



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

ithaka institute for carbon intelligence

Herstellung von Aktivkohle aus sekundären Biomassen

Zertifizierung von Aktivkohle

Nikolas Hagemann

hagemann@ithaka-institut.org

nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope



ithaka institute for carbon intelligence

Projekt «EMPYRION»

Nachhaltige Eliminierung von
Mikroverunreinigungen auf Kläranlagen
mittels Pyrolysaten aus biogenen Abfällen

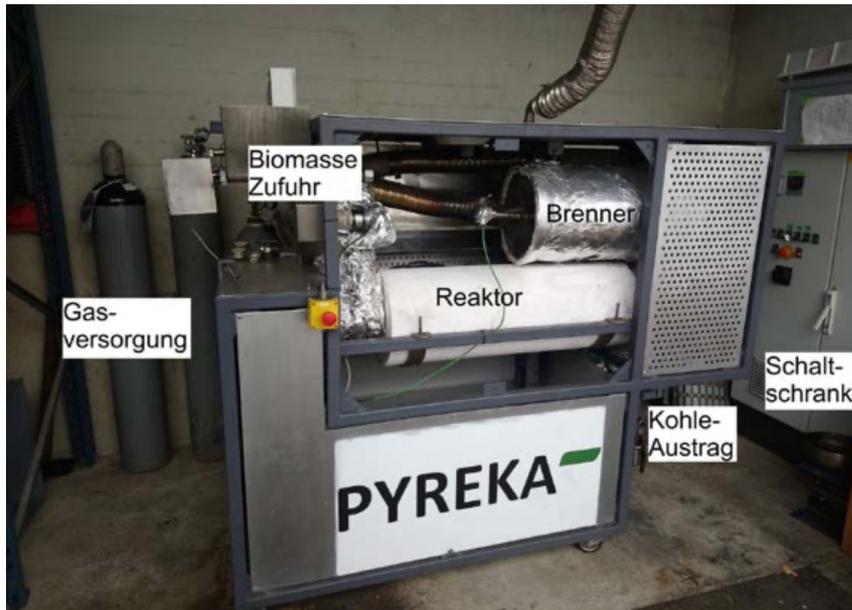
Nikolas Hagemann, Ralf Kägi, Marc Böhler, Christa McArdell, Hans-Peter Schmidt und Thomas Bucheli

Donnerstag, 18. April 2024

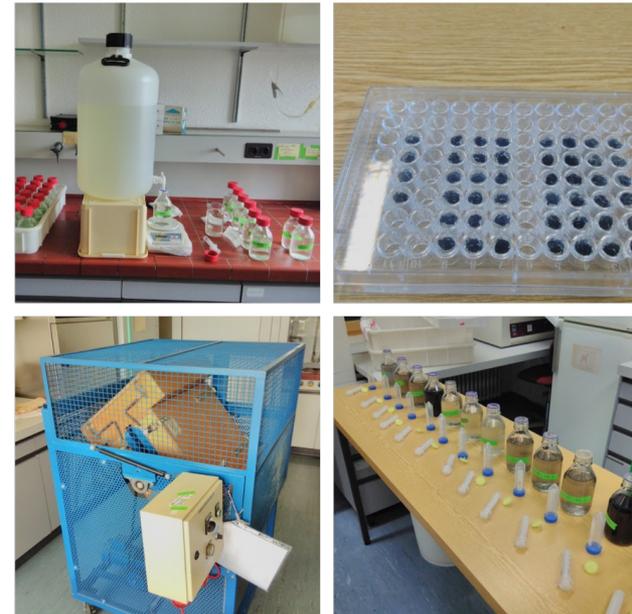
www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt



Herstellung und Labortests



Pyrolyse-Anlage PYREKA,
900 °C, definierte Dosierung
von Dampf zur Aktivierung



24 h Stunden Test im
Batch mit
Bestimmung SAK254



Pyrolyse und Aktivierung



(400-)900 °C

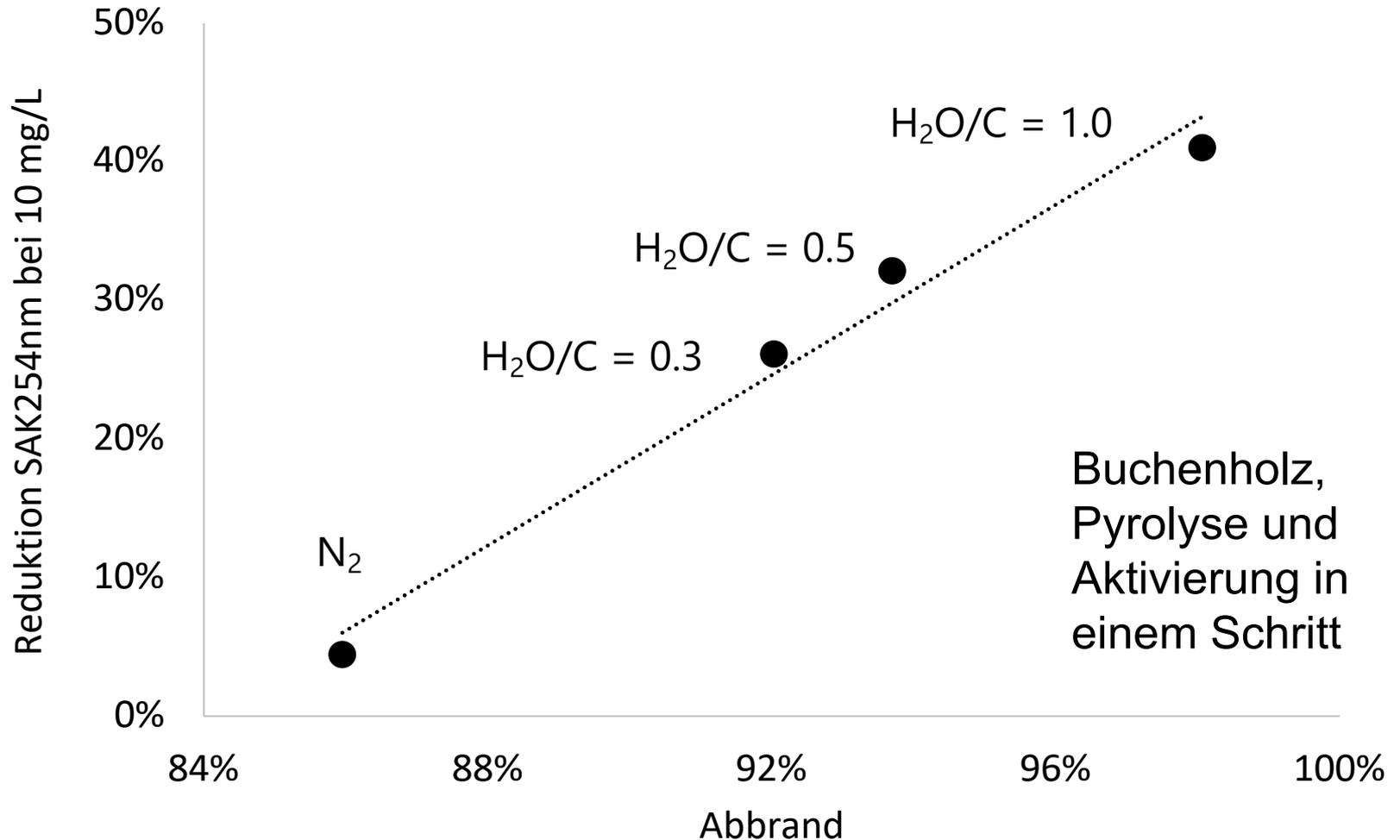
900 °C + Dampf

Pyrolyse = thermische Konversion ohne Oxidationsmittel

Aktivierung = Vergrößerung der spezifischen Oberfläche durch Behandlung mit oxidativen Gasen (Dampf, CO₂)



