

# Strukturstabile Baumsubstrate im Langzeittest

Substrateigenschaften  
Einsatzmöglichkeiten  
Pflege

**Prof. Dr. habil. Hartmut Balder**

Institut für Stadtgrün, Berlin/Falkensee

[info@institut-stadtgruen.de](mailto:info@institut-stadtgruen.de)

# Prof. Dr. habil. Hartmut Balder



|             |                                                                                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1975 - 1980 | Studium der Gartenbauwissenschaften an der Leibniz Universität Hannover                                          |
| 1983        | Promotion am Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz                                                 |
| 1983 - 2003 | leitender Wissenschaftler am Pflanzenschutzamt Berlin                                                            |
| 1994        | Habilitationsschrift „Zur Gesundheit des öffentlichen Grüns im urbanen Bereich“                                  |
| 2003 - 2023 | Berufung Professur für „Pflanzenschutz und Gehölzproduktion im urbanen Bereich“, Berliner Hochschule für Technik |
| 2004        | L. C. Chadwick Award for Arboricultural Research (ISA, USA)                                                      |
| 2012        | Gründung Institut für Stadtgrün, Falkensee                                                                       |

## Forschungsschwerpunkte:

- Integrierte Gehölzproduktion
- komplexe Zusammenhänge der Stressbelastung für Pflanzen in der Stadt
- Maßnahmen bei Verlust von Vitalität und Gesundheit





## Forschung

- Zukunftsaufgabe „Stadttraummanagement“
- Digitale Steuerung von Vitalität und Baumgesundheit
- Baumalleen der Zukunft
- Gehölze und Regenwasserbewirtschaftung
- Funktionale Vegetationstechnik, u.a. Baumsubstrate, Wurzellenkung, Pflanztechnik

## Gutachten zu Baumvitalität und –schäden

- Erhaltenswürdigkeit/Entwicklung von prägenden Altbäumen, Baumalleen
- Folgen von Eingriffen bei Großprojekten
- Planung von funktionalen Baumpflanzungen
- Ursachenanalyse von Ausfällen bei Neupflanzungen
- Wuchsprobleme von Großbaumpflanzungen

## Gutachten zur Stadtentwicklung

- Begutachtung von Straßenplanungen - Qualitätsmanagement
- Umgestaltung von Straßen aufgrund massiver Fehlentwicklungen
- Erhaltenswürdigkeit von geschädigten Baumbeständen
- Konzeption von modernen urbanen Pflanzplanungen
- Ermittlung von Lebenszykluskosten von Grünprojekten

## Ökologische Bauüberwachung

## Fortbildung

- Vorträge auf Fachtagungen
- Baumforen
- Fortbildungsseminare für AG
- Mitarbeit im Weißbuchprozess „Grün in der Stadt – für eine lebenswerte Zukunft“

# Berlin, das große Reallabor

**Gesicherte Vegetationskonzepte?**



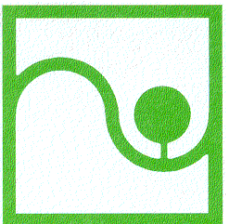
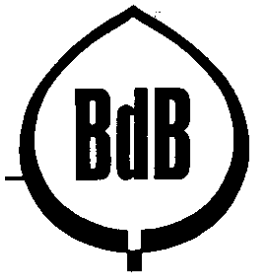
**Schutz der Altbäume im Stadtumbau?**



# Wurzelraum und (Blau-) Grüne Infrastruktur



## Akteure



## Ziel von Auftraggeber und Auftragnehmer:

Erstellung gesunder, wüchsiger  
Grünanlagen mit geringem  
Pflegeaufwand

„Um das beste Resultat in den  
Anpflanzungen zu erreichen, kommt es  
darauf an,

- die richtige Pflanzzeit zu wählen,
- nur gut ausgebildete Bäume zu verwenden,
- diese auf das beste zu pflanzen
- und zu pflegen.“

(MEYER; 1872;  
zit. bei HAMPEL, 1893)



# Problem: Entkoppelung der Prozesse im Stadtgrün!

Optimierte langjährige Anzucht

Logistik & Vegetationstechnik

Langjährige Unterhaltung

**Wertzuwachs!**



## Ballenpflanzen nur „hinstellen“ **oder** „sicher pflanzen“



# Ansprüche des Baumes



- **guter Bodenlufthaushalt**
- **harmonischer Wasserhaushalt**
- **ausgeglichene Nährstoffversorgung**
- **funktionale Bodenbiologie**

# „Urbane Wurzelentwicklung“





Lösung?

# Aussagen in diesen Tagen zur Stadtentwicklung



Sanierung geht vor Neubau

Neubau nur mit recycelbaren Materialien

Lebenszyklusansatz

Stadtgrün – „ist systemrelevant!“

**Grün-/Weißbuch „Stadtgrün“ 2017**

**Baukulturbericht 2020/21**

**Baukulturbericht 2022/23**

**Baukulturbericht 2024/25**

**Öffentliche Räume**

**Neue Umbaukultur**

**Infrastrukturen**



Grünräume qualifizieren und multifunktional gestalten  
Grünflächen fachgerecht planen, anlegen und unterhalten

Aufräumen und Pflege verstetigen  
Phase Null und Phase Zehn ins Zentrum stellen  
Belastbare Infrastrukturen entwickeln

# Was heißt das konkret?

**Mehr Qualität als Quantität  
Pflanzenvitalität erhalten  
Negative Folgen verhindern  
Ökonomie im Blick haben  
Wissensfortschritt nutzen**

