

STAND DER TECHNIK ZUR RÜCKHALTUNG VON PCB-EMISSIONEN

17.06.20, 10 UHR 35 BIS 10 UHR 55
BEZ.-REG. DÜSSELDORF, CECILIENALLEE 2, PLENARSAAL

DR.-ING. CHRISTIAN WEILER, SWECO GMBH

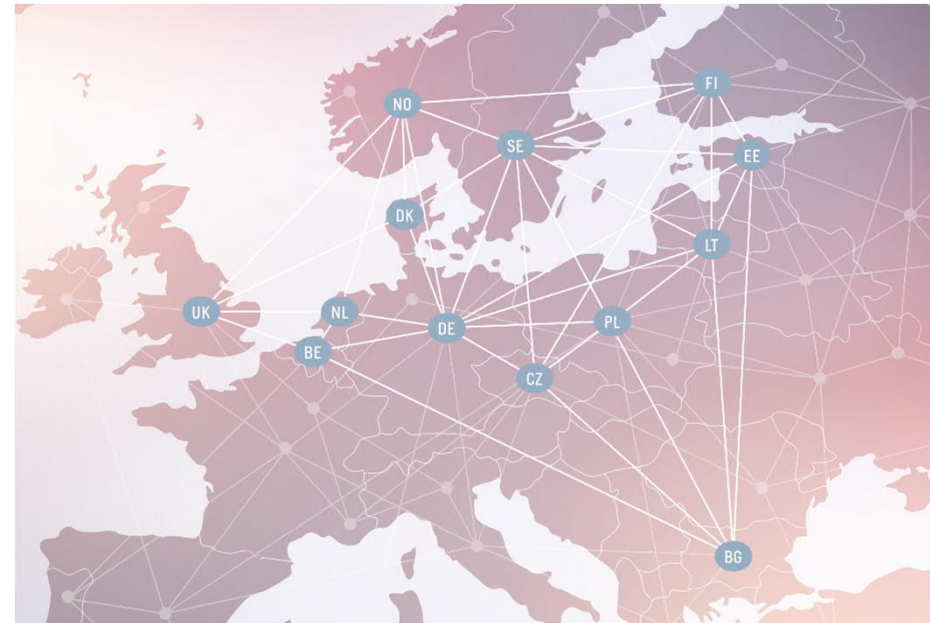
Gliederung

1. Kurzdarstellung Sweco GmbH
2. Grundsätzliches zu PCB-Emissionen
3. Anwendungsfälle für die PCB-Rückhaltung
4. Erfahrungen bei Rückhaltung der PCB-Emissionen
5. Adsorption an Aktivkohle im Festbett oder im Flugstrom
6. Regenerative thermische Oxidation
7. Wäsche mit Motorölen und vergleichbarem
8. Fazit

Sweco Gruppe | Profil

Europas führender Architektur- & Ingenieurdienstleister

- Gegründet 1997
(Ursprünge reichen bis 1889)
- Der Name „Sweco“ ist abgeleitet von „**S**wedish **C**onsultants“
- Architektur- & Ingenieurdienstleistungen
- Lokale Präsenz mit internationaler Leistungsfähigkeit
- Flexible & dynamische Netzwerkorganisation
- 17.000 Mitarbeiter in 13 Ländern
- Umsatz: rd. 1,9 Mrd. €
- Gelistet an der NASDAQ OMX Stockholm AB



Sweco GmbH | Regional verankert

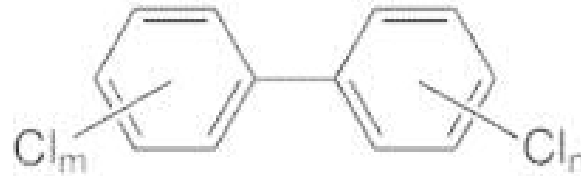
- Kompetente Ansprechpartner vor Ort
- Lokale Präsenz mit internationaler Leistungsfähigkeit
- Mehr als 35 Standorte in Deutschland
- Über 1.600 Mitarbeiter
- Umsatz: 141 Mio. €
- Seit über 60 Jahren für Sie da



