



Studie zur Optimierung der P-Elimination und Errichtung einer Flockungsfiltration auf der Kläranlage Oberursel

Optimierung der Simultanfällung - Nachfällung und Flockungsfiltration - Spurenstoffelimination

- » Dr.-Ing. Tobias Günkel-Lange, Dr.-Ing. Peter Loock
- » Informationsveranstaltung des HMUKLV zur Umsetzung des WRRL-Maßnahmenprogramms 2015 - 2021; Weitergehende Phosphorelimination an Hessischen Kläranlagen
- » 18. Mai 2016 / Regierungspräsidium Darmstadt



■ Einführung

- » Was bedeuten die neuen Phosphor-Anforderungen für die Verfahrenstechnik der Kläranlage Oberursel?
- » Was bewirkt die Flockungsfiltration hinsichtlich der Phosphorelimination?
- » Welche Auswirkung haben die neuen Anforderungen auf die P-Fällung?

■ Optimierung der bestehenden P-Elimination

- » Simultanfällung, MSR-Konzept der P-Elimination, Bio-P
- » System Vorklärung - Belebung - Nachklärung

■ Erweiterung der P-Elimination durch Nachfällung und Flockungsfiltration

- » Verfahrensvergleich, Flächenbedarf, Investitions- und Jahreskosten

■ Kombinationsmöglichkeiten zur Spurenstoffelimination

Was bedeuten die neuen Phosphor-Anforderungen für die Verfahrenstechnik der Kläranlage Oberursel?



■ Reinigungsanforderungen

- » $P_{ges} \geq 0,5 \text{ mg/l}$ → optimierte Simultanfällung (+ ggf. optimierte NKB)
- » $P_{ges} < 0,5 \text{ mg/l}$ → optimierte Simultanfällung + optimierte NKB +
 $(P_{ges} \leq 0,2 \text{ mg/l})$ Nachfällung + Flockungsfiltration

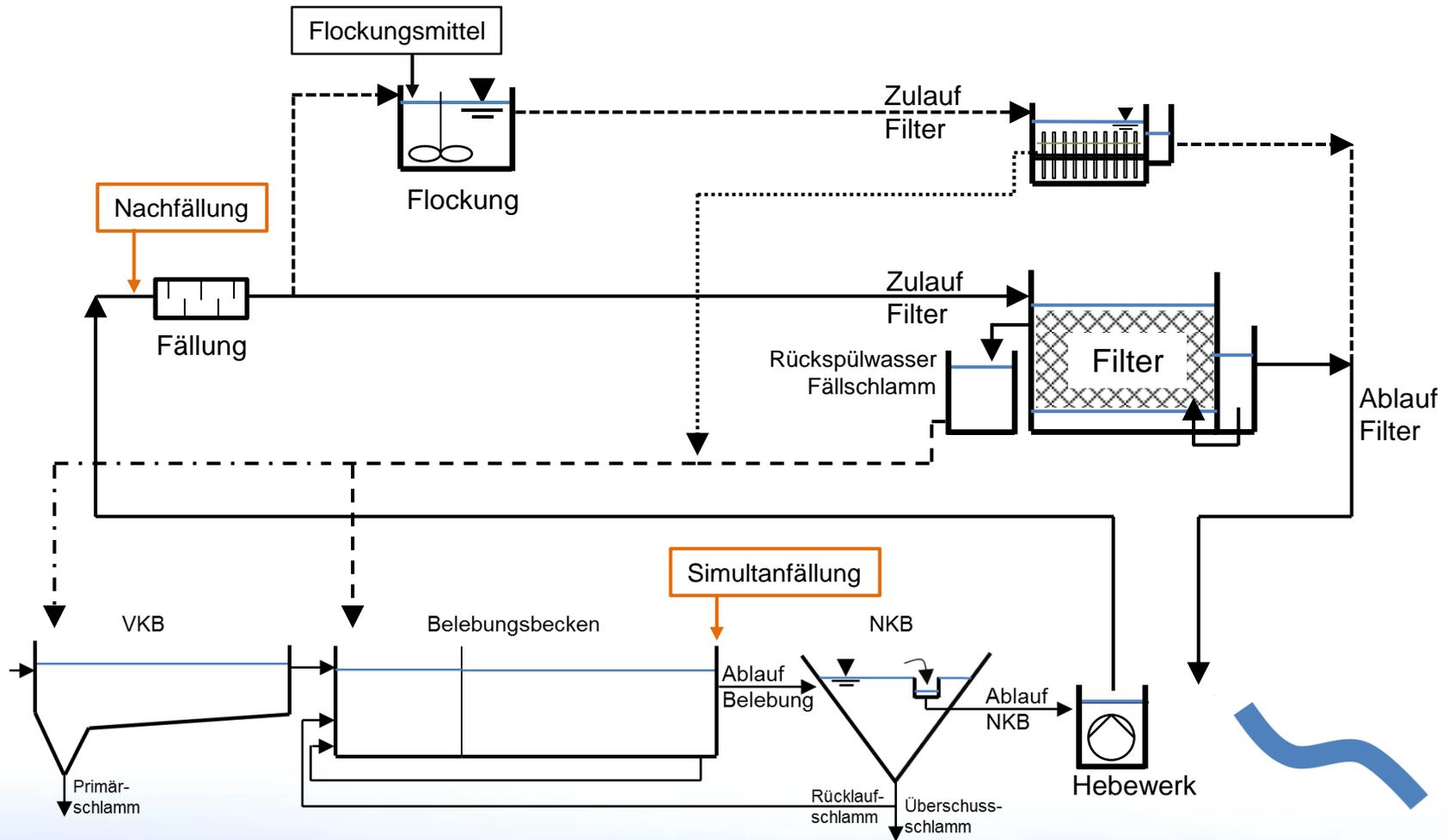
Nr.	GK ¹⁾	Detaillierte Spezifikation	Anzahl be- troffener Anlagen je GK	Anzahl Anlagen, die die notwendigen Anforderungen derzeit wahrscheinlich nicht einhalten (Stand 2014)	Anforderung
1	5	-	8	8	P_{ges} (2 h-Probe), Überwachungswert: <u>0,4 mg/L</u> Arithm. Monatsmittelwert P_{ges} (24h-Probe), der Eigenkontrolle: <u>0,2 mg/l</u>
2	4	In Einzugsgebieten von Schwarzbach (Ried), Rodau und Urselbach wegen UQN-Überschreitung bei Zn, Cu und hoher Phosphorbelastung. Bei einzelnen Tal-sperren wegen hoher Empfindlichkeit und	16	15	P_{ges} (2 h-Probe), Überwachungswert: <u>0,4 mg/l</u> Arithm. Monatsmittelwert P_{ges} (24h-Probe) der Eigenkontrolle: <u>0,2 mg/l</u>

Anforderung für die Kläranlage Oberursel:

- » $P_{ges} = 0,4 \text{ mg/l}$ (2-h-Probe)
- » $P_{ges} = 0,2 \text{ mg/l}$ (24-h-Probe als Monatsmittel)

Auszug der Tabelle 3-3; Maßnahmenprogramm 2015-2021; HMKLV; Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen

Was bedeuten die neuen Phosphor-Anforderungen für die Verfahrenstechnik der Kläranlage Oberursel?

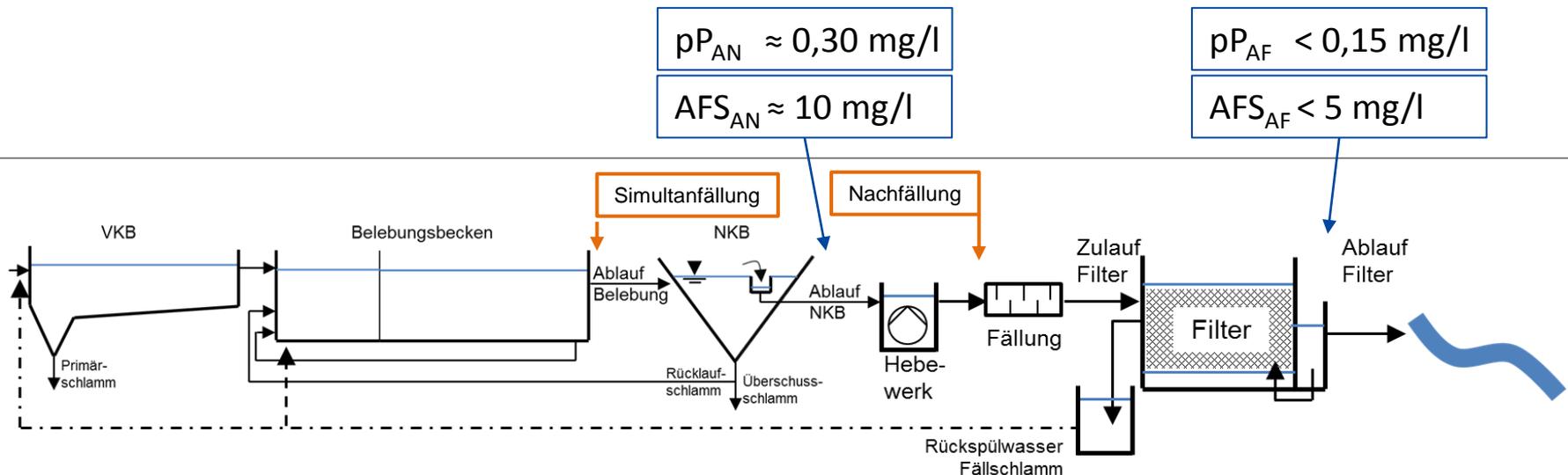


Was bewirkt die Flockungsfiltration hinsichtlich der Phosphorelimination?



