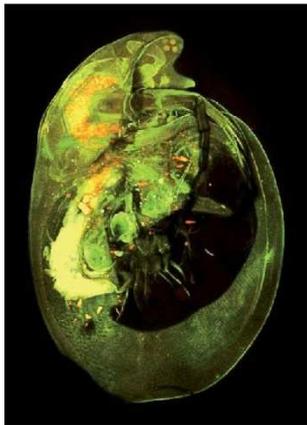


Machbarkeitsstudie:

Möglichkeiten der Elimination anthropogener Mikroschadstoffe in der Kläranlage Osterwick

Kenntnisstand Mikroschadstoffe

- Synthetisch hergestellte anthropogene Stoffe
- Obergruppen: z.B. Arzneimittel, Mikroplastik, Schwermetalle, Pestizide
 - 5.000 Substanzen potenziell umweltrelevant in Deutschland
 - Beispiel Arzneimittel: 1.200 Wirkstoffe mit möglicher Umweltrelevanz
 - Verbrauch dieser in Deutschland im Jahr 2012 lag bei 8.120 t
 - Im Vergleich zum Jahr 2002 (6.200 t) → Steigerung > 20 %



Beispiel Mikroplastik: 9 bis 91 Partikel pro Liter im Ablauf jeder Kläranlage

- Vielzahl von Umweltgiften (DDT, PCBs) lagern sich an Mikroplastik an
 - Organismen wie Wasserflöhe (Abbildung), die am Anfang der Nahrungskette stehen, verwechseln Plastik mit Nahrung

Kennntnisstand Mikroschadstoffe: Kläranlage Osterwick

- Zwei 24h-Mischproben auf 23 Inhaltsstoffe analysiert
 - Getestete Gruppen: Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, Süßstoffe, chlororganische Verbindungen, Komplexbildner
 - 17 der 23 Stoffe wurden nachgewiesen
- Aktuelle D4-Liste führt für 642 Stoffe Umweltqualitätsnormen und prognostizierte Schwellenwerte zur Bewertung des ökologischen Zustands
 - 4 der 23 analysierten Stoffe übersteigen die Konzentrationen der aktuellen D4-Liste

Mikroschadstoffe in der Kläranlage Osterwick

➤ Rückhalt der Mikroschadstoffe nicht ausreichend

		Datum	06.10.16	12.10.16	Vergleich mit D4-Liste
		Probenahmestelle	KA-Ablauf	KA-Ablauf	
(Stoff-)Obergruppe	Stoff/Stoffgruppe	Einheit	Konzentration		
	AFS	mg/l	< 10	< 10	-
	DOC	mg/l	5	11	-
	Nitrit-N	mg/l	0,089	0,083	-
Halogenid	Bromid	µg/l	60	70	-
Perfluorierte Tenside	Perfluorooctansäure (PFOA)	ng/l	< 50	< 50	100
Perfluorierte Tenside	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	ng/l	< 50	< 50	0,65
Perfluorierte Tenside	Summe PFOA/PFOS	ng/l	n.b.	n.b.	-
Antibiotikum	Ciprofloxacin	ng/l	88	120	-
Antibiotikum	Sulfamethoxazol	ng/l	280	210	150
Antiepileptikum	Carbamazepin	ng/l	520	450	500
Arzneistoff	Gabapentin	ng/l	4.600	4.900	-
Arzneistoff	Metoprolol	ng/l	740	840	7.300
Arzneistoff	Guanylharnstoff	ng/l	3.100	3.200	-
Arzneistoff	Candesartan	ng/l	550	690	-
Herbizid	Mecoprop (MCPP)	ng/l	< 50	< 50	100
Arzneistoff	Losartan	ng/l	150	180	-
Herbizid	Terbutryn	ng/l	< 50	< 50	65
Arzneistoff	Calsartan	ng/l	1.600	2.400	-
Schmerzmittel	Diclofenac	ng/l	2.000	2.300	100
Östrogene Bewertung	A-YES	ng/l	0,03	0,03	-
Süßstoff	Acesulfam	ng/l	6.700	2.900	-
Korrosionsinhibitor	1H-Benzotriazol	ng/l	15.000	11.000	10.000
Moschusduftstoff	Galaxolide /HHCB	ng/l	480	440	7.000

