

EKLÄSH

EMISSION VON SPURENSTOFF-FRACHTEN ÜBER DEN KLÄRSCHLAMMPFAD IN SCHLESWIG-HOLSTEIN



In Kooperation mit:



Technische Hochschule Lübeck, Kompetenzzentrum Angewandte Wasserforschung, Labor für Siedlungswasserwirtschaft
Anna-Kathrin Retschko, Kai Wellbrock

Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein (MEKUN SH)
Kerstin Olschewski

Landesamt für Umwelt (LfU) des Landes Schleswig-Holstein
Sabrina Schwarz



36. Norddeutsches Abwasserkolloquium
Hamburg, 15./16.09.2026

Die Situation der Klärschlammentsorgung in Schleswig-Holstein

Flächenland mit weitgehend ländlich geprägter Struktur

Klärschlammentsorgung (Stand 2024¹):

Landwirtschaftlich: SH: 42 %; Deutschland: 12 %

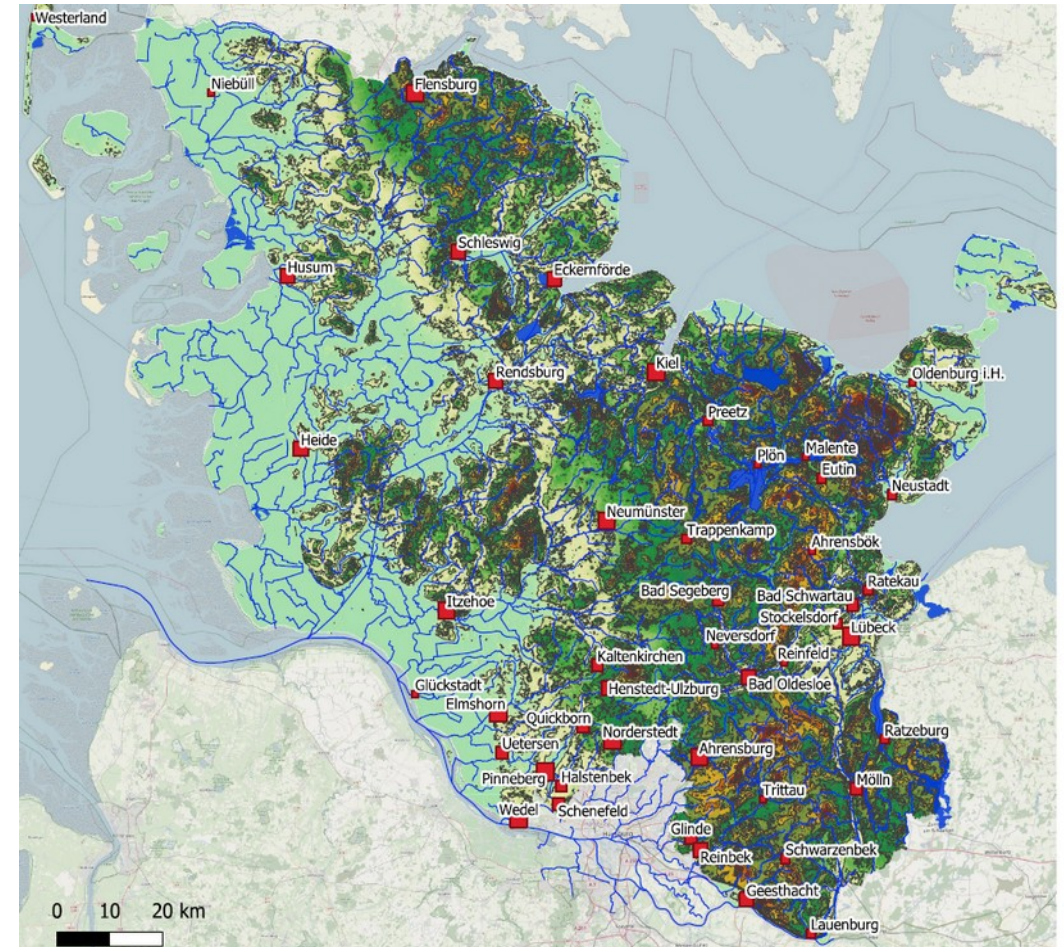
Thermisch: SH: 56 %; Deutschland: 82 %

Rechtliche Grundlagen: KrWG, AbfKlärV, DüMV, DüV,
BBodSchV

Verordnungen berücksichtigen nur eine begrenzte
Stoffauswahl

Spannungsfeld:

Nährstoffrecycling (v. a. Phosphor) ↔ Spurenstoffbelastung



¹ GENESIS-Online - Tabelle 'Entsorgter Klärschlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung: Bundesländer, Jahre, Entsorgungsarten des Klärschlammes'

Entwicklung der Klärschlamm Entsorgung in SH

- Derzeit werden noch > 40 % des Klärschlamm landwirtschaftlich verwertet
- Die AbfKlärV greift ab 2032 nur für KA ab 50.000 EW (GK4b und GK5); in SH sind davon 17 KA (rund 2 %) betroffen
- in diesen KA fällt aber rund 70 % der gesamten Klärschlammmenge an (oder rund 50.000 Mg TM/a)
- Anteil wird fallen; stoffliche Verwertung ist aber für KA bis zu 50.000 EW weiterhin vorgesehen
- Prognose für 2032: 14.000 Mg TM/a (etwa 20 %) von KA bis GK 4a

(Stand: Abfallwirtschaftsplan SH, Teilplan Klärschlamm, 2021)

Anzahl der Kläranlagen in SH mit Angabe des Klärschlammanfalls

GK	Ausbaugröße [EW]	Anzahl KA	Anteil KA [%]	Klärschlamm- anfall [Mg TM]	Anteil KS [%]
1	50 bis 1.000	509	65,7	727	1,0
2	1.000 bis 5.000	169	21,8	2.237	3,1
3	5.000 bis 10.000	30	3,9	1.972	2,8
4a	10.000 bis 50.000	50	6,5	16.386	22,9
4b	50.000 bis 100.000	10	1,3	7.917	11,0
5	> 100.000	7	0,9	42.466	59,2
SUMME:		775	100	71.705	100,0



Messprogramm: Projekt EKLäSH (2023 - 2026)

Sechs landestypische KA der GK 3 und 4a (je 12 Klärschlammproben) mit unterschiedlichen Merkmalen in:

- Indirekteinleiter (städtisch/ ländlich)
- Abwasserbehandlung (durchlauf/SBR*)
- Klärschlammstabilisierung (aerob/ anaerob)
- Branntkalk (CaO) (mit/ ohne),
- Wassergehalt (flüssig/ entwässert)
- Lagerung (kurz/ lang)

Untersuchte Stoffe:

