'Perle'	Bertrams-Garbe	FR 2-3		LWG
x	<i>Alchemilla mollis</i>	Weichhaariger Frauenmantel	FR 2-3		LWG
	<i>Amsonia tabernaemontana</i>	Blausternbusch	FR 2-3		Sheffield
x	<i>Angelica sylvestris</i>	Wald-Engelwurz	FR 2-3	x	SuDS
x	<i>Aster novi-belgii</i>	Neubelgische Aster	FR 2-3		NYC
	<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>taquetii</i>	Lanzenspiere	FR 2-3		Sheffield
x	<i>Bistorta affinis</i>	Schneckenknöterich	FR 2-3		LWG
x	<i>Bistorta amplexicaulis</i>	Kerzenknöterich	FR 2-3		LWG
x	<i>Camassia quamash</i>	Essbare Prärielilie	FR 2-3		Sheffield
	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasen-Schmiele	FR 2-3	x	Sheffield
x	<i>Dipsacus fullonum</i>	Wilde Karde	FR 2-3	x	SuDS
x	<i>Leucanthemella serotina</i>	Herbst-Margerite	FR 2-3		LWG
x	<i>Lobelia siphilitica</i>	große blaue Lobelie	FR 2-3		NYC
x	<i>Lysimachia ciliata</i>	Bewimperter Felberich	FR 2-3		LWG
x	<i>Phlox x arendsii</i> i.S.	Arends' Phlox	FR 2-3		LWG
x	<i>Prunella vulgaris</i>	Kleine Braunelle	FR 2-3	x	SuDS

LfU: Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden, Bayerisches Landesamt für Umwelt

LWG: Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

NYC: Best Practice Beispiel „rain gardens“, New York City

Sheffield: Best Practice Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“

SuDS: East Lothian Council (Sustainable Drainage Systems)

Insekten-nährpflanze	Botanischer Name	Deutscher Name	Lebensbereich	Heimisch	Projekt-beispiele
Lebensbereiche frischer bis feuchter Standorte					
x	Rheum palmatum	Zier-Rhabarber	FR 2-3		LWG
x	Sanguisorba officinalis	Großer Wiesenknopf	FR 2-3	x	LWG, Sheffield
x	Symphytum officinale	Beinwell	FR 2-3	x	LWG
x	Tradescantia x andersoniana i.S.	Garten-Dreimasterblume	FR 2-3		LWG
x	Vernonia arkansana	Arkansas-Vernonie	FR 2-3		LWG
x	Veronica longifolia i.S.	Langblättriger Ehrenpreis	FR 2-3		LWG
Lebensbereiche frischer bis feucht/nasser Böden					
x	Achillea ptarmica	Sumpf-Schafgarbe	FR 3/WR 1	x	LWG, SuDS
x	Bistorta officinalis	Wiesenknöterich	FR 3/WR 1	x	LWG, Sheffield
x	Caltha palustris	Sumpfdotterblume	FR 3/WR 1	x	Sheffield, SuDS
x	Cardamine pratensis	Wiesenschaumkraut	FR 2-3/WR 1	x	LWG
	Carex grayi	Morgenstern-Segge	FR 2-3/WR 1		LWG
	Carex muskingumensis	Palmwedel-Segge	FR 2-3/WR 1		LWG, Sheffield
x	Eupatorium cannabinum	Gewöhnlicher Wasserdost	FR 3/WR 1	x	Sheffield
x	Filipendula rubra 'Venusta'	Garten-Mädesüß	FR 3/WR 1		LWG
x	Geum rivale	Bach-Nelkenwurz	FR 3/WR 1	x	LWG, Sheffield, SuDS

LfU: Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden, Bayerisches Landesamt für Umwelt
 LWG: Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

NYC: Best Practice Beispiel „rain gardens“, New York City
 Sheffield: Best Practice Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“
 SuDS: East Lothian Council (Sustainable Drainage Systems)

Insekten-nährpflanze	Botanischer Name	Deutscher Name	Lebensbereich	Heimisch	Projekt-beispiele
Lebensbereiche frischer bis feucht/nasser Böden					
x	Hemerocallis Arten i.S.	Taglilien	FR 2-3/WR 1		LWG, Sheffield
x	Hypericum tetrap-terum	Flügel-Johanniskraut	FR 2-3/WR 1	x	LWG, SuDS
x	Iris spec.	Sumpf- oder Wie-sen-Schwertlilien	FR 3/WR 1	x	LWG, Sheffield
	Juncus effusus	Flatter-Binse	WR 1	x	NYC, Sheffield
	Juncus inflexus	Graugrüne Binse	WR 1	x	LWG, Sheffield
x	Leucojum aesti-vum	Sommer-Knotenblu-me	WR 1		LWG
x	Lysimachia vul-garis	Gilbweiderich	FR 2-3/WR 1	x	LWG
x	Lythrum salicaria	Gewöhnlicher Blut-weiderich	FR 2-3/ WR 1	x	SuDS
x	Lythrum virgatum	Ruten-Weiderich	FR 3/WR 1	x	LWG
	Molinia caerulea i.S.	Blaues Pfeifengras	FR 2-3/WR 1		LWG, Sheffield
x	Myosotis scorpi-oides	Sumpf-Vergissmein-icht	FR 3/WR 1	x	SuDS
x	Rudbeckia spec.	Sonnenhut	FR 2-3/WR 1		LWG, Sheffield
x	Polemonium cae-ruleum	Blaue Jakobsleiter	FR 3/WR 1	x	LWG, Sheffield
x	Ranunculus flam-mula	Brennender Hahnen-fuß	FR 3/WR 1	x	SuDS
x	Trollius x cult-orum	Garten-Trollblumen	FR 2-3/WR 1		LWG
x	Valeriana offic-i-nalis	Gemeiner Baldrian	FR 2-3/WR 1	x	LWG
x	Veronica gentia-noides	Enzian-Ehrenpreis	FR 2-3/WR 1		LWG

LfU: Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden, Bayerisches Landesamt für Umwelt
 LWG: Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

NYC: Best Practice Beispiel „rain gardens“, New York City
 Sheffield: Best Practice Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“
 SuDS: East Lothian Council (Sustainable Drainage Systems)

Insekten-nährpflanze	Botanischer Name	Deutscher Name	Lebensbereich	Heimisch	Projekt-beispiele
Lebensbereiche feucht/nasser Standorte bis flaches Wasser					
x	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Gewöhnlicher Froschlöffel	WR 1-2/W 1	x	SuDS
x	<i>Eriophorum vaginatum</i>	Scheiden-Wollgras	WR 1-2/W 1	x	SuDS
x	<i>Iris versicolor</i>	Verschiedenfarbige Schwertlilie	WR 1-2		NYC
x	<i>Potentilla palustris</i>	Sumpf-Blutauge	WR 1-2	x	SuDS

LfU: Leitfaden für Multifunktionale Versickerungsmulden, Bayerisches Landesamt für Umwelt
 LWG: Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

NYC: Best Practice Beispiel „rain gardens“, New York City
 Sheffield: Best Practice Beispiel aus Sheffield „Grey to Green“
 SuDS: East Lothian Council (Sustainable Drainage Systems)

TEIL V

FAZIT UND
AUSBlick



Abb.: 120 Thorvald Meyers gate am Olaf Ryes plass Oslo (Martin Stokman, bgmr 2023)

12

BGS IN DER
NORMIERUNG

12.1 GESETZE UND NORMEN – FORTSCHRITTE DER LETZTEN JAHRE ZUR UMSETZUNG VON BGS



Abb.: 121 Verbesserte Randbedingung für BlueGreenStreets in Gesetzen und Normen (BGS, HCU)

BlueGreenStreets betrachtet und beeinflusst seit dem Jahr 2019 auch die Entwicklung der Gesetzgebung und den Normungsprozesse der Verbände zum Thema wassersensible Stadtentwicklung der blau-grünen Infrastruktur.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich hierbei in den letzten sechs Jahren bereits einiges verändert hat, sowohl auf Ebene der EU, auf Bundesebene, in den Ländern, den Kommunen sowie bei normengebenden Regelwerken.

Eine kurze – sicherlich unvollständige – Zusammenfassung soll das verdeutlichen.

EU-EBENE

Die **kommunale Abwasserrichtlinie (KARL)** wurde angepasst. Eine Veränderung ist in der novellierten Fassung der KARL vor allem für den Umgang mit Niederschlagswasser zu erkennen, hier wird grünen und blauen Infrastrukturlösungen Vorrang vor anderen Ansätzen eingeräumt.

Nach dem **EU Restoration Law** sollen die Mitgliedsstaaten den Anteil an Grünflächen und Stadtbäumen erhöhen. Bis 2030 soll dazu der Nettoverlust an Grünflächen und Baumüberschirmung im nationalen Durchschnitt gestoppt werden, im Anschluss sollen die Anteile von Grünflächen und Baumüberschirmung wieder steigen.

BUNDESEBENE

Das **Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG)** ist seit Dezember 2023 in Kraft. Es beschreibt u. a. in § 12 die zukünftige Pflicht der Kommunen zur Erstellung von Klimaanpassungskonzepten. Hierbei „soll identifiziert werden, welche Lücken bezüglich der Klimaanpassung in der bisherigen Planung für das Gebiet der Gemeinde, des Kreises oder des anhand anderer Kriterien festgelegten Gebiets bestehen; in den Klimaanpassungskonzepten sollen Maßnahmen zur Schließung dieser Lücken festgelegt werden.“ Mit diesem neuen Instrument werden wahrscheinlich auch die zu sanierenden

Straßenräume stärker in den Fokus kommen, da hierbei prioritäre Handlungsräume (auch Straßen) dargelegt werden.

Am 11. Dezember 2024 ist die „**Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024**“ unter dem Motto „Vorsorge gemeinsam gestalten“ veröffentlicht worden. Im Handlungsfeld „Stadt- und Siedlungsentwicklung“ der Strategie werden die Ziele „Aktivierung von Stadtgrün, um Hitzebelastung zu reduzieren“ sowie „Stärkere Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt für eine wassersensible Stadtentwicklung“ explizit genannt und inhaltlich erläutert. Auch Straßenräume sowie Straßenbäume sind hierbei benannt.

Das **Baugesetzbuch (BauGB)** wird derzeit unter dem Titel „Gesetz zur Stärkung der integrierten Stadtentwicklung“ novelliert. Ein Gesetzentwurf der Bundesregierung vom 30.9.24 liegt zur Beratung vor. Bereits in der aktuellen Fassung des BauGB ist die Klimaanpassung nach § 1 (5) ein notwendiger Bestandteil der Bauleitplanung. Nach § 136 BauGB können hierdurch städtebauliche Sanierungsmaßnahmen ausgelöst werden, wenn Missstände festgestellt wurden. Durch die Novelle des BauGB soll der Aspekt der Klimaanpassung weiteres Gewicht in der städtebaulichen Abwägung erhalten: „Schließlich soll der Aspekt Klimaanpassung zum Schutz vor Hitzebelastung und Starkregen sowie die Verankerung der „dreifachen Innenentwicklung“ sowohl in der Bauleitplanung als auch im Rahmen der Vorschriften über die Zulässigkeit von Vorhaben nach § 34 BauGB gestärkt werden.“ (BT Drs. 20/13091, S. 44). Es ist geplant in § 1b, V unter den „Erfordernissen der Klimaanpassung“ den Satz aufzunehmen: „Insbesondere soll durch ausreichend versickerungsfähige Fläche, Verdunstungsmöglichkeiten und einen geringen Oberflächenabfluss die Annäherung an einen naturnahen Wasserhaushalt erreicht werden (wassersensible Stadtentwicklung)“ (BT Drs. 20/13091, S. 10, 43, 72). Damit wäre die wassersensible Stadtentwicklung erstmals auch gesetzlich verankert. Auch der Begriff der „grün-blauen Infrastruktur“ wird in der Begründung

des Gesetzentwurfes zur Konkretisierung des Leitbildes der wassersensiblen Stadtentwicklung eingeführt und damit als Lösungsansatz gestärkt. (BT Drs. 20/13091, S. 47, 63, 66)