- Filtration reduziert abfiltrierbare Stoffe (AFS) im Ablauf ... und mit den AFS auch partikulären Phosphor (pP)
- In Kombination mit einer (Nach)Fällung wird aus der Filtration eine Flockungsfiltration zur Phosphorelimination
- Gelöster Phosphor wird durch die Nachfällung in partikulären Phosphor überführt und in der Flockungsfiltration zurückgehalten
- Alternative (?): Optimierung der NKB zum AFS Rückhalt < 5 mg/l

$$\frac{pP}{AFS} = \frac{0,03 \text{ g}}{1 \text{ g}}$$



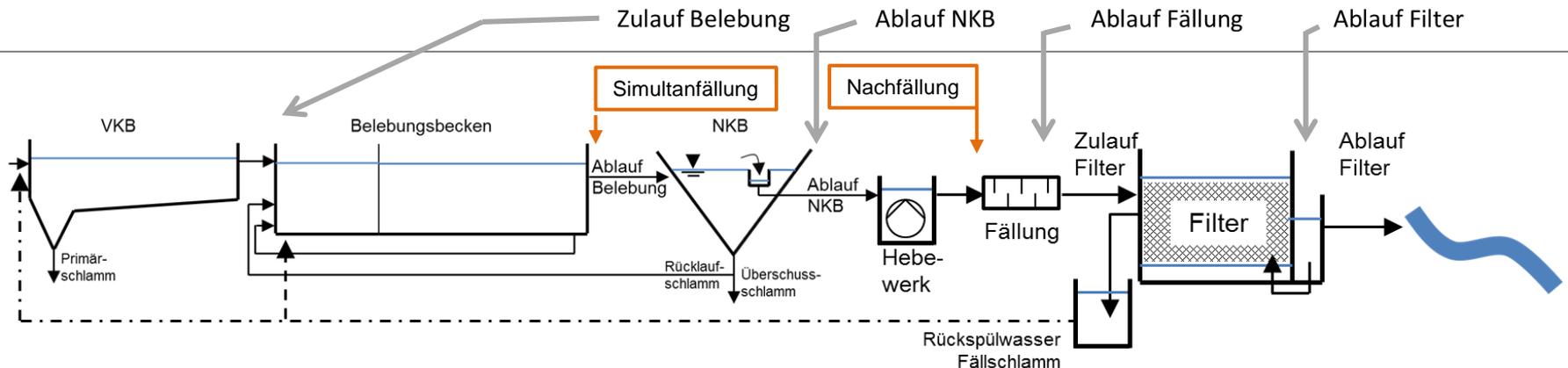
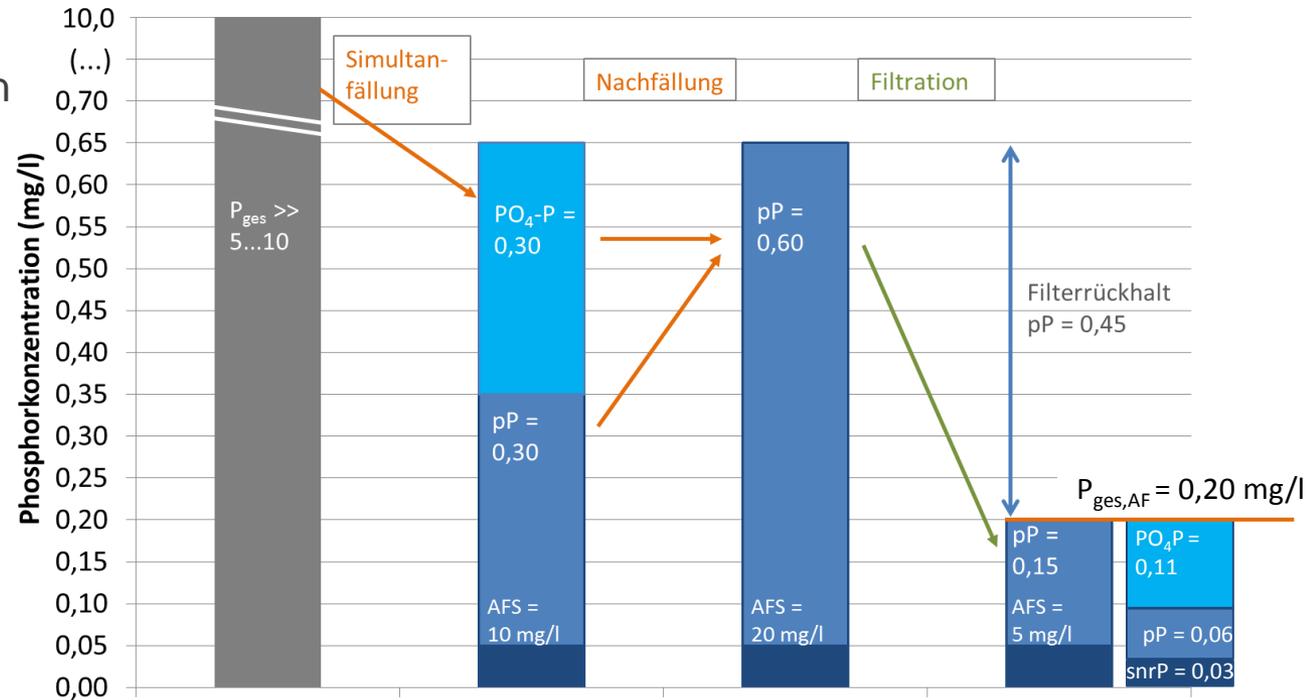
Auswirkung der neuen Anforderungen auf die P-Fällung Fällmittelbedarf



- genauere Betrachtung der Phosphor-Fractionen

- $P_{ges} = PO_4\text{-P} + pP + snrP$

- P_{ges} - gesamter Phosphor
- $PO_4\text{-P}$ - gelöster Phosphor
- pP - partikulärer Phosphor
- gelöster nicht fällb. P (snrP)