Leistungsfähigkeit als Funktion von Dampf-Dosierung & Abbrand



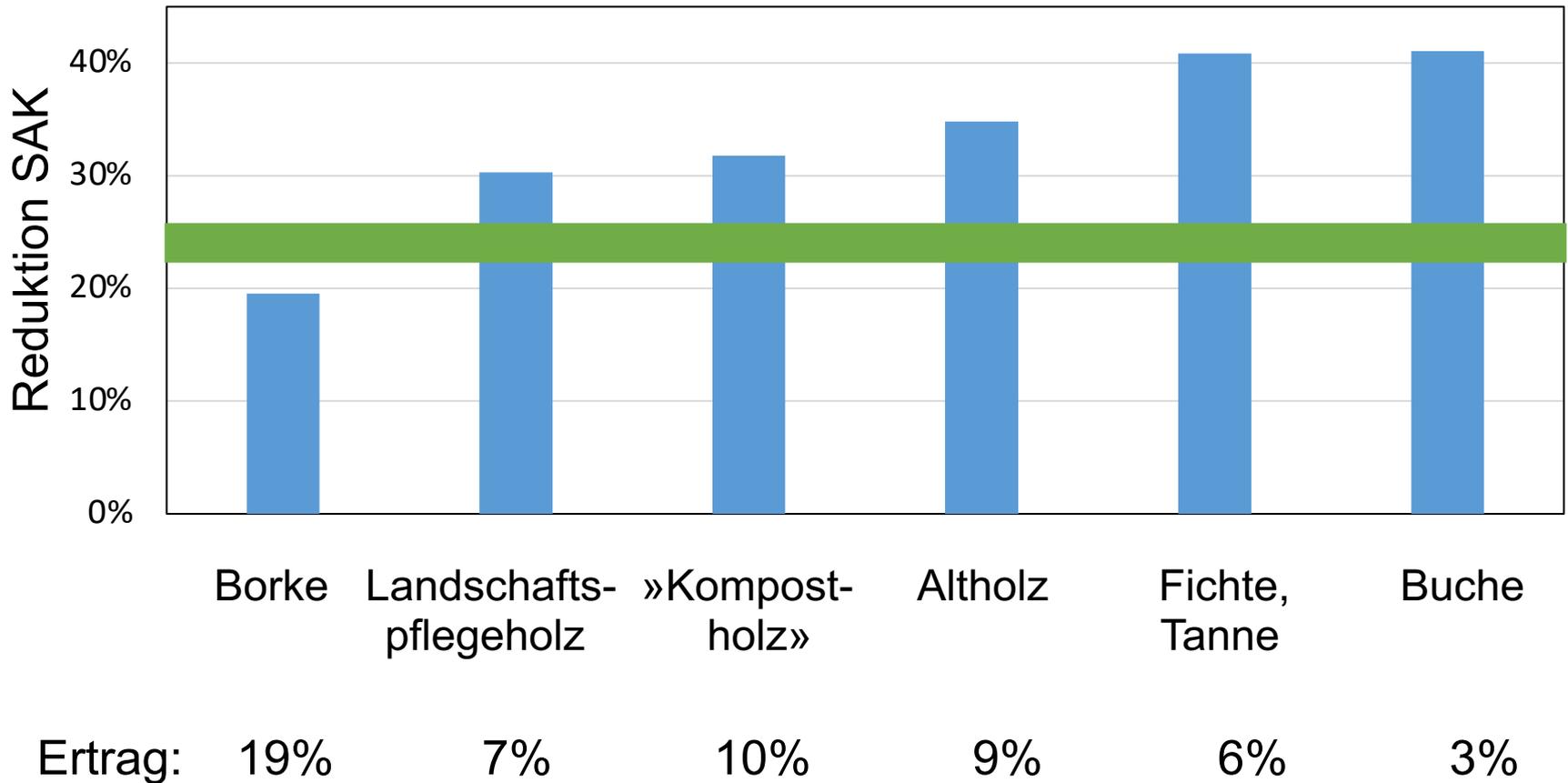


Einfluss Holzqualitäten

Holz-PAK produziert in 10 min bei 900°C

Reduktion UV-Abs in Ablauf NKB Werdhölzli bei 10 mg/L nach 24 h

(grün = Carbopal AP - 22-24%)



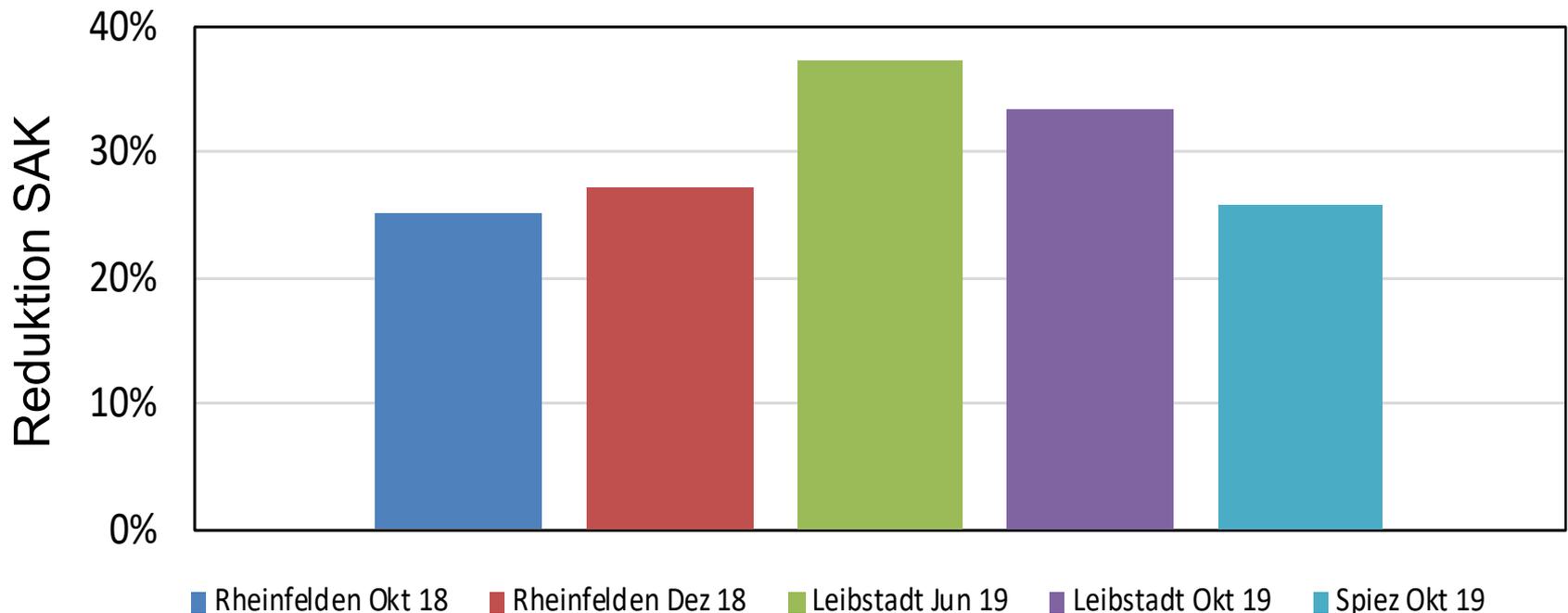
Holzige Siebüberläufe aus der Vergärung/Kompostierung





Saisonale Schwankungen Ausgangsmaterial

- Biomassen wie holzige Siebüberläufe aus der Kompostierung variieren über das Jahr in Menge und Eigenschaften => Grad der Verrottung
- Dennoch: mit optimierter Herstellung immer 77-115% der Eliminationsleistung (bezogen auf SAK-Reduktion) der Norit SAE Super erzielbar





