

An aerial photograph of a wastewater treatment plant. The plant features several large, rectangular aeration tanks with metal grates on top, arranged in a grid. To the left of the tanks, there are various buildings, including a large white industrial structure and several smaller grey buildings. A river flows through the center of the image, bordered by dense green trees. The surrounding area includes green fields and some residential or agricultural buildings. The sky is clear and blue.

KONZEPTION VON MAßNAHMEN ZUR OPTIMIERUNG DER REINIGUNGSLEISTUNG DES KLÄRWERKS NORD

4. REINIGUNGSSTUFE

ABWASSERZWECKVERBAND HEIDELBERG

Verbandsversammlung
11. April 2019

Gliederung

- 1. Übersicht Gesamtanlage
- 2. Veranlassung und Zielsetzung
- 3. Grundlagenermittlung
- 4. Verfahrensauswahl
- 5. Platzverfügbarkeit
- 6. Wirtschaftlichkeitsuntersuchung
- 7. Vorzugsvarianten
- 8. Weitere Vorgehensweise

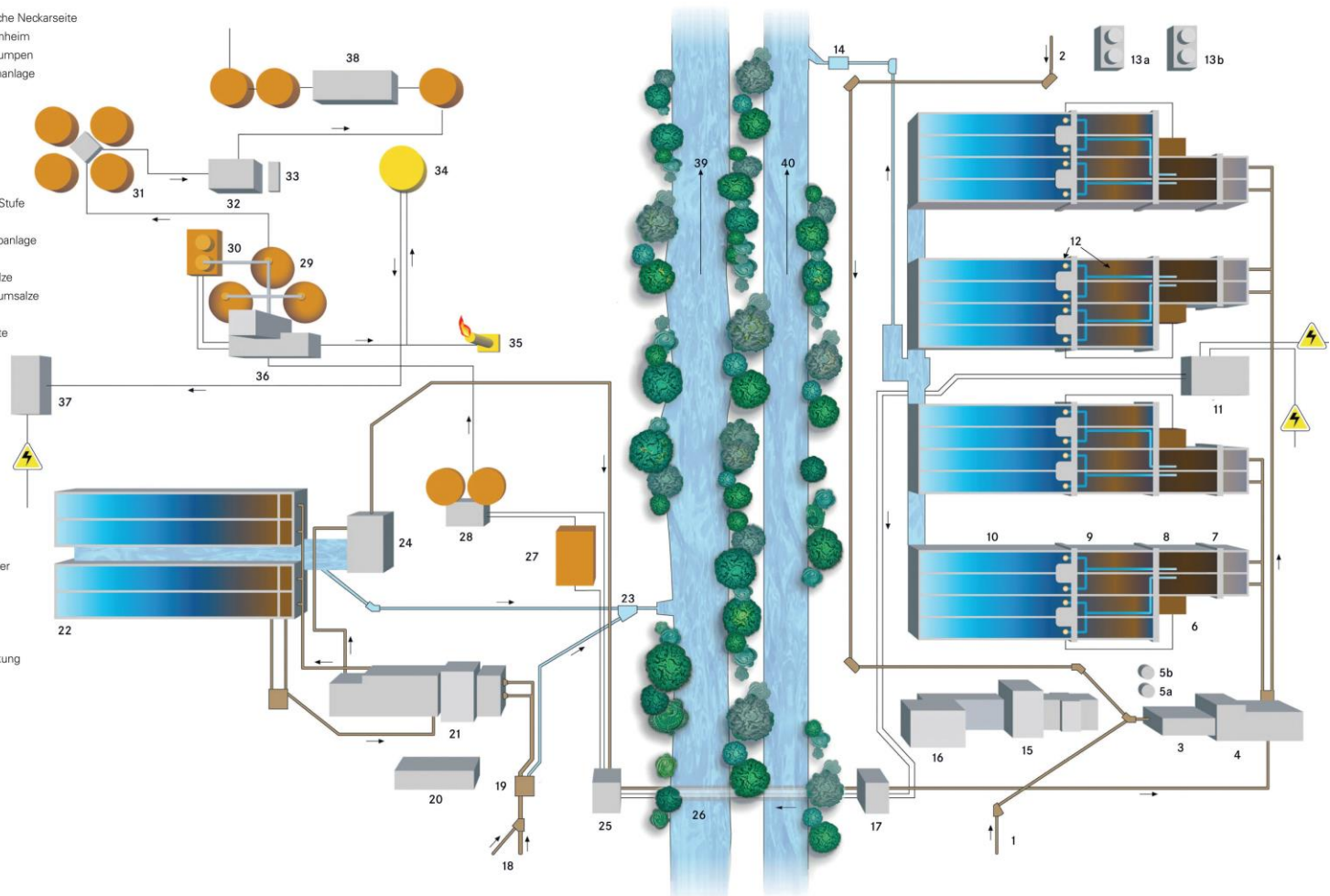
1 ÜBERSICHT GESAMTANLAGE

Klärwerk Nord

1. Zulauf aus Einzugsgebiet nördliche Neckarseite
2. Zulauf aus Sammelkanal Dossenheim
3. Hebewerk mit drei Schneckenpumpen
4. Vorreinigungsanlage mit Rechenanlage und Sandfang
- 5a. Fäkalienannahmestation
- 5b. Kohlenstoffquellenstation
6. Rücklaufschlammumpfen
7. Vorklärbecken
8. Anoxische Zone
9. Belebungsbecken - biologische Stufe
10. Nachklärbecken
11. Gebläsestation mit Wärmepumpenanlage
12. Rezirkulation
- 13a. Fällmitteldosierstation - Eisensalze
