

Stoffeinträge in Baum-Rigolen Chance oder Gefahr?

Prof. Dr. habil. Hartmut Balder
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Gartenbauliche Phytotechnologie
Urbanes Pflanzen- und Freiraum-Management

balder@beuth-hochschule.de

Institut für Stadtgrün, Falkensee

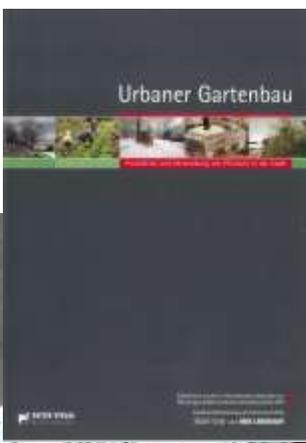
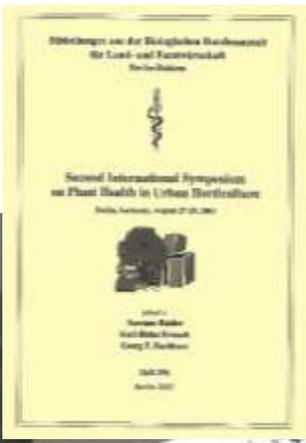
info@institut-stadtgruen.de

Stadtgrün modern = Grüne Infrastruktur

Wertzuwachs & Lebenszyklus! Urbane Vegetationstechnik? Kontrollierte Stadtentwicklung?



Kontinuierlicher Wertzuwachs durch **Anfangsinvestitionen, langjährige Pflege, Kostentransparenz**



Inhalt

- Einführung 5
- Wege zu einer grünen Stadt – die Handlungsfelder 7
- 1.** Integrierte Planung für das Stadtgrün 9
- 2.** Grünräume qualifizieren und multifunktional gestalten 13
- 3.** Mit Stadtgrün Klimaschutz stärken und Klimafolgen mindern 17
- 4.** Stadtgrün sozial verträglich und gesundheitsförderlich entwickeln ... 23
- 5.** Bauwerke begrünen 26
- 6.** Vielfältige Grünflächen fachgerecht planen, anlegen und unterhalten . 29
- 7.** Akteure gewinnen, Gesellschaft einbinden 33
- 8.** Forschung verstärken und vernetzen 37
- 9.** Vorbildfunktion des Bundes ausbauen 41
- 10.** Öffentlichkeitsarbeit und Bildung 45

Schäden im Stadtgrün

Nichtparasitäre Faktoren

Klima

- Temperatur
- Licht
- Wind
- Niederschläge

Schadstoffe

- Streusalz
- Gas
- Hunde-Urin
- Immissionen
- Öle
- Herbizide

Mechanische Verletzungen

- Bauarbeiten
- Kraftfahrzeuge
- Baumpflege

Bodenbedingungen

- Wasserhaushalt
- Bodenluft
- pH
- Nährstoffversorgung

Parasitäre Faktoren

Krankheiten

- Pilze
- Viren
- Bakterien
- Mycoplasmen

Schädlinge

- Insekten
- Milben
- Nematoden
- Vögel
- Säugetiere

Häufige Pflanzpraxis – wenig nachhaltig



1996



wenig nachhaltig

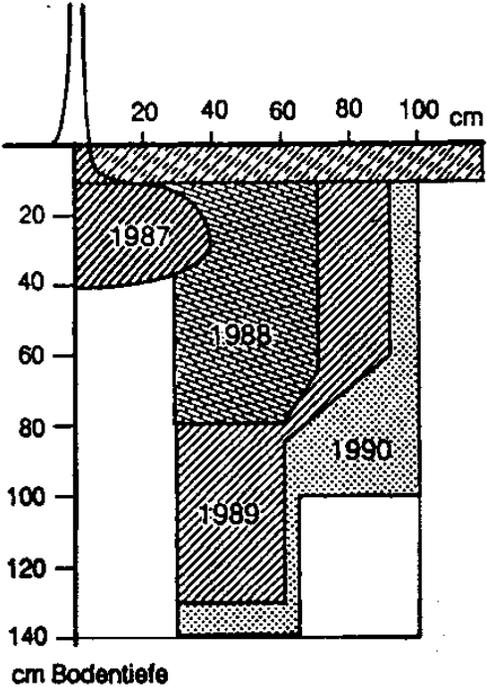
2018

„Materialschlacht“, aber keine Vorbereitung der Wuchssituation - wenig Gehölzentwicklung mit schlechtem Stadtbild!

