

Phosphor in der Abwasserbehandlung Berliner Wasserbetriebe

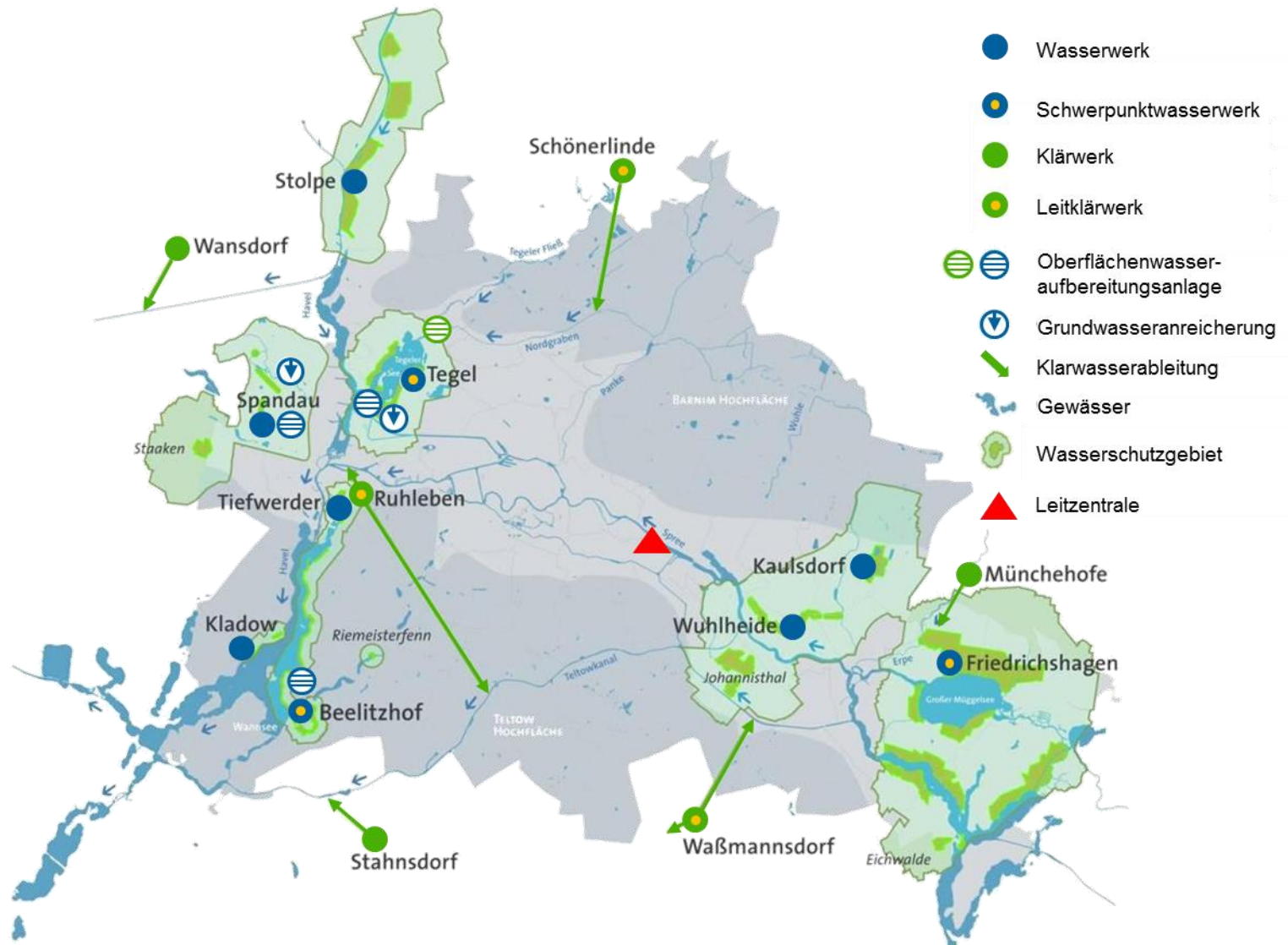
Abwasserentsorgung (Betrieb) Berliner Wasserbetriebe: [Steffen Keller](#)

Forschung und Entwicklung Berliner Wasserbetriebe: Dr. Alexander Sperlich, Regina Gnirß