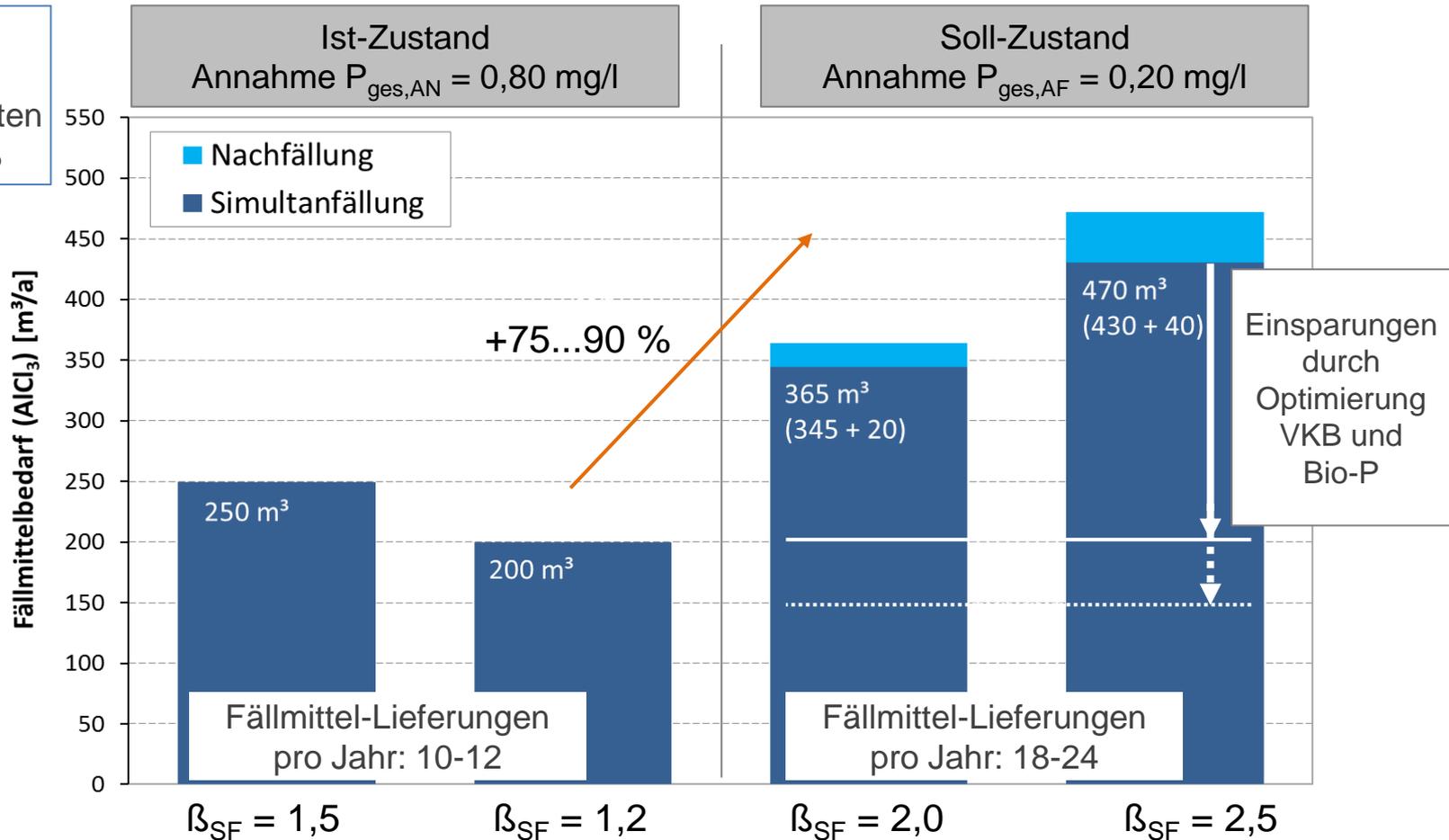


Auswirkung der neuen Anforderungen auf die P-Fällung

Fällmittelbedarf



Anstieg der Fällmittel- und Entsorgungskosten um rd. 75 - 85 %



Einsparungen durch Optimierung VKB und Bio-P

+75...90 %

AN = Ablauf Nachklärung
 AF = Ablauf Filter
 SF = Simultanfällung
 NF = Nachfällung

■ Fällmittelbedarf

$$\gg B_{d,FM} = \frac{X_{P,Fäll} \cdot \beta_{Fäll} \cdot Q_{T,d}}{z \cdot 1.000}$$

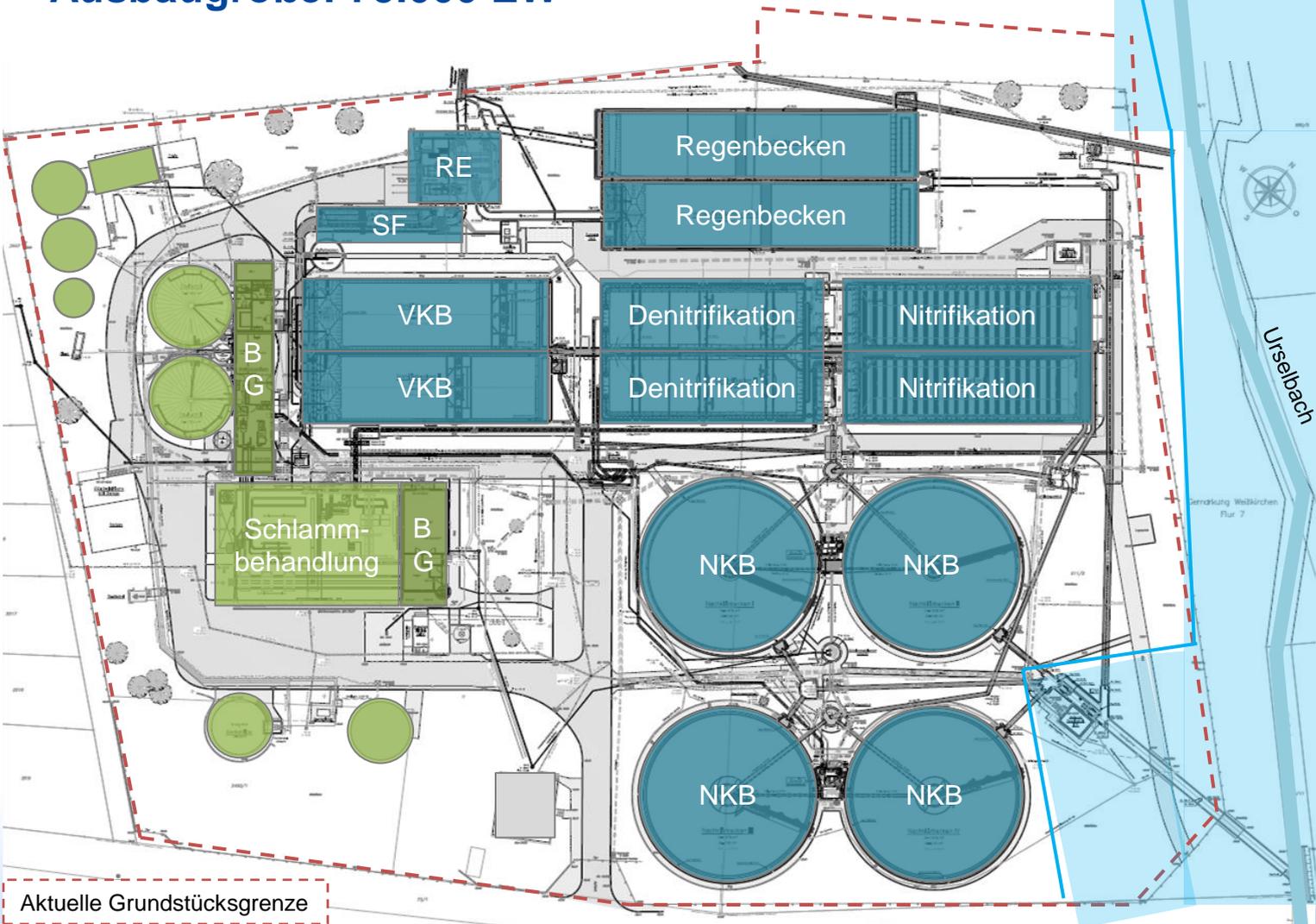
$\beta_{SF} = 2,0$ $\beta_{SF} = 2,5$
 $\beta_{NF} = 2,5$ $\beta_{NF} = 3,5$
 $AFS_{AF} = 2 \text{ mg/l}$ $AFS_{AF} = 5 \text{ mg/l}$
 $PO_4-P_{AF} = 0,1 \text{ mg/l}$ $PO_4-P_{AF} = 0,0 \text{ mg/l}$

