



BÄUME IN DER STADT

BLAU-GRÜNE INFRASTRUKTUREN: GEMEINSAM PLANEN, BAUEN UND PFLEGEN

Die Integration von Gehölzen in Versickerungsanlagen hat viele Vorteile: Einerseits können Flächenkonkurrenzen reduziert werden, andererseits ergeben sich positive Effekte auf die Versorgung der Bäume mit Wasser, Luftreinhaltung, Stadtklimatisierung und Biodiversität. In Berlin wurden über zwei Vegetationsperioden Muldenstandorte mit Bäumen begutachtet, indem die Baumentwicklung im Vergleich zu benachbarten Standorten untersucht, Aufgrabungen im Wurzelbereich vorgenommen und Versickerungsversuche durchgeführt wurden.

Matthias Rehfeld-Klein, Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin*

Hartmut Balder, Beuth Hochschule für Technik Berlin, Fachbereich V, Gartenbauliche Phytotechnologie

Darla Nickel, Berliner Wasserbetriebe

RÉSUMÉ

DES ARBRES EN VILLE – INFRASTRUCTURES BLEUES ET VERTES: PLANIFIER, CONSTRUIRE ET ENTREtenir ENSEMBLE

On se pose de plus en plus souvent la question, dans les espaces urbains, de savoir comment les objectifs en apparence divergents de l'urbanisme et de la gestion des eaux pourraient être mieux atteints – c'est-à-dire en prenant moins de place – mais aussi être réciproquement favorables d'un point de vue fonctionnel grâce à une planification intégrée des infrastructures grises, bleues et vertes, dans le contexte du changement climatique. Un aménagement de cuvettes avec des arbres d'essences indigènes constitue aujourd'hui une exception, en raison de différentes réticences, et entre en contradiction avec la réglementation. Sur deux périodes de végétation, des sites en cuvette plantés d'arbres ont été évalués à Berlin, et l'évolution des végétaux a été comparée à celle de sites voisins, des excavations ont été faites au niveau des racines et des tentatives d'infiltration réalisées. Les résultats ont été présentés et discutés, les questions en suspens abordées et le traitement des résultats dans la pratique a été évoqué.

INTEGRIERTE STADTPLANUNG

In Deutschland wird den Kommunen die Stärkung des Klimaschutzes in der integrierten Stadtplanung u. a. durch funktionales Stadtgrün empfohlen. Vorlage dazu ist das «Weissbuch Stadtgrün: Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft» [1]. Aber auch aus wasserwirtschaftlichen Gründen sollten zusätzliche Versiegelungen in einer sich verdichtenden Stadt möglichst vermieden und das Regenwassermanagement verstärkt auf Rückhalt, Verdunstung und Versickerung ausgerichtet werden. Durch die Förderung der Verdunstung des Regenwassers kann das innerörtliche Klima durch Kühlung stabilisiert und das Mikroklima verbessert werden. Da zunehmende Starkregenereignisse auch die Schadenspotenziale durch Hochwasser und Überflutung erhöhen und urbane Gewässer durch den Oberflächenabfluss ökologisch stark belastet werden, werden die Regenentwässerungssysteme zunehmend dezentral geplant und ausgeführt, in denen Niederschlagswasser versickern und verdunsten kann. Dieses Niederschlagswasser kann darüber hinaus in der Unterhaltung des Stadtgrüns den örtlichen Wasserbedarf kostengünstig ergänzen. Vor dem Hintergrund der begrenzten Flächenverfügbarkeiten in urbanen Räumen stellt

* Kontakt: matthias.rehfeld-klein@senvuk.berlin.de

sich die Frage, wie die scheinbar unterschiedlichen Ziele durch integrierte Planungen von grau-blau-grünen Infrastrukturen nicht nur besser – weil platzsparender – umgesetzt werden können, sondern sich auch funktional gegenseitig positiv befördern.