Fachgespräch Phosphor 17./18.5.2017

Klärwerke Metropolenregion Berlin

Wasserwerke Berlin



Nährstoffreduzierungskonzept Berlin-Brandenburg

hier nur Phosphor für KW GK5



- Phosphor gesamt: Jahresmittelwert 0,1 mg/l

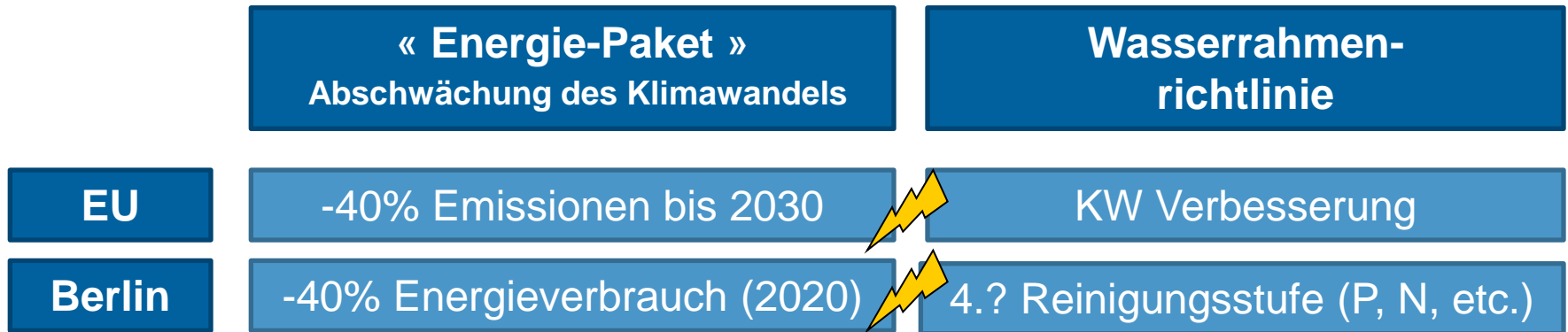
- $\text{PO}_4\text{-P}_f$ (o-Phosphat): Jahresmittelwert 0,03 mg/l

- für Zielerreichung ist für Abf. Stoffe : < 1 mg/l notwendig

- zum Vergleich aktuell, je nach Klärwerk Phosphor gesamt:
 - 0,5 mg/l
 - 1,0 mg/l
 - OWA Tegel Jahresmittelwert 0,025 mg/l

Einleitung

Gesetzliche Rahmenbedingungen



Innovative und nachhaltige Behandlungstechnologien

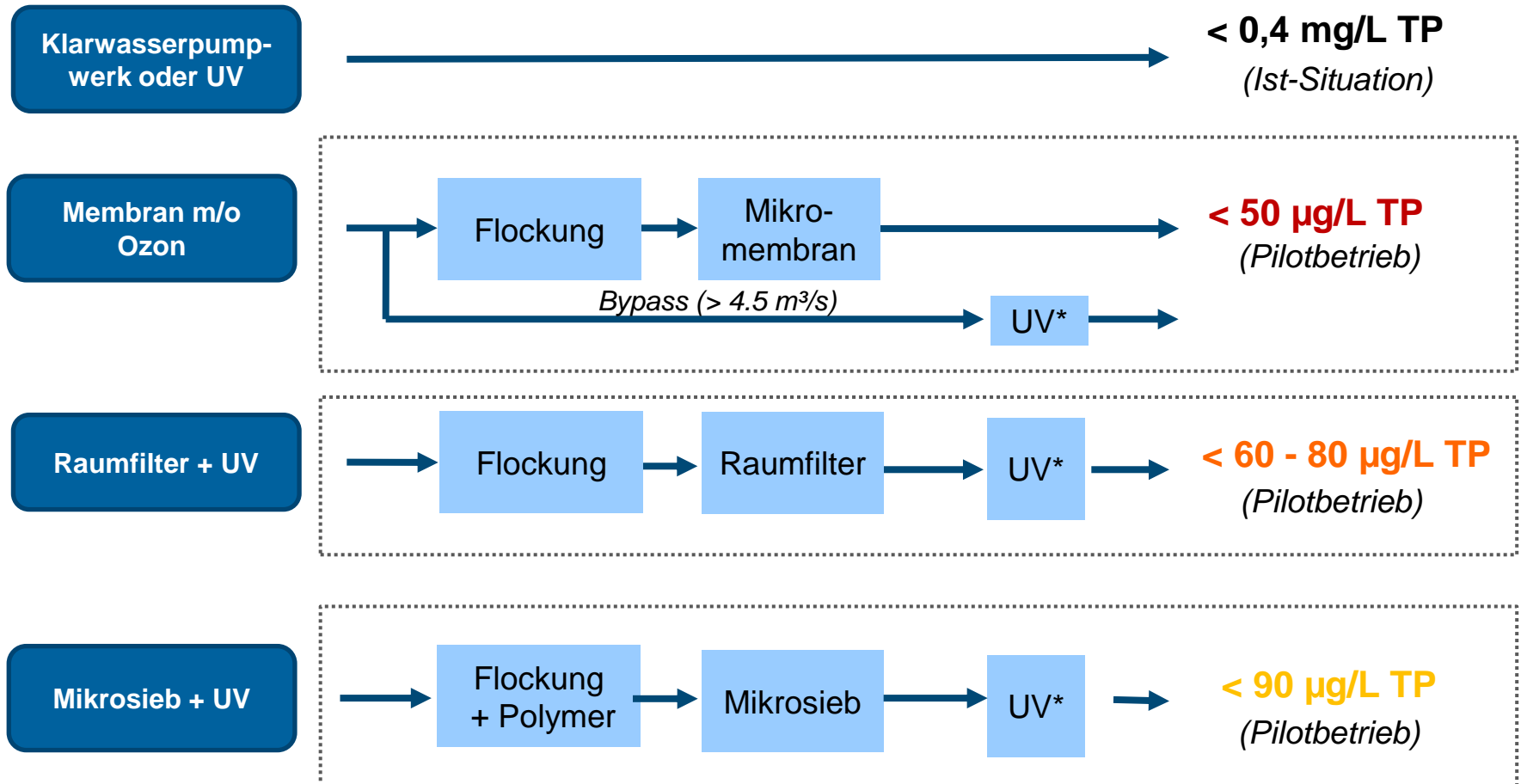
P < 80-120 µg/L: Flockungsfiltration mit UV-Desinfektion

