



Nutzhanf: Binden von PFAS und Kohlenstoff

Jeremias Finster

9. Februar 2026



1 PFAS-Kontamination

2 Regeneratives Ökosystem

Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS)

PFAS sind eine Gruppe von Fluorpolymeren, die man wegen ihrer abweisenden und hitzebeständigen Eigenschaften herstellt

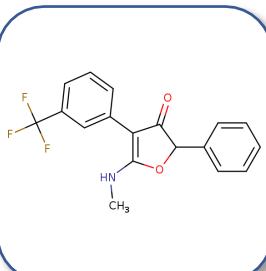
Hintergrund

- Menschengemacht, seit 1938
- Fluor ersetzt Wasserstoff an Kohlenstoffatomen und erzeugt starke "Ewigkeits-Chemikalien"
- Kurz- und Langketten

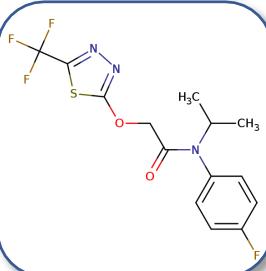
Vorteile

- Wasser-, schmutz- und fettabweisend
- Hitzebeständig

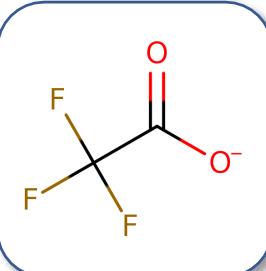
Typische Beispiele für PFAS in der Landwirtschaft



Flurtamone, Herbizid
EU-Zulassung: 2004 - 2019



Flufenacet, Herbizid
EU-Zulassung: 2004 - 2025

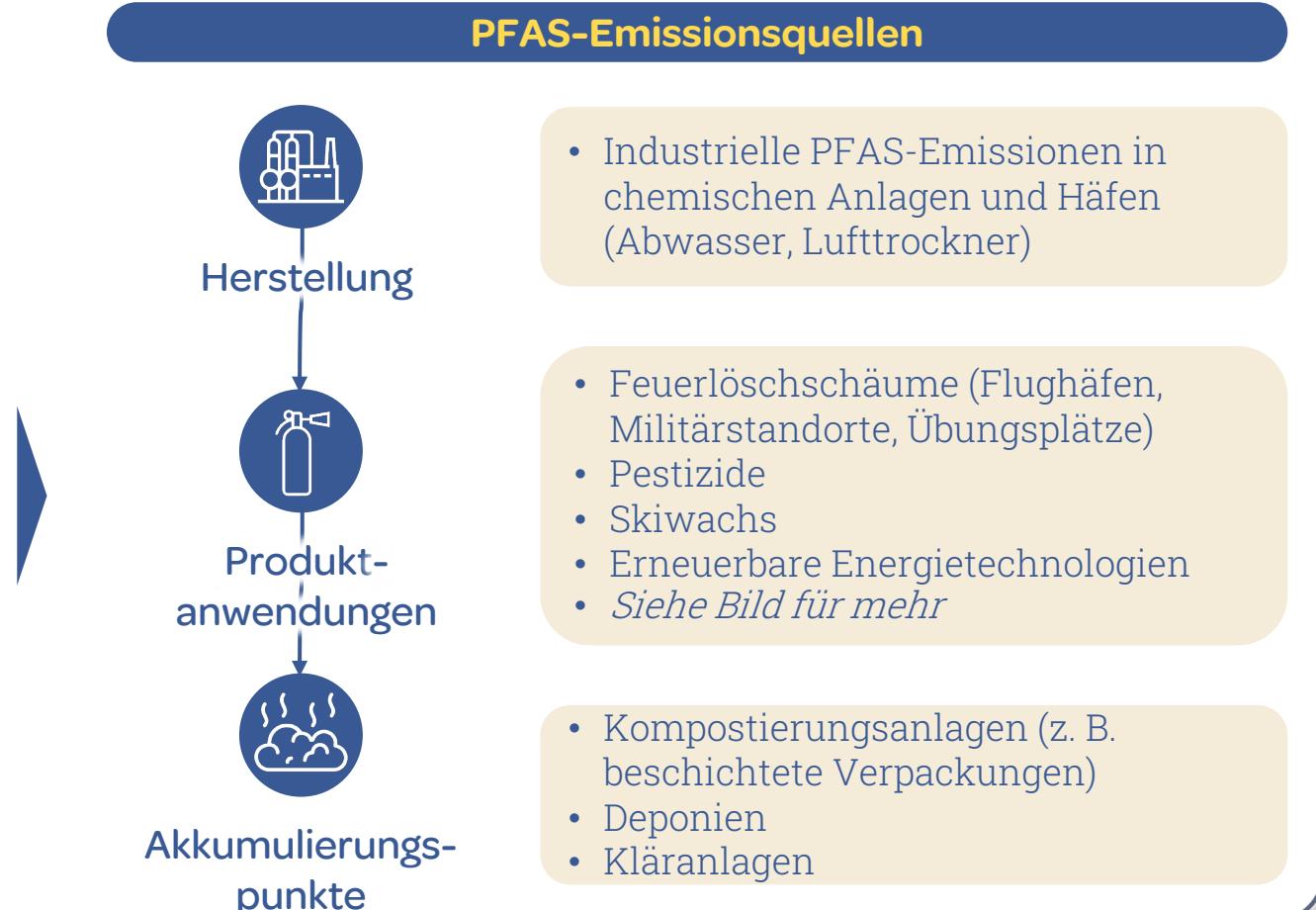


Trifluoracetat (TFA)
Abbauprodukt

+7 Millionen weitere Kombinationen

PFAS-Produktion, Nutzung und Emissionen

Emissionen treten an ihrer Herstellung, Produktnutzung und Sammelstellen auf, an denen sie akkumuliert werden



Kontaminationswege

Wenn ausgestoßen, dringt PFAS in den gesamten biologischen Kreislauf ein, von Böden bis zum Menschen

Kontaminierte Böden



Kontaminierte Wasserwege



Kontaminierte Lebensmittel



Gesundheitsrisiken für Menschen



- Kann nicht für Landwirtschaft oder Bauvorhaben verwendet werden

- Benötigt eine starke Behandlung für Trinkwasser

- Beschleunigt die Verbreitung von PFAS

- Tiere, aber auch Pflanzen sammeln PFAS in ihrem Gewebe an

- Gefunden in Blut und Muttermilch
- Krebs- und Fortpflanzungsrisiko

Biologischer Zyklus
der PFAS-Ausbreitung

PFAS in den europäischen Nachrichten

Allein in den letzten 12 Monaten führte eine schwere Kontamination zur Einschränkung des öffentlichen Lebens in ganz Europa

