



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](mailto:hagemann@ithaka-institut.org)  
[nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch](mailto: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

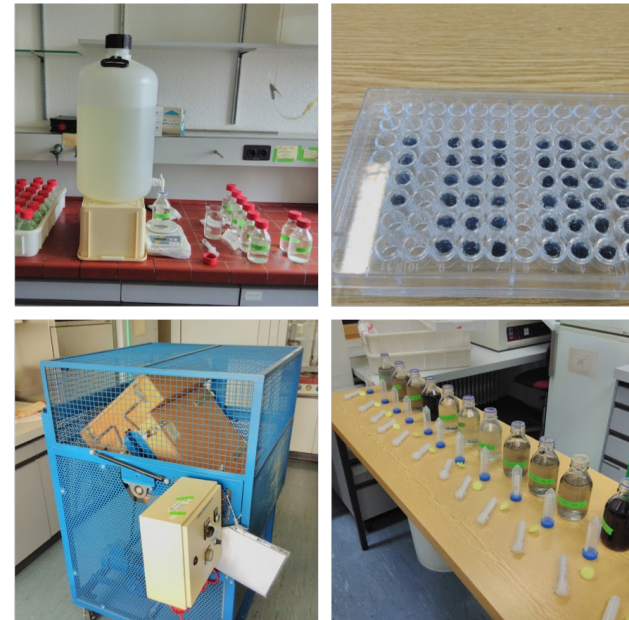
**Nikolas Hagemann, Ralf Kägi, Marc Böhler, Christa McArdell, Hans-Peter Schmidt und Thomas Bucheli**