P < 50 µg/L: Membranfiltration

N < 13 mg/L: Biofiltration mit Kohlenstoffdosierung

Spurenstoffe: Ozonung vs Pulverkohle

Varianten für Reinigungsstufen zur weitergehenden Abwasserreinigung



Raumfiltration

FE und Verfahrensoptimierung

- Flockung – Sedimentation – Filtration
Großtechnik OWA Tegel (seit 1984)
- Flockungsfiltration zur weitergehenden Abwasserreinigung
 - Halbtechnische Versuche KW Ruhleben (FE-Projekt Barriere, 2006-2009)
 - Pilotanlage KW Münchehofe (FE-Projekt Raumfiltration, 2010-2013)
- Übertragung von Betriebserfahrungen aus der Trinkwasseraufbereitung
(Zweischichtfiltration nach Belüftung zur Enteisung/Entmanganung)

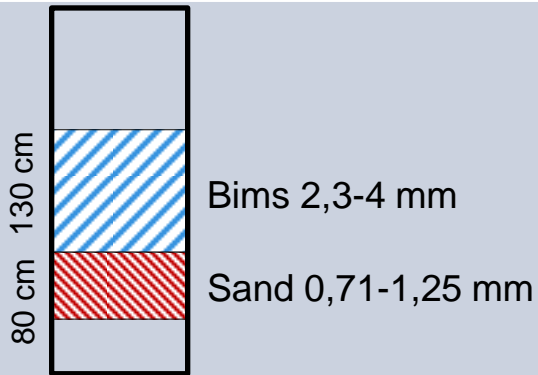
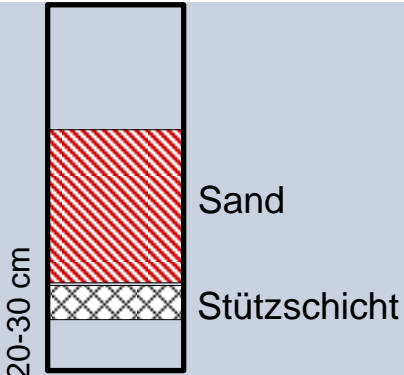
Raumfiltration Ausgangspunkt

- Platzbedarf:
 - Anzahl benötigter Filterzellen (Filtergeschwindigkeit)
 - Sedimentation?
- Welche Zielwerte sind erreichbar?
 - Suspendierte Stoffe
 - Gesamtphosphor
 - Chemischer Sauerstoffbedarf
- Übertragung auf andere Standorte



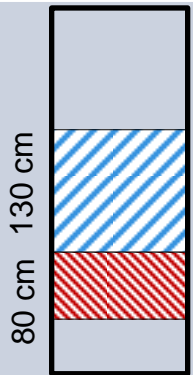
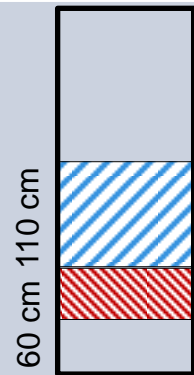
Ausgangspunkt