Kontaminierte Böden



Kontaminiertes Grundwasser



Kontaminierte Wasserwege



Kontaminierte Lebensmittel



Gesundheitsrisiken für Menschen



April 2025 
Trinkwasserverbot in
der Nähe der Böden
eines Flughafens

Januar 2026 
Gesetzliche Grenze
von 100 ng/l PFAS im
Trinkwasser

Februar 2025 


Algenschäume mit
bis zu 160 µg/l PFAS

November 2025 
Verbot des Verzehrs
von Seefischen

2023-2025 
EU-Politiker wurden
positiv auf PFAS
getestet (99% Betroffene)

PFAS in der Landwirtschaft

Landwirten droht ein Verbot des Anbaus, der Grundwassernutzung und des Verkaufs von Produkten

Kontaminierte Böden



2025  Verbot des Anbaus aufgrund gesteigerter PFAS-Werte im Boden

Kontaminiertes Grundwasser



Oktober 2025  Forderungen i.H.v. 6,5 Mio. Euro der Stadtwerke Rastatt

Kontaminierte Lebensmittel



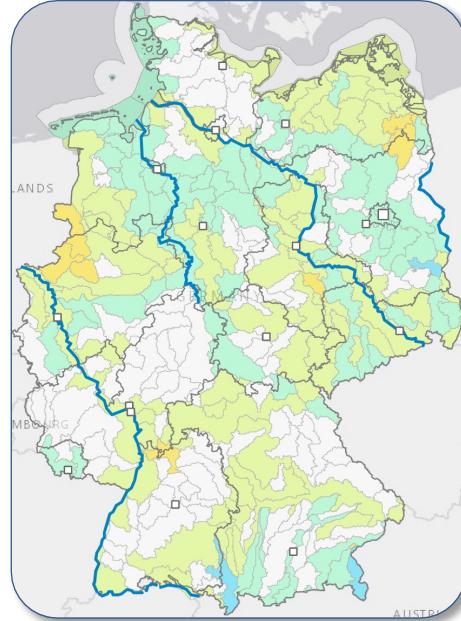
August 2024  Verbot des Verkaufs von Rindfleisch im Kanton St. Gallen

Kontaminierte Lebensmittel



April 2025  Studie weist Anstieg seit 1988 auf 122µg/l TFA in Weinen nach

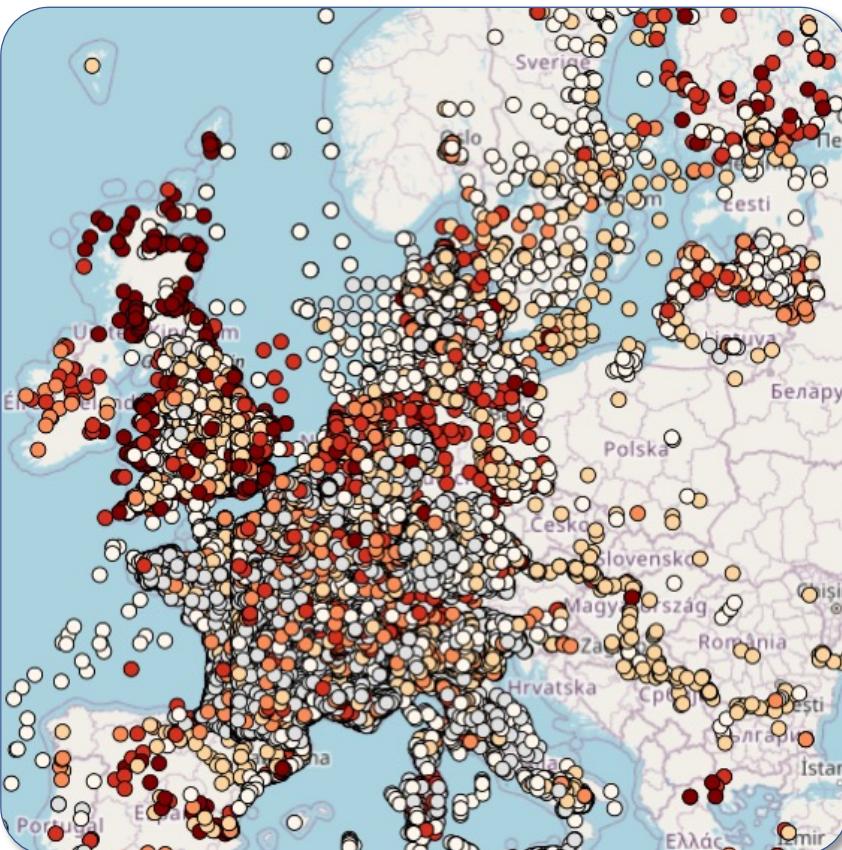
Verbreitung von TFA



Die europäische Lage

In ganz Europa wurde PFAS in der Umwelt gefunden, was zu politischen Ambitionen führte, die Chemikalien zu verbieten

PFAS-Kontamination in ganz Europa



EU-Politikneuerungen

REACH Regulierung

August 2025

- Aktualisierter Vorschlag
- Jedoch kein allgemeines PFAS-Verbot mehr



Trinkwasser-richtlinie

Januar 2026

- Systematische Überwachung von PFAS im Trinkwasser
- Brunnenschließungen und extra Klärstufen bei Überschreitung

