

PFAS-Bodenwäsche

Beispiele von Großprojekten in
Nord- und Süddeutschland

September 2023



ZÜBLIN
WORK ON PROGRESS

Inhaltsverzeichnis



- 1 Rahmendaten der Projekte
- 2 Anlagentechnik Süddeutschland
- 3 Anlagentechnik Norddeutschland
- 4 Kreislaufwasser & Schlammaufbereitung
- 5 Logistikkonzepte
- 6 CO₂ Bilanz Bodenwäsche vs. deponietechnische Verwertung
- 7 Ausblick und Herausforderungen

KAPITEL 1

Rahmendaten der Projekte



Rahmendaten der Projekte



Süddeutschland

- Privater Auftraggeber
- Generalunternehmervertrag
- *Aushub, Airsparging, Abstomsicherung, Bodenwäsche, Landlevelling*



- Bauzeit 5 Monate
- Probetrieb 4 Monate
- Waschbetrieb 3 Jahre



Norddeutschland

- Öffentlicher Auftraggeber
- Liefervertrag
- *Bodenwäsche*



- Bauzeit 3 Monate
- Probetrieb 2 Monate
- Waschbetrieb 4 Jahre (geplant)

Rahmendaten der Projekte



Süddeutschland

Überwiegend Kies

- 430.000 t Bodenmenge
- 70.000 t PFAS
- 360.000 t MKW, BTX

INPUT

- PFAS < 20 µg/l (10:1 Eluat)

OUTPUT

- PFAS < 0,3 µg/l (10:1 Eluat)



Norddeutschland

Überwiegend Feinsand

- Ca. 800.000 t Bodenmenge
- PFAS
(MKW + PAK untergeordnet)

INPUT

- PFAS < 150 µg/l (2:1 Eluat)

OUTPUT

- PFAS < 1 µg/l (2:1 Eluat)
< 0,1 µg/l (2:1 Eluat)

