

# Ergebnisse der Behandlung PFC haltiger Abfälle mit Hilfe von UV-Oxidation in einer Bodenwaschanlage

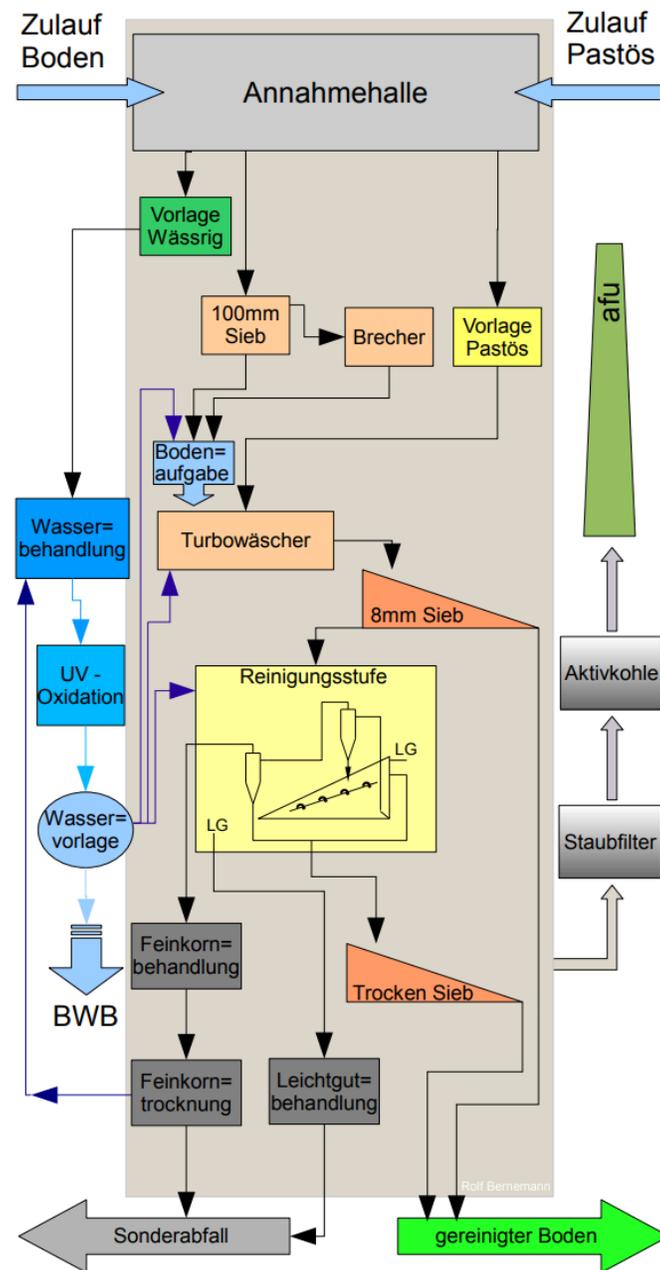


# Wer ist die afu GmbH?

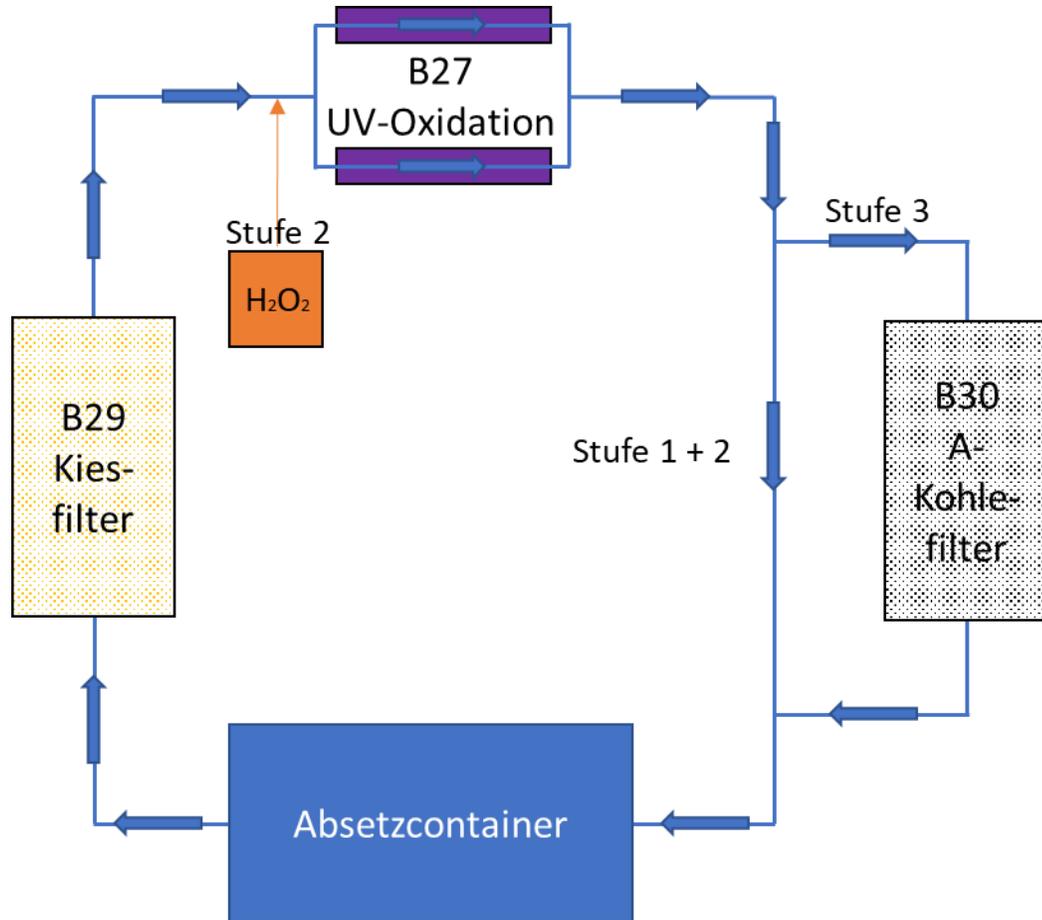
Die **afu GmbH** ist ein Tochterunternehmen der DAW Deutsche Abfallwirtschafts-Gesellschaft mbH Bad Schwartau. Sie wurde am 05. August 1985 in West Berlin gegründet.

- bis 1999 an 4 wechselnden Standorten an verschiedenen Sanierungsmaßnahmen des Landes Berlin
- seit 1999 fester Standort in Berlin Pankow Schönerlinde (an der A 114)
- 25 Mitarbeiter, 20 gewerbliche Schweißer, Schlosser, Radladerfahrer...
- seit dem Jahr 2000 Genehmigung an diesem festen Standort,
- Vorteil des Standortes: am Rande der Stadt, gute Verkehrsanbindung

# Technische Beschreibung: Bodenwaschanlage der afu GmbH



# Versuchsaufbau



# Technische Daten der UV Oxidation für den Versuch

|   |  |
|---|--|
| Mitteldruck UVOX mit Wellenlänge im UV-C Bereich:           | 240-280 $\mu\text{m}$ Breitband Spektrum |
| Leistungsbereiche:  | 1,000 –30,000 W                          |
| Leistung pro cm:  | 20 -100 (max. 200) W/cm                  |
| UV-C-Ausbeute (254 $\mu\text{m}$ ) am Ende der Lebensdauer: | ca. 8 –15 %                              |
| Oberflächentemperatur:                                      | 600 -900 $^{\circ}\text{C}$              |
| Strahler-Lebensdauer:                                       | 2.000 –5.000 h                           |

## Versuchskonfiguration:

Durchfluss: durch zwei Röhren 120 l/min = 7,5 m<sup>3</sup>/h = 2,6 Umläufe Container/h Probenahme alle 3 Std.

