

# Multifunktionale Pflanzgruben & Baumsubstrate

**Hes·SO** GENÈVE  
Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale

Lausanne, 30.4.24, Prof. Pascal Boivin & Emmanuel Graz



**Ville de Lausanne**



[vsa.ch/kontakt](https://vsa.ch/kontakt)



## Inhaltsverzeichnis

1. Kontext
2. Ziele
3. Grundsätze für den Bau und Umsetzung
4. Dimensionierung des Systems
5. Reinigung von Strassenabwasser
6. Ausblick



1.

# Kontext



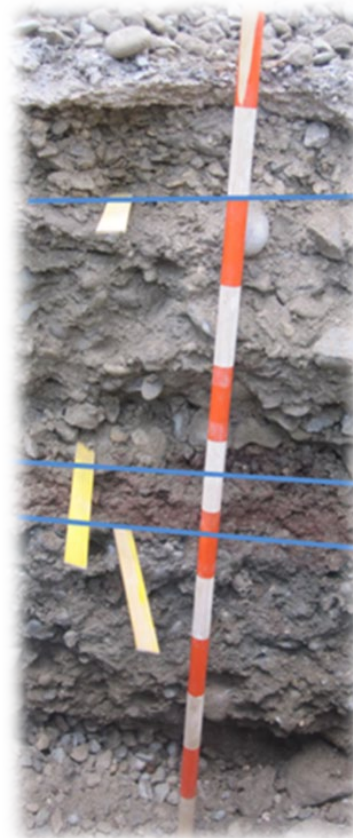


# Einige Herausforderungen der urbanen Gebiete

Pflanzungen, die nicht überleben; Hitzeinseln - Klimawandel



Teure Pflanzgruben



Anthrosol  
(anthropogene  
Böden) von sehr  
schlechter Qualität

Bäume mit einer  
lächerlichen  
Lebenserwartung,  
ständige  
Misserfolge bei  
Pflanzungen.





# Einige Herausforderungen der urbanen Gebiete

Mit komplexen Schadstoffen belastetes Regenabwasser



*From David Sedlak: 4 ways we can avoid a catastrophic drought - Ted<sup>x</sup> Marin*

Verband Schweizer  
Abwasser- und  
Abfallwirtschaft  
Verbände  
Association suisse  
des professionnels  
de la protection  
de l'environnement  
Association suisse  
des professionnels  
de la protection  
de l'environnement  
Verband Schweizer  
Abwasser- und  
Abfallwirtschaft  
Verbände



ABWASSERBEWIRTSCHAFTUNG BEI REGENWETTER  
GESAMTPAKET



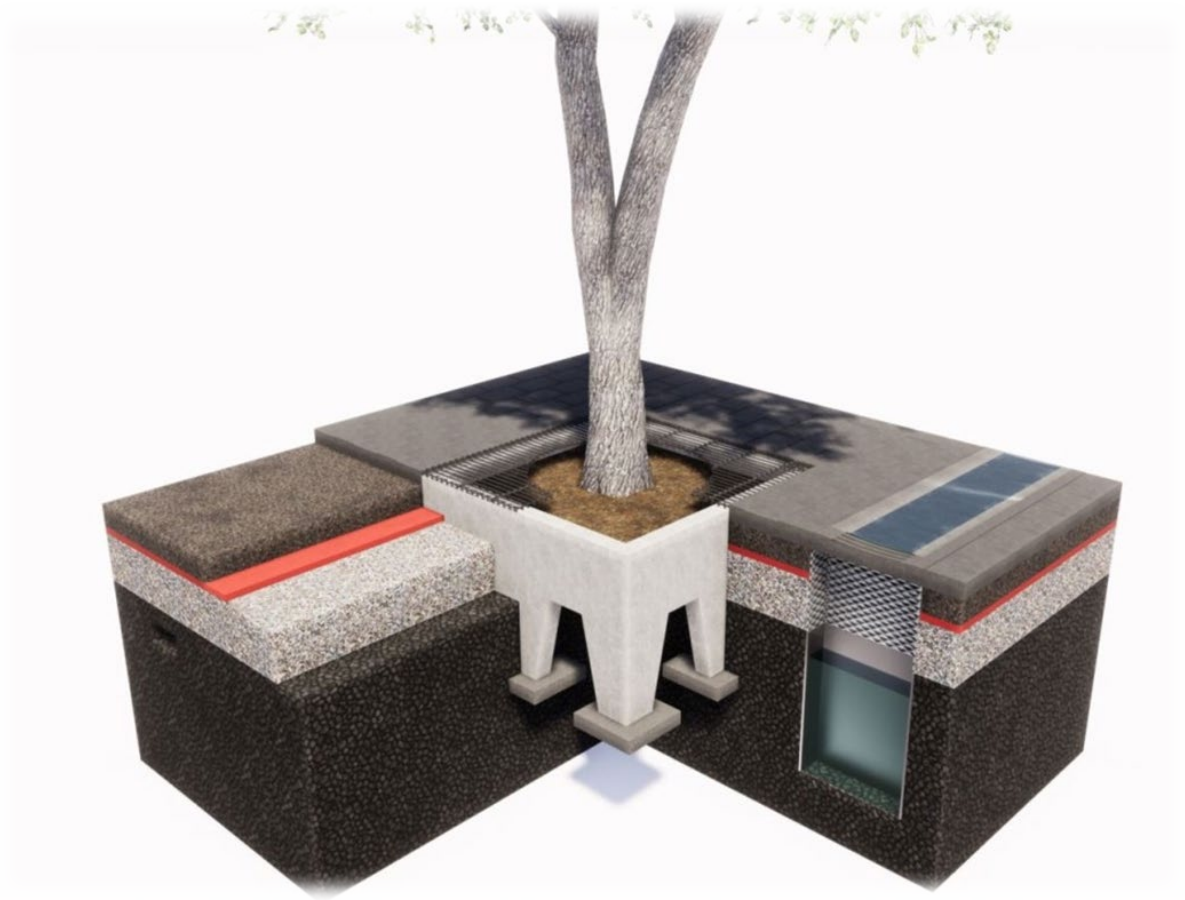
Richtlinie für den Umgang mit  
dem Regenwasser  
(Versickerung und  
Behandlung) des VSA

# Eine partielle Antwort: Urban Stockholm project



Ein Baumsubstrat, das Pflanzenkohle (Biochar) und Kompost enthält.

Zweck: Versickerung von Strassenwasser zur Bewässerung von Bäumen.

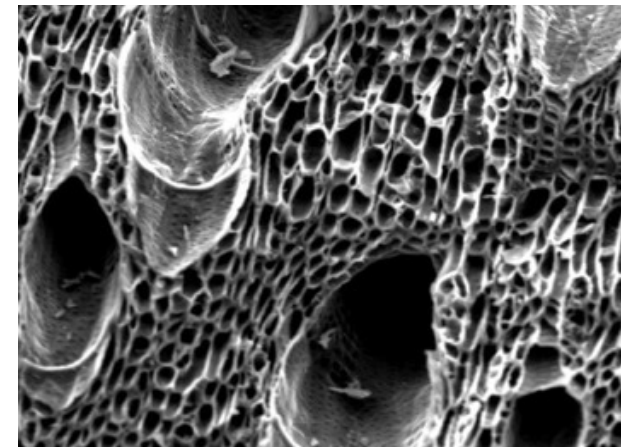




# Die Pflanzenkohle (Biochars)

Pflanzliche Biomasse (vorzugsweise holzig)

- Pyrolyse: Verbrennung unter Sauerstoffabschluss
- Wärme- und Methanproduktion
- Stabilisierung eines Teils der Biomasse in Form von Pflanzenkohlen
- Ein reaktives und relativ stabiles Material.