- 13b. Fällmitteldosierstation - Aluminiumsalze
14. Auslauf in den Neckarkanal
15. Betriebsgebäude mit Schaltwarte
16. Abwasserlabor
17. Dükerhaupt

Klärwerk Süd

18. Zulauf aus Einzugsgebiet südliche Neckarseite
19. Regentrennbauwerk
20. Dosierstation
21. Vorreinigungsanlage
22. Regenüberlaufbecken
23. Auslaufbauwerk für Regenwasser
24. Pumpwerk
25. Dükerhaupt
26. Düker für Abwasser- und Schlammtransport
27. Zentrifugen zur Schlammverdickung
28. Voreindicker
29. Faultürme
30. Hochleistungsfaulung
31. Nacheindicker
32. Schlammwässerung
33. Schlammverladung/Waage
34. Gasbehälter
35. Gasfackel
36. Betriebsgebäude
37. Blockheizkraftwerk BHKW
38. DEMON-Anlage
39. Altneckar
40. Neckarkanal



2 VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG

Phosphor-Elimination

- Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie
- Neues Wasserrecht für das Klärwerk Nord ab 01.01.2024
- Aktueller Überwachungswert: 1,0 mg/l in der qualif. Stichprobe
- Zukünftig Jahresmittel Pges Absenkung von 0,5 mg/l → 0,2 mg/l
- Keine weitere Optimierung der bestehenden Verfahrenstechnik mehr möglich
- Installation einer Filtration

Spurenstoffentfernung

- Noch keine rechtliche Verpflichtung
- Baden-Württemberg Vorreiter
- Einführung einer zusätzlichen Abwasserabgabe im Gespräch
- Umsetzung bevor die 4te Reinigungsstufe verpflichtend wird, Nutzung von Fördermitteln
- Verbesserung der Gewässerqualität