Nachfolgend werden weitere wichtige Beschlüsse und Dokumente auf Bundesebene kurz benannt, die die wassersensible Stadtentwicklung und die grün-blaue Infrastruktur als ein wichtiges Handlungsfeld beschreiben und deren Umsetzung einfordern:

- Das „Weißbuch Stadtgrün - Grün in der Stadt – für eine lebenswerte Zukunft“ vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2017) benennt dies in Kapitel 3 (S.19) „Mit Stadtgrün Klimaschutz stärken“.
- Die Weiterführung des Weißbuchprozesses unter dem Titel ‚Agenda Stadt grün-blau‘, die Ende 2024 vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen gestartet wurde, nimmt genau diese Schnittstellen zwischen Grün und Blau auf (<https://gruen-in-der-stadt.de/aktuelles/vom-weissbuch-stadtgruen-zur-agenda-stadt-gruen-blau>). Der Straßenraum ist in dieser Agenda ein wichtiger Handlungsraum.
- Die „Nationale Wasserstrategie“ vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2023) führt in ihrem Aktionsprogramm unter Punkt 19 das kurzfristige Handlungsfeld „Leitbild der ‚wassersensiblen Stadt‘ weiterentwickeln und in Umsetzung bringen“ (S. 88-90) aus.
- Das Hauptgutachten „Wasser in einer aufgeheizten Welt“ vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2024) beschreibt in Kapitel 6.4.1 das Ziel, die „Wassersensible Stadtentwicklung als Leitbild (zu) etablieren“ (S. 13, 148, 168-172).
- Die Ansätze werden auch in der „Deutschen

Nachhaltigkeitsstrategie“ der Bundesregierung in 2021 hervorgehoben um Klimafolgen zu mindern (Siehe Herausgeber: Die Bundesregierung, www.deutsche-nachhaltigkeitsstrategie.de, Kabinettsbeschluss vom 10. März 2021; S.200).

LANDESEBENE

Derzeit gibt es nur wenige **Klimawandelanpassungsgesetze** in den Bundesländern. Hier findet bisher auch keine weitere Ausdifferenzierung der Vorgabe zu einer wassersensiblen Stadt und/oder blau-grüner Infrastruktur statt.

Hessen ist eines der wenigen Bundesländer, die ein eigenes Klimagesetz haben, in dem neben dem Klimaschutz auch die Anpassung an die Folgen des Klimawandels adressiert wird. Gemäß Klimagesetz wurde ein Klimaplan mit Handlungsfeldern erarbeitet.

Auf dieser Grundlage wurde vom **Hessischen Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat (HMLU)** 2024 der Leitfaden Versickerung, Retention und Verdunstung als Beitrag zur wassersensiblen



Abb.: 122 BGS-Streifen in der Louise-Schröder Straße in Hamburg (Michael Richter, HCU)

Siedlungsentwicklung veröffentlicht. Hier wird Bezug genommen auf die Elemente der multicodierten Straßenraumgestaltung, das Kaskadenprinzip der Regenwasserbewirtschaftung und auf Vorschläge zur Umgestaltung von Straßenräumen nach dem Schwammstadtprinzip.

In Hamburg werden die **„Hamburger Regelwerke für Planung und Entwurf von Stadtstraßen“** (ReStra) gerade überarbeitet und wahrscheinlich in 2025 veröffentlicht. Hierin sollen ergänzende Planungsgrundsätze zur Anpassung der Infrastruktur an die Folgen des Klimawandels vorangestellt werden. Die Integration von BGS-Elementen bei der Gestaltung von Straßenräumen soll dann bei jeder Straßenbaumaßnahme anzustreben sein. In den Planungsgrundsätzen wird neben dem bereits existierenden Wissensdokument „Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung“ (Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, 2015) auch auf die BGS-Toolbox als Planungshilfe hingewiesen.

Des Weiteren hat die Hamburger Umweltbehörde (BUKEA) das **„Memorandum für Straßenräume im Grünen Netz - Hamburger Klimastraßen“** (BUKEA, 2024) veröffentlicht. Hierin werden „11 Leitsätze, die für die zukünftige Umgestaltung von Straßenräumen im Grünen Netz zu berücksichtigen sind“ benannt. Diese sind durch alle am Projekt beteiligten Fachbehörden und -ämter der BVM, BSW und BUKEA sowie Hamburg Wasser und der LSBG vereinbart worden. Beispielhaft und stark verbunden mit den Zielsetzungen von BGS sind die Leitsätze „2. Klimastraßen werden als Teil der Schwammstadt realisiert“, „3. Klimastraßen werden biodivers und resilient gestaltet und der Leitsatz „7. Klimastraßen gehen in die Tiefe“.

KOMMUNALE EBENE

Einige Kommunen nutzen die Basis von BGS, um Vorgaben bei den Ausschreibungen von Planungsleistungen von Straßenumbaumaßnahmen zu machen. Sie verlangen hierbei die Auseinandersetzung der Fachplaner:innen mit den Ergebnissen der BGS-Toolbox bei den Abwägungen zur Gestaltung

der neue Straßenquerschnitte. Explizit genannt werden sollen die Kommunen Kassel, Hildesheim, Solingen und Hamburg-Harburg.

FACHVERBÄNDE FLL, DWA UND FGSV

Zielsetzung von BGS war von Beginn an, auch die Debatte um die Änderung konkreter Regelwerke der Fachverbände mit den Ergebnissen des Projektes zu unterstützen. Das BGS-Team beteiligte sich deshalb in der Gremienarbeit.

In der **DWA** nahm dieser Impuls Einzug in die Entwicklung verschiedener Regelwerke:

- Merkblatt DWA-M 194 _ **Planung, Betrieb und Unterhalt von multifunktionalen Flächen** (2024): Das Merkblatt liegt im Entwurf zum Gelbdruck vor. Straßenräume sind hier als Beispielflächen multifunktionaler Flächennutzung aufgeführt.
- Arbeitsblatt DWA-A 138-1 _ **Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser** – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb (2024). Das Arbeitsblatt wurde im Oktober 2024 veröffentlicht. Es sieht auch Änderungen mit dem Umgang von Bäumen und Versickerungsanlagen vor.
- Merkblatt DWA-M 163 „**Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung**“. Das Merkblatt wird gemeinsam mit der FLL, GALK und FGSV erarbeitet, die Auftaktsitzung war im November 2024. Federführend ist die FLL. Die Zielsetzung ist es, gemeinsame Regelungen für Baumstandorte unter Einbeziehung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung zu entwickeln und hierbei auch Standardisierungen vorzuschlagen.

In den „**DWA-Positionen - Wasserbewusste Entwicklung unserer Städte**“ aus dem Jahr 2022 wird die Zielsetzung beschrieben, Zukunftsstädte wasserbewusster zu gestalten. Kapitel 2 des Positionspapiers widmet sich explizit dem Ziel „Blau-grüne Infrastruktur stärken“ und beschreibt das Zielbild: „Die Budgets für unterirdische Anlagen

sollten künftig auch in die Gestaltung blau-grüner Freiräume und Maßnahmen investiert werden. Stadtteilparks, Gärten, Straßen und Gebäudegrün prägen attraktive Wohn- und Stadtqualitäten.“

Die in 2023 gegründete **Allianz „Gemeinsam für eine wasserbewusste Stadtentwicklung“** wird getragen durch derzeit 17 unterschiedliche Verbände und Zusammenschlüsse aus z. B. den Bereichen Wasserwirtschaft, Stadt-, Grün-, Bau- und Verkehrsplanung. Sie unterstützt in ihrem Positionspapier „Wasserbewusste Stadtentwicklung jetzt für die Zukunft“ besonders die Notwendigkeit der interdisziplinären und verbandsübergreifenden Zusammenarbeit für die Ausgestaltung einer multifunktionalen grün-blauen Infrastruktur zum Schutz vor Überflutungen, zur Planung von Flächen zur Retention und Versickerung, zur Förderung von Verdunstungskühlung und Kaltluftproduktion, für die Schaffung von Raum für Flora und Fauna und zur Erholung und Freizeit in der Stadt.

In der **FLL** werden derzeit folgende Regelwerke weiterentwickelt:

- Die „Empfehlung für Planung, Bau und Instandhaltung von **Versickerungsanlagen im Garten- und Landschaftsbau**“; das Datum für die Erscheinung des Gelbdrucks ist noch offen.
- Das Merkblatt DWA-M 163 „**Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung**“, siehe DWA.
- Die **Bewässerungsrichtlinien - Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, 2024 (Gelbdruck)**. Die Richtlinie betont in der Einleitung (Zweck): „Eine Bewässerung, die als Ausgleich von Wasserdefiziten in Trockenperioden während der Wachstumsperiode notwendig ist, bekommt durch den Klimawandel eine immer stärkere Bedeutung. Die weltweite Wassersituation gebietet einen verantwortungsvollen Umgang mit der kostbaren Ressource Wasser,

besonders, wenn es sich nicht um Nahrungsmittelproduktion, sondern um ästhetische Aspekte und Freizeitaspekte handelt, wie es bei der Bewässerung von Grünanlagen inklusive der Gehölze überwiegend der Fall ist. Die Bedeutung einer vitalen Begrünung, besonders im Innenstadtbereich wird durch die Ökosystemleistungen, der Beschattung, der Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und damit einhergehender Abkühlung immer bedeutender.“

Weiterhin zeigt das **FLL-Forschungsforum**

Landschaft 2025 unter dem Thema ‚Quo vadis – Welche Partnerschaften braucht das Grün der Zukunft?‘ genau diese Schnittstellenthemen, die in der Zusammenarbeit von Grün, Blau und Straße anstehen und zu lösen sind.

Die **FGSV** arbeitet hinsichtlich der Themen aus BGS besonders an der Überarbeitung der

- **Richtlinie zur Anlage von Straßen** (RASt-06). Es ist verabredet, dass BGS hierzu einen Input zu „blau-grüner Infrastruktur“ entwickelt, Zielsetzung ist hier besonders, das Planungsprinzip des BGS-Korridors zu verankern. Inwieweit das gelingt ist noch offen, der Arbeitsprozess wird wahrscheinlich nicht vor 2026 abgeschlossen sein.
- In dem **Ad-hoc-Arbeitspapier „Ergänzende Handlungsanleitungen zur Anwendung der RAST06“** (Ausgabe Februar 2024) wird unter Punkt 3 zur Steigerung der Aufenthaltsqualität und zur Förderung von Fuß- und Radverkehr empfohlen, „mit den Straßenverkehrsbehörden frühzeitig abzustimmen, ob im Rahmen der StVO eine zulässige **Höchstgeschwindigkeit von weniger als 50 km/h** angeordnet werden kann.“ Dies ermöglicht die Verkleinerung der Fahrstreifen und schafft Platz für blau-grüne Infrastruktur. Explizit wird in dem Arbeitspapier auch bereits ein **„Multifunktionsstreifen“** benannt: „Um die Anforderungen der „nicht verkehrlichen“ Nutzungen im Straßenraumentwurf

künftig besser zu berücksichtigen, ist es sinnvoll, im Seitenraum einen Multifunktionsstreifen zu planen, um hier unterschiedliche Nutzungen anzuordnen. In diesem neuen Planungselement können beispielsweise Baumreihen und Begrünungen, Elemente für die Niederschlagswasserbewirtschaftung, Aufenthaltsbereiche (inklusive Bänke), Fahrradabstellanlagen, (Kap-)Haltestellen, Elektro-Ladeeinrichtungen und notwendige Parkstände für Kfz (inklusive Sicherheitstrennstreifen) etc. realisiert werden.“ Diese Flächenanspruch ist dem BGS-Korridorvorschlags aus dieser Toolbox bereits sehr nah. Letztlich wird auch für den **ruhenden Verkehr** empfohlen: Es empfiehlt sich, die Anzahl von Parkständen für den privaten Kfz-Verkehr im Straßenraum möglichst gering zu halten, um Flächen für andere umweltfreundliche Modi, für Aufenthalt, für Grünbereiche, für die Retention bzw. dezentrale Entwässerung zu gewinnen und ein Aufheizen von Straßenräumen zu verringern.“

- Empfehlungen zur Anwendung und Weiterentwicklung von FGSV-Veröffentlichungen im Bereich Verkehr zur Erreichung von Klimaschutzziele (**E KLIMA 2022**). Ziel der Empfehlungen ist ein Prozess, um bei künftigen Regelwerken adäquat auf klimarelevante Aspekte einzugehen. Im Zentrum steht der Klimaschutz aber auch die Klimaanpassung wird berücksichtigt.