Neuer EU-Bericht

Januar 2026

Geschätzte **1,7 Billionen €** Kosten durch PFAS für die Gesellschaft

Wachsendes politisches Bewusstsein und Handeln für ein Verbot von PFAS

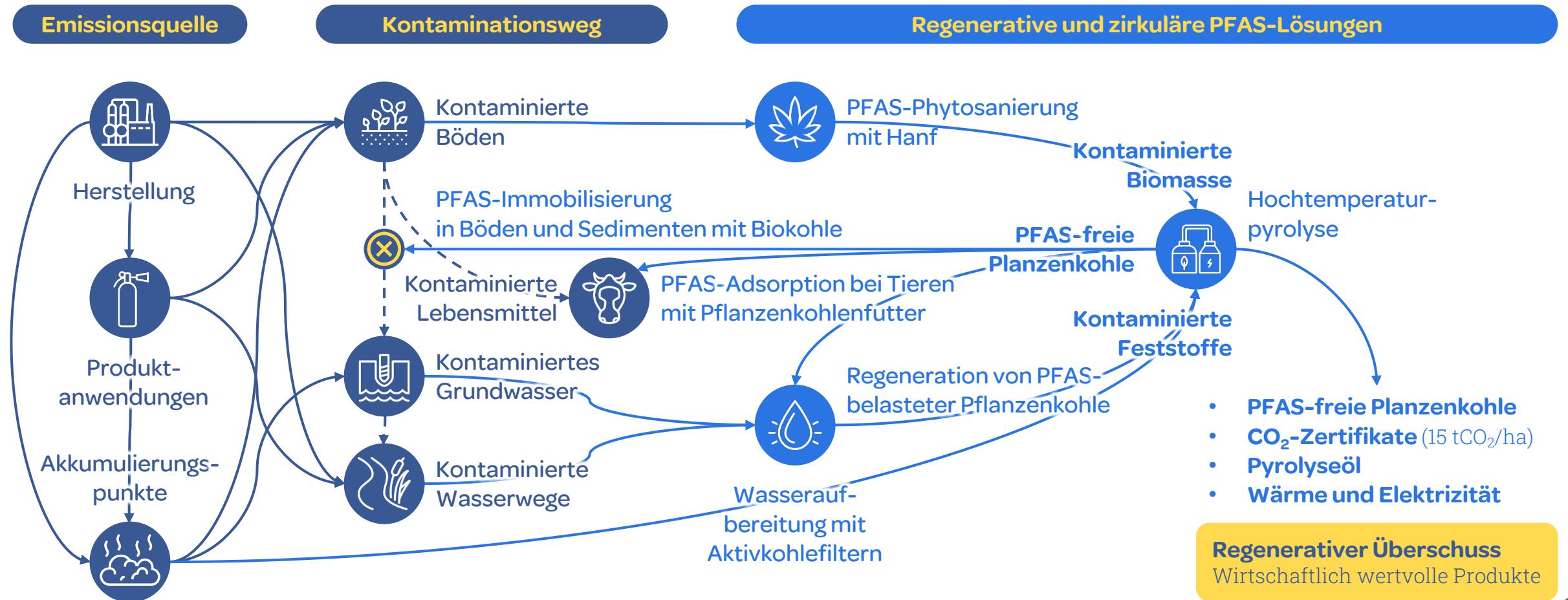


1 PFAS-Kontamination

2 Regeneratives Ökosystem

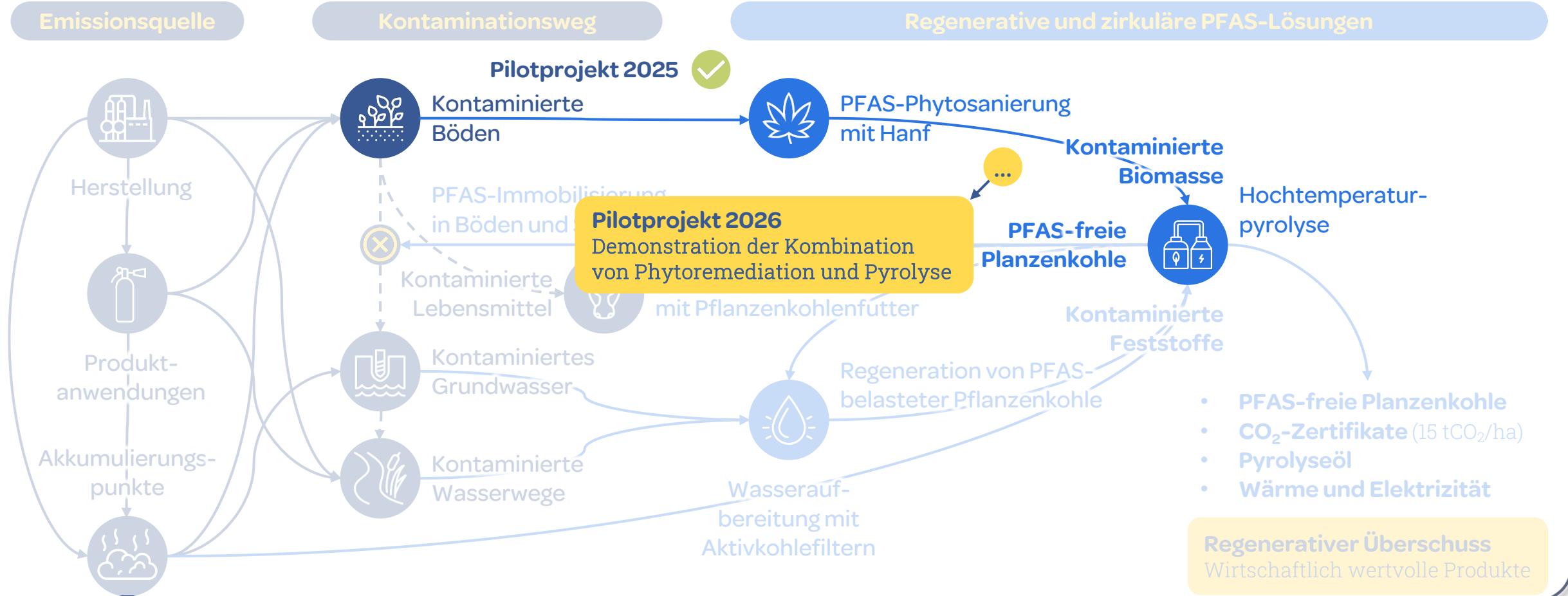
Von PFAS-Kontamination zu einem regenerativen Ökosystem

Innovative Sanierungslösungen können kombiniert werden, um die Verunreinigung zu reduzieren und deren Ausbreitung zu verhindern