## Ziele des Projekts Multifunktionale Pflanzgruben

1. Schwammstadt-Lösungen für den Umgang mit dem Regenwasser finden: Quantität UND Qualität
2. Lösungen für die Entwicklung der Vegetation finden (Platz für die Wurzelentwicklung)
3. Wirtschaftlich vernünftige Lösungen finden
4. Tugendhafte Lösungen für das Klima finden

### **Lösungsvorschlag:** Die Funktionen des ersten Meters des Bodens kumulieren:

- tragender Boden für (befahrbare) Oberflächen
- fruchtbarer Boden und guter Nährboden für Pflanzen
- für Luft und Wasser durchlässiger Boden
- Boden mit reinigender Wirkung



## Die multifunktionalen Pflanzgruben HEPIA / Lausanne

Prinzip, das parallel zu den Pflanzgruben nach Stockholmer-Modell entwickelt und in der Funktionalität erweitert wurde (Stockholm 2.0 😊).

Einsatz von Pflanzenkohle bei der Vorbereitung eines Baumsubstrats

- Sehr hohe Fruchtbarkeit
- Sehr hohe Durchlässigkeit, Wasser- und Luftreserve
- Hervorragender Rückhalt (Reinigung) von Schadstoffen
- Stabil im Wasser

Multifunktionale Pflanzgruben

- Versickerung
- Reinigung / Schadstoffrückhalt
- Unterstützung und Erfolg von Pflanzungen



## Das Baumsubstrat (TP70)

TP für "Terra Preta" (Terra Preta)  
Sehr hoher Anteil an Pflanzenkohle

Prozess :

- Aktivierung der Pflanzenkohle
- Grosser Vorrat an Dünger
- Aggregation: Wasserstabilität und hohe Durchlässigkeit ( $\rightarrow 5000 \text{ mm h}^{-1}$ )





## Eigenschaften von TP70 - Fruchtbarkeit

Fruchtbarkeit: besser als Gartenbausubstrate - keine Düngung erforderlich



Anbau von Basilikum  
Rechts TP70  
Links gedüngter heller Torf



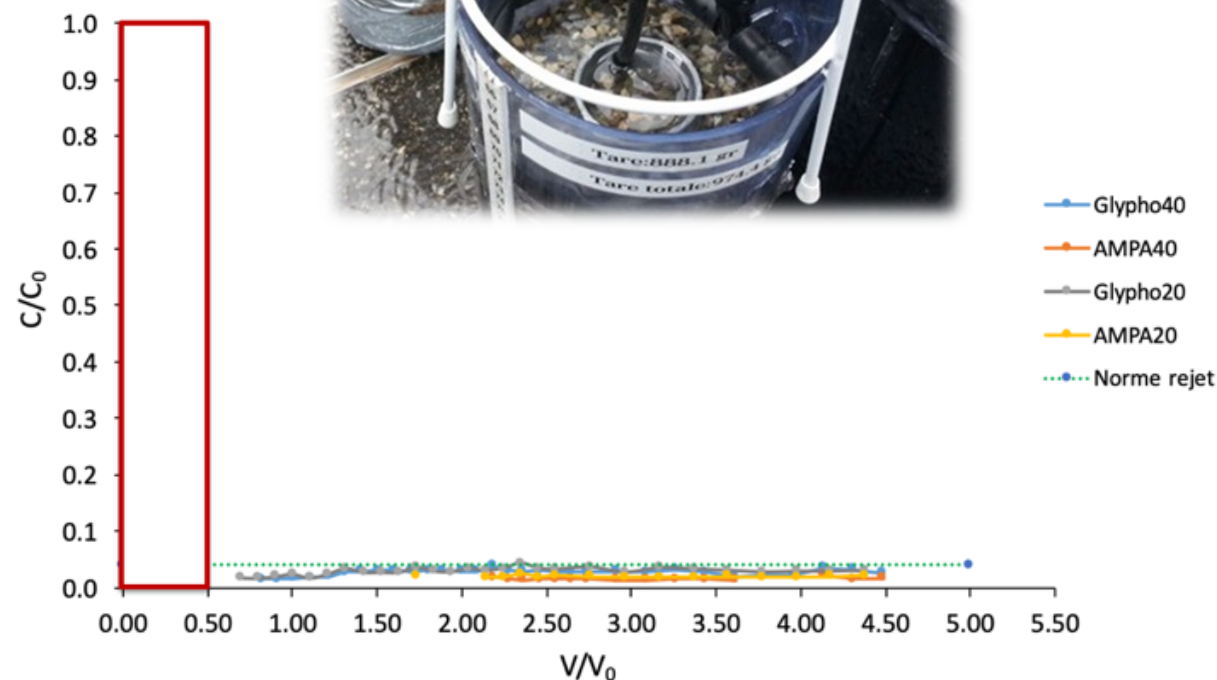
## Eigenschaften von TP70 - Schadstoffrückhalt

Sehr guter Rückhalt von  
Strassenschadstoffen

- > 70% auf Partikel und 100% Metalle

Sehr guter Rückhalt von Pestiziden

- 100 % Diuron; Linuron;  
Pendimethalin; Chlorothalonil;  
Epoxyconazol; Pendimethalin.
- > 75% Glyphosat, AMPA