Wurzelschäden an Belägen an der technischen Infrastruktur

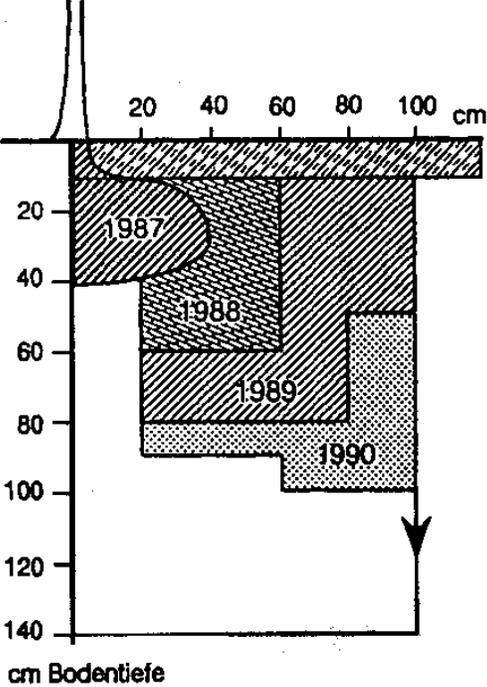


Pflanzsubstrat beeinflusst räumliche Wurzelentwicklung



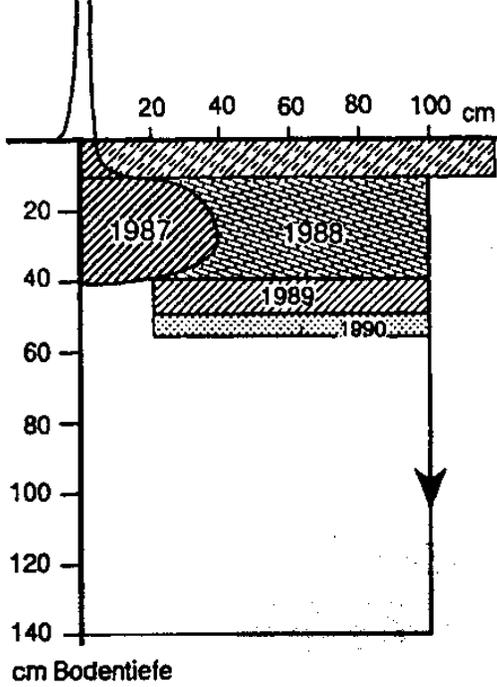
Versuchsvariante

- einschichtiger Bodenaufbau
- AB, DA, DN, KA, MZ, MA, ML, S, WI, WB



Praxisvariante I

- einschichtiger Bodenaufbau (ähnlich Versuchssubstrat)
- DA, DN, MZ, ML, S



Praxisvariante II

- zweischichtiger Bodenaufbau mit organisch angereichertem Oberboden
- AB, HB, KA, MA

Abbildung 44: Vergleich der Wurzelentwicklung (aus: KRIETER, 1993)

(aus: Balder, 1998)

Wurzelentwicklung ist steuerbar!

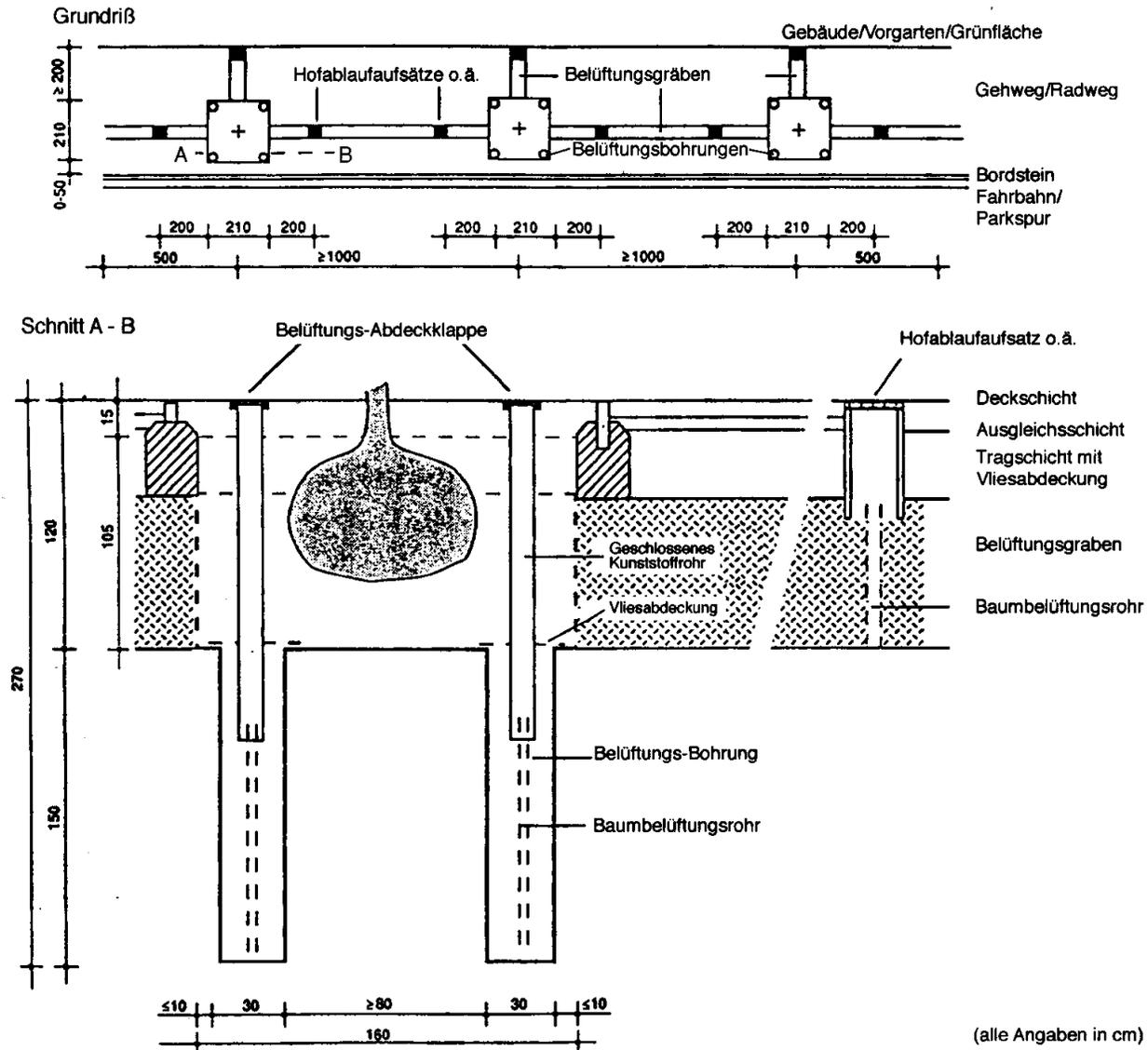
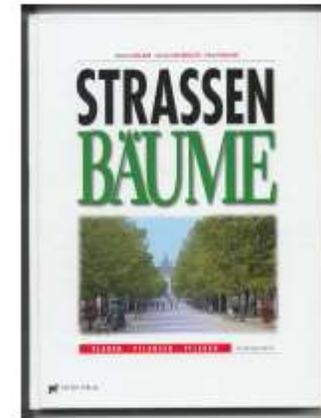