Lageplan der Kläranlage Oberursel

Ausbaugröße: 75.000 EW



Überschwemmungsgebiet



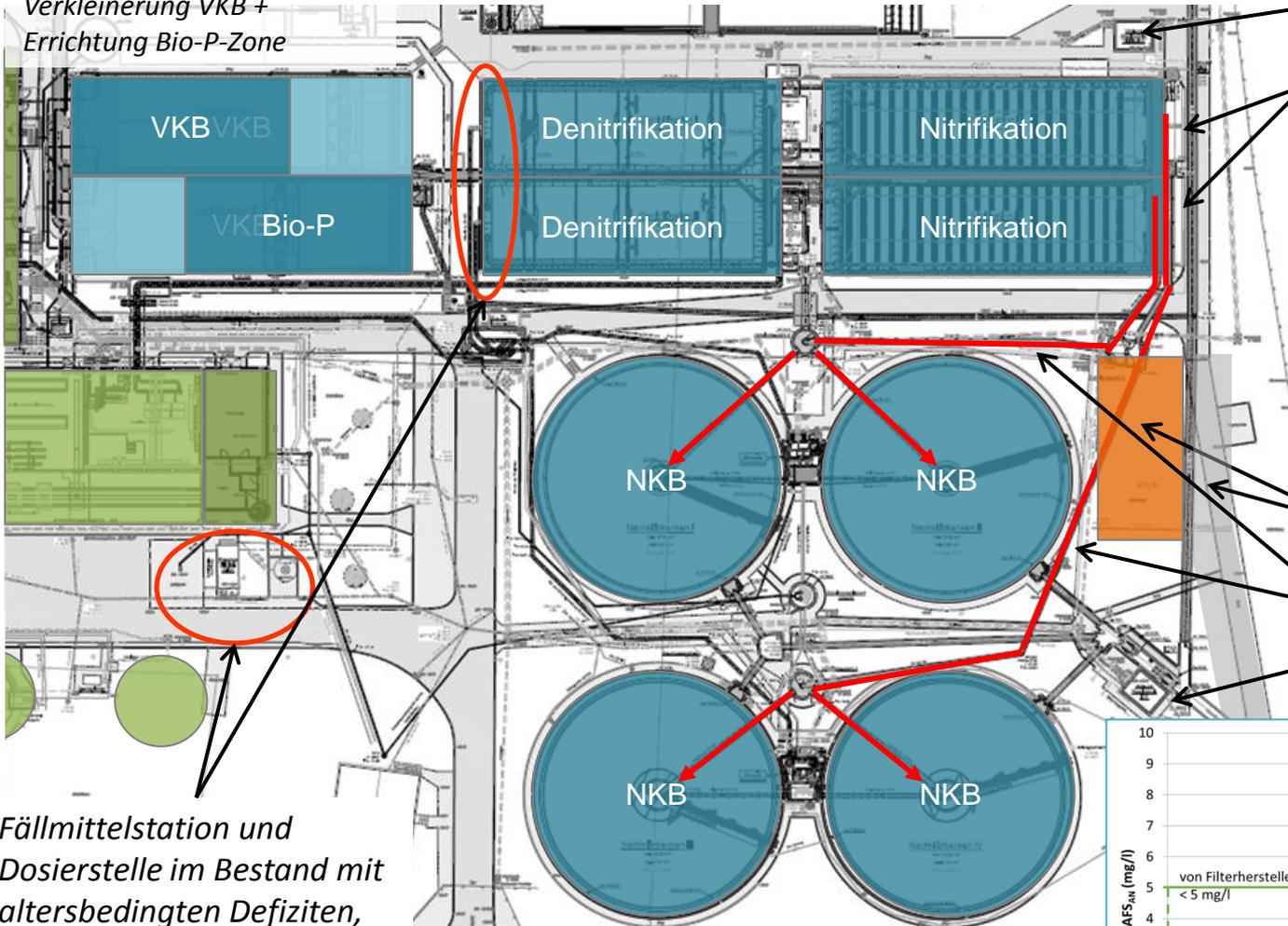
Aktuelle Grundstücksgrenze

Optimierung der bestehenden P-Elimination

Simultanfällung, MSR-Konzept, Bio-P, Vorklärung, Belebung, Nachklärung



Verkleinerung VKB +
Errichtung Bio-P-Zone



2 x PO_4 -P-Analysatoren im
Messhaus (1 x je BB)

Neue FM-Dosierstellen
(1 x je BB)

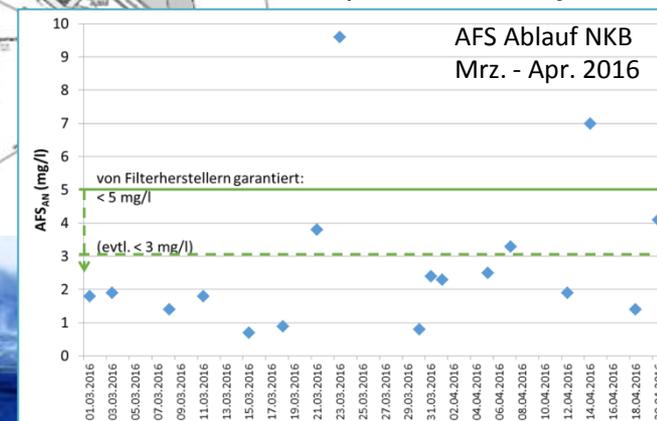


Neue Fällmittelstation
+ Zufahrt

Leitungen zu NKB =
Reaktionsstrecken

Nachkontrolle mit PO_4 -P-
Analysator am Ablauf NKB

Fällmittelstation und
Dosierstelle im Bestand mit
altersbedingten Defiziten,
weite Entfernung zur neuen
Dosierstelle.



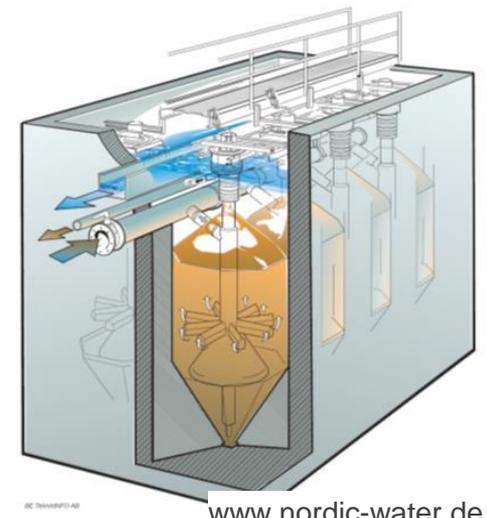
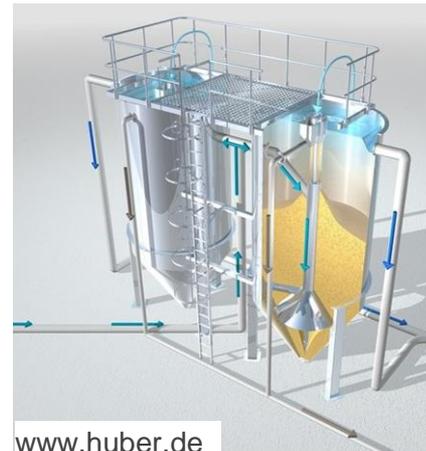
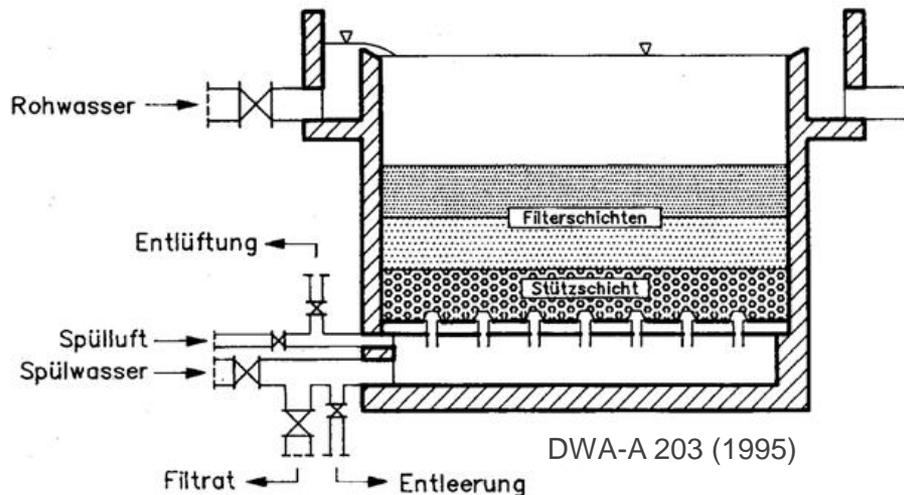
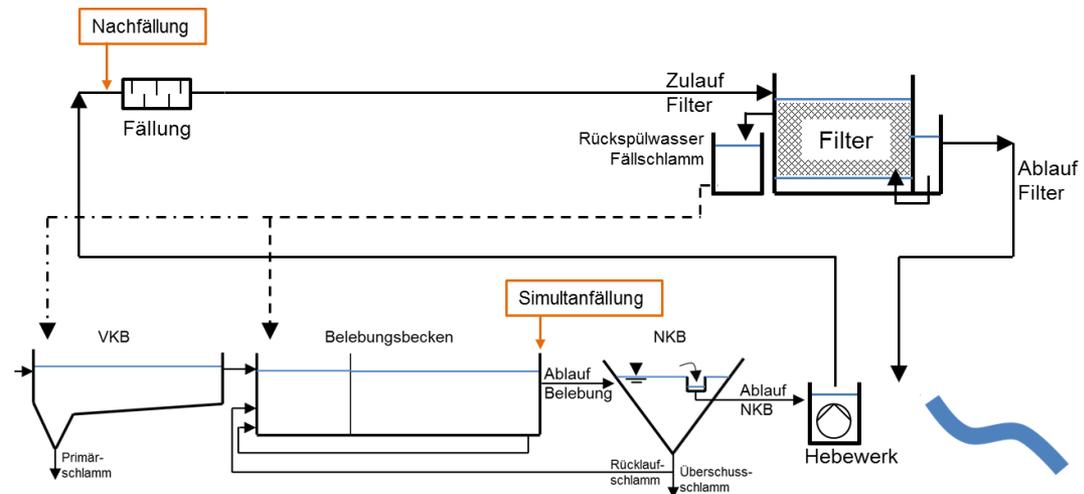
Verfahren zur Abwasserfiltration / Flockungfiltration

Übersicht Raumfilter



Raumfilter - Beispiele

- **Klassischer Raumfilter**
- **Kontinuierliche Sandfilter**
 - » DynaSand (Fa. NordicWater)
 - » Contiflow (Fa. Huber)
- **Sonderverfahren**
 - » Fuzzy-Filter (Fa. Bosmann)