PROBLEME DER STADTGESTALTUNG MIT VEGETATIONSELEMENTEN – EIN LÖSUNGSANSATZ

Die Stadtgestaltung mit Vegetationselementen befindet sich seit jeher in der steten Weiterentwicklung und bedarf der ständigen Anpassung an neue technische, ökonomische und naturwissenschaftliche Erkenntnisse. Nur so können die vielfältigen positiven Funktionen der Pflanzen unter urbanen Belastungen gesichert und wirtschaftlich unterhalten werden. Im Fokus der Bewirtschaftung der urbanen Räume steht die Schaffung attraktiver Lebensräume für die Gesellschaft in der Stadt. Bislang wurde der unterirdische Bereich der Stadt vorrangig durch Ver- und Entsorgungssysteme mit der Konsequenz belegt, dass gerade in den verdichteten Innenstädten der Vegetation nur ein geringes Wuchsbereich zugebilligt wurde. Dies hat zur Folge, dass die für die Stadtklimatisierung, Schadstoffbindung und Stadtgestaltung so wichtigen Pflanzen trotz hoher finanzieller Anfangsinvestitionen häufig nicht nur schlecht wachsen, sondern hieraus hohe Unterhaltungs- und Folgekosten resultieren. Die Strassenrandbegrünung mit Bäumen ist in der verdichteten Stadt besonders problematisch. Ihr meist unkontrolliertes Wurzelwachstum löst darüber hinaus enorme Schäden an den technischen Infrastrukturen aus [2, 3]. Von daher wird international an vegetationstechnischen Lösungen grundsätzlicher Art zur funktionalen Begrünung urbaner Bereiche geforscht, um die «grauen», «grünen» und «blauen» Ziele der unterschiedlichen Gewerke als «integrierte Infrastruktur» zusammenzuführen. Viele Vegetationsflächen leiden an urbanen Standorten unter Wassermangel, u. a. als Folge von Grundwasserabsenkungen, Bodenverdichtungen und -versiegelungen. In der Praxis werden lediglich in der Anwuchsphase Pflanzen künstlich manuell bewässert, automatisierte Bewässerungssysteme werden nur sehr begrenzt betrieben. Deshalb bietet sich die gezielte Nutzung von Regenwasser zur Bewässerung von Vegetationsflächen in der modernen Stadt an. Da die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung in wasserwirtschaftlicher und stadtklimatischer Hinsicht ohnehin zunehmend gefordert und gefördert wird, lassen sich durch integrierte Koppelungen

grau-blau-grüner Infrastrukturen zunehmend positive Synergien erzielen.

BÄUME IN MULDEN – PROBLEM ODER CHANCE?

Eine Muldengestaltung mit ortsprägenden Bäumen stellt aktuell eher die Ausnahme dar, wäre aber mehr als wünschenswert. Das gültige DWA-Regelwerk [4] führt dazu aus, dass zwischen Mulde und Baum ein Mindestabstand des halben Kronendurchmessers einzuhalten ist. Folgt man dem Regelwerk, sind Strassenbegleitgrün und Versickerungsmulden räumlich getrennt zu planen und zu betreiben. Eine wissenschaftliche Begründung für die Regelung liegt nicht vor.

Die aus den verschiedenen Ansprüchen an den Strassenraum resultierenden Flächenkonkurrenzen erfordern jedoch integrative, flächeneffiziente Lösungen, wie die Integration von Bäumen in Mulden zum Beispiel. Es existieren jedoch Bedenken hinsichtlich der Risiken für den Grundwasserschutz durch Kurzschlussströmungen, einer unerwünschten Verdichtung des Untergrunds durch Wurzeln oder einer möglichen Beeinträchtigung von Rigolen. Aus Sicht des Stadtgrüns stellt sich die Frage, ob der Muldenstandort förderliche Wachstumsbedingungen für Gehölze bietet und ob kombinierte Lösungen aus betrieblicher Sicht sinnvoll sind. Um diesen und ähnlichen Fragen nachzugehen, wurden in Berlin vorhandene, bis zu 20 Jahre alte Muldenstandorte mit integrierten Bäumen über zwei Vegetationsperioden zwischen 2017 und 2019 begutachtet [5, 6]. Die Entwicklung, Gesundheit und Vitalität der Bäume wurden bewertet und mit benachbarten konventionellen Standorten verglichen. Es wurden Aufgrabungen im Wurzelbereich und Versickerungsversuche durchgeführt. Beschattung, Einflüsse durch Tausalz, Durchwurzelungsschäden und Auswirkungen auf den Unterhaltungsaufwand wurden ebenfalls untersucht. Hintergrund der durch die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz und den Berliner Wasserbetrieben initiierten Untersuchungen ist die Frage, inwiefern sogenannte blaue und grüne Infrastrukturen zusammen geplant werden können und sich positiv zur technischen Infrastruktur des urbanen Raumes ergänzen.