3 GRUNDLAGENERMITTLUNG

Spurenstoff-Eliminationsgrad

Ansatz Schweiz für Anlagenumsetzung: 80% Eliminationsrate

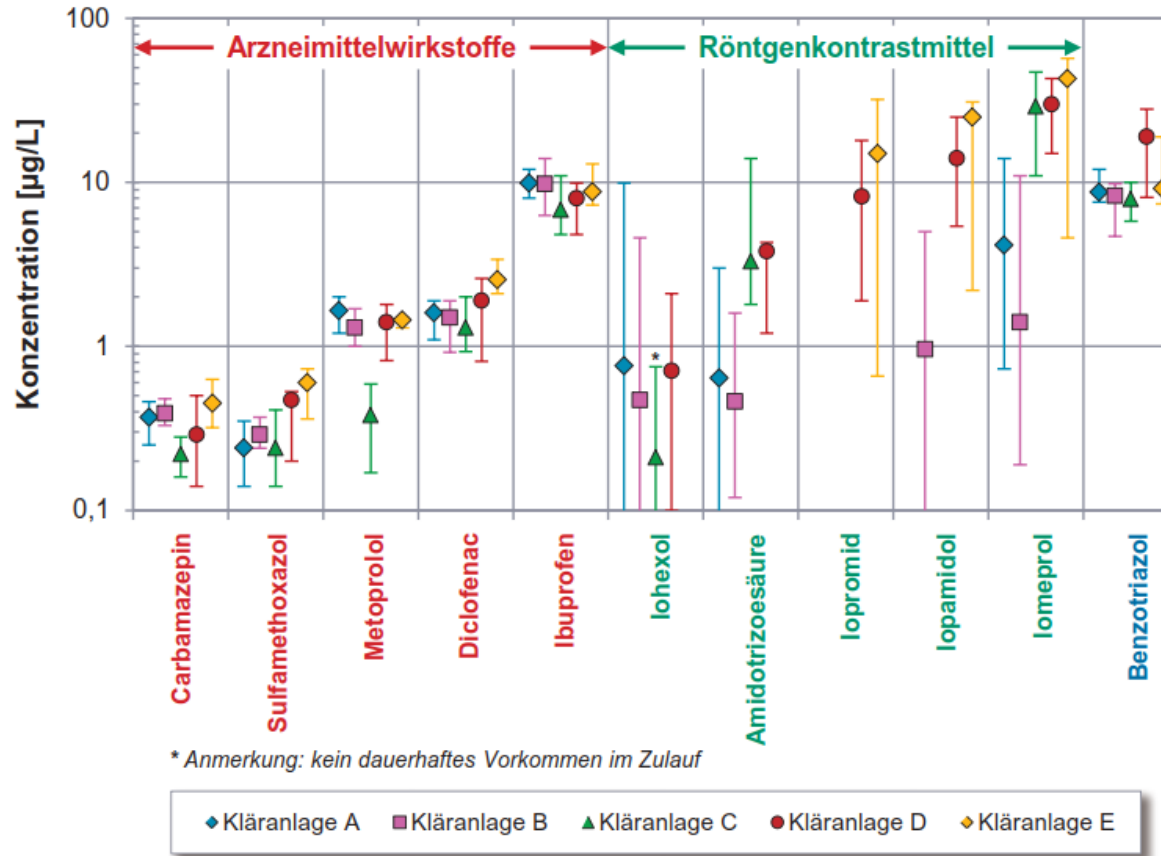
Ansatz Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW für Machbarkeitsstudien 80% Eliminationsrate

Ansatz KOMS Ba-Wü: noch keine Vorgaben

Zielstellung Eliminationsgrad für die Studie: 80%

3 GRUNDLAGENERMITTLUNG

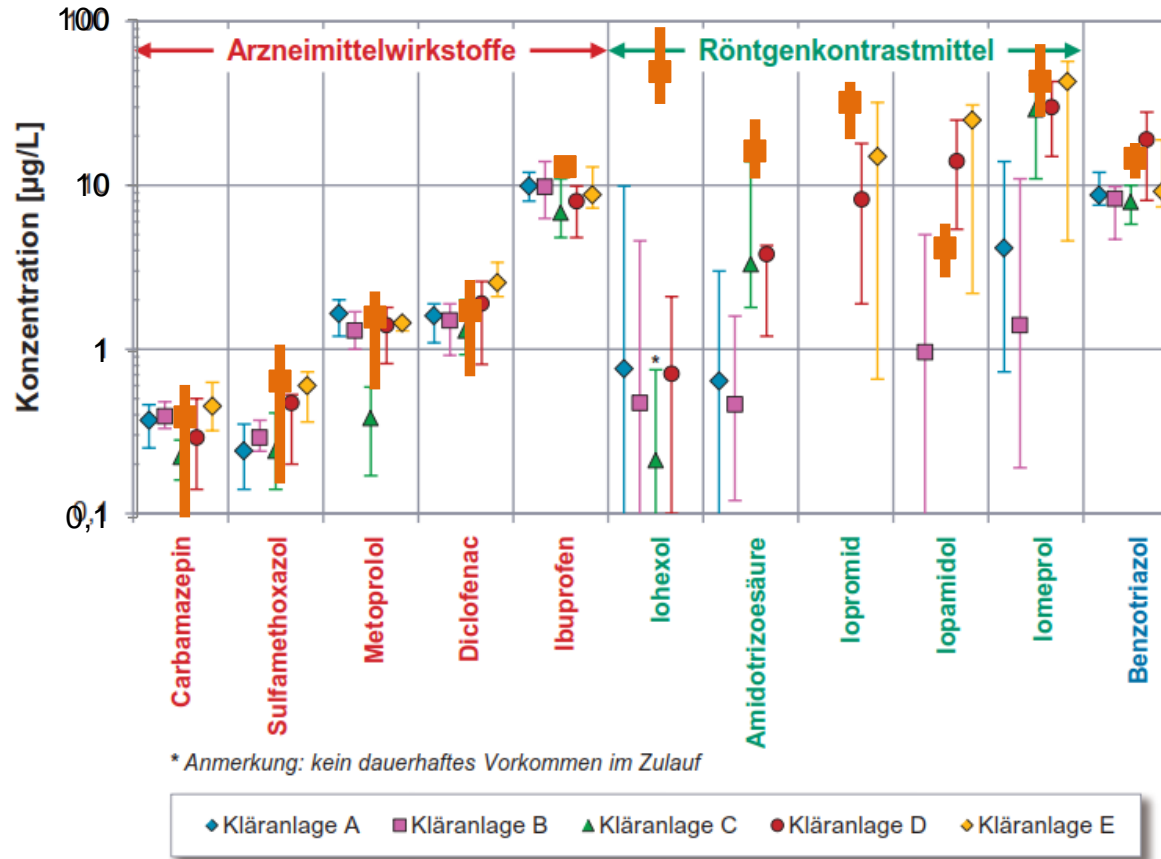
Einordnung der Zulaufkonzentrationen von 5 Kläranlagen aus BW