12.2 REGELWERKE IM SINNE VON BGS FORTSCHREIBEN

Wenn es um die Umsetzung von Maßnahmen der Klimaanpassung und die Gestaltung von BGS-Straßen geht, bestimmen Regelwerke und Normen maßgeblich die Gestaltungsspielräume. Alte Normen müssen daher kritisch hinterfragt und hinsichtlich ihrer Wirkungen überprüft werden. Neue Normen und Regelwerke müssen für bisher nicht eingeführte Elemente der BGS-Gestaltung entwickelt werden.

Aus Sicht von BlueGreenStreets besteht – neben den in Kapitel 12.1 benannten laufenden Änderungen - besonders Anpassungsbedarf bei sechs Themen, um die Ansätze von BGS flächendeckender und einfacher in der Praxis verwirklichen zu können:

- Bäume und unterirdische Infrastruktur
- Verdunstungsbeete
- Regenwasser als Ressource im WHG klarer benennen
- in den Regelwerken eine „Innovationsklausel“ verankern
- Grundstücksübergreifende Lösungen vereinfachen
- BGS-Check für Normen und Regelwerke

NORMEN UND REGELWERKE FÜR „BÄUME UND UNTERIRDISCHE INFRASTRUKTUR“

Das Themenfeld BGS zeigt deutlich, dass viele Problemstellungen der Umsetzung aufgrund von Normen und Regelwerken entstehen, die bereits recht alt sind und zum Teil unter anderen Randbedingungen und Herausforderungen entstanden sind. Viele heutige Notwendigkeiten – verbunden besonders mit der Anpassung an den Klimawandel – erfordern eine Neubewertung der Regelwerke und eine Weiterentwicklung. Als besonders konfliktträchtig stellt sich in den letzten fünf Jahren das Thema „Bäume und unterirdische Infrastruktur“ dar. Hier braucht es dringend eine

Anpassung der Normen. Aus diesem Grund wird in diesem Kapitel ein Schwerpunkt auf genau diesen Aspekt gelegt. In einigen anderen Themenfeldern – siehe Kapitel 12.1 – sind neue Impulse bereits wesentlich deutlicher, auf eine erneute Darstellung wird hier deshalb verzichtet.

BAUMPERSPEKTIVE

Bäume werden durch Leitungen in der Regel nicht grundlegend eingeschränkt. Abgesehen von einigen großen Sammlern mit erheblichen Querschnitten bleibt dem Baum genug Raum, um sich mit seinen Wurzeln auszubreiten.

Probleme entstehen dann, wenn Leitungen saniert und erneuert werden sollen und ggf. Wurzeln entfernt werden müssen, damit die Arbeiten durchgeführt werden können. Baumwurzeln können ggf. verletzt werden.

Abzuwägen ist der erhöhte Aufwand bei ggf. notwendigen Reparatur- und Sanierungsmaßnahmen an Leitungen gegenüber einer dauerhaft baumlosen Straßen.

PERSPEKTIVE LEITUNGEN

Bei Elektrizitäts-, Telekommunikations- oder Fernwärmeleitungen gibt es in der Regel kein Problem im Betrieb. Gasleitungen sind aufgrund ihrer potenziellen Risiken der Beschädigung durch Wurzeln gesondert zu betrachten. Der Baum „interessiert“ sich aber nicht für diese Leitungen.

Trinkwasser-, Niederschlags- und Schmutzwasserleitungen führen Wasser, weshalb diese Leitungen für Bäume interessant sind. Attraktiv für Bäume werden diese Leitungen aber erst, wenn sie undicht sind, ein Leck haben, die Muffen nicht ordentlich sitzen und Wasser austritt. Woher sollten die Bäume ansonsten wissen, dass Wasser in den Leitungen ist? Bei undichten wasserführenden Leitungen helfen in der Regel auch nicht

die 2,50 m Abstand. Viele Baumarten breiten sich mit ihren Wurzeltellern entsprechend der Kronengröße aus.

Leitungen sollten dicht sein, damit nicht Trinkwasser vergeudet wird oder Boden durch Abwasser verunreinigt wird. Bäume sind so gesehen ein Frühwarnsystem, das undichte Leitungen anzeigt.

Konflikte entstehen, wenn im Bereich der Baumwurzeln Leitungsarbeiten durchgeführt werden müssen. Wurzelsysteme engen die Baufreiheit ein. Es bedarf der Handschachtung oder des Saugverfahrens, ggf. müssen Leitungen im Bereich eines Baumes in einer modifizierten Trasse verlegt werden oder auch einzelne Wurzeln entfernt werden.

BAUMLOSE STRASSEN AUFGRUND ABSTANDREGELUNG VON 2,50 M

Die Standardanforderung des DWA-M 162, zwischen Bäumen und Leitungen einen Mindestabstand von 2,50 m einzuhalten, führt dazu, dass in innerstädtischen Bestandsstraßen keine Bäume

gepflanzt werden können oder eine Anpflanzung nur bei besonders günstigen Voraussetzungen erfolgen kann. In welchen innerstädtischen Bestandsstraßen – insbesondere der dicht bebauten Stadtquartiere – finden sich sechs Meter breite leitungsfreie Korridore, um regelwerkskonforme Baumpflanzungen umzusetzen? Selbst bei Bestandsbäumen, die wegen Schäden am Baum gefällt werden müssen, ist ein Ersatz an gleicher Stelle häufig nicht möglich, weil Leitungsträger entsprechend DIN 18920 und DWA-M 162 den Abstand von 2,50 m einfordern. Auch sogenannte aktive Schutzmaßnahmen nach DWA-M 162, durch die ausreichend Entwicklungsraum in leitungsfernen Bereichen vorgehalten und das Wurzelwachstum in diesen Bereichen gefördert und auf selbige beschränkt wird, werden oft nicht als Maßnahme anerkannt um den Mindestabstand zu unterschreiten.

Im Ergebnis stellt sich in der Praxis häufig heraus, dass Bäume bei Einhaltung der Vorgaben der Regelwerke nicht gepflanzt werden können, denn unsere innerstädtischen Bestandsstraßen weisen in der Regel keine derart breiten oder leitungsfreien Korridore auf.

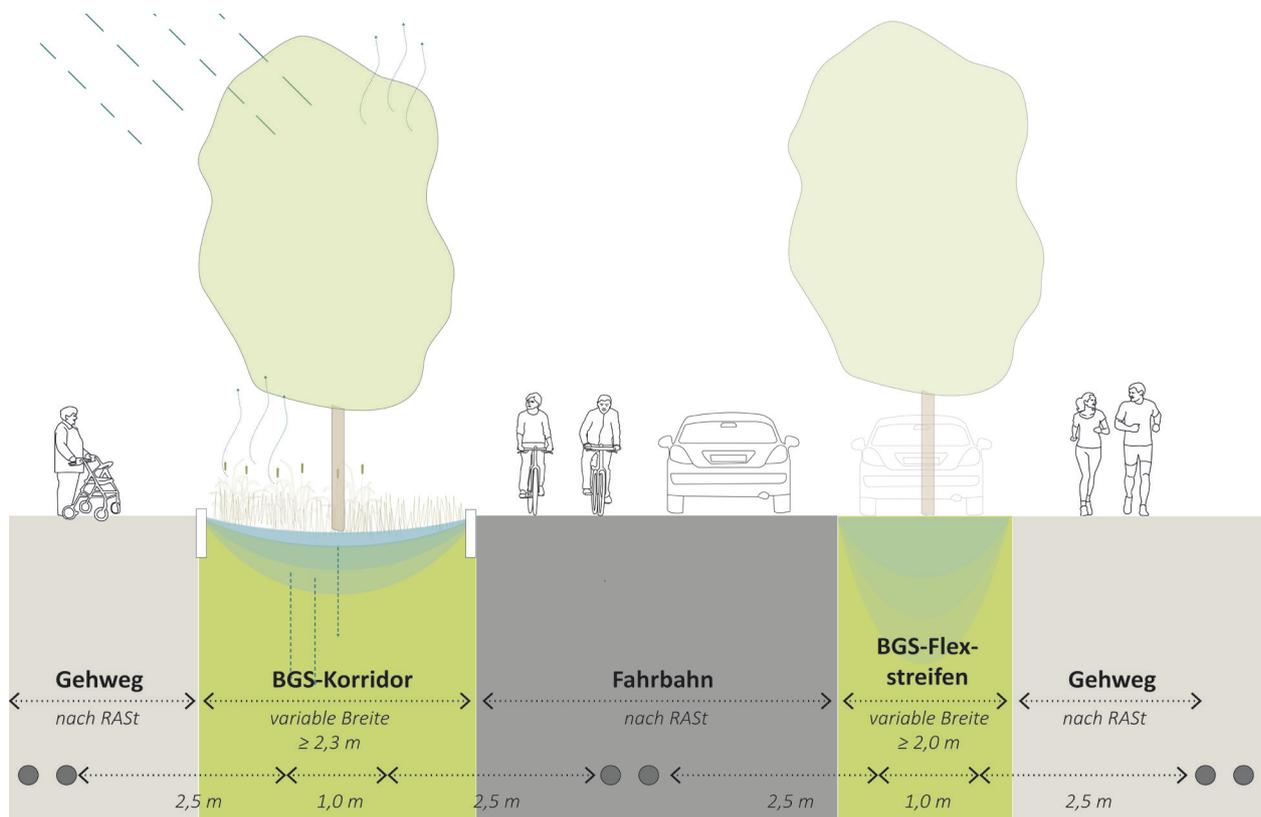


Abb.: 123 Das Nebeneinander – ein hoher unterirdischer Raumbedarf für Bäume nach Regelwerk (BGS, bgmr)



Abb.: 124 Umbau der Königsstraße in Hamburg zur BGS-Straße
(Wolfgang Dickhaut, HCU 2024)

DER UNTERIRDISCHE STRASSENRAUM – VOM NEBENEINANDER ZUM MIT- UND ÜBEREINANDER

In der Toolbox 1.0 spielte das Thema Leitungen und Baumstandorte bereits eine große Rolle (siehe hierzu BGS 1.0-Toolbox A, S.34-38, besonders die Stellschraubenmatrix in Abb. 31). Strategien zum Umgang mit den unterirdischen Infrastrukturen wurden entwickelt. Es sind aber immer Einzellösungen, die in jedem Projekt intensiv diskutiert und abgestimmt werden müssen.

Die Erfahrung lehrt: Baumstandorte und Versickerungsflächen im Bereich von Leitungen führen dazu, dass es kompliziert und die Umsetzung von blau-grünen Straßen – insbesondere unter Einbeziehung von Baumstandorten – stark eingeschränkt wird. Stellungnahmen von Leitungsträgern lauten häufig „da der Mindestabstand von 2,50 m Abstand zwischen Baum und Leitung nicht eingehalten werden kann, kann einer Baumpflanzung nicht zugestimmt werden.“ Im Ergebnis wird die Straße über Jahrzehnte baumlos bleiben. Als Basis dieser Entscheidungen werden die Regelwerke DIN 18920 und DWA-M 162 herangezogen.

Es stellt sich damit die Frage, welche Regularien und Strategien wir zukünftig im Zusammenspiel von Leitungen, Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung und Baumstandorten benötigen, um vermehrt zu Baumpflanzungen im Straßenraum zu kommen. Es sollten nicht Sonder- und Einzellösungen sein, sondern grundlegende Regelungen, damit wir Baumpflanzung in Bestandsstraßen „in die Fläche“ bringen können.