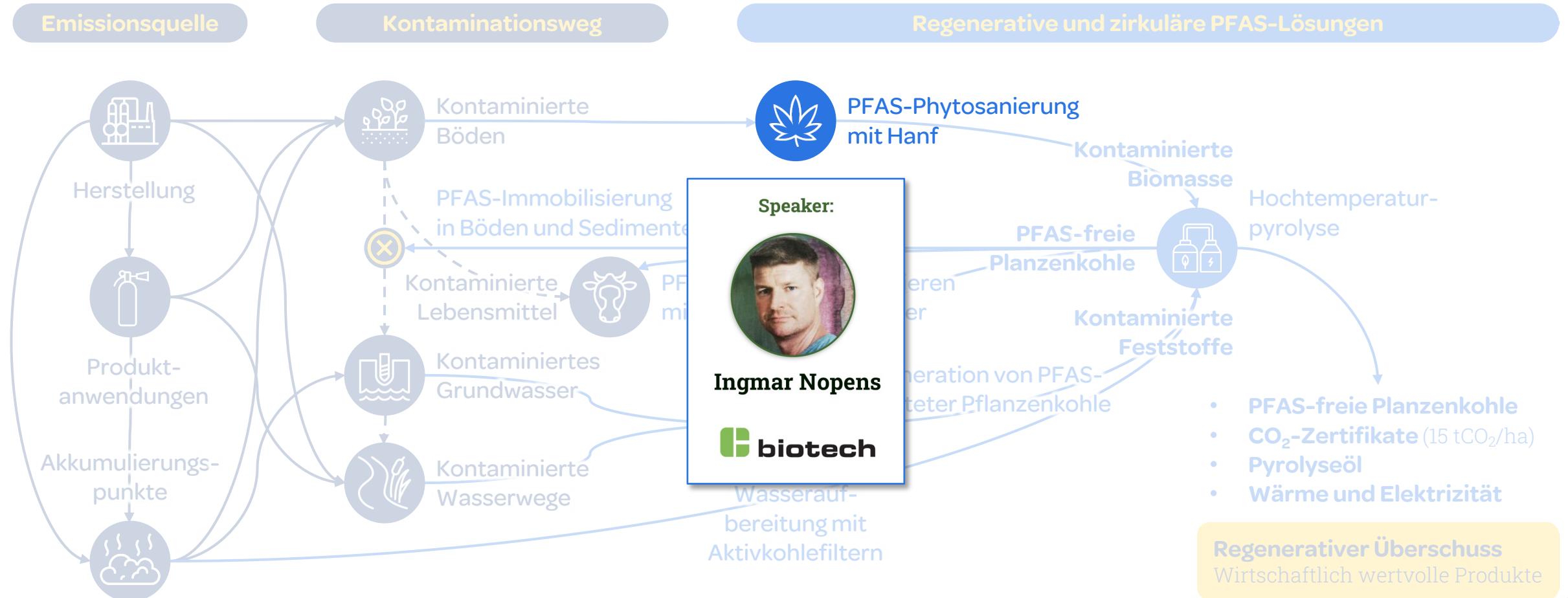
Pilotprojekt einer systemischen Lösung

Gemeinsam mit unseren Partnern wollen wir 2026 die Kombination aus Phytosanierung und Pyrolyse demonstrieren



Aufnahme von PFAS durch Phytosanierung mit Industriehanf

Nutzhanf wirkt als Hyperakkumulator und sammelt PFAS in seinen Blättern, wobei er mit der Mikrobiologie im Boden arbeitet

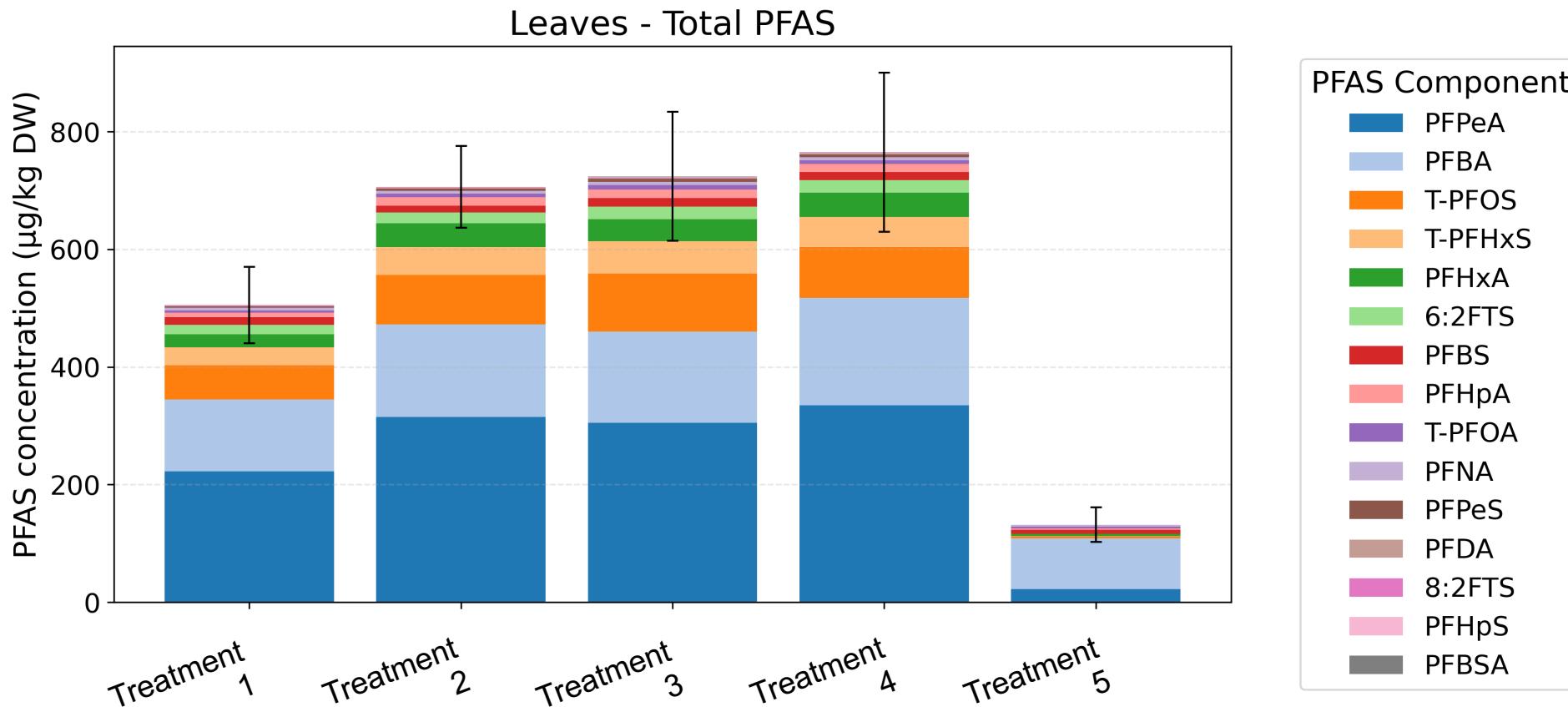


Warum Industriehanf?