Abbildung 40: Steuerung der Wurzelentwicklung durch den Einbau von Belüftungsgräben und Belüftungsbohrungen (aus: LIESECKE, 1991)



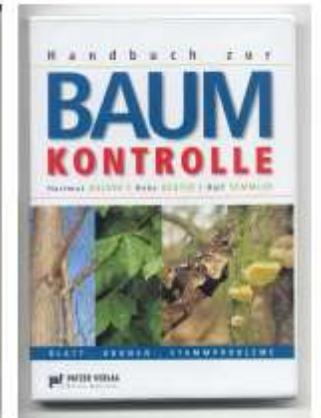
Bücher zum Stadtgrün – natürlich aus Berlin!



Planen
Pflanzen
Pflegen



Planung und Schutz
von Baumstandorten

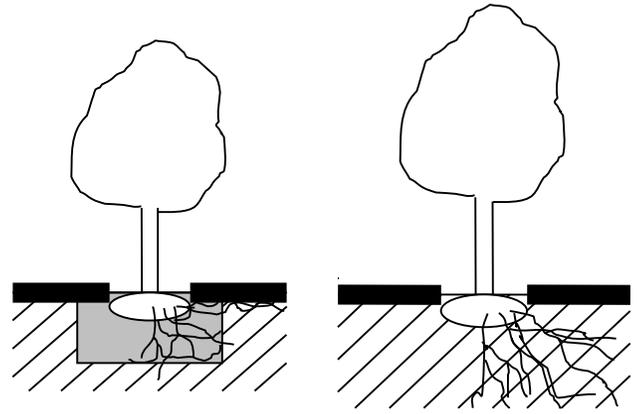


Gesundheit
Vitalität
Verkehrssicherheit



Minimalvorgaben?

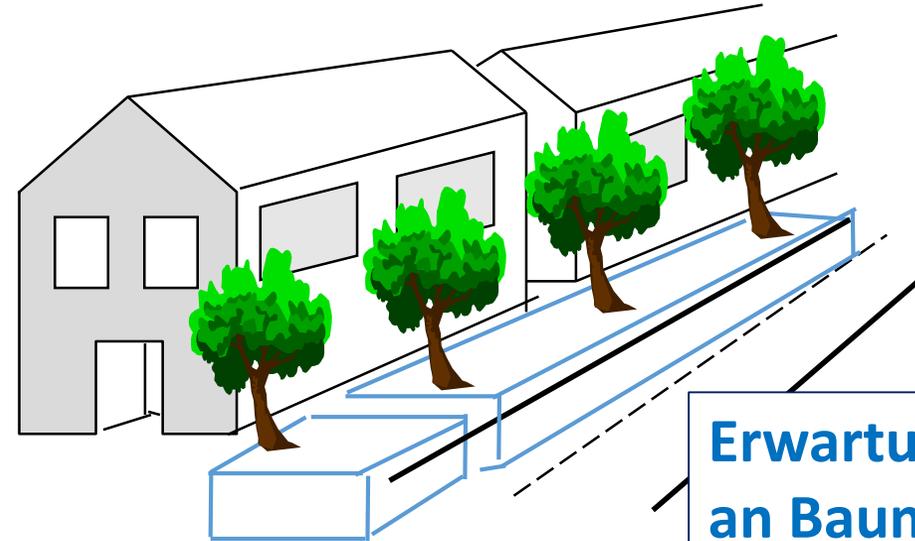
12m³ 16m³ 24m³ 30m³



Schwammstadt?



(Steiner, Garten und Landschaft, 2016)



**Erwartungen
an Baum-Rigolen?**

Park / Wald

Innenstadt

Ökosystem	←	Pflanzen	→	Solitäre / „Mini-Ökosysteme“	😊
geschlossen	←	Nährstoffkreislauf	→	unterbrochen	😊
natürlicher Aufbau	←	Boden	→	Kunstsubstrat	😊
natürlicher Zyklus	←	Wasserhaushalt	→	Infiltration verhindert	😊
ungestört	←	Gasaustausch	→	stark beeinträchtigt	😊
ausgeglichen	←	Klima	→	Temperaturerhöhung	😊
				Reduktion der Luftfeuchte	

(Balder u.a., 1997)

Studien in Berlin

Auswertung realisierter Stadtquartiere

Pflanzengesundheit, Gestaltung, Funktionalität, Biodiversität



Untersuchungsergebnisse zur oberirdischen Wachstumsentwicklung

- Wuchsförderung von Jungbäumen und Sträuchern im Vergleich zu Bäumen auf Standorten ohne Muldeneinfluss



ohne Mulde

mit Mulde

Kaiser-Linde (*Tilia pallida*)



ohne Mulde

mit Mulde

Silber-Linde (*Tilia tomentosa*)



Einbindung von

Bodendeckern

Gräsern

Stauden

Sträuchern



Wuchsförderung auch durch verbesserte Standortverhältnisse gegenüber konventioneller Pflanzung



Mulden schaffen größere Wuchsräume

Konventionelle Pflanzung mit kleiner Baumgrube, Bodenversiegelung, Trockenheit

Wurzelausbreitung horizontal und vertikal innerhalb der Mulden

- gute Wurzelvitalität und –gesundheit
- **aber:** räumliche Entwicklung oberflächennah
- **dennoch:** Tiefenentwicklung mit guter Standfestigkeit
- Schäden an seitlichen Infrastrukturen bei räumlicher Enge





Wildwuchs in der Wurzelentwicklung mit Schäden an der technischen Infrastruktur der Stadt!