Donnerstag, 18. April 2024

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

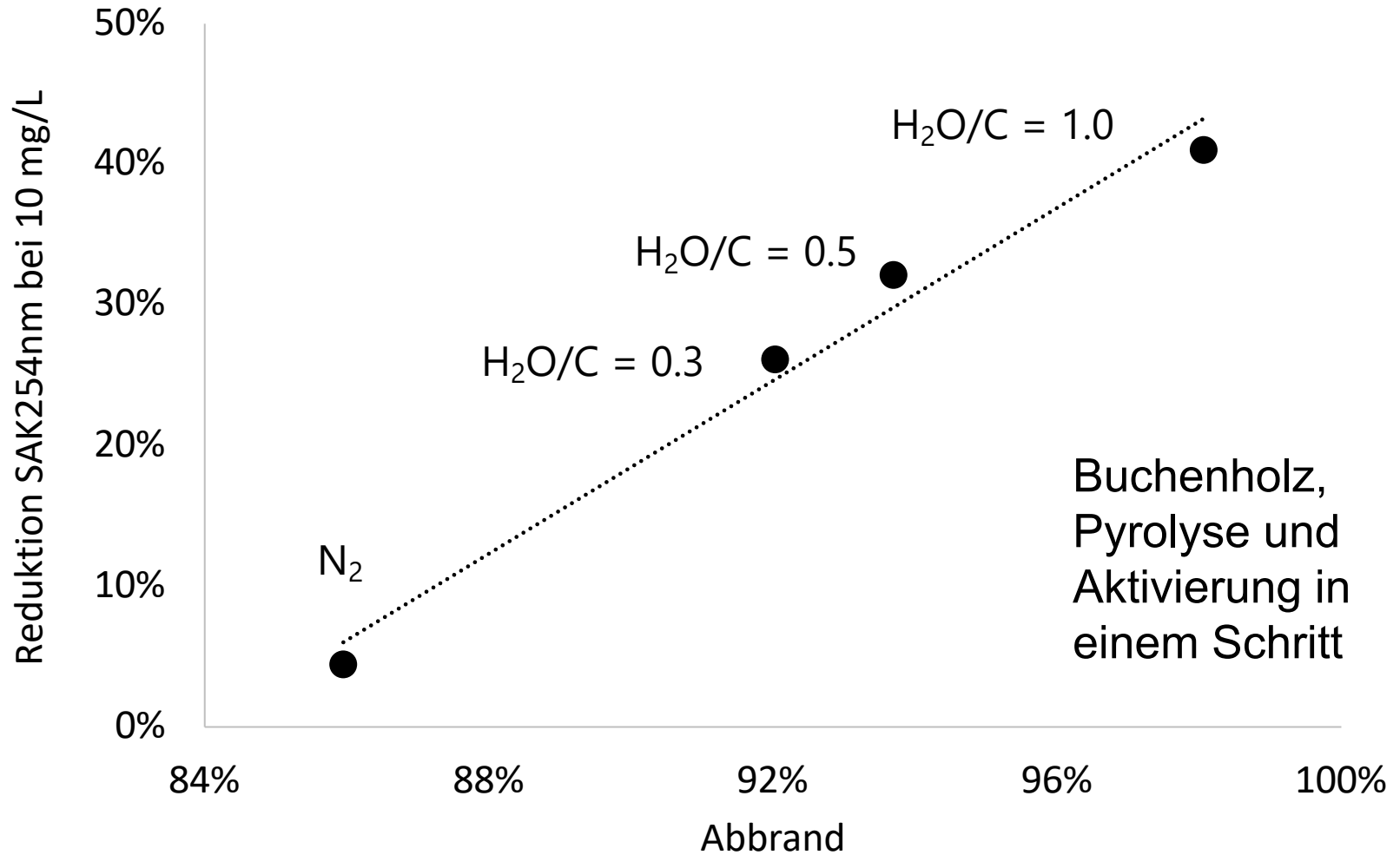
900 °C + Dampf

Pyrolyse = thermische Konversion ohne Oxidationsmittel

Aktivierung = Vergrößerung der spezifischen Oberfläche durch Behandlung mit oxidativen Gasen (Dampf, CO<sub>2</sub>)