Aus: Rößler, A., Metzger, S.: Spurenstoffvorkommen und -entnahme in Kläranlagen mit Aktivkohleanwendung in Baden Württemberg, KA 61/2014, Nr. 5

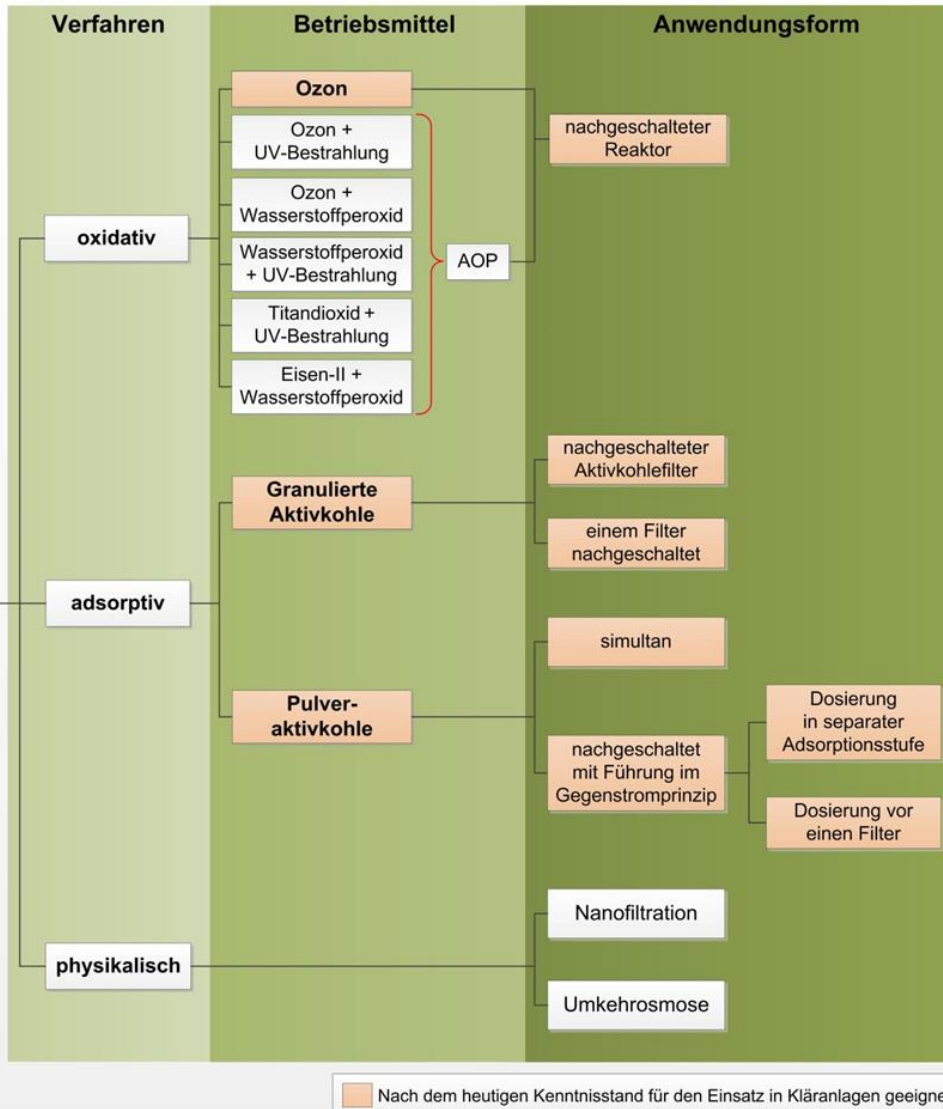
3 GRUNDLAGENERMITTLUNG

Einordnung der Zulaufkonzentrationen der Kläranlage Heidelberg



Aus: Rößler, A., Metzger, S.: Spurenstoffvorkommen und -entnahme in Kläranlagen mit Aktivkohleanwendung in Baden Württemberg, KA 61/2014, Nr. 5