* Standorte Sweco mit allen Tochtergesellschaften

2. Grundsätzliches zu PCB Emissionen SWECO

- PCB = polychlorierte Biphenyle



PCB-Kongenere
($m = 0, 1, 2, 3, 4$ oder 5 ;
 $n = 0, 1, 2, 3, 4$ oder 5)

- 209 Kongenere, in technischen Gemischen 80 bis 100 enthalten
- chronisch giftig, Verdacht krebserregend zu sein, reichert sich im Gewebe an und ist fast nicht biologisch abbaubar; hormonelle Wirkung Unfruchtbarkeit bei Männern, Feminisierung von Föten (erbgutverändernd), bei unsachgemäßer Verbrennung Dioxinbildung
- Stoffgruppe mit vielen Einzelsubstanzen, seit 2001 über Stockholmer Abkommen und POP-Verordnung an sich als **Einsatzstoff im offenen Handling und in Produkten verboten**, Emissionen sind generell zu minimieren und Ersatzstoffe sind soweit möglich einzusetzen

2. Grundsätzliches zu PCB Emissionen **SWECO**

- Einsatz in der Vergangenheit:
 - als Hydrauliköle im Bergbau
 - in Transformatoren als nicht brennbares Trafoöl
 - in PVC als Weichmacher (Fensterfugen, Betonfertigteile Fugen)
in den 70er Jahren daher Gebäudesanierung wegen Raumluft,
z.T. in alten Kabelummantelungen als Weichmacher
- Handelsname Askarale (Monsanto und Bayer frühere Produzenten), 21 bis 68 Ma.-% Chlor
- ab 1972 bei Bayer nur noch Produktion für geschlossene Systeme, 1983 Produktion in Deutschland ganz eingestellt
- thermisch und chemisch stabil sowie schwer entflammbar
- gut in Fetten löslich

2. Grundsätzliches zu PCB Emissionen SWECO

- Die deutsche PCB-Richtlinie kennt zwei Grenzwerte:
den Vorsorge- und den Grenzwert (300 bzw. 3.000 ng/m³ Raumluft)
 - Räume mit über 3.000 ng/m³ müssen sofort saniert werden,
 - in Räumen mit über **300 ng/m³** ist nach Möglichkeit der Grund der Belastung zu beseitigen; der Raum sollte möglichst gut gelüftet werden, um die Konzentration so gering wie möglich zu halten.
- POP Verordnung (Verordnung (EU) 2019/1021 (ABl. L 169 vom 25.06.2019 S. 45) sagt:
So bald wie möglich, jedoch spätestens am 31. Dezember 2025, ermitteln die Mitgliedstaaten technische Geräte (z.B. Transformatoren, Kondensatoren oder andere Behälter mit darin befindlichen Flüssigkeiten), die PCB in Konzentrationen von mehr als **0,005 %** und in Mengen von mehr als **0,05 dm³** (0,05 l) enthalten, und ziehen diese aus dem Verkehr.
Die Gefährlichkeitsschwelle liegt bei **50 mg/kg**.
Für PCB haltige Abfälle oberhalb der Gefährlichkeitsschwelle sind nur *D9 chemisch/physikalische Behandlung* oder *D10 Verbrennung an Land* zulässig. D.h. **Beseitigung ist erforderlich**.

2. Grundsätzliches zu PCB Emissionen **SWECO**

- Gemäß 17. BImSchV ist die Verbrennung bei 850 °C und 2 sec ausreichend für gering belastete Abluftströme
 - (1) Abfallverbrennungsanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass für die Verbrennungsgase, die bei der Verbrennung von Abfällen oder Stoffen nach § 1 Absatz 1 entstehen, nach der letzten Verbrennungsluftzuführung eine Mindesttemperatur von **850 Grad Celsius** eingehalten wird.*
 - (2) Bei der Verbrennung von gefährlichen Abfällen mit einem Halogengehalt aus halogenorganischen Stoffen von mehr als **1 Prozent des Gewichts, berechnet als Chlor**, hat der Betreiber dafür zu sorgen, dass abweichend von Absatz 1 eine Mindesttemperatur von 1.100 Grad Celsius eingehalten wird.*