Das Urbane Gewässer am Potsdamer Platz



Denn mit Regenwasser gespeigtes Gewässer erfüllt wichtige Funktionen:

- 1. Nachwässerschutz:** Es hält Regenwasser zurück zur Nutzung und langsame Ableitung
- 2. Stoffkreislauf:** Es wirkt ausgleichend auf Temperatur, Luftfeuchte und Staubbefrachtung
- 3. Freiraumqualität:** Wasser, ein belebendes Lebenselement in der Stadt



Die Regenrückhaltebecken sind ein wichtiger Teil eines ökologischen Reinigungskonzepts.

Damit das Wasser sauber bleibt, braucht es Ihre Unterstützung:

Sie vermeiden Sie das Betreten der Pflanzflächen und Reinigungskörper!

Sie füttern Sie Enten und Fische nicht! Es schadet den Tieren und dem Wasser.

Vielen Dank!

Beitrag: Stadt Berlin, Umwelt- und Grünflächenmanagement

Entwurf und Planung: 2002, "Urban-Design"

Stadt Berlin, Umwelt- und Grünflächenmanagement



Störende Starkwurzeln



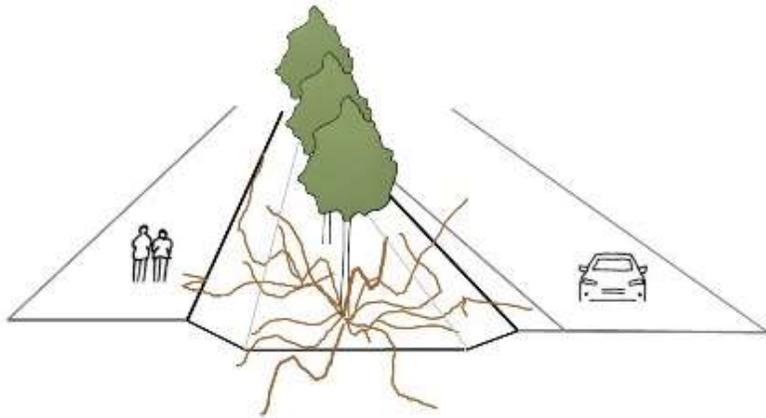
Störende Starkwurzeln



Wurzelentwicklung von *Salix* im Wasser

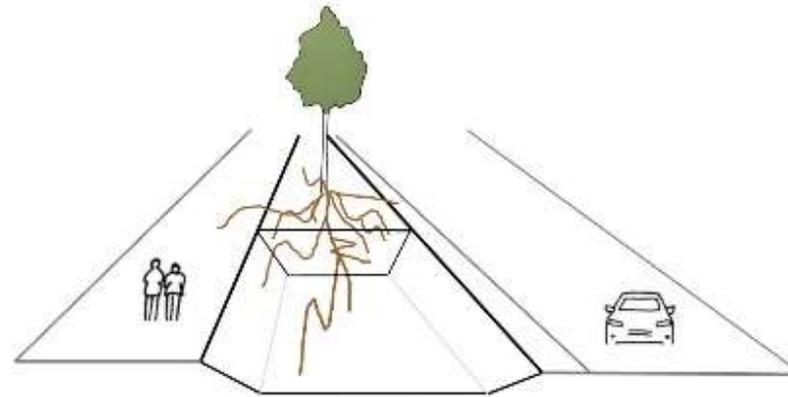
Potentielle Wurzelentwicklung unter Muldeneinfluss

Baumpflanzung in Muldenmitte



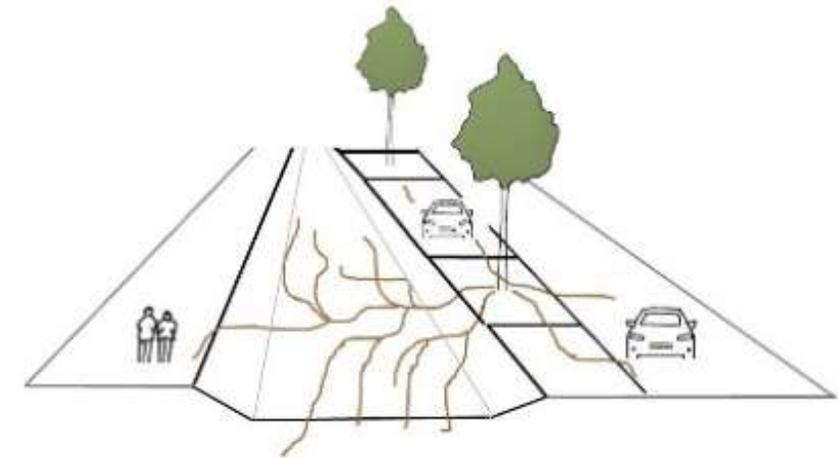
Wurzelorientierung hin zur Muldenmitte
Unterwuchs seitlicher Gewerke
Oberflächennahe Entwicklung