EMPYRION: vom Labor zur Praxis



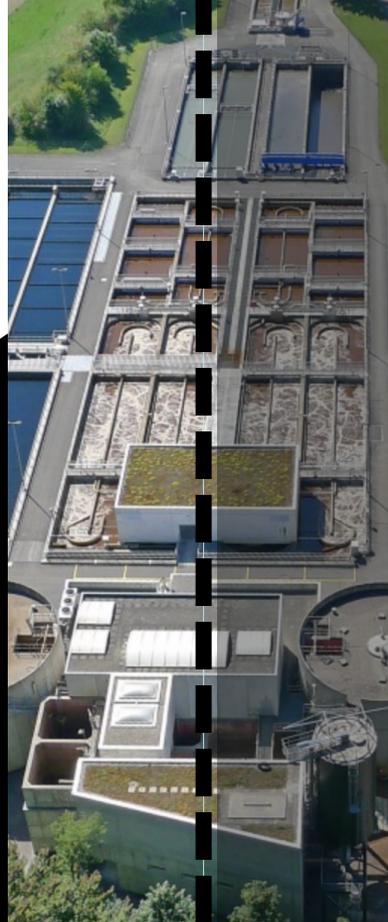
0.01 g

Labor
24 h



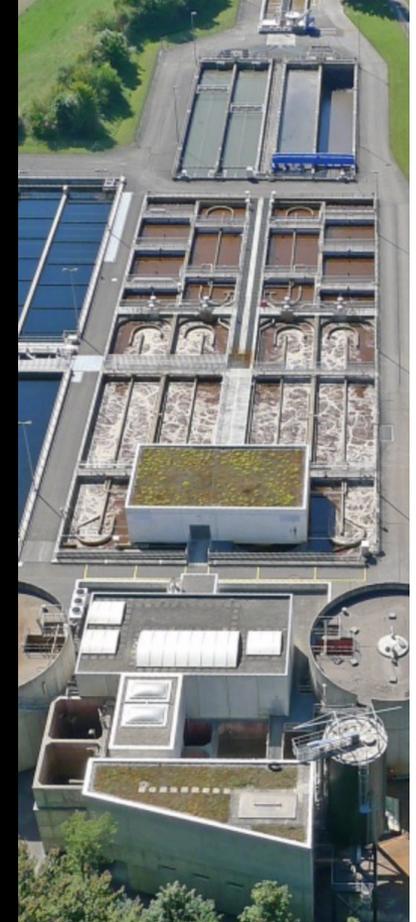
300 g

Pilot-ARA
ProRheno
6 Wochen

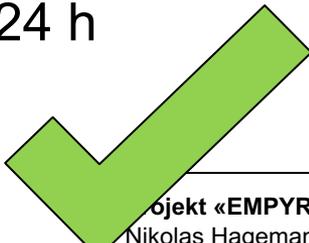


14 t

Demonstration
"full scale"
3 Monate



> 100 t p.a.

