

### Qualitäten eines Bodens für die Versickerung Herausforderungen - Grenzen - Perspektiven



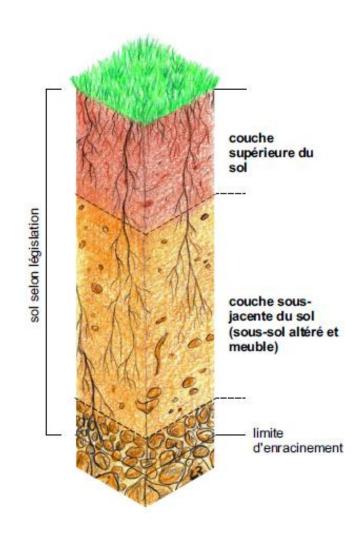


Institute of Construction and Environmental Technologies

**Prof. Fabienne Favre Boivin** 

### **Definition von Boden**

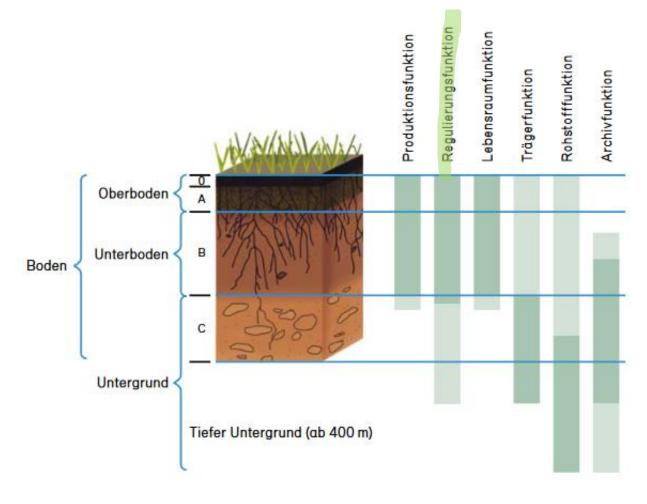
"die lockere Erdschicht der Erdkruste, auf der Pflanzen wachsen können" (USG, Art. 7, Abs. 4bis)





## Hes.so

### **Funktionen eines Bodens**



Quelle: BAFU, 2020



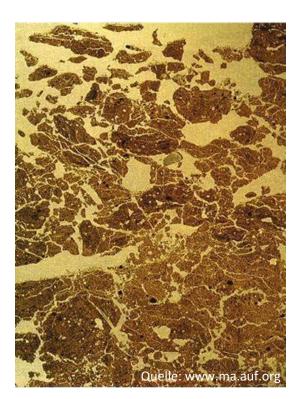


## Hesso

# 2 Eigenschaften bestimmen die Regulierungsfunktionen

 Die Porosität und die chemische Reaktivität der Bodenbestandteile





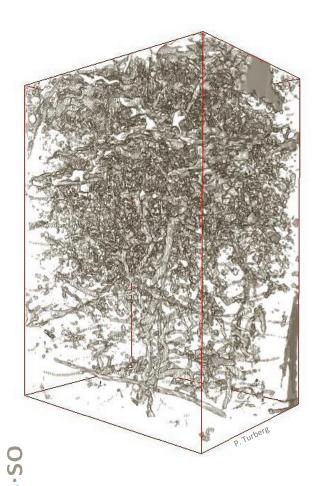




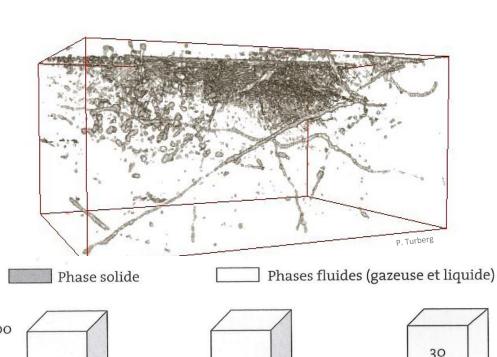


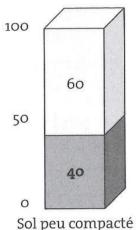


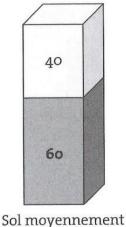
### Porosität: Der Boden ist ein Vakuum.

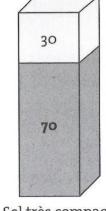


Proportion occupée par les phases solide et fluide (% du volume total de la couche de sol)









Sol très compacté



compacté

### Chemische Reaktivität

 Adsorption, Bindung verschiedener
 Schadstoffe durch sehr feine Partikel vom Typ organisches Material, Eisenoxid und Ton.



