



Nutzhanf: Binden von PFAS und Kohlenstoff

Jeremias Finster

9. Februar 2026

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



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

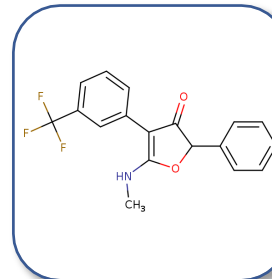
Hintergrund

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

Vorteile

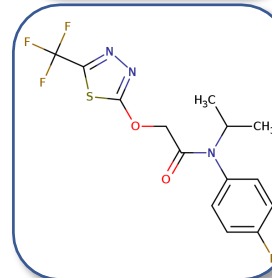
- Wasser-, schmutz- und fettabweisend
- Hitzebeständig

Typische Beispiele für PFAS in der Landwirtschaft



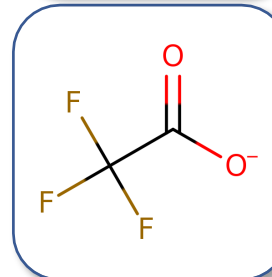
Flurtamon, Herbizid

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



PFAS-Emissionsquellen



- Industrielle PFAS-Emissionen in chemischen Anlagen und Häfen (Abwasser, Lufttrockner)

- Feuerlöschschäume (Flughäfen, Militärstandorte, Übungsplätze)
- Pestizide
- Skiwachs
- Erneuerbare Energietechnologien
- *Siehe Bild für mehr*

- Kompostierungsanlagen (z. B. beschichtete Verpackungen)
- Deponien
- Kläranlagen

Kontaminationswege

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

Kontaminierte Böden



- Kann nicht für Landwirtschaft oder Bauvorhaben verwendet werden

Kontaminiertes Grundwasser



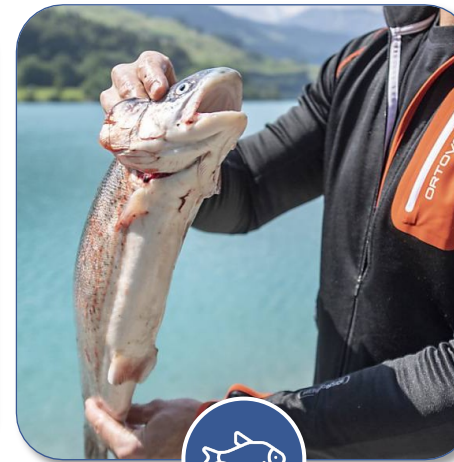
- Benötigt eine starke Behandlung für Trinkwasser