2. Grundsätzliches zu PCB Emissionen **sweco**

Gemäß 17. BImSchV Emissionsgrenzwert von 0,1 ng/Nm³ in MVA für Dioxine/Furane (PCDD/F) und coplanare PCB in Summe:

Stoff	Äquivalenzfaktor
Polychlorierte Biphenyle	WHO-TEF 2005
Non ortho PCB	
PCB 77	0,0001
PCB 81	0,0003
PCB 126	0,1
PCB 169	0,03
Mono ortho PCB	
PCB 105	0,00003
PCB 114	0,00003
PCB 118	0,00003
PCB 123	0,00003
PCB 156	0,00003
PCB 157	0,00003
PCB 167	0,00003
PCB 189	0,00003

3. Anwendungsfälle PCB-Rückhaltung

- PCB-Bildung durch den Einsatz eines chlorhaltigen Vernetzers bei der Herstellung von Silikonkautschuk
- mit abgesaugter Abluft wird PCB emittiert, bisher i.d.R. keine Abluftreinigung
- es handelt sich um Emissionen von 2 - 25 kg/a bei 1.000 Mg/a Silikonproduktion
- Abluft im Bereich von $5 \cdot 10^{-4}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$ g/Nm³ = 500 - 50 µg/Nm³ PCB
- insbesondere PCB-Kongenere 47, 51 und 68
- TEF Faktoren in 17. BImSchV nicht erfasst, dürfte **unter $1 \cdot 10^{-4}$ liegen**
- bei **99 %** Rückhaltung und 50 µg/Nm³ in der ungereinigten Abluft ca. 0,5 µg/m³ Restemission = 500 ng/m³ zu erwarten
- bei **99,9 %** Rückhaltung und 500 µg/Nm³ in der ungereinigten Abluft ca. 0,5 µg/m³ Restemission = 500 ng/m³ zu erwarten
- dies entspricht größenordnungsmäßig ca. 0,05 ng/m³ TEF-Äquivalent nach 17. BImSchV
- würde den Emissionen von Abfallverbrennungsanlagen entsprechen

4. Erfahrungen bei der Rückhaltung von PCB-Emissionen

- 1. Erfahrungen in den 1980er Jahren mit Motorschäden durch Chlorangriff in Deponiegasmotoren, vorgeschaltete Wäschen oder Adsorption als Lösung
- In den 1990er Jahren Messung von Dioxinen in Müllverbrennungsanlagen (MVA) in z.B. in Tornesch-Ahrenlohe (Altanlagen), Neuplanungen von MVA mit Aktivkohle im Festbett wegen neuer Emissionsgrenzwerte in der 17. BImSchV für die PCDD/F; später kamen coplanare PCB hinzu
- ab etwa 1996 bis heute MVA mit Herdofenkoks (HOK) Eindüsung im Flugstromverfahren und Abscheidung im Gewebefilter; neben den PCDD/F werden auch PCB mit erfasst (bei großen Abgasvolumenströmen)
- seit 2000 regenerative thermische Oxidationsanlagen in der chemischen Industrie für kleinere Abluftströme mit zum Teil gefährlichen Inhaltsstoffen, auch im Bereich von stark Geruch entwickelnden Anlagen
- lipophile Wäscher nur selten im Einsatz, da zumeist auch hydrophile Stoffe mit emittiert werden (Zuschnitt auf die Schadstoffkomponente notwendig)

4. Erfahrungen bei der Rückhaltung von PCB-Emissionen



MVA Flingern:
Ersatz Festbettadsorber
durch Flugstromverfahren
180.000 bzw. 200.000 Nm³/h
je Linie
Wechsel von Festbett- zu
Flugstromverfahren aufgrund
der hohen Betriebskosten und
wegen Sicherheitsaspekten