### Quantitativ (Böden an Ort und Stelle)

- Reinigungskapazität:
  - Boivin, Saade et al., 2008: Ein Jahr Autobahnverschmutzung beansprucht 0,3 % der Adsorptionskapazität eines Bodens mit niedrigem Gehalt an org. Material und Tongehalt bei einem pH-Wert von >8.
  - Entscheidend sind Textur, pH-Wert und Vegetationsbedeckung.
  - Herausforderungen: Erhaltung der org. Materials und des Tons



### Quantitativ (Böden an Ort und Stelle)

- Infiltrationskapazität, Durchlässigkeit:
  - VSA empfiehlt, eine Durchlässigkeit für einen begrünten Boden 0,5 bis 2l/min/m zu berücksichtigen<sup>2</sup> = 3\*10<sup>-5</sup> m/sec
  - Zahlen aus der Literatur für Autobahnböschungen (30 Jahre):
    - Boivin, Saade et al., 2008: Ks = 1\*10<sup>-5</sup> m/sec
  - K<sub>Sat</sub> wird in situ gemessen. Achtung: Bei
     Materialien, die bewegt werden, kann sich der K Wert<sub>Sat</sub> vorübergehend oder dauerhaft ändern.





### Quantitativ (Boden an Ort und Stelle)

Versickerungsraten verschiedener Böden (Gray, 1972)

Tableau 8.1 Capacité d'infiltration (mm/h) de quelques catégories de sols (Gray, 1972).

Catégorie de sol	Nackte Erde	Anbau in Reihen	Mager- wiese	Getreide	Weide- land	Wald
I	7,5	12	15	18	25	75
II	2,5	5	7,5	10	12	22
II	1,2	1,8	2,5	3,8	5	6
IV	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Catégorie I : Grobkörniger Boden

Catégorie II: Mittelkörniger Boden

Catégorie III: Feinkörniger Boden

Catégorie IV: Quellende Böden

### Stabilität wichtiger Eigenschaften

- Mineralisierung von organischem Material =
   Verlust von organischem Material
- Quellen/Schrumpfen des Tons in Abhängigkeit von der Wassermenge = Veränderung der Porosität
- Erosion von Feinstaub = Verlust der Reinigungskapazität
- => Pflanzendecke auf Versickerungsanlagen erforderlich





### **Limits**

- Elektrisch negativ oder neutral gelöste Moleküle werden kaum immobilisiert
  - MTBE
  - Organische Moleküle (Pestizide,
     Oberflächenreinigungsmittel)
- Platzbedarf aufgrund der geringen Durchlässigkeit
- Konkurrenz mit anderen Nutzungen



### Boden in der Stadt, welche Möglichkeiten gibt es wirklich?

Qualitative Ansätze:

- Wenig Freilandböden
- Viele umgestaltete Böden
- => geringe Infiltrationskapazität, Verschmutzungsrisiko.

	Natürlicher Boden	urbaner Boden
Evapotranspiration	50%	15-30%
Versickerung	35%	0-15%
Oberflächenabfluss	15%	55-75%

Quelle: Havlicek und Bullinger, 2019; inBöden und Landschaften







# Boden in der Stadt, welche Möglichkeiten gibt es wirklich?

Qualitative Ansätze:

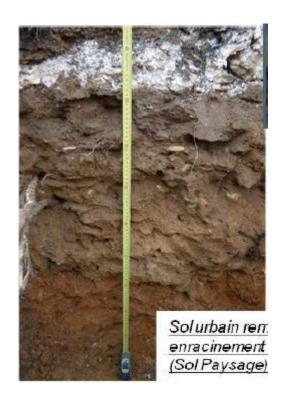
 Schätzungen nach Landnutzung: <u>https://iqs.heig-vd.ch/maps</u>