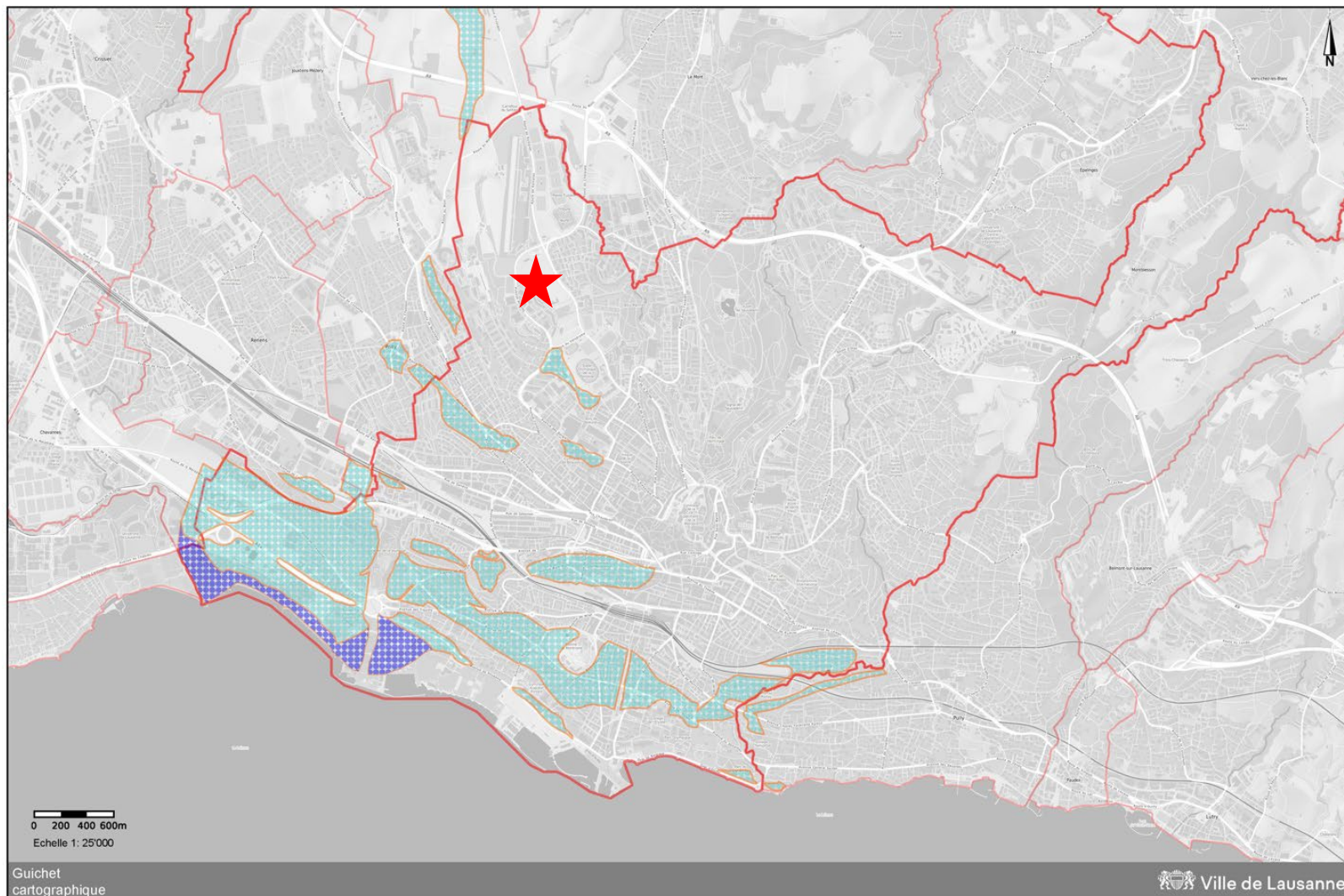
## Kontext

- Ökoquartier Plaines-du-Loup :  
Erster öffentlicher Raum, der zu einer  
Rückhaltung von Regenwasser auf 20 l/s x ha  
verpflichtet wurde
- Sehr hohe Dichte (2,5 m<sup>2</sup> pro Einwohner).  
und allgemeines Gefälle des Geländes zwischen  
2% und 6%.