Menge H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Wasserstoffperoxid) Dosierung: 15 Pumpenhübe/min = 10,24 g/min ca. 600 g/h ergibt ca. 10 kg/Tag

## Brennerleistung:

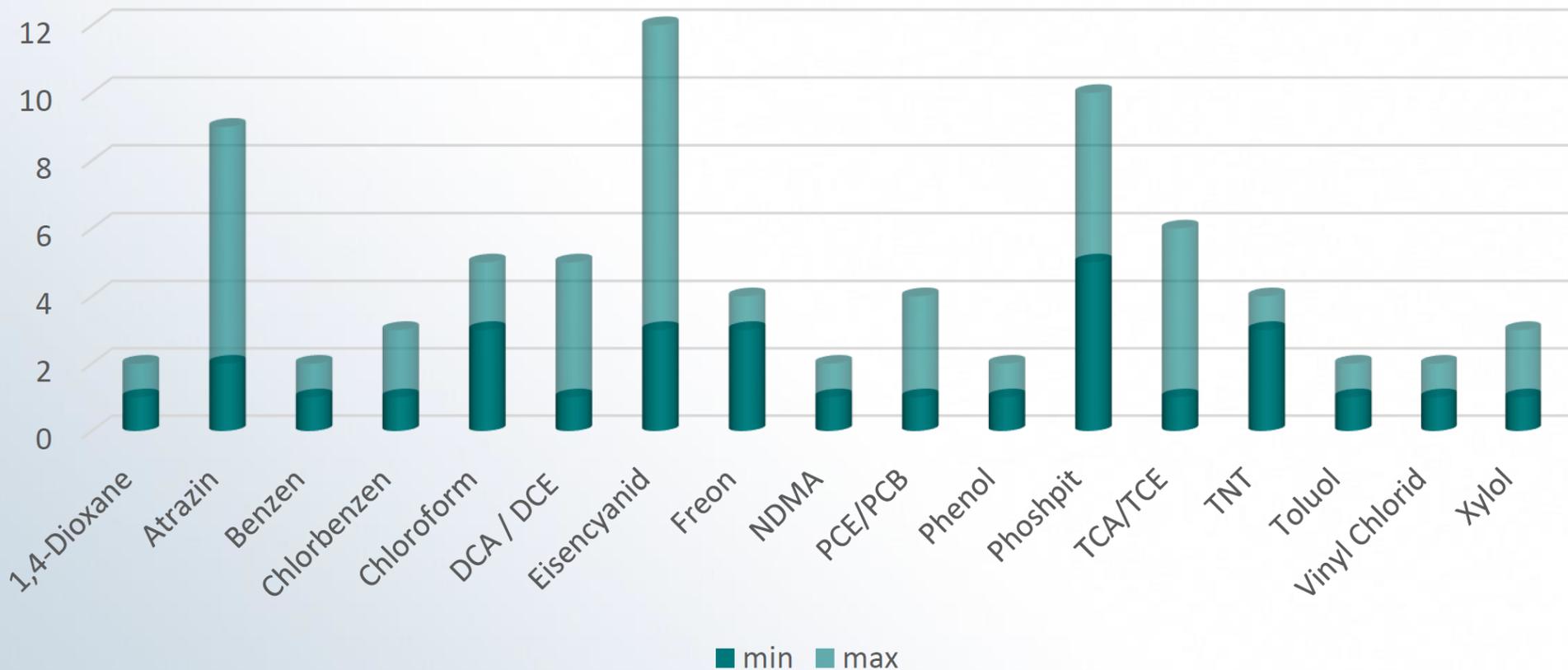
12kW Brenner angeschlossen an Trafos, die nur 10kW abgeben:

Eingestellt auf 80% Leistung = 8kW/h pro Brenner = 16kW/h für beide Brenner.

Für die Laufzeit von 3 Tagen x 13h (Versuchslaufzeit/t) ergibt sich ein Verbrauch von 624 kW/h.

Die Temperatur der behandelten Flüssigkeit erhöht sich um ca. 1-2 Grad innerhalb eines Tages.