Legende: Konzentration liegt über dem Bewertungsmaßstab gem. der D4-Liste

Mikroschadstoffe in der Kläranlage und dem Varlarer Mühlenbach

➤ Rückhalt der Mikroschadstoffe innerhalb der Kläranlage nicht ausreichend

Datum	14.12.2016				15.12.2016		Vergleich mit D4-Liste
Probenahme-stelle*	KA-Zu	KA-Ab	oh KA	uh KA	KA-Zu	KA-Ab	
Stoff/ Stoffgruppe	Konzentration der Parameter in ng/l						
Ciprofloxacin	240	49	< 20	< 20	84	76	-
Sulfamethoxazol	970	62	< 10	290	1.100	730	150
Carbamazepin	280	38	< 10	190	330	380	500
Gabapentin	13.000	8.900	< 10	4.900	14.000	9.300	-
Guanylharnstoff	110	4.600	< 10	3.000	77	4.700	-
Diclofenac	2.000	2.400	< 10	1.500	2.300	2.600	100
1H-Benzotriazol	7.600	5.800	980	3.900	9.600	6.200	10.000
Legende:	* KA-Zu = Zulauf Kläranlage; KA-Ab = Ablauf Kläranlage; oh KA = Gewässer oberhalb Kläranlage; uh KA = Gewässer unterhalb Kläranlage						
	Konzentration liegt über dem Bewertungsmaßstab gem. der D4-Liste						

Gewässerzustand und Ziel der Wasserrahmenrichtlinie

Gewässerzustand Varlarer Mühlenbach

- Ökologischer Zustand: **Unbefriedigend**
- Chemischer Zustand: **Nicht gut**
- Anteil Abwasser zum mittleren Abfluss (MQ) $\approx 48 \%$
- Anteil Abwasser zum mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) $\approx 405 \%$

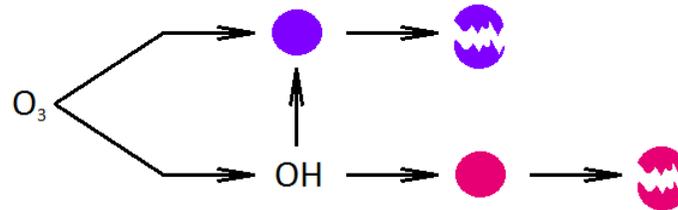
Ziel der WRRL

- Der gute Zustand der Gewässer
 - Zustand ähnlich eines vergleichbaren, natürlichen Gewässers ohne äußere Einflüsse

Angewandte Verfahren zur Mikroschadstoffelimination

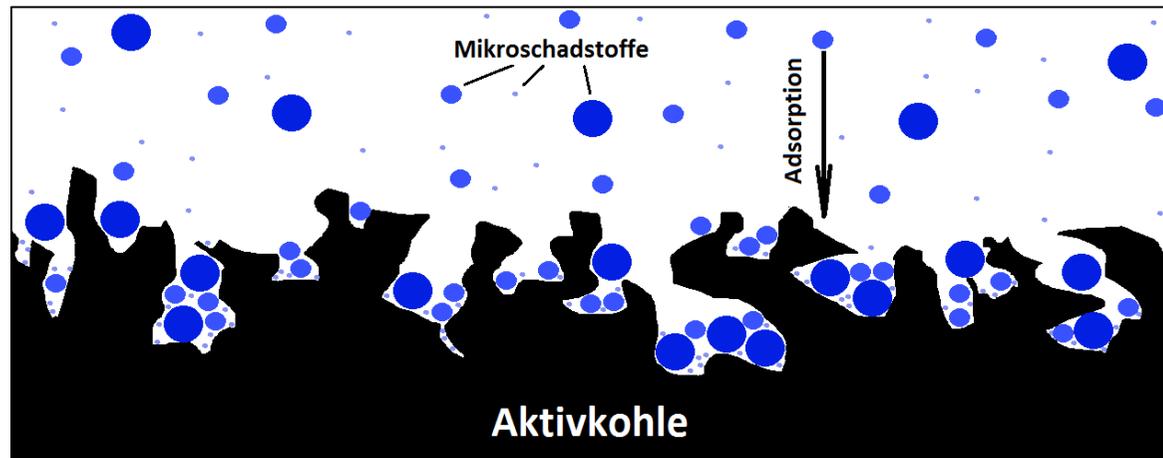
Ozonung

- Spaltung der Stoffe, überwiegend in Transformationsprodukte
- Verfahren ausgeschlossen → Bromid im Wasser nachgewiesen