Vergleich OWA Tegel

| | OWA Tegel | Flockungsfiltration (Std d. Techn.) |
|-------------------|--|--|
| Ziel | TP \leq 0,02 mg/L | TP \leq 0,5 mg/L, TSS \leq 5 mg/L (ATV-A 202, ATV-A 203) |
| Verfahren | 2-stufig Flockung - Sedimentation- Nachflockung - Filtration | 1-stufig Flockung - Filtration |
| Dosierung | Flockungsmittel Flockungshilfsmittel (Polymer) | Flockungsmittel ggf. Flockungshilfsmittel |
| Betriebserfahrung | Kontinuierliche Optimierung der Rohrflockung, Filteraufbau (keine Stützschiicht), Filtermaterial | Stützschiicht, Einschichtfilter verbreitet, selten Mehrschichtfilter |
| Filterbettauflbau |  <p>130 cm 80 cm</p> <p>Bims 2,3-4 mm Sand 0,71-1,25 mm</p> |  <p>20-30 cm</p> <p>Sand Stützschiicht</p> |

Ausgangspunkt

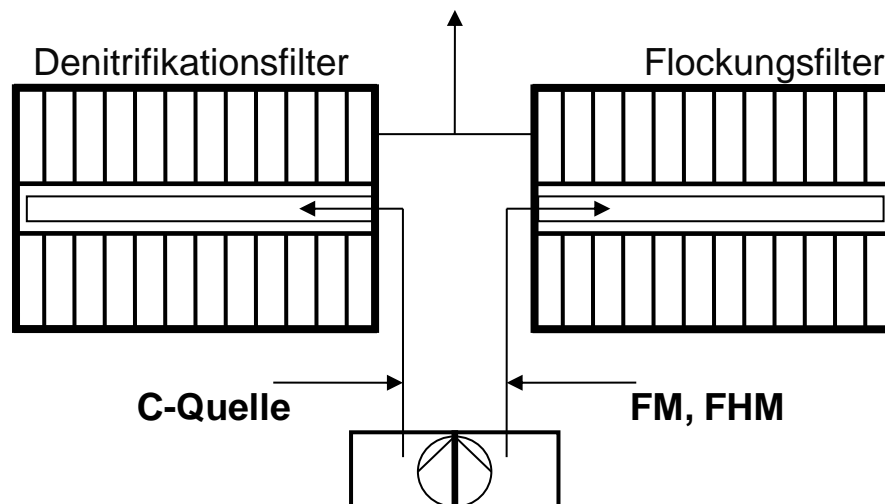
Vergleich OWA Tegel

| | OWA Tegel | FE-Projekt Raumfiltration |
|-------------------|---|--|
| Ziel | TP \leq 0,02 mg/L | TP \leq 0,1 mg/L, TSS \leq 1 mg/L |
| Verfahren | 2-stufig Flockung - Sedimentation- Nachflockung - Filtration | 1-stufig Flockung - Filtration |
| Dosierung | Flockungsmittel Flockungshilfsmittel (Polymer) | Flockungsmittel Flockungshilfsmittel notwendig? |
| Betriebserfahrung | Kontinuierliche Optimierung der Rohrflockung, Filteraufbau (keine Stützschrift), Filtermaterial | auf Betriebserfahrungen aufbauen: statischer Mischer, Rohrflockung, keine Stützschrift |
| Filterbettaufbau |  <p>130 cm 80 cm</p> <p>Bims 2,3-4 mm Sand 0,71-1,25 mm</p> |  <p>110 cm 60 cm</p> <p>Anthrazit 1,4-2,5 mm Sand 0,71-1,25 mm</p> |

FE-Projekt Raumfiltration

Pilotversuche 2010-2013

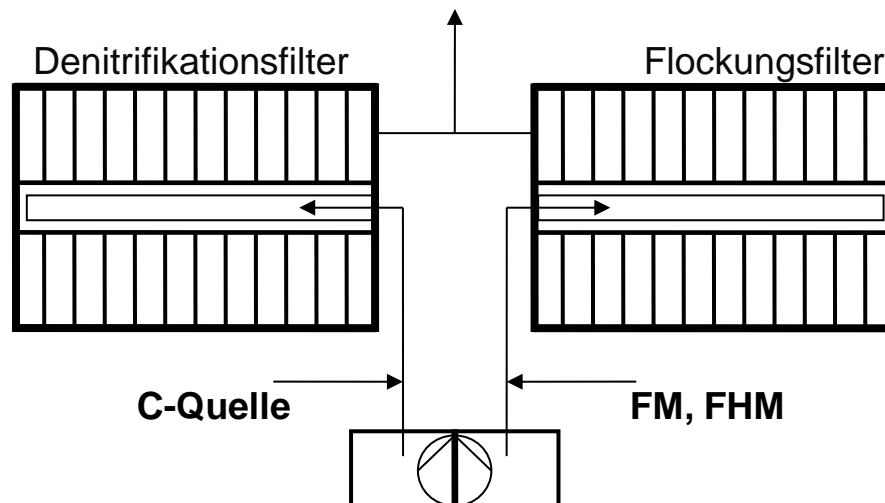
- Ausgangspunkt: Langjährige Betriebserfahrungen in der OWA Tegel und bei der Wasseraufbereitung
- Eigenfinanziertes FE-Projekt, Auftrag an TU Berlin, FG Siedlungswasserwirtschaft, Prof. Barjenbruch
- Hohe Dringlichkeit (Planung für den Ausbau des KW Was)