Kontaminierte Wasserwege



- Beschleunigt die Verbreitung von PFAS

Kontaminierte Lebensmittel



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

Gesundheitsrisiken für Menschen



- Gefunden in Blut und Muttermilch
- Krebs- und Fortpflanzungsrisiko

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



April 2025



Trinkwasserverbot in der Nähe der Böden eines Flughafens

Kontaminiertes Grundwasser



Januar 2026



Gesetzliche Grenze von 100 ng/l PFAS im Trinkwasser

Kontaminierte Wasserwege



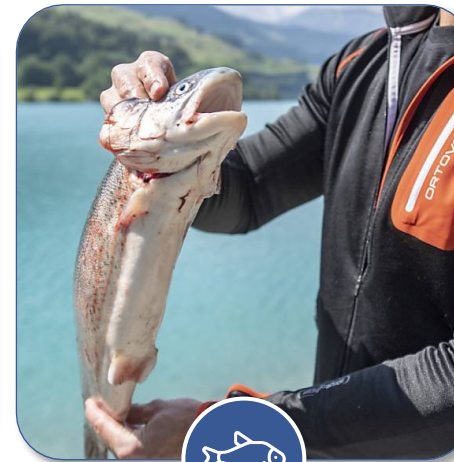
Februar 2025



Algenschäume mit bis zu 160 µg/l PFAS



Kontaminierte Lebensmittel

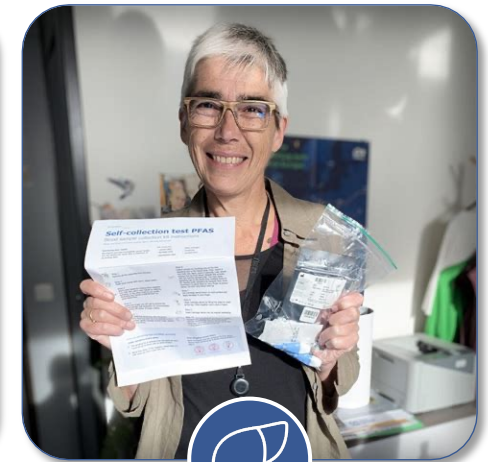


