Spurenstoffe und Nanotechnologie

Der Einsatz von Pulveraktivkohle in Flockungsfiltrationsanlagen von Kläranlagen zur Elimination von Spurenstoffen

15. Symposium Flussgebietsmanagement beim Wupperverband und Gebietsforum „Wupper“ der Bezirksregierung Düsseldorf

Catrin Bornemann, Wupperverband

Inhalt der Präsentation

- Spurenstoffe und Nanotechnologie - was ist das?
- Warum beschäftigen wir uns mit dem Thema?
- Das Projekt Mikroflock in Wuppertal-Buchenhofen
- Fazit und Ausblick

Wie definiert man Spurenstoffe?

Definition über die Konzentration

kommen in Spuren - unter 1 mg/l - vor, in Millionstel oder Milliardstel Gramm

1 ng/l = 1 TL Zucker in 5 Mrd. Liter Wasser (ca. Vorsperre Große Dhünn)

Abbildung nach Metzger, 2010
& Frehmann et al., 2007

Welche Stoffe gibt es?

Es gibt Millionen anthropogener Stoffe in verschiedene Stoffgruppen. Ca. 5000 werden als umweltrelevant eingestuft

- **Pharmaka**, Medikamente (für Mensch und Tier)
- **Röntgenkontrastmittel**
- **Endokrine Stoffe**, hormonell wirksame Stoffe
- **Moschusduftstoffe**
- **Pflanzenschutzmittel (PBSM)**
- **Schwermetalle**
- **Phosphororganische Flammschutzmittel**
- **…..**

Stoffe die produziert und in Umlauf gebracht werden, sind mit entsprechender Analytik auch (überall) nachweisbar

Was sind Nanomaterialien?

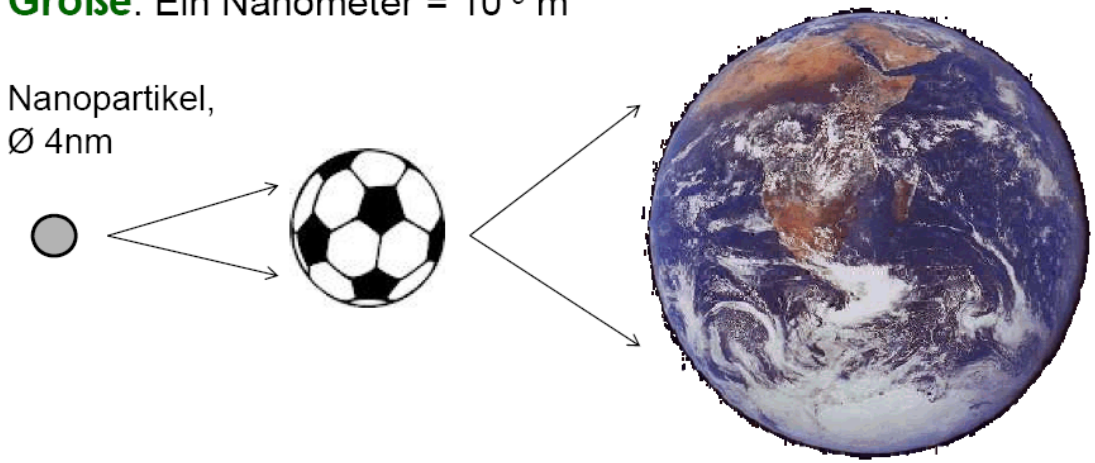
Definition über die Größe: 1 Nanometer ist ein Milliardstel Meter

Naturwissenschaftliche Grundlagen

SRU

Besonderheiten von Nanomaterialien

- **Größe**: Ein Nanometer = 10^{-9} m



- besondere chemische. u. physikalische Eigenschaften:
  - große spezifische Oberfläche
  - quantenmechanische Effekte

Quelle: Dr. Markus Salomon, Sachverständigenrat für Umweltfragen, Berlin
„Nanotechnologie und Wasserwirtschaft, DWA-Tagung 16.11.2011

Was sind Nanomaterialien?

- Große Oberfläche

- Bis 100 nm in Höhe, Breite oder Tiefe

- Stoffeigenschaften ändern sich bei Herstellung als Nanomaterial
  z.B Titandioxid in Sonnencreme wirksam
  Als Nanopartikel wirksamer und transparenter

- Interessant für Forschung und Entwicklung:
  Halbleiterelektronik, Medizin, Werkstoffe, Konsumgüter

- Aber auch: Neue Gefahren für Mensch und Umwelt?
  wegen geringer Größe leichtes Eindringen in Körper möglich
  Nanostoffe könne toxischer wirken als „Ausgangsstoffe“