FE-Projekt Raumfiltration

Pilotversuche 2010-2013

- Ziele:
 - Übertragung der Technik auf Klärwerke (insbesondere Waßmannsdorf)
 - Optimierung des Prozesses in einen kompakten einstufigen Prozess ohne Polymerzugabe und Sedimentation
 - Bestätigung der Ergebnisse im halbtechnischen Maßstab
 - Stickstoffentfernung



Ergebnisse Raumfiltration

Phosphor & Suspendierte Stoffe

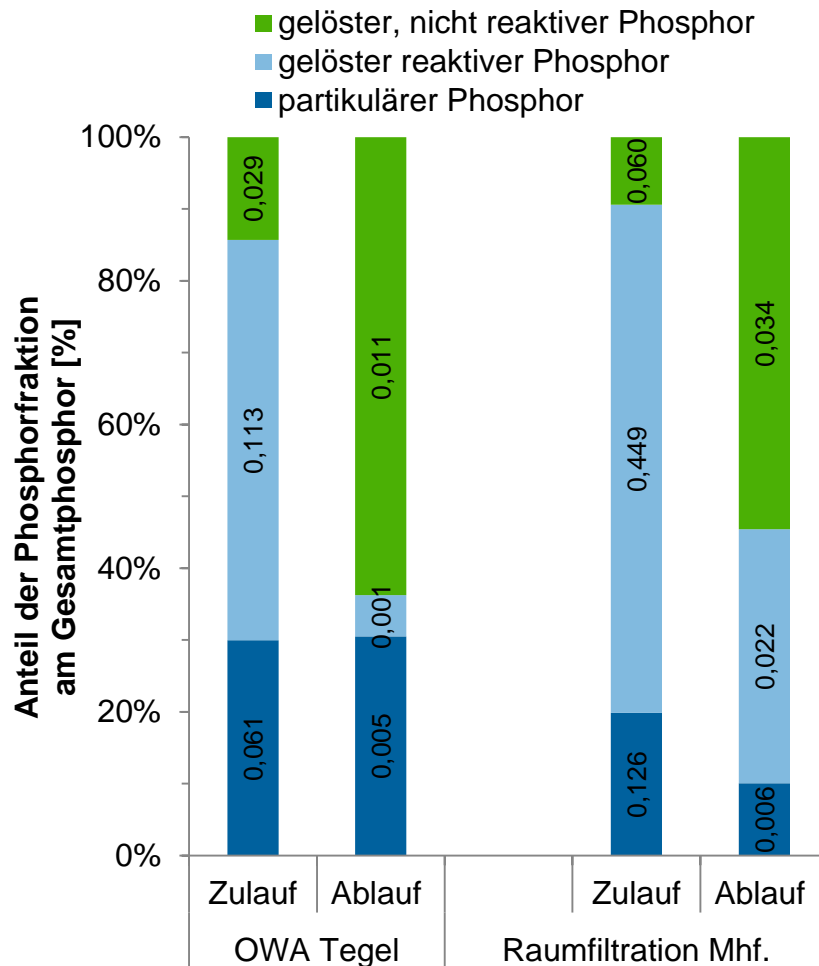
| Gesamtphosphor (TP) | OWA Tegel | Raumfiltration Mhf. |
|----------------------------|-----------|---------------------|
| Zulauf: arithm. Mittelwert | 0,2 mg/L | 0,6 mg/L |
| Ablauf: arithm. Mittelwert | 0,02 mg/L | 0,06 mg/L |
| Ablauf: 80%il-Wert | 0,02 mg/L | 0,08 mg/L |
| Mittl. Entfernung | 91% | 90% |

| Suspendierte Stoffe (TSS) | OWA Tegel | Raumfiltration Mhf. |
|----------------------------|-----------|---------------------|
| Zulauf: arithm. Mittelwert | 4,6 mg/L | 4,3 mg/L |
| Ablauf: arithm. Mittelwert | 0,5 mg/L | 0,3 mg/L |
| Ablauf: 80%il-Wert | 0,6 mg/L | 0,5 mg/L |
| Mittl. Entfernung | 90% | 93% |