November 2025



Verbot des Verzehrs von Seefischen

Gesundheitsrisiken für Menschen



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



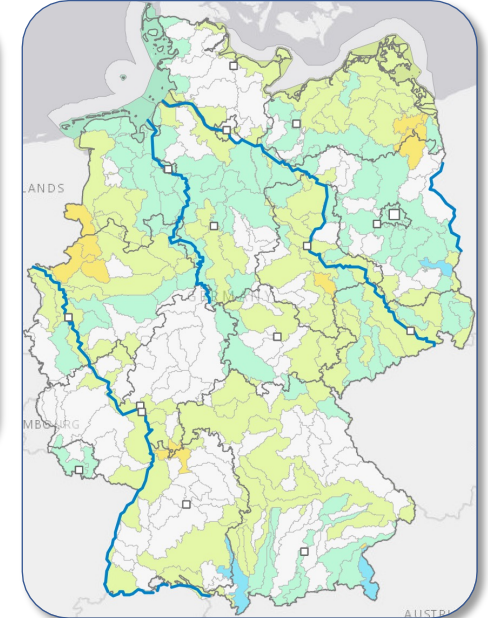
Kontaminierte Lebensmittel



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



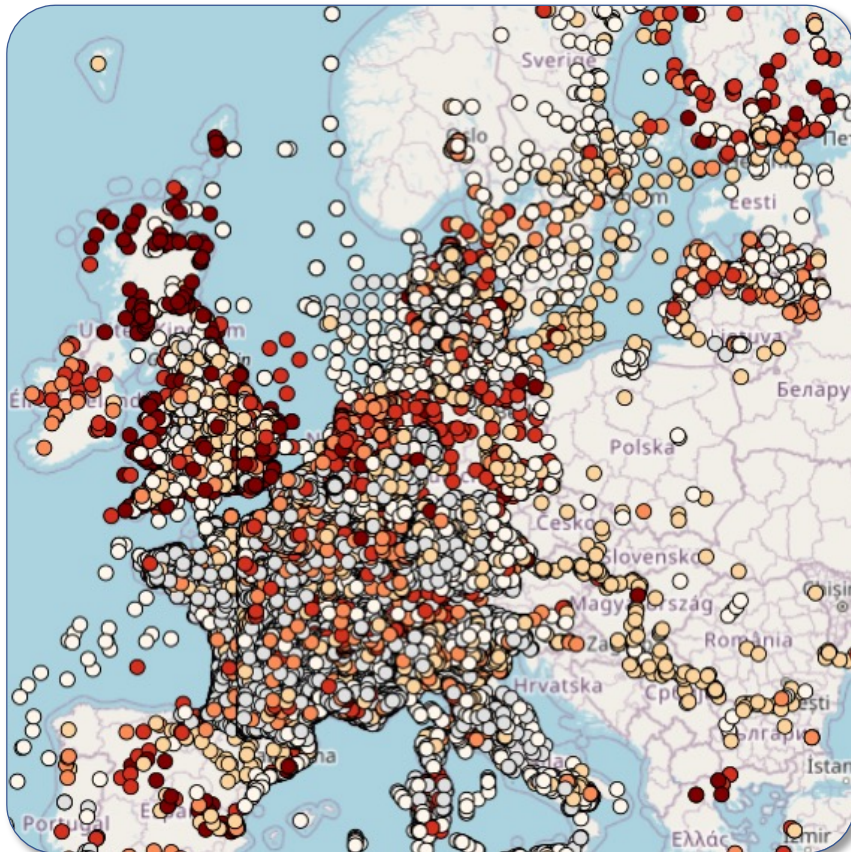
Verbreitung von TFA



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



Atacama | www.atacama.life | Februar 2026

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**

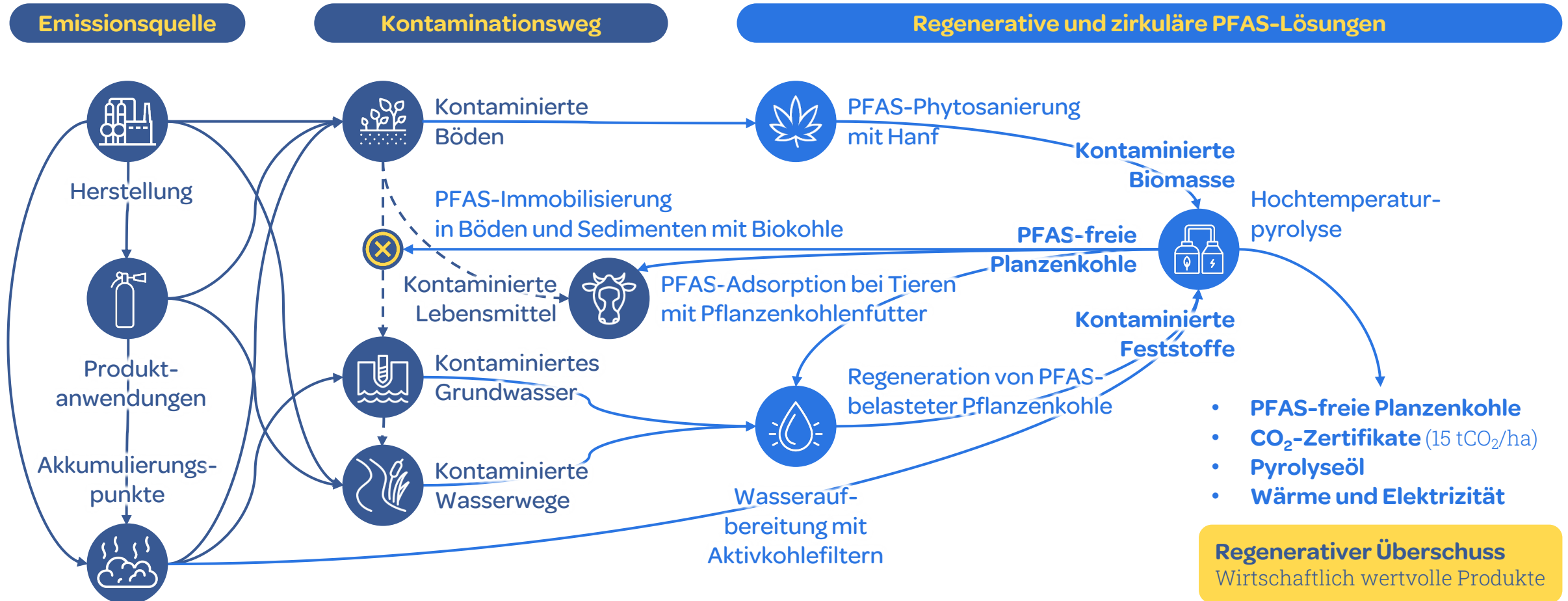


1 PFAS-Kontamination

2 Regeneratives Ökosystem

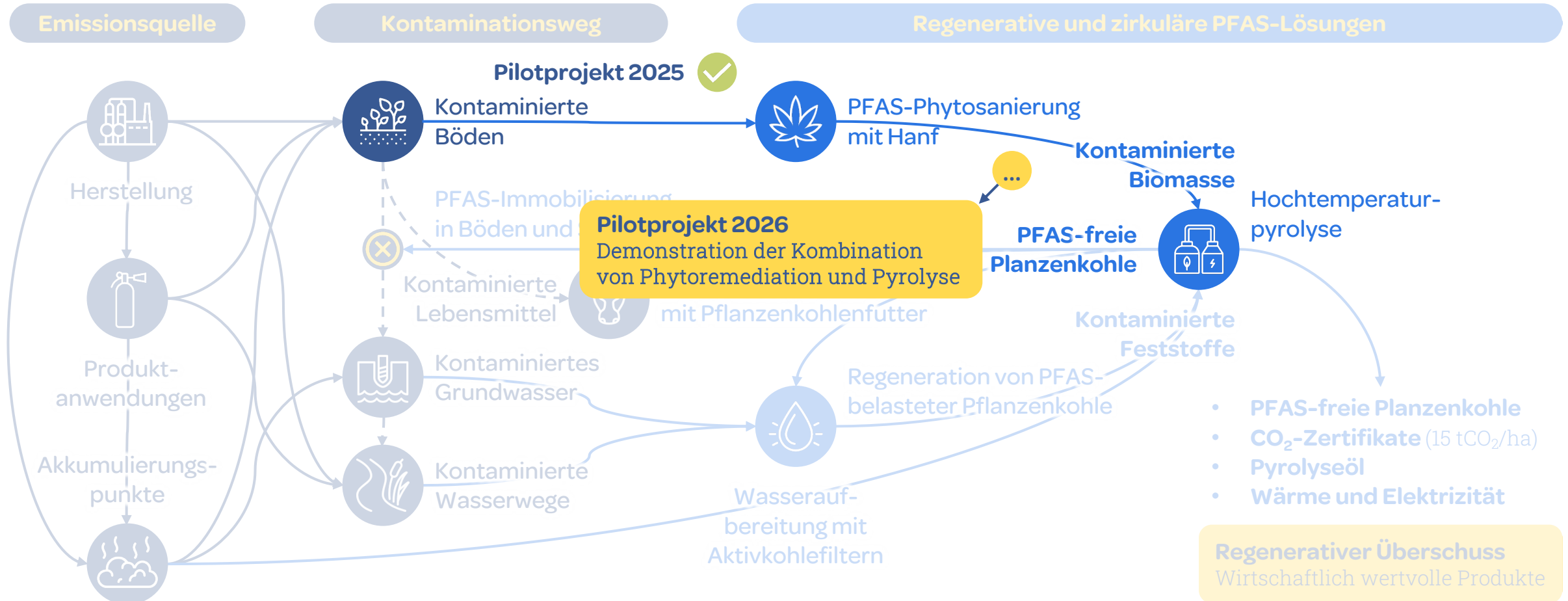
Von PFAS-Kontamination zu einem regenerativen Ökosystem

