Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

Life Sciences und Facility Management

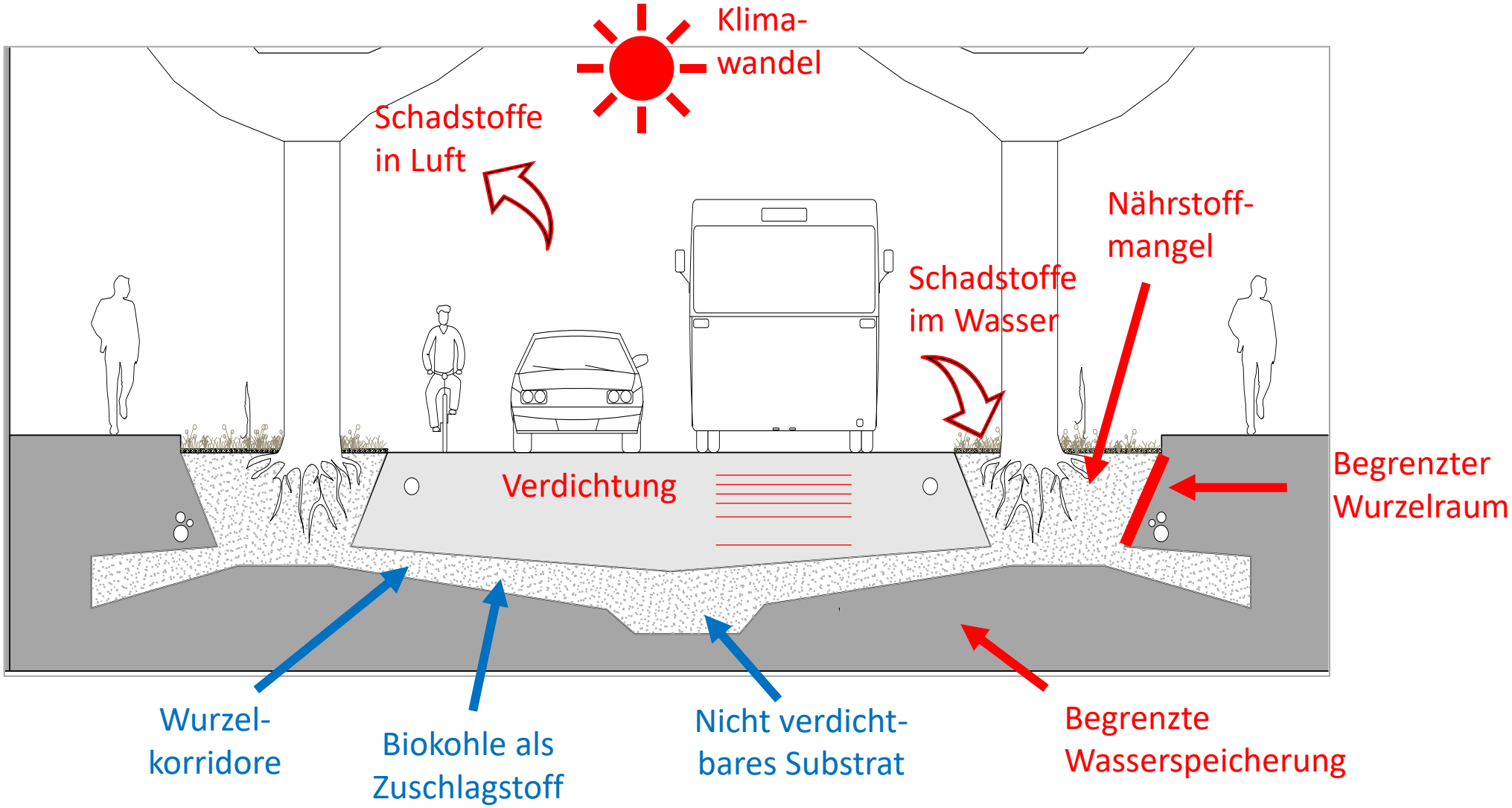
IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Biokohle für Stadtbäume