- Pilotversuche zur Raumfiltration in Münchehofe zeigen sehr gute und stabile Entfernung von Phosphor und suspendierten Stoffen

Ergebnisse Raumfiltration

Phosphorfractionen

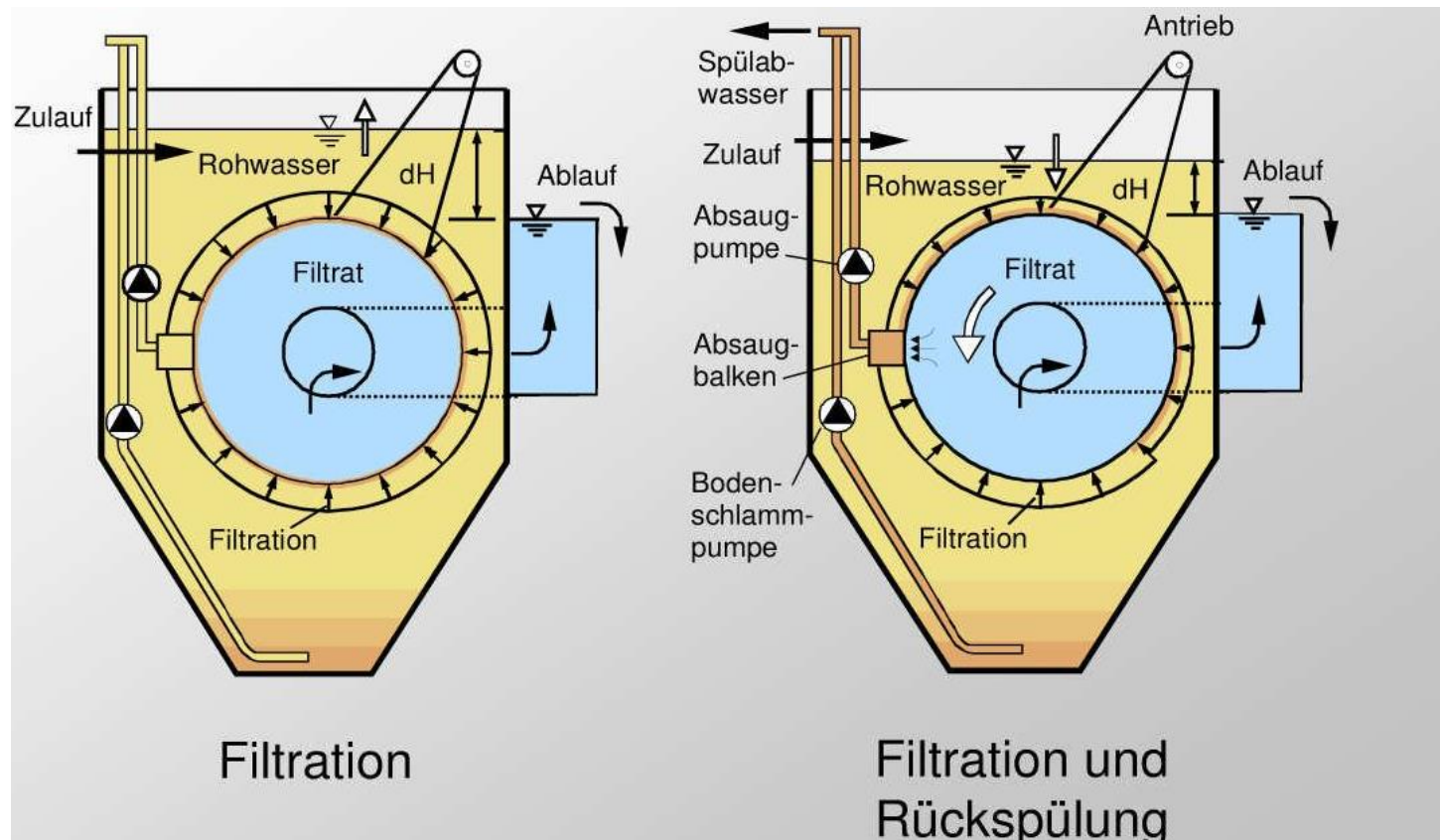


| Mittlere Entfernung [%] | OWA Tegel | Raumfiltration Mhf. |
|----------------------------|-----------|---------------------|
| Gelöster nicht reaktiver P | 62 % | 43 % |
| Gelöster reaktiver P | 99 % | 95 % |
| Partikulärer P | 91 % | 95 % |

- Kompakte, einstufige Flockung
- Sichere Einhaltung der Zielwerte
 - TSS \leq 1 mg/L
 - TP \leq 0,1 mg/L (! im KW Mhf !!)
- Keine Sedimentation und Polymerdosierung notwendig

FE-Projektplanung für 2015 ff.