Einsatzbereiche von Nanomaterialien

Nanomaterialien in Produkten

SRU

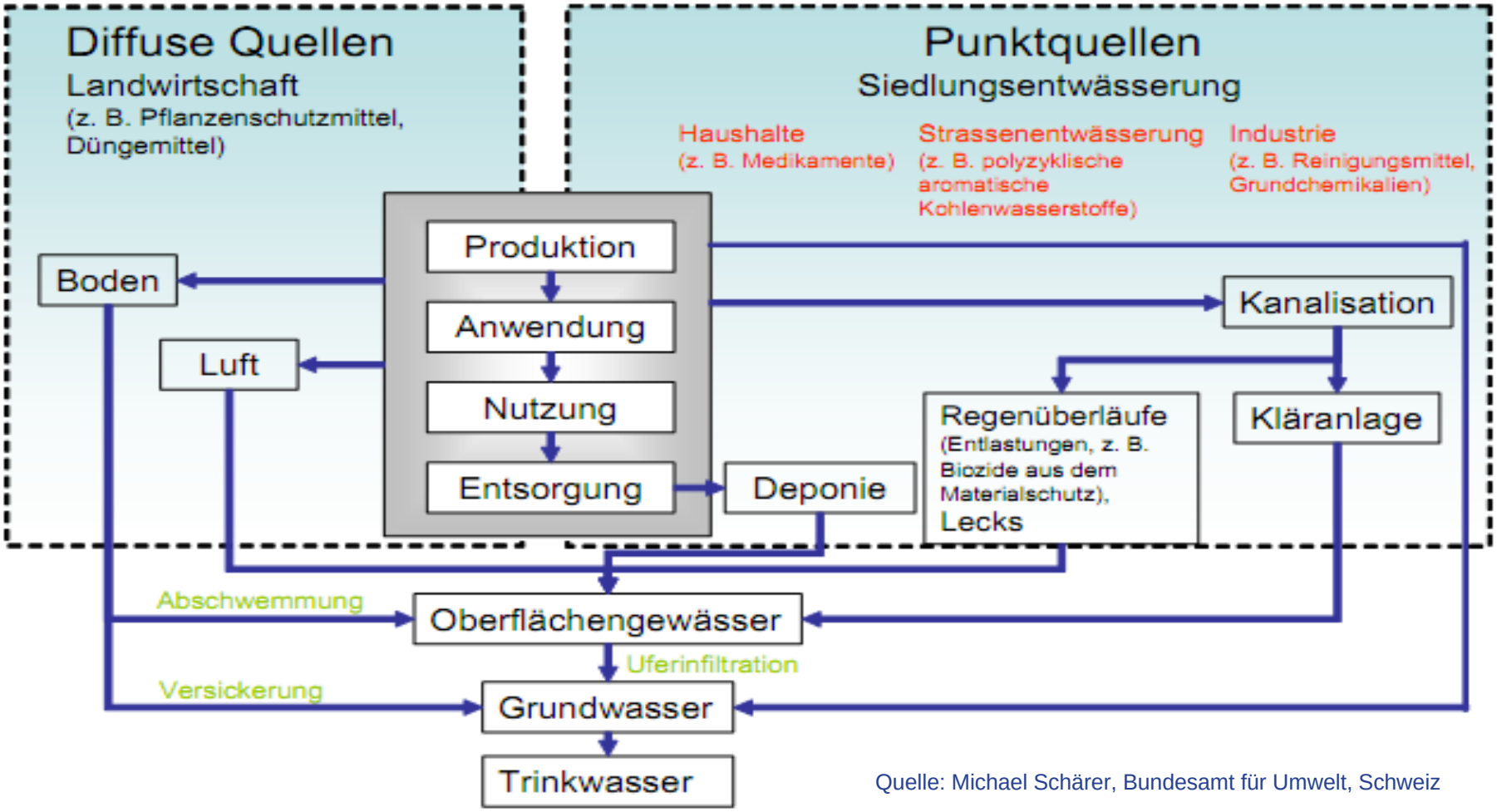
Produkte mit Nanomaterialien

in Matrix eingebunden - auf der Oberfläche anhaftend - fein verteilt

Silber-Nanopartikel	Farben und Lacke, Bettwäsche, Socken, Wischtücher, Zahnbürsten	Antibakterielle Ausrüstung
Siliciumdioxid	Sprays zur Oberflächenbehandlung, Textil- und Lederpflege	Imprägnierung gegen Schmutz, Wasser und Öl
Kohlenstoff-nanoröhren	Tennisschläger, Fahrradlenker, Golfschläger, Eishockeyschläger	Verbesserung der Materialeigenschaften

Quelle: Dr. Markus Salomon, Sachverständigenrat für Umweltfragen, Berlin
„Nanotechnologie und Wasserwirtschaft, DWA-Tagung 16.11.2011

Eintragspfade in Gewässer

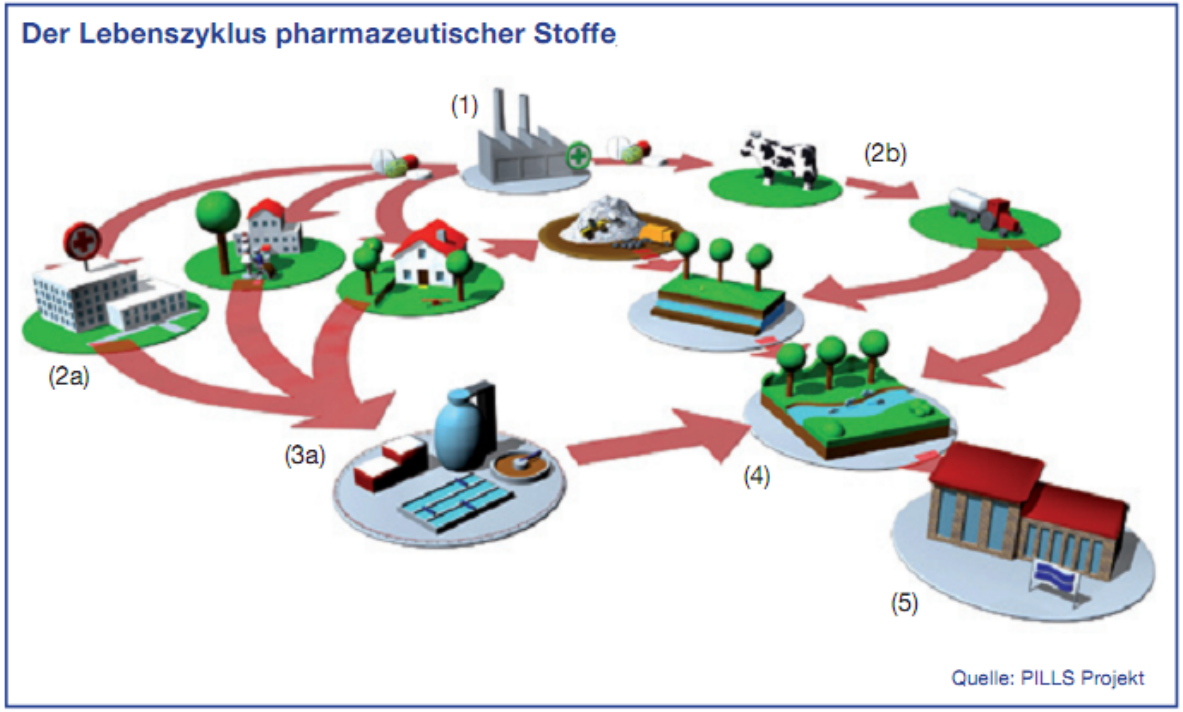


Quelle: Michael Schärer, Bundesamt für Umwelt, Schweiz

Herausforderung:
Techniken entwickeln um Spurenstoffe aus OW und TW fernzuhalten

An verschiedenen Punkten ansetzen

- **Multibarrierenkonzept**
  - Vermeidung und Substitution, gesetzliche Regelungen
  - Elimination an der Quelle
  - Elimination vor Eintrag in die Umwelt
  - Elimination bei der Trinkwasseraufbereitung



Forschungsprojekt Mikroflock

- **Einzelauftrag 5 - MIKROFlock**

„Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen, insbesondere kommunaler Flockungsfiltrationsanlagen durch den Einsatz von Aktivkohle“