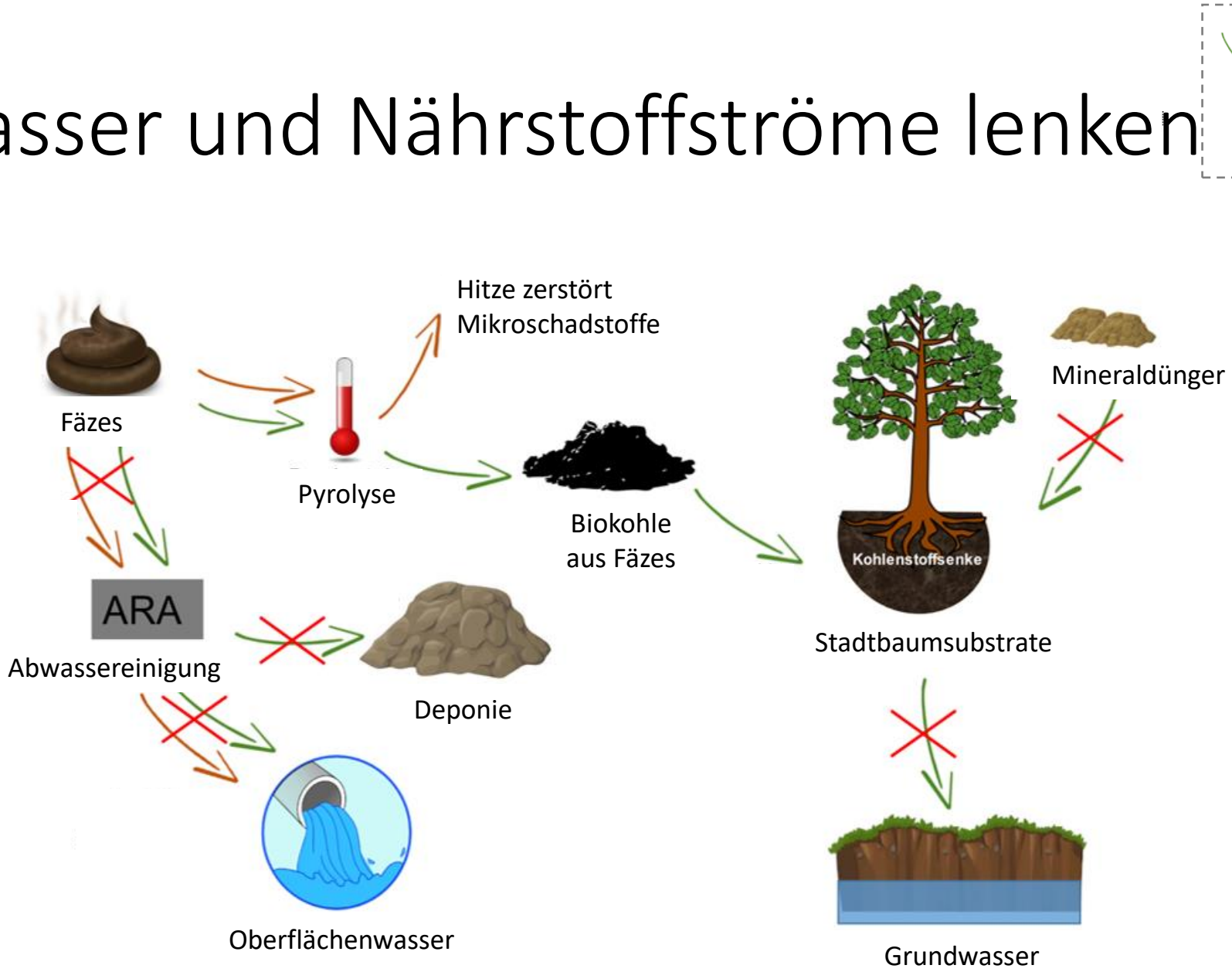
Wasser- und Nährstoffkreisläufe schliessen in Städten

Andreas Schönborn, Andrea Gion Saluz, Mira Bleuler, Nikita Krähenbühl
IUNR - ZHAW, Wädenswil, Schweiz
Charnet Tagung, 16.6.2023

Situation der Stadtbäume



Ziel: Wasser und Nährstoffströme lenken



Ziel dieser Studie

- Technische Machbarkeit eines neuartigen, strukturstabilen und kompaktierbaren Baumsubstrats
- Verwendung von nährstoffreicher Biokohle als Nährstoffträger und Speichermedium in diesem Substrat
- Aus fäkalhaltigem Material hergestellte Biokohle, die durch ein Pyrolyseverfahren bei 550 °C hygienisiert und stabilisiert wurde.
- Demonstration eines Zukunftsmodells für die Kreislaufwirtschaft, das die Bedingungen für Bäume in Städten verbessert

Versuchsaufbau

- Basissubstrat:
  - 90% (v/v) Granitschotter (< 2mm – 16 mm)
  - 5% (v/v) Blähton
  - 5% (v/v) Sand
- Biokohle (PK):
  - Substrat aus Komposttoiletten (KT)
  - Pferdemist (PM)
  - Kommerzielle Biokohle, mit Nährstoffen beladen (VE)
- Topfexperiment
  - 1-jährige Birkensetzlinge (*Betula pendula*)
  - Unbeheizter Folientunnel
  - 5 Vol.% und 10 Vol.% für jede Biokohletyp
  - Negativkontrolle (ohne BK), Positivkontrolle (ohne BK + Mineraldünger)
  - 5 Wiederholungen pro Ansatz (=> 40 pots)
  - 322 Tage (Juni 2018 - April 2019)
- Bewässerung:
  - Durchschnitt: 7.3 mm pro Tag
  - Dosierung: 2x pro Woche