# Beispiele für die notwendige elektrische Energie in KWh je m<sup>3</sup> für 90% Reduzierung (abhängig von der Ausgangskonzentration)



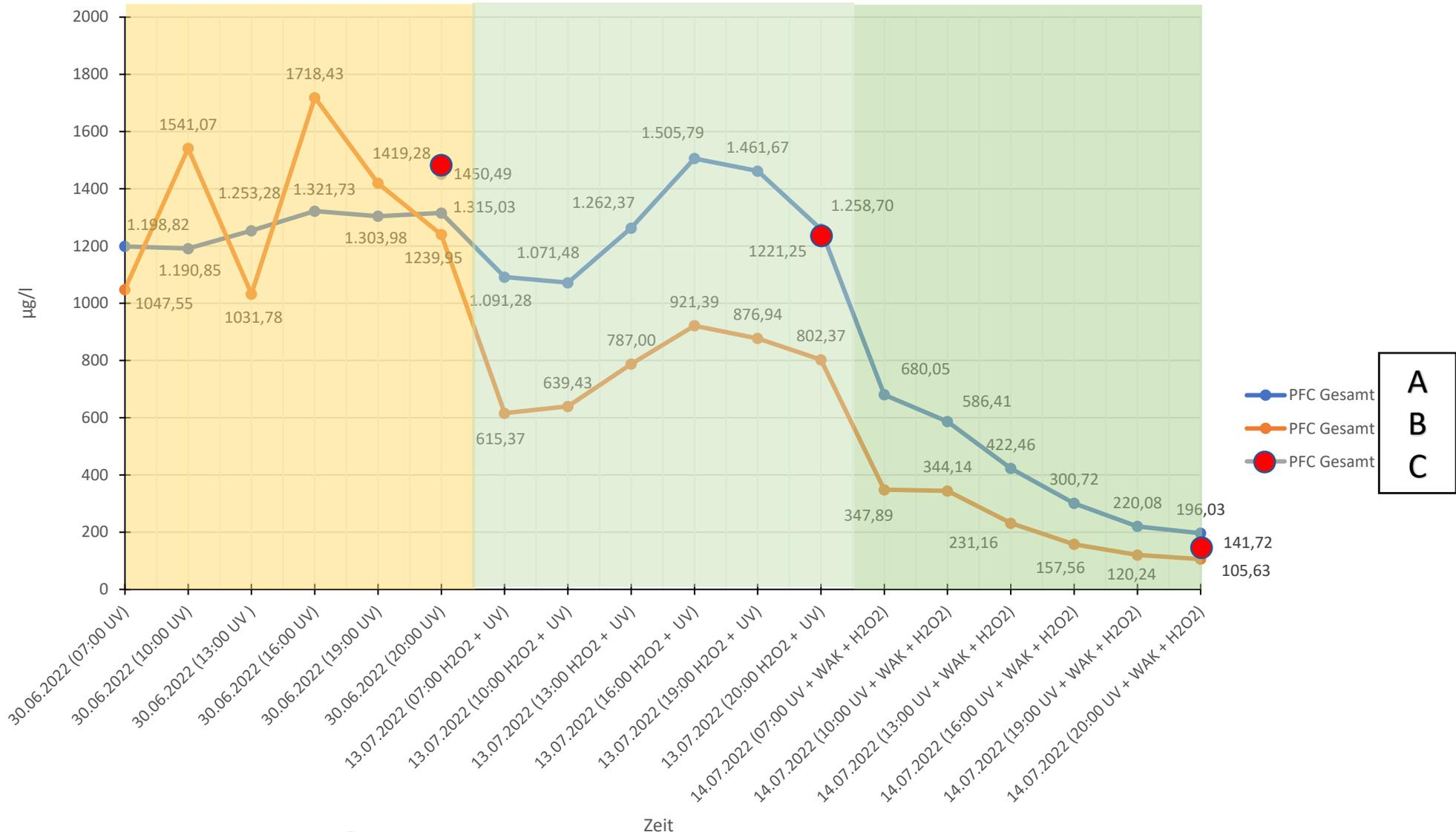
# Der Abfall

30,4 m<sup>3</sup> flüssige PFOS/PFAS  
belastetes Wasser mit max. 1 m<sup>3</sup>  
abgesetztem Schlamm  
Aufteilung in 3 Container,  
zwei innerhalb des  
Anlagegebäudes,  
ein Container außerhalb

