

TEXTE

56/2024

Fällmittelnotstand bei der Abwasserbehandlung

Fachgutachten

von:

Prof. Dr. Ing. Matthias Barjenbruch
FG Siedlungswasserwirtschaft, TU Berlin, Berlin

Cora Eichholz
FG Siedlungswasserwirtschaft, TU Berlin, Berlin

Prof. Dr. Ing. Peter Hartwig
aqua & waste International GmbH, Hannover

Herausgeber:
Umweltbundesamt

TEXTE 56/2024

Projektnummer 177067

FB001256

Fällmittelnotstand bei der Abwasserbehandlung

Fachgutachten

von

Prof. Dr.-Ing. Matthias Barjenbruch

FG Siedlungswasserwirtschaft, TU Berlin, Berlin

Cora Eichholz

FG Siedlungswasserwirtschaft, TU Berlin, Berlin

Prof. Dr.-Ing. Peter Hartwig

aqua & waste International GmbH, Hannover

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
E-Mail-Adresse: buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, TU Berlin
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin

Prof. Dr.-Ing. Peter Hartwig
aqua & waste International GmbH, Hannover

Abschlussdatum:

Juli 2023

Redaktion:

Fachgebiet III 2.6 Abwassertechnikforschung, Abwasserentsorgung
Dr. Claus Gerhard Bannick

Publikationen als pdf:
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Fällmittelnotstand bei der Abwasserbehandlung

Die Energie- und Lieferkrise resultierend aus dem Krieg in der Ukraine haben besonders die Abwasserentsorger in große Schwierigkeiten gebracht. Vor allem die Produktions- und Lieferprobleme bei der Fällmittel-Herstellung, aber auch bei weiteren Zusatzstoffen wie Flockungsmitteln oder Kohlenstoff (C)-Quellen etc. haben gezeigt, dass die heutige Klärtechnik nicht krisenfest aufgestellt ist und resilienter werden muss. Besonders betroffen ist die Bereitstellung von Fällmitteln für die Phosphorelimination, aber auch in der Trinkwasseraufbereitung.

Ziel dieses Forschungsberichts ist es, die benötigte Fällmittelmenge für Deutschland hinsichtlich chemischer Phosphorelimination zu ermitteln, sowie die voraussichtlichen Fehlmengen aufgrund der Mangellage zu berechnen. Weiterhin werden Lösungsmöglichkeiten identifiziert, wie Fällmittel eingespart oder substituiert werden kann (Arbeitspaket 1). Es werden Hilfestellungen für die Praxis und Modifikationen des Betriebsablaufes formuliert (Arbeitspaket 2), und wie sich der verfahrenstechnische Einfluss von regulatorischen Änderungen auf den Betrieb auswirkt (Arbeitspaket 3). Zur Datenermittlung einer sinnvollen Beantwortung der Fragestellung wurden geeignete Umfragen bei Betreibern, Herstellern und Behörden durchgeführt (Arbeitspaket 4). Es wird eine Empfehlung gegeben wie ein Weg zur resilienteren Abwasserwirtschaft mit Fokus auf die Phosphorelimination aussehen kann. Der Fokus des Gutachtens liegt hierbei auf den abwassertechnischen Fragen. Die Situation in der Industrie (Direkt- und Indirekteinleiter) sowie im Trinkwasserbereich wird aber mitbetrachtet.

Abstract: Precipitant shortage in wastewater treatment

The energy and supply crisis resulting from the war in Ukraine has caused great difficulties for wastewater treatment companies in particular. Above all, the production and supply problems with precipitant production, but also with other additives such as flocculants or carbon (C) sources, etc., have shown that today's wastewater treatment technology is not crisis-proof and must become more resilient. The provision of precipitants for phosphorus elimination is especially affected, but also in drinking water treatment.