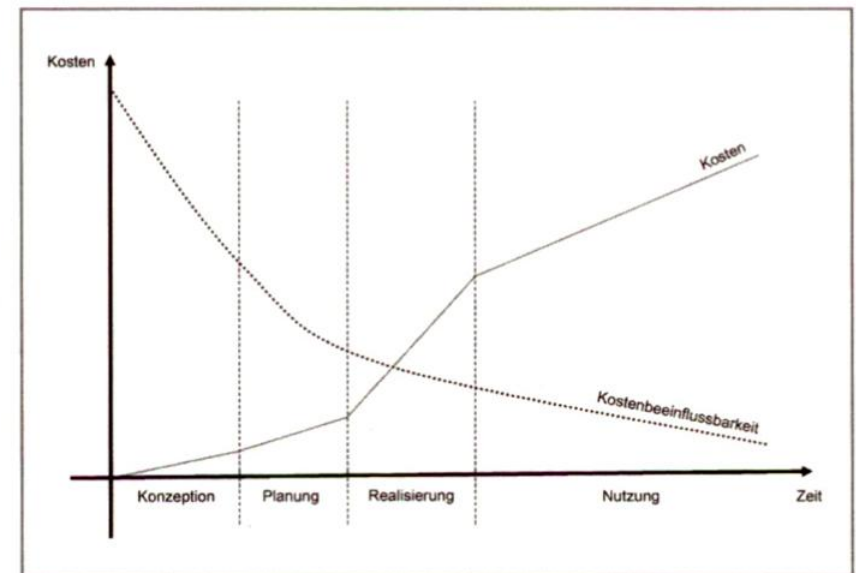


**Abb. 5.4-1**  
Lebenszykluskosten und deren Ursachen.

(Niesel, 2006)



**Wie ist der fachliche Stand  
der Pflanzenverwendung heute?**

**.....seit Jahrhunderten gleiche Straßenquerschnitte!**



Nur Stadtbäume als „Möbel“ zu verstehen ermöglicht kein Wachstum

# Standorte mit gesicherten Wachstumsbedingungen schaffen!

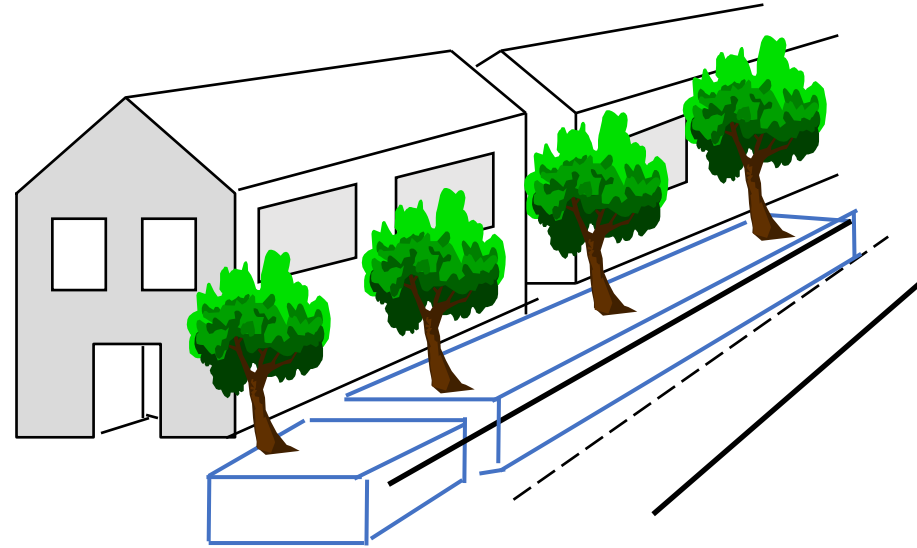
- Gute **Wurzelausbreitung** möglich
- Anschluss an **Grundwasser** erwünscht
- Hohe **Drainfähigkeit** für die Wasserabfuhr nach hohen Niederschlägen
- Gute **Strukturfähigkeit** gegen Verschlammung
- Gutes **Speichervermögen** für Wasser und Nährstoffe
- Schutz vor **Standortbeeinträchtigungen** vorsehen

## Schäden an den technischen Infrastrukturen der Stadt vermeiden!





**Park / Wald**

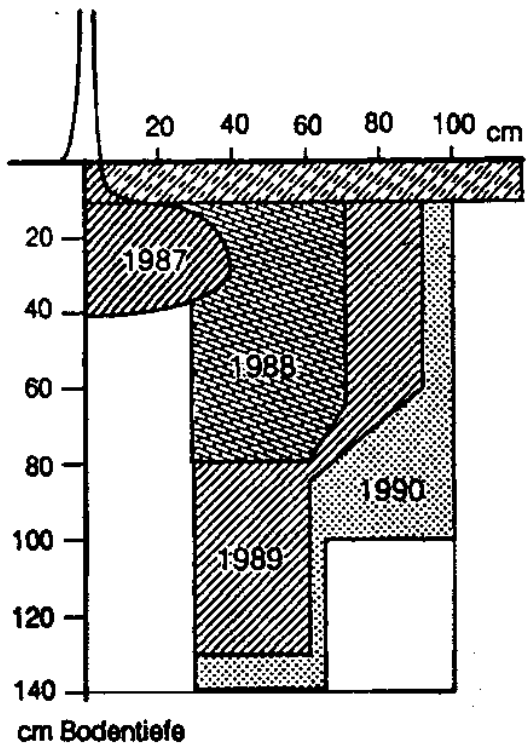


**Innenstadt**

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

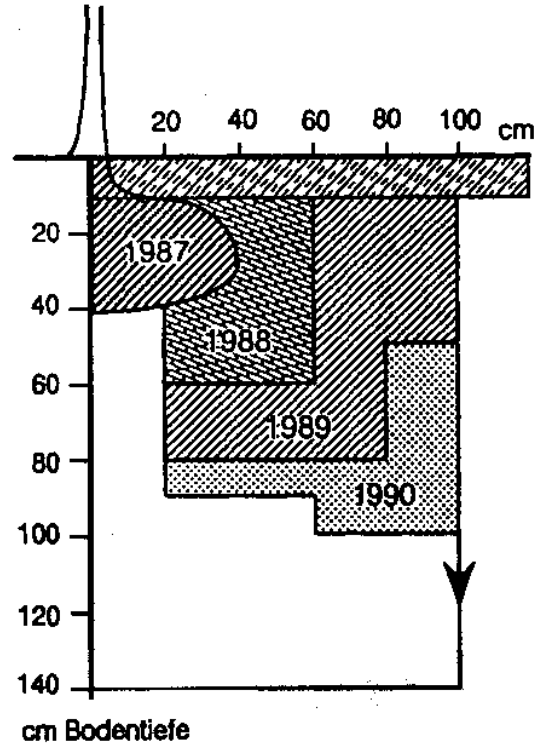
(Balder u.a., 1997)