PROBLEME ERFORDERN INNOVATIVE ÄNDERUNGEN DES PLANUNGSPROZESSES IM STRASSENUMBAU

In BGS 2.0 wurde in den Modellprojekten zum Umbau von Straßenräumen – wie z. B. in Lübeck - versucht, durch eine sehr frühe Einbeziehung von Informationen zur Art und Lage der Bestandsleitungen, die Neuaufteilung des Straßenraums, die Auswahl und Positionierung der BGS-Elemente und der Festlegung des BGS-Korridors zu beeinflussen und damit Baumpflanzungen zu ermöglichen. In diesen Beispielen ist es hierdurch gelungen, die Konflikte zu vermeiden oder zumindest zu vermindern, so dass einvernehmlich ein BGS-Korridor festgelegt werden konnte. Die Breite der Straßen und auch die Lage der Leitungen hat dies hier ermöglicht. Der Straßentyp ist allerdings in Neubaugebieten der 60er- 90er-Jahre nicht untypisch, so dass hier ein großes Erfolgspotenzial für diese Vorgehensweise gesehen wird. In den Straßenräumen der meist hitzebelasteteren Stadtquartieren der Gründerzeit oder in historischen Altstadtkernen, die auch meist auch noch über die Mischkanalisation bewirtschaftet werden, ist dies jedoch meist nicht der Fall.

Sehr häufig ist festzustellen, dass die Abstandskonflikte groß sind und BGS-Korridore dadurch verhindert werden. Es bedarf neuer und auch innovativer Regelungen der Multicodierung, um Anforderungen von Leitungsinfrastrukturen, Klimaanpassung und Straßenbäume im Straßenraum zusammenzuführen.

DIFFERENZIERTE STRATEGIEN FÜR NEUBAU- UND BESTANDSTRASSEN

In Neubaustraßen kann der unterirdische Raum frühzeitig und geplant verteilt werden. Leitungen können in Abstand von 2,50 m von Bäumen entfernt verlegt werden, so dass Konflikte insbesondere bei Reparaturen gemindert werden.

Erleichtert würde die zukünftige Planung aber auch hier, wenn in Regelwerken zur Verteilung des unterirdischen Straßenraums der BGS-Korridor als Raumanspruch mit dargestellt würde. Bisher

wird dieser Raumsanspruch von Bäumen, aber auch dezentrale und oberflächennahe Regenwasserbewirtschaftungsanlagen bei der Raumverteilung im unterirdischen Straßenraum nicht berücksichtigt (DIN 1998: 2018-07).

LEITUNGSVERLEGUNG IM BESTAND: EINE KOSTENINTENSIVE LÖSUNG

Häufig lautet die Lösungsstrategie „Leitungsverlegung“ zur Schaffung von sechs Meter breiten baumfreien Korridoren. Dies ist aber i. d. R. sehr kostenintensiv, weshalb diese Maßnahme meist ausscheidet oder nur punktuell umgesetzt werden kann. Das führt dazu, dass Ziele der blau-grünen Gestaltung von Straßen nicht umgesetzt werden. Wenn Kosten von 6.000 bis 10.000 EUR und mehr für Neupflanzungen von Bäumen aufgerufen werden, schließen sich naturbasierte Lösungen der Klimaanpassung, die in die Fläche gehen, aus. Baumpflanzungen und Leitungen müssen in der Zusammenschau wirtschaftlicher und finanzierbarer werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen in Bestandsstraßen die Abstände zwischen Leitungen und Bäumen deutlich reduziert werden. Das darf nicht nur eine besonders zu begründende Ausnahme sein, sondern muss zu einem Standard werden.

BÄUME UND ABSTÄNDE ZU VERSICKERUNGSANLAGEN IM UNTERIRDISCHEN STRASSENRAU

Zum unterirdischen Straßenraum können auch Anlagen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung gehören. In der im neuen DWA-A 138-1 (ab Oktober 2024) werden weiterhin Konkurrenzen zwischen diesen Anlagen und Baumpflanzungen benannt, auch wenn es im Vergleich zur vorherigen DWA-A 138 eine Öffnung gibt. Es wird formuliert: „Werden Bäume oder Sträucher in die Nähe von unterirdischen Versickerungsanlagen gepflanzt, sind in Abhängigkeit von der Bauweise der Versickerungsanlage und der Gehölzart Schutzmaßnahmen gegen das Einwachsen von Wurzeln erforderlich oder die Versickerungsan-

lage ist so konstruiert, dass ihre Funktionsweise durch Wurzeln nicht beeinträchtigt wird. Weiden und Pappeln sollten nicht in die Nähe unterirdischer Versickerungs- und Entwässerungsanlagen gepflanzt werden.“ DWA-A 138-1, 7.3).

Wichtig erscheint bei der Anwendung dieser neuen Regelung in der Praxis, dass es mit dieser – derzeit quantitativ nicht genauen Regelung – nicht zu großen, als notwendig gesehenen Abständen kommen wird. Häufig wird argumentiert, dass der Abstand zwischen Baum und Anlage ca. die Hälfte des Kronendurchmessers sein solle. Das wären bei einem ausgewachsenen Baum durchaus 5-8 m. Bei diesen Abständen ist dann in engen Straßenräumen auch wieder ein Nebeneinander kaum möglich. Es müsste eine Abwägung „Baum“ oder „Versickerungsanlage“ erfolgen. Beides muss aber zumindest nebeneinander - wenn nicht integriert - möglich werden, soll eine wassersensible und grüne Straßenraumentwicklung befördert werden.

KOMPENSATION DES VOLUMENVERLUSTES DURCH WURZELN

Es besteht die Anforderung, dass die Funktionsweise einer Versickerungsanlage nicht durch Volumenverlust beeinträchtigt werden darf. Diese kann durch einen Aufschlag auf das errechnete Volumen für die Wurzelmasse ausgeglichen werden.

Der Aufschlag erfolgt für das zu erwartende Einwachsen der Wurzeln in den Versickerungskörper und damit der potentiellen Verkleinerung des errechneten notwendigen Versickerungsvolumens. Bäume nehmen gerne das Wasser und verdunsten in Größenordnung, Rigolen werden so schneller geleert.

EMPFEHLUNG: NEUE ZIELDISKUSSION UND ABWÄGUNG ZWISCHEN DEN VERBÄNDEN

Anstelle der Aufrechterhaltung der oben genannten pauschalen Regelungen der Einhaltung des Abstandes zwischen Baum und Leitung wird durch BGS angeregt, zwischen den verantwortlichen Fachverbänden (FGSV, DWA, FLL, DVGW,

DIN, andere) eine neue Diskussion zu beginnen, die das Ziel hat, den BGS-Korridor einschließlich des darunter liegenden Raumes leichter als bisher auch in innerstädtischen Bestandsstraßen umsetzen zu können. Die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels erfordern eine Neubewertung der Zielsetzungen und auch der möglichen planerischen und technischen Standards.

Leitfragen zum Start der Diskussion und Abwägung können sein:

- Vor- und Nachteil in einem Straßenraum mit und ohne Straßenbäume?
- Vor- und Nachteile, wenn Bäume unterhalb der Entfernung von 2,50 m gepflanzt werden?

Als Ergebnis der Diskussion sollten DIN 18920 und DWA-M 162 angepasst werden und Lösungsstrategien neu aufbereitet werden. Hierbei sind auch Festlegungen hinsichtlich der Verantwortlichkeiten, zeitlichen Prozesse sowie Kostenverteilungen zu entwickeln.

LÖSUNGSSTRATEGIEN FÜR NEUE REGELUNGEN - KREATIV ENTWICKELN

Hinsichtlich der Lösungsstrategien empfiehlt BGS, neben den üblichen technischen Maßnahmen nach DIN 18920 und DWA-M 162 weitere Möglichkeiten stärker einzubeziehen und zu regeln:

MEHRAUFWAND BEI SANIERUNG EINPREISEN

Eine neue Strategie kann sein: Eine Handschachtung oder Saugverfahren und der hierdurch entstehende Mehraufwand bei einer Leitungsreparatur und -erneuerung wird in Kauf genommen, die Kosten werden in die Umbauplanung eingeplant und zur Verfügung gestellt.

Die Argumentation hierfür ergibt sich aus der Abwägung, dass der Vorteil der Straßenbäume (auch aus Gründen der Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel) höher gewichtet wird, als der Mehraufwand, der durch Handschachtung

ansteht. Dieser Mehraufwand entsteht i. d. R. nur einmal alle 40-80 Jahre - solange halten Leitungen im Schnitt.

NEUEN TRASSENVERLAUF VORSEHEN

Eine weitere Strategie kann darin bestehen, Bäume neu zu pflanzen und die Leitungsverlegung erst dann vorzunehmen, wenn eine Leitungssanierung ohnehin erforderlich wird. Damit können die sowieso anfallenden Kosten der Leitungssanierung dafür genutzt werden, um die Leitungslage zu verändern. Dies spart erhebliche Kosten, die bei einer häufig von Leitungsträgern geforderten präventiven Umverlegung von Leitungen zur Entkoppelung der Baumstandorte von Leitungen bei Neupflanzungen notwendig werden. Damit können erhebliche Kosten gespart werden, anstelle der präventiven Umverlegung von Leitungen zur Entkoppelung der Baumstandorte von Leitungen bei Neupflanzungen (wie häufig von Leitungsträgern gefordert), wird erst eine Verlagerung durchgeführt, wenn wirklich eine umfassende Reparatur erforderlich ist.

Häufig muss eine Leitung nur auf einem kurzen Stück erneuert werden, dann kann ggf. auch mit einer veränderten Trassenführung auf einem kurzen Abschnitt reagiert werden.

BÄUME AUF ZEIT

Eine neue Strategie kann sein: Bäume auf Zeit akzeptieren, wenn andere Lösungen unmöglich sind. Leitungen halten 60 bis 80 Jahre und länger. Straßenbäume in den Städten haben eine Lebenserwartung von 60 Jahren, unter guten Bedingungen 80 Jahre, manchmal länger. Damit können Sanierung von Leitungen und die Pflanzung von Ersatzbäumen zeitlich weitgehend synchronisiert werden. Es müssen Regelungen getroffen werden, dass unter bestimmten Bedingungen auch eine Befreiung vom Baumschutz möglich ist. Entsprechende Regelungen zu Kosten und Verantwortlichkeiten können im Rahmen der Planung zwischen den Akteuren vereinbart werden. Die Hauptargumentation dafür ist: Bäume auf lange Zeit (z. B. 60

Jahre) sind in der Abwägung deutlich wertvoller und wirksamer für die Klimaanpassung, als wenn Straßen auf Dauer ohne Bäume sind.

SANIERUNGSVERFAHREN ÄNDERN SICH – NEUE TECHNOLOGIE ERMÖGLICHEN BAUMERHALT

Viele Abwasserleitungen werden durch Inliner saniert. Dieses Verfahren erfordert keine Freilegung von Leitung mehr und der Baum in der Nähe der Leitung stört i. d. R. nicht. Eine weitere Technologie sind Leitungsverlegungen im Bohrverfahren. Damit kann ohne Handschachtung am Baum eine Leitung erneuert werden. Der wurzelfreie Raum wird ermittelt, so dass ein Neuverlegung konfliktarm erfolgen kann.

WURZELFÜHRUNG

Baumwurzeln suchen sich Wege im Boden: Nährstoffe, Wasserverfügbarkeit und Luft sowie Durchwurzelbarkeit des Bodensubstrates sind wesentliche Kriterien für die Ausbreitung von Wurzeln. Heute werden Bäume mit deutlich größeren Baumgruben als zur Aufstellung der Normen zum 2.50 m Abstand angelegt. Durch eine abgestimmte Planung von Baumgruben, Wurzelkanälen und Leitungen kann Wurzelwachstum geleitet und Konflikte vermieden oder zumindest verringert werden (siehe auch „aktive Schutzmaßnahmen“ nach DWA-M 162). Leitungstrassen sollten mit porenarmen Substraten verfüllt werden und gezielt Wurzelkanäle im Abstand von der Leitung angeboten werden.

KONKLUSION 1: BÄUME UND LEITUNGEN

Diese Ausführungen machen deutlich, dass es Zeit ist, Bäume und Leitungen im Bestandsstraßenraum neu zu denken. Anstelle von formalen Abstandsregelungen bedarf es ortsspezifischer Lösungen wie es vom Nebeneinander zum Miteinander von Baum und Leitungen kommen kann. Die Regelwerke müssen hierfür einen neuen Rahmen im Sinne der Ermöglichung schaffen.