KAPITEL 2

Anlagentechnik

Süddeutschland



Aufgabebunker



Annahmehalle und Materialaufgabe



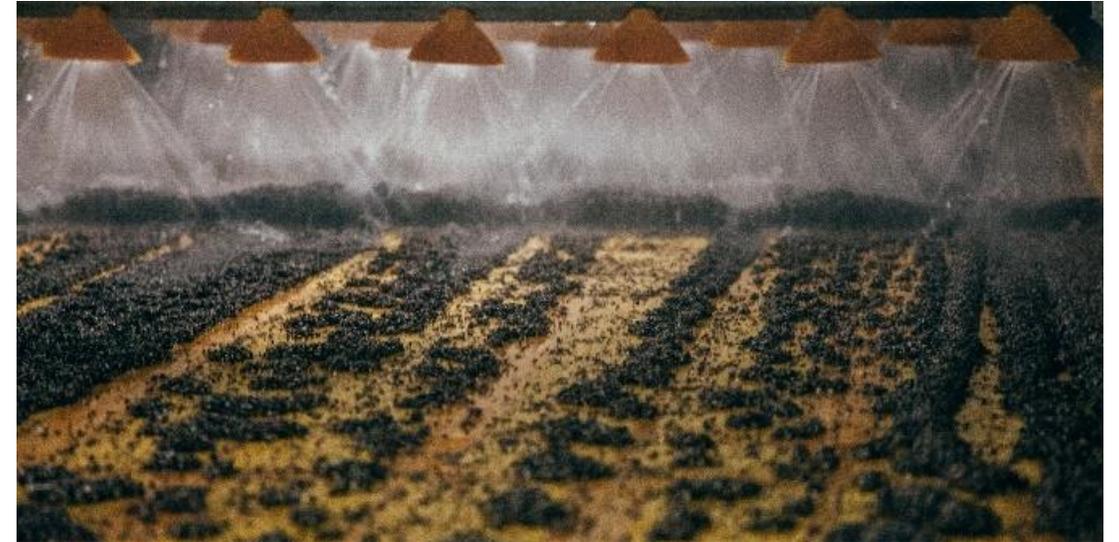
Durchsatzleistung bis zu 180 t/h

- Abtrennung > 100mm
- Magnetabscheider

Nassklassierung & mehrstufige Bedüsung

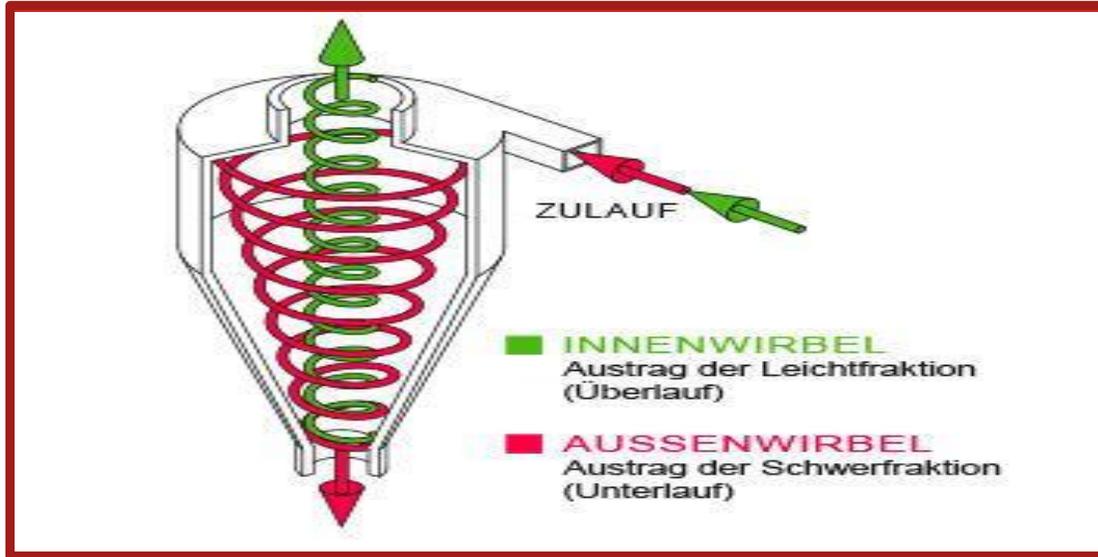


**Nassklassierung
unter mehrstufiger Bedüsung mit Frischwasser**



Feinsand 0/0,5
Sand 0,5/4
Feinkies 4/16
Grobkies 16/45

Abtrennung und Entwässerung des Sandanteils



Hydrozyklon

Abtrennung des Feinsandanteils vom Schlammwasser



Entwässerungssieb

Konditionierung des Materialaustrages

Verwertung des OUTPUT-Materials



Kornfraktion

Filterkuchen > Z 2 (Deponierung)
35.000 t

Feinsand (0 / 0,5) Z 0 (Wiedereinbau)

Sand (0,5 / 4) Z 0 (Wiedereinbau)

Kies (4 / 16) Z 0 (Wiedereinbau)

Grobkies (16 / 45) Z 0 (Wiedereinbau)

395.000 t

Verwertungsquote 92%

KAPITEL 2

Anlagentechnik Norddeutschland

Gesamtüberblick



Durchsatzleistung

Boden ca. 200 t/Std

Aufgabebunker



Annahme- und Aufgabebereich



- Grobstoffabsiebung nicht erforderlich
- Magnetabscheider nicht erforderlich
- Bauseitige Vorabsiebung auf 100mm

Mehrstufiger Waschprozess



Materialaufgabe

Anmischen

Überkornsieb

Vorabscheidung > 3mm

Aufstromklassierung

Abtrennung Feinstbestandteile < 63µm

Entwässerungssieb

Konditionierung auf WG ≈ 20%

Nassklassierung zur Feinstoffabtrennung



Überlauf Schlammmwasser

Feinstbestandteile und Organik < 63µm
Übergabe an die Schlammmwasserbehandlung



Abzug gewaschener Sand

Kornfraktion 63µm bis 3mm
Aufgabe auf das Entwässerungssieb

Entwässerung und Aufhaldung



Entwässerungssieb

Zur Konditionierung des OUTPUT Materials auf
WG \approx 20%



Austragsband

Aufhaldung des OUTPUT Materials zur Beprobung
(Chargengröße ca. 1.000 m³/d)