4. Erfahrungen bei der Rückhaltung von PCB-Emissionen

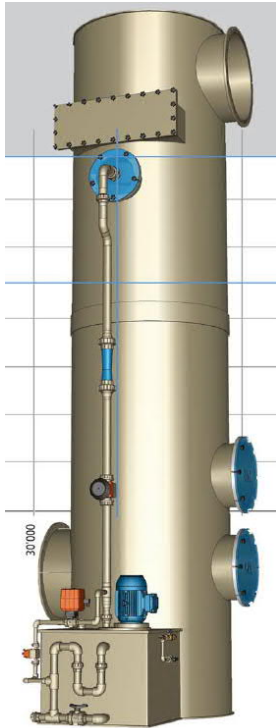


Aktivkohlefilter hinter Mechanisch-Biologischer Abfallbehandlung (MBA) Fa. Tholander (ca. 20.000 Nm³/h)



Thermische Nachverbrennungsanlage (TNV) (ca. 10.000 Nm³/h)

4. Erfahrungen bei der Rückhaltung von PCB-Emissionen

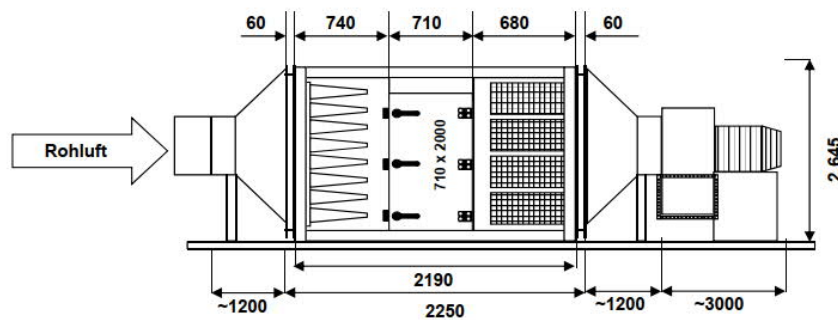


Abluftwäscher (bis 60.000 Nm³/h) – Fa. Calosit

Biowäscher, Biofilter etc. kommen für die Abscheidung von PCB nicht in Frage, da PCB biologisch so gut wie nicht abbaubar sind.

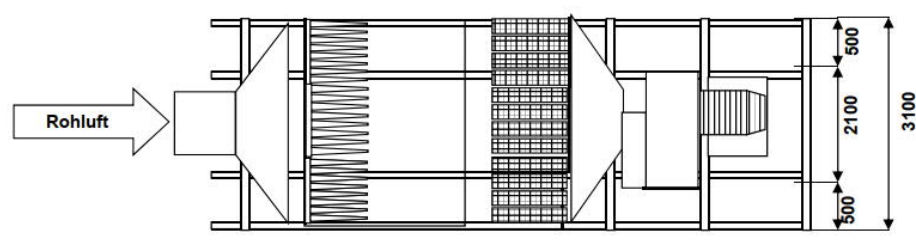
5. Adsorption an Aktivkohle im Festbett oder im Flugstrom

- **Festbettanlagen** für Aktivkohle kommen insbesondere für kleinere Abluftvolumenströme in Frage, da sie höhere Druckverluste bis zu **0,1 bar** zur Folge haben
Die Volumenströme betragen hier in der Regel weniger als 20.000 Nm³/h, die Abscheideleistung beträgt hier bis zu **99,9%**
- 20.000 Nm³/h, Investitionskosten ca. 0,9 Mio. €
- Betriebskosten 0,04 bis 0,1 bar Druckverlust = 80.000 €/a für Strom, Kohle einmal pro Jahr Wechsel = 5.000 Euro/a, Entsorgung Kohle extern SAV 15.000 Euro/a



Draufsicht

Gewichte:
 Grundrahmen: ca. 750 kg
 Filtergehäuse: ca. 4.400 kg
 (im Betrieb, incl. An- und Abströmkonus)
 Gebläse: ca. 2.850 kg