Einheiten:  
1.000.000 ng  
1.000 µg  
1 mg

| Container   | B42    | KC      | KC      | Feststoff    | B42    | B43    | KC      | KC      |
|-------------|--------|---------|---------|--------------|--------|--------|---------|---------|
|             | ng/l   |         |         | mg/kg TS     | ng/l   |        | µg/l    |         |
| PFBA        | 1700   | 19000   | 39100   | <0,02        | 2410   | 11500  | 20      | 21      |
| PFPeA       | 3500   | 36000   | 45400   | <0,02        | 1170   | 6730   | 38      | 40      |
| PFHxA       | 28000  | 320000  | 470000  | 0,023        | 26700  | 112000 | 430     | 310     |
| PFHpA       | <1000  | 8800    | 11900   | <0,02        | 610    | 3650   | 5,1     | 5,2     |
| PFOA        | 2400   | 12000   | 21900   | <0,02        | 2040   | 9080   | 12      | 12      |
| PFNA        | <1000  | <1000   | 700     | <0,02        | <10    | <10    | <0,2    | <0,2    |
| PFDA        | <1000  | <1000   | 200     | <0,02        | <10    | <10    | <0,2    | <0,2    |
| PFUnDA      | <1000  | <1000   |         |              |        |        | <0,2    | <0,2    |
| PFDoDA      | <1000  | <10     |         |              |        |        | <0,2    | <0,2    |
| PFBS        | 3800   | 38000   | 27400   | <0,01        | 840    | 6840   | 29      | 29      |
| PFHxS       | 50000  | 220000  | 370000  | 0,143        | 26700  | 187000 | 310     | 230     |
| PFPeS       |        |         |         |              |        |        | 31      | 31      |
| PFHpS       | 4300   | 9700    |         |              |        |        | 8,3     | 8,5     |
| PFOS        | 410000 | 570000  | 1950000 | 8,585        | 347000 | 379000 | 540     | 550     |
| PFDS        | <1000  | <3000   |         |              |        |        | 0,29    | 0,32    |
| PFOSA       | 2900   | 2200    |         |              |        |        | 2,2     | 2,0     |
| PF-3,7-DMOA | <1000  | <10     |         |              |        |        | <0,2    | <0,2    |
| HPFHpA      | <1000  | <1000   |         |              |        |        | <0,2    | <0,2    |
| FTS-4:2     | <1000  | <1000   |         |              |        |        | <0,1    | <0,4    |
| 6:2-FTS     | <1000  | <1000   |         |              |        |        | 0,63    | 0,67    |
| 8:2-FTS     | <1000  | <1000   |         |              |        |        | <0,4    | <0,4    |
| Summe ng/l  | 506600 | 1235700 | 2936600 |              | 407470 | 715800 | 1426520 | 1239690 |
| Summe µg/l  | 506,6  | 1235,7  | 2936,6  |              | 407,47 | 715,8  | 1426,52 | 1239,69 |
| Summer mg/l | 0,506  | 1,2335  | 2,936   | 8,751(mg/kg) | 0,407  | 0,715  | 1,426   | 1,239   |