# Hintergrund: Böden / Pflanzsubstrate beeinflussen die räumliche Wurzelentwicklung



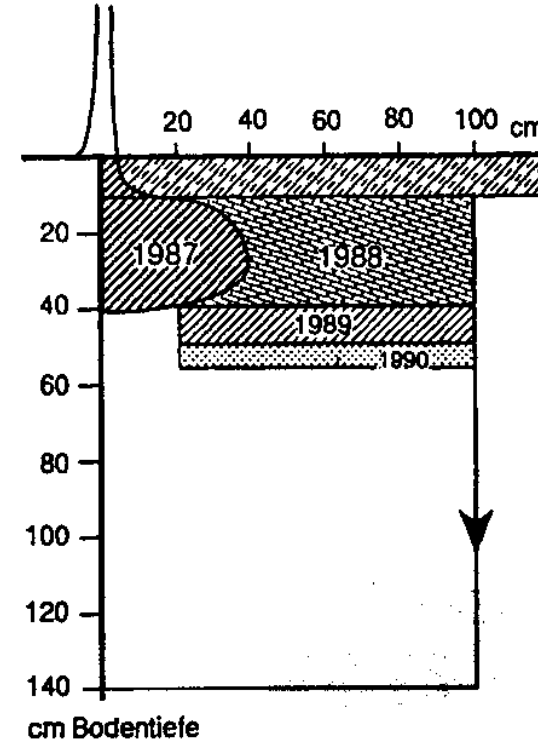
## Versuchsvariante

- 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 angereicherter Oberboden
- AB, HB, KA, MA



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

# Moderne Anforderungen an Substrate



- hohe **Struktur- und Verdichtungsstabilität**
- hoher Anteil an **luftführenden Poren** zur Aufrechterhaltung der Wurzelaktivitäten / Bodenbiologie
- hohe **Wasserleitfähigkeit** zur Vermeidung von Vernässungen
- ausreichende **Wasserspeicherfähigkeit** zur Reduktion des Pflegeaufwands
- ausreichende **Nährstoffversorgung** (Depotwirkung)
- gute **Pufferkapazität** oder hohe **Auswaschungsfähigkeit** gegenüber phytotoxischen Substanzen, u.a.  
Hunde-Urin, chemischen Auftausalzen
- **wirtschaftliche Herstellbarkeit** durch Verwendung verfügbarer Stoffe und Mitverwendung örtlicher Böden
- **geringer Pflegeaufwand** der Oberfläche, u.a. wenig Wildkrautentwicklung, Sauberkeit
- **frei von Torf Beimengungen**