NORMEN UND REGELWERKE FÜR „VERDUNSTUNGSBEETE“

Für Verdunstungsbeete, die als gedichtete Flächen z. B. über Altlasten, im klüftigen Gebieten des Bergbaus mit Versickerungsverbot oder zur Stärkung der Verdunstungs- und Kühleffekte angelegt werden, gibt es bisher keine Regelwerke. Erste Versuchsanlagen wurden in Dresden/Pillnitz und Berlin Tegel/Schumacher Quartier gebaut (vgl. Kapitel 11.1). Für die bundesweite Anwendung bedarf es eines Regelwerks, damit diese neuen Elemente der Klimaanpassung im Straßenraum in die Fläche kommen.

Es wird deshalb vorgeschlagen, dass für diesen neuen Maßnahmentyp ein neues Regelwerk zwischen den Verbänden entwickelt wird, um für Bautypen und Dimensionierung klarere Hinweise auszuarbeiten.

IN DEN REGELWERKEN EINE „INNOVATIONSKLAUSEL“ VERANKERN

Die Regelwerksarbeit in den Verbänden kommt häufig den sich gerade rasch ändernden Randbedingungen nicht hinterher, die Erarbeitung der Regelwerke ist ein sehr langer Prozess. Häufig sind deshalb viele detaillierte Regelungen veraltet, entsprechen nicht den aktuellen Anforderungen. Ein Beispiel sind die in zu Beginn dieses Kapitels genannten Normen und Regelwerke für „Bäume und unterirdische Infrastruktur“. Gleichzeitig werden in der Praxis häufig die Normen auch aus potentiellen Haftungsgründen sehr eng ausgelegt und angewendet, die Notwendigkeit der Entwicklung von Innovationen dadurch sehr stark behindert. Es wird deshalb vorgeschlagen, in den (technischen) Regelwerken eine Innovationsklausel einzufügen. Sie könnte die Kommunen und Fachbüros in die Lage versetzen, auch innovative Lösungen leichter und mit geringerem Haftungsrisiko zu entwickeln und umzusetzen. Als wichtige Kriterien für die Möglichkeit ihrer Anwendung könnten z. B. formuliert werden:

- Konkrete Beschreibung der spezifischen räumlichen Situation und Begründung der Notwendigkeit der Abweichung von den Normen
- Erarbeitung einer kurzen (qualitativen) Wirkungseinschätzung für die gewählte innovative Lösung (z. B. auf zentrale Schutzgüter des UVP-Gesetzes)
- Konzept für ein Monitoring.

Es wird empfohlen hierzu eine verbändeübergreifende gemeinsame Formulierung auszuarbeiten, um nicht unterschiedliche Regelungsdetails zu entwickeln, die ggf. widersprüchlich sind und die Anwendung der Klausel – besonders einem sehr interdisziplinären Umfeld wie der blau-grünen Infrastruktur – erschwert.

Ergänzend könnte der „Empfehlungscharakter“ der Normen expliziter als bisher herausgestellt werden, da zunehmend selbst Empfehlungen in der Praxis als „Vorgabe“ interpretiert werden.

REGENWASSER ALS RESSOURCE IM WHG KLARER BENENNEN

Das WHG stuft in § 54 (1), 2 das Regenwasser, „sobald es das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser).“ ist, als Abwasser ein. Diese Einstufung erschwert in der Praxis die Nutzung des Regenwassers als Ressource. Viele sehen begrifflich ein Abwasser als (stark) verschmutztes Wasser, das einer Reinigung bedarf. Auf der Basis unter anderem der DWA-A 138-1 (2024) ist jedoch bekannt, dass Regenwasser von zahlreichen auch städtischen Flächentypen unbedenklich genutzt werden kann, z. B. auch für das Bewässern von Grünflächen und Bäumen. Es wird deshalb vorgeschlagen, Niederschlagswasser im WHG als eigene Kategorie zu führen und viel deutlicher zu machen, dass es grundsätzlich als Ressource genutzt werden sollte.

GRUNDSTÜCKSÜBERGREIFENDE LÖSUNGEN VEREINFACHEN

Die Bewirtschaftung von Niederschlagswasser von privaten Grundstücken in öffentlichen Flächen gilt bundesweit als sehr schwierig. Die Rechtslage ist komplex, in den Bundesländern auch unterschiedlich. Eine Berliner Studie zu „Grundstücksübergreifende Lösungen zur Regenwasserbewirtschaftung [GÜL]“ aus dem Dezember 2023 arbeitet diese Problematik auf und zeigt verschiedene technisch-planerische Lösungsansätze, auch wird die wasserwirtschaftliche Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit an vielen Beispielen deutlich. (Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher und Klimaschutz Abteilung II – Integrativer Umweltschutz Berlin, 2023). Deutlich wird, dass es ohne gesetzliche und normenbezogene Änderungen schwierig bleibt, und i. d. R. nur in Pilotprojekten realisierbar erscheint.

Gerade aber in Bezug auf Straßenumbauprojekte erscheint es wichtig, dass es zu einer Änderung der Praxis kommt, um z. B. das vergleichsweise saubere Niederschlagswasser von Dächern zur Bewässerung der Grünflächen und Bäume zu nutzen.

BGS schlägt deshalb vor, hier zu einer bundesweiten Änderung der Gesetzgebung und Normen zu kommen, um den Ländern und Kommunen eine einheitliche Umsetzung dieser Zielsetzung zu erleichtern.

EIN BGS-CHECK FÜR NORMEN UND REGELWERKE

Im Rahmen der Erstellung von Regelwerken gibt es ein Stufenverfahren. Wer sich jedoch hieran beteiligt ist nicht systematisiert. Eine Prüfung einer Norm oder eines Regelwerks nach einem bestimmten Prüfschema in Bezug auf Klimaanpassung oder Wirkungen auf die Umgestaltung von Straßenräumen nach den Zielen von BGS findet nicht statt.

Für Pläne, für Vorhaben und Programme ist die Prüfung der Umweltverträglichkeit nach dem UVP-Gesetz systematisiert und verpflichtend. Für Normen und Regelwerke ist dies bisher nicht der Fall. In Anlehnung an die Systematik und Methodik der Umweltverträglichkeitsprüfung wird daher vorgeschlagen, dass ein Klimacheck (BGS-Check) für Normen und Regelwerke durch ein unabhängiges Fachexpertengremium durchgeführt wird.

Wie dies methodisch umgesetzt werden kann, wurde im Rahmen des BBSR-Forschungsprojektes

Normungsbegleitung zur Integration „blau-grüner Infrastruktur“ in bautechnischen Standards und Regelwerken (BBSR 2024: Normungsbegleitung zur Integration blau grüner Infrastruktur in technischen Standards und Regelwerken. Bearbeitung IPS/ bgmr) entwickelt.

KONKLUSION 2: BGS-CHECK

Wenn Normen aufgestellt werden, bedarf es eines Klimachecks durch ein unabhängiges Gremium, in dem die unterschiedlichen Wirkungen von Normen und Regelwerken abgeprüft werden.



Abb.: 125 Erforschung neuer Standards auf der Versuchsanlage zur Regenwasserbewirtschaftung des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Dresden-Pillnitz (Kirya Heinemann, HCU)

13

AUSBlick

BGS IN DER ZUKUNFT

Das Vorwort der Toolbox 2.0 beginnt mit der Einschätzung: „Wir freuen uns nun mit der Vorlage dieser BGS-Toolbox 2.0 sagen zu können, dass vieles in der Praxis eingelöst werden konnte. Aber es stehen auch noch viele Aufgaben an.“ Gemeint ist die hohe Verbreitung und Anwendung der Toolbox 1.0 aus dem Jahr 2022.

Viele dieser zukünftigen Aufgaben sind bereits in den vorherigen Kapiteln genannt, in diesem Kapitel sollen bestimmte Aufgaben nochmal explizit zusammengefasst werden, damit die vielen Erkenntnisse noch stärker auf der Ebene der Politik, der Fachministerien und in der Planungspraxis Einzug erhalten können.

Erinnert werden soll auch nochmal an das Kapitel Kap. 7 „Blau-grüne Straßen - Wie geht es weiter?“ aus der Toolbox A aus dem Jahr 2022.

Als **wichtige generelle Zukunftsaufgaben** gelten (weiterhin):

- Es braucht weiterhin eine klare Zielsetzung auch für die Klimafolgenanpassung auch im Straßenraum. Dies wird bisher zu wenig in den Vorgaben der Länder und Kommunen umgesetzt.
- Es braucht veränderte, an blau-grüne Straßen angepasste Regelwerksinhalte (FGSV, DWA, FLL). Kapitel 12.2 „Regelwerke im Sinne von BGS fortschreiben“ bietet hier viele Detailvorschläge.
- Es braucht weitere erfolgreiche Pilotprojekte. Viele gute Planungskonzepte für blaugrüne Straßenräume der letzten Jahre wurden noch nicht umgesetzt. Ohne die Erfahrungen aus diesen Projekten kann jedoch keine Weiterentwicklung der Erkenntnisse gelingen. Es gilt also auch weiter mutig zu bleiben und neue Strategien zu bauen, auszuprobieren und zu monitoren. Letzteres kann durch Hochschulen unterstützt werden (siehe Kapitel 2 „Multi-

funktionale Straßenraumgestaltung: Erfahrungen aus Pilotprojekten“).

Für einen **veränderten Planungsprozess** erscheint für die Zukunft folgendes besonders wichtig:

- Aufgrund der Komplexität und der Notwendigkeit, gemeinsame Ziele und ein Grundverständnis über die Aufgabenstellung zu entwickeln, wird vorgeschlagen, für Straßenumbauprojekte mit BGS-Zielsetzungen vor dem eigentlichen Planungsbeginn eine Phase 0 einzuführen. In dieser Phase werden wesentliche Grundlagen, Ziele und erste Setzungen vereinbart. Die BGS-Ziele sind dann möglichst frühzeitig im Planungsprozess zu berücksichtigen, da dort die größten Spielräume sind und die BGS-Maßnahmen mit geringen Aufwand integriert werden können (siehe Kapitel 2.2).
- Für eine erfolgreiche Umsetzung von BGS-Projekten sind in vielen Verwaltungen besondere Schritte zu gehen, um eine fehlende Kooperation zwischen Verwaltungsteilen zu überwinden, unklare Zuständigkeiten in der Verwaltung klären und die „Risikoaversion“ im Handeln zu überwinden (siehe Kapitel 5.3 und 5.4).
- Hinsichtlich der Kosten ist es zentral wichtig, zukünftig die Gesamtkosten über die Lebensdauer zu betrachten sowie die Kosten durch Aufzeigen des nicht-monetären Nutzens zu legitimieren (siehe Kapitel 5.3 „Erfolgsfaktoren für die kommunale Verwaltungspraxis“).

Bei den eher **technisch orientierten und auf die Kommunikation und Verbreitung ausgerichteten Zukunftsaufgaben** soll hervorgehoben werden:

- Im Rahmen der Regelwerkserarbeitung ist besonders das geplante DWA-M 163 „Baumstandorte und Regenwasserbewirtschaftung“ (FLL, DWA, FGSV) zu erwähnen. Die Praxis

braucht in der Zukunft klarere Vorgaben, um Baumstandorte (auch) mit Hilfe der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung so planen zu können, dass die Vitalität der Bäume gestärkt wird.