Analysen

Chemische Analysen

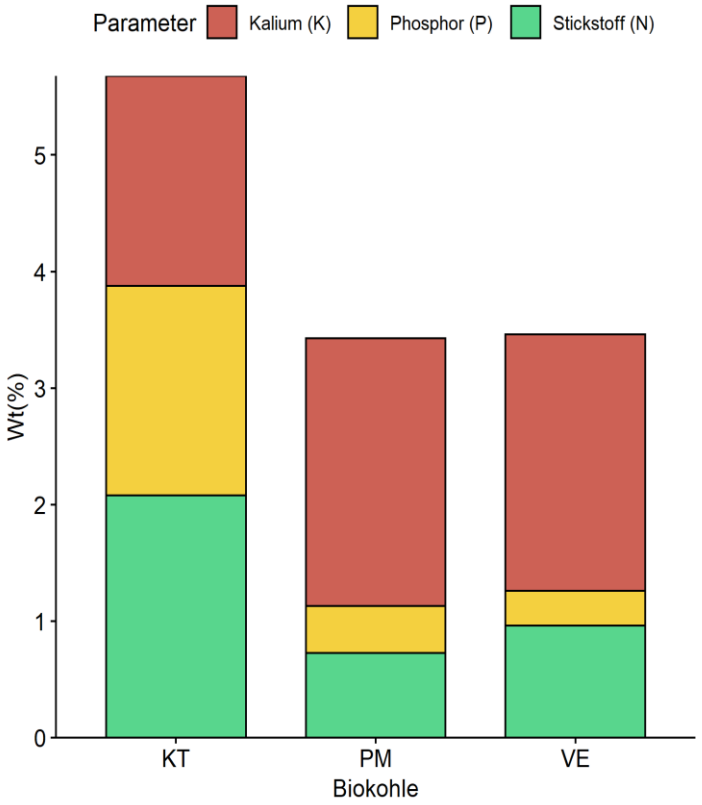
Parameter	Methode	Häufigkeit
pH, EC	Handmessgerät	Alle 2 Wochen
Na, NO3-, NH4, PO43-, K	Ionen Chromatogr.	4 x in 322 Tagen
Cl, SO4, Mg,	Ionen Chromatogr.	5 x in 322 Tagen
Non-purgeable organic C	TOC-L	Zu Beginn und nach 2 Monaten
Gesamt-N	CHN analyzer	Zu Beginn und nach 2 Monaten
Schwermetalle	ICP-OES	1 x zu Beginn
PAK, PCB, PCDD/F (char)	Externes Labor	1 x zu Beginn

Bonitur

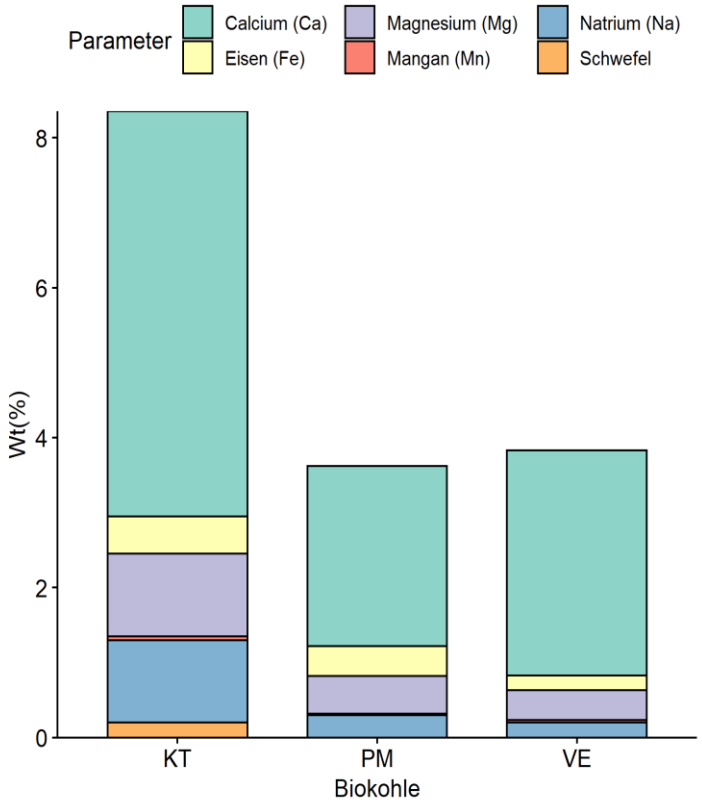
Parameter	Methode	Häufigkeit
Höhe	Max. Höhe (mit Massstab)	Monate 0, 6 und am Ende
Chlorophyll	Dualex Force A	Am Ende des Experiments
Wurzellänge	Max. Länge (mit Massstab)	Am Ende des Experiments
Wurzelvolumen	Mittelwert 2 Breiten x Höhe	Am Ende des Experiments
Stem shoots	Visuelle Einschätzung	Am Ende des Experiments

Nährstoffgehalt

NPK Zusammensetzung



Mikronährstoffe

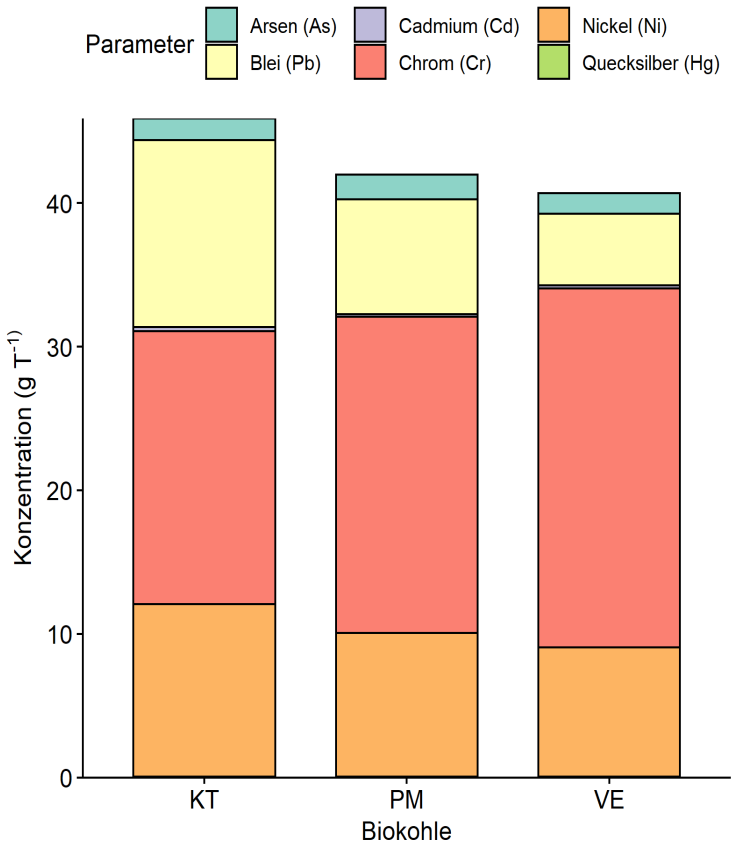


- Biokohle KT reicher an P und N als die Kohlen PM und VE
- Biokohle KT viel reicher an Ca, Mg, Mn, S und Na