# Breite Einsatzmöglichkeiten und Standardisierung



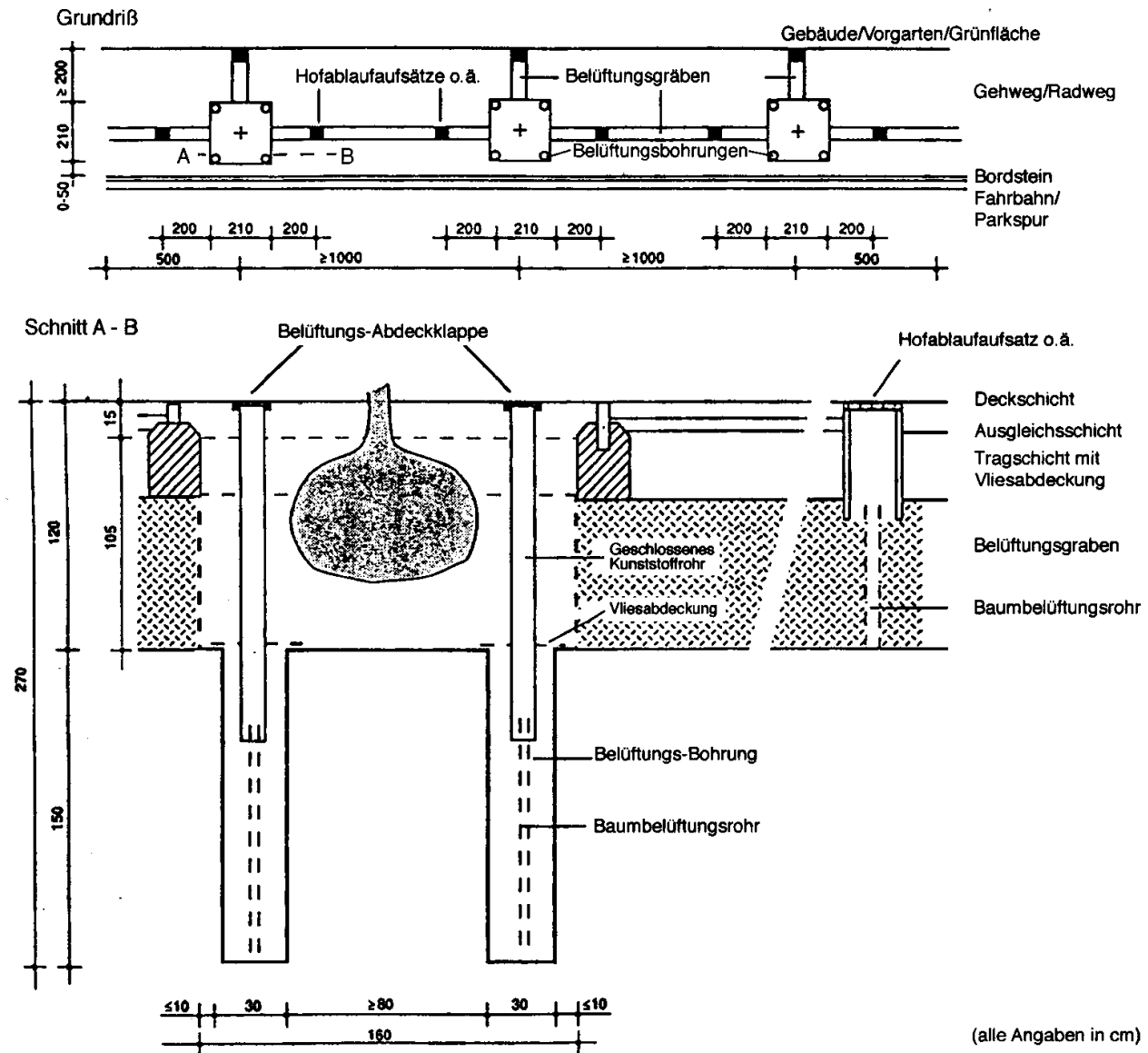
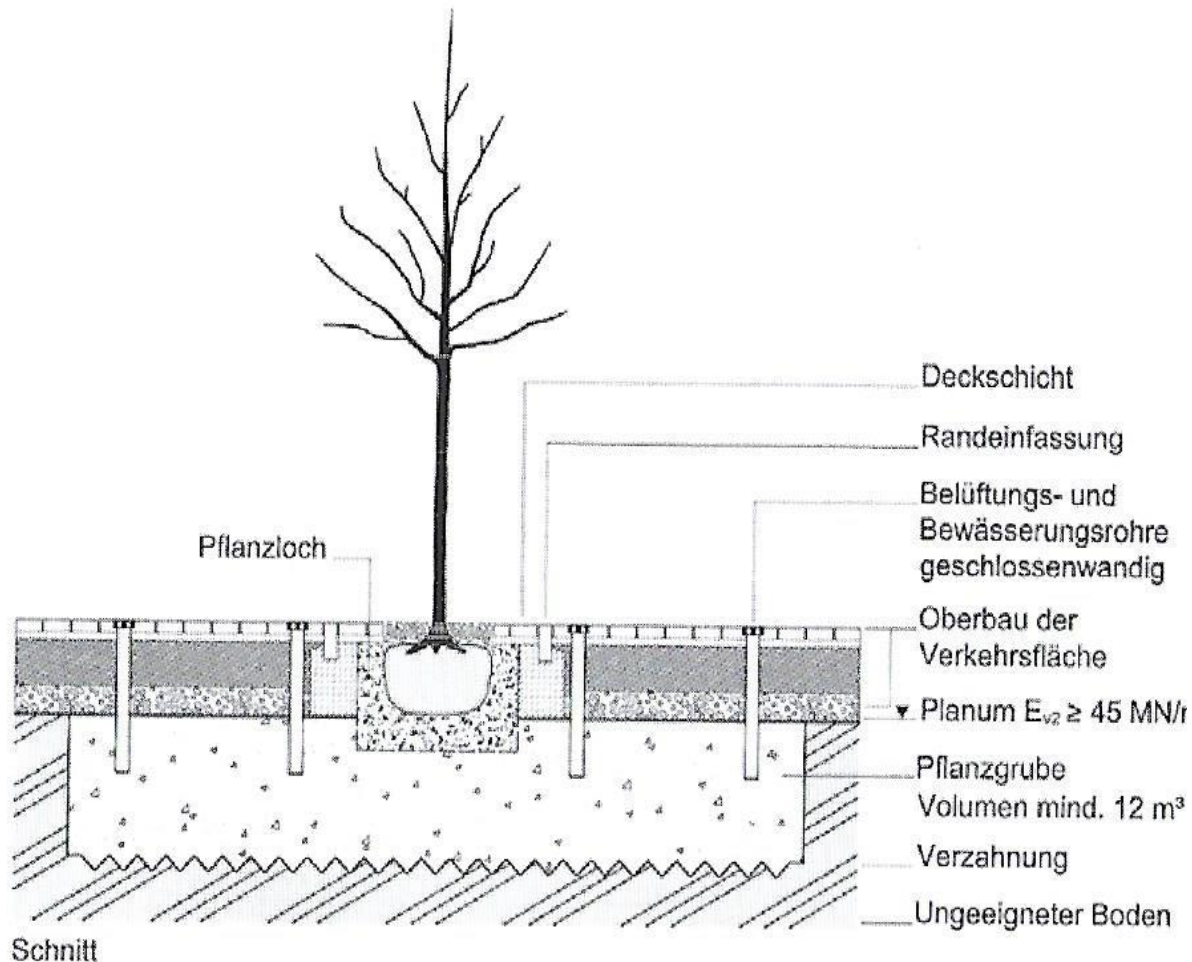


**Abbildung 40:** Steuerung der Wurzelentwicklung durch den Einbau von Belüftungsgräben und Belüftungsbohrungen (aus: LIESECKE, 1991)