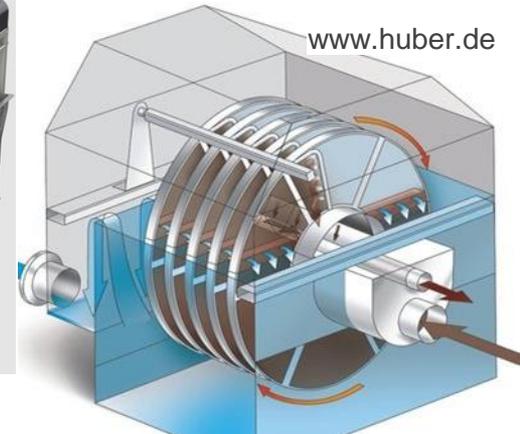
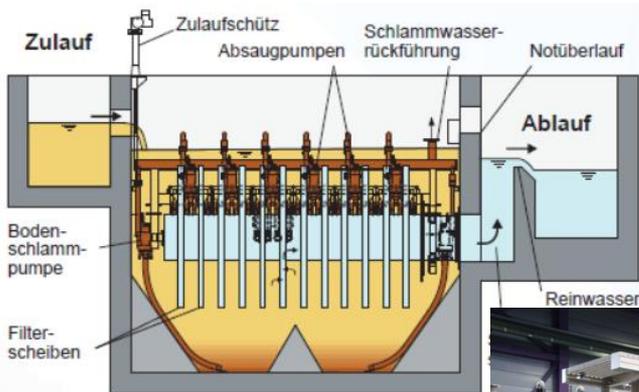
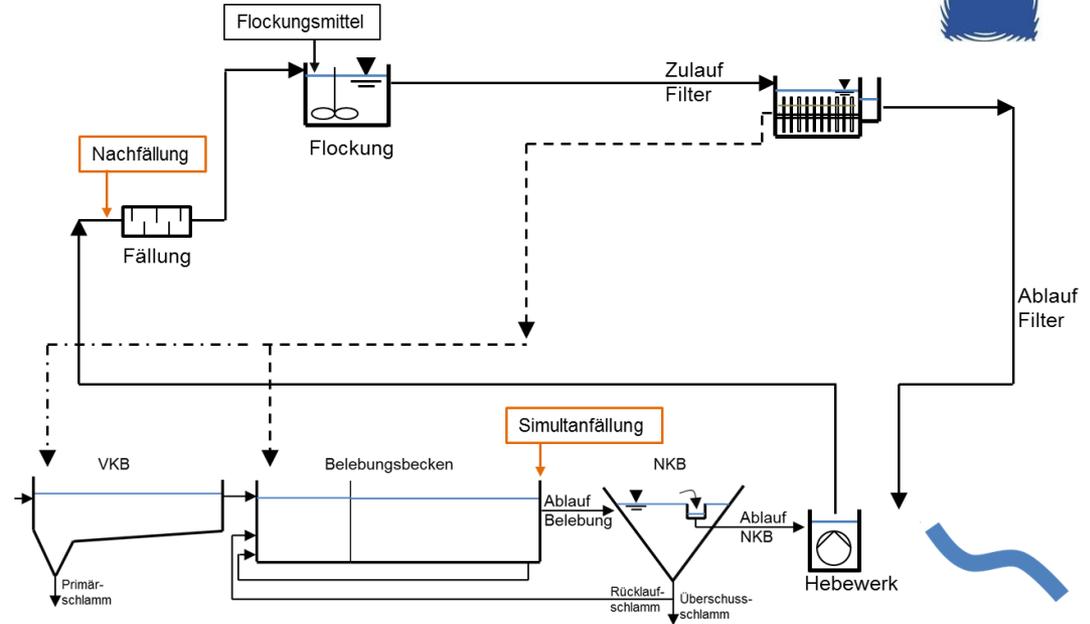
Verfahren zur Abwasserfiltration / Flockungsfiltration

Übersicht Flächenfilter

Flächenfilter - Beispiele

■ Scheibenfilter

- » Tuchfilter (Fa. Mecana)
- » DynaDisc (Fa. NordicWater)
- » RoDisc (Fa. Huber)



Liegenschaftsverhältnisse



KA-Erweiterung „Nordwest“

- Besitz der Stadt
- überörtliche Planung einer Umgehungsstraße
- Entfernung zu NKB

Innerhalb des bestehenden Kläranlagengeländes

- Keine ausreichenden Flächen vorhanden

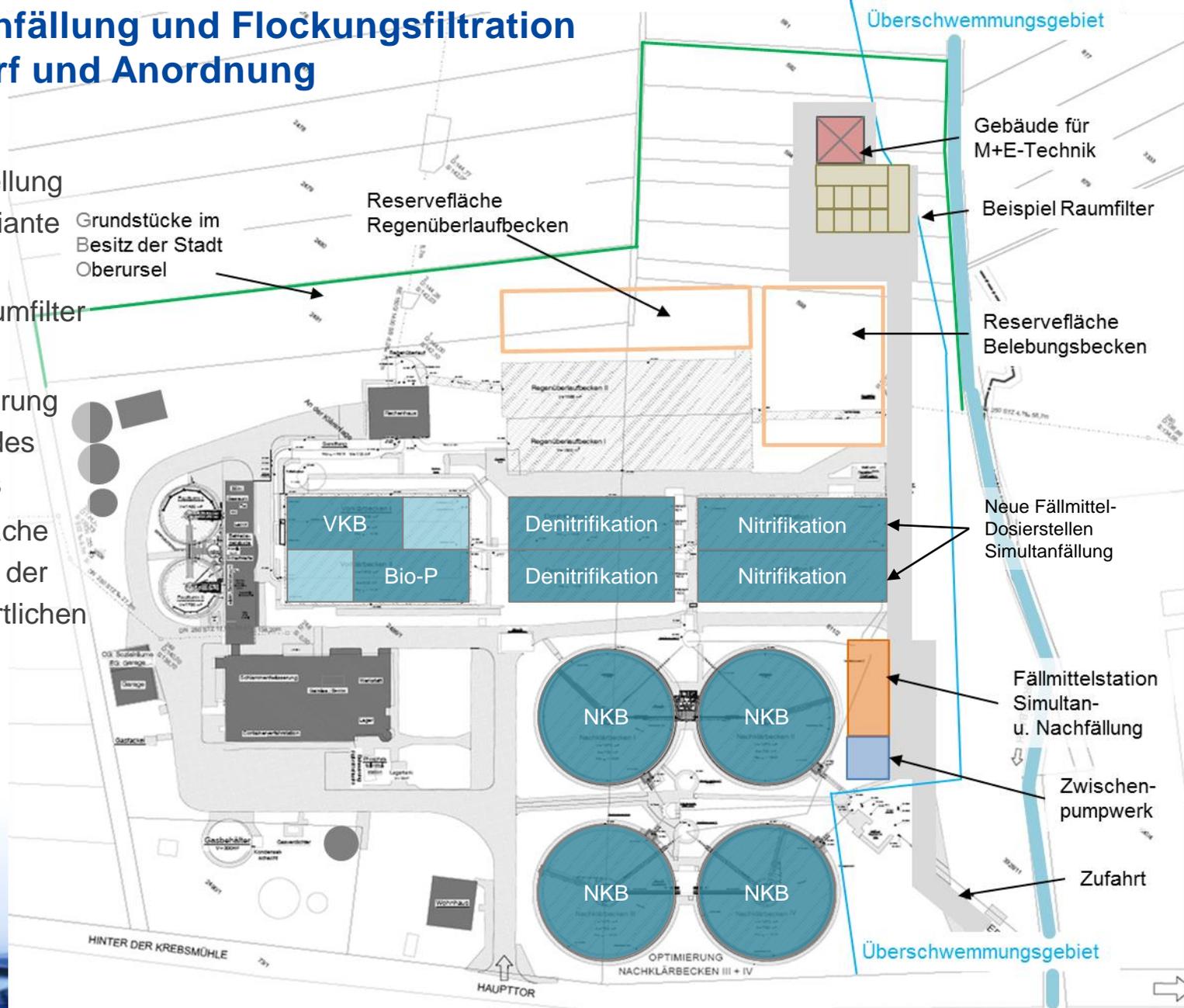
KA-Erweiterung „Südost“

- nahe NKB
- Gemarkung Frankfurt-Niederursel



Konzept Nachfällung und Flockungsfiltration Flächenbedarf und Anordnung

- Lageplandarstellung der Vorzugsvariante
- Beispiel: klassischer Raumfilter
- Auf Basis einer Vordimensionierung zur Ermittlung des Flächenbedarfs
- Erweiterungsfläche unter Vorbehalt der weiteren überörtlichen Planung