4 VERFAHRENSAUSWAHL UND KONZEPT



Filtrationsverfahren

- Sandfiltration
- Tuchfiltration

4 VERFAHRENSAUSWAHL - OZONUNGSVERSUCHE

Ozonungsversuche (Arznei-, Röntgenkontrast- und Korrosionsschutzmittel)

Indikatorsubstanzen	mittlere Eliminationsrate in der Kläranlage	Eliminationsrate Kläranlage + Ozonung				
		0,58 g O ₃ /g DOC			0,93 g O ₃ /g DOC	
Ibuprofen	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Metoprolol	26%	69%	69%	69%	90%	90%
Carbamazepin	1%	95%	95%	95%	95%	95%
Diclofenac	16%	99%	99%	99%	99%	99%
Sulfamethoxazol	40%	94%	94%	94%	94%	94%
Hydrochlorothiazid	8%	87%	87%	87%	96%	96%
Candesartan	8%	54%	54%	54%	85%	85%
Irbesartan	30%	63%	63%	63%	85%	85%
Amidotrizoesäure	5%	9%			14%	
Iohexol	61%	65%		65%	73%	
Iomeprol	52%	60%		60%	69%	
Iopromid	67%	74%		74%	80%	
Iopamidol	10%	28%		28%	45%	
Benzotriazol	58%	75%	75%	75%	92%	92%
Σ 4- und 5-Methylbenzotriazol	31%	69%	69%	69%	98%	98%
Mittlere Eliminationsrate	34%	69%	80%	73%	81%	93%

4 VERFAHRENSAUSWAHL - OZONUNGSVERSUCHE

Reduzierung der Antibiotikaresistenzgene und der fakultativ pathogenen Bakterien
(Dosierungen: 0,32 / 0,58 / 0,93 und 2,8 gO3/gDOC)

Antibiotikaresistenzgene	18N0033-0 [100 mL]	18N0033-1 [%]	18N0033-2 [%]	18N0033-3 [%]	18N0033-4 [%]
Sulfonamidresistenz (sul1)	3.100.357	-33,04	-82,57	-99,00	-96,35
Erythromycinresistenz (ermB)	688.986	-34,06	-24,76	-97,40	-92,38
Beta-Lactamresistenz (blaTEM)	34.797	+39,74	-30,41	-96,98	-86,09
Tetracyclinresistenz (tetM)	8.909	-21,50	-57,43	-99,60	-99,32
Beta-lactamresistenz (CTX-M32)	6.784	+14,74	-53,82	-90,47	-87,53
Beta-Lactamresistenz (CTX-M)	40	+8,92	-86,61	-99,89	-90,42
Carbapenemresistenz (OXA48)	86	-52,05	-70,56	-99,70	-99,70
Beta-Lactamresistenz (CMY-2)	157	-42,39	-60,28	-98,07	-99,97
Vancomycinresistenz (vanA)	32	-34,04	-99,93	-99,93	-99,93
Beta-Lactamresistenz (blaNDM-1)	170	-63,97	-79,98	-98,33	-99,95
Colistinresistenz (mcr-1)	65	-76,19	-99,89	-99,89	-99,89
Fakultativ pathogene Bakterien					
intest. Enterokokken	7.517	-36,63	-72,15	-99,24	-98,04
<i>E. coli</i>	4.983	+16,27	-30,45	-98,58	-96,68
<i>K. pneumoniae</i>	3.303	+57,69	+24,30	-99,98	-99,98
<i>A. baumannii</i>	321	+52,56	-39,18	-87,98	-99,97
<i>P. aeruginosa</i>	26	+120,95	-39,23	-99,79	-99,79
<i>E. faecium/faecalis</i>	9	+64,44	-99,02	-99,02	-99,02
Staphylokokken (Methicillin-resistent)	0	0,00	+48552,54	+638501,50	+24251,99