1. PFAS-Hyperakkumulator
2. Schnell wachsende → hohe Biomasse
3. Tiefes und dichtes Wurzelsystem
4. Tolerant gegenüber kontaminierten Böden
5. Bestehende landwirtschaftliche Wertschöpfungskette
6. Nicht-Nahrungspflanzen → vermeiden Risiken in der Nahrungskette



Beobachtete PFAS-Aufnahme im Industriehanf



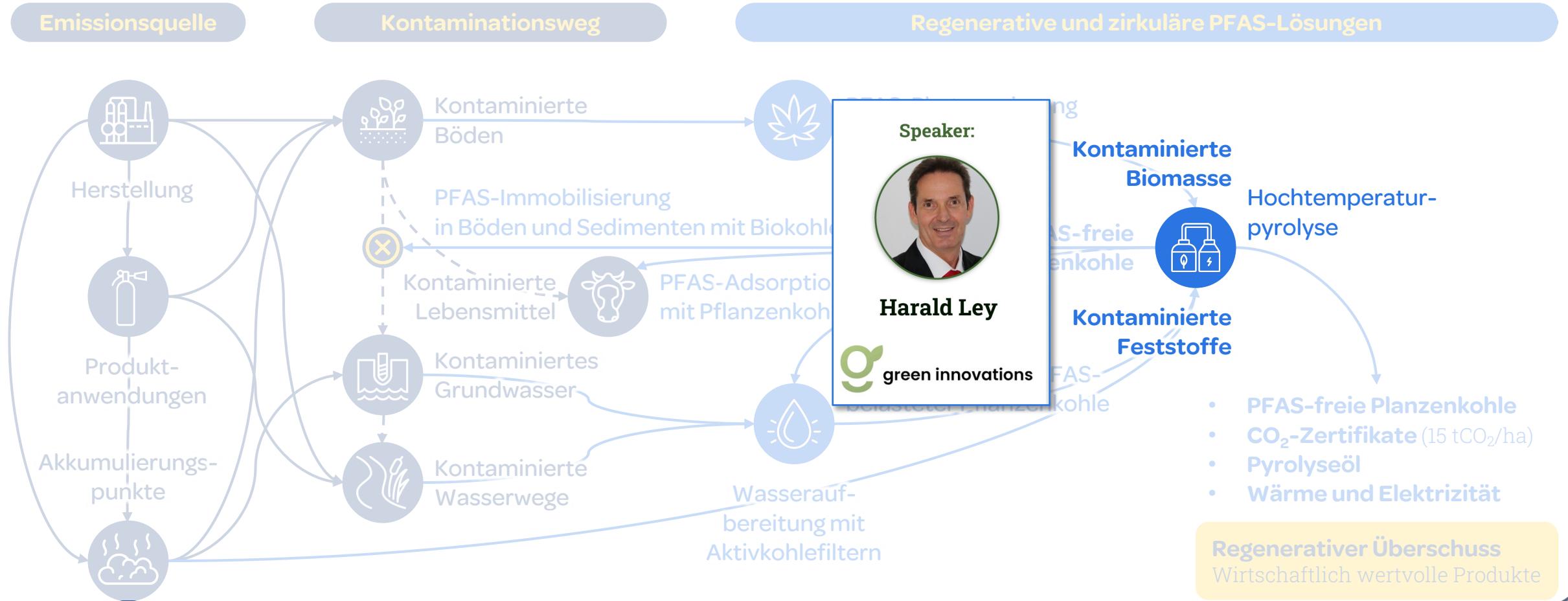
PFAS Component
PFPeA
PFBA
T-PFOS
T-PFHxS
PFHxA
6:2FTS
PFBS
PFHpA
T-PFOA
PFNA
PFPeS
PFDA
8:2FTS
PFHpS
PFBSA

1. PFAS wird bei allen Anwendungen aufgenommen
2. Der Aufnahmegrad hängt von der PFAS-Konzentration und den Bodeneigenschaften ab
3. Kürzere Ketten werden schneller aufgenommen