# Karte der Versickerungspotentiale

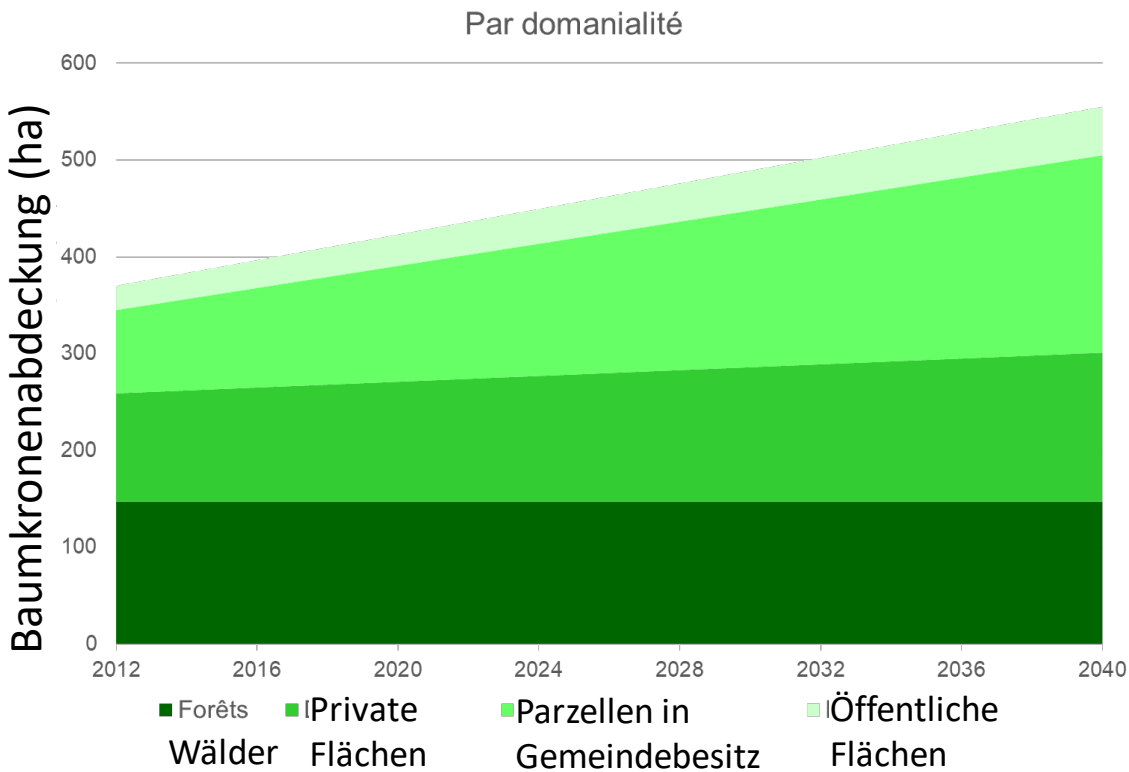


## Kontext

- Keine Möglichkeit zur Versickerung



# Prinzip der Zielvorgaben Baumkronenabdeckung und des Klimaplane



HEPIA Sols et Substrats und SPADOM Stadt Lausanne





## Kontext

### Allgemeiner Zustand Baumbewuchs in den Strassen von Lausanne





## 2. Ziele





## Ziele des Projekts Multifunktionale Pflanzgruben

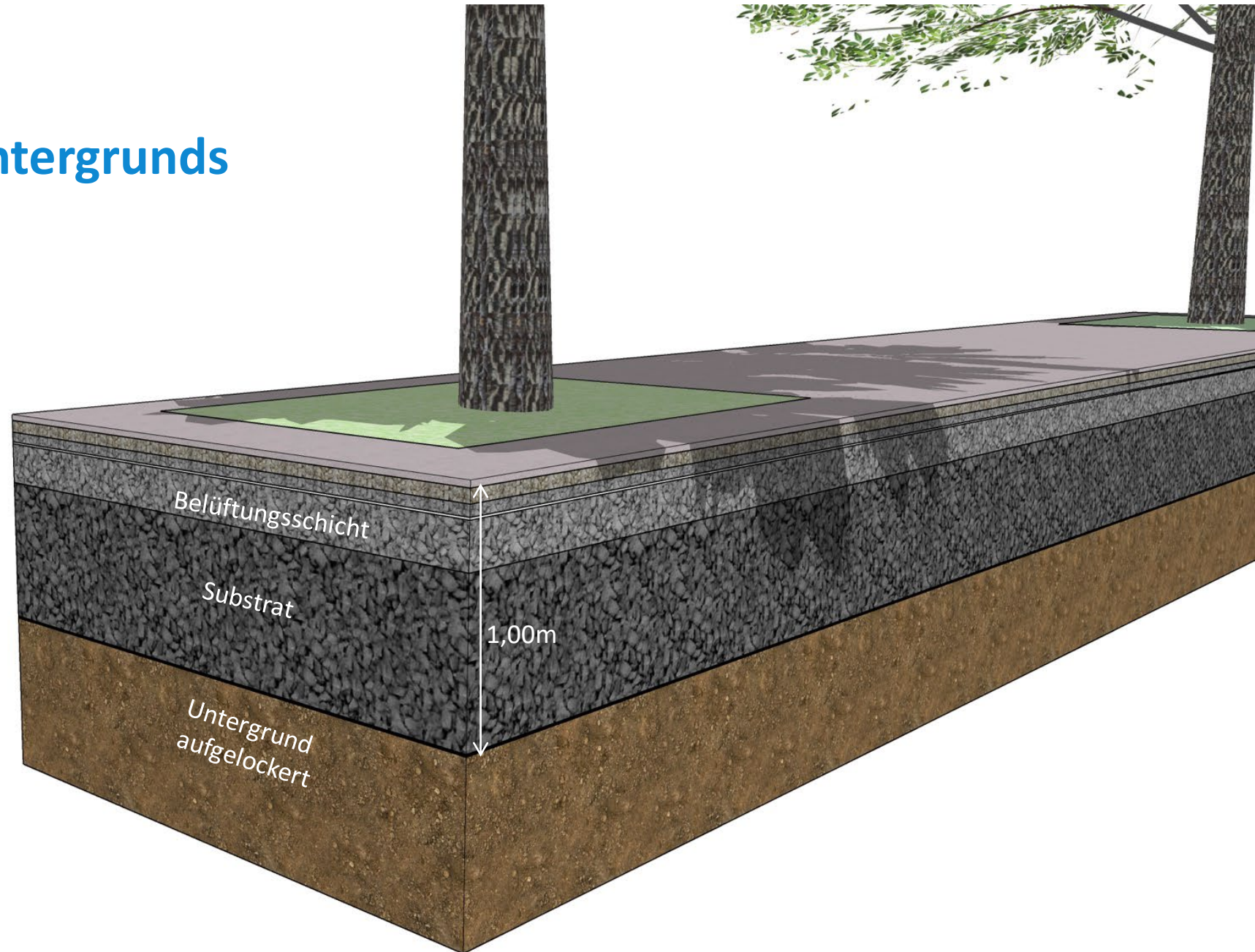
1. Schwammstadt-Lösungen für den Umgang mit dem Regenwasser finden: Quantität UND Qualität
2. Lösungen für die Entwicklung der Vegetation finden (Platz für die Wurzelentwicklung)
3. Wirtschaftlich vernünftige Lösungen finden
4. Tugendhafte Lösungen für das Klima finden

**Multifunktionaler Lösungsvorschlag:** Die Funktionen des ersten Meters des Bodens kumulieren:

- tragender Boden für (befahrbare) Oberflächen
- fruchtbarer Boden und guter Nährboden für Pflanzen
- für Luft und Wasser durchlässiger Boden
- Boden mit reinigender Wirkung

# Der erste Meter des Untergrunds

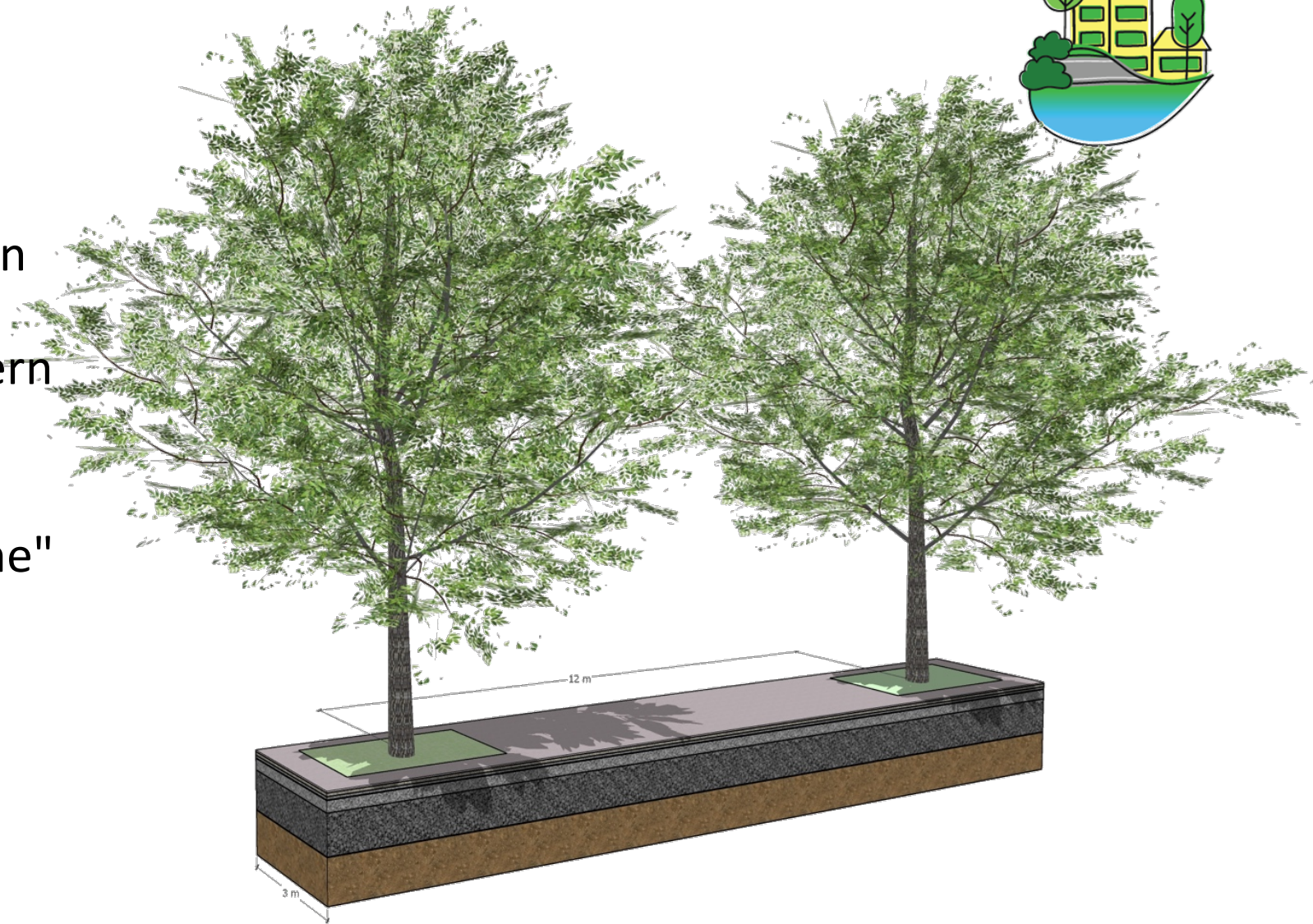
tragender Boden  
fruchtbarer Boden  
durchlässiger Boden