# FLL Pflanzempfehlungen – zu wenig baumspezifisch!



Tab. 4: Anforderungen an Substrate sowie Herstellung/Einbau

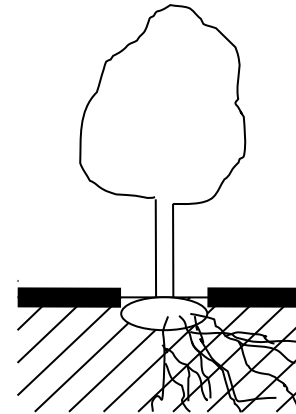
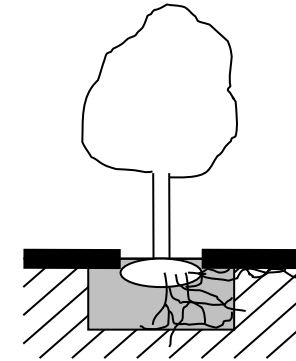
| Nr.                                                                        | Eigenschaft                               | Anforderungen                                                                                   |                        | Prüfung nach                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            |                                           | Pflanzgrubenbauweise 1                                                                          | Pflanzgrubenbauweise 2 |                                                                                               |
| Korngrößenverteilung (siehe auch Abschnitt 6.3.2)                          |                                           |                                                                                                 |                        |                                                                                               |
| 1                                                                          | Körnung <sup>1)</sup>                     | 0/11 bis 0/32 mm<br>≥ 30 Masse-% d = 0,063 – 2,0 mm                                             | 0/16 bis 0/32 mm       | DIN 18123 oder<br>DIN EN 933-1<br>DIN EN 933-4<br>DIN EN 932-3                                |
| Bodenluft-/Bodenwasserhaushalt (siehe auch Abschnitte 6.3.3, 6.3.4, 6.3.5) |                                           |                                                                                                 |                        |                                                                                               |
| 2                                                                          | Wasserdurchlässigkeit $k_f$ <sup>2)</sup> | ≥ 5,0 x 10 <sup>-6</sup> m/s<br>(entspricht ≥ 5,0 x 10 <sup>-4</sup> cm/s<br>bzw. ≥ 0,3 mm/min) |                        | Anhang A.1, Abschnitt 5.2                                                                     |
| 3                                                                          | Wasserkapazität                           | ≥ 25 Vol.-%                                                                                     |                        | Anhang A.1, Abschnitt 5.1                                                                     |
| 4                                                                          | Luftkapazität                             | bei max. Wasserkapazität ≥ 10 Vol.-%<br>oder<br>bei pF 1,8 ≥ 15 Vol.-%                          |                        | Anhang A.1, Abschnitt 6                                                                       |
| Bodenchemie (siehe auch Abschnitte 6.3.6, 6.3.7, 6.3.8, 6.3.9)             |                                           |                                                                                                 |                        |                                                                                               |
| 5                                                                          | Bodenreaktion – pH-Wert                   | pH 5,0 – pH 8,5                                                                                 |                        | VDLUF A 5.1.1<br>(ungesiebte Probe, mind. 3-fache Einwaage)                                   |
| 6                                                                          | Organische Substanz                       | 1 – 4 Masse-%                                                                                   | 1 – 2 Masse-%          | DIN EN 13039<br>(gemessen an der ungesiebten Probe)                                           |
| 7                                                                          | Salzgehalt                                | 150 mg/100 g<br>(im Wasserauszug)<br><br>100 mg/100 g<br>(in gesättigter Gipslösung)            |                        | VDLUF A 10.1.1<br>(mg/100g), Umrechnung in g/l)<br>(ungesiebte Probe, mind. 3-fache Einwaage) |
| 8                                                                          | Nährstoffgehalt                           | Deklaration nach Düngemittelverordnung, Nährstoffzugabe erst bei der Pflanzung                  |                        |                                                                                               |
| Tragfähigkeit, Verdichtung (siehe auch Abschnitt 6.4.2)                    |                                           |                                                                                                 |                        |                                                                                               |
| 9                                                                          | Verformungsmodul $E_{v2}$                 | keine Anforderung                                                                               | ≥ 45 MN/m²             | Statisch nach<br>DIN 18134<br>TP BF-StB, Teil B, 8.3                                          |
| 10                                                                         | Verdichtungsgrad $D_{Pr}$                 | 83 % – 87 %                                                                                     | ≤ 95 %                 | DIN 18125-2                                                                                   |

# Vorgehensweise bei versiegelter Standortsituation – gelenktes Wurzelwachstum



## Minimalvorgaben?

12m<sup>3</sup> 16m<sup>3</sup> 24m<sup>3</sup> 30m<sup>3</sup>





## Bestandteile strukturstabiler Substrate (Herstellerangaben)

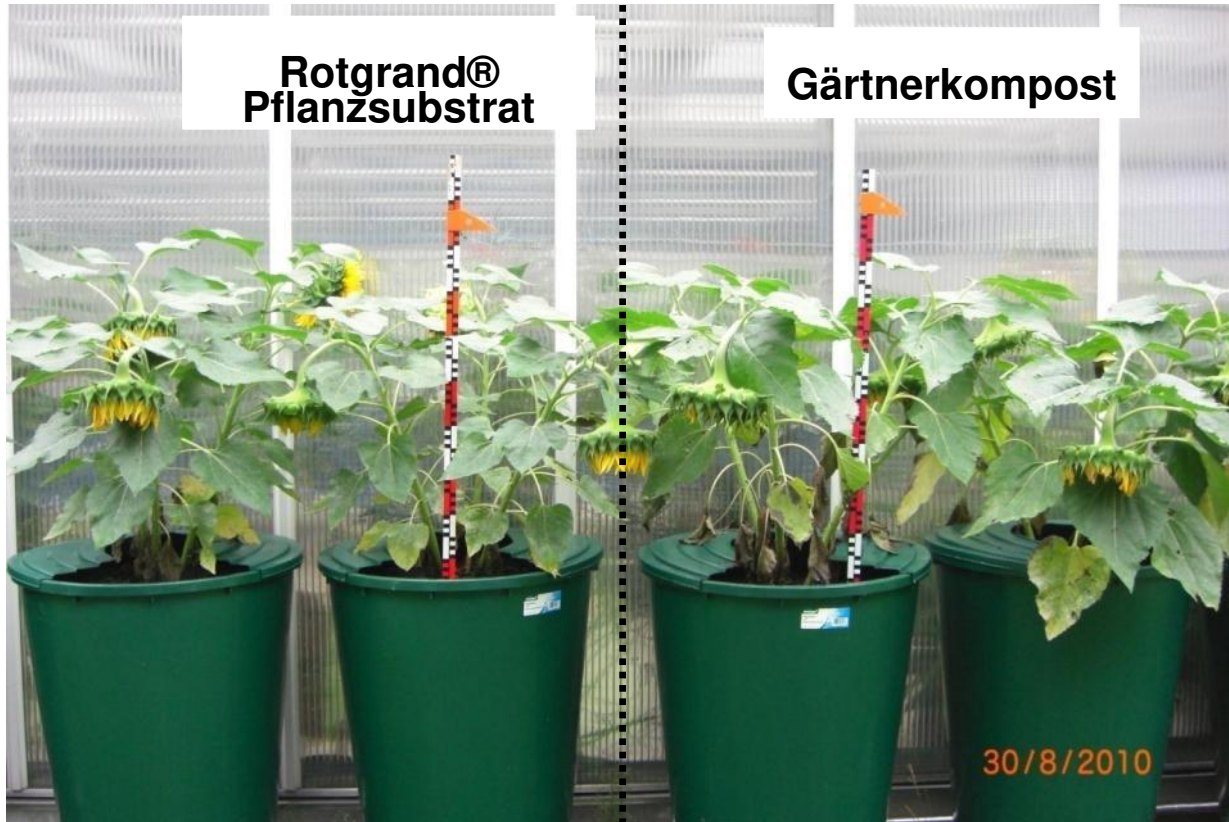
Rostasche  
Aktivkohle  
Sand  
Oberboden  
Löß  
Lava  
Bims  
gütesicherter (RAL) Rindenhumus  
Grüngutkompost  
Depotdünger (organisch, mineralisch)  
Mykorrhizapilze