# Leistungsfähigkeit als Funktion von Dampf-Dosierung & Abbrand



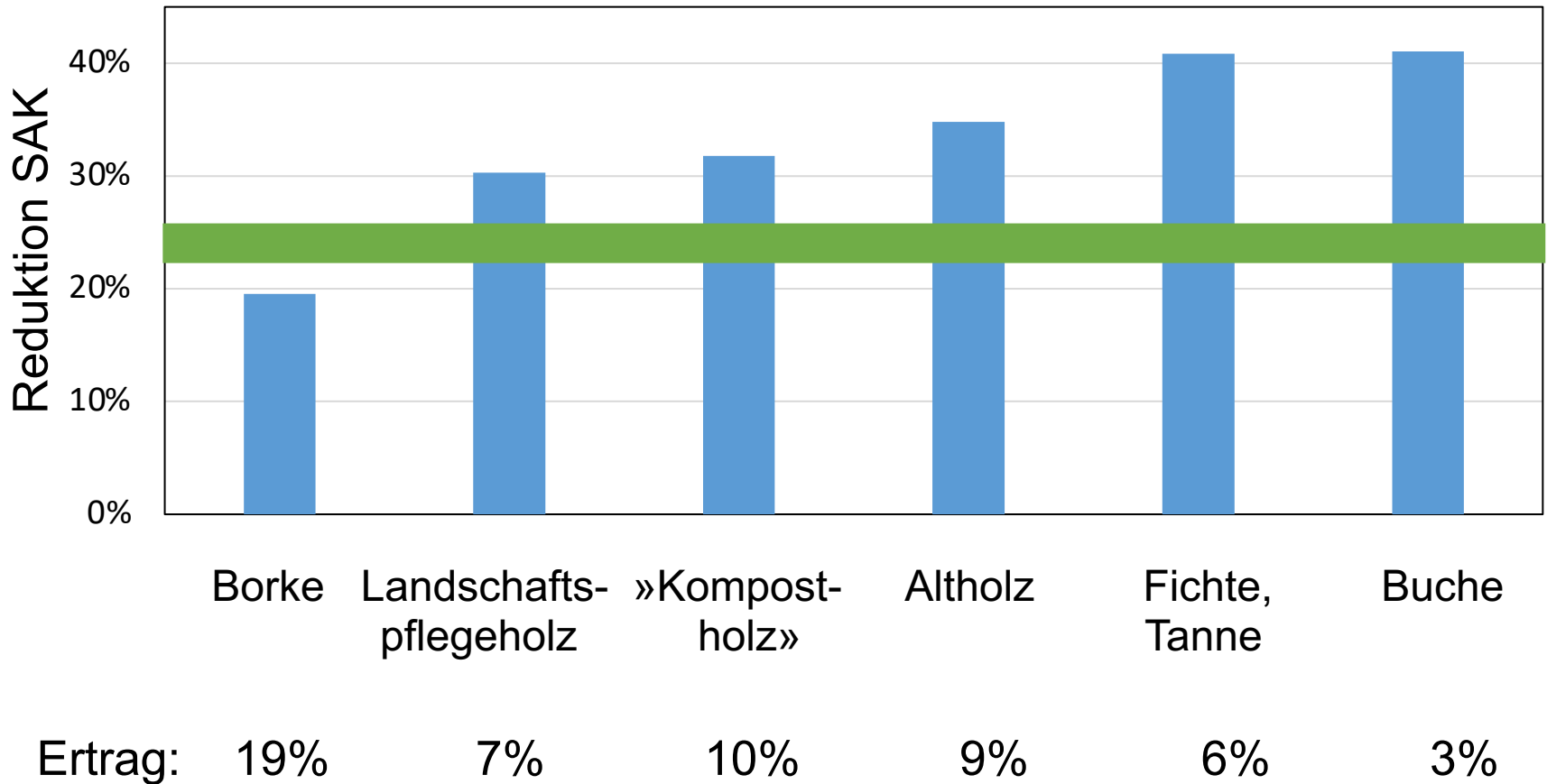


# Einfluss Holzqualitäten

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%)



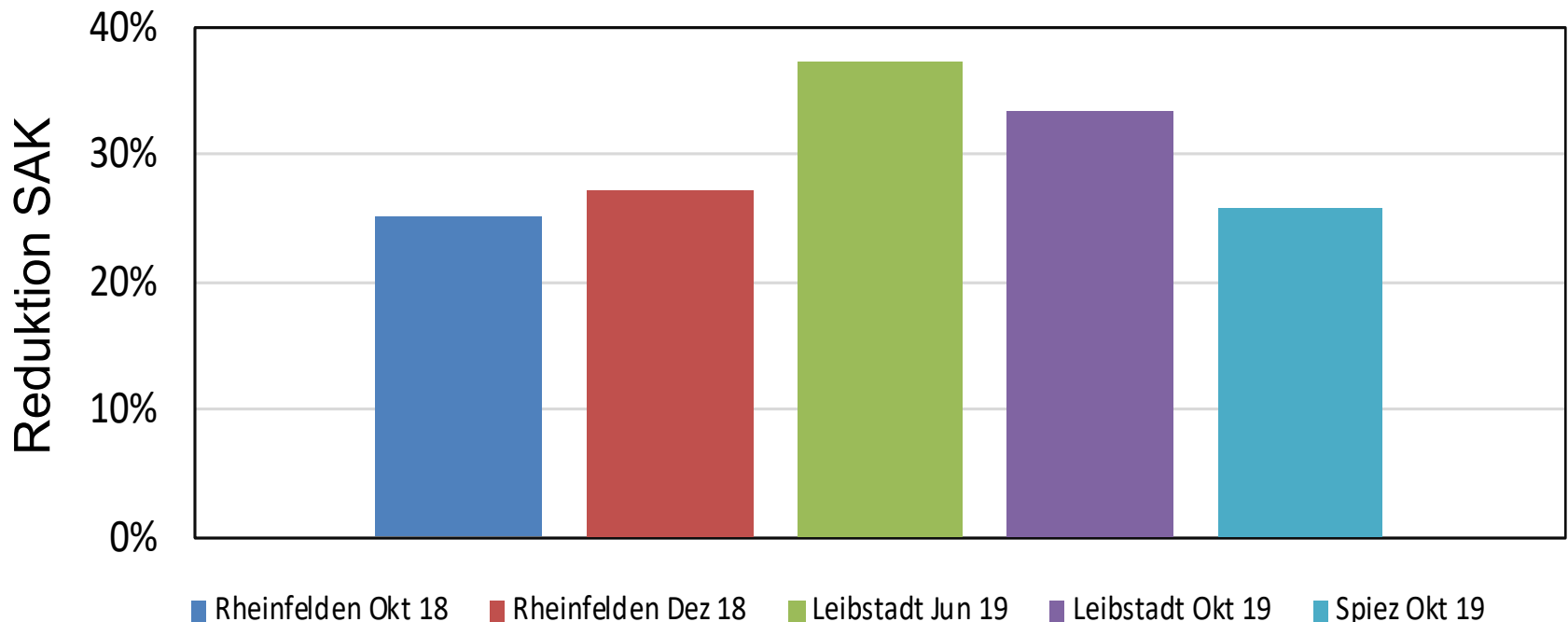
# Holzige Siebüberläufe aus der Vergärung/Kompostierung