Verwertung des OUTPUT-Materials



Hergestellte Kornfraktionen

Filterkuchen	> Z 2 Deponierung (8%) Z 2 Wiedereinbau (3%)
Überkorn (3/X)	Wiedereinbau (3%)
Sand (0/3)	Wiedereinbau (86%) davon ca. $\frac{3}{4}$ uneingeschränkt

aktuelle Verwertungsquote 92%

Aktueller Zwischenstand (09/2023)



Gewaschene Bodenmenge 02-09/2023 – 150.000 t

Überwiegend uneingeschränkt einbaufähiges
Output-Material
(Sande mit PFAS-Gehalten $<0,1 \mu\text{g/l}$)

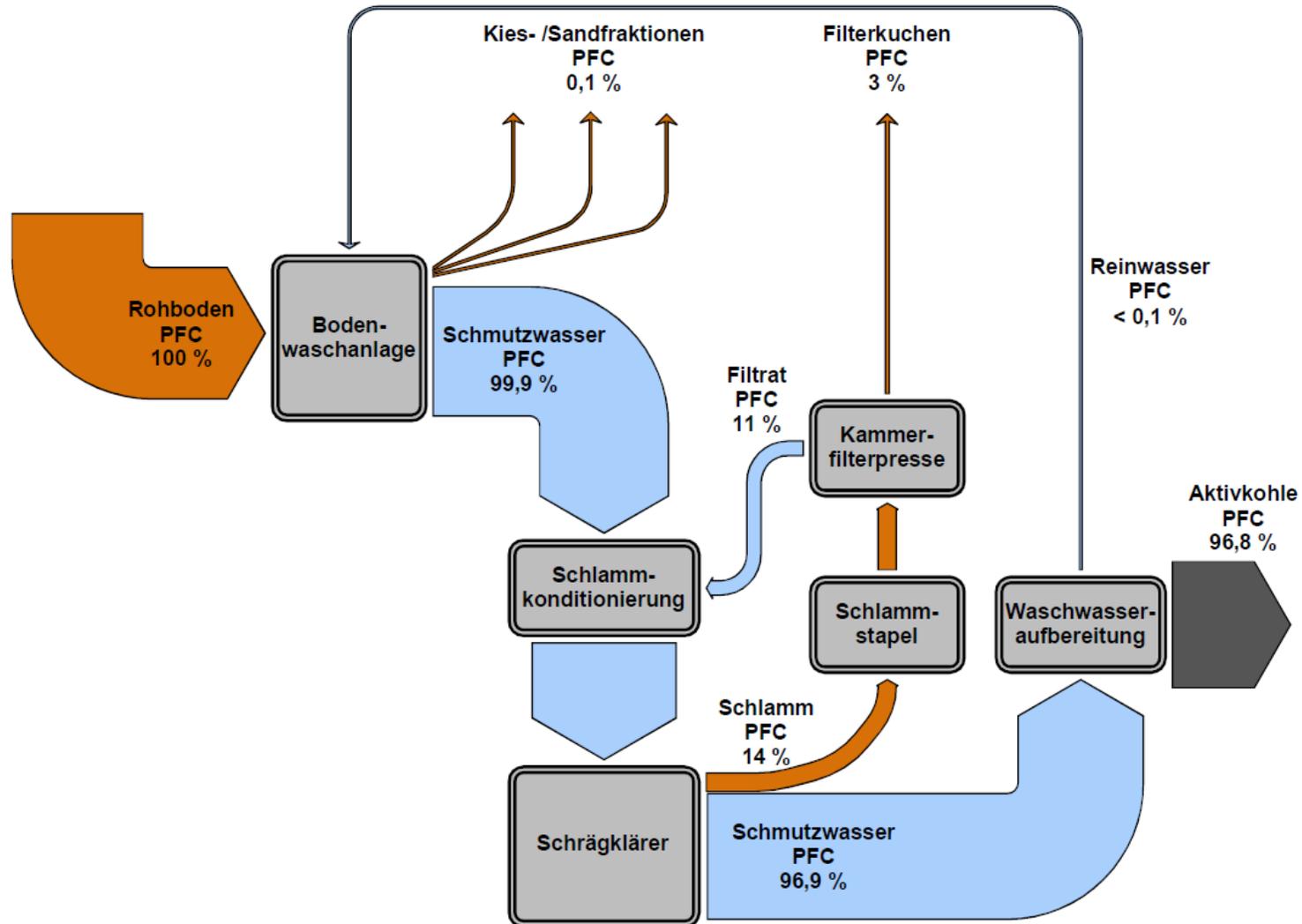
Integration der Waschanlage in das MBM Material-
und Bodenmanagement als Dienstleister der
Gesamtmaßnahme funktioniert