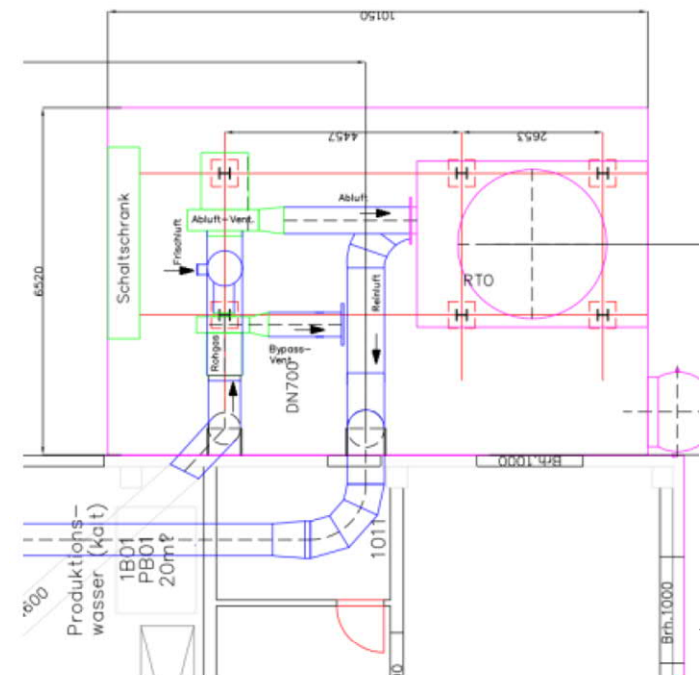
5. Adsorption an Aktivkohle/HOK im Festbett oder im Flugstrom

- Anlagen im Flugstromverfahren mit Gewebefilter und HOK/Kalhydrat schaffen Abscheidungen von Volumenströmen bis 200.000 Nm³/h von 10 ng/Nm³ auf unter 0,1 ng/Nm³ für Dioxine und Furane und coplanare PCB in Summe, d.h. die Abscheidung liegt bei über **99 %**
- 100.000 Nm³/h = 4 Mio. Investition
- < 0,05 bar Druckverlust = 30.000 €/a für Strom, HOK = ca. 40.000 €/a, Entsorgung Adsorbens im Versatz ca. 10.000 €/a



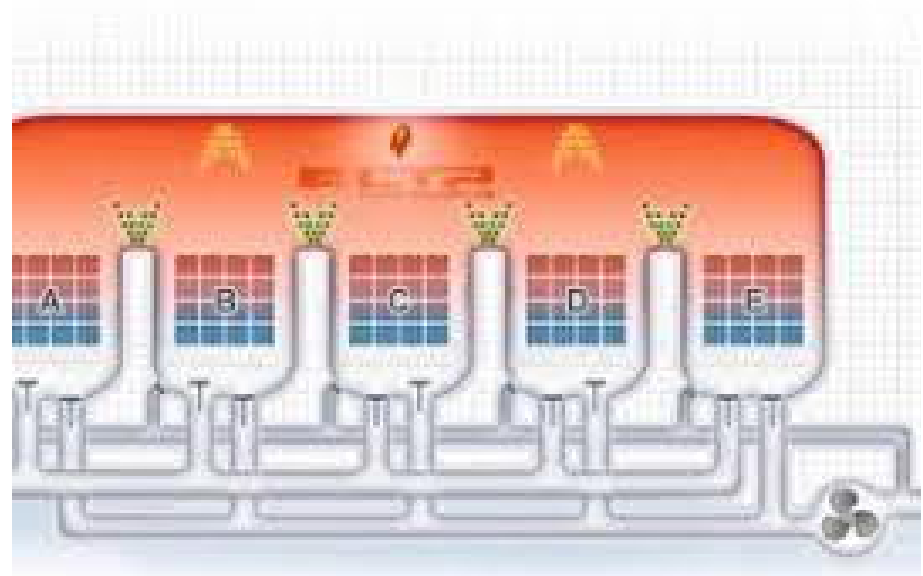
6. Regenerative thermische Oxidation

- Regenerative thermische Oxidationsanlagen (RTO) wird vor allem im Chemiebereich eingesetzt, wo es sich meist um stark schwankende, unspezifische Abluftzusammensetzungen in chemischen Produktionsanlagen handelt; die Anlagen wurden für Volumenströme von 500 bis 30.000 Nm³/h geplant und verfügen über ein internes Wärmeverschiebesystem und oft auch über eine Entstickungsanlage; die Anlagen lassen sich kompakt gestalten und so auch in bestehende Anlagen einfach integrieren
- die Abscheidegrade betragen bis zu 99,8 %, < 1 ng/Nm³ für PCB sind erreichbar
- Investitionskosten 10.000 Nm³/h = 0,7 Mio. € neu, gebraucht ca. 50.000 €
- Betriebskosten Strom 4.200 €/a, Erdgas 80 kWh ca. 2.000 €/a, neuer Kat zur Entstickung alle 10 Jahre, 50.000 €