offenporig und mit hohem Gesamtporenvolumen  
stabiles und sauberes Material  
frei von Wurzelunkräutern  
entmischungssicher  
über 2m Grubentiefe nutzbar  
druckfest  
hohe Wasserdurchlässigkeit  
hervorragende Nährstoffversorgung  
vegetationstechnisch unbedenklich  
umweltverträglich  
wiederverwertbar

**Fehl: exakte Angaben zum pH-Wert, Nährelemente, Gütesicherung, Rückstände PSM**

# Pflanzenwachstum in strukturstabilen Substraten



(Parche, 2010)

**Gärtnerkompost  
-Kontrolle-**

**Rotgrand®  
Pflanzsubstrat**

**0-20 cm**

**20-40 cm**

**40-60 cm**

**60-80 cm**



**Praxistest**



## Langjährige Praxisstudien: offene und versiegelte Fläche



# Langjährige Praxisstudien: offene und versiegelte Fläche













## Ziele:

schnelle  
Wurzelbildung

tiefes Wachstum

viele  
Symbionten

keine  
Schaderreger

# Anwuchs sichern!



(Mirke, 2018)



Viele Symbionten bringt eine gute Baumschulware mit!

- **Mykorrhiza** – pilzüberzogene Wurzelspitzen bei der Bodenkontrolle sichtbar!



# Entwicklung Bodenluft



$O_2$  >19 %

$CO_2$  < 3 %

$CH_4$  < 1 %

## Entwicklung pH-Wert



Pflanzjahr

**8,1**



nach 7 Jahren

**7,0**

**pH (in CaCl<sub>2</sub>)**



nach 12 Jahren

**7,0**

# Entwicklung Makronährstoffe



Pflanzjahr

nach 7 Jahren

nach 12 Jahren

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| N <sub>min</sub>              | 18 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 57 |
| K <sub>2</sub> O              | 28 |
| Mg                            | 58 |

|    |
|----|
| 41 |
| 84 |
| 21 |
| 13 |

|    |               |
|----|---------------|
| 6  | mg/kg Boden   |
| 41 | mg/100g Boden |
| 20 | mg/100g Boden |
| 10 | mg/100g Boden |

# Oberflächenpflege



Fläche begeh- und befahrbar

Unrat gut zu beseitigen

Substrat wird ausgetragen

nur mit Originalsubstrat auffüllbar

keine Wildkrautentwicklung

Wasser dringt gut ein

optisch keine Veränderung

stabiler Zustand

# Pflege von strukturstabilen Pflanzenstandorten - Wildkraut



## Keimtest auf Praxisböden

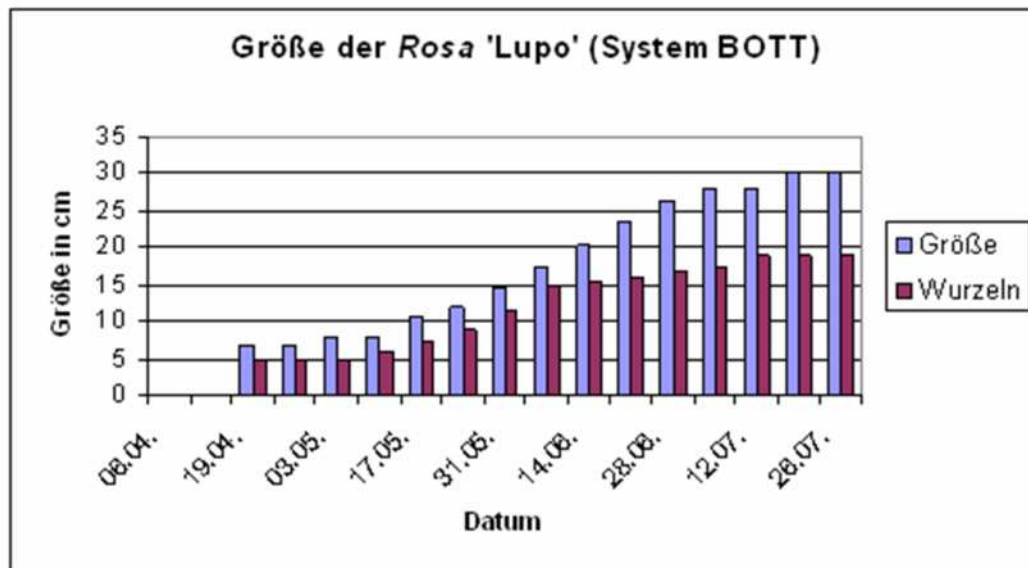
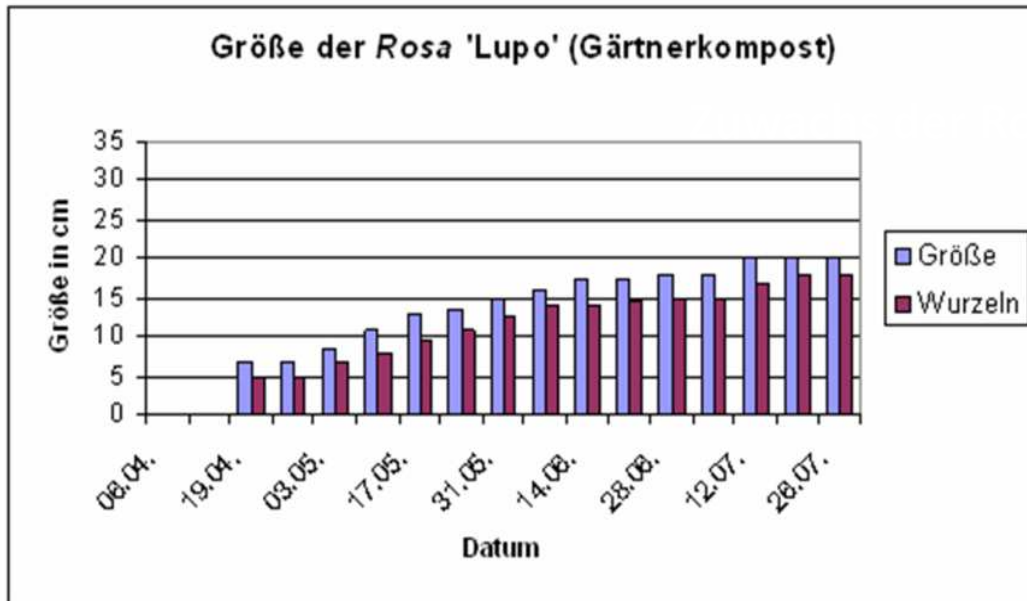
### Beifuss