## Ziele - Wurzelraum

Platz für die Wurzeln gewinnen  
(man will nicht mehr von  
Pflanzgruben sprechen, sondern  
von **durchgehenden Böden**) :

- Dimensionierung gemäss  
Studie «unsere Genfer Bäume»  
40 bis 100 m<sup>3</sup>



Durchgehender Boden / 36 m<sup>2</sup> pro Baum



## Ziele - kein Oberboden

Begrünung der Stadt ohne Verbrauch von Oberboden :

- 1 Baum → 36 m<sup>2</sup> von Technosol
- 36 m<sup>2</sup> Technosol → 8 m<sup>3</sup> Oberboden
- 500 Bäume/Jahr → 4'000 m<sup>3</sup> Oberboden
- 4'000 m<sup>3</sup> natürlicher Boden → 13'300 m<sup>2</sup> verlorene Grünfläche

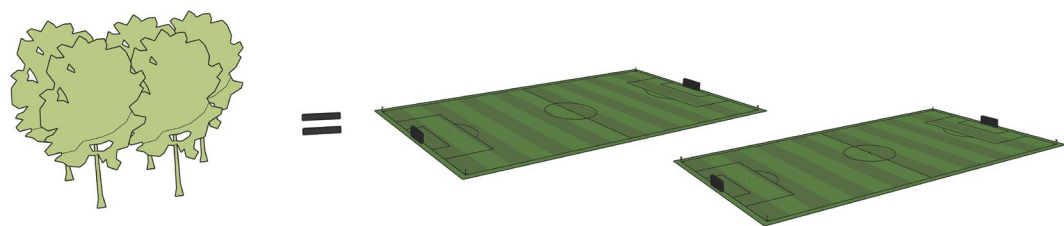


**1 Jahr**

500 Bäume

**2 Fussballplätze**

Ca. 13'000 m<sup>2</sup>

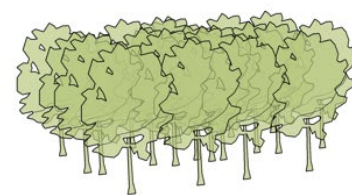


**5 Jahre**

2500 Bäume

**10 Fussballfelder**

Parc de Valency (Lausanne)



500 Bäume/Jahr → 4'000 m<sup>3</sup> Boden

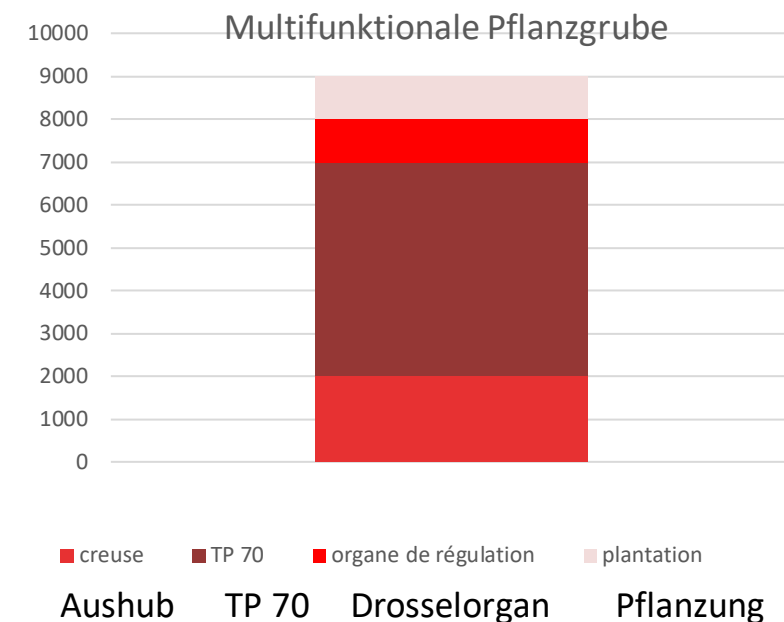
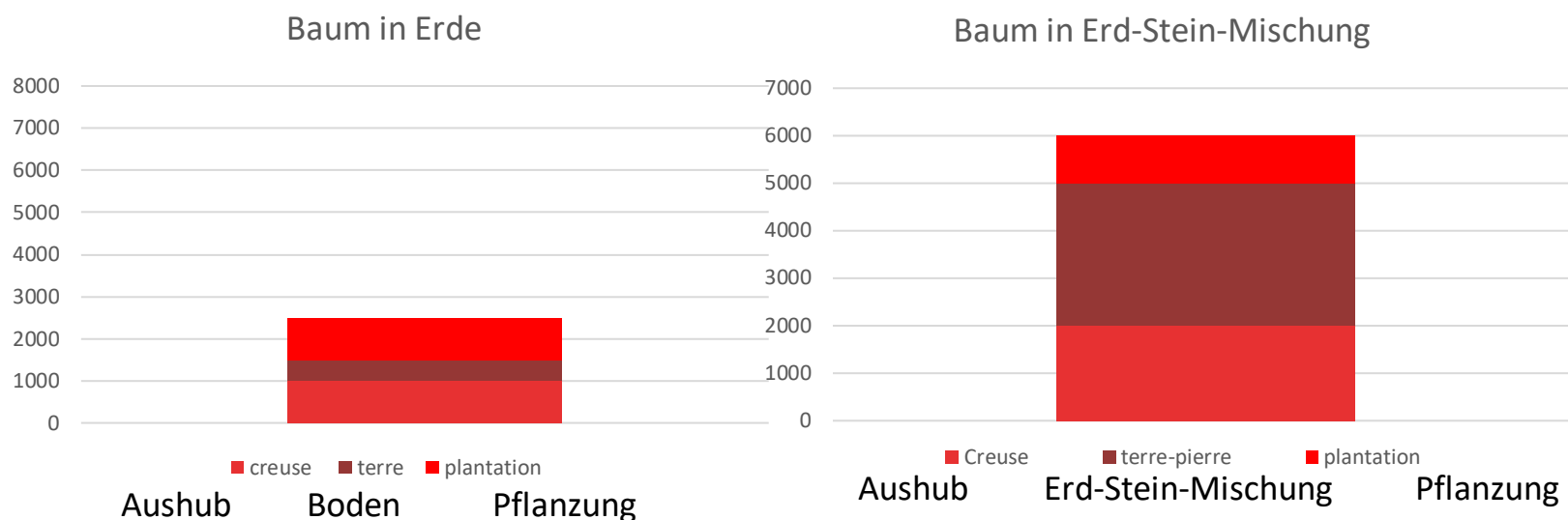
➤ 4'000 m<sup>3</sup> Land → **13'300 m<sup>2</sup>** verlorene Grünfläche