...auf Podesten



Probleme beim Anwuchs
Verzögerte Ausbreitung
Tiefenentwicklung

...in seitliche Parkstreifen



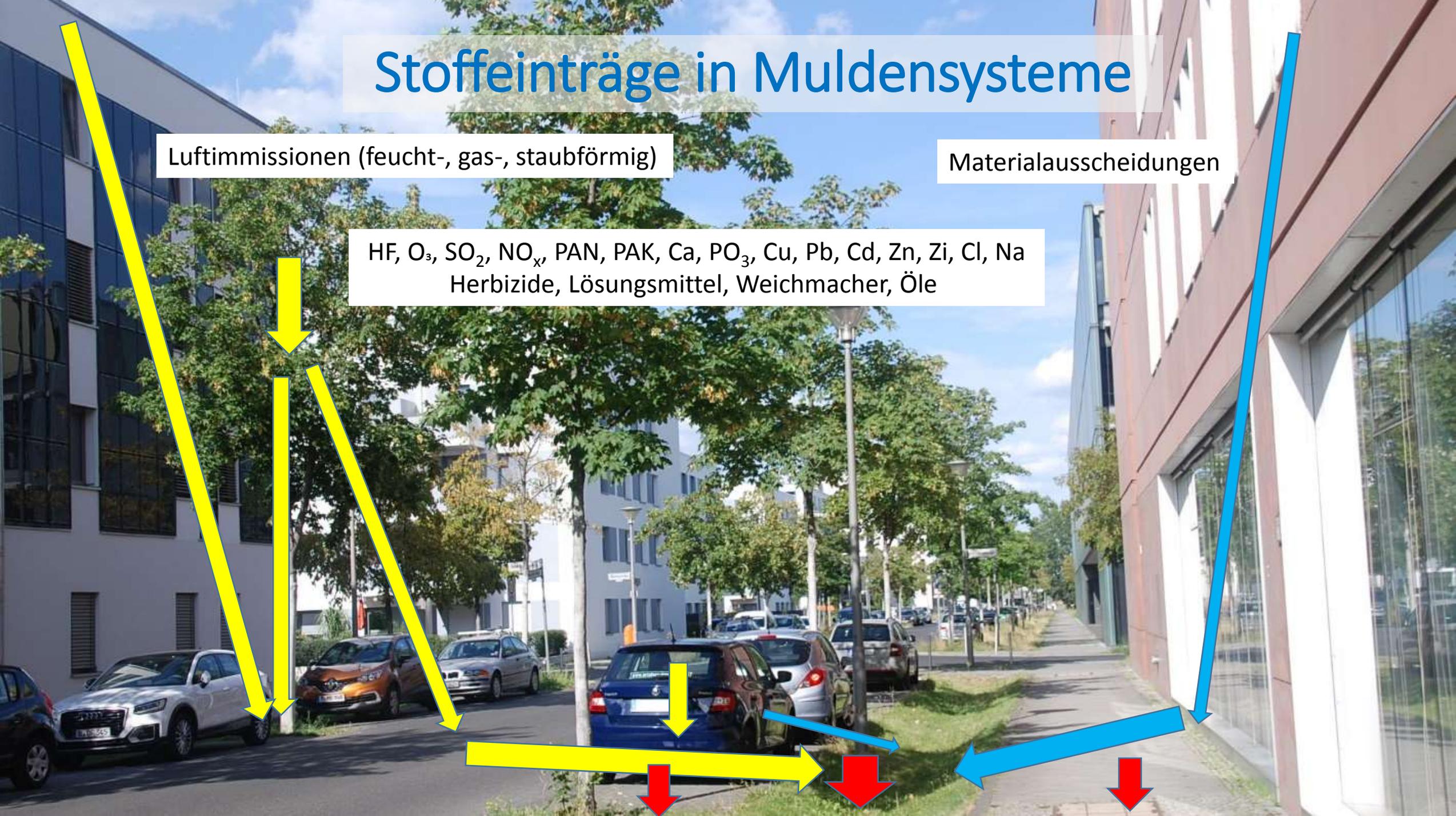
großflächige Ausbreitung
Unterwuchs seitlicher Gewerke
ungezügelter Entwicklung

Stoffeinträge in Muldensysteme

Luftimmissionen (feucht-, gas-, staubförmig)

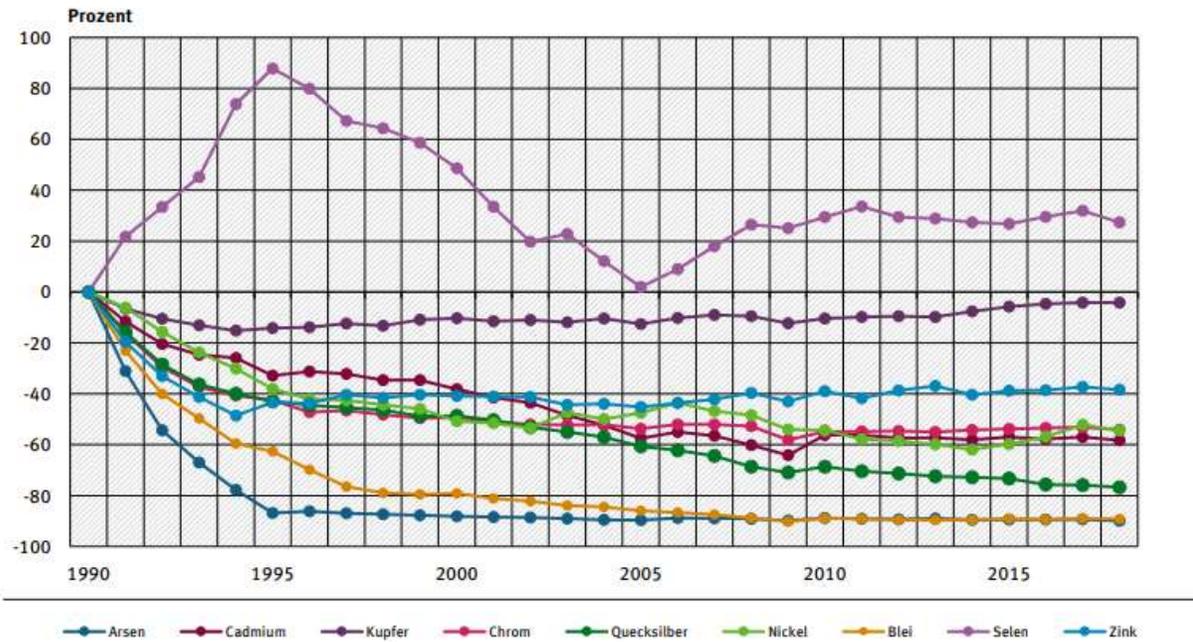
Materialausscheidungen

HF, O₃, SO₂, NO_x, PAN, PAK, Ca, PO₃, Cu, Pb, Cd, Zn, Zi, Cl, Na
Herbizide, Lösungsmittel, Weichmacher, Öle