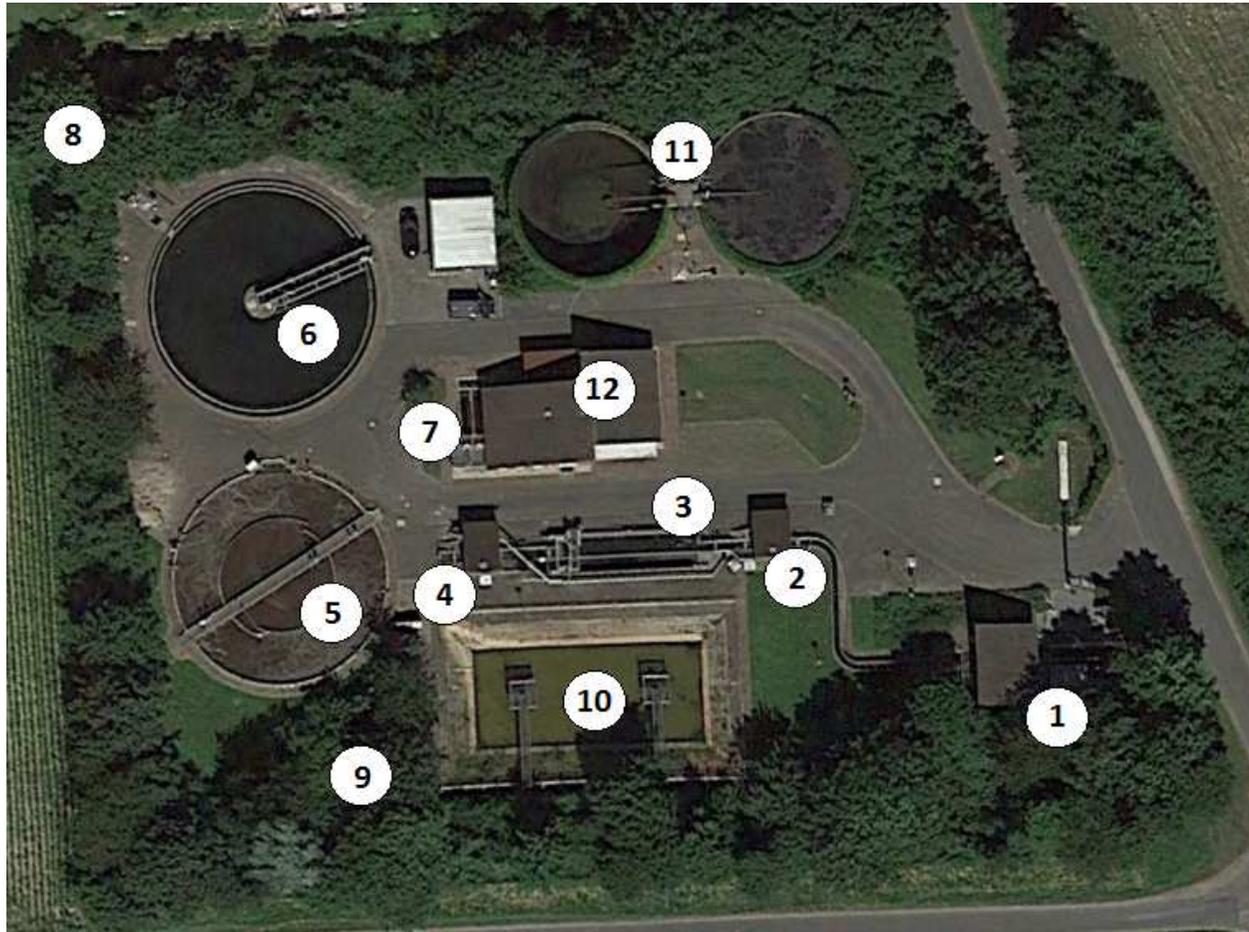


Adsorption mittels Aktivkohle

- Anlagerung der Stoffe an granuliert Aktivkohle (GAK)
- Anlagerung der Stoffe an pulverisierte Aktivkohle (PAK)



Vorstellung der Kläranlage Osterwick (13.000 EW)



1. Abwasserhebewerk
2. Stufenrechen
3. Sand- und Fettfang
4. Sandwäscher
5. Belebungsbecken
6. Nachklärbecken
7. Rücklaufschlammumpwerk
8. Ablauf Kläranlage
9. Voreindicker (außer Betrieb)
10. Havariebecken
11. Schlammsilo 1 und 2
12. Betriebsgebäude