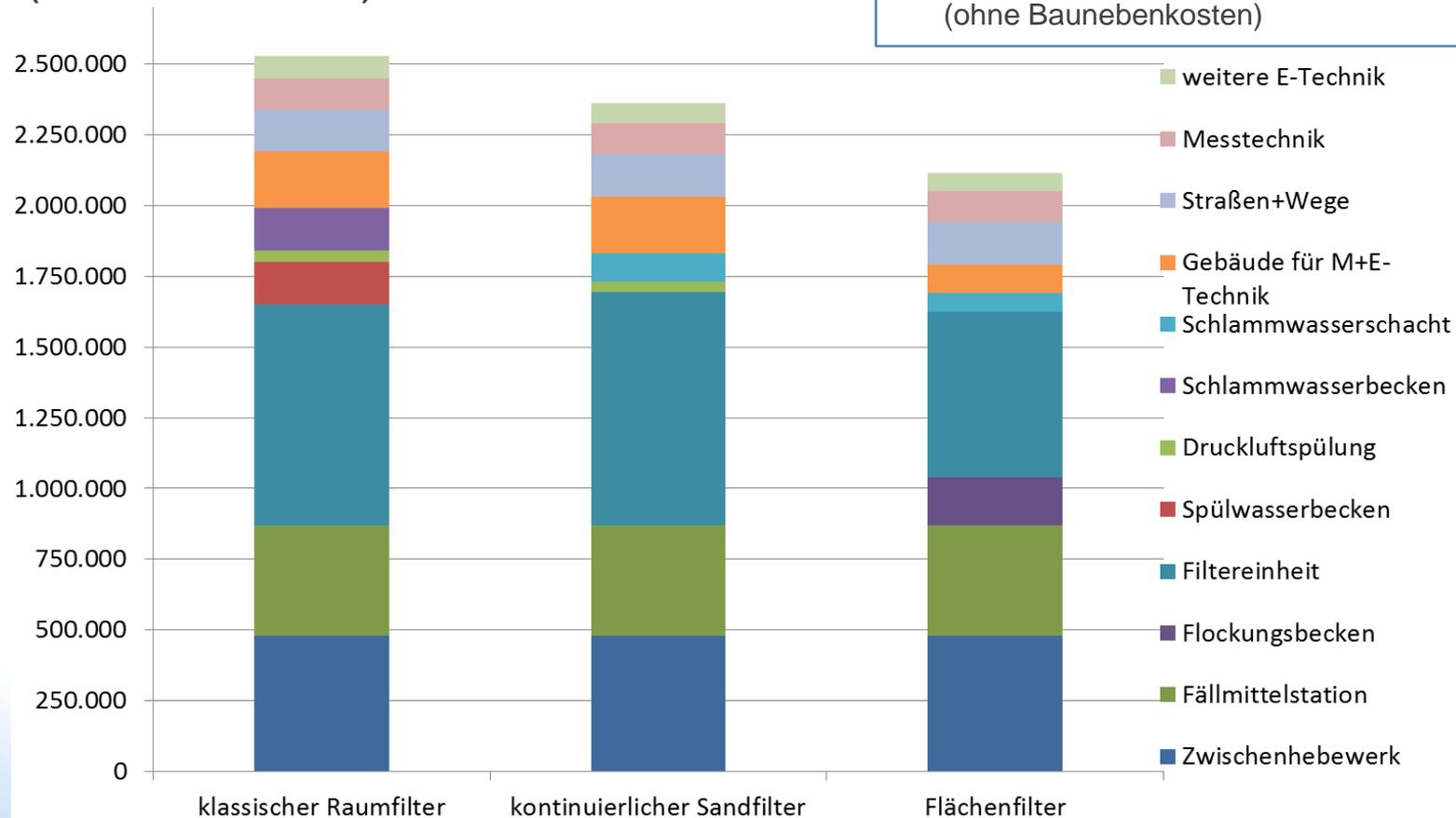


Verfahrensvergleich der Abwasserfiltration / Flockungsfiltration



■ Netto-Investitionskosten (€) (ohne Baunebenkosten)

■ Netto-Investitionskosten: ~ 2,1 ... 2,5 Mio. €
(ohne Baunebenkosten)

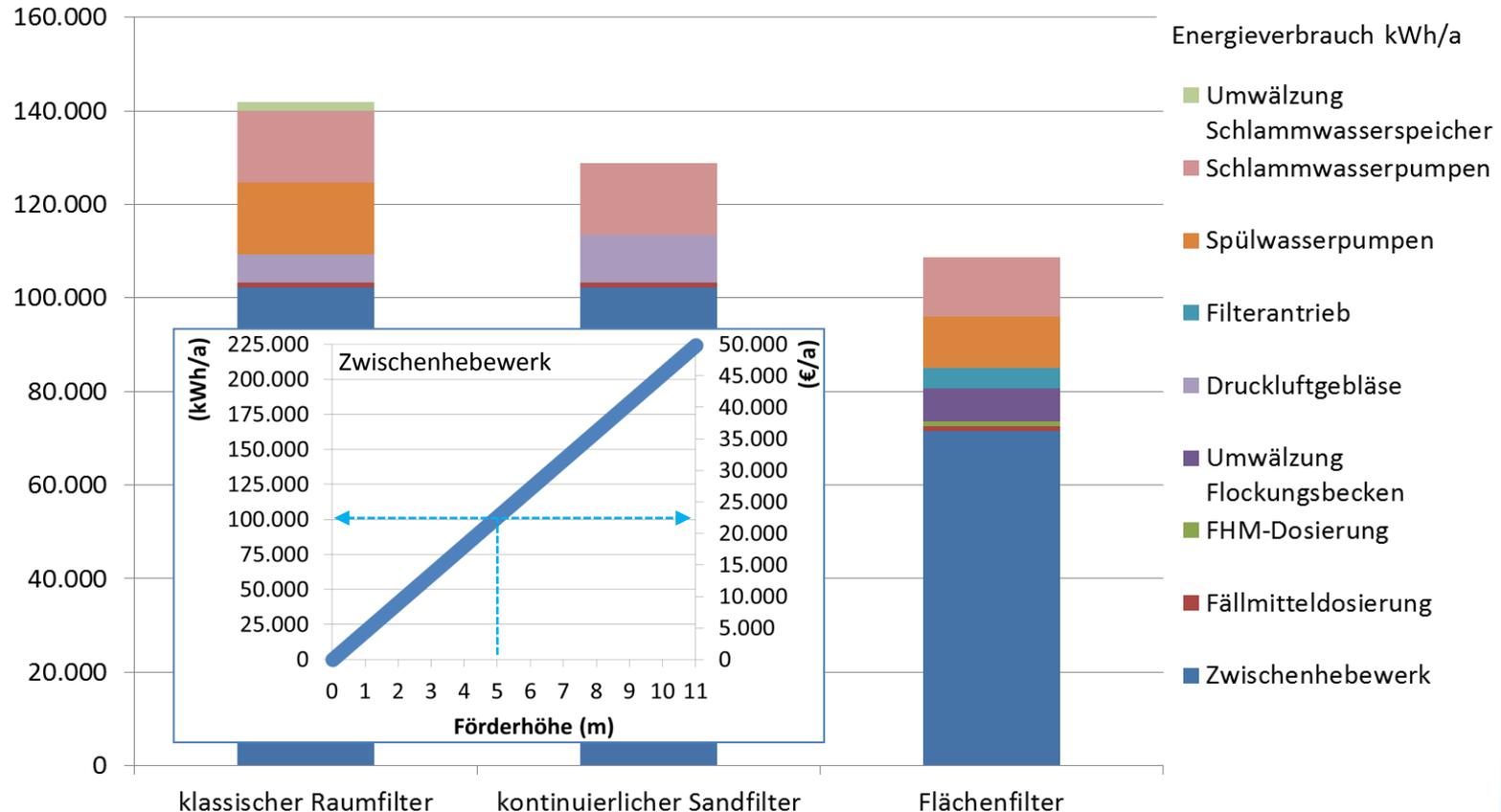


Kostenannahme KA Oberursel (75.000 EW) → tendenzielle Aussage!

Verfahrensvergleich der Abwasserfiltration / Flockungsfiltration



■ Energieverbrauch (kWh/a)



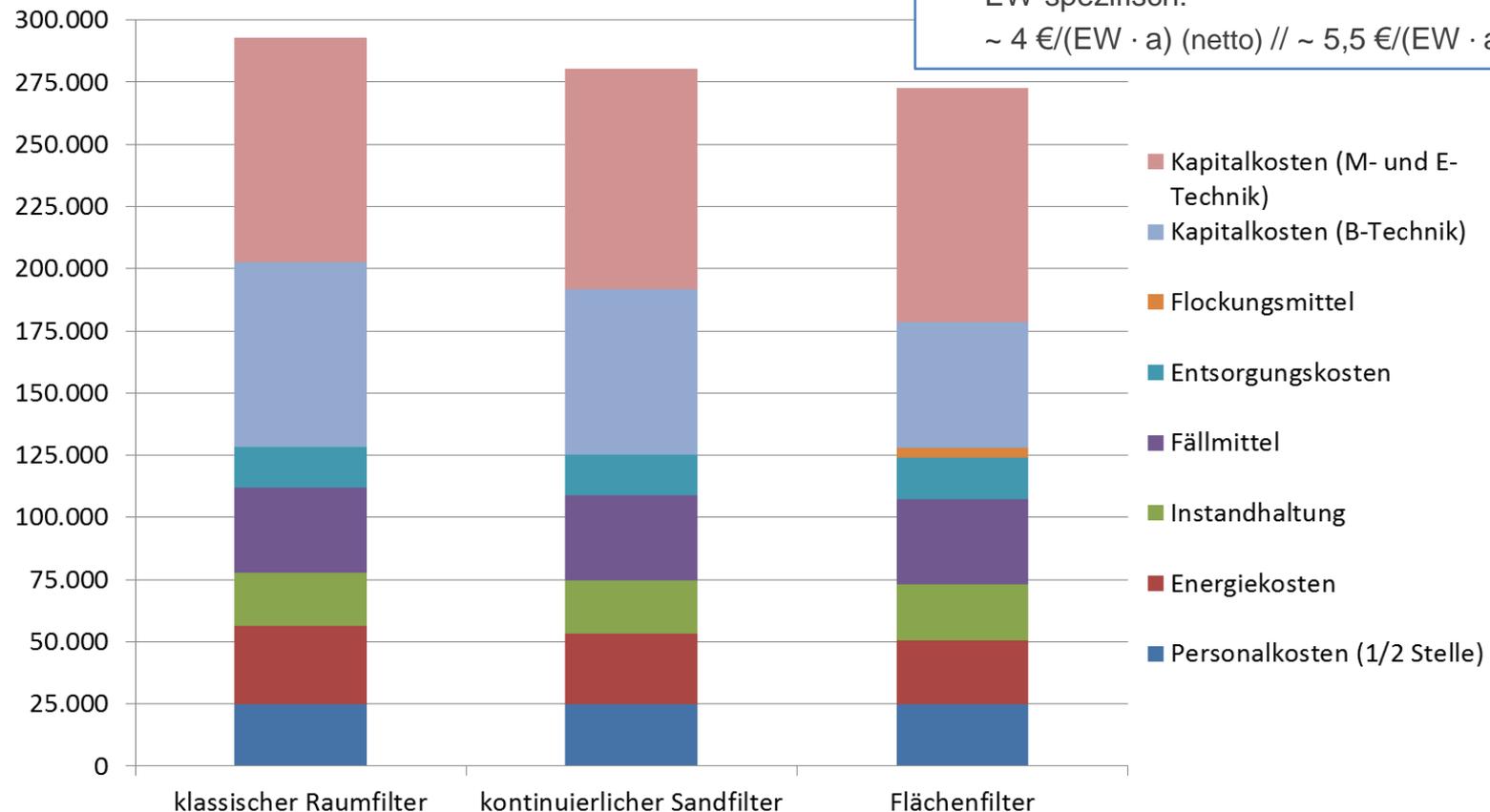
Kostenannahme KA Oberursel (75.000 EW) → tendenzielle Aussage!

Verfahrensvergleich der Abwasserfiltration / Flockungsfiltration



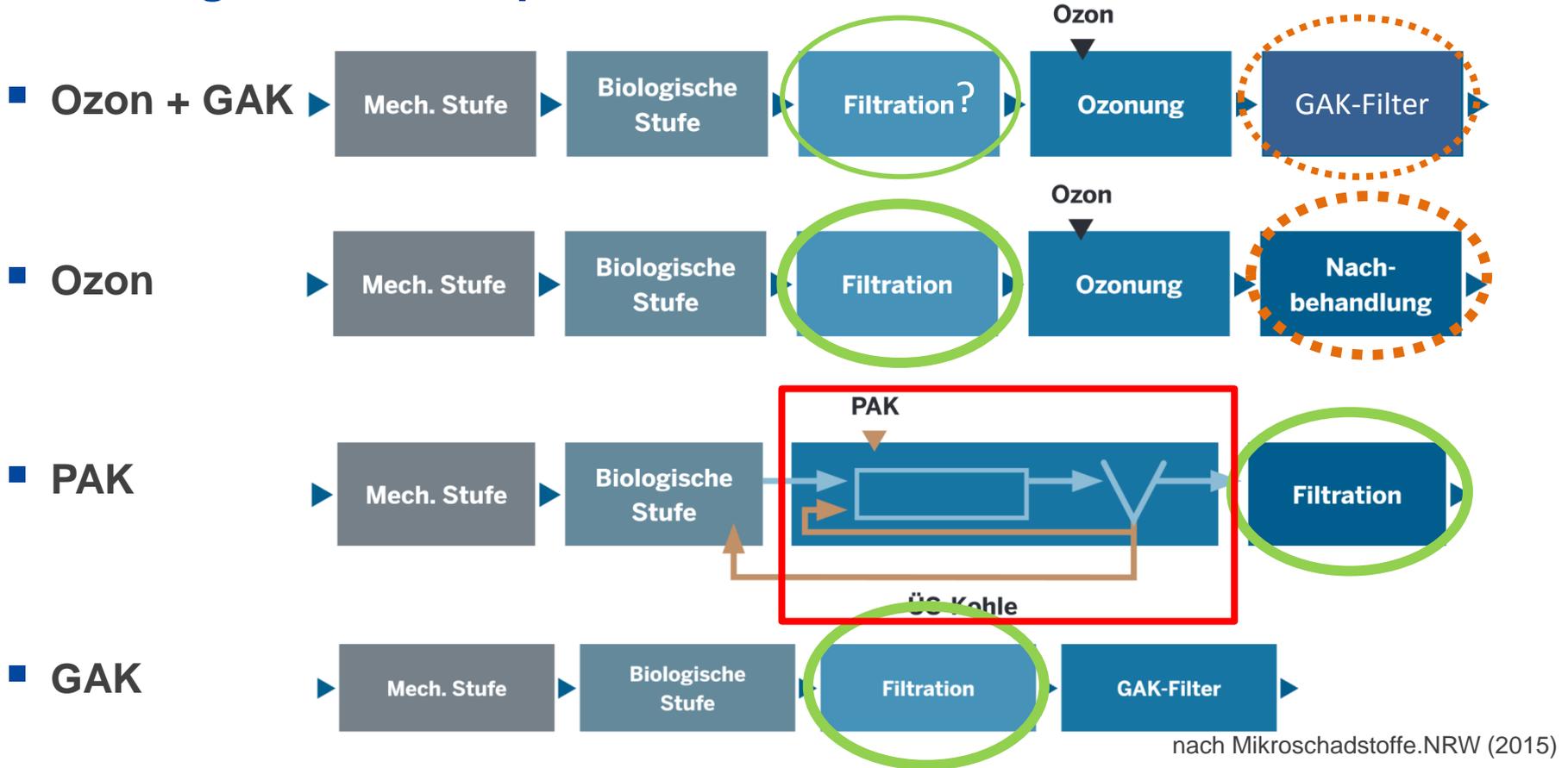
■ Netto-Jahreskosten (€/a)

- Jahreskosten:
~ 300.000 €/a (netto) // ~ 400.000 €/a (brutto)
- EW-spezifisch:
~ 4 €/(EW · a) (netto) // ~ 5,5 €/(EW · a) (brutto)



Kostenannahme KA Oberursel (75.000 EW) → tendenzielle Aussage!

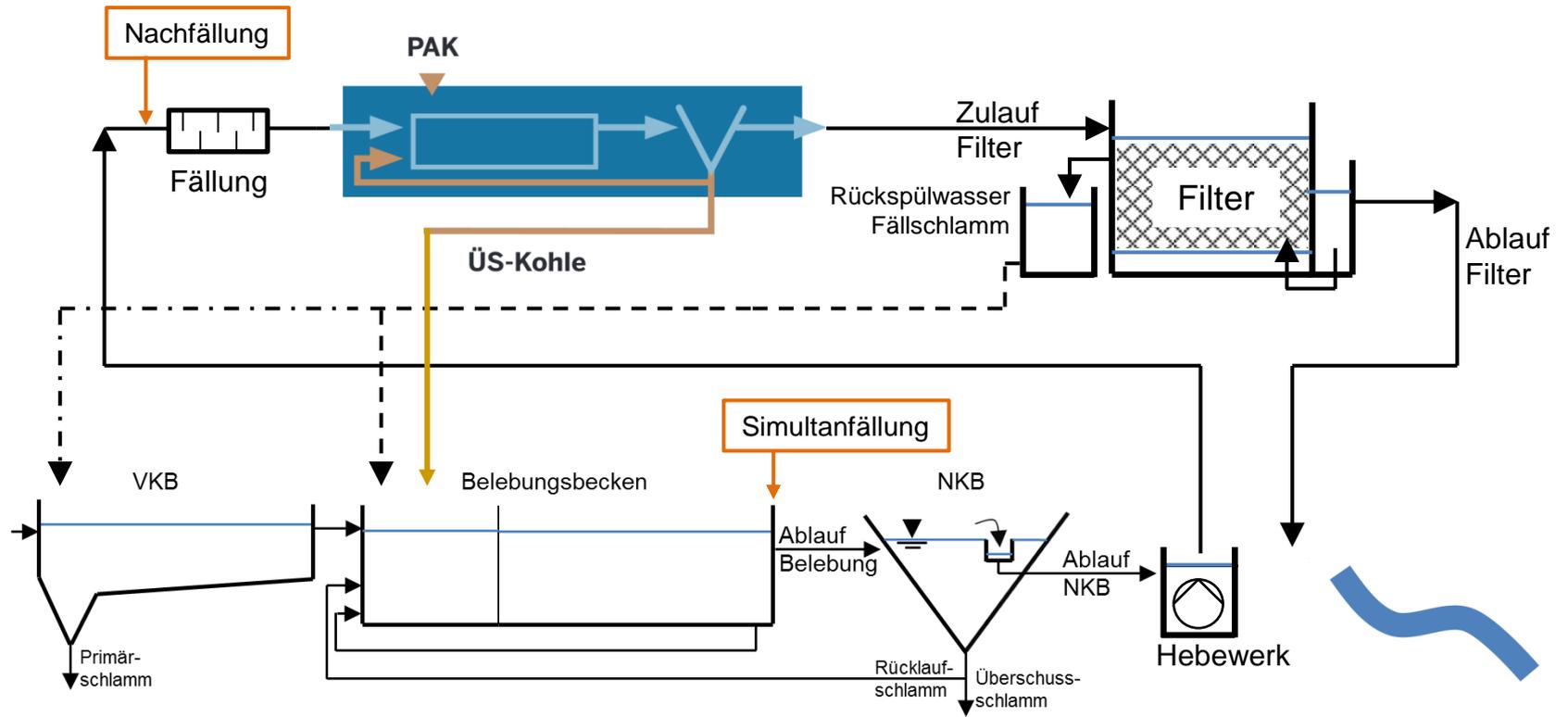
Kombination Flockungsfiltration - Spurenstoffelimination



 Raumfiltration / Tuchfiltration

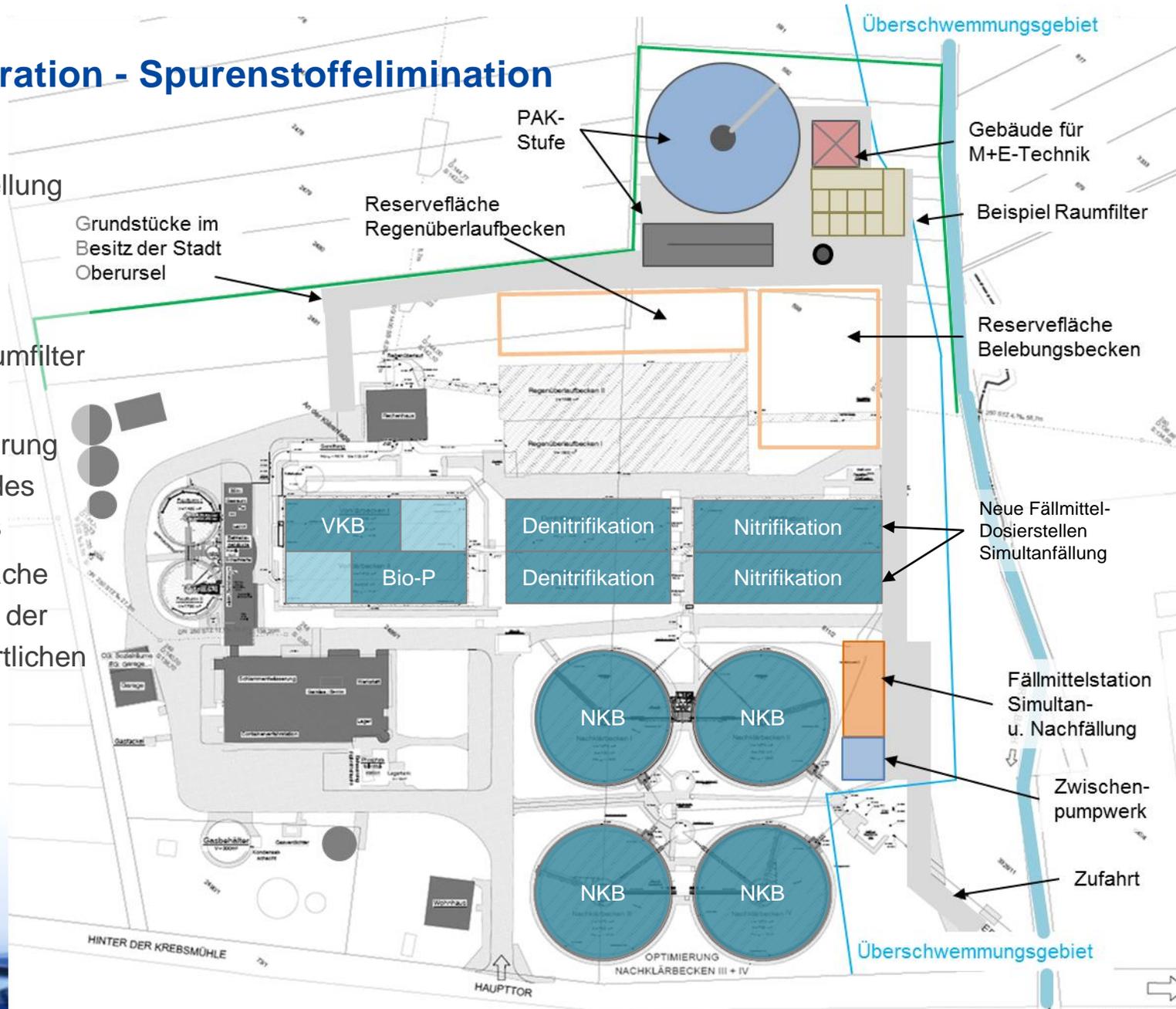
 biologisch aktive Raumfiltration / Aktivkohlefiltration (GAK)

Kombination Flockungsfiltration - Spurenstoffelimination



Kombination Flockungsfiltration - Spurenstoffelimination

- Lageplandarstellung
- Beispiel: Kombination PAK-Stufe und klassischer Raumfilter
- Auf Basis einer Vordimensionierung zur Ermittlung des Flächenbedarfs
- Erweiterungsfläche unter Vorbehalt der weiteren überörtlichen Planung



Zusammenfassung



- Zur **sicheren Einhaltung** der neuen Anforderungen wird die **Optimierung und Erweiterung** der P-Elimination erforderlich:
 - » Optimierung und Erneuerung der **Simultanfällung**
 - » Errichtung und Optimierung der **Bio-P**
 - » **N-Elimination** berücksichtigen
 - » Errichtung einer **Nachfällung**
 - » Feststoffrückhalt durch eine **Filtration**
- Netto-Jahreskosten (nur Fällung und Filtration):
~300.000 €/a → ~4 €/(EW·a) → ~0,05...0,08 €/m³_{Abwasser}
(Beispiel KA Oberursel 75.000 EW)
- Für eine **spätere Kombination** aus Flockungsfiltration und **Spurenstoffelimination**
 - » Flächenkonzept und Kläranlagenhydraulik frühzeitig beachten

Aktueller Stand und weiteres Vorgehen



■ Schrittweise Umsetzung des Gesamtkonzeptes

- » Optimierung im Bestand → Simultanfällung + Vorklärung + Bio-P
- » Erweiterung der Kläranlage → Nachfällung + Flockungsfiltration

Mögliche Zeitplanung	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Optimierung und Erneuerung der Simultanfällung						
Optimierung der Vorklärung und Errichtung der Bio-P						
Klärung möglicher Erweiterungsflächen	?	?	?	?		
KA-Erweiterung (Pumpwerk, Nachfällung, Filtration)						
Weitere laufende bzw. geplante Umbaumaßnahmen						

■ Abstimmung weiterer Punkte

- » Finanzierung, Fördermittel, Terminvorgaben



- Bafu (2012): Abegglen, C.; Siegrist, H.; Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern (Hrsg.), Umwelt-Wissen-Nr. 1214; 2012
- DWA-Arbeitsblatt 202; Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser; Hennef, Mai 2011
- DWA-Arbeitsblatt 203; Abwasserfiltration durch Raumfilter nach Biologischer Reinigung; Hennef, April 1995
- DWA-Themen: Erfahrungen zum Betrieb von Abwasserfilteranlagen; Hennef, Mai 2009
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.); Arbeitshilfe zur Verminderung der Phosphorelimination aus kommunalen Kläranlagen, 2011
- HLUG (2015): Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm 2015-2021 zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen, HMUKLV 2015-2021 (<http://flussgebiete.hessen.de/>)
- KOM-M.NRW (2015): ARGE Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW (Hrsg.); Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination; www.kompetenzzentrum-mikrosschadstoffe.de; Stand: 03/2015
- KOMS-BW (2014): Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (Hrsg.); Handlungsempfehlungen zur Vergleichskontrolle und zur Betriebsüberwachung der 4. Reinigungsstufe; www.koms-bw.de; Stand 10/2014
- MKULNV (2013): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Volkswirtschaftlicher Nutzen der Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Elimination von organischen Spurenstoffen, Arzneimitteln, Industriechemikalien, bakteriologisch relevanten Keimen und Viren (TP 9)“, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), AZ IV-7-042 600 001I, Vergabenummer 08/0581.
- UBA (2015): Umweltbundesamt (Hrsg.), Organische Mikroverunreinigungen in Gewässern, Vierte Reinigungsstufe für weniger Einträge; UBA-Positionspapier; März 2015
- WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik



Studie zur Optimierung der P-Elimination und Errichtung einer Flockungsfiltration auf der Kläranlage Oberursel

Optimierung der Simultanfällung - Nachfällung und Flockungsfiltration - Spurenstoffelimination

- » Dr.-Ing. Tobias Günkel-Lange (t.guenkel-lange@a2i.de)
- » Dr.-Ing. Peter Loock (p.loock@a2i.de)
- » Informationsveranstaltung des HMUKLV zur Umsetzung des WRRL-Maßnahmenprogramms 2015 - 2021; Weitergehende Phosphorelimination an Hessischen Kläranlagen
- » 18. Mai 2016 / Regierungspräsidium Darmstadt