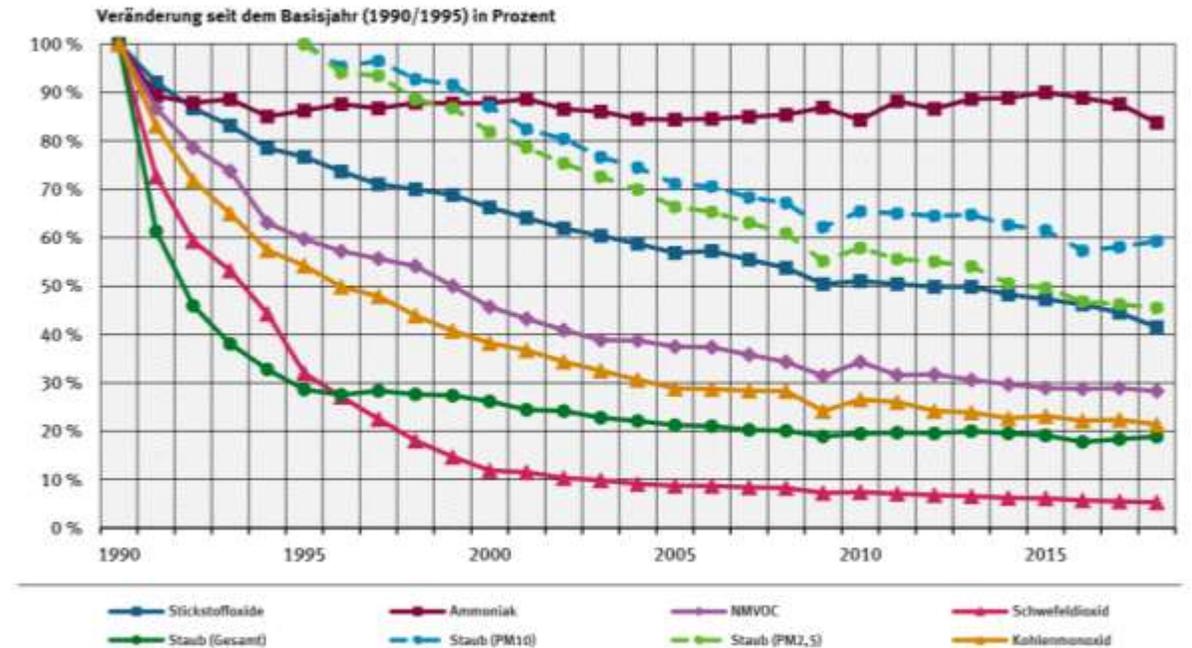


Vielfältige Luftreinhaltemaßnahmen haben seit Jahren zur Reduktion der Belastung beigetragen!

Entwicklung der Schwermetall-Emissionen



Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe



Folgen: Im Pflanzenanbau muss bereits anders gedüngt werden, da Nährstoffeinträge fehlen!
Die Stoffeinträge werden weiter abnehmen.

Luftbürdige Einträge in Böden durch die nasse Deposition ausgewählter anorganischer Schadstoffe im Jahr 2012

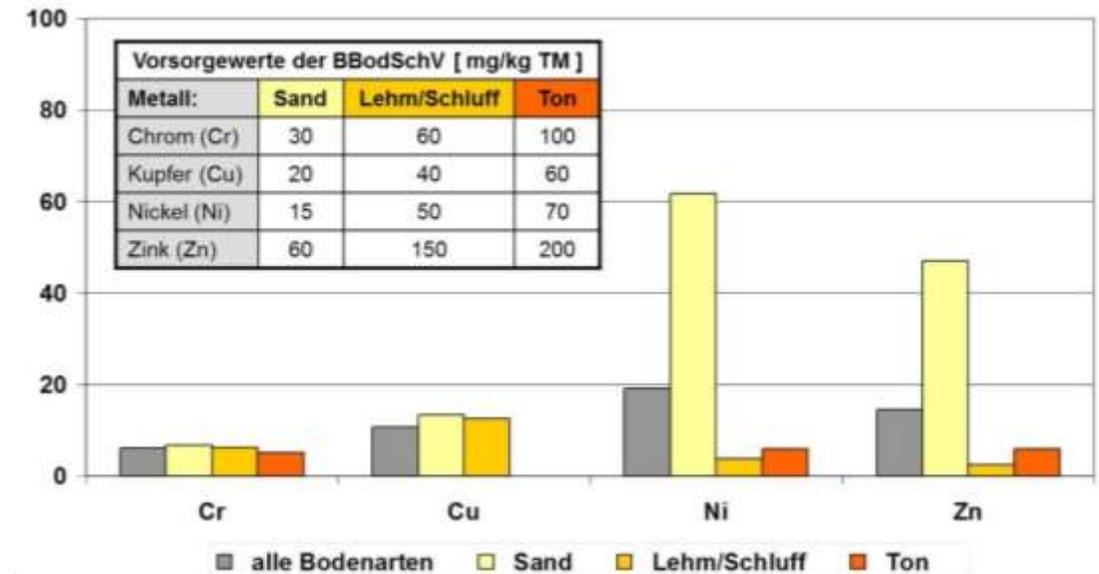
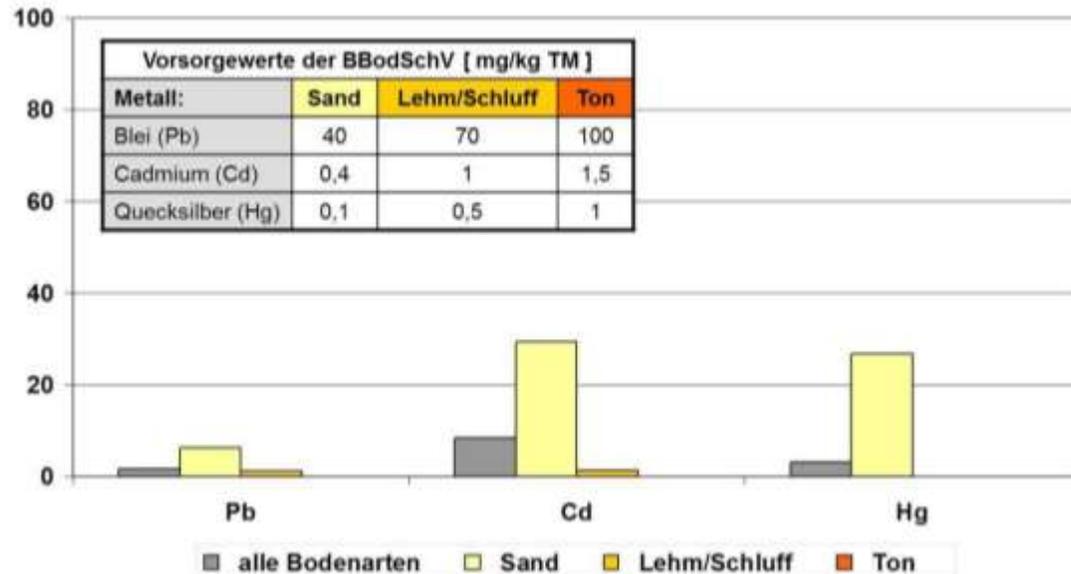
Deposition in g / ha und Jahr