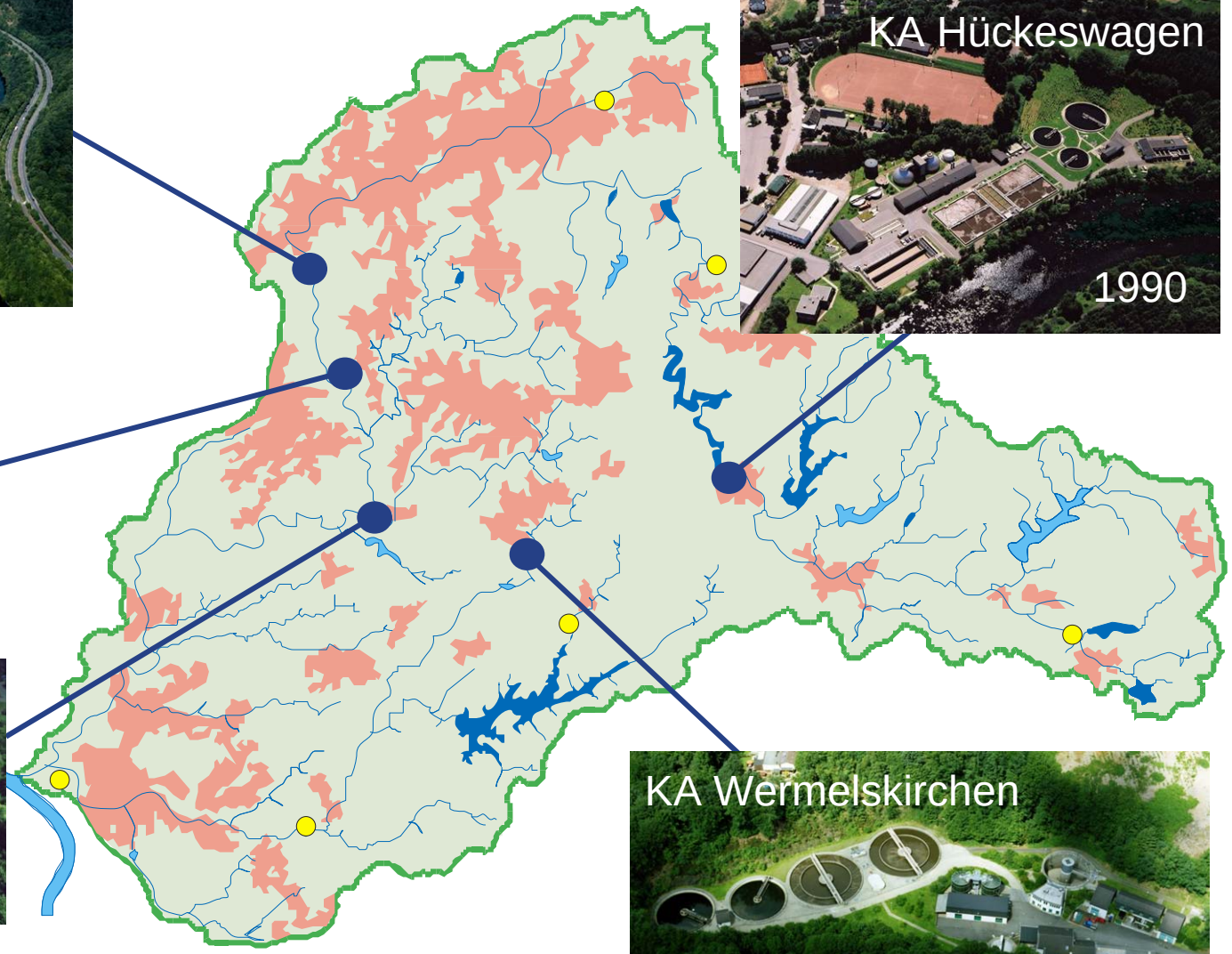
- **Im Rahmen des Forschungsprogrammes**

„Elimination von Arzneimitteln und organischen Spurenstoffen“

- **gefördert durch**

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

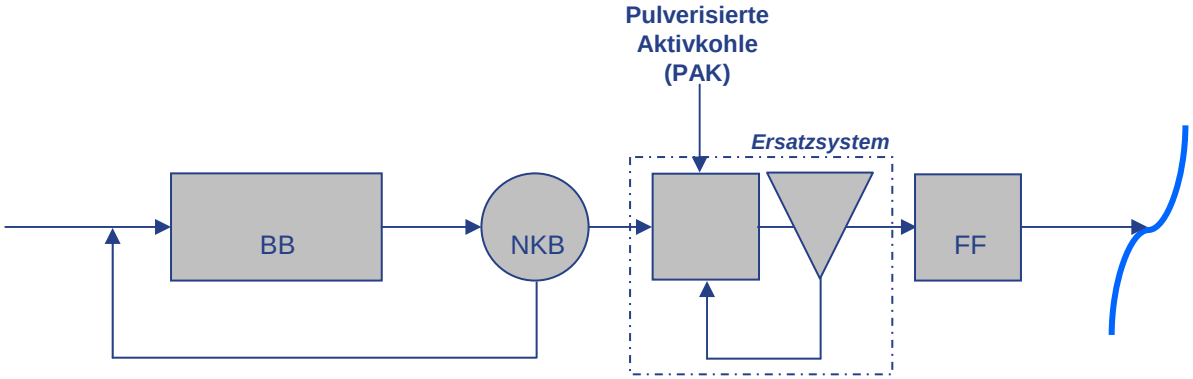
Flockungsfiltrationsanlagen des WV



Einsatz von Aktivkohle in Kombination mit vorhandenen Flockungsfiltrationen

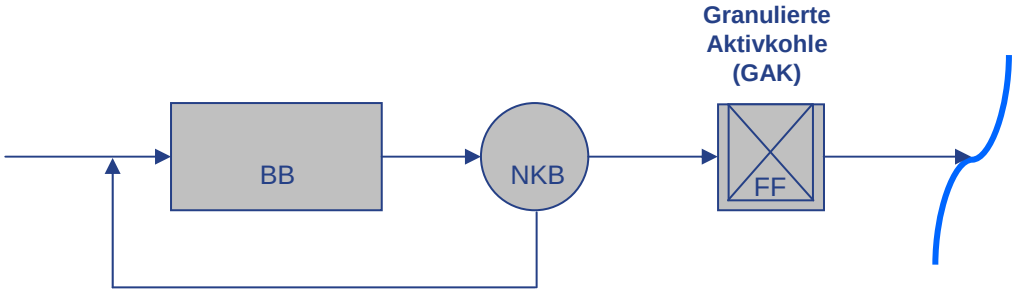
Modifiziertes AFSF-Verfahren

(Stuttgart)