- Schwermetalle (n = 7)
- Spurenstoffe (Arzneistoffe, antimikrobielle Substanzen, PFAS, QAV; n = 27)

Untersuchungsumfang:

- 72 x Klärschlammproben

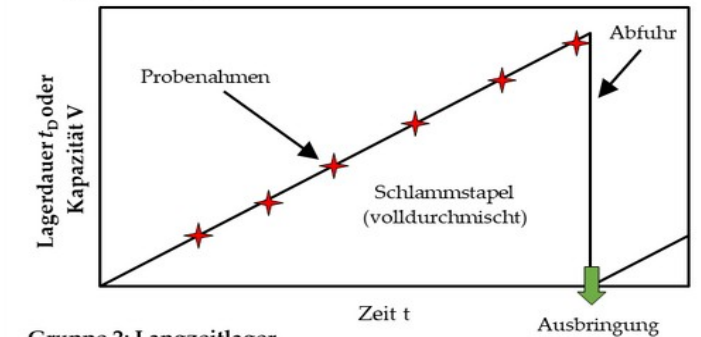
Ergänzend:

- 12 x je KA Zu- und Ablauf
- 10 ausgewählte Indirekteinleiter

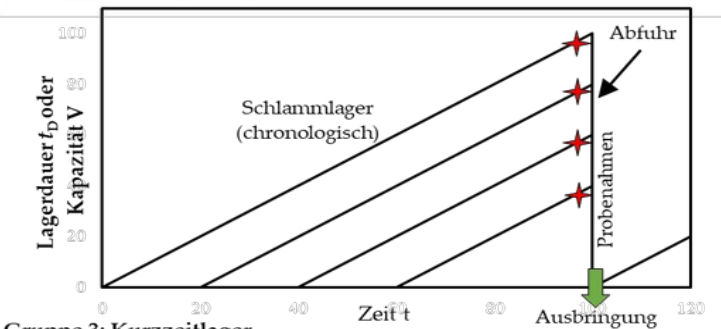
*Sequencing Batch Reactor

**Parallel: Mikrobiolog. Untersuchung der
selben Proben → s. Vortrag von Laura
Carlsen (heute: 12:00 Uhr)**

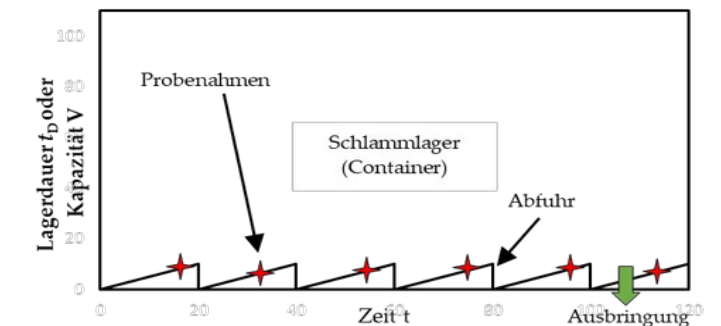
Gruppe 1: Flüssigschlamm



Gruppe 2: Langzeitlager



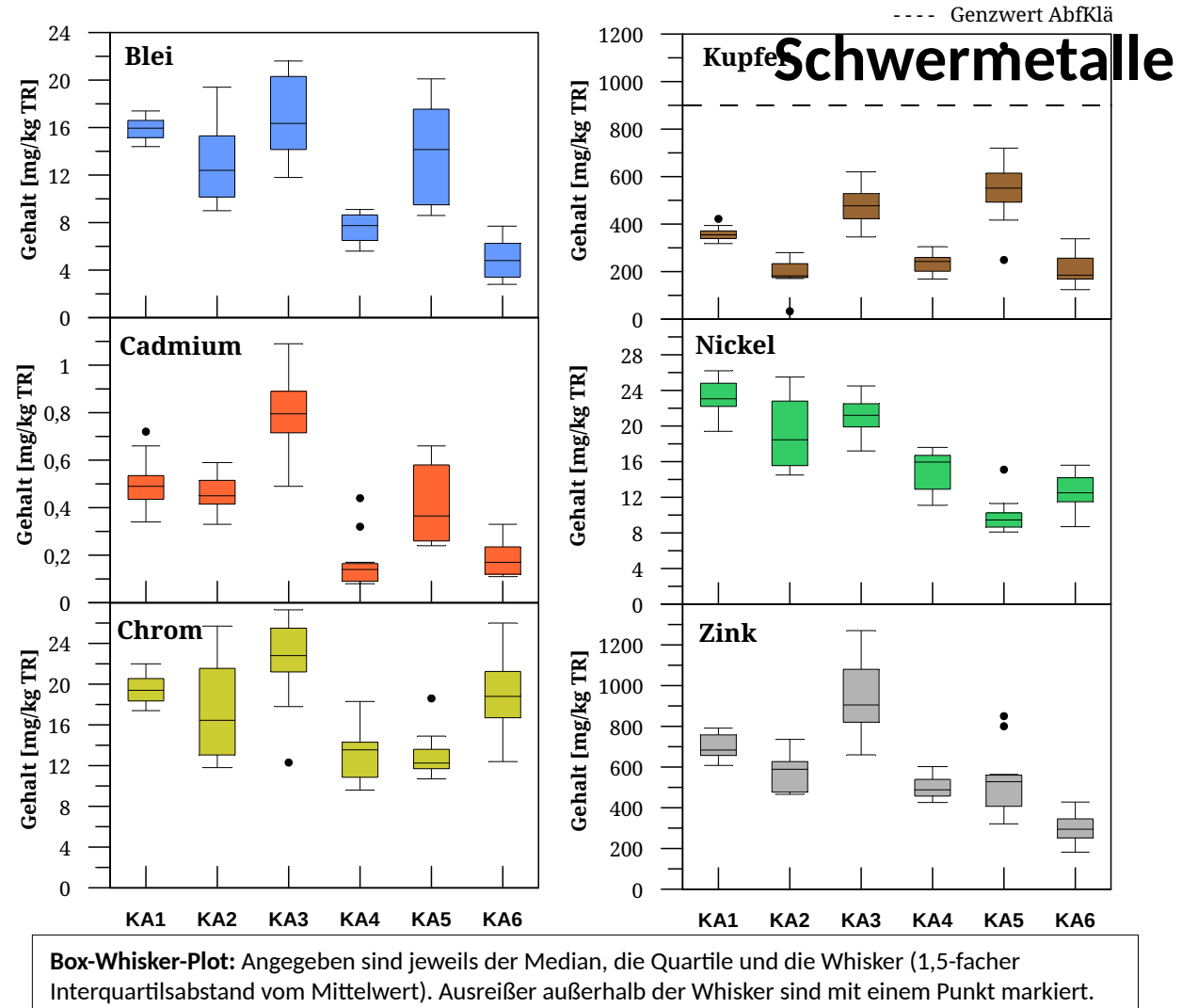
Gruppe 3: Kurzzeitlager



- Bei 71/72 Proben Schwermetalle unter Grenzwerte der AbfKlärV und DüMV
- Einmal Kupfer über Grenzwert (KA5: 1150 mg/kg TR)
- Arsen bei allen Proben < 0,5 mg/kg TR
- Vergleichsweise geringe Belastung
- Möglicherweise wegen des hohen Anteils Trennkanalisation und der geringen industriellen Dichte