Konstanter werktäglicher Anlagenbetrieb mit
verlässlichem Stoffstrom erfüllt qualitativ und
quantitativ die Anforderungen des
Dienstleistungsvertrages

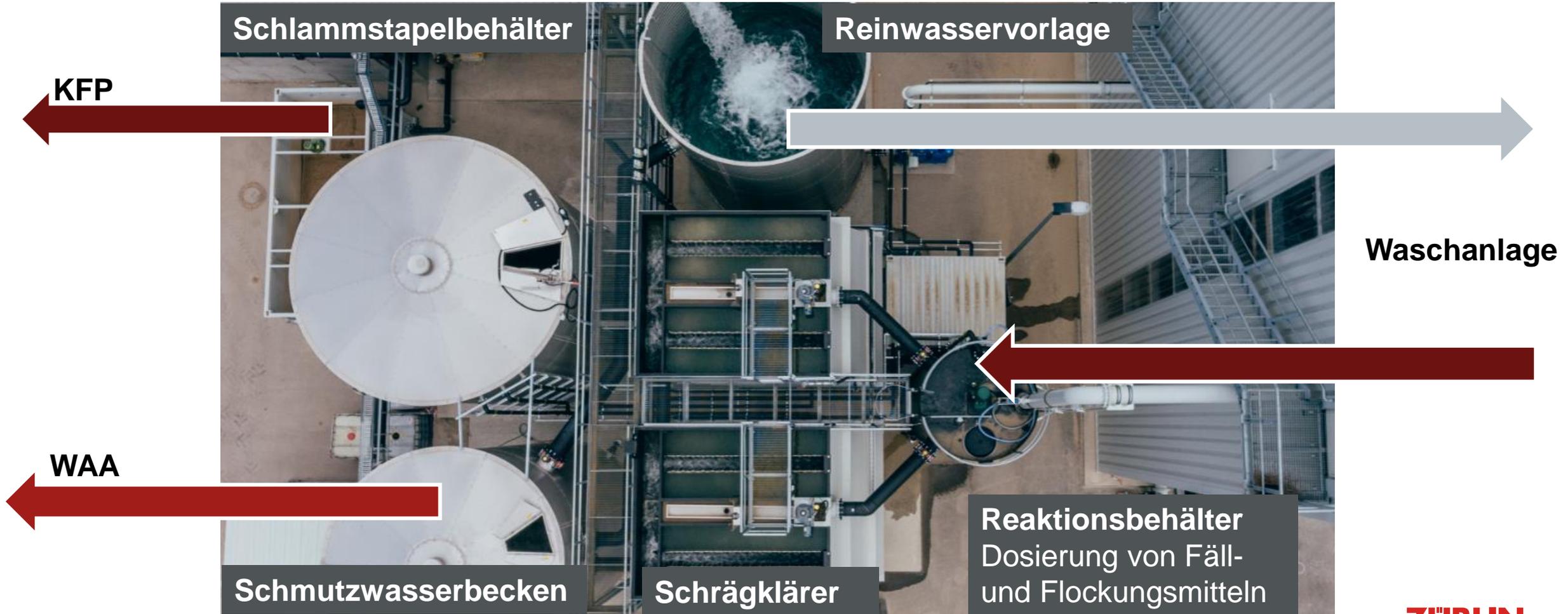
KAPITEL 4

Kreislaufwasser & Schlammaufbereitung

Schadstoffsenke Waschwasser



Schlamm- und Prozesswasseraufbereitung



Schlammkonditionierung



Filtration im Batch-Betrieb mittels Kammerfilterpresse

zur Erzeugung eines wiedereinbaufähigen bzw.
transportfähigen Materials



Filterkuchen mit 70 - 75 % TS

Überdachte Zwischenlagerung bis zur Deklaration

Entsorgung des Filterkuchen auf Deponien bzw.
Wiederverwertung als Verfüllmaterial bei
entsprechender Eignung