## Ziele - Kofinanzierungen

Zusätzliche Finanzierungen finden:

- Regenabwassergebühren
- Kosteneinsparung auf der ARA
- Bau der vorgeschriebenen Regenrückhaltebecken
- Vorfilterung von Strassenabwasser

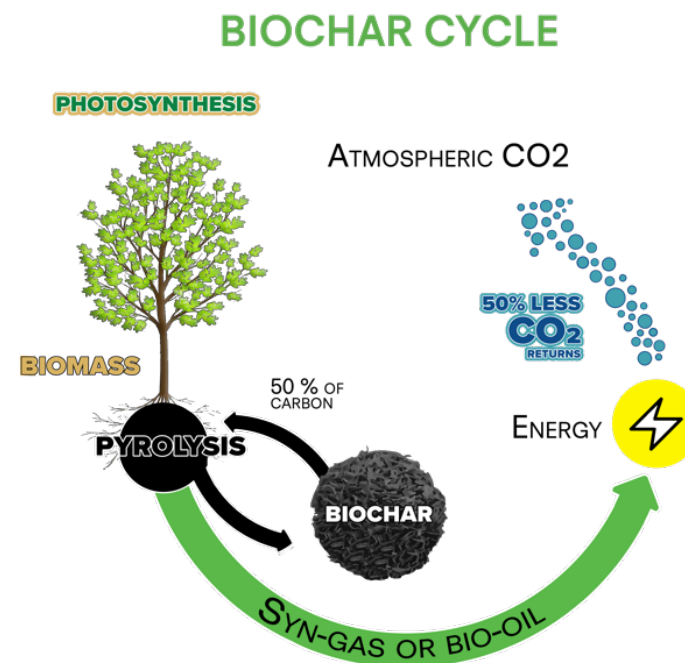
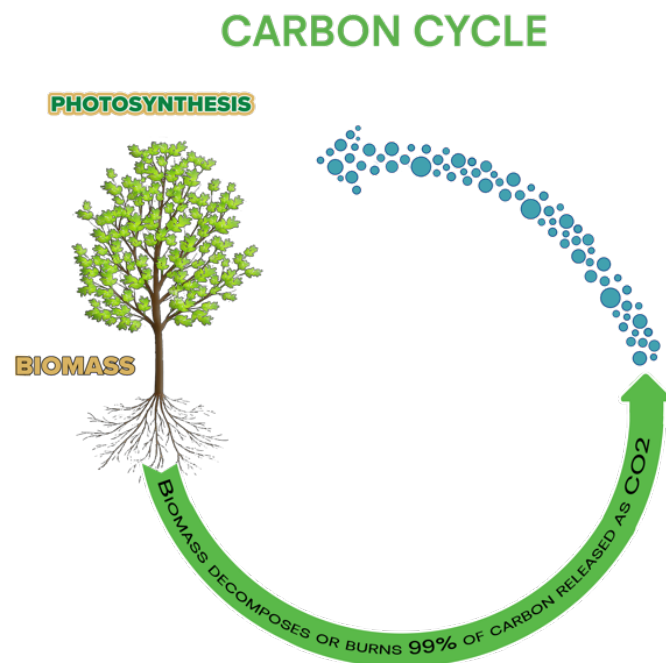




# Ziele - Kohlenstoffspeicherung

CO<sub>2</sub>-Langzeitspeicherung :

- 1 m<sup>3</sup> TP70 → mindestens 1 Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent<sub>2</sub>
- Beispiel Ökoquartier → mindestens 540 Tonnen CO<sub>2</sub> eq<sub>2</sub>