4 VERFAHRENSAUSWAHL – PAK-VERSUCHE

Sorptionsversuche mit Pulveraktivkohle (PAK)

	mittlere Eliminationsrate in der Kläranlage	Eliminationsrate Kläranlage + PAK				
		10 mg/l PAK			20 mg/l PAK	
Ibuprofen	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Metoprolol	26%	98%	98%	98%	98%	98%
Carbamazepin	1%	89%	89%	89%	89%	89%
Diclofenac	16%	84%	84%	84%	97%	97%
Sulfamethoxazol	40%	63%	63%	63%	59%	59%
Hydrochlorothiazid	8%	78%	78%	78%	93%	93%
Candesartan	8%	33%	33%	33%	84%	84%
Irbesartan	30%	79%	79%	79%	92%	92%
Amidotrizoesäure	5%	10%			15%	
Iohecol	61%	70%		70%	83%	
Iomeprol	52%	65%		65%	78%	
Iopromid	67%	80%		80%	91%	
Iopamidol	10%	35%		35%	69%	
Benzotriazol	58%	91%	91%	91%	97%	97%
Σ 4- und 5-Methylbenzotriazol	31%	92%	92%	92%	98%	98%
Mittlere Eliminationsrate	34%	71%	81%	75%	83%	91%

4 VERFAHRENSAUSWAHL - VERSUCHE

Fazit

- Aus Sicht der Mikroschadstoffelimination sind prinzipiell beide Verfahren einsetzbar.
- Die Berücksichtigung von RKM als Indikatorsubstanzen führt zur signifikanten Erhöhung des PAK-Eintrages (80-100 %) bzw. des Ozoneintrages (ca. 60%).
- Ohne Berücksichtigung von RKM können Standarddosen angesetzt werden.
- Bei Einsatz von Ozon ist zusätzlich eine deutliche Reduzierung der Antibiotikaresistenzgene, Keime und Bakterien gegeben.

4 VERFAHRENSAUSWAHL - RKM

Röntgenkontrastmittel RKM

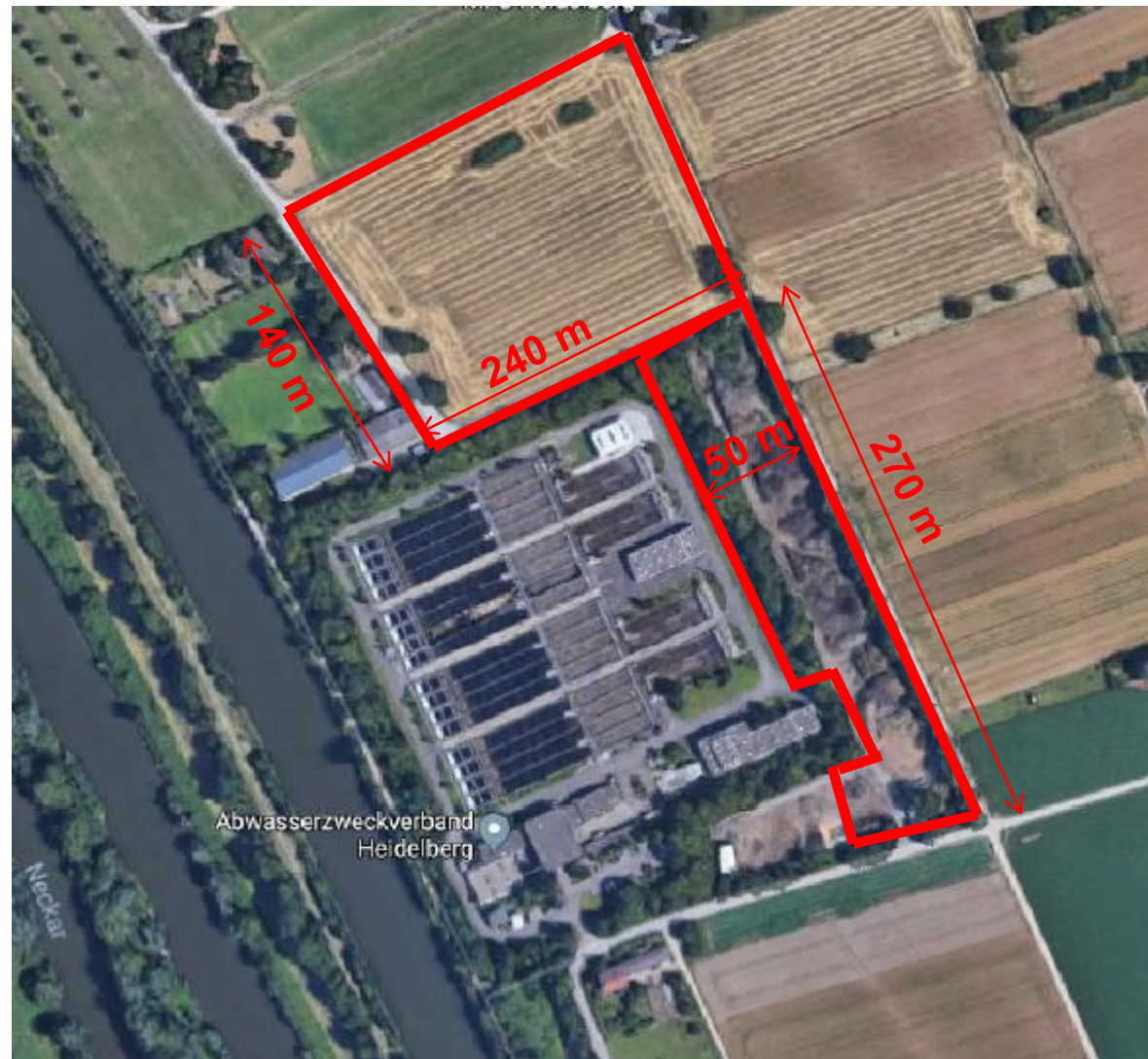
- nachgewiesen in Oberflächengewässern, Grundwasser, tlw. Trinkwasser
- Eintrag in Gewässer überwiegend über Kläranlagen (>95%)
- Ökotoxikologisch als unkritisch betrachtet
- Verabreichung ausschließlich in Praxen und Kliniken, Ausscheidung innerhalb von 24 Stunden (Nutzung von Urinbeuteln, Akzeptanz?)
- Umstieg auf biolog. abbaubare Produkte möglich?