Waschwasserreinigung



4-strassige Wasser- aktivkohlefilteranlage

Gesamtkapazität

$Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$

4 Reinigungsstrassen

3 Reinigungsstufen

Je 3.000 m^3

Puffervolumen Rein- bzw.
Schmutzwasser

KAPITEL 5

Logistikkonzepte



Baustellenlogistik

Trennung der Arbeitsbereiche

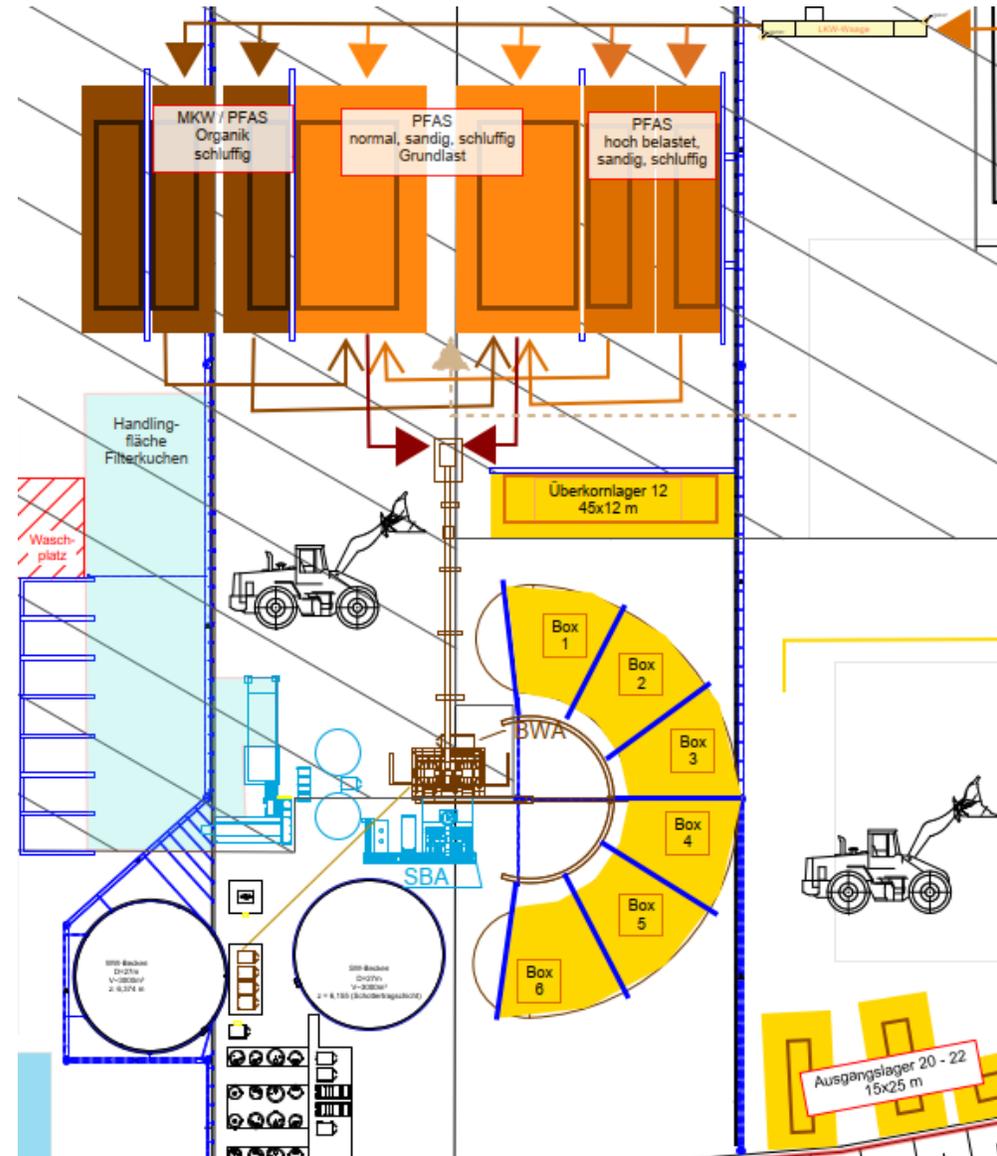
- Anlieferung
- Materialaufgabe
- Materialabzug
- Verladung Filterkuchen