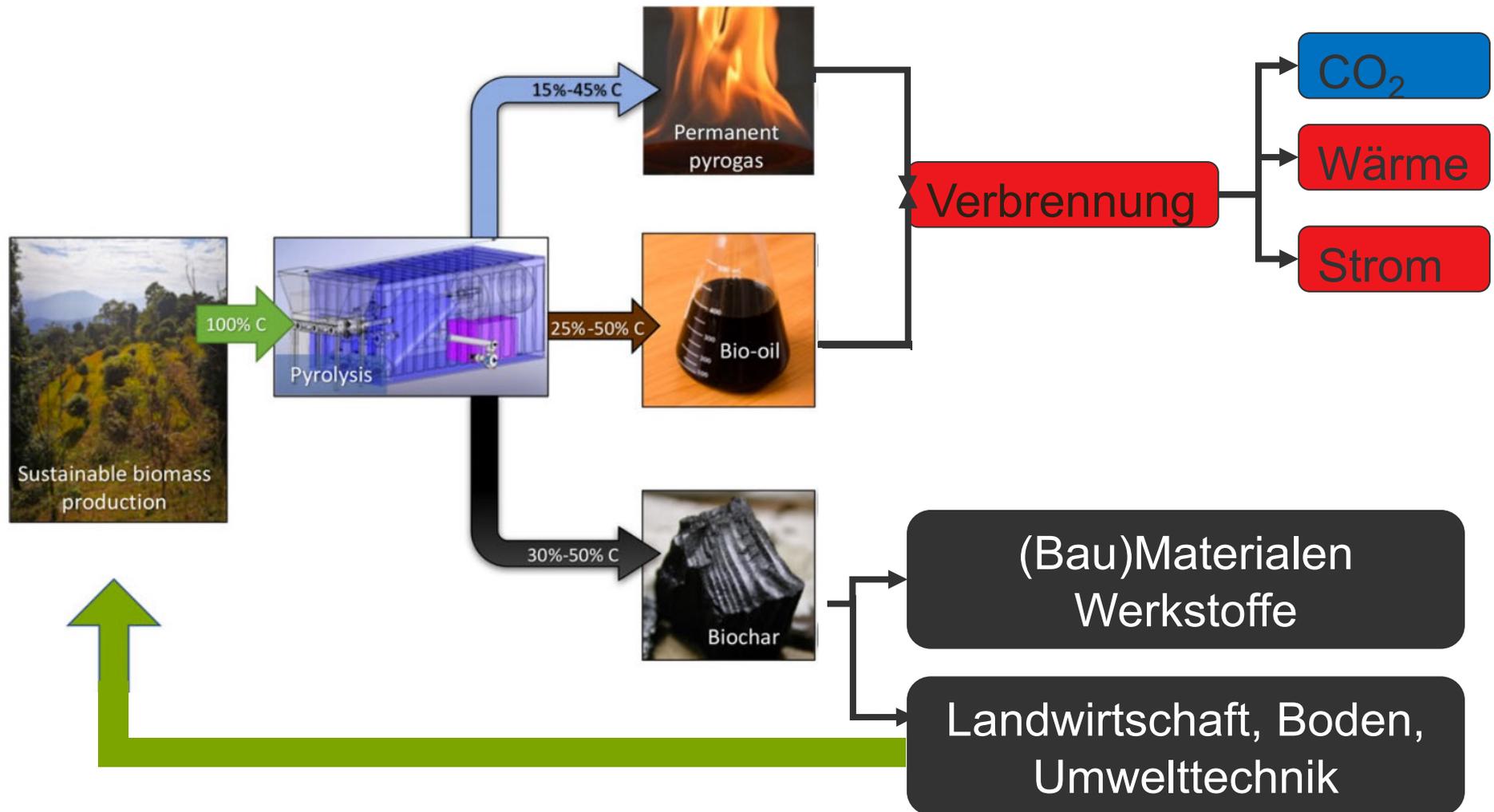


Projekt «EMPYRION»

Nikolas Hagemann, Hans-Peter Schmidt, Alf Kägi, Marc Böhler, Christa McArdell und Thomas Bucheli

Biomasse-Pyrolyse

Energetische Kopplung mit Aktivierung?



Fazit zum Projekt EMPYRION

- Wirksame Aktivkohlen lassen sich auch aus holzigen Reststoffen erzeugen
- Zentrale Parameter:
 - konstante Eigenschaften (C-Gehalt!) Ausgangsmaterial
 - optimierte Dosierung Oxidationsmittel
- interessante Optionen:
 - Bahnschwellen
 - Altholz
 - Plastik-Kontaminiertes Holz
- weniger interessant:
 - nicht-holzige Biomasse
 - Klärschlamm
- thermische Kopplung von Pyrolyse und Aktivierung
 - in zwei aufeinander folgenden Prozessschritten



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

ithaka institute for carbon intelligence

Herstellung von Aktivkohle aus sekundären Biomassen

Zertifizierung von Aktivkohle

Nikolas Hagemann

hagemann@ithaka-institut.org

nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt



Ziele einer Zertifizierung von AK

- Sicherheit bzgl.:
 - Rohstoff
 - Umweltverträglichen Herstellung, Klimawirkung
 - Ursprung
 - Produktsicherheit
 - Produkteigenschaften



- Man braucht zwei gekoppelte Aspekte:
 - Produktzertifizierung
 - Klimazertifizierung

Aqua Gas 1/2019



European Biochar Certificate - EBC, v10.3
www.european-biochar.org

Pflanzkohle anwenden

Toleranz gegen Hitze, Trockenheit und Starkniederschläge erhöhen:



Foto: Embren

Materialeigenschaften verbessern



Nevin Galmarini, 2022
(Olympia Gold 2018)



Die Ziele des EBC

- Definition von Pflanzenkohle auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse
- Sicherstellung der nachhaltigen Produktion von Pflanzenkohle
- Schaffung von Markttransparenz durch teilweise Offenlegung von Analysen
- Konformität mit relevanten rechtlichen Vorgaben
- Gewährleistung der Sicherheit für Mensch und Umwelt bei der Anwendung von Pflanzenkohle



EBC in der Praxis

- Vor-Ort Audit auf der Pyrolyseanlage
 - Anlagentechnik, Arbeitssicherheit, etc.
 - Herkunft der Biomasse
 - Produktionsmengen, Batch-IDs
- Regelmäßige Probenahme und Analyse der Pflanzenkohle in einem EBC-akkreditierten Labor

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11 - Gewerbegebiet Freiberg Ost -
D-09627 Bobritzsch-Hilbersdorf

ithaka institute for carbon strategies
Altmutterweg 21
63773 Goldbach

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 12319445
Prüfberichtsnummer: AR-23-FR-023728-01

Auftragsbezeichnung: Untersuchung Pflanzenkohle

Anzahl Proben: 1
Probenart: Pflanzenkohle
Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probeneingangsdatum: 09.05.2023
Prüfzeitraum: 09.05.2023 - 31.05.2023

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

Anhänge:

XML_Export_AR-23-FR-023728-01.xml

William Homilius
Prüfleitung

+49 3731 2076 516

Digital signiert, 02.06.2023
William Homilius
Prüfleitung



- Derzeit 4 durch EBC anerkannte Labore
- Voraussetzungen:
 - DAkkS Akkreditierung
 - Ring-Versuch Pflanzenkohle (DCC)
 - Direkte Datenübermittlung