4 VERFAHRENSAUSWAHL – ZIEL4

Übersicht Bemessungsgrößen

	P-Elimination	Mikroschadstoffelimination
Ziel	< 0,2 mg/l P _{ges}	80 % Elimination Indikatorsubstanzen KOMS <u>ohne</u> Röntgenkontrastmittel
Durchsatz	5.600 m ³ /h 99% der Jahresabwassermenge	4.000 m ³ /h 91% de Jahresabwassermenge

5 PLATZVERFÜGBARKEIT



6 WIRTSCHAFTLICHKEITSUNTERSUCHUNG

Förderung der Investitionskosten

→ Stufe 1: Ausbau zur P-Elimination

- Bestehend aus Zu- und Ablaufkanal, Hebewerk, Fällung, Filtration
- Prüfung 20% Förderung Investitionskosten
- Verrechnung mit der Abwasserabgabe

→ Stufe 2: Ausbau zur Mikroschadstoffelimination

- Errichtung der ergänzenden Stufen zur Mikroschadstoffelimination
- Prüfung 20% Förderung Investitionskosten
- Prüfung 10% Förderung der Planungskosten
- Für alle aktivkohlebasierten Verfahren: Verrechnung mit der Abwasserabgabe

→ Stufe 1 und 2 gleichzeitig

- Sollte nur die Gesamtmaßnahme förderfähig sein, kann eine gemeinsame Projektumsetzung wirtschaftlich sein.

6 WIRTSCHAFTLICHKEITSUNTERSUCHUNG

Ermittlung der Betriebskosten

Aufwendungen für den Anlagenbetrieb	Einheitspreise netto	Anmerkung
Chemikalien		
Pulveraktivkohle	1,69 €/kg	Pulvsorb Chemviron
Granulierte Aktivkohle	1,20 €/kg	Reaktivat, Angabe Lieferant
Sauerstoff	0,12 €/kg	Projektpreis mit Sicherheitsfaktor
Fällmittel	0,106 €/kg	Fällmittel Ferrifloc mit 0,123 kg Fe/kg Fällmittel, Preis AZV
Flockungsmittel	5,00 €/kg	Allg. Ansatz bezogen auf die reine Wirksubstanz
Energie		
Strom	0,21 €/kWh	Preis AZV
Entsorgung		
Schlamm Entsorgung	70 €/t	Prognose AZV, 24,5 % TS
Personalkosten		
Betrieb	60.000 €/VZE	VZE: Vollzeitäquivalent
Zusatzanalytik		
Mikroschadstoffe	1.500 €/Kampagne	4 Probenahmen pro Jahr