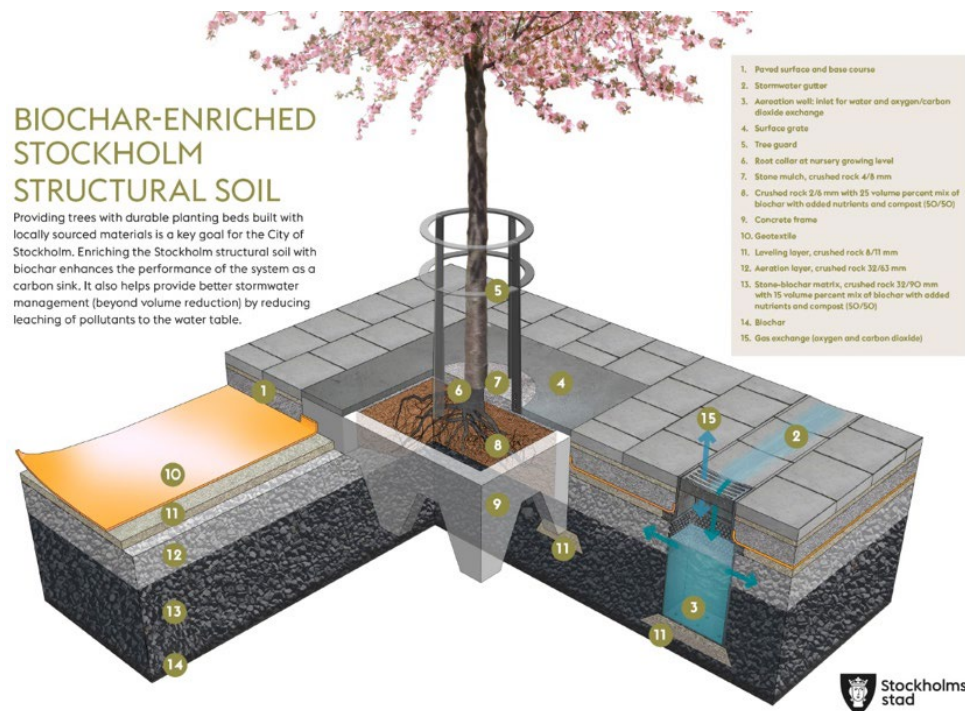


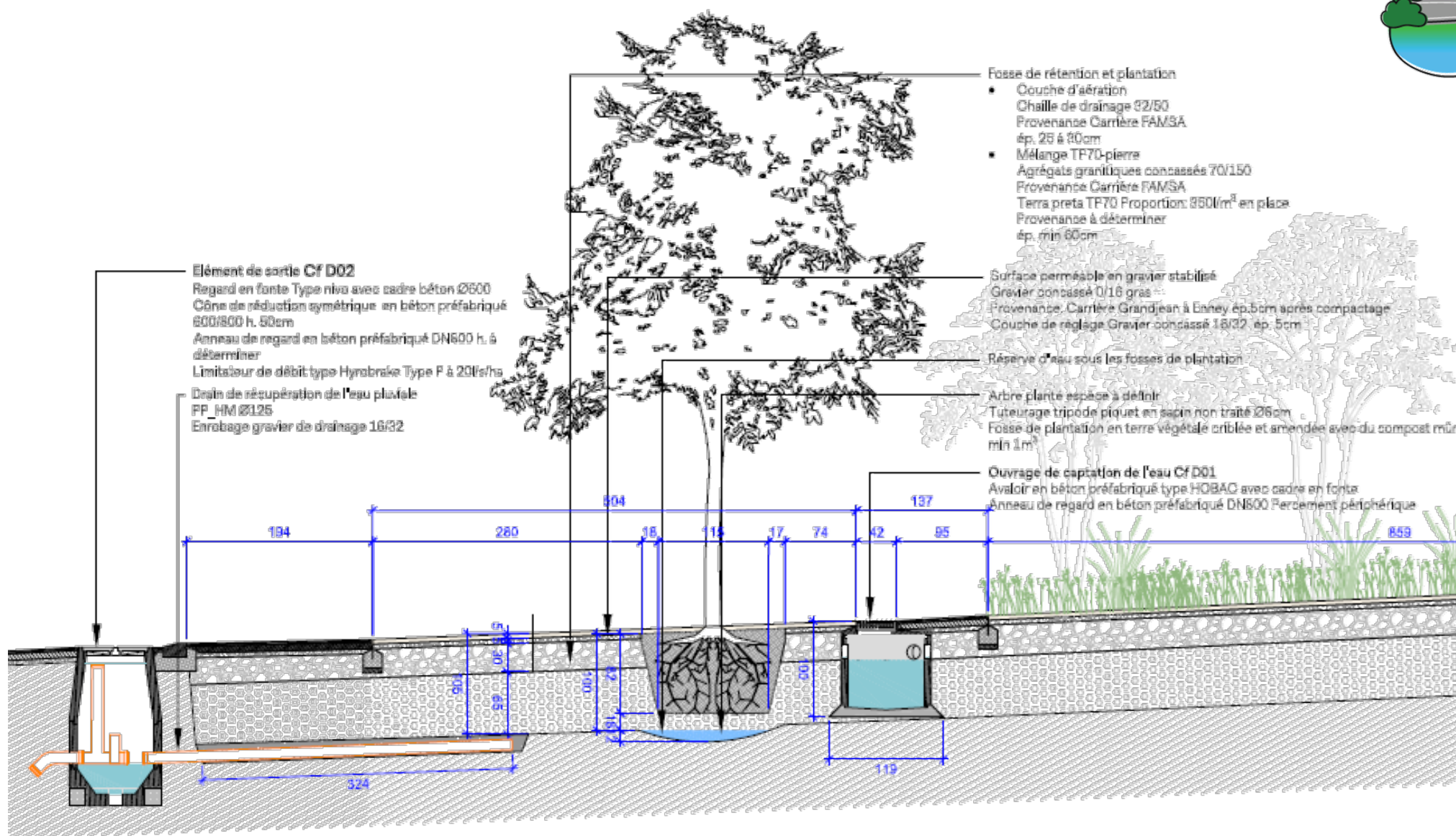
# 3. Grundsätze und Umsetzung



## Bauliche Grundsätze

- Wie Stockholmer-Prinzip, aber kontrollierter Abfluss + Bodeneigenschaften, die eine Multifunktionalität ermöglichen.
- Organisches Material = TP70 = Baumsubstrat mit Pflanzenkohle





# Bauliche Grundsätze- Umsetzung



1 m<sup>3</sup>



250 Liter/m<sup>3</sup>



# Bauliche Grundsätze - Umsetzung



Streuen von TP70



# Bauliche Grundsätze - Umsetzung



Einblasen





# Bauliche Grundsätze - Umsetzung

Vor dem Einblasen



Nach dem Einblasen



# Bauliche Grundsätze - Umsetzung



Verdichtung mit  
der Grabenwalze

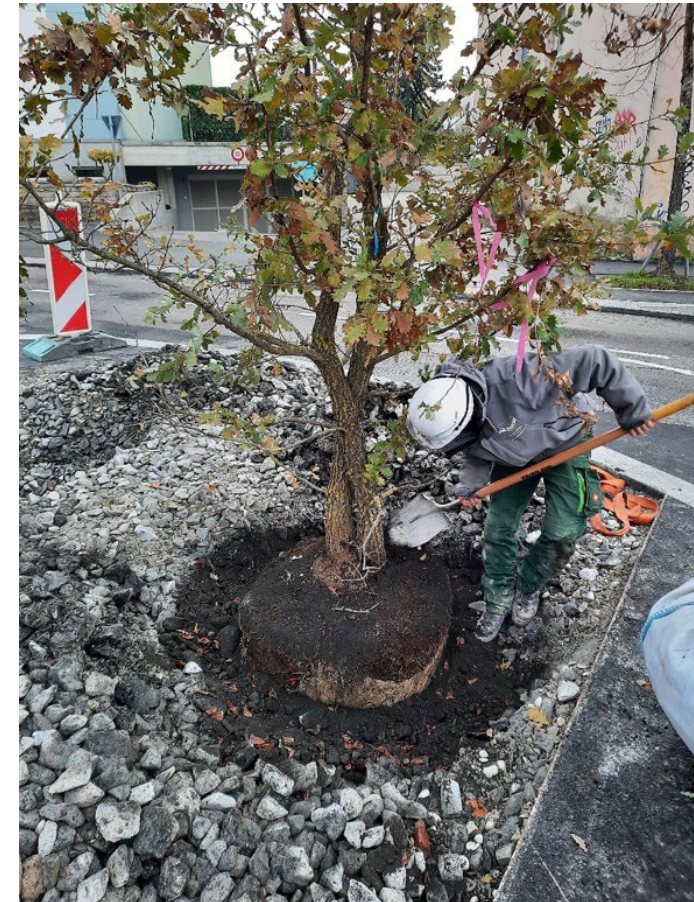


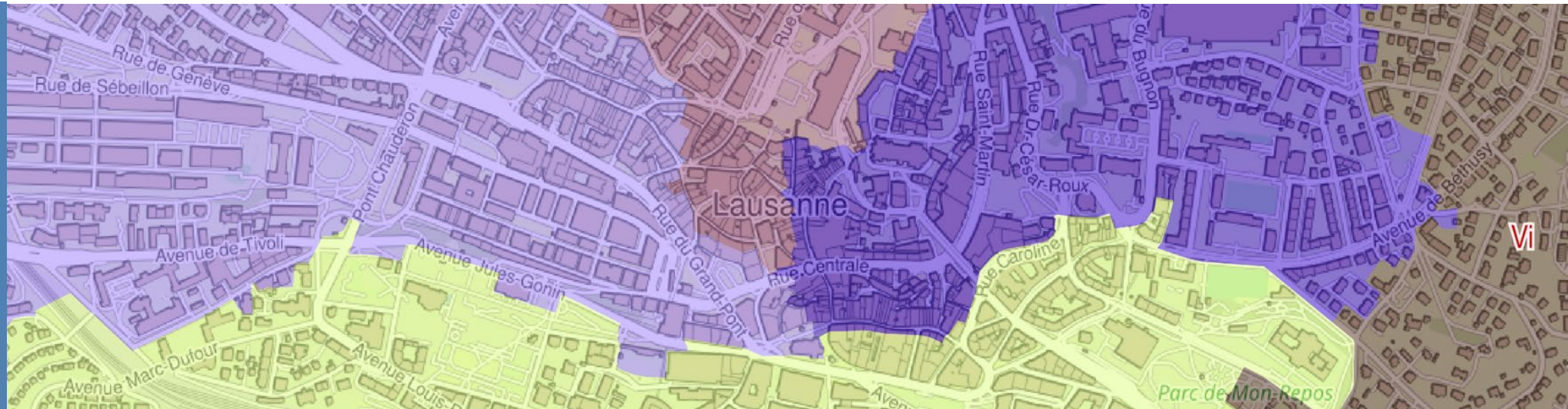
# Bauliche Grundsätze - Umsetzung

Belüftungsschicht 35/50



... und Pflanzung





4.