Messstationen des Umweltbundesamtes	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink
Neuglobsow	0,4	3,4	0,1	1,1	10	3,9	n.g.	41
Schauinsland	0,8	6,0	0,2	1,1	22	7,0	0,14	67
Waldhof	0,5	3,0	0,1	0,5	7	2,1	0,04	27
Schmücke	0,7	5,7	0,2	1,2	12	6,6	0,08	125
Westerland	0,8	4,0	0,1	0,9	7	4,4	0,06	36
Zingst	0,4	4,0	0,1	0,6	n.g.	3,4	0,04	62

n.g. = nicht gemessen

Quelle: Luftmessnetz des Umweltbundesamtes

Ackerböden – Grenzwerte je nach Bodenart gültig



Schadstoffeinträge sehr individuell!

Schema der Luftschadstoffbelastung in einem urbanen Ballungsraum



Abbildung 3: Die Schadstoffbelastung setzt sich aus dem regionalen Hintergrund (grün), dem urbanen Hintergrund (orange) und einer lokalen Belastung, z. B. Verkehr an einer Hauptstraße (rot), zusammen (angepasst nach Lenschow et al. (2001) [42] und Schneider et al. (2018) [4]).

NO₂-Belastung in der Karl-Marx-Straße in Berlin



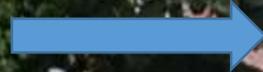
Abbildung 4: im Mittel für das Jahr 2010 mit einer Gitterweite von 2,2 m x 2,2 m (IVU Umwelt (2017) [43])

VERKEHRSNAH

Wirkungen der Stoffeinträge

Stoffauflagerungen
Nährstoffversorgung
Zerstören der Kutikula/Wachsschichten

Gehweg-
schäden



Erhöhung der Transpiration
Spaltöffnungsstarre
Auswaschen von Mineralstoffen

Stoffaufnahme



Beeinflussung der Rhizosphäre
Feinwurzelschäden
Beeinflussung der Bodenlebewelt



Stoffeinträge in den Boden

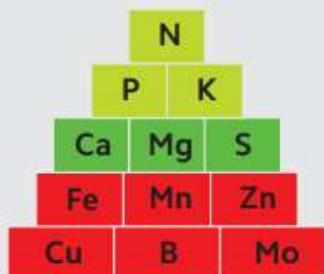
- Nährstoffangebot
- Phytotoxische Wirkung
- Wechselwirkung / Disharmonien
- pH-Wert-Veränderungen
- Bodenversauerung
- Strukturverlust



Freisetzen toxischer Metallionen
Störung der Nährstoffaufnahme
Unzureichende Bodenluft

Bodenchemie - Nährstoffversorgung

Voraussetzung für vitales Wachstum: ausgewogene Nährstoffversorgung



Hauptnährstoffe
Sekundärnährstoffe
Spurennährstoffe



Kalium-Konzentration im Boden (mg K₂O/100 g Boden)



Magnesium-Konzentration im Boden (mg MgO/100 g Boden)

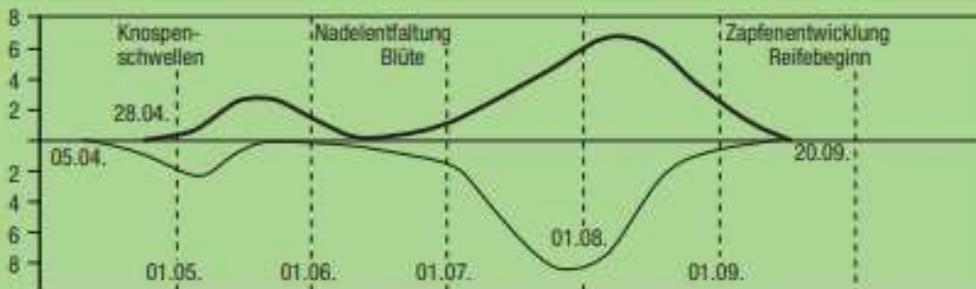
Quelle: BALDER, 1994a, verändert



Pinus sylvestris

N-Aufnahme (kg/Woche)