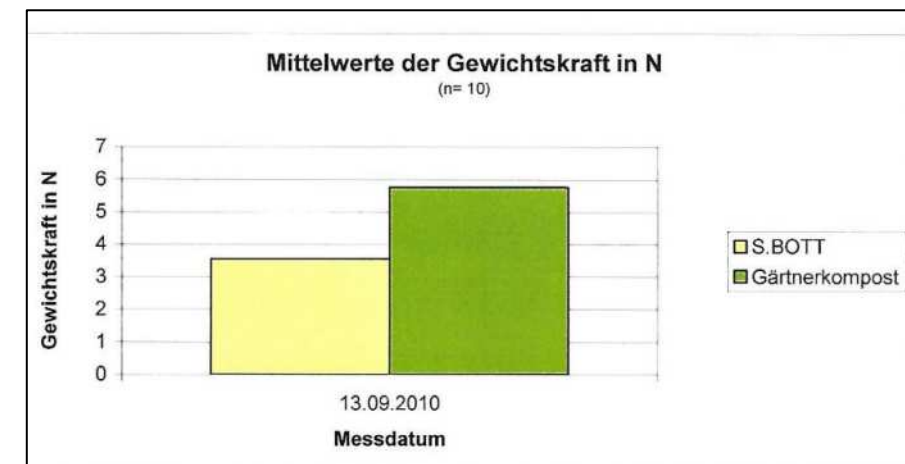
### Rainfarn



(Land 2010)



(Land 2010)