S/W Trennung

- Arbeitssicherheit
- Vermeidung von Rekontaminationen

Zwischenlagerung

- Bis zur Deklaration



KAPITEL 6

CO₂ Bilanz



CO2 Bilanz (Süddeutschland)

Sattelzug beladen:

8 kg CO₂/Tonne je 100 km Entfernung

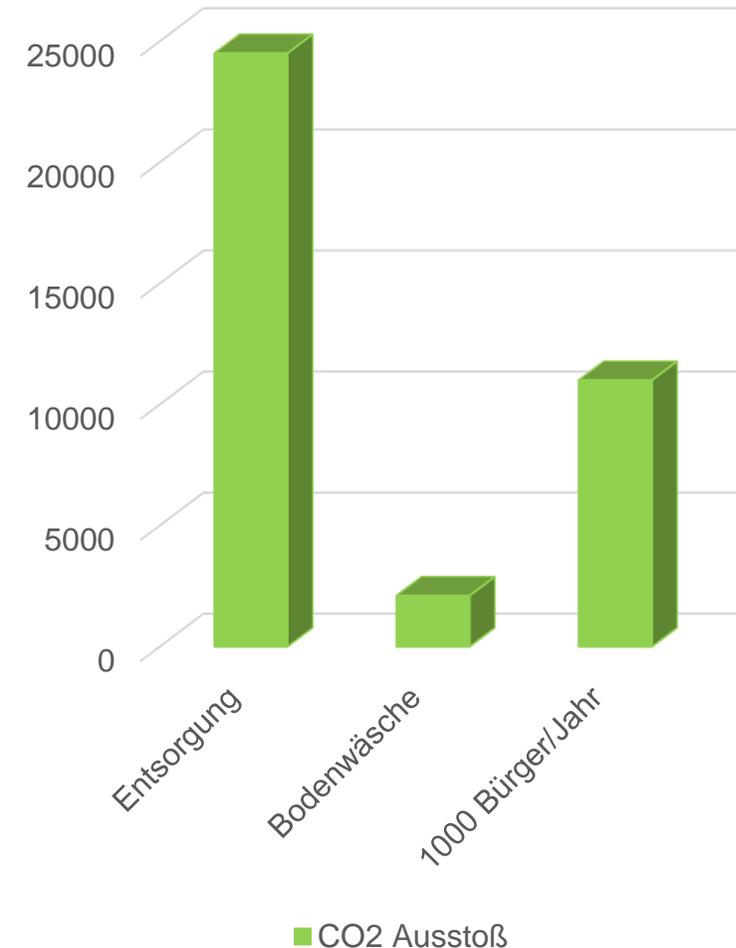
Durchschnittliche Transportentfernung

Projektstandort → neue Bundesländer: 400 km

→ Hin+Zurück: 800km

Entsorgung: ca. 27.700 t CO₂

Bodenwäsche: ca. 3.300 t CO₂



KAPITEL 7

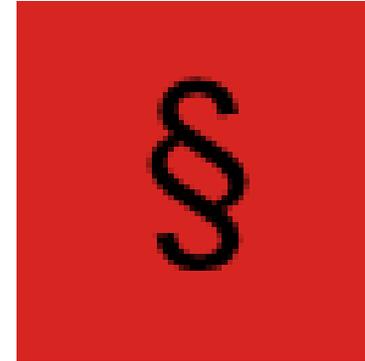
Ausblick und Herausforderungen

PFAS ist grundsätzlich gut eluierbar, aber



Wasserbedarf reduzieren!

- viel hilft viel
- aber kostet auch viel



Rahmenbedingungen

- Anpassungen der Beurteilungskriterien bei unterschiedlichen Projekten



Übertragbarkeit?

- Hoher Organikanteil
- Andere Kornstruktur
- Hoher Feinkornanteil



BBodSchV - EBV

- Rückführung der Reststoffe in den Stoffkreislauf

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**



ZÜBLIN
WORK ON PROGRESS