6. Regenerative thermische Oxidation

- allgemein ist eine RTO sowohl bei der Investition als auch bei den Betriebskosten deutlich günstiger als eine TNV (thermische Nachverbrennung).
- Die Notwendigkeit der Entstickung und der Erdgasverbrauch hängen von der Beladung der Abluft ab (eventuelle Begleitkomponenten des PCB).
- RTO Anlagen bis zu 95 % energieautark, ab 2 g KW/m³ energieautark möglich

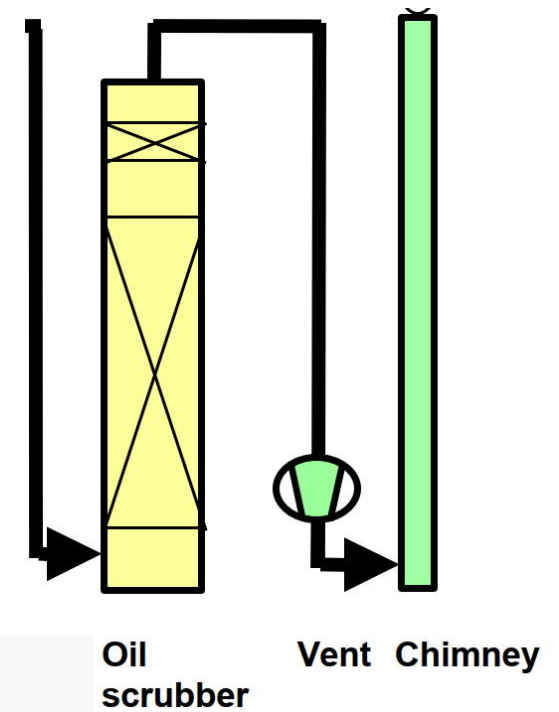
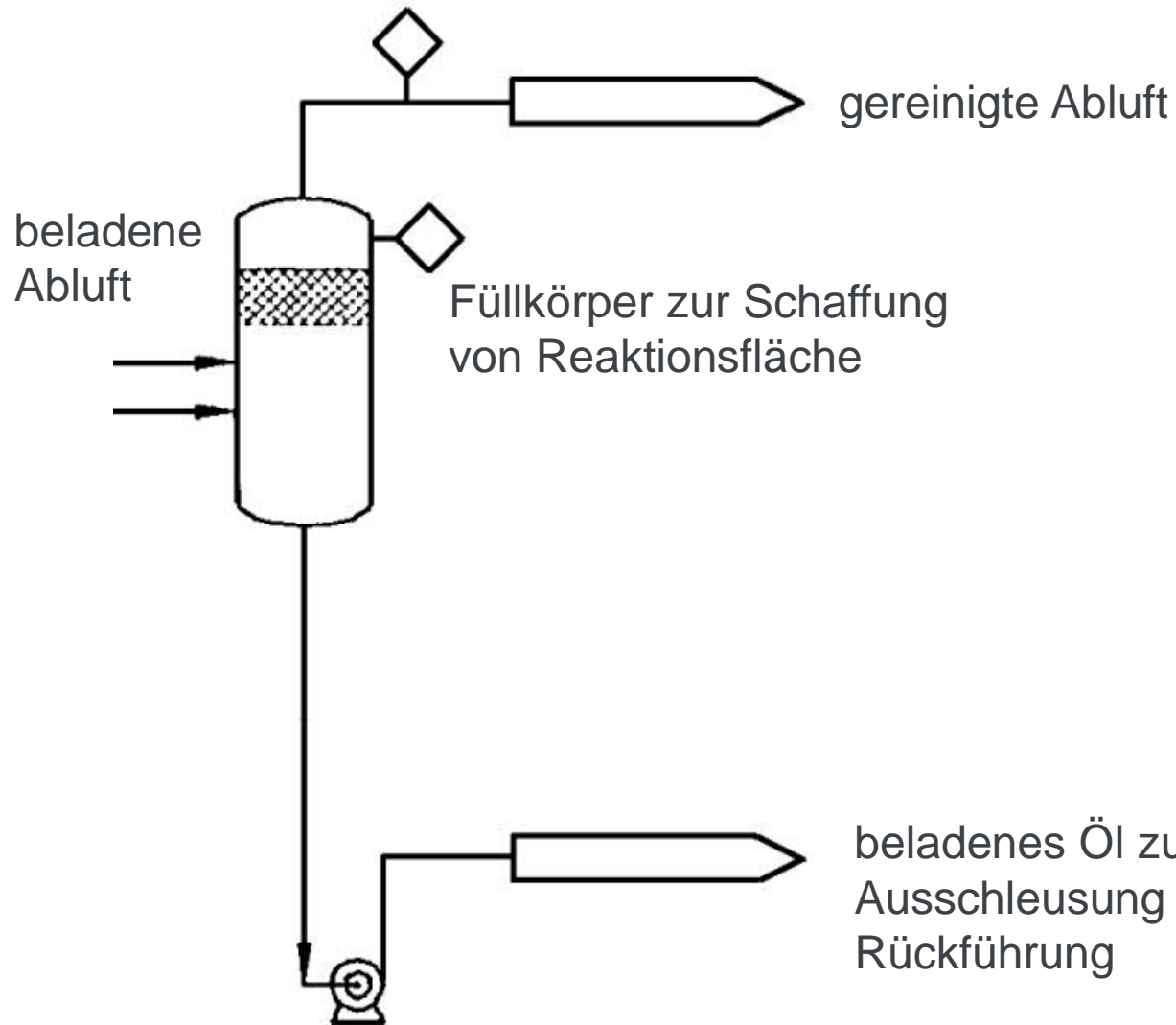