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



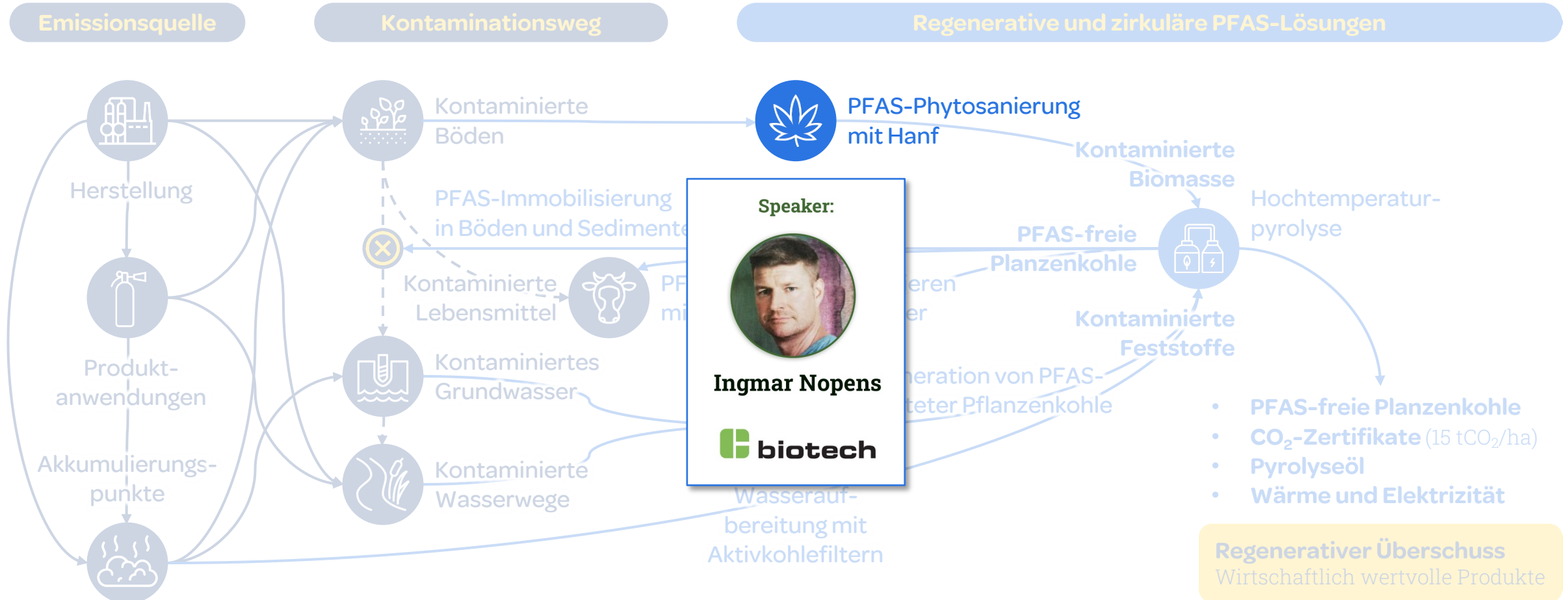
Pilotprojekt einer systemischen Lösung

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

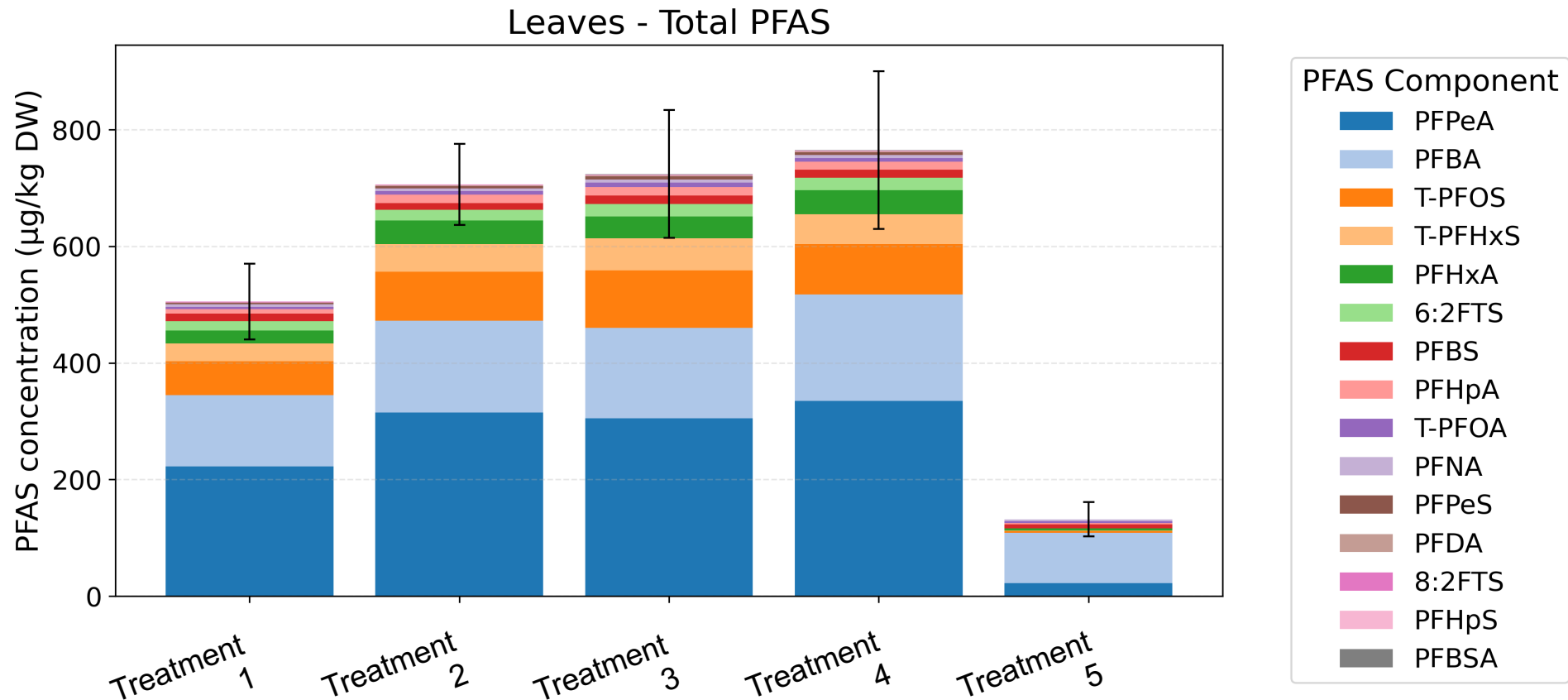


Warum Industriehanf?