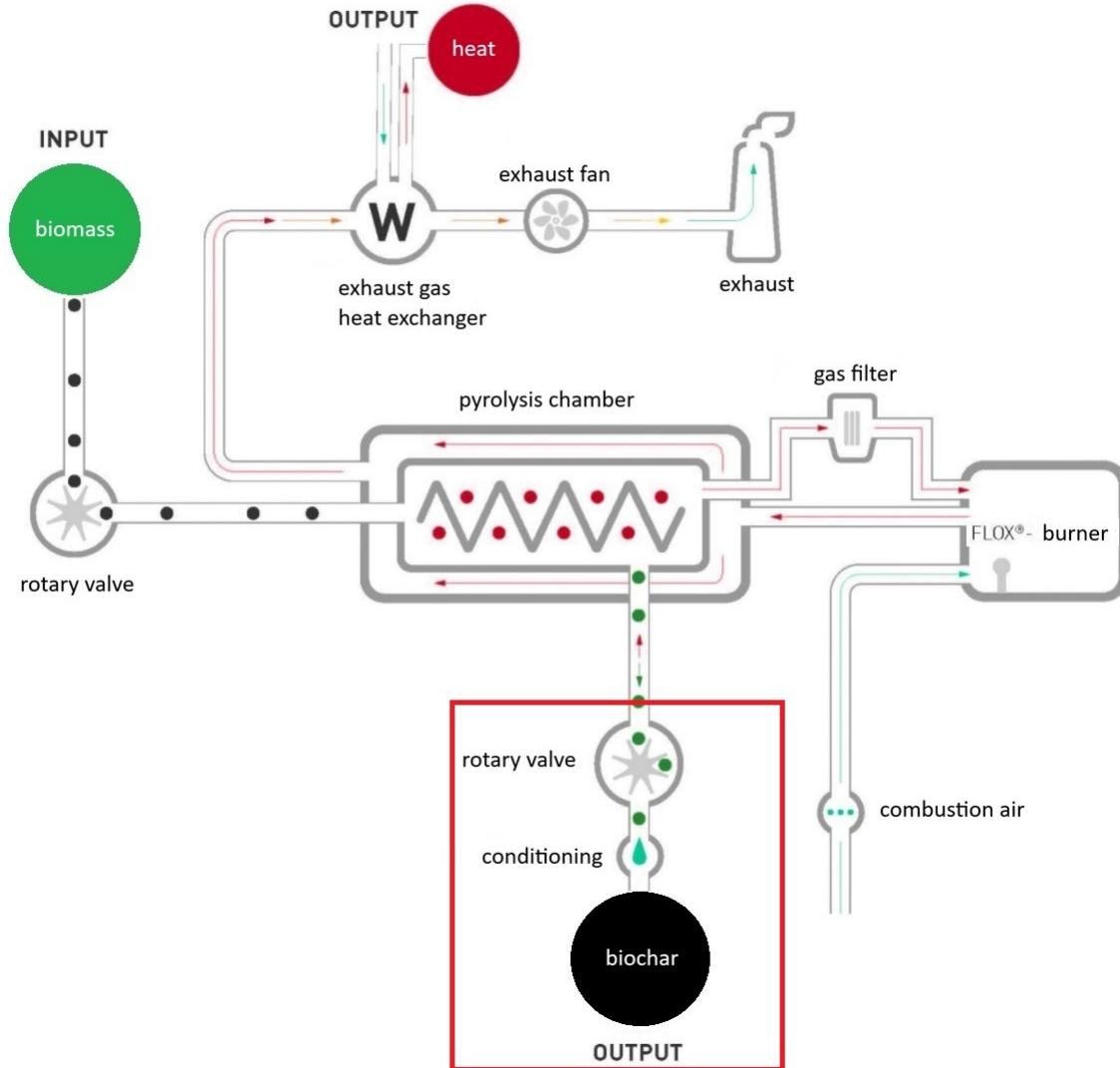
Wie TFA

Pyrolyseprozess und sichere PFAS-Zerstörung

Bei hohen Temperaturen und Ausschluss von Sauerstoff zerstört eine Pyrolyseanlage die starken Ketten sicher



Pyrolyse

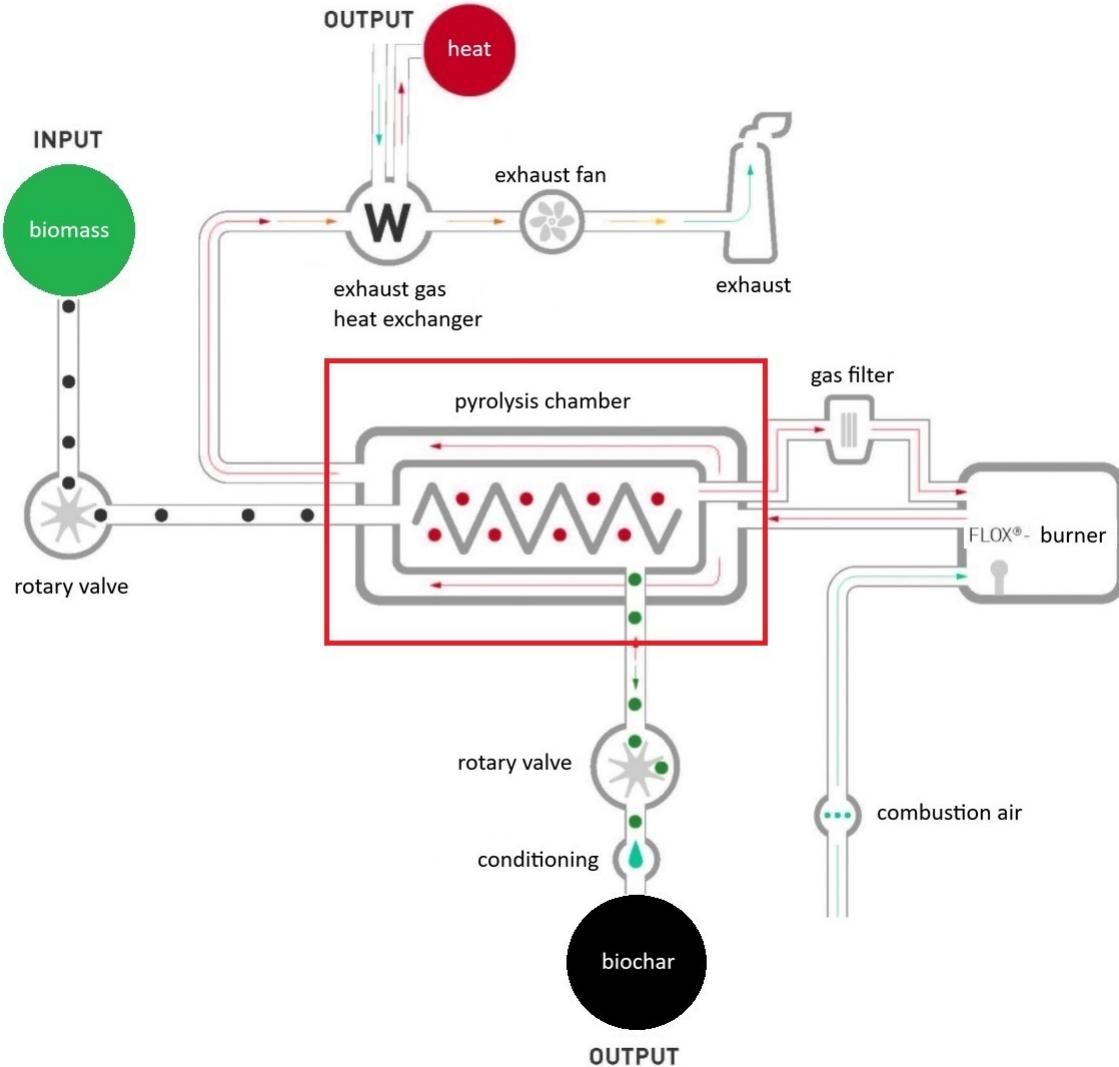


Während des Pyrolyseprozesses wird der Kohlenstoff in der Biomasse nicht zu CO₂ verbrannt, sondern bleibt in der produzierten Pflanzenkohle gespeichert.

Diese Pflanzenkohle kann anschließend als Dünger in der Landwirtschaft verwendet werden. So wird der Kohlenstoff über Tausende von Jahren im Boden gespeichert.

Wir zerstören nicht nur PFAS und erzeugen Wärme ohne CO₂-Emissionen, sondern speichern auch Kohlenstoff in unserem Boden.

Pyrolyse

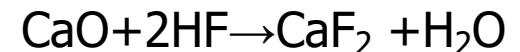


Die thermische Zersetzung von PFAS erzeugt freie Fluorionen.