6 WIRTSCHAFTLICHKEITSUNTERSUCHUNG

Ermittlung des Projektkostenbarwertes Planungshorizont 60 Jr

- Ermittlung der Investitionskosten mit und ohne Förderung
- Ermittlung der Reinvestitionskosten
 - Nutzungsdauer Bautechnik 60 Jr
 - Nutzungsdauer Maschinenteknik 15 Jr
 - Nutzungsdauer Elektrotechnik 10 Jr
- Ermittlung der laufenden Kosten
- Annahmen
 - Nominalzinssatz 4%
 - Inflation 1%
 - Preissteigerung Energie 2% p.a.
 - Preissteigerung sonstige Kosten 1% p.a.
- Ermittlung der Jahreskosten

6 WIRTSCHAFTLICHKEITSUNTERSUCHUNG

Kosten Filtration (P-Elimination)

	nur P-Elimination			
	Tuchfilter		Sandfilter	
	Ohne Förderung	mit Förderung	ohne Förderung	mit Förderung
Investitionskosten gesamt [€]	12.717.209	12.717.209	28.167.864	28.167.864
Verrechnung Abw.-abg. [€]	-2.040.000	-2.040.000	-2.040.000	-2.040.000
20 % Förderung [€]	0	-2.543.442	0	-5.633.573
Investitionskosten reduziert [€]	10.677.209	8.133.767	26.127.864	20.494.291
jährl. Betriebskosten [€]	532.027	532.027	650.084	650.084
Jahreskosten [€]	1.445.557	1.354.239	2.108.560	1.906.296
gebührenf. Schmutzwasser [m3]	11.500.000	11.500.000	11.500.000	11.500.000
Erhöhung der Abwassergeb. [Cent/m3]	13	12	18	17

6 WIRTSCHAFTLICHKEITSUNTERSUCHUNG

Spurenstoffentnahme

	Spurenstoffentnahme / Tuchfiltration, ohne Berücksicht. RKM					
	Pulveraktivkohle		granul. Aktivkohle		Ozonung	
	Ohne Förd.	mit Förd.	ohne Förd.	mit Förd.	ohne Förd.	mit Förd.
Investitionskosten ges. [€]	32.831.123	32.831.123	36.638.904	36.638.904	23.055.186	23.055.186
Bautechnik [€]	21.031.407	21.031.407	24.307.641	24.307.641	12.122.896	12.122.896
Machinentchnik [€]	4.986.130	4.986.130	4.884.623	4.884.623	5.568.278	5.568.278
E-Technik [€]	1.341.732	1.341.732	1.340.156	1.340.156	1.521.482	1.521.482
Sonstiges (Honorare,...) [€]	5.471.854	5.471.854	6.106.484	6.106.484	3.842.531	3.842.531
Abwasserabgabe [€]	-3.924.000	-3.924.000	-3.924.000	-3.924.000	-2.040.000	-2.040.000
20 % Förderung [€]	0	-6.145.965	0	-7.327.781	0	-4.611.037
Investitionskosten red. [€]	28.907.123	22.761.158	32.714.904	25.387.123	21.015.186	16.404.149
laufende Kosten						
Chemikalien [€]	551.661	551.661	924.750	924.750	255.367	255.367
Energie [€]	348.220	348.220	298.895	298.895	823.845	823.845
Personal[€]	120.000	120.000	96.000	96.000	90.000	90.000
Wartung, Verschleiß [€]	211.499	211.499	226.334	226.334	178.385	178.385
Entsorgung [€]	217.868	217.868	108.538	108.538	108.538	108.538
Jahreskosten [€]	3.447.375	3.226.714	3.818.507	3.573.506	3.404.833	3.246.876
gebührenf. Schmutzwasser [m3]	11.500.000	11.500.000	11.500.000	11.500.000	11.500.000	11.500.000
Erhöh. der Abwassergeb. [Cent/m3]	30	28	33	31	30	28

7 VORZUGSVARIANTE

Wichtung zur Bewertung der Verfahrensvarianten

Summe	100 %
Investitionskosten	30 %
Betriebskosten	30 %
Beeinflussung der bestehenden Anlage	15 %
Risiken durch Metabolitenbildung	15 %
Hygienisierung	10 %

1 Ozonung – Wirbelbett – Tuchfiltration

2 Pulveraktivkohle – Sedimentation – Tuchfiltration

8 WEITERE VORGEHENSWEISE

- 1 Überprüfung Verfahrenseignung Ozonung
- 2 Versuche mit der Tuchfiltration
- 3 Weiterführende Laboranalysen im Ablauf der Kläranlage
- 4 Gespräche mit dem Uniklinikum bezüglich RKM
- 5 Planerauswahlverfahren