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

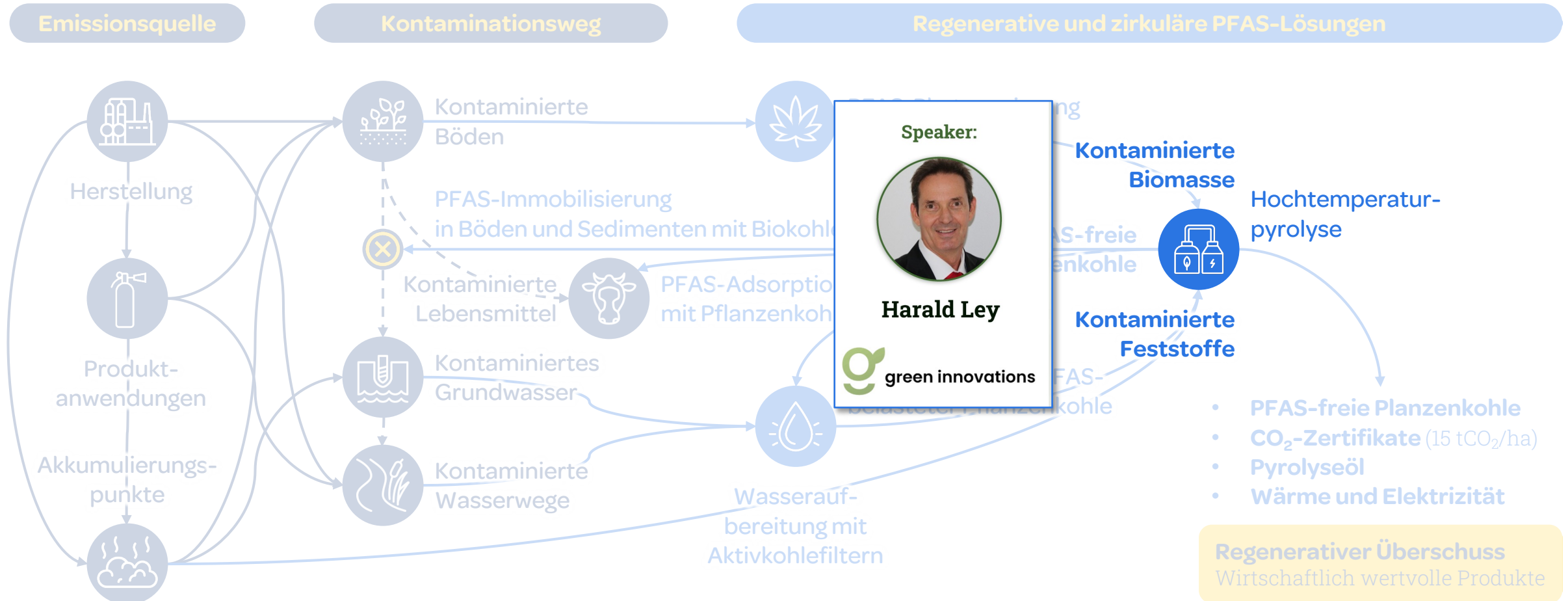


1. PFAS wird bei allen Anwendungen aufgenommen
2. Der Aufnahme-grad hängt von der PFAS-Konzentration und den Bodeneigenschaften ab
3. Kürzere Ketten werden schneller aufgenommen