- Die Thematik der Salzeinträge in Baumstandorte bleibt dabei ein wichtiges Thema. In den letzten Jahren wurden bundesweit zwar in vielen Städten die Auflagen zum Einsatz von Salz – auch von Privaten auf Gehwegen – verschärft und weitere Instrumente eingeführt (z. B. Sensibilisierung, Aufklärung, Zertifizierungen wie der Blaue Engel), eine systematische aktuelle Untersuchung zu den Wirkungen dieser Instrumente steht aber noch aus. Gleiches gilt für den Einsatz von Streusalz auf Radwegen. Wichtig erscheint hier deshalb eine umfassendere Untersuchung in mehreren Städten in Deutschland, die unterschiedliche Konzepte im Winterdienst anwenden.
- Blau-grün braucht (auch) Raum – es müssen Flächen dafür gewonnen und der Leitungsbestand frühzeitig einbezogen werden. Das in dieser Toolbox weiterentwickelte Instrumentarium, hilft systematisch eventuelle Potentiale zu identifizieren und umzusetzen (siehe Kapitel 4 „Räumliche Neuordnung von Straßen für BGS“ und Kapitel 12 „BGS in der Normierung“).

Zuletzt erscheint es sehr wichtig, dass der in BGS erfolgreich begonnene Austausch in Netzwerken der Kommunen/Büros und Forschungseinrichtungen in Zukunft fortgesetzt wird. Die gegenseitige Beratung der Akteure zu Detailfragen der Umsetzung, den guten Beispielen aber auch den Hindernissen ist unverzichtbar, wenn es schneller als bisher zu einer flächendeckenderen Planung kommen soll.

Das Zukunftsbild von Straßenräumen ist blaugrün, das Bild des Deckblattes dieser BGS-Toolbox 2.0 zeigt die Vision die rasch zur Wirklichkeit werden sollte.



Abb.: 126 BlueGreenStreets - Das Ziel ist klar! (BGS, bgmr)



VERZEICHNISSE

LITERATURVERZEICHNIS

- Bach, P.; Bauer, T.; Burkhardt, M. 2024: „Cool-Green D&D“: Ein gläsernes Rigolensystem zur Demonstration und Digitalisierung von Schwammstadt-Bausteinen. Konferenz Papier der Aqua Urbanica 2024, 22.-24.09.2024, Graz: Urbanes Niederschlagswassermanagement: Herausforderungen – Möglichkeiten – Grenzen, Scientific Board der Aqua Urbanica, S. V23-1 – V23-11. <https://doi.org/10.3217/0q0yp-6d032> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Bäckström M., et al. (2004) Mobilisation of Heavy Metals by Deicing Salts in a Roadside Environment, Water Research, 38:720–32.
- BBodSchV (2021): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BGBl. I S. 2598, 2716)
- BBSR 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Hrsg.: [Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung](#)
- BBSR 2024 _ Normungsbegleitung zur Integration „blau-grüner Infrastruktur“ in bautechnischen Standards und Regelwerken: Forschungsprogramm Zukunft Bau Normung und Klimaanpassung – Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH/bgmr Landschaftsarchitekten GmbH 2024
- Becker, J.N.; Eschenbach, A. 2022: Wirkungsvoller Winterdienst für den unmotorisierten Verkehr – Bodenkundliche Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Streustoffen, E-WIN Abschlussbericht, Im Auftrag der Stadtreinigung Hamburg, AÖR
- Benk, J.; Artmann, S.; Kutscheidt, J.; Müller-Inkmann, M.; Streckenbach, M.; Weltecke, K. (2020): Praxishandbuch Wurzelraumsprache. Boden und Baum - Bodenuntersuchung für Bäume. Arbeitskreis Baum im Boden Eigenverlag.
- BJÖRKMÄN, O. UND B. DEMMIG (1987): Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. In: Planta 170, S. 489-504.
- BlueGreenStreets (2022): [BlueGreenStreets Toolbox – Teil A – Praxisleitfaden. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere](#), März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z)
- BlueGreenStreets (2022): [BlueGreenStreets Toolbox – Teil B – Steckbriefe. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere](#), März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- Borgmann gen. Brüser, A.; Riehl, A. 2020: Bewertung der Wasserverfügbarkeit an Baumstandorten mittels Sensortechnik. ProBaum (3): 16 – 20. Link: <https://www.arbor-revital.de/wp-content/uploads/2021/01/Artikel-ProBaum-03-2020-web.pdf> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Brod, H.G. (1995) Risiko-Abschätzung für den Einsatz von Tausalzen – Folgen für die Umweltmedien unter Berücksichtigung neuester Tendenzen. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen – bast. Verkehrstechnik Heft V21, 60 S.
- Bryson G. M., and Barker A. V. (2002) Sodium Accumulation in Soils and Plants along Massachusetts Roadside, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33:67–78.
- Bundesamt für Wasserwirtschaft - Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt: <https://www.baw.at/wasser-boden/das-institut.html> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Burkhardt, M., Kulli, B., Saluz, A. (2022): Neue Herausforderungen bei der Strassenentwässerung – Recherche zum Stand des Wissens. Im Auftrag des Tiefbauamts Kanton Zürich und Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. OST & ZHAW, Rapperswil & Wädenswil.

Burkhardt, M.; Patrick, Michael. 2024: Schadstoffrückhalt von Substraten - Untersuchung von Substraten für Baumrigolen und Sickerbeläge aus Zürich und Basel-Stadt. Aqua & Gas 10. 30-38.

Corduan, Daniela (2020): Artenreiche Versickerungssysteme: Stressresistente Pflanzen für urbane Mulden und Rigolensysteme. Stadt+Grün

Czerniawska-Kusza I., Kusza G., und Duzynski M. (2004) Effect of Deicing Salts on Urban Soils and Health Status of Roadside Trees in the Opole Region, Environmental Toxicology, 19:296–301.

DAS 2024: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vorsorge gemeinsam gestalten (<https://www.bmu.de/download/deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel-2024>) [Zugegriffen: 22.01.2025].

DAY, S.D. UND N.L. BASSUK (1994): A REVIEW OF THE EFFECTS OF SOIL COMPACTION AND AMELIORATION TREATMENTS ON LANDSCAPE TREES. In: Journal of Arboriculture 20, S. 9-17.

Däumling, Th, & Doobe, G. (2022): Streusalz im Winterdienst: Fluch und Segen, Pro Baum, 04/2022

Däumling, Th.; Oechtering, E.; Meyer-Spasche, H.; Lichtfuss, R.; Doobe, G.; 2012: Streusalzmonitoring 2007-2011. Bericht, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt; Bodenschutz, Altlasten, Stadtbaummanagement; Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) www.hamburg.de/boden/3904616/streusalzmonitoring/ [Zugegriffen: 20. November 2024].

Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (2022): Positionspapier Einsatz von Streusalz - Konsequenzen für Straßenbäume. <https://www.galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/downloads/> [Zugegriffen: 20. November 2024].

DEXTER, A.R. (1988): Advances in Characterization of Soil Structure. In: Soil and Tillage Research 11, S. 199-238.

DIBt (2017): Zulassungsgrundsätze Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Teil 1. Anlagen zur dezentralen Behandlung des Abwassers von Kfz-Verkehrsflächen zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser. Deutsches Institut für Bautechnik

DWA-A 102-2/ BWK-A 3-2 (2020): Arbeitsblatt DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen. Dezember 2020. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V

DWA-M 102-4 2022: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers

DWA-A 138 2024: Arbeitsblatt DWA-A 138-1 Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb

Eppel-Hotz, A. (2019): Pflanzen für Versickerung und Retention. Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

Equiza M.A., Calvo-Polanco M., Cirelli D., Señorans J., Wartenbe M., Saunders C., und Zwiazek J.J. (2017) Long-term impact of road salt (NaCl) on soil and urban trees in Edmonton, Canada, Urban Forestry & Urban Greening, 21:16-28, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.003> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Ergebnisse zur Untersuchung „Sportplätze als Versickerungsanlagen“: <https://www.gartenbau.sachsen.de/sportplaetze-als-versickerungsanlagen-38573.html> [Zugegriffen: 20. November 2024].

- Eschenbach, A.; Schütt, A.; Becker J.N. (2023) Urbane Böden: Leistungen und zukünftige Herausforderungen für Stadtbäume. In: Dujesiefken, D.; Streckenbach, M.: Jahrbuch der Baumpflege 2023, Braunschweig, Haymarket Media
- FLL (2014): Fachbericht Staudenverwendung im öffentlichen Grün – Staudenmisch-pflanzungen für trockene Freiflächen. ISBN: 978-3-940122-40-7, 1. Auflage 2014; 176 Seiten, DIN A4 Broschüre
- FLL (2021): Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Versickerungsanlagen im Landschaftsbau: Gelbdruck
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (2006): Richtlinien für die Anlagen von Stadtstraßen (RASt 06)
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (2024): Ad-hoc-Arbeitspapier ergänzende Handlungsanleitungen zur Anwendung der RASt 06
- Forschungsgruppe Pflanzenverwendung der ZHAW: <https://www.zhaw.ch/de/Isfm/institute-zentren/iunr/urbane-oekosysteme/pflanzenverwendung/> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Gerasimov, A., Chugunova, M., Polyak, Y., (2021) Changes in Salinity and Toxicity of Soil Contaminated with De-icing Agents during Growing Season. Environ. Res. Eng. Manag. 77:53–62, <https://doi.org/10.5755/j01.ere.m.77.2.23633> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Green S. M., Machin R., und Cresser M.S. (2008) Effect of Long-Term Changes in Soil Chemistry Induced by Road Salt Applications on N-Transformations in Roadside Soils, Environmental Pollution, 152:20–31.
- Hansen, R.; Stahl, F; Duthweiler, S. (2016): Die Stauden und ihre Lebensbereiche, Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8001-8385-2
- Haug, A. L. 2023: Verdunstungsbeete im urbanen Kontext – Bauweisen, Potenziale und konzeptuelle Weiterentwicklung. Durchgeführt an der Fakultät Umwelt Gestaltung Therapie im Masterstudiengang „Stadt Landschaft Transformation“ der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
- Heinrich A. 2023: Fit für die Zukunft - Regenwassermanagements in der Praxis Schweizer Stadträume. In: Neue Landschaft; 03/2023. (<https://neuelandschaft.de/artikel/regenwassermanagements-in-der-praxis-schweizer-stadtraume-10128>) [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat (HMLU): [Leitfaden Versickerung, Retention und Verdunstung als Beitrag zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung](#), in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum (HMWVW); Bearbeitung Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH, RA Kanzlei Karsten Sommer: Wiesbaden 2024
- Hootman R. G., Kelsey P.D., Reid R., von der Heide-Spravka K. (1994) Factors Affecting Accumulation of Deicing Salts Around Trees. Journal of Arboriculture 20(3): 196-201, <https://doi.org/10.48044/jauf.1994.035> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Institut für Umwelttechnik Ostschweizer Fachhochschule: <https://www.ost.ch/de/forschung-und-dienstleistungen/technik/erneuerbare-energien-und-umwelttechnik/umtec-institut-fuer-umwelt-und-verfahrenstechnik> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Institut für Landschaft und Freiraum Ostschweizer Fachhochschule: <https://www.ost.ch/de/forschung-und-dienstleistungen/architektur-bau-landschaft-raum/ilf-institut-fuer-landschaft-und-freiraum> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Kirsten, T., Pallasch, M., Stokman, M. 2022: Neubau einer Versuchsanlage in Dresden-Pillnitz. Aktuelle Forschungsfragen zum Umgang mit Niederschlagswasser. In: [NEUE LANDSCHAFT 05/2022](#), Seite 24 ff

Kluge et al (2022): Straßenbäume und dezentrale Versickerung als Beitrag wassersensibler Stadtentwicklung – Teil 1, KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2022, (69) Nr. 5, 358-376

Kluge, B.; Wessolek, G. 2024: Berechnungsverfahren und App zur Ermittlung von Verdunstung (ET) und Trockenstress von Stadtbäumen (STADTBAUM ET). In: Transformation urbaner linearer Infrastrukturlandschaften. S. 107-122. Hrsg. Stefan Kreutz (Hrsg.), Antje Stokman (Hrsg.) Oekom Verlag. DOI: doi.org/10.14512/9783987263187

Kühn N. (2011): Neue Staudenverwendung. Ulmer Verlag. ISBN 978-3-8001-5970-3

Land Baden-Württemberg (2024): Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KSG BW). Verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima-energie/klimaschutz/klimaschutz-und-klimawandelanpassungsgesetz-baden-wuerttemberg> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Land Nordrhein-Westfalen (2024): Zukunftsstrategie Wasser: Wasserressourcen nachhaltig und klimastabil sichern. Verfügbar unter: <https://www.land.nrw/pressemitteilung/zukunftsstrategie-wasser-wasserressourcen-nachhaltig-und-klimastabil-sichern> [Zugegriffen: 20. November 2024].