# 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



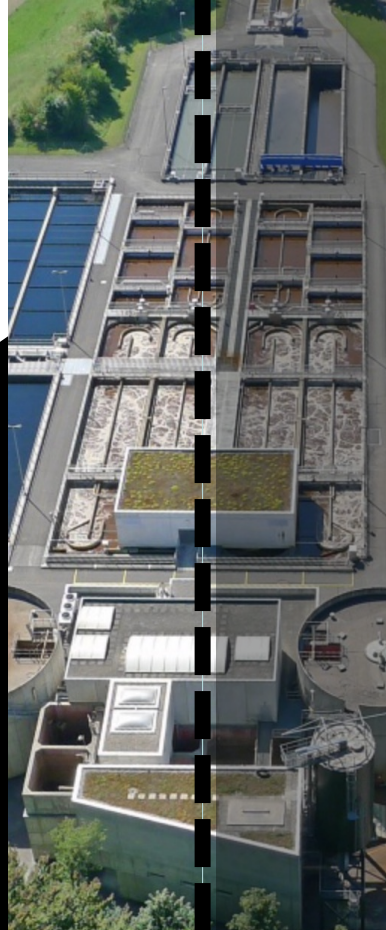
0.01 g

Labor  
24 h



300 g

Pilot-ARA  
ProRheno  
6 Wochen

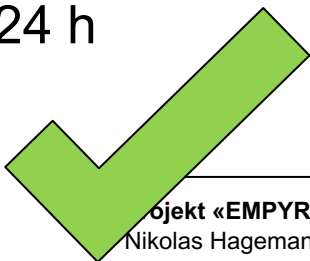


14 t

Demonstration  
“full scale”  
3 Monate



> 100 t p.a.