# Behandlungsversuch Stufe 1 - 3 Labore A B C PFC Gesamt



# Trend des Behandlungsversuches Stufe 1 - 3 Labore A B C PFC Gesamt



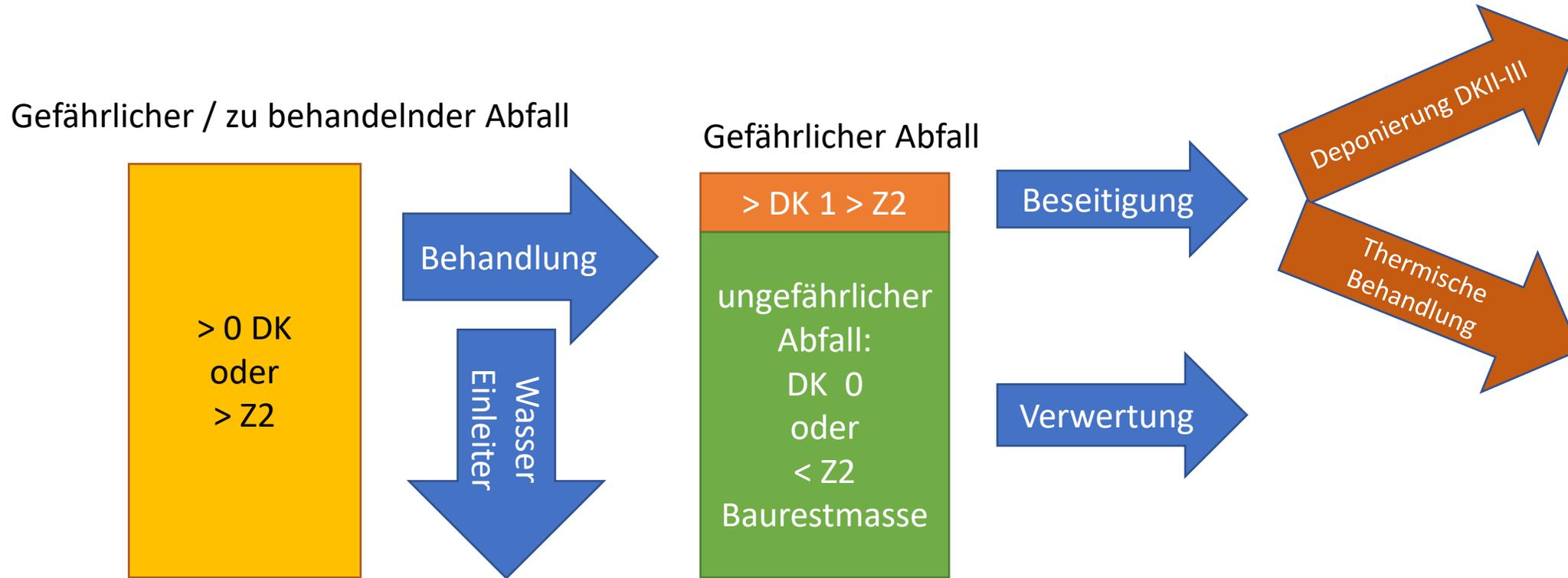
# Warum eine Oxidation von PFC schwierig ist

## Oxidationspotentiale verschiedener Oxidantien



| Oxidant                 | Symbol                        | el.-chem. Potential (V) | Potential im Vergleich zu Chlor (%) |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Fluor                   | F <sub>2</sub>                | 3.06                    | 225                                 |
| <b>Hydroxyl-Radikal</b> | <b>•OH</b>                    | <b>2.80</b>             | <b>205</b>                          |
| Sauerstoff-Atom         | •O                            | 2.42                    | 178                                 |
| Ozon                    | O <sub>3</sub>                | 2.08                    | 152                                 |
| Wasserstoffperoxid      | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | 1.78                    | 130                                 |
| Chlor                   | Cl <sub>2</sub>               | 1.36                    | 100                                 |
| Chlordioxid             | ClO <sub>2</sub>              | 1.27                    | 93                                  |
| Sauerstoff              | O <sub>2</sub>                | 1.23                    | 90                                  |

# Eine weitere PFOS/PFAS Grenzwertbetrachtung in den Abfallströmen ist notwendig



Ziel der BWA ist die Reduzierung des Anteils an gefährlichem Abfall um ca. 90 %

# Zusammenfassung der Ergebnisse

- Reine UV-Oxidation zeigt keine Wirkung
- UV-Oxidation und Wasserstoffperoxid zeigt eine schwache Tendenz
- Die Aktivkohle (Wasserkohle) zeigt bei der Filterung die besten Erfolge
- Outputwege der Stoffströme müssen vor einer Behandlung Grenzwerte aufzeigen
- Ein Annahmegrenzwert in die Behandlung, als auch ein Einleitwert von abgereinigtem Prozesswasser muss mit den beteiligten Behörden definiert werden.

# Die nächsten Schritte

Weitere Reduktion der PFOS/PFAS-Gehalte in der Anlage mit der Abwasserreinigungsanlage über Wasseraktivkohle und UV-Oxidation

Abstimmung mit den Behörden und Beteiligten über weiteren Behandlungsschritte:

- Reduktion auf einen zu definierenden Anteil an PFOS/PFAS
- Nach Reduktion das Wasser dem Waschprozess zugeben
- Wasser einleiten
- Aktivkohle der Verbrennung zuführen

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. Matthias Koch, Stephan Kuhn, David Kulisch, Oliver Thier