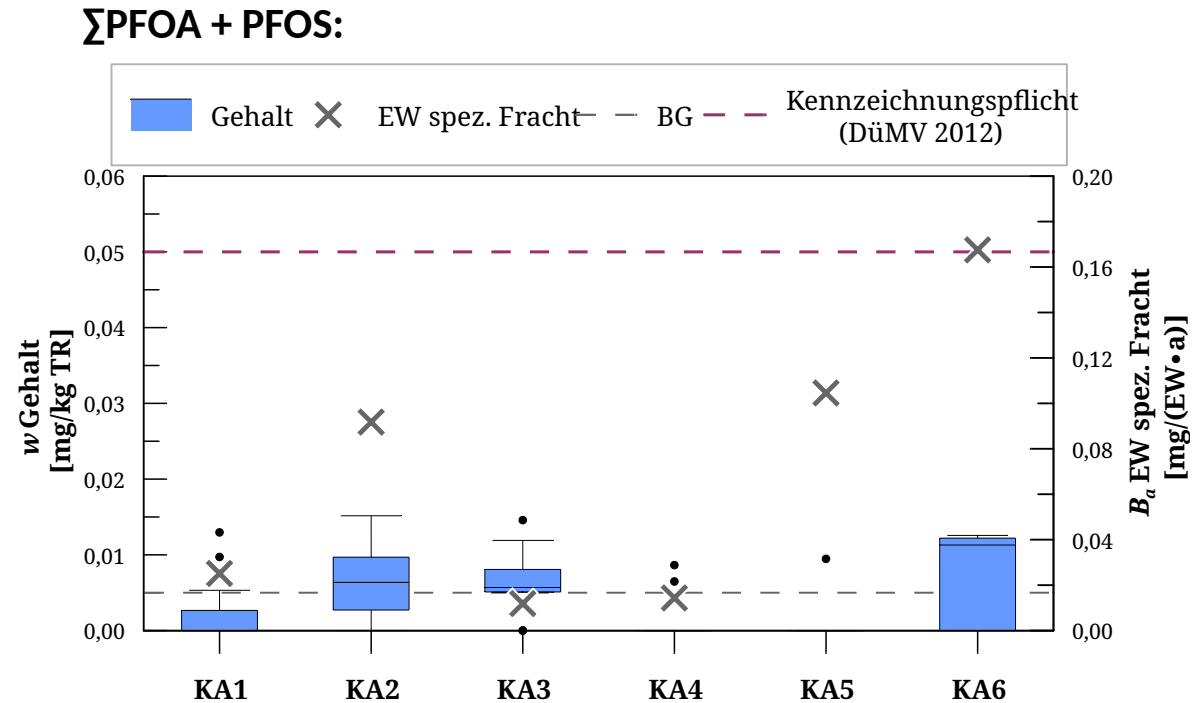
	AbfKlärV (2017)
	[mg/Kg TM]
Arsen	40
Blei	150
Cadmium	1,5
Chrom	900*
Kupfer	900
Nickel	80
Zink	4000

*AbfKlärV 1992



Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)

- Σ PFOA + PFOS (DüMV 2012):
- Kennzeichnungspflicht ab 0,05 mg/kg TR, Grenzwert: 0,1 mg/kg TR
- Keine Überschreitung der Grenzwerte
- Nachweisbar oberhalb der BG: PFBA = 22/72, PFBS = 2/72, PFOA = 11/72, PFOS = 30/72
- Gemessener Höchstwert: PFBS = 0,052 mg/kg TR (KA2)
- Untersuchungsergebnisse decken sich mit anderen Studien (LANUV 2011, PrioSH¹)



PFOA: Perfluoroktansäure, PFOS: Perfluoroktansulfonsäure, PFBA: Perfluorbutansäure, PFBS: Perfluorbutansulfonsäure

¹Projekt PrioSH: Wellbrock, K., Knobloch, J.K.-M., Heim, M., Grottker, M., 2019. Spurenstoffe und Multiresistente Bakterien in den Entwässerungssystemen Schleswig-Holsteins: Ableitung von Kennwerten zur Quantifizierung der Herkunft, der Ausbreitung und des Rückhaltes. Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens, gerichtet an das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein. TH Lübeck, Lübeck/ Kiel.

Ausgewählte Arzneistoffe

Einordnung:

Arzneistoffkonzentrationen zum Großteil im Bereich der Referenzwerte

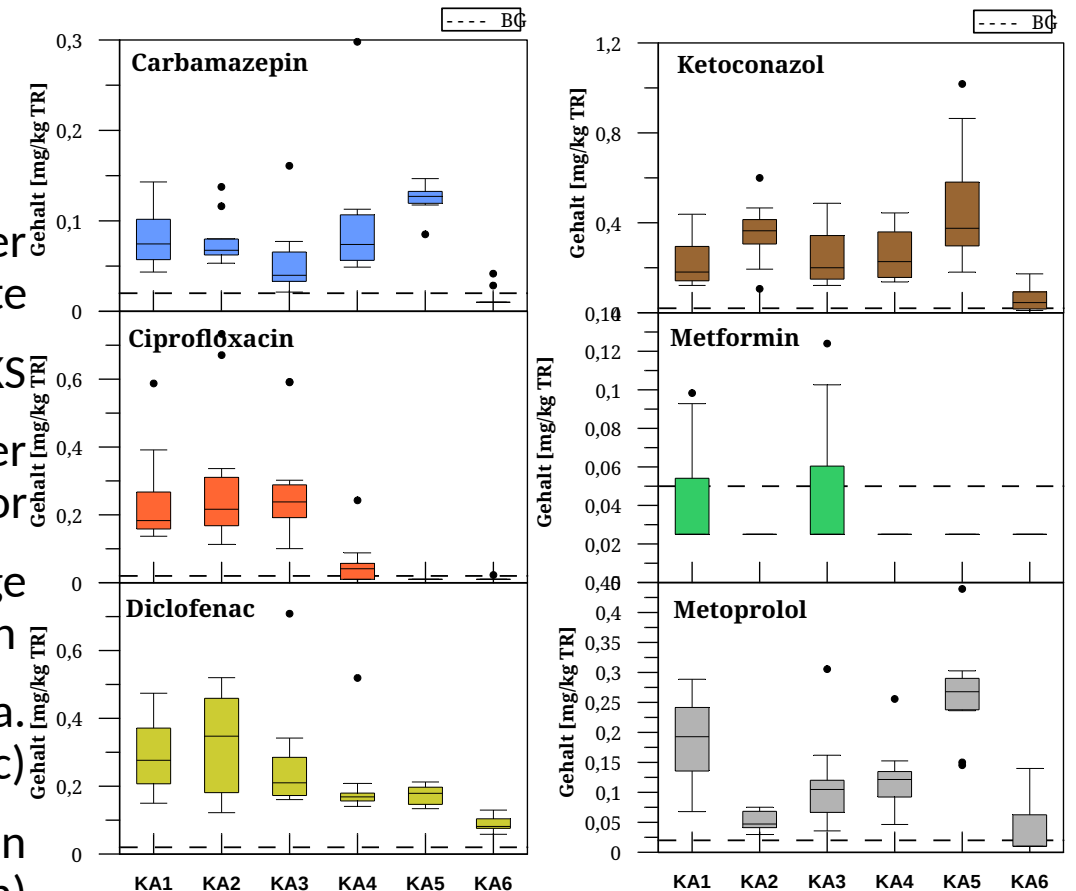
Aktuell keine gültigen Grenzwerte für Arzneimittel im KS