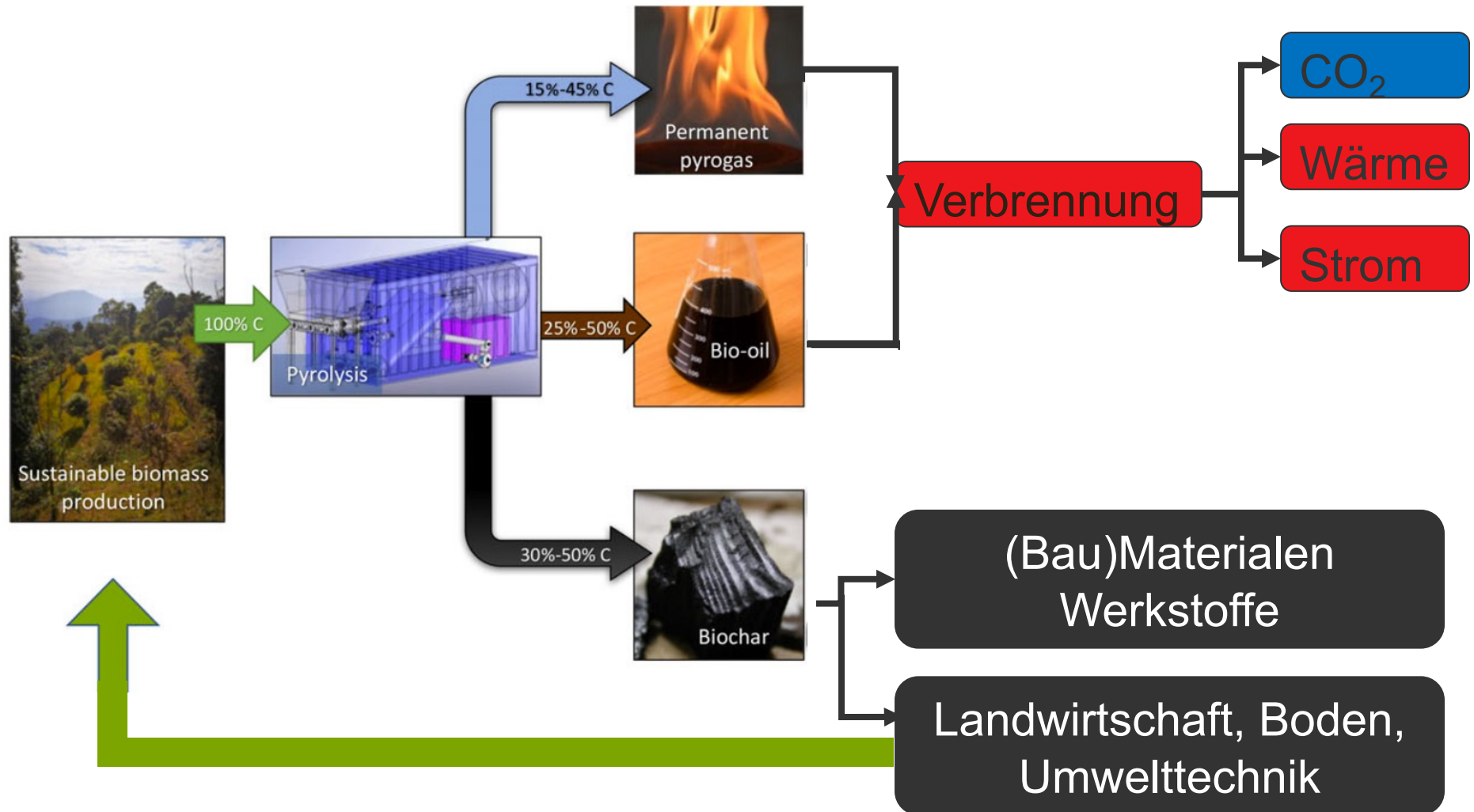


Projekt «EMPYRION»

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](mailto:hagemann@ithaka-institut.org)  
[nikolas.hagemann@agroscope.admin.ch](mailto: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](http://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

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probennummer		Probenbezeichnung	
				EBC-Futter-Plus	EBC-Futter	EBC-AgroBio	EBC-Agro	EBC-Urban	EBC-Ge-brauchs-material	EBC-Rohstoff	BG	Einheit	anl	wf
											123069306			