## Dimensionierung des Systems

# Dimensionierung des Systems

Schicht 32/50 → 350 l/m<sup>3</sup> Porosität

Baumsubstrat → 350 l/m<sup>3</sup> Porosität

→ 100 l/m<sup>3</sup> Hohlraum

→ 250 l/m<sup>3</sup> TP70

→ 18% (45 l/m<sup>3</sup>) schnelle Drainage

→ 46% (115 l/m<sup>3</sup>) nFK

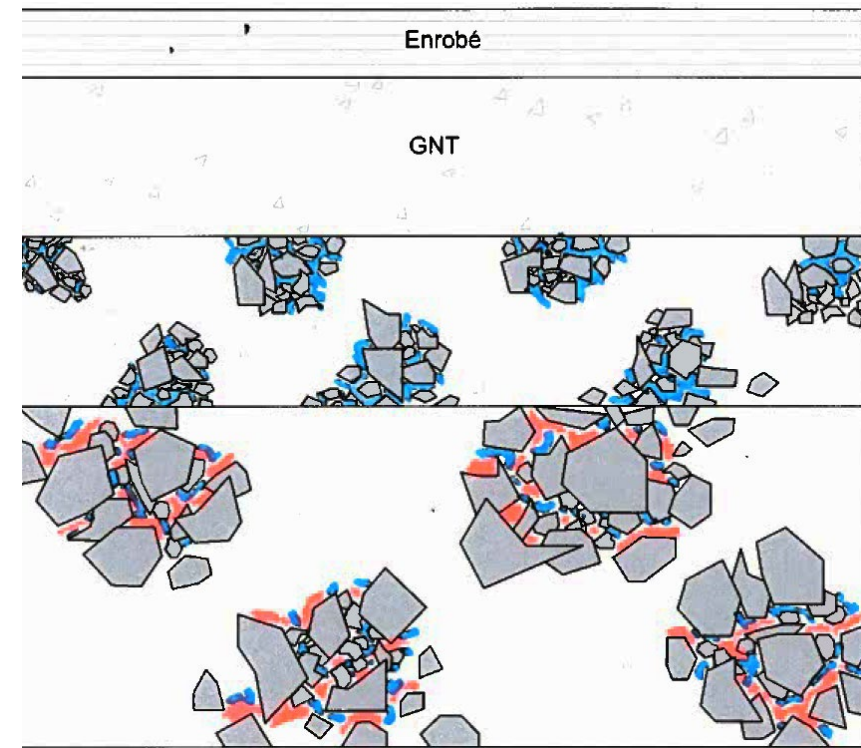
→ 8% (20 l/m<sup>3</sup>) TOT

Retention pro m<sup>2</sup>

= (350x0,3)+(100x0,6)+(250x0,6x18%) = 105+60+27 = 192 l/m<sup>2</sup> Grube

Nutzbare Feldkapazität (Bodenwasservorrat) pro m<sup>2</sup>

= (250x0,6x46%) = 69 l/m<sup>2</sup> Grube





## Dimensionierung des Systems

Prinzip: 1 m<sup>2</sup> Grube pro 5 m<sup>2</sup> Einzugsgebiet:

- Zehnjähriges Regenereignis (34 Liter/m<sup>2</sup>) ( $\rightarrow 192 \text{ l/m}^2 / 34 \text{ l/m}^2 = 5,64 \text{ m}$ )<sup>2</sup>
- Im Sommer, "trockene" Grube,  $(192 + 69) / 34 = 7,68 \text{ m}^2$
- ACHTUNG: dimensionieren, um genügend Wasser zu haben
- Bewässerung: schnell, aber massiv



## 5. Reinigung von Strassenabwasser



# Reinigung von Strassenabwasser

Herausforderungen laut VSA

- gesetzliche Auflagen

Aktuelle Lösungen

- chemische Lösungen, Filter , etc.
- Kosten

## Reinigung von Strassenabwasser

Erste Tests mit der Mischung  
TP70 - Steine

Systemtests im Labor

➤ Schülerarbeiten



Photo E. Isoz

	Cu	Zn
Getrockneter Klärschlamm (mg/kg)	410,54	1940,48
Eingebrachte Schadstoffmengen beim Einlauf (mg)	41.05	194.05
Theoretische Konzentrationen beim Einlauf (mg/L)	0.21	0.97
Beim Auslauf gemessene Schadstoffmengen (mg)	16.47	23.40
Zurückgehaltener Anteil (%)	59.86	87.94



## 6. Ausblick



## Ausblick

Verfeinerung der Funktionsweise in Hanglagen :

- welche Dimensionierung, um eine optimale Befeuchtung zu gewährleisten?
- Anpassung der Mischung (Zugabe von Sand), Anpassung der Durchflussgeschwindigkeiten?
- was ist mit Notüberläufen dazwischen, um den Druck abzulassen?



## Ausblick

Zulassung des Systems beim ASTRA :

- die notwendige Finanzierung finden
- Protokolldefinition
- Folgeprozess über 3 Jahre
- Einbeziehung anderer Städte in den Prozess

# Ausblick

TP70 Produktionskette :

- Sicherstellung der Qualität gemäss der Norm.
- Untersuchung der Arten von Biomasse, die verwendet werden sollen (im Gange), um die Kosten zu senken und lokale Ressourcen zu nutzen.
- Synergien mit anderen Nutzer von Pflanzenkohle (Wasser, ARA) finden, um lokal mit kohlenstoffhaltigen Nebenprodukten zu produzieren.
- Industrialisierung der Prozesse zur Senkung der Kosten





## Ausblick

Kofinanzierung des Systems durch andere Begünstigte :

- ARA (Sektoren im Mischsystem)
- Siedlungsentwässerung
- Vorfilterung von Strassenabwasser



## Ausblick

Verallgemeinerung des Systems in den laufenden Lausanner Projekten :

- Ökoquartier PPA1
- Avenue d'Echallens Phase 1 (750 ml)
- Route d'Oron (600 ml)





## Ausblick

Verallgemeinerung des Systems in den kommenden Lausanner Projekten :

- BHNS Borde Bellevaux (1,5 km) 2026-2028
- Tunnelplatz (9'500 m<sup>2</sup> ) 2027
- Ökoquartier PA2 (20'000 m<sup>2</sup> ) 2028-2032
- Avenue d'Echallens Phase 2 (850 m) 2027
- Avenue Ruchonnet Horizont (350m) 2032
- Avenue de la Gare Horizont (250m) 2032
- Boulevard de Grancy Horizont (580m) 2030
- ...

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