EBC in der Praxis

- Vor-Ort Audit auf der Pyrolyseanlage
 - Anlagentechnik, Arbeitssicherheit, etc.
 - Herkunft der Biomasse
 - Produktionsmengen, Batch-IDs
- Regelmäßige Probenahme und Analyse der Pflanzenkohle in einem EBC-akkreditierten Labor
- Vor-Ort Audit bei Händlern und Verarbeitern
- Zertifikatssiegel und Link zu Daten auf dem Produkt
- Zertifizierungsclassen für verschiedene Anwendungen

EBC-Zertifizierungs-kategorie		EBC-FutterPlus	EBC-Futter	EBC-AgroBio	EBC-Agro	EBC-Urban	EBC-Gebrauchsmaterial	EBC-Rohstoff
Elementaranalyse	Angabe von Ctot, Corg, H, N, O, S, Asche							
	H/Corg	< 0.4			< 0.7			
Physikalische Parameter	Wassergehalt, Trockensubstanz, Schüttdichte (Anlieferungszustand und < 3mm Partikelgröße), WHC, pH, Salzgehalt, elektrische Leitfähigkeit des Feststoffes							
TGA	Muss für das erste Batch einer Pyrolyseanlage vorgelegt werden.							
Nährstoffe	Angabe von N, P, K, Mg, Ca, Fe							
Schwermetalle	Pb	10 g t-1 (88% TS)	10 g t-1 (88% TS)	45 g t-1 TS	120 g t-1 TS	120 g t-1 TS	120 g t-1 TS	Pflichtangabe, keine Grenzwert für Zertifizierung
	Cd	0.8 g t-1 (88% TS)	0.8 g t-1 (88% TS)	0.7 g t-1 TS	1,5 g t-1 TS	1,5 g t-1 TS	1,5 g t-1 TS	
	Cu	70 g t-1 TS	70 g t-1 TS	70 g t-1 TS	100 g t-1 TS	100 g t-1 TS	100 g t-1 TS	
	Ni	25 g t-1 TS	25 g t-1 TS	25 g t-1 TS	50 g t-1 TS	50 g t-1 TS	50 g t-1 TS	
	Hg	0.1 g t-1 (88% TS)	0.1 g t-1 (88% TS)	0.4 g t-1 TS	1 g t-1 TS	1 g t-1 TS	1 g t-1 TS	
	Zn	200 g t-1 TS	200 g t-1 TS	200 g t-1 TS	400 g t-1 TS	400 g t-1 TS	400 g t-1 TS	
	Cr	70 g t-1 TS	70 g t-1 TS	70 g t-1 TS	90 g t-1 TS	90 g t-1 TS	90 g t-1 TS	
	As	2 g t-1 (88% TS)	2 g t-1 (88% TS)	13 g t-1 TS	13 g t-1 TS	13 g t-1 TS	13 g t-1 TS	
Organische Schadstoffe	16 EPA PAK	6.0+2.4 g t-1 TS	Meldung an CSI	6.0+2.4 g t-1 TS	6.0+2.4 g t-1 TS	Meldung an CSI	Meldung an CSI	Meldung an CSI
	8 EFSA PAK	1.0 g t-1 TS						4 g t-1 TS
	Benzo[e]pyren, Benzo[j]fluoranthen	< 1.0 g t-1 TS for jede der beiden Substanzen						
	PCB, PCDD/F		Siehe Kapitel 10	Einmalige Analyse für erstes Batch einer Produktionsanlage. Für PCB: 0.2 mg kg-1 TS, für PCDD/F: 20 ng kg-1 (I-TEQ OMS).				

* medical and health care products are not included

Klimazertifizierung



Global Biochar C-Sink 3.0 (b.10)

Guidelines for the Certification of Biochar-Based Carbon Sinks

(formerly known as EBC Biochar C-Sink)

Developed by the Ithaka Institute for Carbon Strategies, 2024 - version beta3.0 (26th January 2024)