**Eigenschaften der Pflanzenkohle**

Schüttdichte < 3 mm	FR		in Anlehnung an VDLUFA-Methode A 13.2.1									kg/m <sup>3</sup>	-	135
Wasserhaltekapazität (WHC) < 2 mm	FR		DIN EN ISO 14238, A: 2014-03									%	-	393,3
Gesamtwassergehalt	FR	F5	DIN 51718: 2002-06								0,1	Ma.-%	2,8	-
Aschegehalt (550°C)	FR	F5	DIN 51719: 1997-07								0,1	Ma.-%	13,1	13,5
Kohlenstoff gesamt	FR	F5	DIN 51732: 2014-07								0,2	Ma.-%	81,6	84,0
Kohlenstoff, organisch	FR		Berechnung									Ma.-%	81,0	83,4
Wasserstoff	FR	F5	DIN 51732: 2014-07								0,1	Ma.-%	0,9	0,9
Stickstoff, gesamt	FR	F5	DIN 51732: 2014-07								0,05	Ma.-%	0,70	0,72
Schwefel (S)	FR	F5	DIN 51724-3: 2012-07								0,03	Ma.-%	0,07	0,07
Sauerstoff	FR	F5	DIN 51733: 2016-04									Ma.-%	2,0	2,0
TIC	FR	F5	DIN 51726: 2004-06								0,1	Ma.-%	0,6	0,6
Carbonate-CO2	FR	F5	DIN 51726: 2004-06								0,4	Ma.-%	2,2	2,3
H/C Verhältnis (molar)	FR		Berechnung										0,13	0,13
H/Corg Verhältnis (molar)	FR		Berechnung	< 0,4	< 0,4	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7			0,13	0,13
O/C Verhältnis (molar)	FR		Berechnung										0,018	0,018
pH in CaCl2	FR		DIN ISO 10390: 2005-12										10,2	-
Salzgehalt	FR		BGK III. C2: 2006-09								0,005	g/kg	7,22	-
Salzgehalt	FR		BGK III. C2: 2006-09								0,005	g/l	0,975	-
Leitfähigkeit bei 1,2 t Druck	FR		SAA-H-Lf-Pflanzenkohle.040								0,01	mS/cm	-	620
Leitfähigkeit bei 2 t Druck	FR		SAA-H-Lf-Pflanzenkohle.040								0,01	mS/cm	-	770
Leitfähigkeit bei 3 t Druck	FR		SAA-H-Lf-Pflanzenkohle.040								0,01	mS/cm	-	870
Leitfähigkeit bei 4 t Druck	FR		SAA-H-Lf-Pflanzenkohle.040								0,01	mS/cm	-	1100





# 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 (26<sup>th</sup> January 2024)

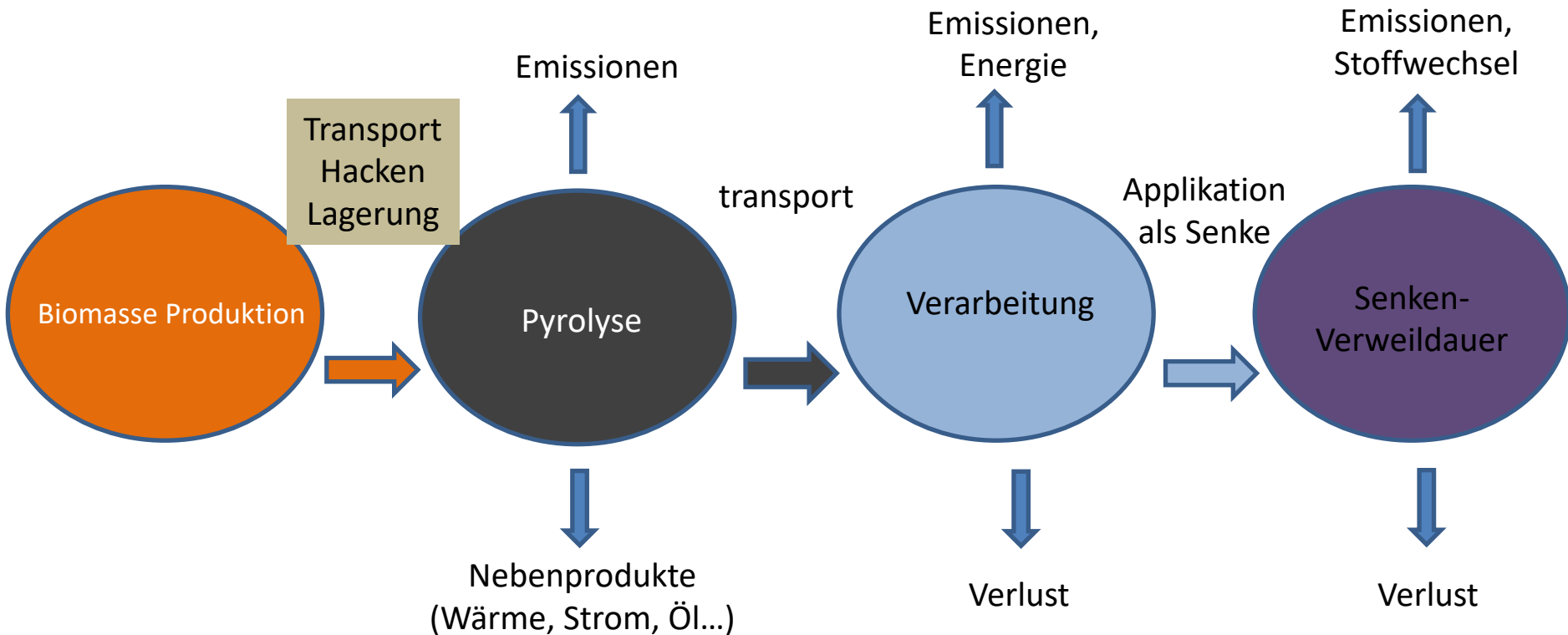
*Hans-Peter Schmidt<sup>1\*</sup>, Claudia Kammann<sup>2</sup>, and Nikolas Hagemann<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> Ithaka Institute, Ancienne Eglise 9, 1974 Arbaz, Switzerland