Arzneistoffzulaufsrachten vermutlich maßgeblicher Einflussfaktor

KA 6: hoher Anteil Schlachthofabwasser → geringe Arzneistoffzulaufsrachten

Teilweise Verdünnung durch CaO Zugabe (KA4 bis 6) → bis ca. 0,3 kg CaO pro kg TR (z. B. Ciprofloxacin und Diclofenac)

Einige Stoffe nur in Flüssigschlamm nachgewiesen (Metformin und Gabapentin)



Einfluss der Schlammstabilisierung: Quartäre Ammoniumverbindungen (QAV)

Eigenschaften:

Kationische Tenside/Oberflächenaktive Substanzen

Biozide Wirkung

„high production volume chemicals“

Umweltbundesamt (2025): Einstufung als relevanter Spurenstoff

Einsatzbereiche:

Reinigungsmittel

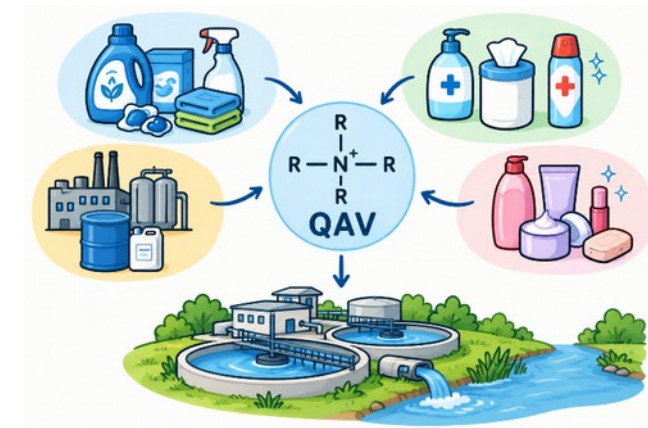
Desinfektionsmittel

Waschmittel/Weichspüler

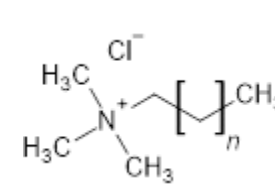
Industrie: Korrosionsschutz, Wasserbehandlung

Eintragungspfade in KA:

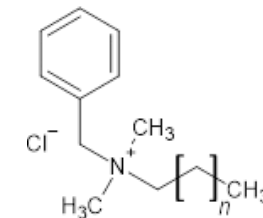
- Wäschereien und Krankenhäuser als Hauptquellen identifiziert (Kümmerer et al.,1997; Uhl et al., 2005)



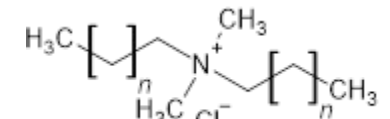
Bildquelle: KI-generierte Grafik mit ChatGPT/OpenAI, erstellt am 11.09.2026.



ATMAC



BAC



DADMAC

$$\Sigma QAV_6 = \text{ATMAC C10} + \text{ATMAC C12} + \text{BAC C12} + \text{BAC C14} + \text{DADMAC C10} + \text{DADMAC C12}$$

Einfluss der Schlammstabilisierung: Quartäre Ammoniumverbindungen (QAV)

KA 4 und 5 Klärschlammstabilisierung: mesophile Faulung

Vergleich eine deutlich höhere QAV-Belastung im KS

Indirekteinleiter:

- Lebensmittelindustrie, Krankenhaus, Schwimmbad
- Keine signifikant erhöhten Zulaufkonzentrationen

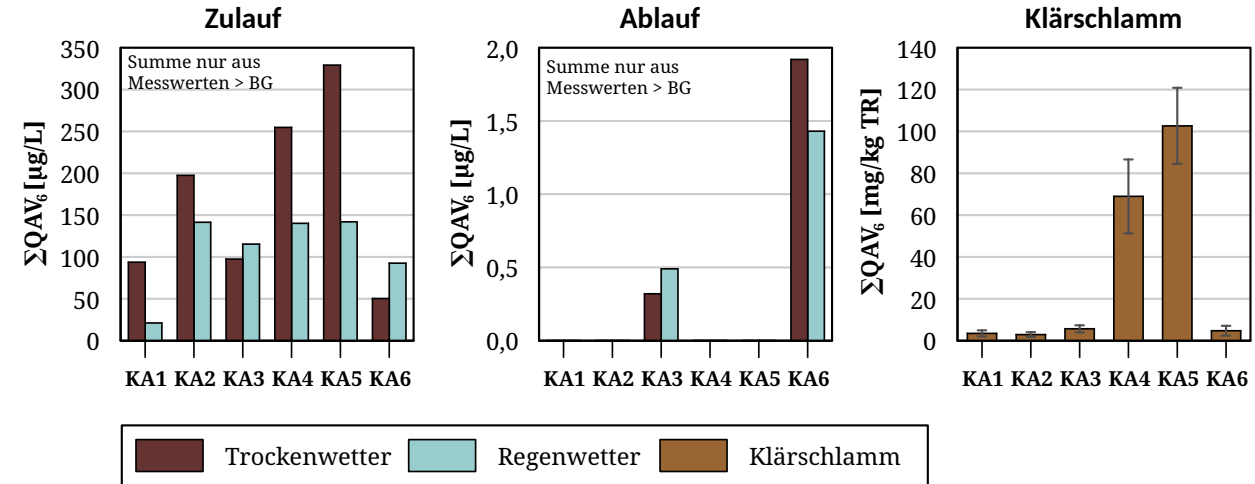
Erklärungsansatz:

QAV neigen zur Adsorption an Primärschlamm und Belebtschlammflocken (Mongelli et al.2025).