Ziel der Wasserwirtschaft des Landes Berlin ist es, durch derartige Untersuchungen neue Impulse für künftige Planungsprozesse zu setzen, um so die Umsetzung der Ziele des Landes Berlin zur Anpassung an den Klimawandel und des Gewässer-



Fig. 1 Vorteil Muldenstandort: bessere Vitalität und erhöhtes Wachstum der Bäume (links) im Vergleich zu Bäumen auf Standorten ohne Muldeneinfluss (rechts)

schutzes voranzutreiben, oder zumindest die Folgen des rasanten Wachstums der Stadt zu begrenzen. Das Land Berlin hat sich mit der Koalitionsvereinbarung (2016–2021) zum Ziel gesetzt, die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung als wirksamen Teil der Klimafolgenanpassung voranzubringen [7]. Der Senat ist aufgefordert, Massnahmen und Instrumente für die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung unter Beachtung der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten und mit den Zielen der weiteren Entlastung der Kanalisation und des Gewässerschutzes nachhaltig zu entwickeln.

Die erfolgreiche Umsetzung dieser Ziele ist nur im Rahmen eines verstärkt integrierten Ansatzes der Stadtplanung möglich, in dem auch gestalterische Effekte im Design öffentlicher Räume sowie Kosteneffizienz in der Unterhaltung der Infrastrukturen einen hohen Stellenwert haben.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die aktuellen Untersuchungen an Muldenstandorten mit integrierten Baumbeständen in Berlin haben gezeigt, dass Bäume in oder im Randbereich von Mulden eine bessere Vitalität und ein gesteigertes Wachstum gegenüber muldenfernen Bäumen aufweisen (Fig. 1). Dies zeigt sich u. a. durch einen grösseren Stammumfang und Blattwuchs, dichtere Laubkronen und deutlich geringeren Trockenschäden, z. B. Blattvergilbungen, Blattfall oder Schädlingsbefall. Die ausgeprägte Trockenheit in den Untersuchungsjahren eignete sich besonders für diese Fragestellung. Von Vorteil zeigt sich die grossflächige Wasserversorgung über einen grossen Teil des Wurzelbereichs, was mit einer künstlichen Bewässerung der Baumscheibe nicht erzielt werden kann. Es wurden aber auch vereinzelt Schadprobleme bei der Vegetation vorgefunden, die auf Optimierungsbedarf bei der Konzeption oder Betrieb der Mulden hinweisen. Beispiele hierfür sind zugesparkte und verdichtete Mulden, Trampelpfade, Müllablagerungen, Probleme mit Schattendruck oder auch eine unzureichende Bewässerung in der Anwuchsphase der Gehölze.

Im Ergebnis der Aufgrabungen bei unterschiedlichen Baumarten und Pflanzsituationen hat sich gezeigt, dass die Wurzeln, insbesondere die wassersuchenden Feinwurzeln, sich auf der Suche nach Wasser und Nährstoffen oberflächennah zur Muldenmitte hin orientieren. Trotz stark schwankender Bodenfeuchtigkeit wurden überwiegend gesunde Wurzeln vorge-

funden, die sich an die Standorte angepasst haben. Die Bäume weisen zudem eine gute Standfestigkeit auf, da gleichzeitig eine Tiefenentwicklung der Wurzelsysteme stattfindet. Bei räumlicher Enge treten durch starkwachsende Baumarten Schäden an der technischen Infrastruktur auf, u. a. Belagshebungen. Aber auch Beschädigungen der Wurzeln durch pflegerische Massnahmen (z. B. Mahd) oder durch die nachträgliche Errichtung von Mulden in der Nachbarschaft zu Altbäumen (Wurzelabriss) wurden dokumentiert (Fig. 2).

Von besonderem Interesse ist der Einfluss der in die Mulden eingewachsenen Wurzelsysteme der Bäume auf die Versickerungsleistung in diesem Bereich. Von daher wurden mit dem Doppelring-Infiltrimeter gezielt die Versickerungsgeschwindigkeiten im trockenen und feuchten Bodenzustand im Wurzelbereich sowie ausserhalb des Baumstandortes gemessen. Die Messungen ergaben keine nennenswerten Unterschiede in der Versickerungsleistung, demnach ist ein negativer Einfluss in der derzeitigen Entwicklungsphase der Bäume und der damit einhergehenden nur geringen Durchwurzelung der Muldenbereiche nicht gegeben. Da ein T+U-(Ton und Schluff-)armes bzw. sandiges Filtermaterial (Oberboden) verwendet wird, ist das Fehlen von Kurzschlussströmungen naheliegend. Makroporen, die durch Wurzeln, Regenwürmer oder Mäuse entstehen, fallen bei T+U-Gehalten von kleiner 10 Masse-% wieder zusammen (Lambert, pers. Mitt.). Die Tiefenuntersuchungen zeigen auch, dass die Infiltration in der Mulde senkrecht nach unten erfolgt. Nur wenig Wasser gelangt in den nebenstehenden Bodenbereich oder auch in den Boden unterhalb der Baumscheibe. Hieraus folgen – je nach Pflanzsituation – angepasste Anforderungen an die Anwuchspflege.