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

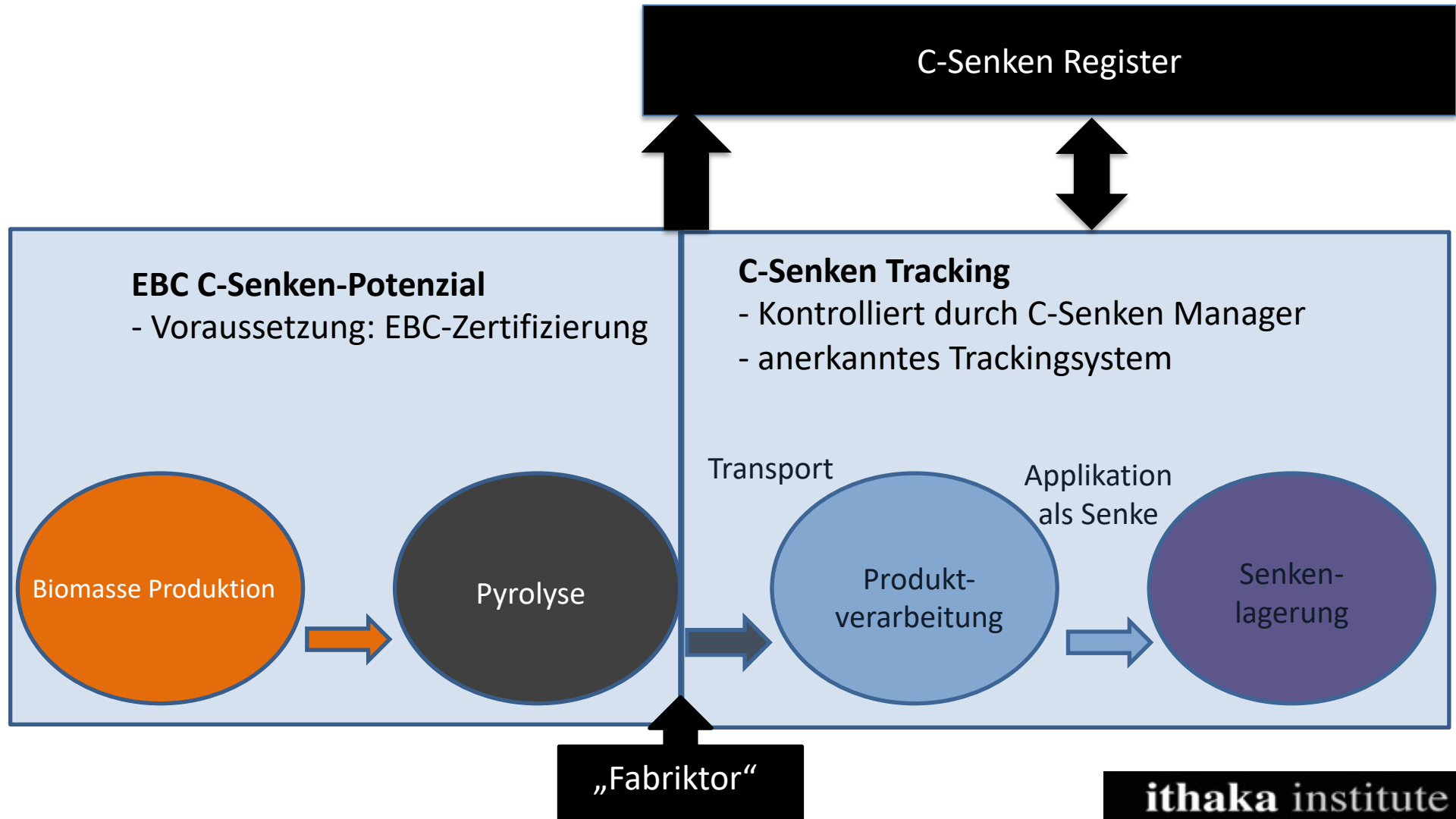
<sup>3</sup> Agroscope, Environmental Analytics, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zurich, Switzerland