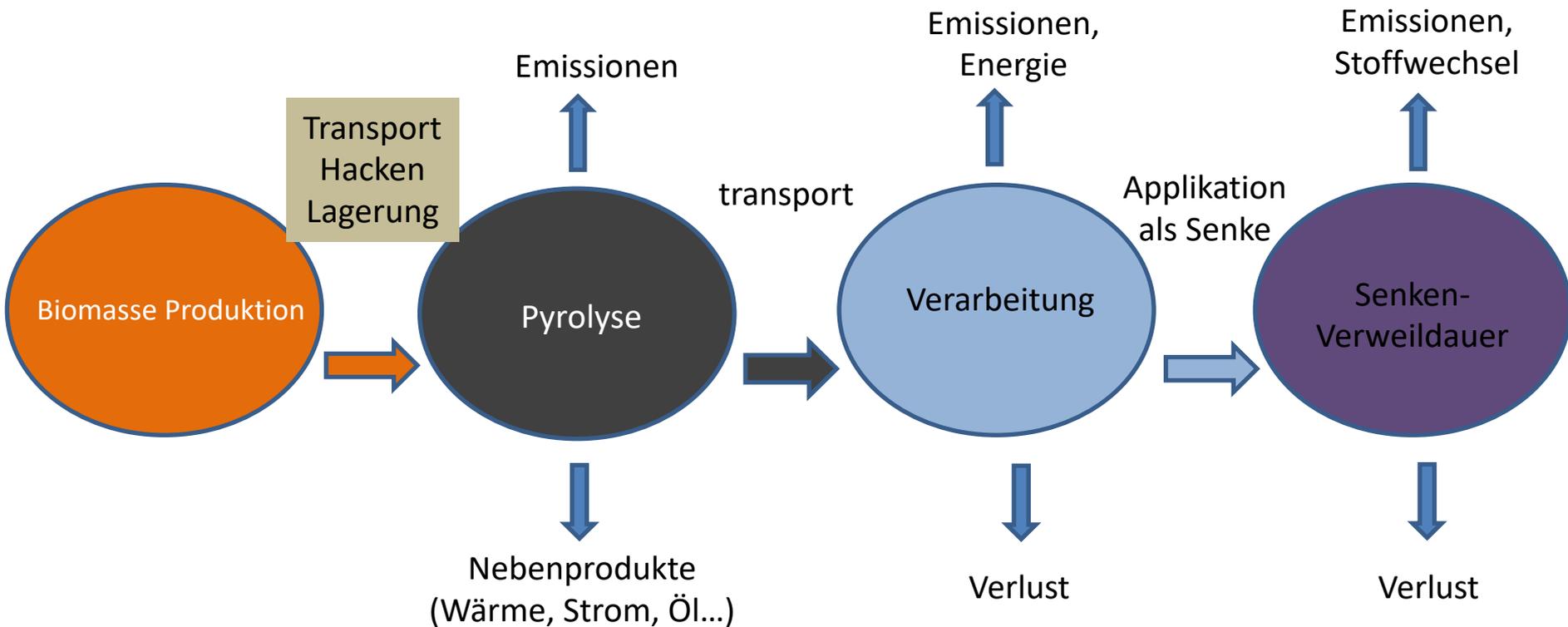
Hans-Peter Schmidt^{1}, Claudia Kammann², and Nikolas Hagemann^{1,3}*

¹ Ithaka Institute, Ancienne Eglise 9, 1974 Arbaz, Switzerland

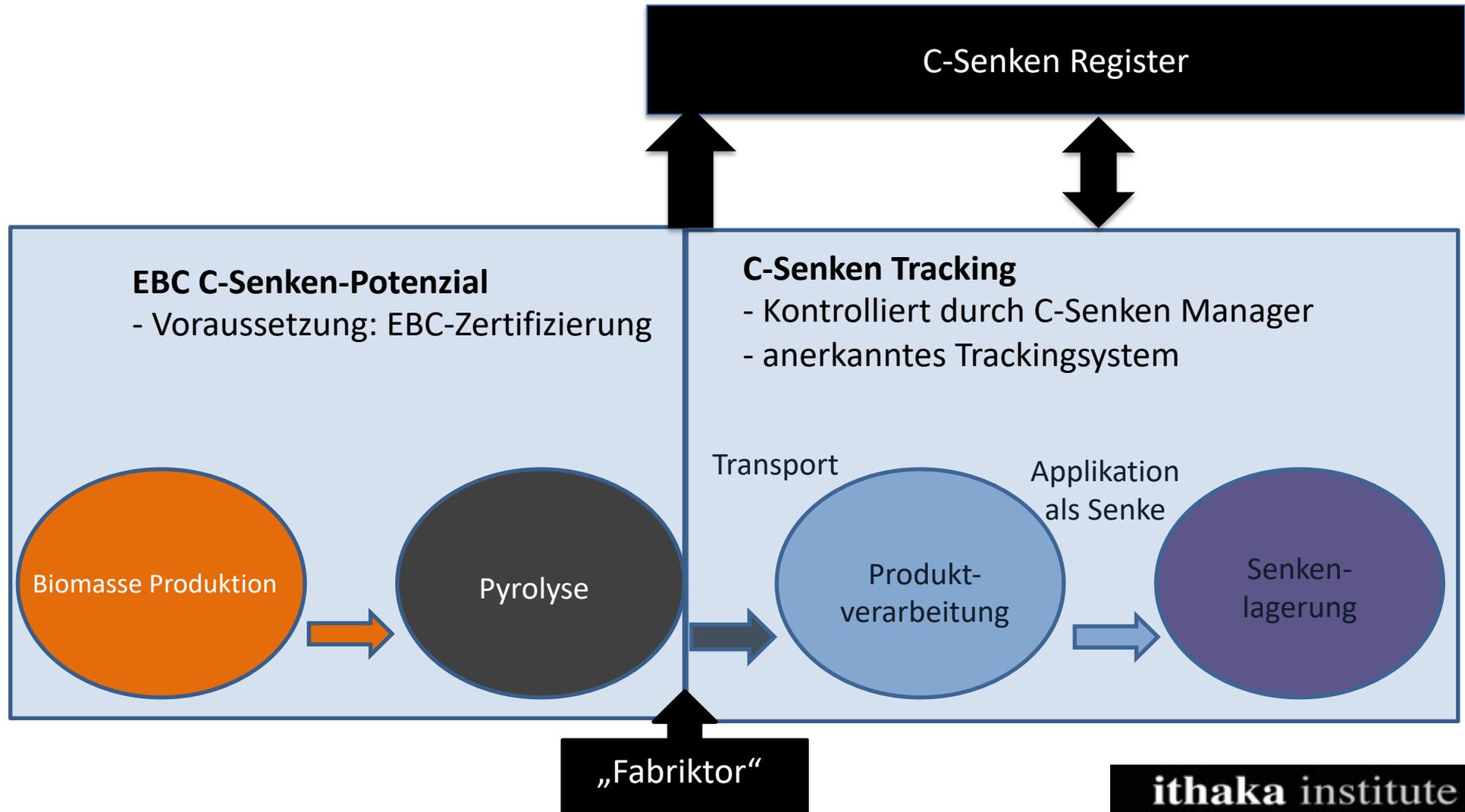
² Department of Applied Ecology, Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim, Germany