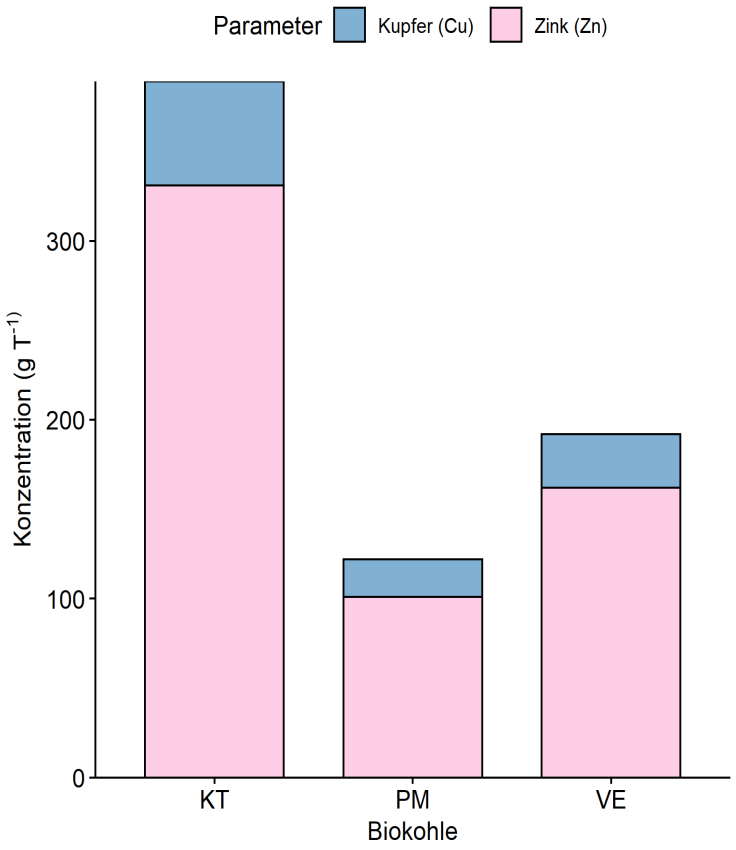
=> Spiegelt die Nährstoff-zusammensetzung der menschlichen Fäkalien