Zusammen mit Wasserstoff aus dem Pyrolysegas bilden diese hochgiftige HF (Wasserstofffluorid).

Die sauerstoffarme Umgebung in der Pyrolysekammer begrenzt die Produktion unerwünschter Nebenprodukte.

Die vollständige Mineralisierung wird erreicht, indem CaO (Calciumoxid = verbrannter Kalk) zur Biomasse hinzugefügt wird:



Pyrolyseanlagen

Eine wachsende Zahl von Herstellern bietet eine große Auswahl an verschiedenen Systemtypen an.



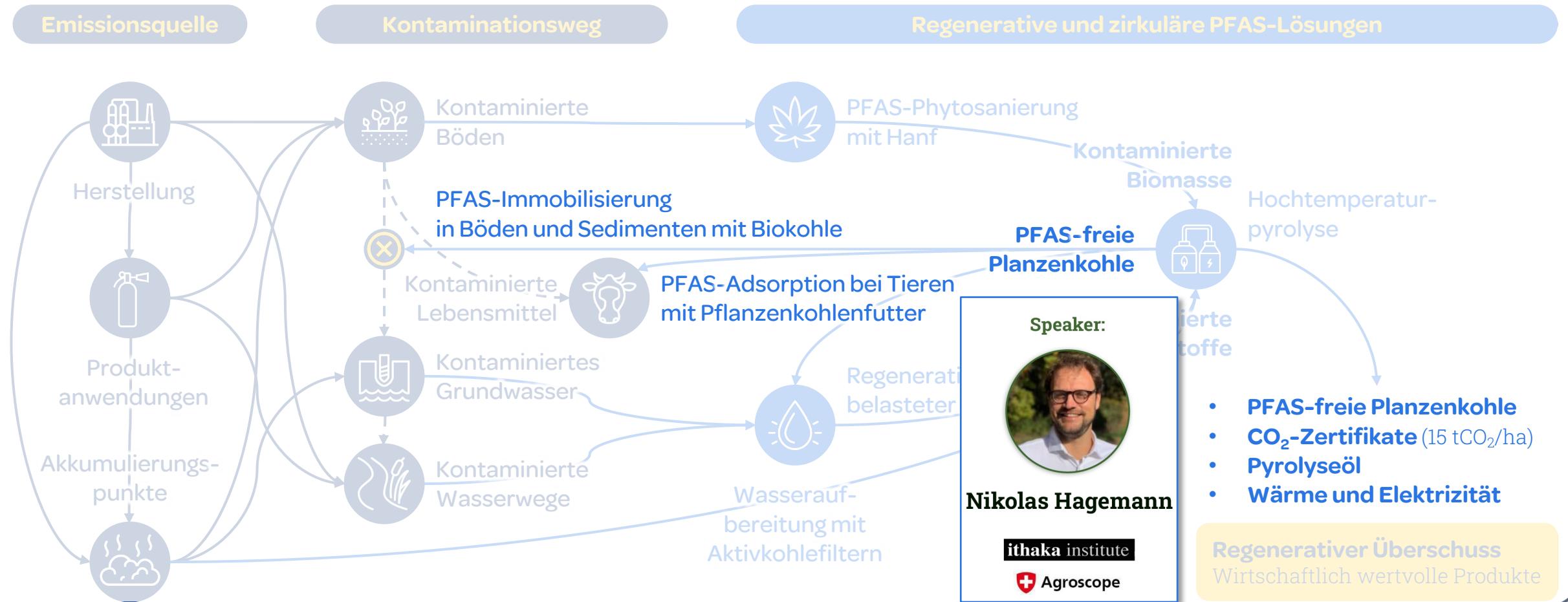
Mobiles Gerät
(Biomasse 50 – 70 kg/h)



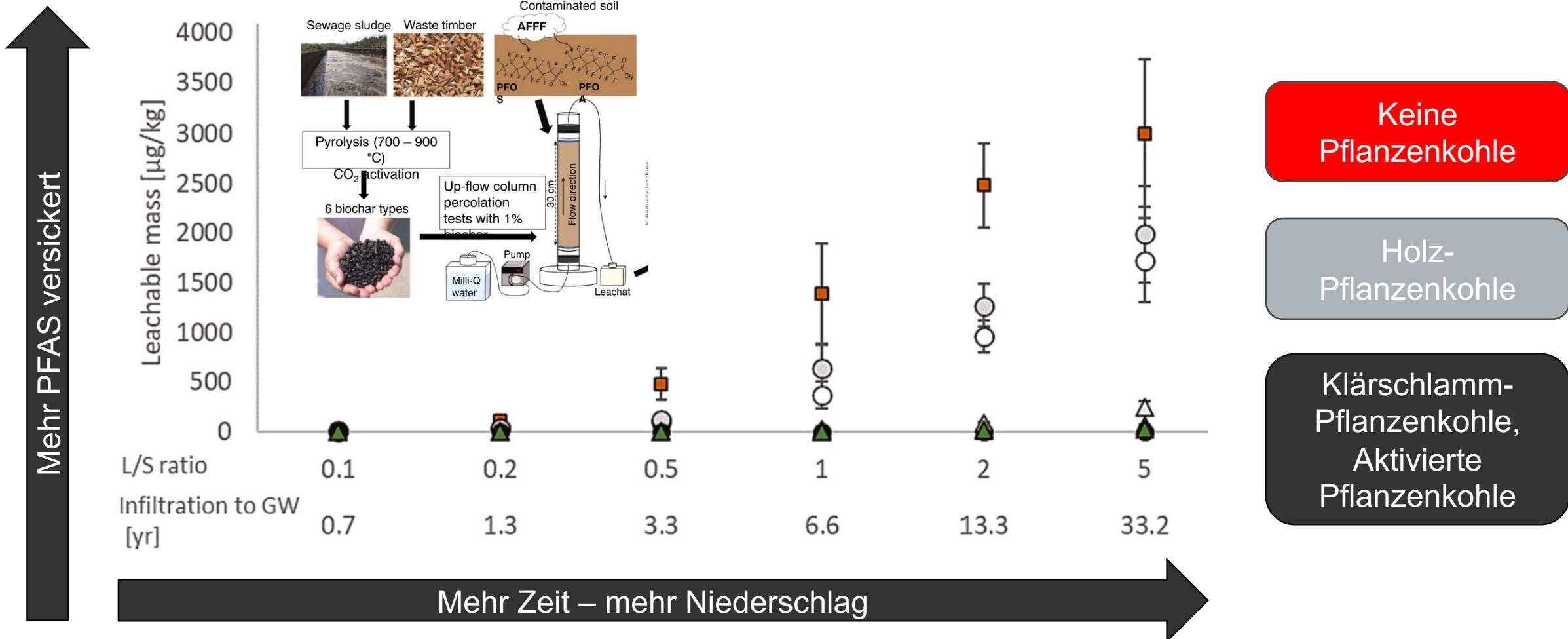
Containermodell
(Biomasse 300 – 600 kg/h)