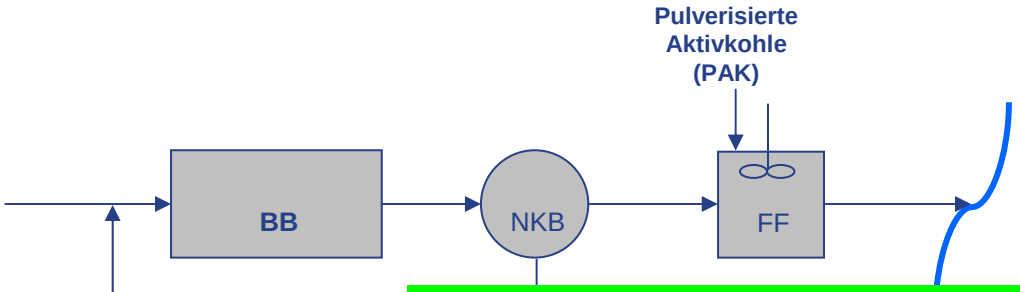
GAK als Filtermaterial

(Düren)



PAK in Filterüberstau

(Wuppertal-Buchenhofen)



Nutzen vorhandener Technik!

Was kann mit Aktivkohle erreicht werden?

Vorteile

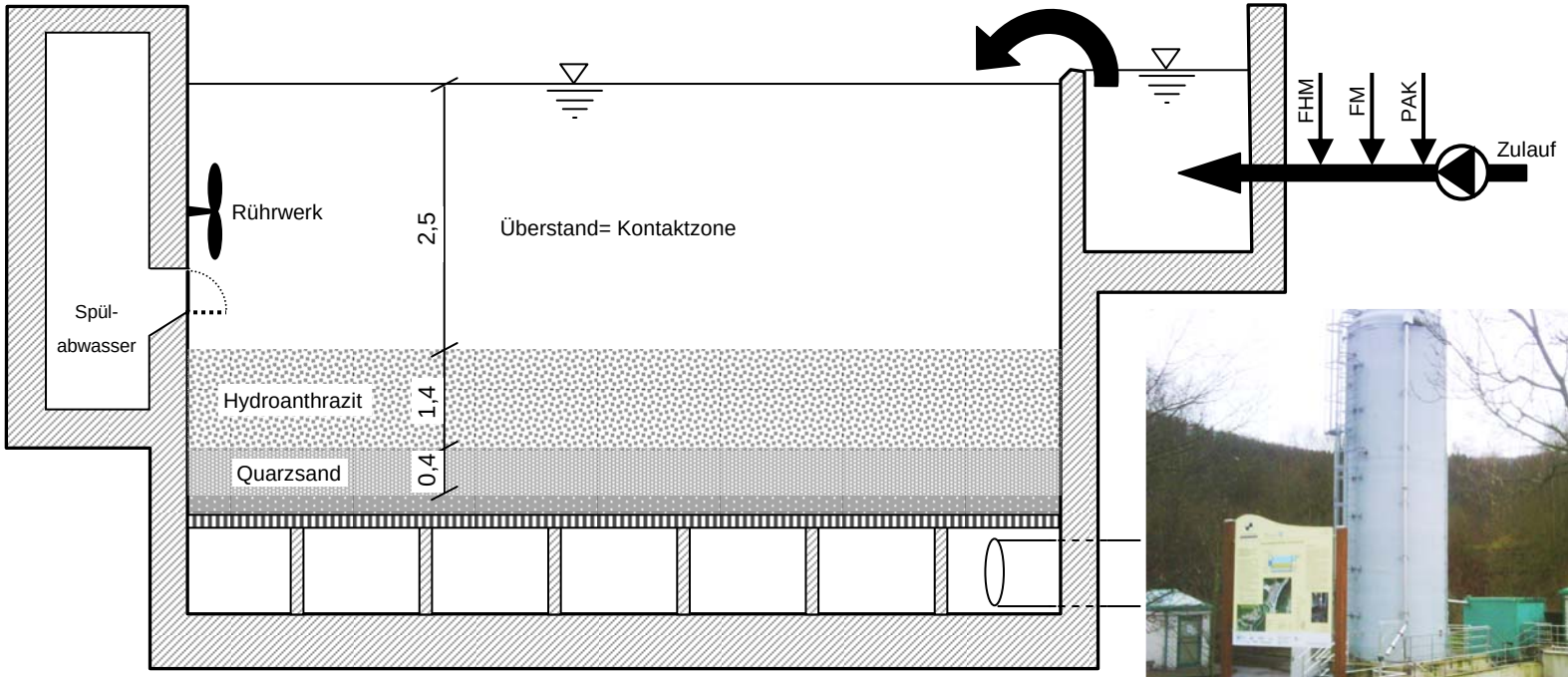
- PAK entfernt viele Pharmaka mit gutem Wirkungsgrad (80-90%)
- viele endokrin wirksame Stoffe werden deutlich reduziert.
- PAK kann die organische Restverschmutzung verringern.

Nachteile

- zur Koagulierung müssen Hilfsmittel eingesetzt werden
- erhöhte Betriebskosten für Kohle und Hilfsstoffe
- Aufwand für Dosierung

Aufbau des Versuchsfilters

Filtertyp:	**Abwärtsdurchströmter Gravitationsfilter**
Filterfläche:	**60 m² pro Filterkammer**
Filtergeschwindigkeit:	**3 m/h bei Trockenwetter (12 m/h maximal)**
Beschickung:	**50 bis 200 l/s (TW bzw. RW)**
Kontaktzeit:	**50 bzw. 12,5 min (TW bzw. RW) im Überstand**



Ausgewählte Leitsubstanzen

Arzneimittelwirkstoffe und Diagnostika	Phosphororganische Verbindungen
▪ Carbamazepin (Antiepileptika) ▪ Diclofenac (Schmerzmittel) ▪ Sulfamethoxazol (Antibiotikum) ▪ Metoprolol (Betablocker) ▪ Amidotrizoesäure	▪ TCPP