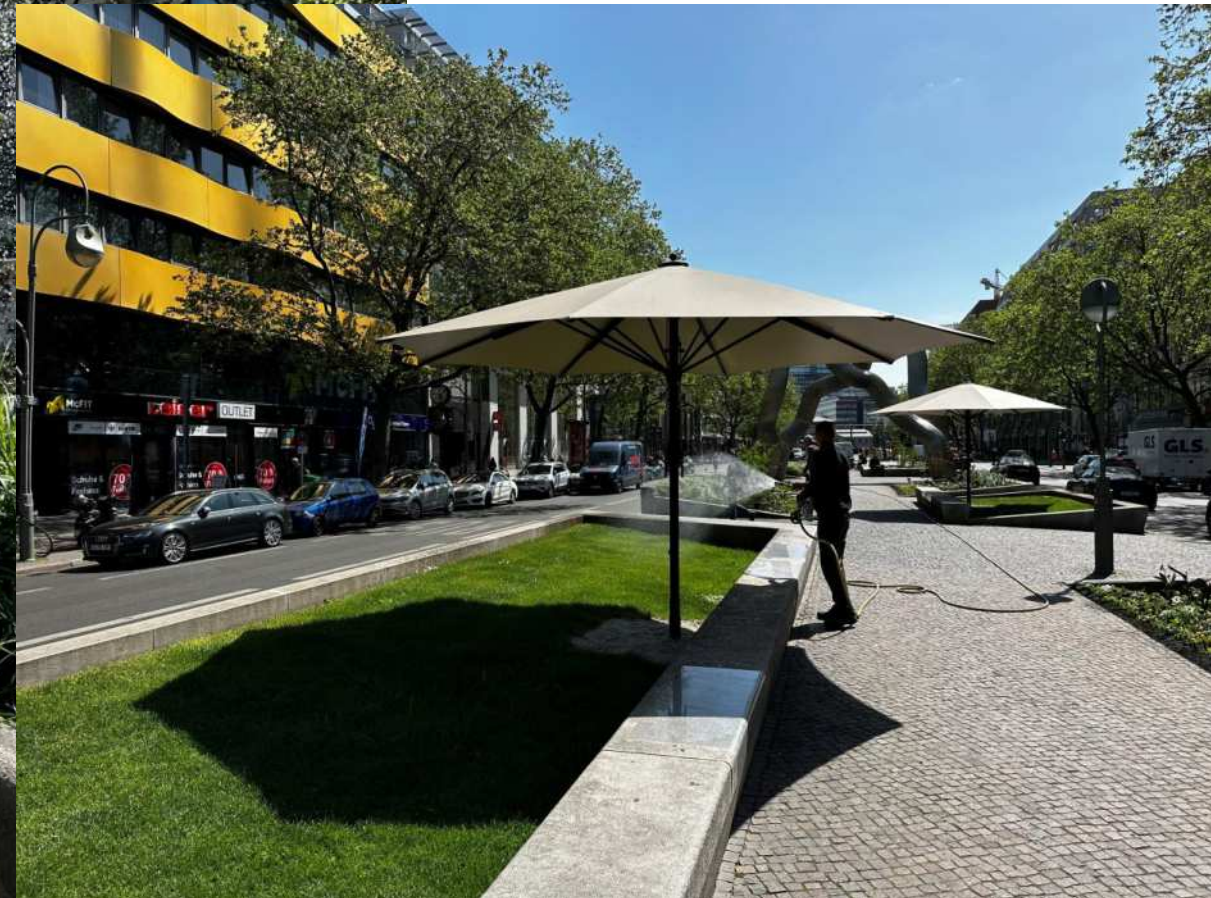






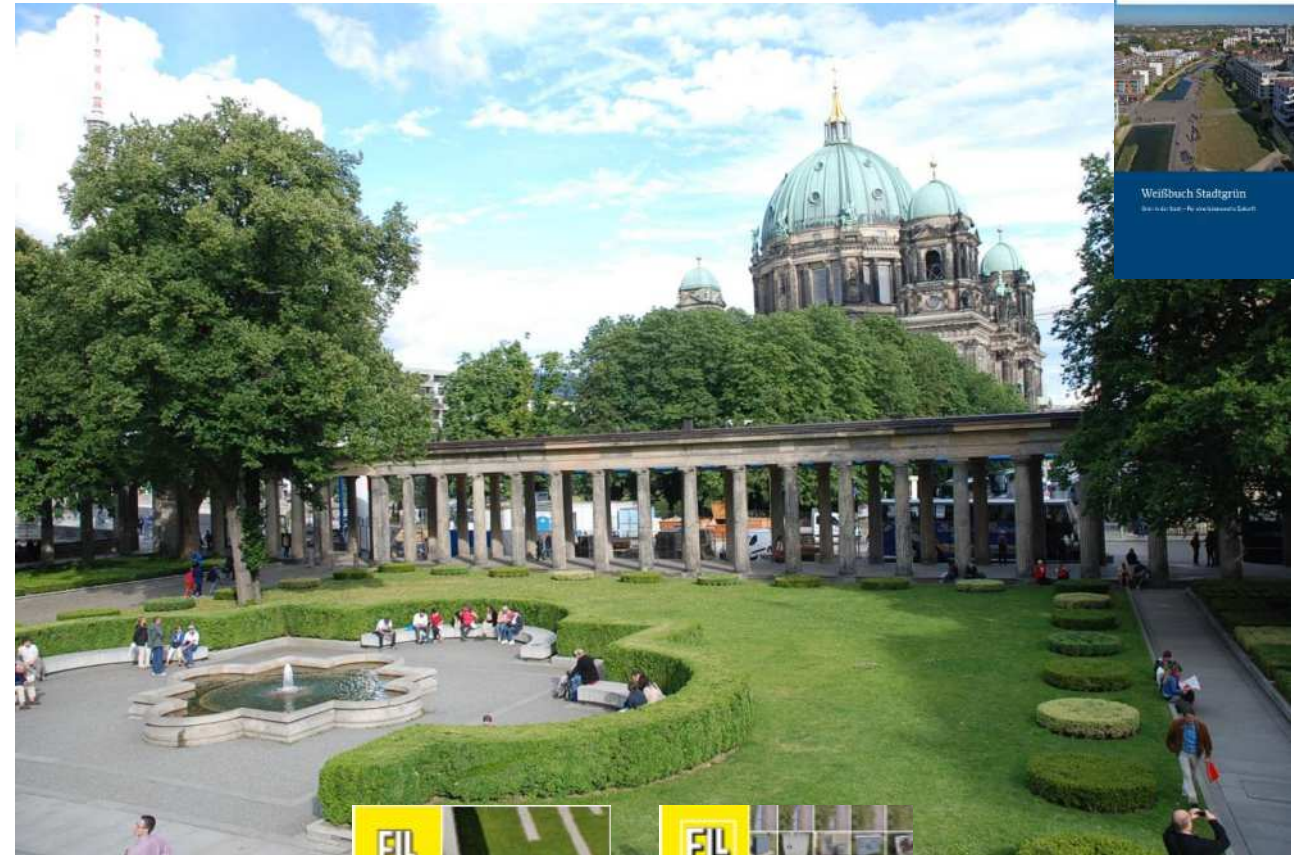
## Gute Infiltration von

- Niederschlägen
- Wassergaben



# Fazit: Ertragsdenken – funktionales **garantiertes** Stadtbild im Ergebnis!

- Denken in **Wertschöpfungsketten**
- Nachhaltigkeit
- Handeln im kontinuierlichen Prozess
- Monitoring und Controlling
- **Out-put-orientiertes Handeln**



**Monetäre Ansätze allein sind nicht zielführend,  
z. B. Städtebauförderung, Entschädigungsfonds**



Bildqualitätskatalog

# Vorbereiten mit Weitsicht?

- Analyse des Ortes
- Pflanzenstandorte sichern
- Veränderungen des Ortes vorhersehen
- Pflege integrieren und verstetigen

**QS-System: Planung in der Gesamtverantwortung**



A group of about ten people are walking away from the camera across a large green lawn. They are dressed in casual to semi-formal attire, including sweaters, jackets, and trousers. In the background, a row of trees with vibrant autumn foliage in shades of orange, red, and yellow separates the lawn from a city street. Several cars are visible on the road. Beyond the street, a dense urban landscape is visible, featuring various buildings, including a prominent tall glass skyscraper and a large, modern building with a white, angular roof. The sky is overcast.

# Wohin führt der Weg?

**Ich danke für Ihr Aufmerksamkeit**