Toxische Stoffe: Schwermetalle & Organik

Toxische Schwermetalle



Zink und Kupfer

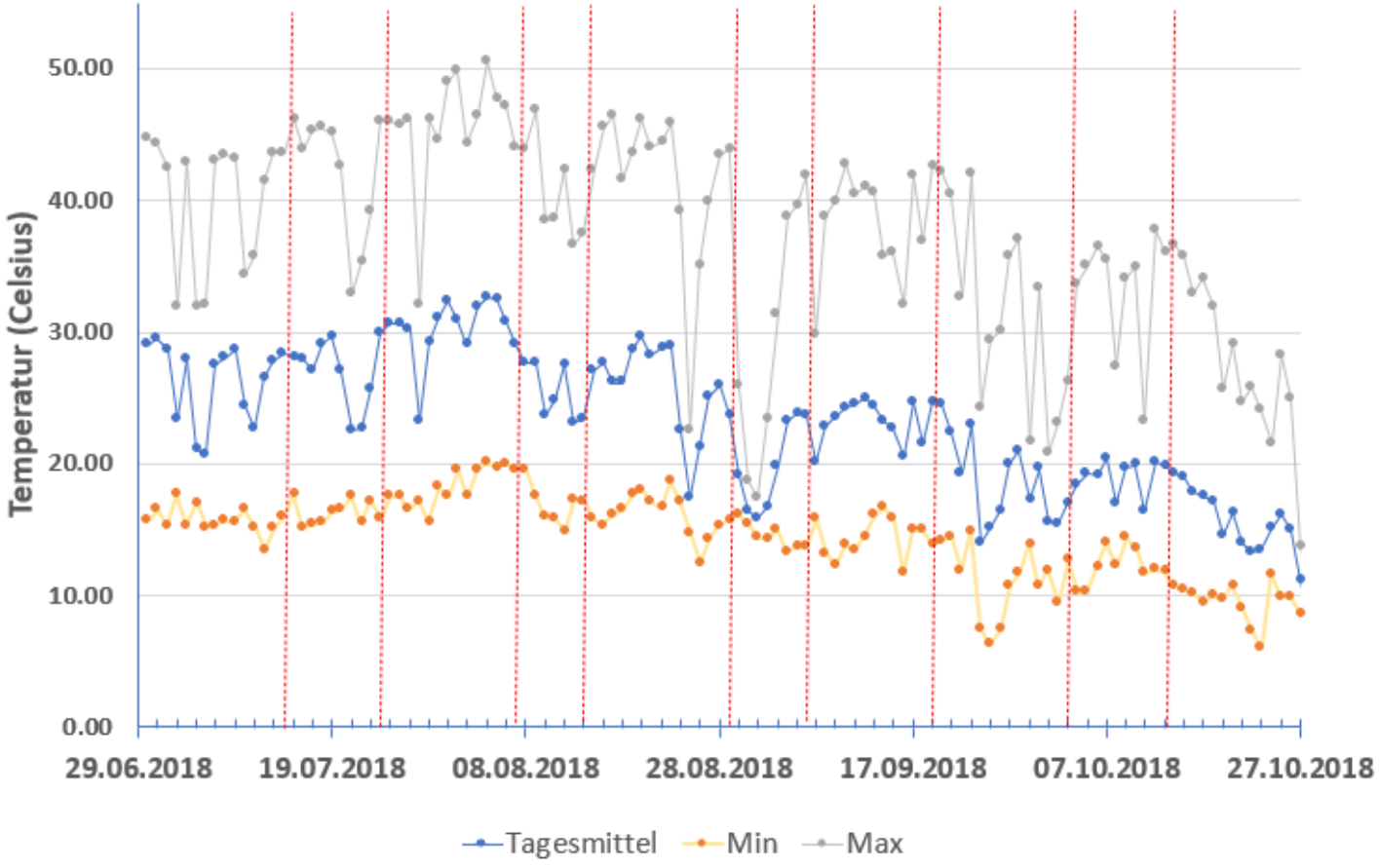


- Schwermetalle weit unter EBC-AgroBio
- Ausnahme: Kupfer und Zink in KT-Biokohle

=> Spiegelt die Ausscheidung von Cu und Zn in Fäzes

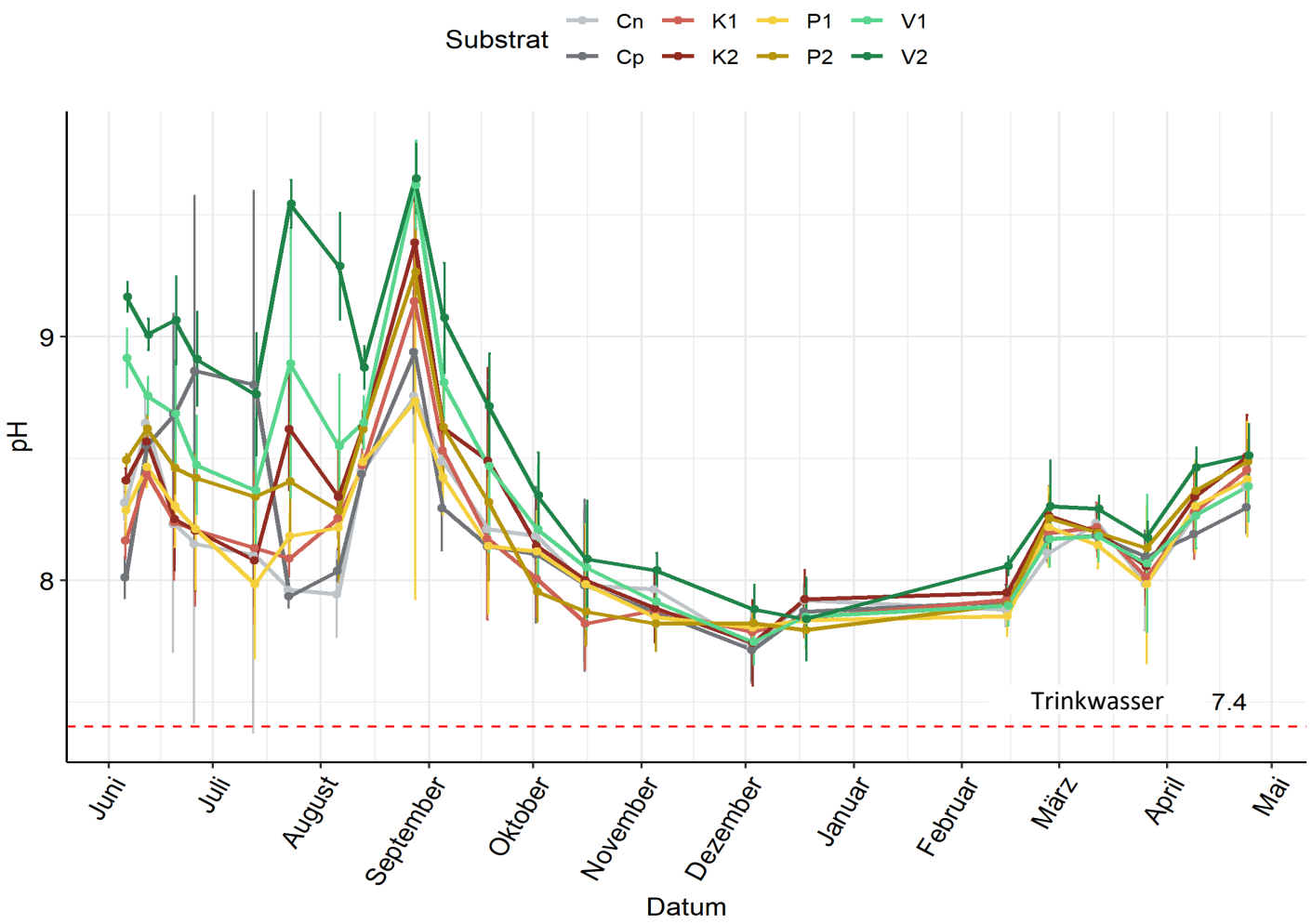
- PAH, PCB, PCDD/F deutlich unter EBC-Anforderungen