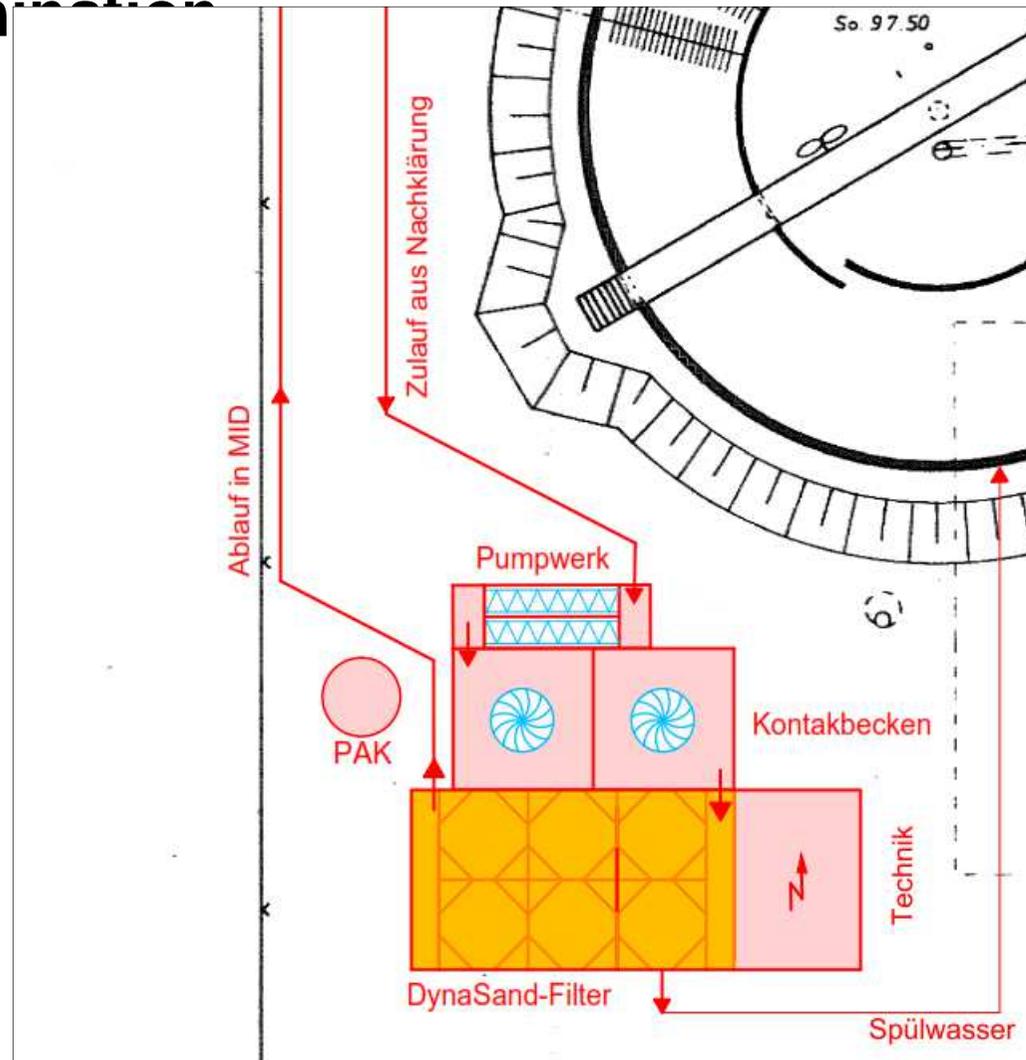
Quelle: Verändert und ergänzt nach Google (2017)

Vorgeschlagenes Verfahren zur Mikroschadstoffelimination

Variante 1.2

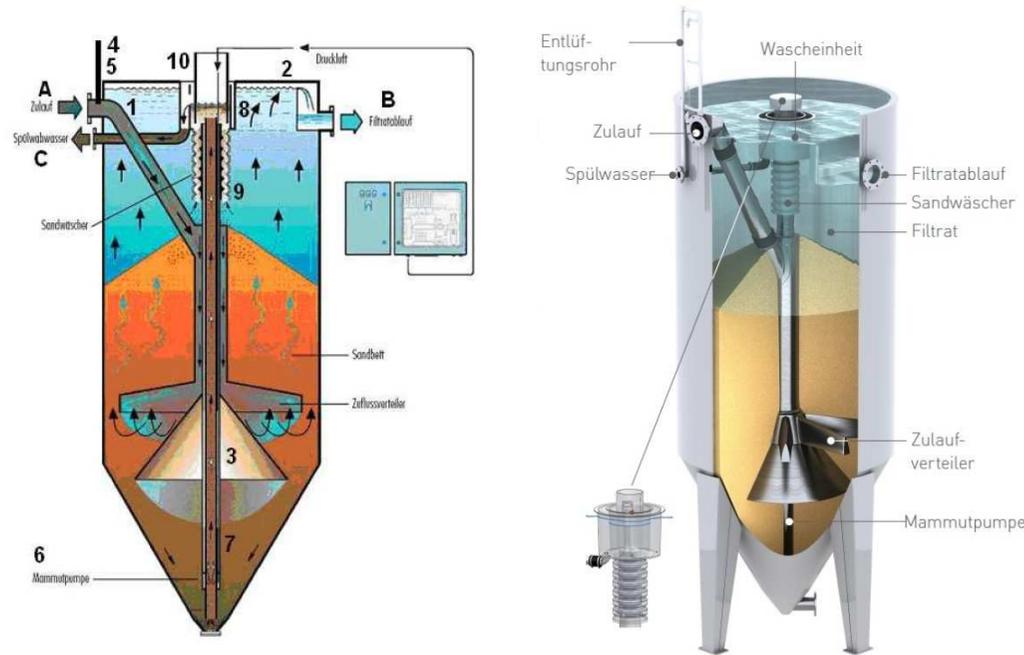
Adsorption-Flockung- Filtration (AFF)