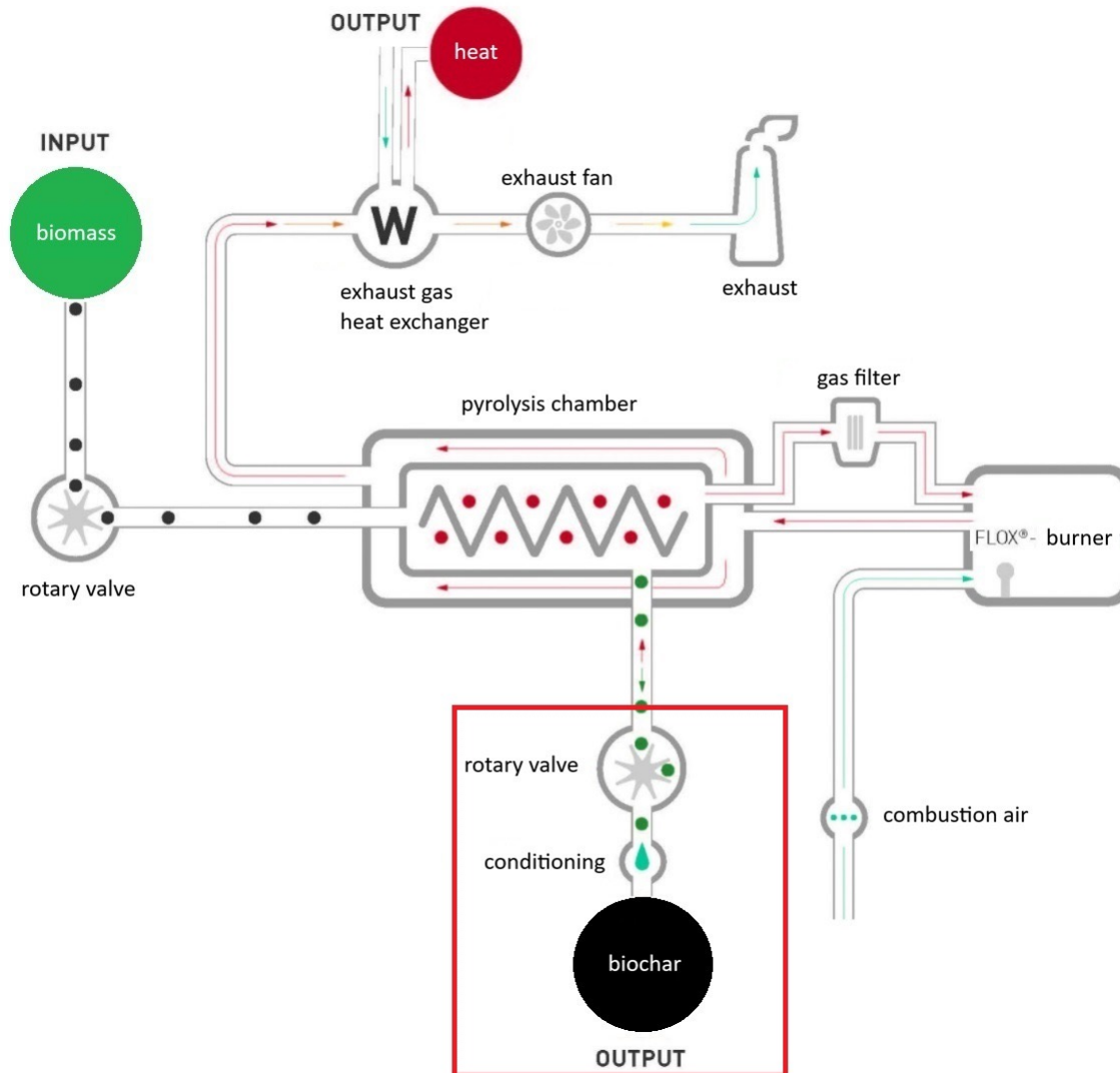
Wie TFA

Pyrolyseprozess und sichere PFAS-Zerstörung

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



Pyrolyse

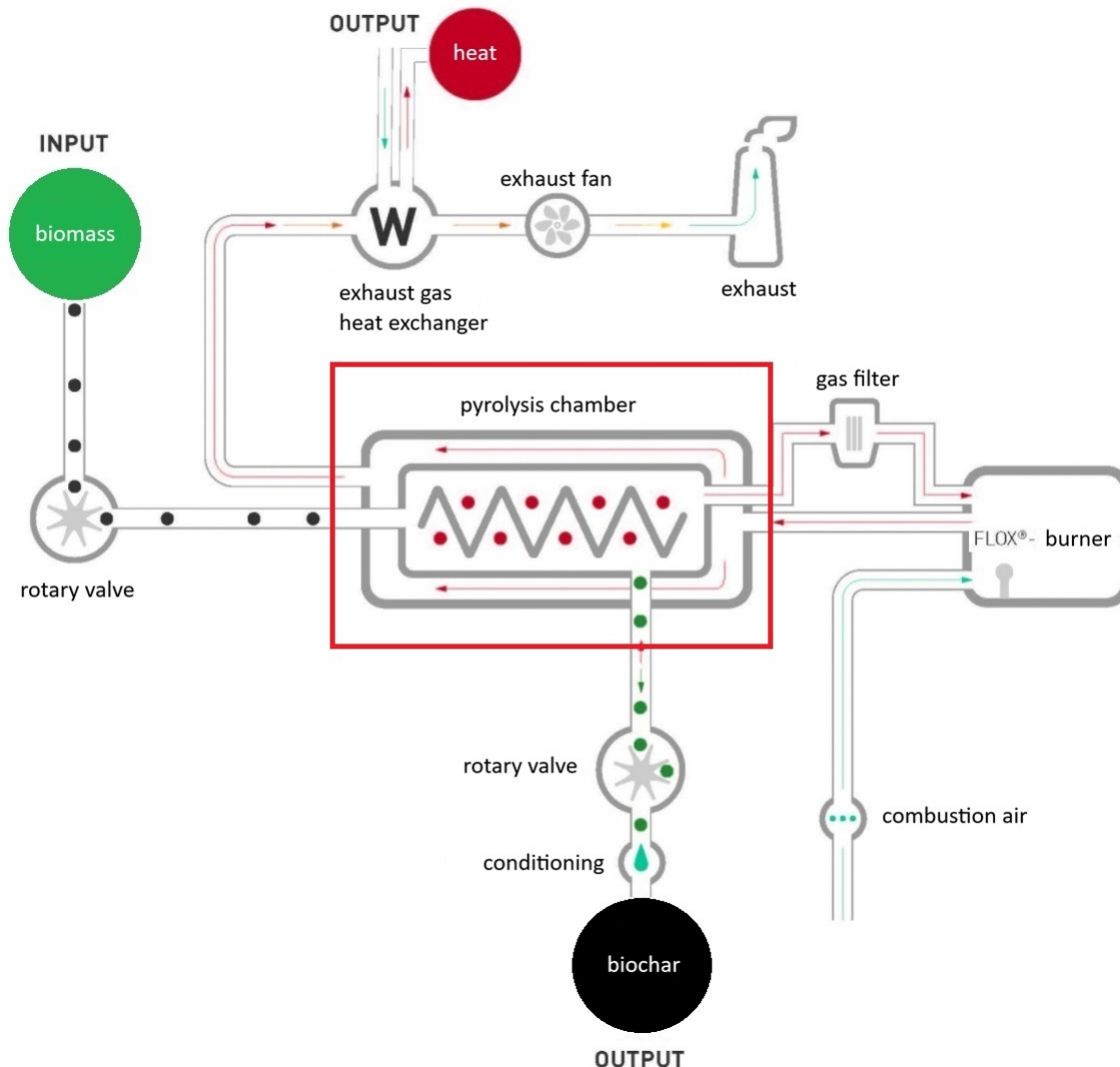


Während des Pyrolyseprozesses wird der Kohlenstoff in der Biomasse nicht zu CO₂ verbrannt, sondern bleibt in der produzierten Pflanzenkohle gespeichert.

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.

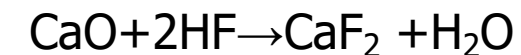
Pyrolyse



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.



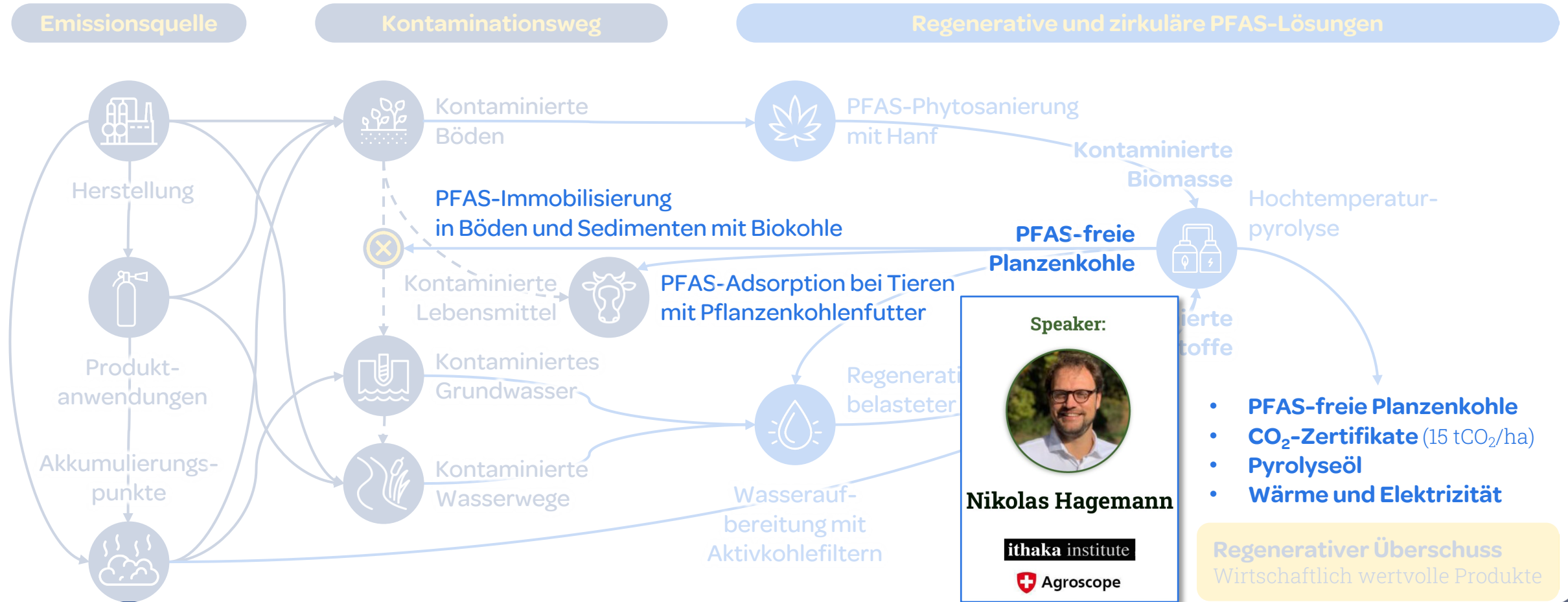
Mobiles Gerät
(Biomasse 50 – 70 kg/h)



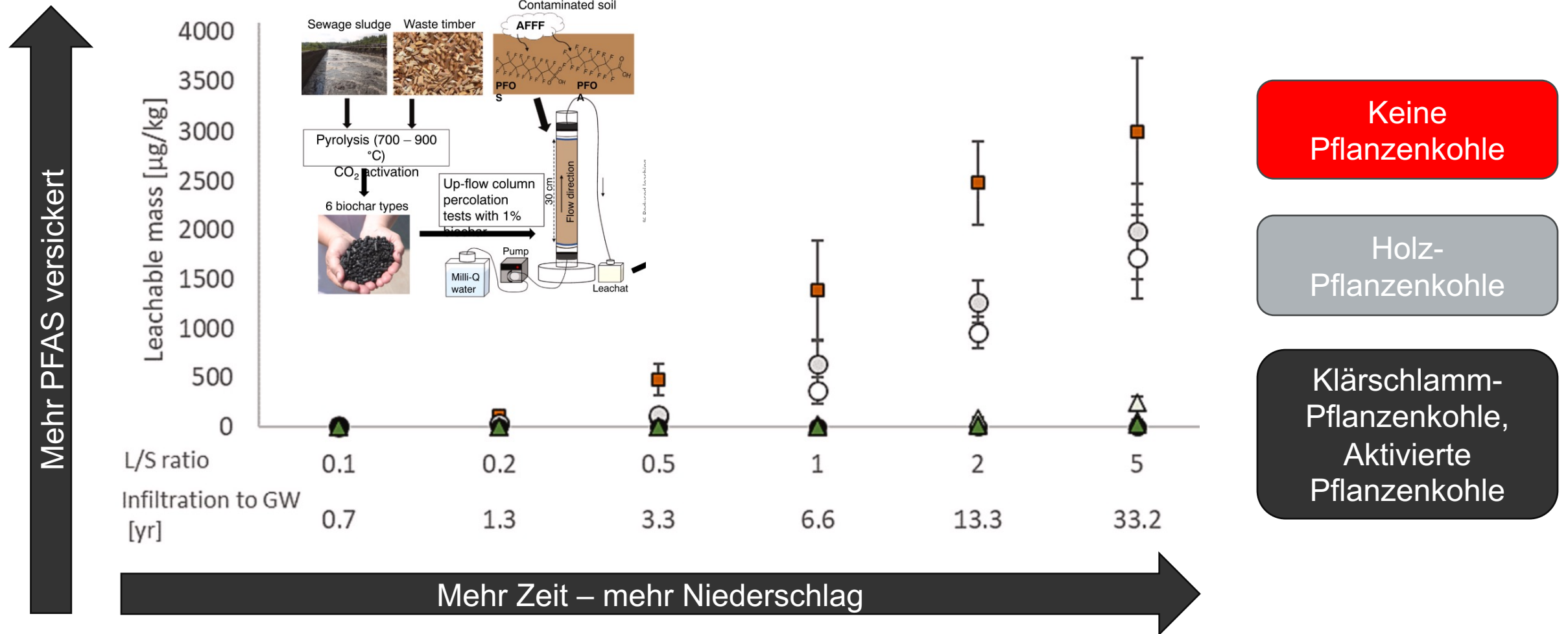
Containermodell
(Biomasse 300 – 600 kg/h)

Überblick über Pyrolyseprodukte und ihre Anwendungen

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

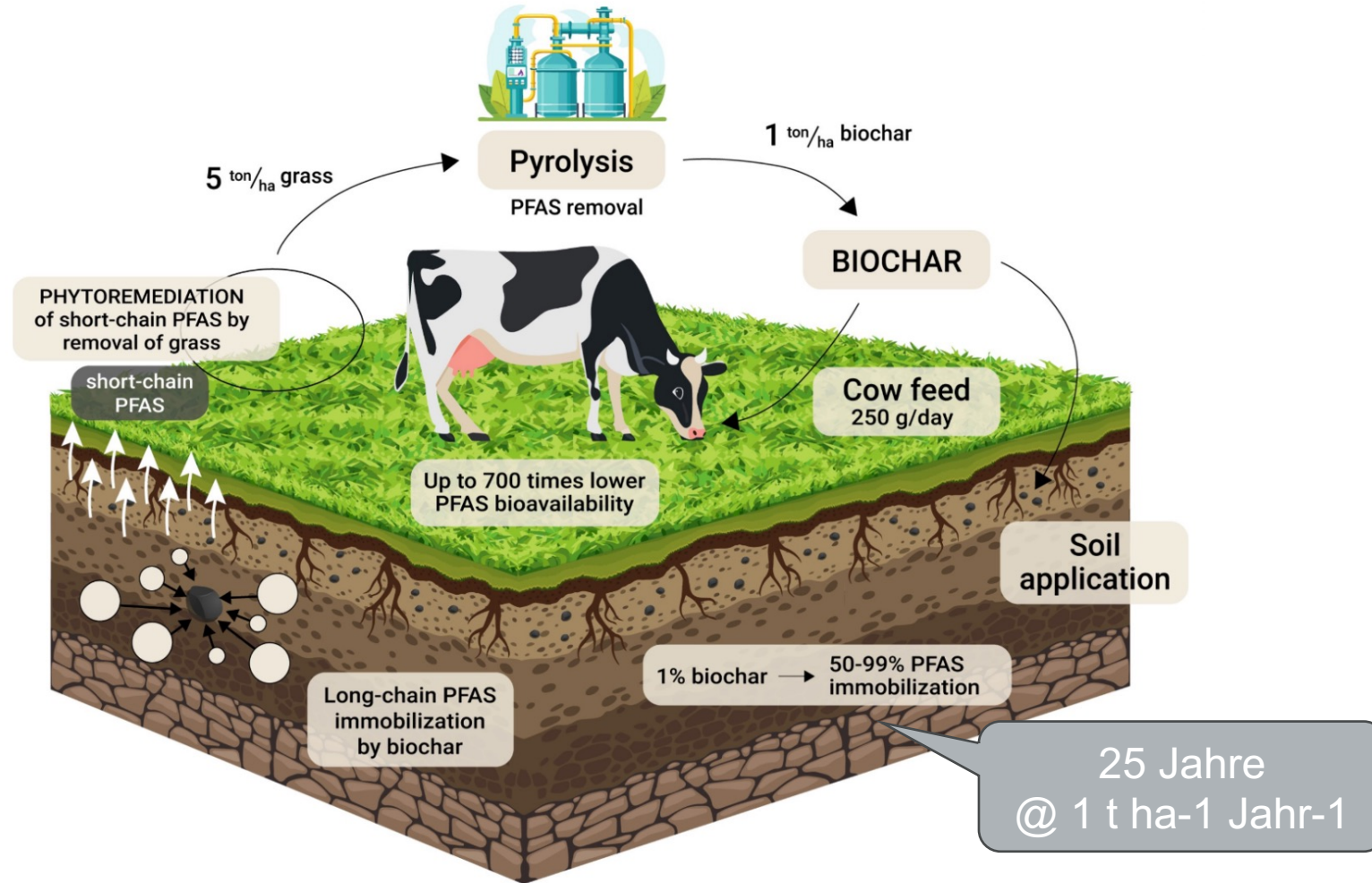


Pflanzenkohle reduziert die Mobilität von PFAS – Grundwasser und Pflanzen



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