MULDENSYSTEME

Die Möglichkeiten der Platzierung von Bäumen in Muldensystemen sind vielfältig, u. a. direkt im Sohlenbereich von Mulden, auf Podesten, an das Kopfende oder seitlich zur Mulde (Fig. 3).

Bei gut dimensionierten Mulden senkt das typische Wachstumsverhalten der Wurzeln hin zur Muldenmitte die üblichen Schäden an benachbarten technischen Infrastrukturen. Bei zu engen Pflanzsituationen (z. B. direkt angrenzend an privaten Grundstücken, bei zu geringen Pflanzabständen oder zu nah an Kreuzungen) oder bei schmal dimensionierten Mulden



Fig. 2 Oberflächennahe Wurzelentwicklung mit mechanischen Schäden durch Pflegedurchgänge (links); charakteristische Wurzelentwicklung bei seitlich angepflanzten Bäumen (Ahorn)



Fig. 3 Potenzielle Wurzelentwicklung unter Muldeneinfluss in Abhängigkeit der Platzierung von Bäumen in Muldensystemen.

Links: Baumpflanzung in Muldenmitte. Mitte: Baumpflanzung auf Podesten. Rechts: seitliche Baumpflanzung

(Quelle: Balder, 2019)

treten Konflikte in Form von Wasserkonkurrenzen, Sichtstörungen oder das Anheben von Wegbelegen auf. Daher sind ortsspezifisch funktionale Aspekte unbedingt zu beachten, z.B. stadtgestalterische Aspekte wie Sichtachsen oder Wegebeziehungen, verkehrstechnische Aspekte wie Einsehbarkeit, Park- und Rangierangebote, Schutz von angrenzenden Infrastrukturen, Bewässerungsbedarfe der Jungbäume und Anpassung der Bodenbepflanzung bei zunehmendem Schattendruck (Fig. 4).

Insgesamt konnte die wechselseitige Verträglichkeit von Bäumen in Mulden bestätigt werden. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass die Betriebszeiten der untersuchten Anlagen von max. 20 Jahren derzeit noch keine abschliessende Aussage zulassen, welche Baumarten für Bepflanzungen in Mulden besonders geeignet oder ungeeignet sind. Es gibt aber keine Erkenntnisse, welche die Verwendung der üblichen in Berlin verwendeten Strassenbaumarten ausschliesst.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Mit der Integration von Gehölzen in Versickerungsanlagen können nicht nur Flächenkonkurrenzen reduziert werden, es ergeben sich auch positive Effekte auf die Versorgung der Bäume mit Wasser, Luftreinhaltung, Stadtklimatisierung, Biodiversität und nicht zuletzt die Aufenthaltsqualität. Auf Grund-

lage der bisher vorliegenden Erkenntnisse, die zur Bewertung der wasserwirtschaftlichen Funktionsfähigkeit der Mulde massgeblich relevant sind, werden künftig in Berlin Entwässerungskonzepte mit Bäumen in Mulden (nicht Mulden-Rigolen-Systeme) abweichend vom Regelwerk im Einzelfall (zunächst ausserhalb von Trinkwasserschutzgebieten) geprüft und bei Vorliegen der Voraussetzungen durch die Wasserbehörde genehmigt. Neben der Absicherung des qualitativen Grundwasserschutzes und der hydraulischen Leistungsfähigkeit ist ebenso von Bedeutung, ob die wechselseitige Verträglichkeit (Mulde → Baum) gesichert ist. Diese kann bei richtiger Planung und Absicherung der Pflege grundsätzlich unterstellt werden. Dabei wird die hydraulische Funktion der Mulde nicht beeinträchtigt.

Folgende Voraussetzungen müssen für eine wasserrechtliche Genehmigung erfüllt sein:

- ausreichend bemessene Versickerungsflächen
- Sicherstellung der Reinigungsfunktion des Oberbodens
- Auswahl geeigneter Baumarten und Pflanzabstände unter Beachtung des städtebaulichen Kontextes
- nachweisliche Sicherstellung der Kriterien zur Pflanzung, Unterhaltung und Pflege von Bäumen
- Sicherstellung gesteigerter Anforderungen an die Unterhaltung der Versickerungsanlage (z. B. Mahd, Anforderungen an Austausch von belasteten Böden)



Fig. 4 Gestaltungsbeispiele im öffentlichen Raum: gleichmässige Kronenentwicklung bei Hainbuche (links), kleinkronige Bäume mit ausreichend dimensionierten Mulden (Mitte), gut angepasste Pflanzabstände zu den Gebäuden und zur Strasse (rechts)

Die Absicherung dieser Voraussetzungen in den einzelnen Projekten setzt eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wasserwirtschaft, Landschaftsplannern und Baumexperten voraus.