Allgemeine Bedingungen: Temperatur



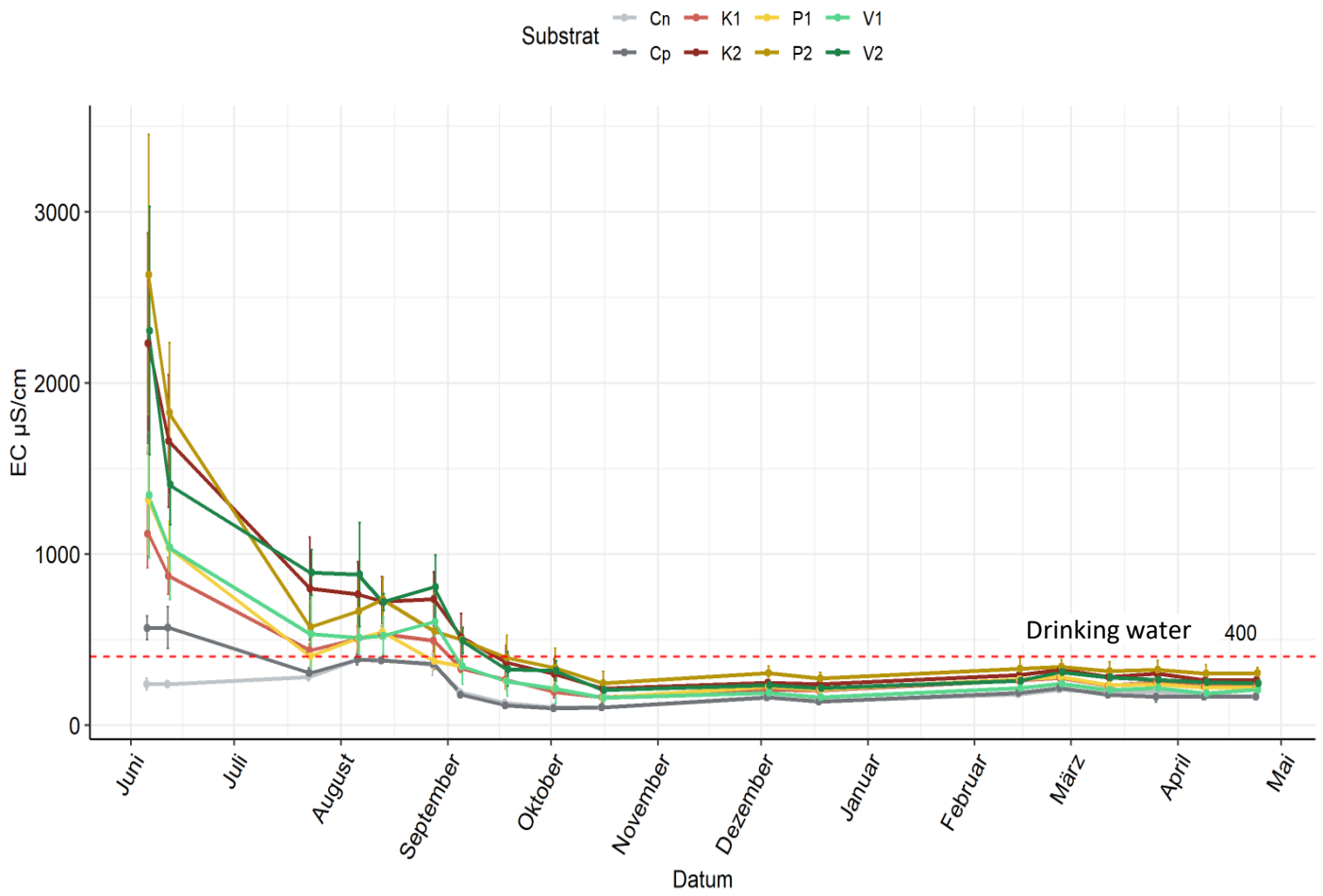
- Hitzesommer 2018 !!!
- Temperatur im Tunnel bis zu to 50 °C
- Stress für Birkensetzlinge
- Töpfe könnten zeitweise ausgetrocknet sein
- Substratfeuchte wurde nicht gemessen

pH im Sickerwasser



- Austrocknung nicht auszuschliessen
- pH schwankte beträchtlich, vermutlich wegen der Hitze
- Kontrolltöpfe hatten immer den tiefsten pH
- Nach 4 Monaten ist der pH in allen Ansätzen bei ca. 7.7

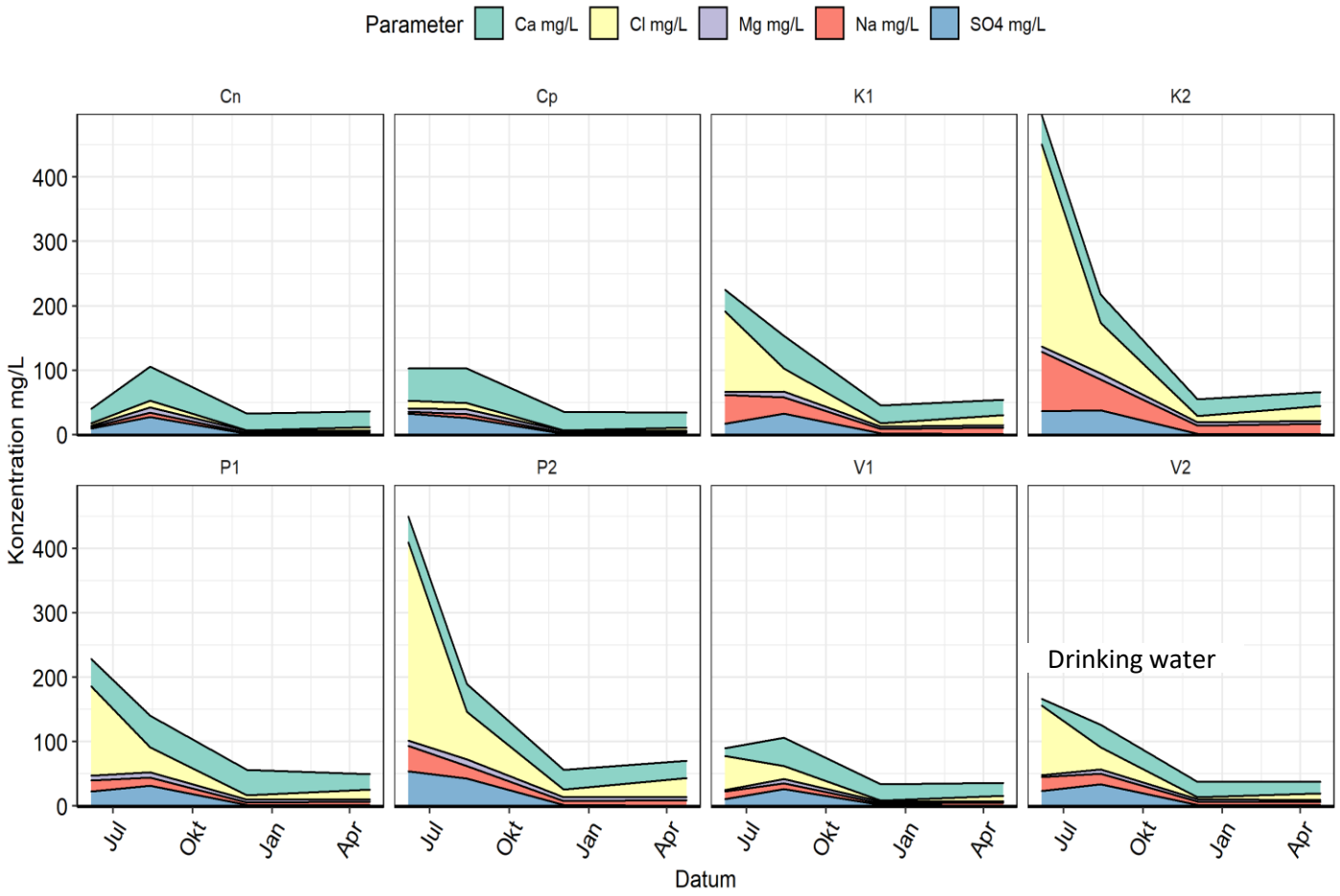
Elektrische Leitfähigkeit (EC) im Sickerwasser



- EC der Sickerwässer bei bis zu > 3’000
- EC der Kontrollansätze im Bereich des Giesswassers
- Massive Auswaschung von Ionen in den ersten 4 Monaten

⇒ Mobile Ionen werden schnell ausgewaschen

Ionen im Sickerwasser



- Natrium und Chlorid stellen den grössten Anteil der Ionen im Sickerwasser

⇒ Je mehr Biokohle im Topf, desto mehr Auswaschung

Birkensetzlinge am letzten Tag des Experiments

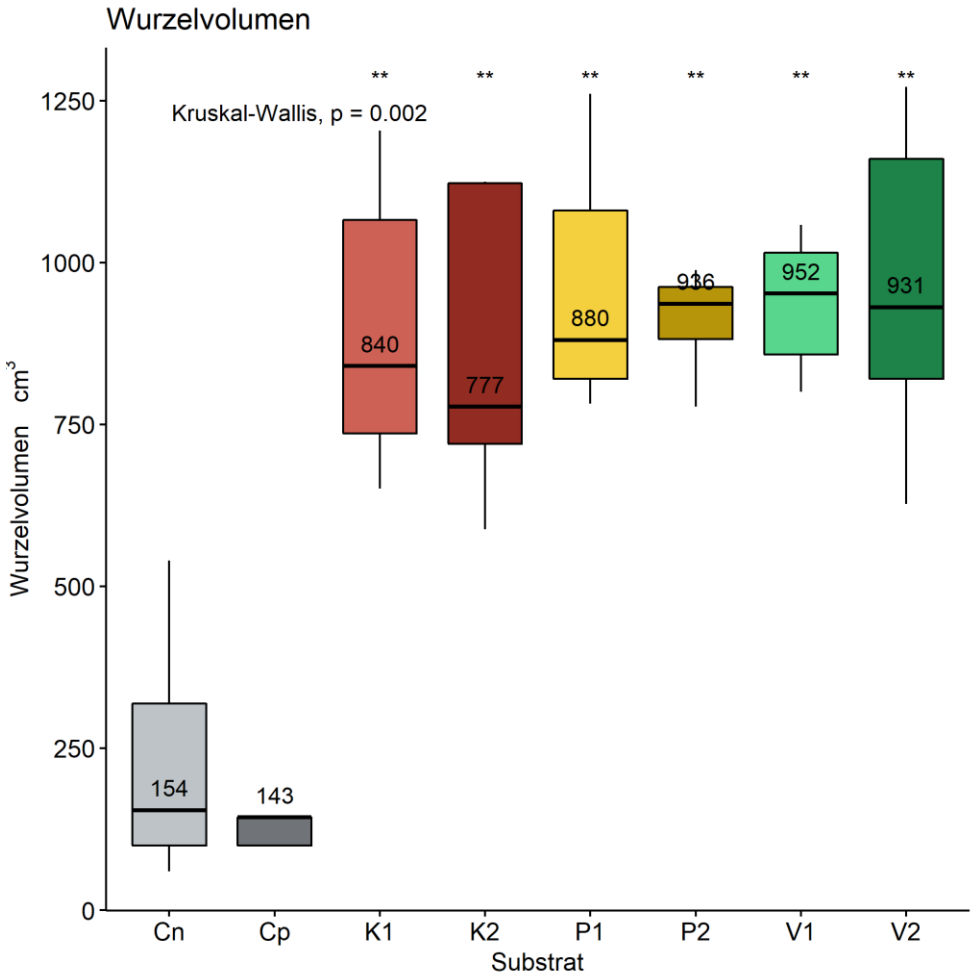
Negativkontrolle

Mit Kohle aus Pferdemist (5%)

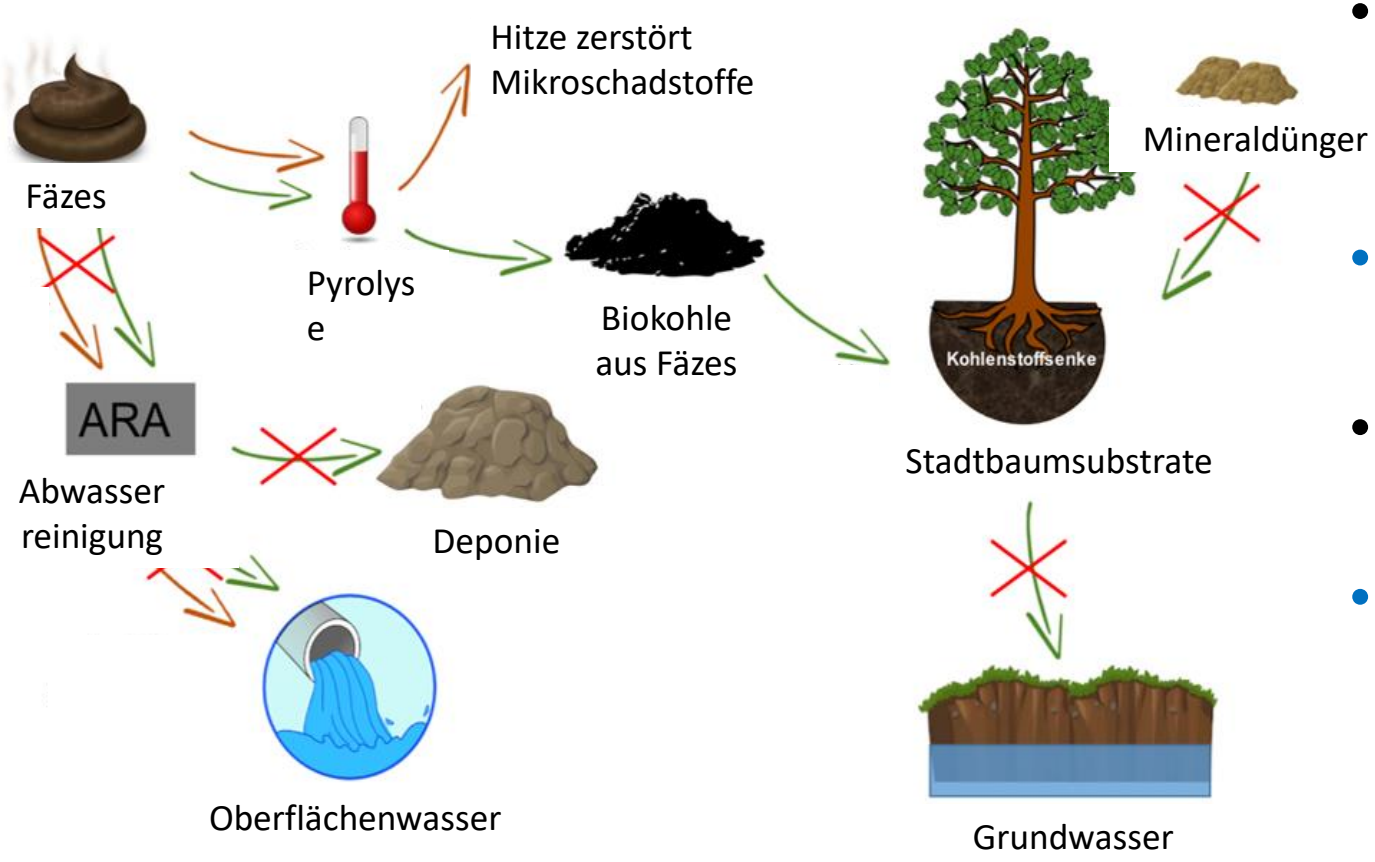
Mit Kohle aus Kompost-toiletten-Substrat (5%)

Mit kommerzieller Kohle aus Holzschnitzeln, beladen (5%)

Schlussfolgerung



Fazit



- Hohe pH-Werte und Ionen im Sicker-wasser sind ein Start-up-Phänomen
- Auswaschung von Ionen kann in grossem Massstab zum Problem werden
- Mehr Wurzeln bei Birkensetzlinge in Ansätzen mit Biokohle
- Die Setzlinge überlebten und waren in Gegenwart von Biokohle gesünder
- Keine eindeutigen Unterschiede zwischen den verschiedenen Biokohlen

Danke

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

UTF 570.28.17