Wenig wasserdurchlässige Flächen



# Boden in der Stadt, welche Möglichkeiten gibt es wirklich?



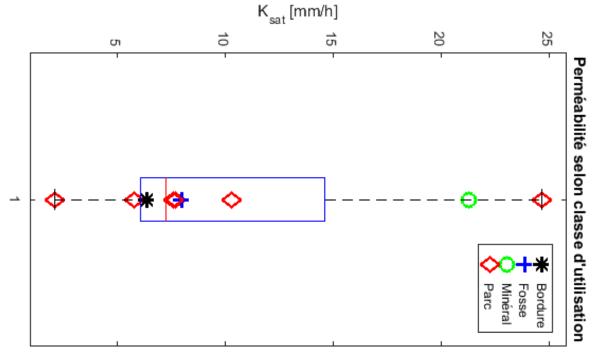






### Gemessene Durchlässigkeiten

- Parkböden (oder Friedhofsböden): 2 bis 24 mm/h
- \* Gras- und Baumstreifen: 6 bis 21 mm/h
- + Pflanzgruben für Bäume: 6-8 mm/h







### Eine große räumliche Variabilität, Qualität und...wenig Platz, Zugang zu Wasser?







### Böden in der Stadt, Grenzen

- Geringe Durchlässigkeiten
- Geringe Flächen
- Rekonstruierte Böden, verschmutzt?

=> Herausforderungen: Mehrfachnutzung von funktionalen Flächen oder Wiederherstellung von funktionalen Flächen



### Neue Arten von Einrichtungen

- Mit künstlichen Substraten
- Multifunktionalität
- Hohe hydraulische und reinigende Effizienz



### **SMACC-System**

- Kompostierte Biokohle
- Multifunktional: Aufbewahrung, Behandlung, Verzierung.

Substratbestandteile	Terra Preta 30 Composition (%)	Terra Preta 50 Composition (%)
Pflanzenkohle	30	50
Verschiedene vor-komposierte Grünabfälle Frische Grünabfälle Unreifer Kompost (Bakterieninokulum) Kuhmist Feinkies-Abfall (mineralische Struktur)	30.8 7.7 7.7 15.4 8.4	22 5.5 5.5 11 6

Quelle: SMACC, 2016. https://www.heia-fr.ch/fr/recherche-

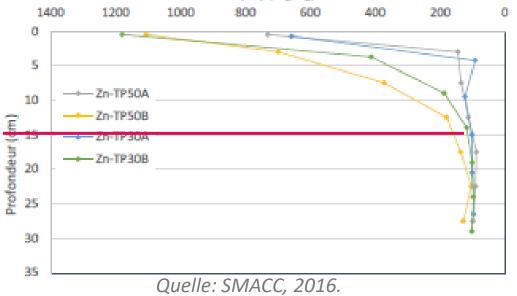
appliquee/instituts/itec/actualite/projet-smart-clean-city-smacc-rapport-final/

**Substrat: Eigenschaften** 

Qualitäten des Substrats		
Durchlässig- keit	Ksat mm/h: 1900	Ksat mm/h einjährige Exposition gegenüber der Verschmutzung einer stark befahrenen Straße: 36
Pflanzen- verträglich-	Metallgehalt unterhalb des	Anwesende Nährstoffe
keit	Richtwerts VBBo	[Zn] (mg/kg) 1400 1200 1000 800 600 400 200 0