Polstofffilter zur weitergehenden P-Entfernung



Quelle: Mecana Umwelttechnik GmbH

FE-Projektplanung für 2015 ff.

Polstofffilter: Erste Versuchsergebnisse

| Kriterium | Tuchfilter (Vorversuche) | Raumfilter |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| AFS-Ablauf [mg/l] | < 1 - 2 | < 0,5 - 1 |
| Spülwasserbedarf | 1,8 - 2,4 % | 4 - 5 % |
| hydraulischer Verlust | 0,30 m (nur Filter) | 1,5 m (nur Filter) |
| Flächenbedarf (nur Filter) | ca. 450 m ² | ca. 1700 m ² |
| Bauvolumen (nur Filter) | ca. 1200 m ³ | ca. 3460 m ³ |

- **Nachteil:** schlechtere AFS-Ablaufwerte (aber TP ist vergleichbar)
 - **Betriebsvorteile:** - 50 % Spülwasserbedarf, - 80 % Verlust (Pumpleistung!)
 - **Investitionsvorteile:** - 75 % Flächenbedarf, - 65 % (Volumenbedarf)
- Erste Ergebnisse müssen validiert werden (Prozessstabilität)
- kann nicht als Nachbehandlung bei Ozonung angesehen werden

Ergebnisse

- Einstufige Flockung und Zweischichtfiltration ist ein geeigneter Prozess, um sichere Zielwerte für die suspendierten Stoffe und Gesamtphosphor von **TSS \leq 1 mg/L und o-Phosphat \leq 0,03 mg/L einzuhalten (KW Münchehofe) TP in allen KW unter 0,1 mg/L muss man im 2 jährigen Probebetrieb überprüfen.**
- Keine Sedimentation und Polymerdosierung notwendig
- Teilentfernung des CSB ca. 16%
- Hohe Prozessstabilität, Entfernungsleistung bei mittl. Filtergeschwindigkeiten von 7 und 10 m/h vergleichbar
 - Berücksichtigung in der Planung, Reduzierung der Investitionskosten
 - Berücksichtigung in der Ökobilanz
- Pilotierungsergebnisse müssen in großtechnischen Anlage betriebsstabil bestätigt werden (keine Referenzanlagen) - 2 Jahre „Probebetrieb“ nach Inbetriebnahme

Von der Forschung in die Realität

Umsetzungsplan (aktuell) Realisierung weitergehende P-Entfernung TP 100 µg/L

- KW Münchehofe (ca. 350.000 EW): vorgesehene Inbetriebnahme 2022
- KW Schönerlinde (ca. 900.000 EW): vorgesehene Inbetriebnahme 2024/25
- KW Waßmannsdorf (ca. 1.700.000 EW): vorgesehene Inbetriebnahme 2024
- KW Stahnsdorf (ca. 400.000 EW): vorgesehene Inbetriebnahme 2024/25
- KW Ruhleben (ca. 1.500.000 EW): vorgesehene Inbetriebnahme 2023
- KW Wansdorf (ca. 300.000 EW): Inbetriebnahmezeitpunkt noch offen 202X

Phosphor gesamt:

Jahresmittelwert 0,1 mg/l

Zielwerte für Planung

PO₄-P_f (o-Phosphat):