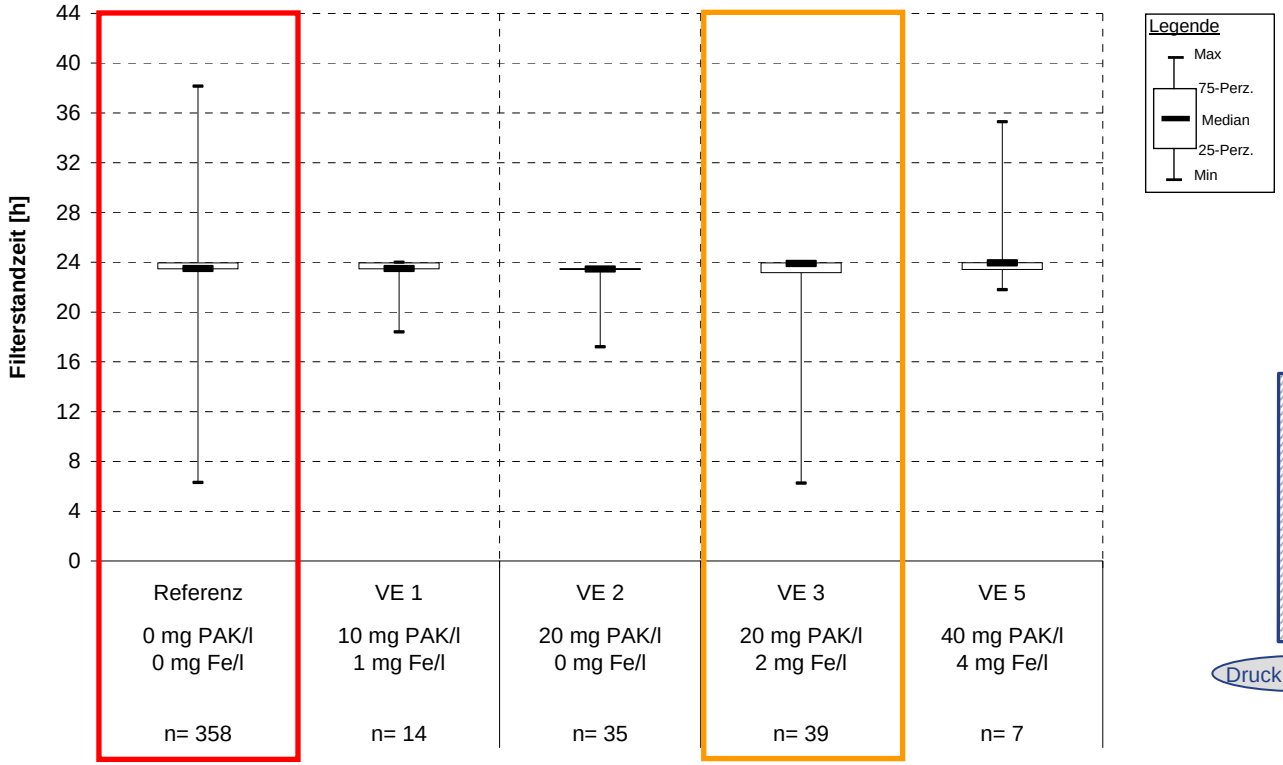
EDCs endocrine disrupting chemicals	Industriechemikalien und Komplexbildner
▪ Benzotriazol	▪ Perfluoroctansulfonsäure (PFOS) ▪ Perfluoroctansäure (PFOA) ▪ EDTA ▪ Bisphenol-A

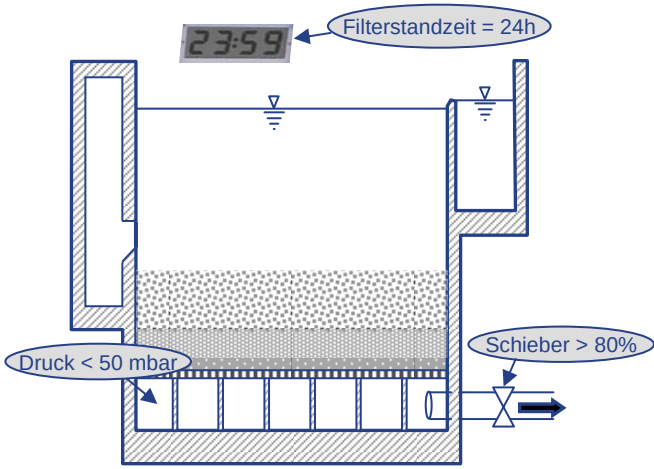
Fragestellungen im Projekt Mikroflock

- Ist eine ausreichende Filterstandzeit mit Kohlezugabe gewährleistet?
- Wird die Kohle sicher im Filter zurückgehalten?
- Wie weit wird der CSB-Wert im Versuchsfilter verringert?
- Wie weit werden die betrachteten Spurenstoffe im Filter eliminiert?

Filterstandzeiten

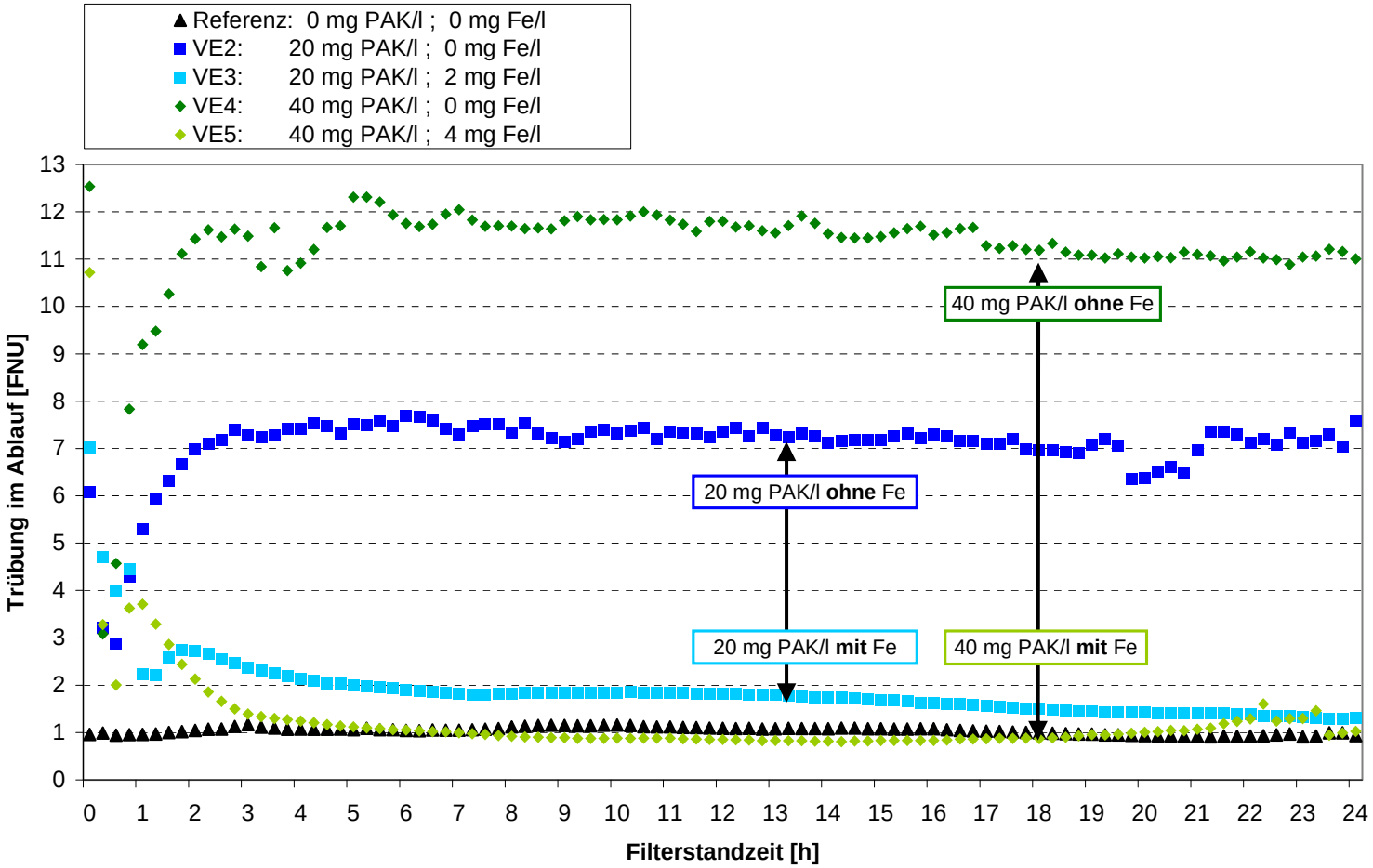
- Standzeit bei dynamischer Beschickung mit der Referenz vergleichbar
- Auch bei konstanter hoher Wassermenge im Mittel nicht unter 12 h