7. Wäsche mit Motorölen und vergleichbarem

- Prinzipiell besteht diese Abscheidemöglichkeit, da Öle das PCB sehr gut lösen
- Uns ist diese Möglichkeit vor allem durch Schadensfälle an Deponiegasmotoren bewusst geworden, denen man zunächst durch häufigeren Ölwechsel an den Motoren entgegengewirkt hat
- Später haben wir eine derartige Anlage auch konzipiert, aber nicht in der Praxis umgesetzt, da eine Nichtnutzung des Gases über Abfackeln über eine Deponiegasfackel vom Kunden bevorzugt wurde
- In der Praxis sind bei Wäschern z.B. nach Kompostierungsanlagen hydrophile Systeme im Einsatz, da die meisten Geruchsstoffe hydrophil sind
- Die behandelbaren Abluftvolumenströme mit Wäschern liegen üblicherweise zwischen 5.000 und 20.000 Nm³/h
- Ölwäscher werden derzeit z.B. in Shredderanlagen für Fässer mit Sonderabfall oder Sprühdosen oder in Altlölraffinerien eingesetzt

- 10.000 Nm³/h, 300.000 € Investition
- Stromkosten 2.000 €/a, Öl mit Entsorgung 20.000 €/a in SAV
- Ölwechsel 3 x pro Jahr an Grenze von 0,1 mg/kg Beladung, höher dann weniger

7. Wäsche mit Motorölen und vergleichbarem



8. Fazit

- Wahl des Verfahrens abhängig vom Abluftvolumenstrom und der PCB-Konzentration
- Weiterhin wichtig, ob andere organische Spurenstoffe oder Geruchsstoffe mit abgedungen werden sollen
- Eine Standardlösung für alles gibt es nicht
 - RTO: hohe Investitions- und Betriebskosten (Primärenergieeinsatz!) bei mittleren bis hohen Abgasvolumenströmen
 - Adsorption: moderate Investitionskosten und hohe Betriebskosten mit Beseitigung der Kohle,
 - geringe Volumenströme Festbett
 - sehr große Volumenströme Flugstromverfahren und Gewebefilter
 - Wäsche: geringe Investition, hohe Betriebskosten wegen Beseitigung der Waschlösung, geringe bis mittlere Volumenströme



SWECO 