LEH, H.-O. (1989): Innerstädtische Stressfaktoren und ihre Auswirkungen auf Straßenbäume. In: Landwirtschaftliche Forschungsanstalt Bünthehof (Hrsg.): Kali-Briefe 19. Hannover. S. 719-742.

Leitfaden „Multifunktionale Versickerungsmulden“: [https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNO-DENR:3778,AARTxNR:lfu_was_00356,AARTxNO-DENR:370528,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNO-DENR:3778,AARTxNR:lfu_was_00356,AARTxNO-DENR:370528,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X) [Zugegriffen: 20. November 2024]

LfU 2022, Klimawandel in Brandenburg. LfU Brandenburg, Referat T14 Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit. Januar 2022

LfU 2024: Multifunktionale Versickerungsmulden – Handlungsempfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb. Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt

melchior + wittpohl Beratende Ingenieure PartmbB (2022a): Straßenverkehrstechnische Planung – Maßnahme: VR12 Königstraße zwischen Max-Brauer-Allee und Reeperbahn, Hamburg: Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg (LSBG).

melchior + wittpohl Beratende Ingenieure PartmbB (2022b): Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis zur Versickerung von Niederschlagswasser, Hamburg: Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg (LSBG)

Pallasch et al (2022): Straßenbäume und dezentrale Versickerung als Beitrag wassersensibler Stadtentwicklung – Teil 2 KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2022, (69) Nr. 9, 747-759

Rath, S. (2023): Labormethoden zur bodenphysikalischen und bodenhydrologischen Untersuchung des Schwammstadtsubstrats für Stadtbäume. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.

Regenwasseragentur Berlin (2024): Kosten der Regenwasserbewirtschaftung. Verfügbar unter: <https://regenwasseragentur.berlin/kosten-regenwasserbewirtschaftung/> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Richter et al (2021): Können Straßenbaumstandorte durch Regenwasserbewirtschaftung verbessert werden? ProBaum 01/2021 22-26

Rousk J., Elyaagubi F.K., Jones D.L., Godbold D.L. (2011) Bacterial salt tolerance is unrelated to soil salinity across an arid agroecosystem salinity gradient. Soil Biology and Biochemistry, 43:1881-1887.

Schau- und Sichtungsgarten Hermannshof: <https://sichtungsgarten-hermannshof.de/konzept/staudenmischpflanzungen/> [Zugegriffen: 20. November 2024]

- Schmidt, C; Trindade, P. (2013): Staudenmischpflanzungen. Innovative Konzepte für pflegereduzierte Pflanzungen im öffentlichen Grün. Online: https://wissen.julius-kuehn.de/mediaPublic/Urbanes-Gruen/FS/SG/05/FS_5_Stadtgruen_1_Schmidt.pdf [Zugegriffen: 08. November 2024].
- SCHÜTT, A., BECKER, J.N., GRÖNGRÖFT, A., SCHAAF-TITEL, S. UND A. ESCHENBACH (2022): Soil water stress at young urban street-tree sites in response to meteorology and site parameters. In: Urban Forestry & Urban Greening 75, S. 1-13.
- Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin (2023): Studie zu Grundstücksübergreifenden Lösungen zur Regelwasserbewirtschaftung [GÜL] 12/2023
- Siering, N.; Grüning, H. (2023): Stormwater Tree Pits for Decentralized Retention of Heavy Rainfall. Water 15(16):2987. <https://doi.org/10.3390/w15162987>[Zugegriffen: 20. November 2024].
- SOJKA, R.E. UND SCOTT, H.D. (2002): Aeration measurement. In: Lal, R. (Hrsg.): Encyclopedia of Soil Science. New York. S. 27-29.
- Streckenbach, M; Schröder, K. (2014): Auftausalze in Bäumen und Böden - Grundlagen und Konzepte zur Standortsanierung. Dujesiefken, D. (Hrsg.): Jahrbuch der Baumpflege 2014. Haymarket Media, Braunschweig, S. 87-101
- Tripathi S., Kumari S., Chakraborty A., Gupta A., Chakrabarti K., Bandyapadhyay B.K. (2006) Microbial biomass and its activities in salt-affected coastal soils. Biology and Fertility of Soils, 42:273–277.
- UBA 2024 Streumittel: Umweltschonend gegen Glätte ohne Salz. Internet Zugriff 17.11.2024: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/haushalt-wohnen/streumittel-streusalz#wie-sie-klimafreundlich-gegen-glatte-auf-gehwegen-vorgehen> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Wessolek, G; Kluge, B. 2021: Predicting Water Supply and Evapotranspiration of Street Trees Using Hydro-Pedo-Transfer Functions (HPTFs). Forests 12 (8): 1010. <https://doi.org/10.3390/f12081010> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Zeiser, A; Murer, E; Schmidt, S.; Kumpan, M.; Strauss, P.; Weninger, T. 2021: Schwammstadt für Stadtbäume - Funktionsorientierte Substratentwicklung am Beispiel des multifunktionalen Wurzelraums; in: Tagungsband Aqua Urbanica 2021, Schwammstadt - Versickerung 2.0? Wien.
- Zeiser, A; Rath, S.; Grimm, K.; Schmidt, S.; Klammler, G.; Zimmermann, D.; Murer, E.; Roth, T.; Strauss, P.; Weninger, T. 2023: Überlegungen zur Dimensionierung und Ausführung des Systems Schwammstadt für Bäume. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 75, 449–462. <https://doi.org/10.1007/s00506-023-00962-0> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Zeiser, A; Weninger, T.; Zimmermann, D.; Roth, T.; Schmidt, S.; Rath, S.; Strauss, P. 2024: Zwei Jahre Schwammstadt für Bäume in Graz - Erste Ergebnisse aus dem Monitoring. Konferenz Papier der Aqua Urbanica 2024, 22.-24.09.2024, Graz: Urbanes Niederschlagswassermanagement: Herausforderungen – Möglichkeiten – Grenzen, Scientific Board der Aqua Urbanica, S. V09-1 – V09-14. <https://doi.org/10.3217/8dwxk-60e91> [Zugegriffen: 20. November 2024].
- Zuber R. (2013) Streusalz: Auswirkungen auf die Stadtbäume und Gegenmassnahmen, Im Auftrag der VSSG Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnerinnen und Gartenbauämter, CH-8802 Kilchberg.

WEBSEITEN (QUELLEN, BGS-VERWANDTE PROJEKTE)

BeGrüKlim FH Münster: https://www.fh-muenster.de/legacy/projekt.php?anzeige=projekt&pr_id=1045
[Zugegriffen: 20. November 2024].

Berliner Regenwasseragentur: <https://regenwasseragentur.berlin/projekte/versuchsanlage-fuer-verdunstungsbeet-fuer-das-schumacher-quartier/> [Zugegriffen: 20. November 2024].

bgmr Landschaftsarchitekten GmbH/ Schumacherquartier: <https://www.bgmr.de/de/projekte/Schumi>
[Zugegriffen: 20. November 2024].

„Grey to Green“: <https://www.nigeldunnett.com/grey-to-green> [Zugegriffen: 20. November 2024].

HCU/BlueGreenStreets 1.0: <https://www.hcu-hamburg.de/research/forschungsgruppen/reap/reap-projekte/bluegreenstreets> [Zugegriffen: 20. November 2024].

HCU/BlueGreenStreets 2.0: <https://www.hcu-hamburg.de/bluegreenstreets-20> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Leipziger BlauGrün: <https://www.ufz.de/leipzigerblaugruen/index.php?de=49911> [Zugegriffen: 20. November 2024].

MUFUWU Stadtbaum Graz: <https://www.schwammstadt.at/projekte/mufuwu-stadtbaum-graz>
[Zugegriffen: 20. November 2024].

PhD College CLEANER am UFZ: <https://www.ufz.de/index.php?en=49715> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Projekt „rain gardens“: <https://www.nyc.gov/site/dep/water/rain-gardens.page> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Projekt Tåsinge Plads“ Kopenhagen: <https://klimakvarter.dk/en/projekt/tasinge-plads/> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Tegel Projekt GmbH: <https://tegelprojekt.de/> [Zugegriffen: 20. November 2024].

TU-Berlin: <https://www.tu.berlin/pressemitteilungen/pressemitteilung/pflanzeninseln-die-kuehle-spenden>
[Zugegriffen: 20. November 2024].

Urban Tech Republic/Tegel Projekt GmbH: <https://urbantechrepublic.de/kuehlende-pflanzen/> [Zugegriffen: 20. November 2024].

Versuche zum Regenwassermanagement in Pillnitz: <https://www.gartenbau.sachsen.de/download/VersuchezumRegenwassermanagementinPillnitz.pdf> [Zugegriffen: 20. November 2024].

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb.: 1	Prinzip der Regenwasserbewirtschaftung in Versickerungsmulden mit optimierten Baumgruben im Straßenraum	2
Abb.: 2	Uelands gate in Oslo	9
Abb.: 3	Die drei Unterziele von BlueGreenStreets	11
Abb.: 4	BGS 2.0-Kaskade zur Regenwasserbewirtschaftung	13
Abb.: 5	Gesamtüberblick über das BGS-Netzwerks	17
Abb.: 6	Überblick über die Einzelteile des BGS-Netzwerks	18
Abb.: 7	BGS-Prozess-Ablauf	20
Abb.: 8	Oberflächennahe Einleitung und Führen von Dachwasser in eine öffentliche Grünfläche in Lüneburg	23
Abb.: 9	Verortung der BGS-Pilotprojekte	25
Abb.: 10	Auftaktworkshop Phase 0	27
Abb.: 11	BGS-Pilotprojekte eingeordnet in die im Projekt begleitete Planungsphasen	33
Abb.: 12	Übersichtskarte Baubereich Ausbau Horstweg in Potsdam	34
Abb.: 13	Bestandssituation Horstweg Potsdam	34
Abb.: 14	Straßenschnitt F-F der Vorplanung mit eingefügtem BGS-Korridor, rote Linien	36
Abb.: 15	Einsatz von Hohlbordrinnen zur Wasserquerung unterhalb von Gehwegen	36
Abb.: 16	„Funktionsweise einer Hohlbordrinne“	36
Abb.: 17	Entscheidungsvariante 1A Horstweg - Grundlage für die weitere Entwurfsplanung	38
Abb.: 18	Lage West- und Ostpreußenring	41
Abb.: 19	Ostpreußenring Süd	41
Abb.: 21	Westpreußenring	41
Abb.: 20	Ostpreußenring Nord	41
Abb.: 22	Westpreußenring	41
Abb.: 23	Ostpreußenring Vision vorher/nachher	43
Abb.: 24	Methodik zur Findung von Fokusräumen	43
Abb.: 25	Favorisierte Straßenschnitte entstanden aus dem Präsenzworkshop vom 01.06.2023 in Lübeck	44
Abb.: 26	Ausschnitt Vorzugsvariante Klimastraße	47
Abb.: 27	Prinzip der Regenwasserbewirtschaftung in Versickerungsmulden mit optimierten Pflanzgruben in der Hagenauer Straße	48
Abb.: 28	Perspektive Variante 2 –Verspringende Straßenraumaufteilung	49
Abb.: 29	Vergleich Vorher-Zustand (oben) und Endzustand (unten)	51
Abb.: 30	Vergleich der Flächenaufteilung - Ausgangszustand und Endzustand Königstraße	51
Abb.: 31	Versuchsfläche überbaubare Bodensubstrate an der ZHAW Wädenswil	55
Abb.: 32	Der BGS-Ansatz zur wassersensiblen Planung als Beitrag zur Hitze- und Starkregenvorsorge	57
Abb.: 33	Qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung mit zunehmendem Versiegelungsgrad	59
Abb.: 34	Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung des Begegnungsfalls	67
Abb.: 35	Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung der Verkehrsmenge (ohne Parken, 50 km/h)	68