Die Untersuchungen zeigen neben den Potenzialen aber auch noch ungelöste Fragestellungen auf. Es ist beabsichtigt, bei den realisierten und den neu zu konzipierenden Projekten im Sinne eines Optimierungsprozesses offene Fragen (u. a. Anforderungen an Wurzellenkungen, Pflegekonzepte) mit wissenschaftlicher Begleitung abzuklären und in der Praxis abzusichern.

Das Land Berlin plant in Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben (BWB) als Betreiber der Versickerungsanlagen und den Strassen- und Grünflächenämtern (SGA) der Bezirke zudem die Erarbeitung eines eigenen Regelwerks, in dem die generellen Voraussetzungen sowie planerischen Hinweise zur Pflanzung von Bäumen in Versickerungsanlagen zusammengestellt werden. Zudem sollen verbindliche Regelungen zwischen BWB und SGA getroffen werden, um den dauerhaften Betrieb und Pflege der Systeme an der Schnittstelle Baum-Mulde stadtweit zu gewährleisten. Das Regelwerk, ergänzt durch grundsätzliche Vereinbarungen zu Fragen der Unterhaltung, eröffnet die Möglichkeit, den Planungs- und Ge-

nehmigungsprozess perspektivisch zu vereinfachen.

Forschungsseitig drängen sich u. a. folgende Fragen auf:

- In welchem Masse wird der Beitrag zur Stadtkühlung erhöht? Welchen Beitrag leisten die Systeme im Kontext der Klimafolgen für das Stadtgrün und für den städtischen Wasserhaushalt?
- Wie ist die Situation nach einer längeren Standzeit der Bäume?
- Wie lässt sich die Etablierung der Bäume optimieren?
- Unter welchen Bedingungen können die Systeme auch nachträglich im Bestand umgesetzt werden?
- Wie verhalten sich Bäume in Mulden-Rigolen-Systemen?
- Wie gut ist die Schadstoffbindung bei unterschiedlichen Baum- bzw. Pflanzarten?
- Wie müssen Pflegemaßnahmen angepasst werden, um die Baumentwicklung zu sichern?
- Wie kann die Biodiversität gesteigert werden?

Zum Komplex Grau-Blau-Grüne Infrastrukturen laufen aktuell einige Forschungsvorhaben (u. a. *BlueGreenStreets* – Multifunktionale Strassenraumgestaltung urbaner Quartiere), von denen auch relevante Beiträge zur Beantwortung massgeblicher Fragen erwartet werden können.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BMUB (2017): *Weissbuch Stadtgrün. Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Bonn*
- [2] Balder, H.; Ehlebracht, K.; Mahler, E. (1997): *Strassenbäume, Planen – Pflanzen – Pflegen am Beispiel Berlin. Patzer Verlag, Berlin*
- [3] Balder, H. (1998): *Die Wurzeln der Stadtbäume – ein Handbuch zum vorbeugenden und nachsorgenden Wurzelschutz. Parey Buchverlag Berlin (heute Ulmer Verlag)*
- [4] DWA: *Arbeitsblatt A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (2. korrigierte Auflage, April 2005)*
- [5] Balder, H. et al. (2018): *Befunde zur Verwendung von Bäumen in Muldensystemen im Rahmen der Regenwasserbewirtschaftung. ProBaum 4, S. 15–21*
- [6] Balder, H. (2019): *Untersuchungen der Gesundheit und Entwicklung von in Muldensystemen integrierten Baumbeständen. Gutachten im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe*
- [7] *Koalitionsvereinbarung zwischen Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD) Landesverband Berlin und DIE LINKE Landesverband Berlin und BÜNDNIS 90/Die Grünen Landesverband Berlin für die Legislaturperiode 2016–2021*
- [8] Balder, H. (2017): *Expertise zu den Auswirkungen von in Berlin realisierten Muldensystemen auf Vitalität, Gesundheit und Entwicklung von integrierten Baumbeständen. Gutachten im Auftrag der Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz*
- [9] Balder, H. et al. (im Druck): *Urbane Gehölze und dezentrale Regenwasserbewirtschaftung – ein zukunftsweisender Ansatz. FGeoBau I Berlin*



Autark = RITARK

Kanalnetz-Messsysteme von Rittmeyer, die überzeugen

Mess- und Leittechnik für die Wasser- und Energiewirtschaft

rittmeier
BRUGG