Überblick über Pyrolyseprodukte und ihre Anwendungen

Der Prozess erzeugt mehrere nützliche Produkte, darunter Pflanzenkohle, die selbst in der PFAS-Sanierung verwendet wird

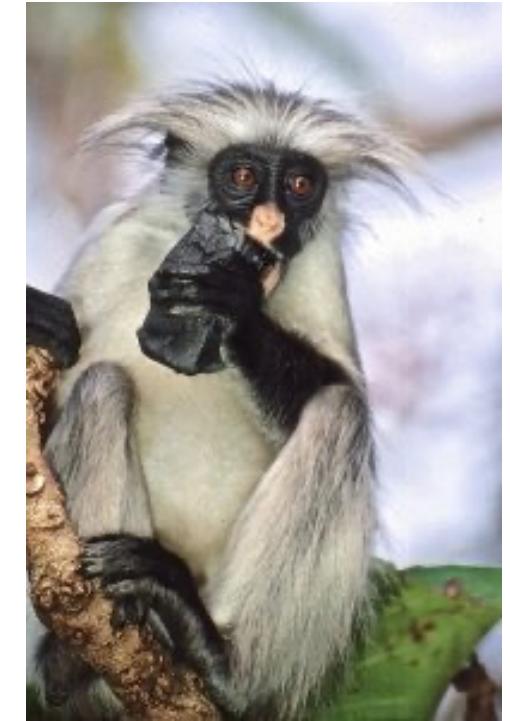
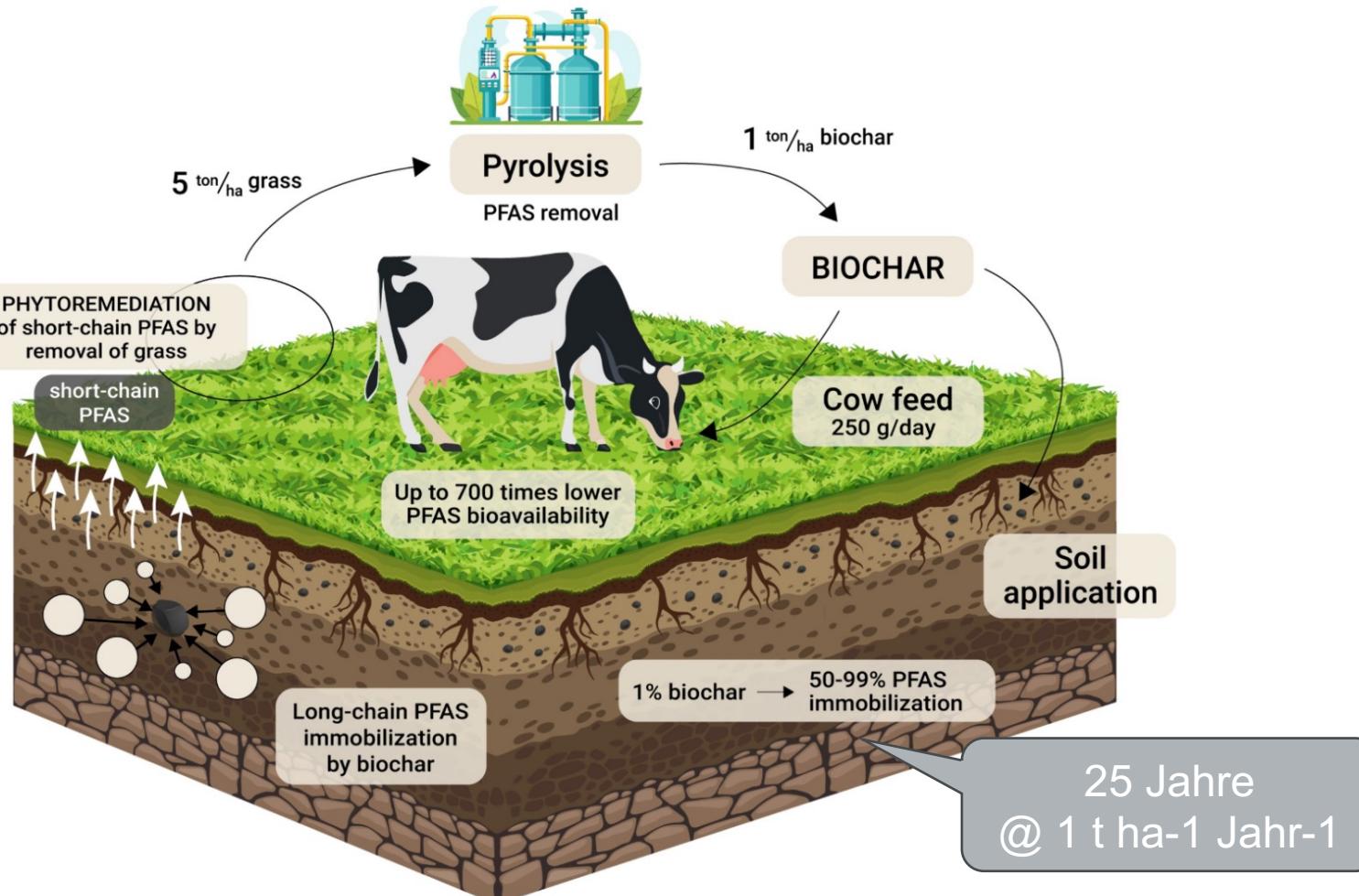


Pflanzenkohle reduziert die Mobilität von PFAS – Grundwasser und Pflanzen



Quelle: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170971>

Der “regenerative Kreislauf” von Phytosanierung und Pyrolyse



Roter Colobus-Affe,
Sansibar

Quelle: Foto: <https://blogs.library.duke.edu/data/2022/10/31/the-duke-research-data-repository-celebrates-its-200th-data-deposit/>



Co-creating **resilient** and **regenerative** systems

Kontaktieren Sie uns
jeremias@atacama.life

www.atacama.life