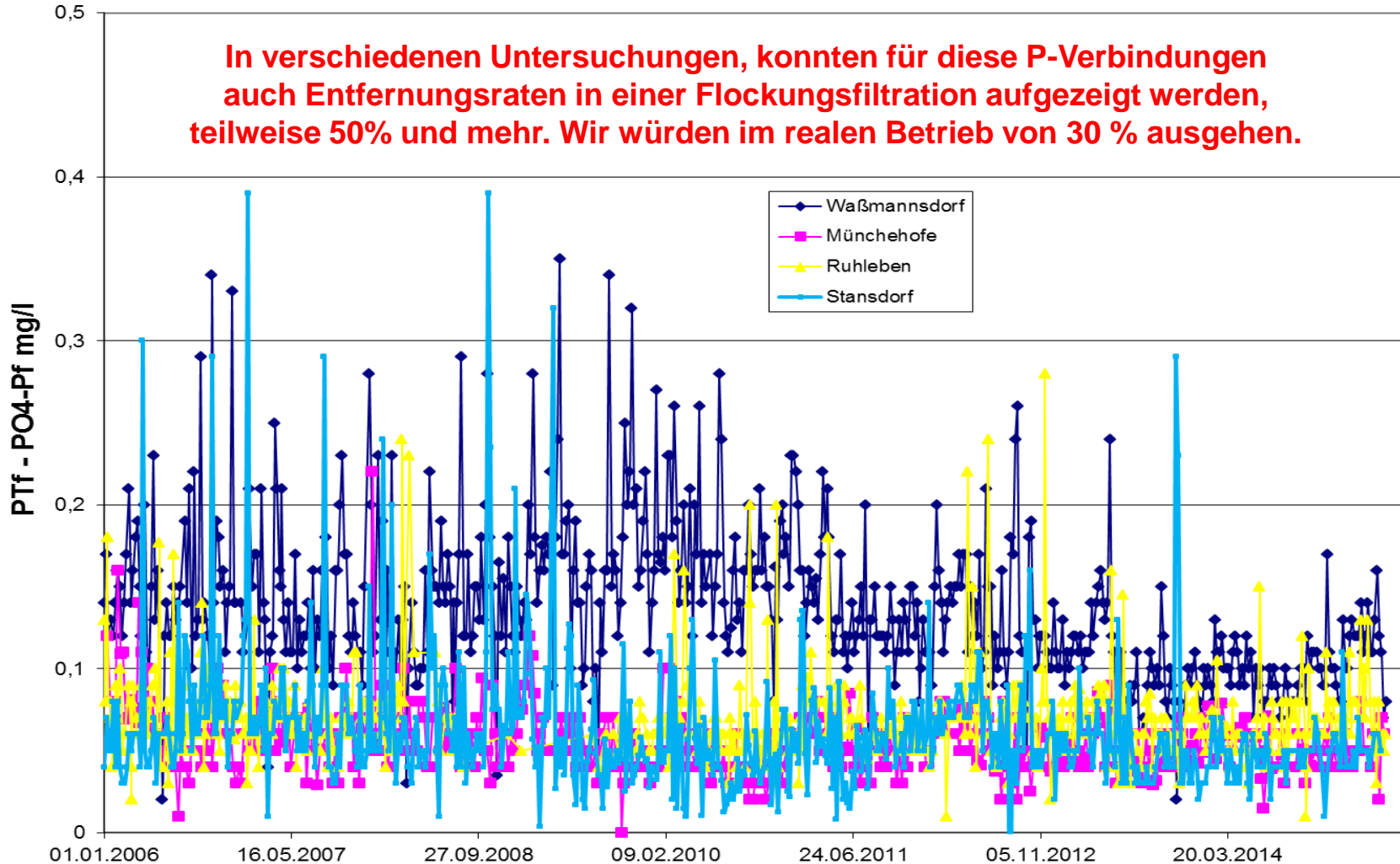
für Zielerreichung ist für Abf. Stoffe :

Jahresmittelwert 0,03 mg/l

< 1 mg/l notwendig

Phosphorfraktionen und TP 100 µg/L

nicht fällbare P-Verbindungen



nichtfällbare Phosphorverbindungen

2017: Das Europäische Parlament und die Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) haben sich auf eine Änderung der Gesetzgebung für Wasch- und Reinigungsmittel, der sogenannten europäischen Detergenzienverordnung geeinigt. Dadurch darf künftig Phosphat in der gesamten EU nicht mehr als Inhaltsstoff von Waschmitteln und Maschinengeschirrspülmitteln für Privathaushalte verwendet werden.



Leider gut fällbare Phosphate durch schwer entfernbare Phosphonate ersetzt



www.cleanright.eu

Lidl Stiftung & Co. KG, Stiftsbergstr. 1,
D-74167 Neckarsulm, ☎ 08 00-4 35 33 61
Lidl Österreich GmbH, Unter der Leiten 11,
A-5020 Salzburg, ☎ 0800-500 810
www.lidl-info.com



Inhaltsstoffe:
15-30%: Bleichmittel auf Sauerstoffbasis
unter 5%: nichtionische Tenside,
Polycarboxylate, **Phosphonate**
Enthält: Enzyme (Protease, Amylase)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Steffen Keller
Berliner Wasserbetriebe
Abwasserentsorgung

Dr. Alexander Sperlich
Dipl.-Ing. Regina Gnirss

Berliner Wasserbetriebe
Forschung und Entwicklung