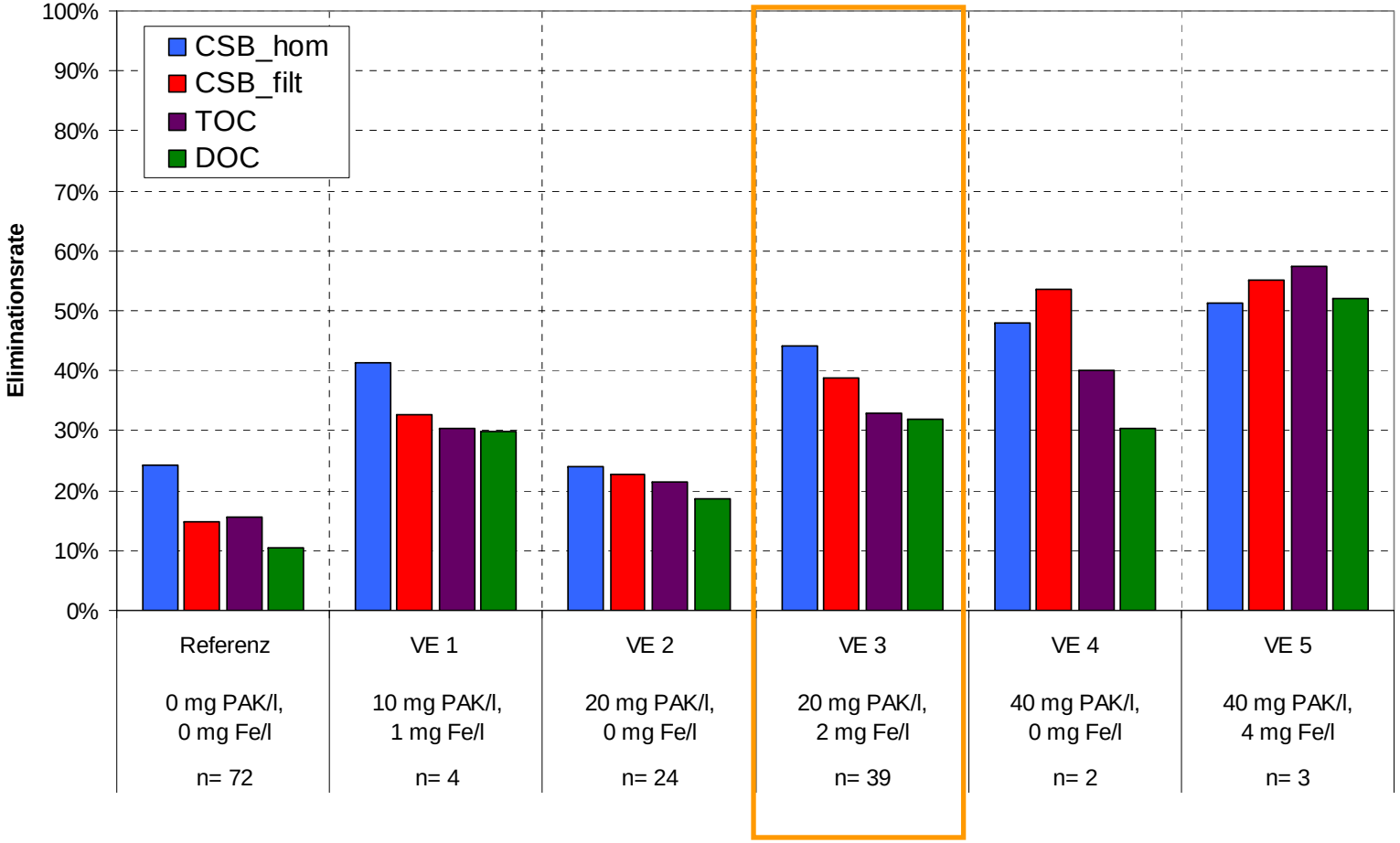
Rückhalt der PAK im Filter

- Kontrolle des PAK-Rückhaltes über Trübungsmessung im Ablauf
- PAK wird bei Einsatz von Eisen sehr gut zurückgehalten