- > Adsorption mittels PAK
- > Flockung mittels Fällmittel
- > Filtration mittels
DynaSand-Filter



Vorgeschlagene Endfiltration

Die DynaSand-Filtration



Quelle: Fa. Nordic Water (2014)

- ✓ Rückhalt PAK inkl. der angelagerten Arzneimittel, Pestizide, Schwermetalle etc.



- ✓ Rückhalt von Mikroplastik

- ✓ Einhaltung Grenzwerte für ACP

Kostenvergleich

Kosten	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 2
Investitionskosten	2.152.875 €	1.722.440 €	1.511.258 €	1.799.341 €
Laufende Jahreskosten	222.266 €/a	193.126 €/a	210.751 €/a	295.676 €/a
<i>davon kapitalgebundene Kosten</i>	157.169 €/a	131.064 €/a	118.502 €/a	136.775 €/a
<i>davon Betriebskosten</i>	65.098 €/a	62.062 €/a	92.249 €/a	158.901 €/a
<i>davon Energiekosten</i>	12.477 €/a	9.441 €/a	7.806 €/a	8.144 €/a
Spezifische Kosten *	0,144 €/m ³	0,125 €/m³	0,136 €/m ³	0,191 €/m ³
Spezifische Kosten **	0,131 €/m ³	0,114 €/m³	0,124 €/m ³	0,174 €/m ³
* Bezogen auf die Jahresschmutzwassermenge von:			1.546.031 m ³ /a	
** Bezogen auf die Jahresabwassermenge von:			1.700.325 m ³ /a	

Eigenschaften der vorgeschlagenen 4. Reinigungsstufen

- **Mittlere Eliminationsleistung auf Mikroschadstoffe:** > 80 %
- Prognostizierte Eliminationsleistung auf **Mikroplastik:** ≈ 97 %
- Erreichbare **Phosphor**-Ablaufwerte: < 0,1 mg/l
- Prognostizierte **CSB**-Elimination: 30 bis 50 %
- Prognostizierte **Stickstoff**-Elimination: 5 bis 15 %
- Niedrigsten Betriebskosten
 - Verminderung der zukünftigen Abwasserabgabe

Gesetzliche Anforderungen und Gewässerzustand

- Für Gewässer gilt das sog. Verschlechterungsverbot
- Vorgabe ist die Oberflächengewässerverordnung (OGewV)
 - Definiert Zielwerte für den „guten Zustand“ der Gewässer
 - Belastung der Varlarer Mühlenbach steigt durch die KA Osterwick
 - Ziele der WRRL müssen in Zukunft erreicht werden
 - Überwachungswerte der aktuellen Einleiteerlaubnis werden zukünftig verschärft
- Bestehende Reinigungsstufen werden zur Mikroschadstoffelimination auf KA Osterwick nicht ausreichen
 - Deutliche Reduzierung durch den Bau einer sog. „4. Reinigungsstufe“ möglich
 - Bis zu 20-jährige Einleiteerlaubnis wird hierdurch in Aussicht gestellt

Fazit

- Auf Kläranlagebetreiber kommen zur Erreichung der in der WRRL gesetzten Ziele zusätzliche Anforderungen an die Abwasserreinigung zu
 - Rechtliche Mittel / Vorgaben **noch** nicht vorhanden
- Bestehende gesetzliche Grenzwerte der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter (ACP) werden für Kläranlagen in Zukunft verschärft
 - Bestehende Reinigungsstufen dann wahrscheinlich nicht mehr ausreichend
- Deutliche Reduzierung von Mikroschadstoffen und ACPs durch 4. Reinigungsstufe möglich
- Derzeit unklar, welche Anforderungen an die KA Osterwick gestellt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit