



# Projekt «EMPYRION»

Nachhaltige Eliminierung von  
Mikroverunreinigungen auf Kläranlagen  
mittels Pyrolysaten aus biogenen Abfällen

*Finanziert durch das BAFU*

**Nikolas Hagemann, Ralf Kägi, Marc Böhler, Hans-  
Peter Schmidt und Thomas Bucheli**

Donnerstag 4. Mai 2017



# Projektteam

## Agroscope



Thomas Bucheli  
*Analyse von  
Pflanzenkohlen*



Nikolas Hagemann  
*Projektmitarbeiter*

## eawag aquatic research ooo



Marc Böhler  
*Wasser- und  
Spurenstoffanalytik*



Ralf Kägi  
*Wasser- und  
Spurenstoffanalytik*

## ithaka institute for carbon intelligence



Hans-Peter Schmidt  
*Herstellung von Pflanzenkohlen*



# Aktivkohle

- Geschätzter Bedarf durch GSV: 3.000 – 8.000 t p.a.
- Bisher: kein/kaum Produktion in Europa, Import z.B. aus China, Australien, Philippinen, Sri Lanka, USA...
- Ökologisch und ökonomisch problematisch:
  - weiter Transport, Abhängigkeit vom Import
  - Rohstoffe:
    - Stein- oder Braunkohle (3,5 – 6,5 t t<sup>-1</sup>)
    - Seltener: Kokosnussschalen (Reststoff, 10 – 13 t t<sup>-1</sup> )
  - CO<sub>2</sub> Bilanz: 11-18 t t<sup>-1</sup>
  - «Re-Aktivierung» (2-4 t CO<sub>2</sub> t<sup>-1</sup>, oft nicht möglich durch Austrag im Klärschlamm)



# Projekt «EMPYRION»

## 1. Literaturarbeit

- *Aktivkohle aus alternativen Rohstoffen, Aktivierungsmethoden*

## 2. Rohstoff-Akquise

- *Welche (biogenen) Reststoffe gibt es potentiell in homogener Qualität und in ausreichender Menge?*

## 3. Aktivkohle-Herstellung (Pyrolyse) in Pilot-Skala

- *Test verschiedener Rohstoffe und Aktivierungstechniken*

## 4. Auswahl geeigneter Kohlen in zweistufigen Testverfahren

## 5. Ökonomisch-ökologische Gesamtbetrachtung

*Begleitet und unterstützt durch BAFU, VSA, ARAs Thunersee, Herisau, ProRhenon, Altenrhein, uvm. Merci!*



# Alternative Ausgangsmaterialien für ein Aktivkohle-Produktion in der Schweiz

- Klärschlamm
- Holz

## *Biogene Reststoffe*

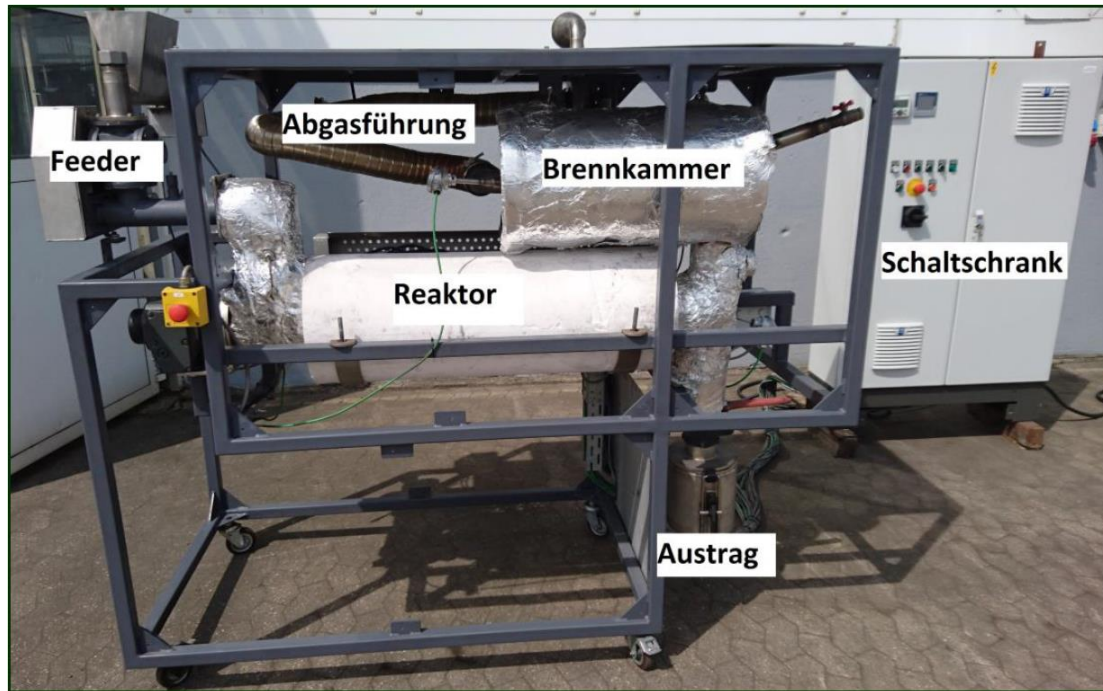
- Getreideabfälle von Getreidesammelstellen
- Geshreddertes Energieholz aus Grünflächenpflege
- Strassenbegleitgrün

## *Verunreinigte Reststoffe*

- Siebüberkorn aus Biogas- und Kompostierungsanlagen
- Reststoffe aus dem PET Recycling (Etiketten)
- Altholz



# Pilot-Pyrolyse-Anlage PYREKA 2.1



- Temperatur: 400 – >900 °C
- Aufenthaltszeit: > 10 min
- Durchsatz: kg/h
- Inertgas (N<sub>2</sub>)
- Prozess analog zur «grossen» Pyreg®-Anlage (2 t pro Tag, ausgelegt für ARA für 30. – 50.000 EW-Äq.)
- Grundsätzlich auf andere Verfahren übertragbar



# Ausgangsmaterial & Pyrolyseprodukt





# «Aktivierung»

= *Vergrößerung von Oberfläche und Porenvolumen durch teilweise Oxidation der Kohle*

- Physikalische Aktivierung

- CO<sub>2</sub>

- Wasserdampf

- O<sub>2</sub>

⇒ Jeweils als ein- oder zwei-stufiges Verfahren

- Klärschlamm: Mischung mit Biomassen um C-Gehalt zu erhöhen (Holzstaub, Getreidespelze, ...)





# Charakterisierung der Eliminationsleistung

Zweistufiger Test:

1. Messung der Elimination von gelöstem organischen Kohlenstoff aus einem Modell-Klärwasser
2. Messung der spezifischen Elimination von Model-Schadstoffen (z.B. Diclofenac, Östrogene, Koffein, Sulfamethoxazole, ...)

Chemisch/Physikalische Charakterisierung der Kohlen

# Bestimmung der Eliminationsleistung

- Batchversuche im Überkopfschüttler
  - Testwasser Ablauf Pilotanlage Eawag
  - Messung Ausgangs-DOC
  - Batch
    - 1000mL zu je drei Dosen
    - Zudosierung Pyrolysat (1 g/L)
    - Probenahme nach 24 h



© Böhler et al.



# Ziele bis Frühjahr 2018

- Pilotprojekt! (g/kg – L)
- Identifikation von geeigneten Materialien + Verfahren
- Vorschlag von verschiedenen Strategien
  - Klärschlamm-Pyrolysat
  - Kombination von Klärschlamm-Pyrolysat und PAK
  - PAK/GAK
  - Schweizer-PAK aus Holz
  - ...
- Positiv-Liste an Ausgangsstoffen / Eigenschaften der Kohle



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Nikolas Hagemann**

[nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch](mailto:nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch)

**Agroscope** gutes Essen, gesunde Umwelt

[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