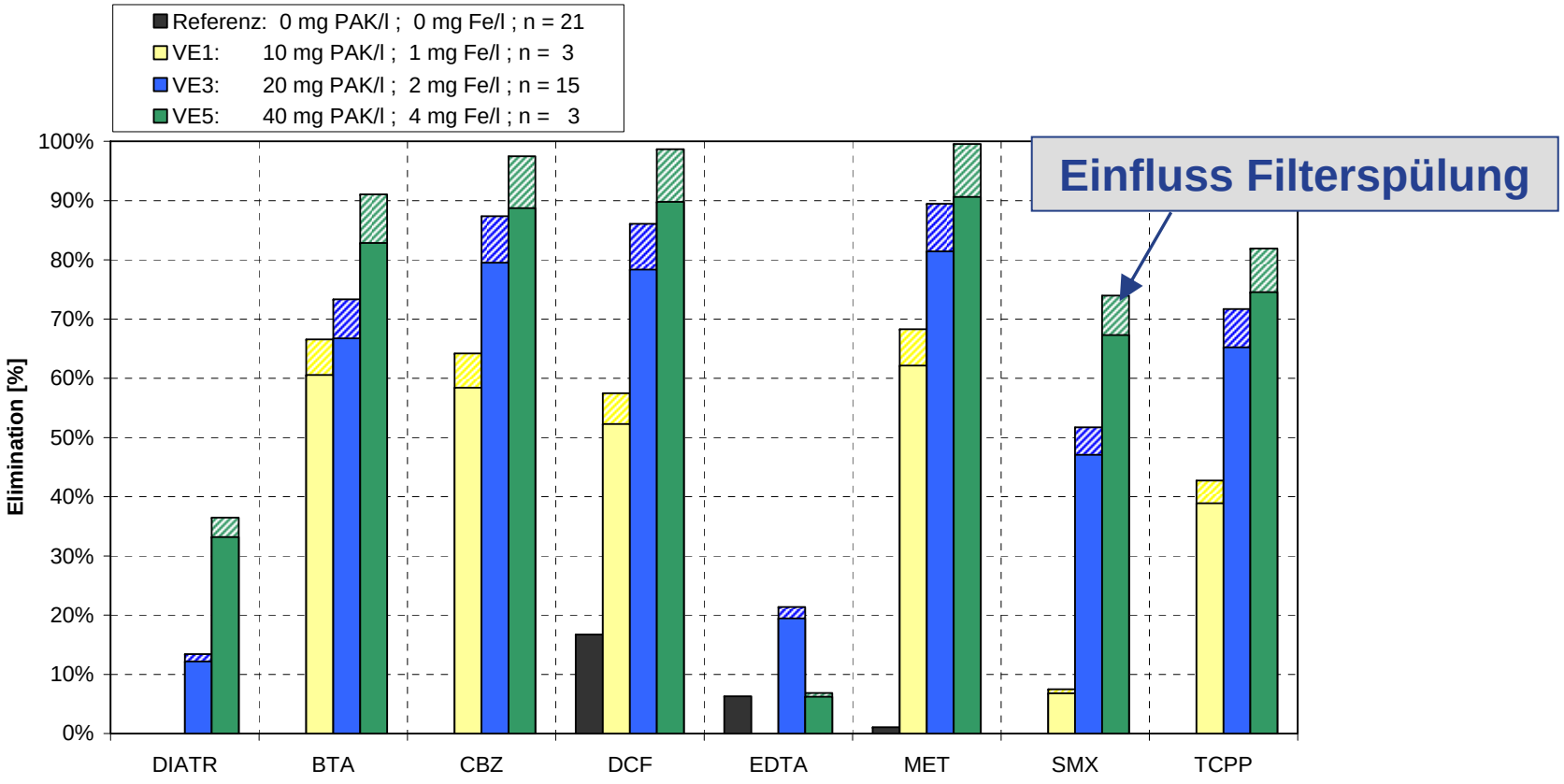
Elimination von CSB, TOC und DOC

- CSB wird ohne PAK im Mittel um 25 % reduziert
- Bei Einsatz von PAK und Eisen ist eine Reduktion >40% möglich
- Der Schwellenwert von 20 mg/l CSB wird nahezu immer unterschritten