Abb.: 36	Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung der Höchstgeschwindigkeit (ohne Parken)	69
Abb.: 37	Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung des Parkraumbedarfs (1)	70
Abb.: 38	Fallbeispiele zur Reduzierung der Fahrbahnbreite (m) bei Änderung des Parkraumbedarfs (2)	71
Abb.: 39	Entwurfsanforderungen Stadtstraßen	73
Abb.: 40	Beispiele Straßenraumaufteilung nach Priorität (14,5 m)	74
Abb.: 41	Beispiele Straßenraumaufteilung nach Priorität (17,5 m)	75
Abb.: 42	Beispiele Straßenraumaufteilung nach Priorität (20,5 m)	76
Abb.: 43	Übersicht Breite Straßenraum abhängig von Straßenkategorie, Begegnungsfall, Linienbus und Lkw-Anteil	78
Abb.: 44	Übersicht Breite Straßenraum abhängig von Verkehrsmenge	79
Abb.: 45	Übersicht Breite Straßenraum abhängig von zulässiger Höchstgeschwindigkeit	80
Abb.: 46	Übersicht Breite Straßenraum abhängig von Parkständen	81
Abb.: 47	Übersicht kombinierte Faktoren Straßenraumgestaltung	82
Abb.: 48	Beteiligungsformate	86
Abb.: 49	Ablauf Machbarkeitsstudie Berlin	88
Abb.: 50	Ablauf Machbarkeitsstudie Dortmund	88
Abb.: 51	Prozessablauf verwaltungsinterne Zusammenarbeit zur Findung v. Flächen f. BGS	102
Abb.: 52	Baumpflanzungen in Verdunstungs- und Versickerungsmulden in Zürich	105
Abb.: 53	Verortung der am BGS Forschungsnetzwerk teilnehmenden Institutionen	107
Abb.: 54	Netzwerktreffen in Pillnitz	109
Abb.: 55	Aufbau eines Baumrigolentyps im Feldversuch	110
Abb.: 56	Baumrigolen in der Versuchsanlage Pillnitz (links) und Detailaufnahme eines Dendrometers (rechts)	110
Abb.: 57	Schwammstadt für Bäume mit vorgeschaltetem Tiefbeet im Leonhardgürtel Graz und duales Tiefbeet in Wien	111
Abb.: 58	Systemskizze Schwammstadt-Lysimeter in Wien	112
Abb.: 59	Schwammstadt-Baustein Giesserereistraße Zürich, Versuchsaufbau zur Untersuchung der Wurzelentwicklung auf dem ZHAW Campus	113
Abb.: 60	Pilotprojekt Schosshaldenfriedhof Bern, Feldversuch Substratentwicklung Stadtgärtnerei Basel	113
Abb.: 61	Oben links: Schachtanlagen zur Simulation von Feldtests	114
Abb.: 62	Unten links und rechts: Anlage zum Test von Adsorbersubstraten, Vorführung Cool-Green D&D	114
Abb.: 63	Oben rechts: Baumrigole in der Kasseler Straße	114
Abb.: 64	Konzept des Bewässerungssystems im Projekt BeGrüKlim	115
Abb.: 65	Systemskizze der „Rigolen“-Standorte in der Hölertwiete	118
Abb.: 66	Systemskizze der „Rigolen“-Standorte Am Beckerkamp	118
Abb.: 67	Systemskizze der in der Hölertwiete gebauten Baumrigolen mit Sensoren	119
Abb.: 68	Wassergehalte und Wasserspannungen in der Tiefe 10 cm Pflanzballen in der Rigole und Referenz und Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER) am Standort Hölertwiete in den Vegetationsperioden 2020 und 2021	119
Abb.: 69	Wasserspannungen in allen Tiefen des Pflanz- und LSBG 5 Substrats in den Rigolen und Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER) am Standort Am Beckerkamp in den Vegetationsperioden 2021 bis 2023	120

Abb.: 70	Gemittelte Wasserspannungen und 95 % Konfidenzintervalle in allen Tiefen des Pflanz- und FLL Substrats in der Rigole und Referenz und Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER) am Standort Hölertwiete in den Vegetationsperioden 2020 und 2021 (oben) und in den Vegetationsperioden 2022 und 2023 (unten)	121
Abb.: 71	Gemittelte Wasserspannungen und 95 % Konfidenzintervalle in den Tiefen 40 cm Ballen bis 120 cm LSBG 5 Substrat in der Rigole und Referenz und Niederschlagsdaten am Standort Am Beckerkamp in den Vegetationsperioden 2021 bis 2023	122
Abb.: 72	Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER), Pegelhöhendynamik, Wasser- und Sauerstoffgehalte in den Tiefen 70 und 100 cm FLL Substrat in der Rigole und Referenz am Standort Hölertwiete in den Vegetationsperioden 2020 und 2021 (oben) und in den Vegetationsperioden 2022 und 2023 (unten)	124
Abb.: 73	Niederschlagsdaten (HAMBURG WASSER), Pegelhöhendynamik, Wasser- und Sauerstoffgehalte in den Tiefen 70 und 100 cm LSBG 5 Substrat in der Rigole und Referenz am Standort Am Beckerkamp i. d. Vegetationsperioden 2021 bis 2023	125
Abb.: 74	Stomatäre Leitfähigkeit (links), Blattchlorophyllgehalt (mitte) und Blattchlorophyllfluoreszenz (rechts) an den Messzeitpunkten Juli, August und September 2021 von Gleditsia triacanthos der Rigole und Referenz am Standort Hölertwiete (oben) und von Quercus cerris am Standort Am Beckerkamp (unten)	126
Abb.: 75	Stammzuwächse der Rigole und Referenz am Standort Hölertwiete (links) und am Standort Am Beckerkamp (rechts) der Vegetationsperiode 2022	126
Abb.: 76	Parameter zur messtechnischen Erfassung der Wirkung von Baumstandorten	128
Abb.: 77	Skizze eines umfassenden Monitoringsystems von Baumstandorten in Struktursubstratstandorten	129
Abb.: 78	Schematische Darstellung der Wasserflüsse im System Schwammstadt für Stadtbäume	130
Abb.: 79	Schadstufen für die Beurteilung von Bäumen in der Stadt	131
Abb.: 80	Beispiel München, VegTraMü	137
Abb.: 81	Beispiel Berlin Rummelsburg	138
Abb.: 82	Beispiel Berlin, Gärten der Welt	138
Abb.: 83	Beispiel Leipzig, Kasseler Straße	138
Abb.: 84	Beispiel Heidelberg, Pfaffengrunder Terrassen	139
Abb.: 85	Beispiel Bochum, Goldhamme	139
Abb.: 86	Beispiel Hamburg, Hölertwiete	139
Abb.: 87	Beispiel Neuenhagen, Lahnsteiner Straße	140
Abb.: 88	Beispiel Graz	140
Abb.: 89	Beispiel Berlin, Anna-Freud-Schule	140
Abb.: 90	Standortvariablen von optimierten Baumstandorten	141
Abb.: 91	Beispielhafte Darstellung für die Bemessung eines Bodenspeichers über ein Bodenwasserhaushaltsmodell	145
Abb.: 92	Wasserstandsmessung im Speicher unterhalb der Baumstandorte in der Hölertwiete, tägliche Regenmengen und tägliche Volumina Notüberlauf (rote Balken)	145
Abb.: 93	Typologien Bäume und Regenwasserbewirtschaftung	147
Abb.: 94	Umsetzungsbeispiel für das Konzept überlagerter Systeme mit Oberflächenbeschickung und temporärer Speicherung	152
Abb.: 95	Umsetzungsbeispiel für das Konzept entkoppelter Systeme mit Oberflächenbeschickung und temporärer Speicherung	152
Abb.: 96	Umsetzungsbeispiel für das Konzept überlagerter Systeme mit Tiefenbeschickung und temporärer Speicherung	153

Abb.: 97	Verteilung von Zuständigkeiten in der Stadt Bochum, eigene Darstellung	157
Abb.: 98	Ablaufschema für die Bewertung der stofflichen Belastungen des Niederschlagswassers für die Einleitung in eine Baumscheibe nach DWA-A 138-1, TU Berlin	162
Abb.: 99	BGS Pilotstandorte Am Beckerkamp in Hamburg Bergedorf zur Messung von Wasserhaushalt und Beprobung der Schadstoffbelastung	165
Abb.: 100	Stoffspezifische Wirkungsgrade im Vergleich aller getesteten Substrate, TU Berlin	167
Abb.: 101	Schwermetallgehalte vor und nach der Prüfstoffbeschickung, TU Berlin	168
Abb.: 102	Batchversuch für den Stoffrückhalt in konventionellen Baumpflanzquartieren	169
Abb.: 103	Beispiele aktiver manueller Systeme zur Trennung von Sommer- und Winterbetrieb	173
Abb.: 104	Beispiel eines aktiven automatisierten Systems zur Trennung von Sommer- und Winterbetrieb über automatischen Verschluss des Zulaufs über einen Temperatursensor	174
Abb.: 105	Duales Tiefbeet zur Abtrennung von u.a. Tausalz durch Rückstau über Bodenfilter	174
Abb.: 106	Frisch bepflanzte Verdunstungsbeete der Versuchsanlage	179
Abb.: 107	Anordnung der sechs Versuchsfelder	180
Abb.: 108	Querschnitt von Versuchsfeldern	181
Abb.: 109	Lageplanausschnitt mit der Anordnung der Verdunstungsbeete und Regengärten am Standort Dresden-Pillnitz	181
Abb.: 110	Die Verdunstungsbeete im Bau	182
Abb.: 111	Pflanzliste Verdunstungsbeete der Versuchs- und Demonstrationsanlage am LfULG in Pillnitz	182
Abb.: 112	Detailschnitte der Verdunstungsbeete	183
Abb.: 113	Versuchsanlagen Regengärten mit biodiverser Bepflanzung	184
Abb.: 114	Versickerungsmulden mit heimischer Bepflanzung in München	186
Abb.: 115	Pilotierung von Mulden mit Baumpflanzung in Pfaffenhofen an der Ilm	187
Abb.: 116	Entwicklung Lebensbereiche nach Überflutungslevel und Oberflächenprofile	189
Abb.: 117	Mischpflanzung mit Kerngruppen	190
Abb.: 118	Mischpflanzung mit Aspektbildern	190
Abb.: 119	Mischpflanzung mit Gruppierung	190
Abb.: 120	Thorvald Meyers gate am Olaf Ryes plass Oslo	201
Abb.: 121	Verbesserte Randbedingung für BlueGreenStreets in Gesetzen und Normen	203
Abb.: 122	BGS-Streifen in der Louise-Schröder Straße in Hamburg	205
Abb.: 123	Das Nebeneinander – ein hoher unterirdischer Raumbedarf für Bäume nach Regelwerk	209
Abb.: 124	Umbau der Königsstraße in Hamburg zur BGS-Straße	210
Abb.: 125	Erforschung neuer Standards auf der Versuchsanlage zur Regenwasserbewirtschaftung des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Dresden-Pillnitz	215
Abb.: 126	BlueGreenStreets - Das Ziel ist klar!	218

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle: 1	Beteiligungsablauf innerhalb der BGS-Projekt-Phasen	87
Tabelle: 2	Standortkriterien und ihre Variablen	142
Tabelle: 3	Ungefähre Entleerungsdauer von Speichern in Abhängigkeit des anstehenden Bodens. Idealisierte Darstellung ohne Berücksichtigung der Bodenfeuchteabhängigkeit der Wasserdurchlässigkeit	144
Tabelle: 4	Kategorisierung ausgewählten Flächen nach Verschmutzungspotenzial: gering (Kategorie I), mäßig (Kategorie II) und stark (Kategorie III) gemäß DWA-A 138	161
Tabelle: 5	Prüfdesign für die bestimmung der Schadstoffrückhalte	166
Tabelle: 6	Übersicht erprobter Staudenmischungen für trockene Standorte im öffentlichen Bereich	192
Tabelle: 7	Artenliste für verschiedene Standorte, gegliedert nach Lebensbereichen und Bodenansprüche (angelehnt an Haug 2023)	193