- Unter anaeroben Bedingungen findet kaum ein Abbau von QAV im KS statt (Zhang et al.,2025; Mulder et al., 2019)

Primärschlamm geht direkt in anaerobe Behandlung

→ weiterer Forschungsbedarf



$$\Sigma QAV_6 = \text{ATMAC C10} + \text{ATMAC C12} + \text{BAC C12} + \text{BAC C14} + \text{DADMAC C10} + \text{DADMAC C12}$$

Spurenstoffeinträge durch Klärschlammaufbringung

- AbfKlärV (2017): Höchstens 5 t KS/ ha in 3 Jahren
- Limitierender Faktor: häufig P_2O_5 , je nach Kultur und Boden
- Keine Ausbringung: Ökologischen Landbau, auf Dauergrünland, im Forst sowie im Obst und Gemüsebau

Annahmen für Berechnung des Düngedarfs (DüV §4):

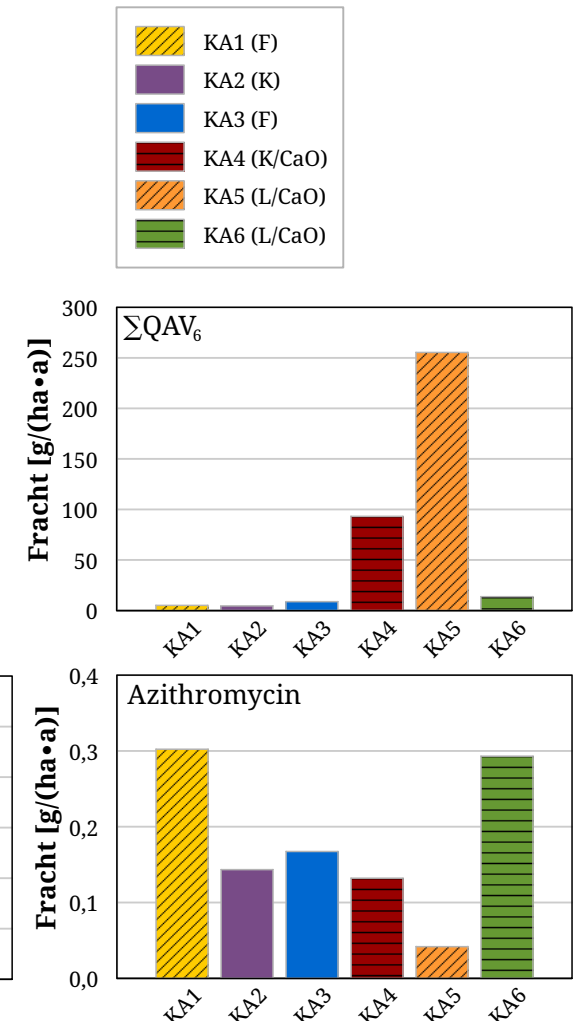
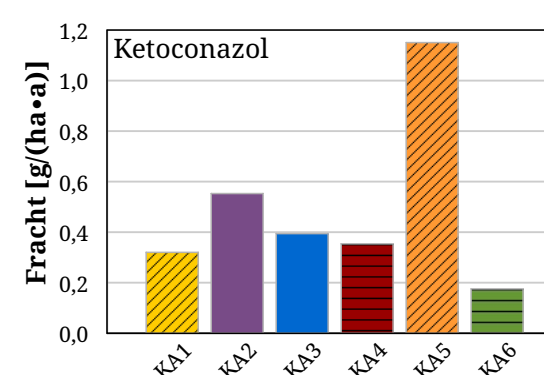
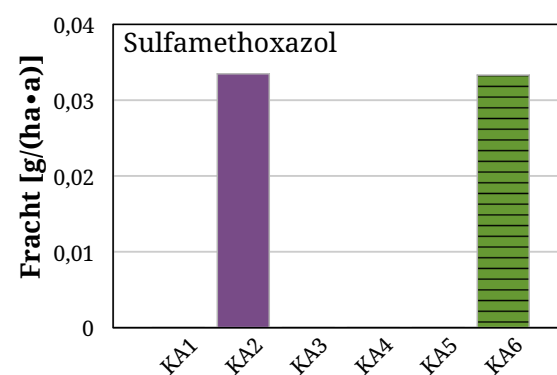
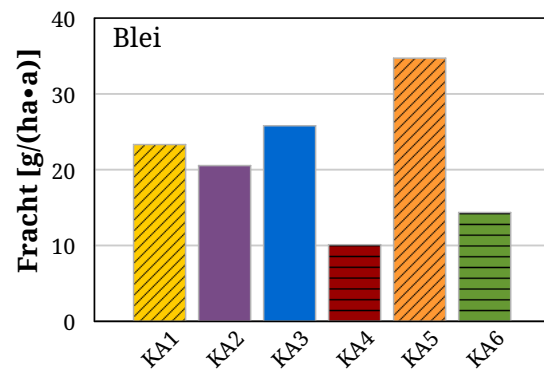
Annahmen:	Werte:	Kommentar:
Fläche [ha]:	1	
Bodengehaltsklasse:	C	anzustreben
Humusgehalt [%]:	0-4 %	humusarm bis humos
P_2O_5 -Gehalt im Boden [mg P_2O_5 /100 g]:	9 - < 17	nach DL-Methode in luftgetrockneten Boden
Kultur:	Silomais (32 % TS)	
Nährstoffbedarf [kg P_2O_5 /dt]:	0,245	
Silomaiserträge [dt FM/ha]:	450	
P_2O_5 -Bedarf [kg/ha]:	110,3	

Ausbringung je nach Kläranlage zwischen 1,35 bis 2,90 t/(ha • a)



Spurenstoffeinträge durch Klärschlammaufbringung

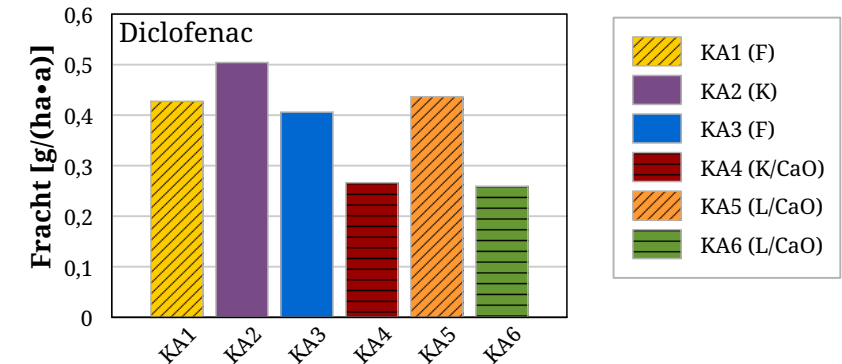
- Kein klares Muster bei den Kläranlagen für Spurenstoffeinträgen erkennbar
- Stoffe wie z. B. Sulfamethoxazol, Trimethoprim, Metformin wenige mg/(ha • a)
- Die meisten Arzneistoffe im Bereich bis ca. 1 g/(ha • a)
- Schwermetalle und ΣQAV_6 : mehrere g/(ha • a)