³ Agroscope, Environmental Analytics, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zurich, Switzerland

C-Senken Parameter



C-Senken Potenzial



🔍 Search

🔼 Filter

Biochar Realised 📅 Date of sink establishment: 23-12-2023
📅 Issue date: 14-03-2024
 Stock ID: 4035

Amount CO ₂ eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
5487.15 t CO ₂ e	1495.136 t C	Compensated	EBC C-Sink

Biochar Realised 📅 Date of sink establishment: 30-06-2023
📅 Issue date: 14-03-2024
 Stock ID: 4027

Amount CO ₂ eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
4008.882 t CO ₂ e	1092.338 t C	Compensated	EBC C-Sink

Biochar Realised 📅 Date of sink establishment: 31-12-2022
📅 Issue date: 14-03-2024
 Stock ID: 4025

Amount CO ₂ eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
2512.822 t CO ₂ e	684.693 t C	Compensated	EBC C-Sink

Biochar Realised 📅 Date of sink establishment: 30-12-2023
📅 Issue date: 13-03-2024
 Stock ID: 4013

Amount CO ₂ eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
345.197 t CO ₂ e	94.059 t C	Compensated	Global Artisan C-Sink

Biochar

📄 VIEW QR CODE

PERSISTENCE CURVE

Interval: 1 year ▾

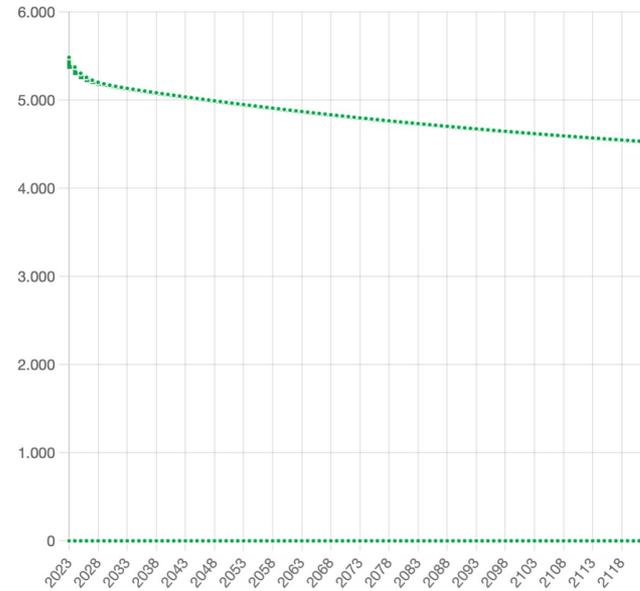
Start year

End year

Year 📅

Year 📅

Total: **5487.15 t CO₂e** | Retired: **0.046 t CO₂e**



Persistence: 2023-2122 (100 years)

● Retirement ● 1 year

🔄
+
-

C-Sink Owner
Interholco AG

Matrix of C-Sink
Direct soil application

Physical product owner
Interholco AG



Aktivkohle im EBC

- „Aktivkohle“ als eigene Zertifizierungs-kategorie
- Zusatzparameter in der Analyse:
 - spezifische Oberfläche
 - Korngrößenverteilung
 - Leistungsparameter?
- Erfassung und Eintrag der Emissionen der Herstellung in das Emissionsregister
 - verpflichtende Angabe auf Lieferschein
 - Option zur Kompensation mit registrierten C-Senken

Fazit zur möglichen Zertifizierung

- Produkt- und Klimazertifizierung von Pflanzenkohle ist etabliert (2023: 64'106 t Pflanzenkohle, 195'000 t C-Senken-Potential)
- Aktivkohlen als eigene Zertifizierungs-kategorie, weitere Spezifikationen / Unterkategorien möglich (Abwasser PAK/GAK, Entschwefelung, Lebensmittel...)
- Produktsicherheit, Umwelt-/Klimawirkung und ggf. Leistungsfähigkeit transparent machen
- Emissions- und C-Senken-Register ermöglicht Integration in kommunale Klimaschutzaktivitäten (städtische C-Senkenregister)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Nikolas Hagemann

nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch

hagemann@ithaka-institut.org

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

www.agroscope.admin.ch





mögliche Schadstoffe

Schwermetalle

➤ aus Biomasse!

- pflanzliche Biomasse unproblematisch
- kritisch bei Gärresten, Klärschlamm, Gülle, etc. (noch nicht zugelassen!)

org. Schadstoffe

➤ durch Pyrolyse

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) entstehen in der Pyrolyse
 - Verfahrenstechnik stellt PAK-arme Kohle sicher
- PCB/Dioxin u.ä. für gängige Biomassen nicht relevant