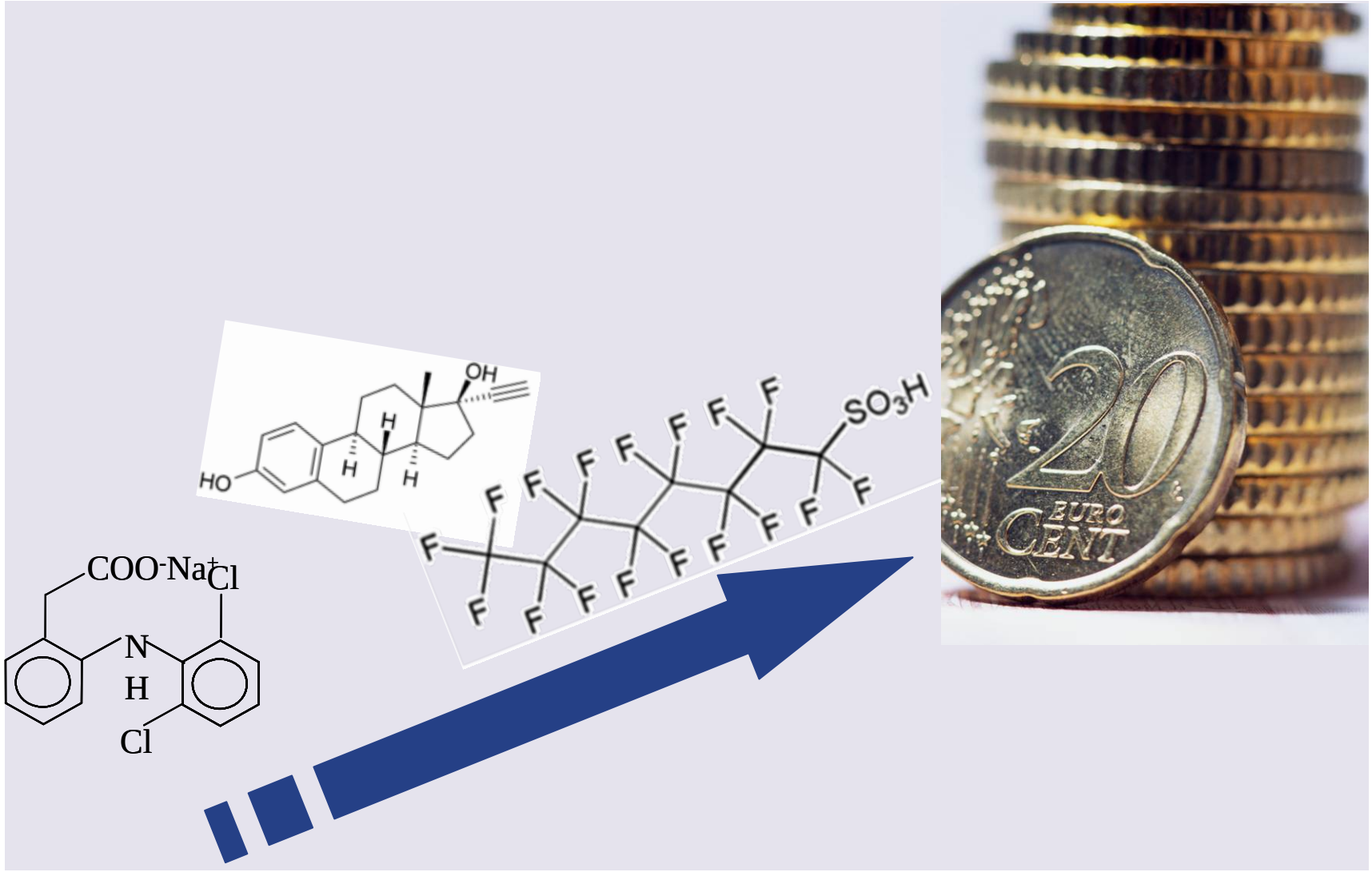


Eliminationsraten der Spurenstoffe (Bezug Ablauf NK)

- Stoffe wie CBZ, DCF und MET werden sehr gut eliminiert
- Amidotrizoesäure und EDTA werden kaum eliminiert
- Der Referenzfilter zeigt kaum Spurenstoffelimination



Neue Anforderungen – höhere Kosten?



Auswirkung auf die Betriebskosten

- Behandelte Abwassermenge Buchenhofen ca. 43 Mio m^3
- Betriebskosten PAK-Dosierung ca.1.600.000 €
- Bisherige Betriebskosten (ohne Kapitalkosten) 6.750.000 €
- **Steigerung der Betriebskosten: ca. 24%**

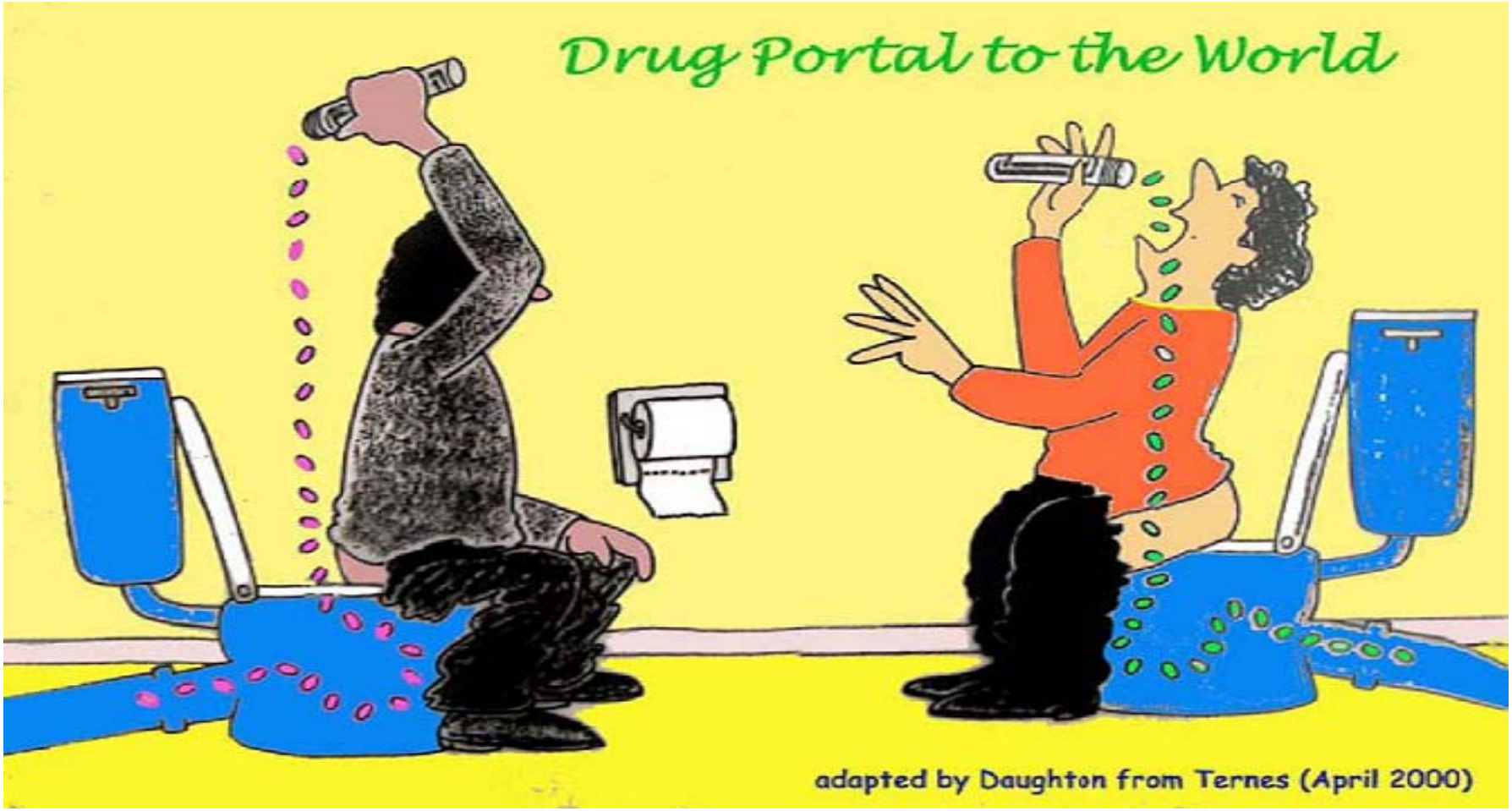
- Teilkompensation durch Abwasserabgabe bei Abgabefreiheit ca. 500.000 €
- **Immer noch ca. 17% Kostensteigerung**

Fazit und Ausblick

- Risiken von Spurenstoffen für Mensch und Umwelt sind noch nicht umfassend bewertet
- Entfernung aus Abwasser - neue technische Herausforderung

- Aktivkohle-Dosierung in Filterüberstand technisch möglich
- CSB-Werte unterhalb des Schwellenwertes sind erreichbar
- Spurenstoffelimination stark stoffspezifisch
- Verfahren führt zu deutlichen Betriebskostensteigerungen

- F&E Projekt Mikroflock steht kurz vor dem Abschluss
- WV möchte das Verfahren technisch und wirtschaftlich optimieren
- weitere Fördermittel beantragt


Drug Portal to the World
adapted by Daughton from Ternes (April 2000)

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!