Spurenstoffeinträge durch Klärschlammaufbringung

Beispiel: Diclofenac KA4 (GK 4a):

- Klärschlamm: 424,5 t TS/a
- Fracht: 0,27 g/ha • a
- Fracht KA: 83,6 g Diclofenac/a über den Klärschlammpfad
- Entspricht: **72 Tuben** Schmerzgel (100 g mit 11,6 mg/g Wirkstoff)
- Entspricht etwa 5 % der gesamten emittierten Jahresfracht von KA4 (Ablauf + Klärschlamm)
- JD-UQN für Oberflächengewässer: 0,04 µg/L
- Kein zur Sorption an Belebtschlamm neigender Stoff (K_d etwa 100 L/kg TS)
- Möglicher Eintrag in Oberflächengewässer durch Drainagen oder Bodenauswaschungen?

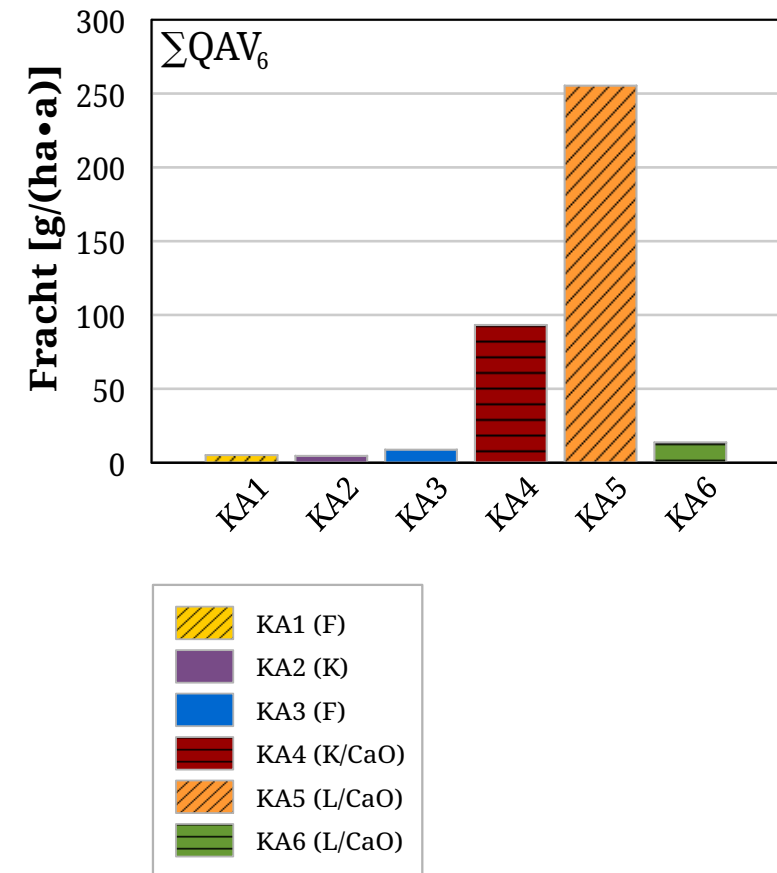


Quelle: https://www.easyapotheke.de/product/voltaren-actigo-schmerzgel-11-6-mg-g.958013.html?srsltid=AfmBOorm06x6tEz-3GxLxLBjNghrM2DzcaTSp2s07IS_3XaatSmHc2_ (aufgerufen am 24.06.2026)

Spurenstoffeinträge durch Klärschlammaufbringung

Beispiel: ΣQAV_6 KA4 (GK 4a):

- Klärschlamm: 424,5 t TS/a
- Fracht: 93,2 g/ha • a
- Fracht KA: 29,3 kg ΣQAV_6 /a über den Klärschlammfad
- Entspricht > 99 % der emittierten Jahresfracht von KA4 (Ablauf + Klärschlamm)
- Hohe Sorptionsneigung gegenüber Belebtschlamm (K_d zwischen 37 - 8.011.267 L/kg TS)



Vereinfachte Risikoanalyse der Spurenstoffbelastung im Klärschlamm

Problem: i. d. R. keine PNEC für das Medium Klärschlamm

Berechnung der abgeleiteten Screening PNEC Klärschlamm:

- Vereinfachte Risikoanalyse im Medium Klärschlamm ¹
- Einbezug von aktuellen JD-UQN und JD-UQN Vorschlägen für die untersuchten Stoffe im Medium Wasser ($PNEC \approx JD\text{-}UQN$)
- Sorptionskonstanten (K_d) für Belebtschlamm aus der Literatur

$$PNEC^*_{Schlamm} = K_d \cdot PNEC_{Wasser}$$

Einordnung des Risikoquotienten (RQ):

RQ > 1 hohes Risiko

RQ 0,1 bis 1: mittleres Risiko

RQ < 0,1: geringes Risiko

Berechnung RQ Klärschlamm:

$$RQ = \frac{w_{Schlamm}}{PNEC^*_{Schlamm}}$$

Grenzen der vereinfachten Risikoanalyse:

- Screening $PNEC^*_{Schlamm} \rightarrow$ nur erste Einschätzung des potenziellen Risikos
- Keine Betrachtung der Prozesse im Medium Boden

¹ wie bei Camotti Bastos et al., 2020; Martín et al., 2012; Styszko et al., 2022 nach dem Equilibrium-Partitioning-Ansatz des EC-TGD (2003)

PNEC: Predicted No Effect Concentration

Vereinfachte Risikoanalyse der Spurenstoffbelastung im Klärschlamm

RQ_{Mittel} : arithmetischer Mittelwert (n = 72 Proben)

RQ_{Max} : Maximalwert (n = 72 Proben)

RQ_{Mittel}
14 Stoffe >1
8 Stoffe 0,1 bis 1
9 Stoffe < 0,1

RQ_{Max}
19 Stoffe >1
6 Stoffe 0,1 bis 1
6 Stoffe < 0,1

Etwa 60 % der Stoffe zeigen ein $RQ_{Max} > 1$:

Azithromycin: 78,9

Diclofenac: 198,4

ATMAC-C10: 311

Achtung: Im Medium Klärschlamm

Stoff	JD-UQN/ PNEC _{Wasser} ¹ [µg/ L]	K_d ² [L/ kg TR]	PNEC ³ _{Schlamm} [mg/ kg TR]	RQ_{Mittel} ⁴ []	RQ_{Max} ⁵ []
1. Schwermetalle					
Arsen	0,5	k.D.	n.d.	n.d.	n.d.
Blei	1,20	5.650	7	1,8	3,2
Cadmium	0,08	19.900	2	0,3	0,7
Chrom	3,4	k.D.	n.d.	n.d.	n.d.
Kupfer	8,2	13.900	114	3,0	10,1
Nickel	4	3.940	16	1,1	1,7
Zink	10,9	6.270	68	8,6	18,6
2. Arzneistoffe					
Azithromycin	0,019	384	0,007	11,5	78,9
Carbamazepin	2,5	57	0,143	0,5	2,1
Ciprofloxacin	0,10	351	0,035	5,0	20,9
Diclofenac	0,04	89	0,004	62,4	198,4
Gabapentin	1000	165	165	0,0	0,0
Ketoconazol	0,05	8.500	0,425	0,6	2,4
Metformin	5	100	0,500	0,1	0,2
Metoprolol	8,6	91	0,780	0,2	0,6
Sulfamethoxazol	0,60	181	0,108	0,2	0,4
Trimethoprim	120	234	28,06	0,0	0,0
Valsartan	560	31	17,58	0,0	0,1
Valsartansäure	640	31	19,84	0,0	0,1
Venlafaxin	0,088	222	0,020	2,9	10,6
Venlafaxin-O-desmethyl	0,088	58	0,005	16,5	101,5
3. Pflanzenschutz und Desinfektionsmittel					
DEET	88	81	7,15	0,0	0,0
Triclocarban	0,21	3891	0,817	0,1	0,4
Triclosan	0,02	15569	0,311	0,3	1,2
4. Perfluorierte Verbindungen (PFAS)					
PFBA	0,11	k.D.	n.d.	n.d.	n.d.
PFBS	0,10	14	0,001	2,6	8,7
PFOA	0,03	217	0,007	0,6	1,9
PFOS	0,00065	614	0,000	12,8	38,0
5. Quartäre Ammoniumverbindungen (QAV)					
ATMAC-C10 ⁶	0,42	11	0,005	58,3	311,0
ATMAC-C12 ⁶	0,42	37	0,016	5,6	23,7
BAC-C12	0,42	21.147	8,88	1,3	6,8
BAC-C14	0,342	31.587	10,80	0,4	1,9
DADMAC-C10	1,1	4.035.014	4.438,51	0,0	0,0
DADMAC-C12 ⁷	1,1	38.200	42,02	0,0	0,0

Risikoanalyse der Spurenstoffbelastung im Klärschlamm

Bei einer vereinfachten Annahme von 0,5 kg TR Klärschlamm pro Jahr und m² kann von einem Verdünnungsfaktor von etwa 680 ausgegangen werden¹

Für einige Stoffe ergeben sich weiterhin **RQ zwischen 0,1 bis 1:**

- Azithromycin: 0,12
- Diclofenac: 0,29
- ATMAC-C10: 0,46

Unsicherheiten:

- Datenlage und Vereinfachung
- $K_{dBoden} / K_{dSchlamm}$ (abhängig von Bodenart)
- $PNEC_{Boden}$ häufig nicht bekannt
- größere Klärschlammaggregate ?
- Prozesse im Ackerboden weitgehend unbekannt (z. B. biologischer Abbau und diffuse Einträge in Oberflächengewässer/Grundwasser)



Bildquelle: KI-generierte Grafik mit ChatGPT/OpenAI, erstellt am 25.06.2026

¹ Einarbeitungstiefe von 20 cm und Bodendichte von 1700 kg/m³ nach Technischen Leitliniendokument zur Risikobewertung der Europäischen Kommission EUR 20418 EN/2

Zusammenfassung

- Spurenstoffbelastung der untersuchten Klärschlämme lagen zum Großteil im Bereich der Referenzwerte
- Klärschlämme mit einer mesophilen Faulung wiesen in den Untersuchungen im Vergleich eine erhöhte QAV-Belastung auf
- Theoretisch berechnete Spurenstoffeinträge auf Ackerflächen durch Klärschlammaufbringung, je nach Stoff (-gruppe), im Bereich von wenigen mg bis mehreren g pro Hektar und Jahr
- Vereinfachte Risikoabschätzung zeigte, dass bei einer Worst-Case-Betrachtung bei > 60 % der untersuchten Stoffe potentielle Risiken bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung nicht ausgeschlossen werden können.

→ Insgesamt besteht weiterer Forschungsbedarf:

Zusammenhänge mesophiler Faulung und erhöhte QAV-Belastung in Klärschlämmen

Verhalten und Pfade von Spurenstoffen nach der Klärschlammausbringung sind bislang unzureichend untersucht

weitergehenden Risikoanalyse für die bodenbezogene Verwertung von Klärschlamm

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Anna-Kathrin Retschko
Technische Hochschule Lübeck
Kompetenzzentrum Angewandte Wasserforschung
Fachbereich Bauwesen, Labor für Siedlungswasserwirtschaft

Mail: anna-kathrin.retschko@th-luebeck.de
Tel: +49 4533 204 49 15

Besucheradresse:

Technische Hochschule Lübeck
Versuchs- und Ausbildungskläranlage (VAK) Reinfeld
Hamburger Chaussee 47
23858 Reinfeld

Quellen:

Camotti Bastos, M., Soubrand, M., Le Guet, T., Le Floch, É., Joussein, E., Baudu, M., Casellas, M., 2020. Occurrence, fate and environmental risk assessment of pharmaceutical compounds in soils amended with organic wastes. *Geoderma* 375, 114498. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114498>

EC-TGD, 2003. Technical guidance document on risk assessment, Part II, EUR 20418 EN/2. European Commission, Joint research centre

Kümmerer, K., Eitel, A., Braun, U., Hubner, P., Daschner, F., Mascart, G., Milandri, M., Reinthaler, F., Verhoef, J., 1997. Analysis of benzalkonium chloride in the effluent from European hospitals by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography with post-column ion-pairing and fluorescence detection. *Journal of Chromatography A* 774, 281–286. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(97\)00242-2](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(97)00242-2)

- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbericht 34, Verbreitung von PFT in der Umwelt: Ursachen-Untersuchungsstrategie-Ergebnisse-Maßnahmen, Recklinghausen, Nordrheinwestphalen
https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30034.pdf (2011) (zuletzt geprüft am 20.05.2024)
- Martín, J., Camacho-Muñoz, D., Santos, J.L., Aparicio, I., Alonso, E., 2012. Occurrence of pharmaceutical compounds in wastewater and sludge from wastewater treatment plants: Removal and ecotoxicological impact of wastewater discharges and sludge disposal. *Journal of Hazardous Materials* 239–240, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.04.068>
- Mulder, Ines; Siemens, Jan; Sentek, Valerie; Amelung, Wulf; Smalla, Kornelia; Jechalke, Sven (2018): Quaternary ammonium compounds in soil: implications for antibiotic resistance development. In: *Rev Environ Sci Biotechnol* 17 (1), S. 159–185. DOI: 10.1007/s11157-017-9457-7.
- Mongelli, A., Larsson, Y., Koning, J.T., Bester, K., 2025. Removal of Quaternary Ammonium Compounds (QACs) in Wastewater Treatment: Resolving the Contributions of Biodegradation and Sorption. *ACS EST Water* 5, 3831–3842. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.5c00196>
- Styszko, K., Durak, J., Kończak, B., Głodniok, M., Borgulat, A., 2022. The impact of sewage sludge processing on the safety of its use. *Sci Rep* 12, 12227. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16354-5>
- Uhl, M., Gans, O., Grillitsch, B., Fürhacker, M., Kreuzinger, N., 2005. Grundlagen zur Risikoabschätzung für quaternäre Ammoniumverbindungen.
- Zhang, C., Cui, F., Zeng, G., Jiang, M., Yang, Z., Yu, Z., Zhu, M., Shen, L., 2015. Quaternary ammonium compounds (QACs): A review on occurrence, fate and toxicity in the environment. *Science of The Total Environment* 518–519, 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.007>

Stoffe Übersicht

Ifd. Nr.	Stoff	CAS-Nr.	Vorkommen/ Einsatz
1. Schwermetalle			
1	Arsen (As)	7440-38-2	
2	Blei (Pb)	7439-92-1	
3	Cadmium (Cd)	7440-43-9	
4	Chrom (Cr)	7440-47-3	
5	Kupfer (Cu)	7440-50-8	
6	Nickel (Ni)	7440-02-0	
7	Zink (Zn)	7440-66-6	
2. Arzneistoffe			
8	Azithromycin ^{*1}	83905-01-5	Antibiotikum (Makrolid)
9	Carbamazepin	298-46-4	Antiepileptikum
10	Ciprofloxacin	85721-33-1	Antibiotikum (Fluorchinolon)
11	Diclofenac	15307-86-5	nichtsteroidales Antirheumatikum
12	Gabapentin	60142-96-3	Antiepileptikum
13	Ketoconazol ^{*1}	65277-42-1	Antimykotikum
14	Metformin	657-24-9	Antidiabetikum
15	Metoprolol	51384-51-1	Betablocker
16	Sulfamethoxazol	723-46-6	Antibiotikum (Sulfonamid)
17	Trimethoprim	738-70-5	Antibiotikum (Sulfonamid)
18	Valsartan	137862-53-4	Antihypertensivum
19	Valsartansäure	164265-78-5	Derivat von Valsartan
20	Venlafaxin	93413-69-5	Antidepressivum
21	Venlafaxin-O-desmethyl	93413-62-8	Derivat von Venlafaxin
3. PSM (Biozide, Bakterizide etc.) / Desinfektionsmittel			
22	Diethyltoluamid (DEET)	134-62-3	Insektizid, Anti-Repellent
23	Triclocarban ^{*1}	101-20-2	Desinfektionsmittel
24	Triclosan	3380-34-5	Desinfektionsmittel
4. Perfluorierte Verbindungen (PFC)			
25	Perfluorbutansäure (PFBA)	375-22-4	Imprägnierung etc.
26	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	375-73-5	ersetzt PFOS zur Imprägnierung
27	Perfluorooctansäure (PFOA)	335-67-1	seit 2020 in der EU fast gänzlich verboten
28	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	1763-23-1	Insektizid, Galvanisierung, Feuerlöscher
5. quaternären Ammoniumverbindungen (QAAQ)			
29	ATMAC-C10	10108-87-9	Desinfektionsmittel
30	ATMAC-C12	112-00-5	Desinfektionsmittel
31	BAC-C12	139-07-1	Desinfektionsmittel
32	BAC-C14	139-08-2	Desinfektionsmittel
33	DADMAC-C10	7173-51-5	Desinfektionsmittel
34	DADMAC-C12	3401-74-9	Desinfektionsmittel

Kläranlagen im Messprogramm

Kläranlage	KA1	KA2	KA3*	KA4	KA5	KA6
Größenklasse	3	4	3	4a	4	4
Gruppe	1	3	1	3	2	2
Anschlussgröße (EW)	4.476	7.647	6.978	45.000	20.400	15.000
Abwasserzusammensetzung	Häuslich, Alten- und Pflegeheime, Hospiz, Milchkuh-, Rindermast- und Schweinemastbetrieb	überwiegend häuslich, Alten- und Pflegeheim, Pharmaziebetrieb (nur noch Verwaltung und Labor)	häuslich	häusliches Abwasser, Krankenhaus (126 Betten), 50% von Starterkulturhersteller	häuslich, Krankenhaus (170 Betten)	Schlachthof , Fleischwarenfabrik, etwa 3.000 EW häusliches Abwasser
Verfahren	SBR (m/b/n/d/bio-p/p), FeCl ₃	Durchlaufanlage mit zwei Straßen, (m/b/n/d/p), FeClSO ₄	Belebung (intermittierend) Schlammalter 38 d, FeCl ₃	Durchlaufanlage und SBR, (m/b/n/d/bio-p/p/f), FeCl ₃	Durchlaufanlage (m/b/n/d/p/f), FeClSO ₄	SBR (m/b/n/d/bio-p/p), FeCl ₃
Klärschlamm	Statische Eindickung im Stapelbehälter (1250 m ³)	ÜSS – Eindicker – Zentrifuge	ÜSS - Voreindicker - Stapelbehälter (1200 m ³ und 900 ³)	ÜSS -Voreindicker - Scheibeneindicker - Faulung – Nacheindicker-Zentrifuge	ÜSS - Bandeindicker - Ultraschalldesintegration-Faulbehälter – Siebbandpresse	ÜSS – Stapel-Voreindicker - Zentrifuge
Klärschlammeigenschaften	Kein CaO, kein Polymer, Abholung halbjährlich	Kein CaO, Polymer, Abholung wöchentlich (Container)	Kein CaO, kein Polymer, Abholung etwa alle 4 Monate ²	CaO, synthetisches Polymer, Abfuhr wöchentlich (Container)	CaO, Polymer, Lagerung unter freiem Himmel, Abholung halbjährlich	Branntkalk, Polymer, Lagerung unter Dach, Abholung halbjährlich
Klärschlammmenge [t TS/a] ¹	48,2	97,6	80,2	424,5	371,2	319,0