Position der Kolmatierung: an der Oberfläche



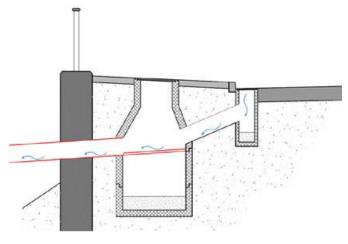


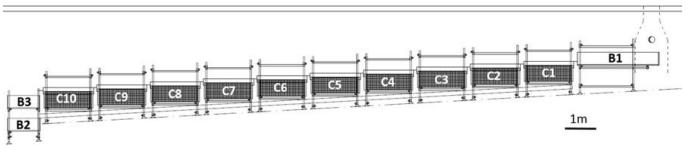




### Verarbeitungsleistung









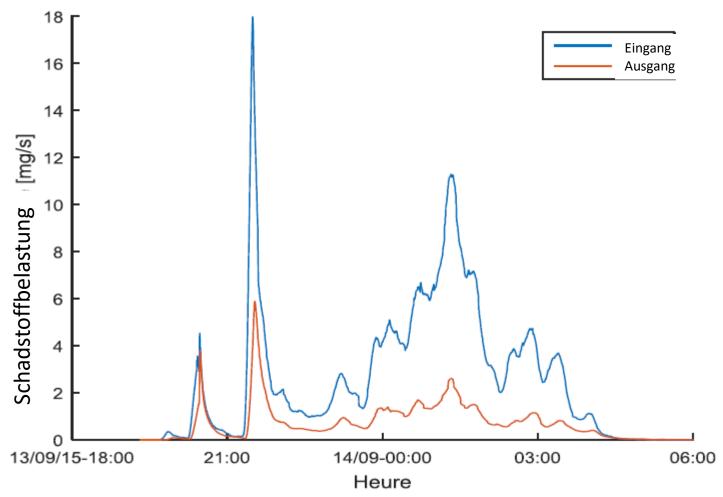






## **es**·so

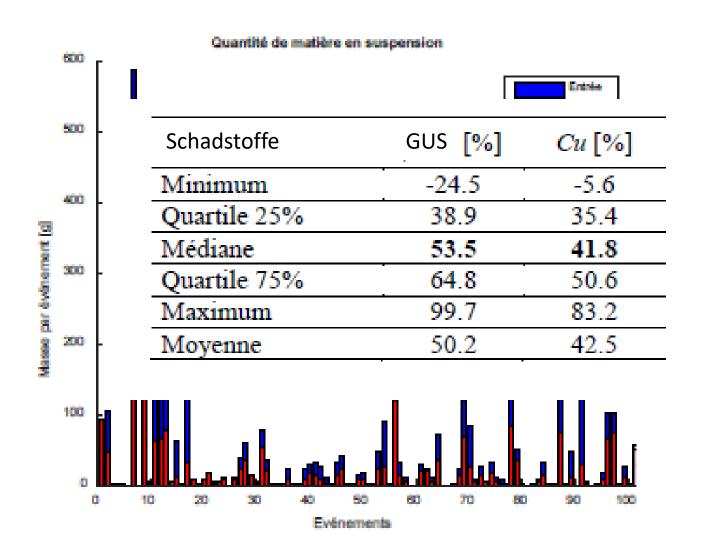
## Kontinuierliche Überwachung der Schadstoffströme







### Behandlungsleistung



Pflanzgruben Lausanne, hepia-Projekt Einschränkungen:

Versickerung von 34 l.m.2 wasserundurchlässiger Oberfläche Abfließender Fluss begrenzt auf 20 l.s-1.ha-Agrégats granitiques concassés 70/150 Provenance Carrière FAMSA Terra preta TP70 Proportion: 350l/m3 en place Provenance à déterminer Elément de sortie Cf D02 Surface perméable en gravier stabiliser Regard en fonte Type nivo avec cadre béton Ø60 Gravier concassé 0/16 gras Cône de réduction symétrique en béton préfabrit Provenance: Carrière Grandjean à Enney ép.5cm après compactage Couche de réplage Gravier concassé 16/32 ép. 5cm Ouvrage de captation de l'eau Cf D01 Avaloir en béton préfabrique type HOBAC avec cadre en fonte Arbre planté espèce à définir Anneau de regard en béton préfabriqué PP\_HM Ø125 Tuteurage tripode piquet en sapin non traité Ø8cm DN800 Percement périphérique Enrobage type Biochar Fosse de plantation en terre végétale criblée et amendée avec du compost mûre Ouvrage de captation de l'eau Cf D01 Avaloir en béton préfabriqué type HOBAC avec cadre en fonte de regard en béton préfabrique DN800 Percement périphériqu



Grobkies auf TP70 und Steine auf Unterboden an Ort und Stelle





### Dreifache Funktionalität

- Retention
- Klärung
- Nutzbare Reserve f
  ür die Vegetation

• => chemisch reaktive Materialien mit einem breiten Porositätsspektrum (Möglichkeit der schnellen Drainage und nützlicher Reserven)



### Zusammensetzung

- Mischung aus kompostierter Biokohle (TP) und Steinen
  - 1 TP-Band und 4 Stein-Bände
- Porosität schnelle Drainage 135l/m³
  - Die Anlage Ermöglicht die Speicherung und das Management von Decenalregen
- Porosität Nutzbare Reserve 67 l/m³
  - Die Anlage liefert das Wasser, das in den Sommermonaten für die Anpflanzung von Bäumen benötigt wird.

### Schlussfolgerungen

- Die vorhandenen Böden müssen gepflegt und geschützt werden, um ihre wasserregulierende Eigenschaft zu behalten.
- Das Design der städtischen Infrastruktur muss überdacht werden, um dem Wasser den Zugang zu den noch durchlässigen Flächen zu ermöglichen.
- Wenn keine geeigneten Böden vorhanden sind, können Substrate entsprechend
   definierter Nutzungsziele entwickelt werden.