# 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 <sub>2</sub> eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
5487.15 t CO <sub>2</sub> e	1495.136 t C	<span>Compensated</span>	EBC C-Sink

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

Stock ID: 4027

Amount CO <sub>2</sub> eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
4008.882 t CO <sub>2</sub> e	1092.338 t C	<span>Compensated</span>	EBC C-Sink

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

Stock ID: 4025

Amount CO <sub>2</sub> eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
2512.822 t CO <sub>2</sub> e	684.693 t C	<span>Compensated</span>	EBC C-Sink

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

Stock ID: 4013

Amount CO <sub>2</sub> eq in tonnes	Amount C	Emission backpack	Standard
345.197 t CO <sub>2</sub> e	94.059 t C	<span>Compensated</span>	Global Artisan C-Sink

## Biochar

📄 VIEW QR CODE

### PERSISTENCE CURVE

Interval: 1 year ▾

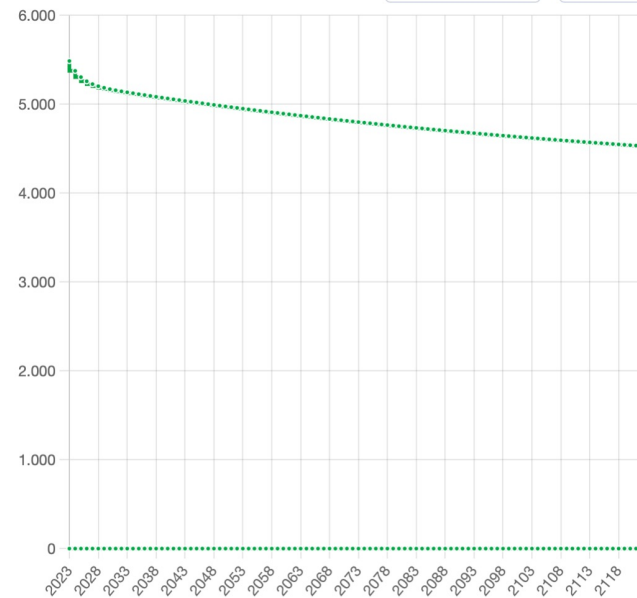
Start year

End year

Year 📅

Year 📅

Total: **5487.15 t CO<sub>2</sub>e** | Retired: **0.046 t CO<sub>2</sub>e**



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!**

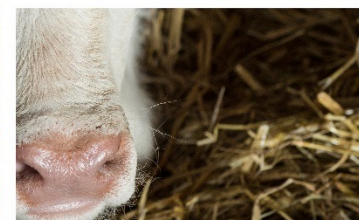
**Nikolas Hagemann**

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

[hagemann@ithaka-institut.org](mailto:hagemann@ithaka-institut.org)

**Agroscope** gutes Essen, gesunde Umwelt

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