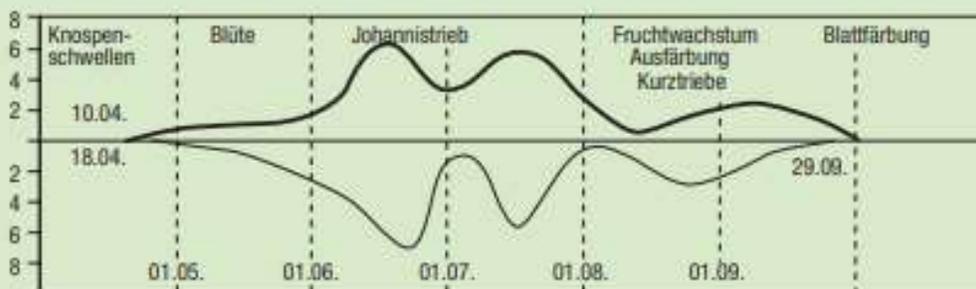
Wurzelwachstum (cm/Woche)



Sorbus aucuparia

N-Aufnahme (kg/Woche)

Wurzelwachstum (cm/Woche)



(COMPO EXPERT, 2010)

Bodenchemie - Schadstoffe

Schwermetallgehalte in Böden und ihre Wirkung auf die Pflanzenwurzel

Element	mg Element/kg Boden			Wurzelschädigung
	häufig	maximal	tolerierbar* Sand BBodSchV	
Blei	0,1 -20	< 10 000	40	Hemmung des Wurzelwachstums z. T. Verdickung der Wurzeln
Cadmium	0,01- 1	< 200	0,4	Störung der Ionengleichgewichte Reduktion von Wasseraufnahme u. -transport Reduktion der Trockenresistenz
Chrom	2 -50	< 20 000		Hemmung des Wurzelwachstums
Kupfer	1 -20	< 22 000	20	Verkürzung und Verbräunung der Nebenwurzeln
Nickel	2 -50	< 200		Hemmung des Wurzelwachstums
Quecksilber	0,01- 1		0,1	ageotropische Effekte
Zink	3 -50	< 1 000	60	Störung der Wasserversorgung

Wirkung abhängig von

Konzentration

Verfügbarkeit

Pufferung

Mobilität / Auswaschung

Fixierung / pH-Wert

Aufnahme in Pflanzen (Reinigung)

Pflanzenart

Wurzelsymbiosen



Hohe Bodenfruchtbarkeit!

(Balder, 1998)

Gestalterische Ansprüche bei Funktionalität der Mulden

Wunsch:

vitale Stadtbilder

leistbare Grünpflege



Unerwünscht:

Trockenschäden

nicht tolerierbare
Schadstoffeinträge

Wildwuchs

Vermüllung



Regenwasserbewirtschaftungssysteme müssen weitere positive Effekte in einem interdisziplinären Ansatz verfolgen:

- Regenwasserbewirtschaftungssysteme erweitern durch die zunehmende **Integration von Pflanzen**, v.a. mit Bäumen, aber auch mit Sträuchern, Gräsern und Stauden, die **Gestaltungsmöglichkeiten** in der urbanen Stadtlandschaft und **reduzieren Flächenkonkurrenzen**.
- Durch eine gute Versorgung mit Wasser wird die **Transpirationsleistung** der Pflanzen erhöht. Zudem wird das **Wachstum** der Pflanzen gefördert, so dass der **Kühleffekt** durch die vergrößerte und vitalere Blattoberfläche noch verstärkt werden dürfte.
- Der potentiellen **Schadstoffbindung** durch Pflanzen über die Wurzelpassage kommt in Hinblick auf den **Grundwasserschutz** eine weitere Bedeutung zu.
- Die **Regenentwässerungssysteme** der Stadt werden **entlastet**.
- Die Schaffung **neuer Lebensräume** erhöht die **Biodiversität**.
- Ein verbessertes Pflanzenwachstum in Trockenzeiten erweitert die **Nahrungsangebote für Insekten**, u.a. durch regelmäßige **Blütenbildungen**.

Literatur

Balder, Hartmut, 1998: Die Wurzeln der Stadtbäume. Ulmer Verlag, Stuttgart

Balder, Hartmut; Goll, Leonie; Nickel, Darla; Rehfeld-Klein, Matthias, 2018: Befunde zur Verwendung von Bäumen in Muldensystemen im Rahmen der Regenwasserbewirtschaftung. Pro Baum 4, 15 - 21

Balder, Hartmut; Rehfeld-Klein, Matthias; Goll, Leonie; Nickel, Darla, 2019: Urbane Gehölze und dezentrale Regenwasserbewirtschaftung – ein zukunftsweisender Ansatz. In: Heider, Andreas; Domnick, Immelyn (Hrsg.), 2019: Urbane Konzepte und Entwicklungen. Forum Geo-Bau, Band 9, 69-80

Balder, Hartmut, 2019: Regenwasserbewirtschaftung und Gehölzpflanzung in der Stadt der Zukunft. TASPO GARTENDESIGN 3, 1-3

Rehfeld-Klein, Matthias; Balder, Hartmut; Nickel, Darla, 2019: Bäume in der Stadt und dezentrale Regenwasserbewirtschaftung – gemeinsam planen-bauen-pflegen. Aqua & Gas Nr. 10, 14-18

Balder, Hartmut, 2020: Planung von Straßenbegleitgrün. In: Straßenbegleitgrün – wirtschaftlich, ökologisch, verkehrssicher. Forum Verlag, Merching. 36-52

BMU, 2018: Weißbuch Stadtgrün – Grün in der Stadt – für eine lebenswerte Zukunft. Bonn