The aim of this research report is to determine a required precipitant quantity for Germany with regard to chemical phosphorus elimination, as well as the expected shortfalls due to the shortage situation. Furthermore, possible solutions are identified how precipitant can be saved or substituted (work package 1). Practical assistance and modifications to the operating procedure will be formulated (work package 2), and how the procedural impact of regulatory changes will affect operations (work package 3). Appropriate surveys were conducted to gather data for a meaningful response to the question (work package 4). A recommendation is given on how a path to more resilient wastewater management with a focus on phosphorus elimination could look like. The focus of the report is on the wastewater technical issues. The situation in the industry (direct and indirect dischargers) as well as in the drinking water sector will be considered.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	9
Abkürzungsverzeichnis.....	13
Zusammenfassung.....	15
Summary	19
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	23
2 Arbeitspaket 1: Qualität und Mengen benötigter Fällmittel	28
2.1 Die Ermittlung der Fällmittelmengen.....	28
2.2 Welche nicht nach DWA eingesetzten Fällmittel wären als Substitut grundsätzlich geeignet? Welche Quellen gibt es in Deutschland? Welche Mengen lägen vor?	57
2.3 Wie ist der Fällmitteleinsatz mit unterschiedlichen Ablaufwerten korreliert bei verschiedenen Anlagen?	59
2.4 Welche Fällmittelmengen können von der Industrie bereitgestellt werden (orientierende Umfrage)?	64
3 Arbeitspaket 2: Hilfestellungen für die Praxis und Modifikationen des Betriebsablaufes	76
3.1 Literaturrecherche: Zusammenstellung der P-relevanten Regelwerke der DWA	76
3.2 Betrachtung zum Probenahme-Regime (Eigenüberwachung, qualifizierte Stichprobe zu 24-h Mischprobe etc.)	79
3.3 Welche Sofortmaßnahmen können auf Kläranlagen umgesetzt werden, um den Fällmittelbedarf zu senken? (Bei weitestgehender Einhaltung der P-Überwachungswerte)	88
3.4 Welche Wirkung haben Fällmittel bei verschiedenen Anlagentypen: Vor-, Simultan – und Nachfällung (2-Punktfällung), unterstützende Fällung bei Bio-P (spezifisch und unspezifisch)?	89
3.4.1 Dossierstellen für das Fällmittel	89
3.4.2 Spezifische Fällmittelbedarf.....	90
3.4.3 Einpunktfällung / Zweipunktfällung.....	91
3.4.4 Einfluss des P-Ablaufwertes auf die erforderliche Fällmittelmenge.....	93
3.5 Welche technischen Voraussetzungen müssten für eine Bio-P gegeben sein? Wie lang würde eine Umrüstung dauern? Wie hoch lägen die Kosten? Folgen?	94
3.6 Wie viel Fällmittel ließen sich durch Umstellung, verstärkten Einsatz durch Bio-P-Fällung einsparen?	101
3.7 Welche Anlagen führen eine biologische P-Elimination durch?	102
3.8 Was würde passieren, wenn es keine Fällmittel mehr gibt?	103
3.9 Bei welchem Anteil von Kläranlagen kann davon ausgegangen werden, dass tradierte Verfahrensabläufe auf der Kläranlage zu unnötigem Fällmitteleinsatz führen?	104
3.10 Welche Möglichkeiten gibt es zur Reduktion von Fällmitteln insgesamt? (z.B. über verstärkte Bio-P)	105
3.11 Welche Anlagen haben welche Einleitwerte?.....	105
3.12 Welche Restmenge fehlt (in Abhängigkeit der Ablaufwerte)?	116

4	Arbeitspaket 3: Einfluss von regulatorischen Änderungen auf Verfahrenstechnik und Betrieb.....	118
5	Arbeitspaket 4: Umfrage bei Betreibern und Herstellern.....	120
A	ANHANG.....	121
6	Quellenverzeichnis.....	212

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht über die unterschiedlichen, operationell definierten Phosphorspezies	25
Abbildung 2:	Stand der P-Elimination in Deutschland (Pges-Mittelwerte im Kläranlagenablauf 1992-2021 aus DWA Leistungsvergleich	26
Abbildung 3:	Pges-Konzentration im Zulauf je GK und Bundesland.....	26
Abbildung 4:	Pges-Fracht im Zulauf je GK und Bundesland	27
Abbildung 5:	Umfragebereich des Gutachtens	30
Abbildung 6:	Beteiligung je Bundesland an der Umfrage	31
Abbildung 7:	Aufteilung je GK im Abwassersektor der Umfrage	32
Abbildung 8:	Aufschlüsselung Umfrage Industrie nach Direkt und Indirekteinleitern	33
Abbildung 9:	Zeitraum für Weiterführung des Normalbetriebs.....	35
Abbildung 10:	Aktueller Einsatz alternativer Fällmittel nach DWA A 202.....	35
Abbildung 11:	Geplanter Einsatz alternativer Fällmittel nach DWA A 202	36
Abbildung 12:	Geplanter Einsatz alternativer Fällmittel nicht nach DWA A 202	36
Abbildung 13:	Befürchtung der Beeinträchtigung der Anlage durch alternative Fällmittel	37
Abbildung 14:	Art der Phosphorelimination	38
Abbildung 15:	Phosphorkonzentration im Zulauf	39
Abbildung 16:	Phosphorkonzentration im Ablauf.....	39
Abbildung 17:	Prozentuale Verteilung Nutzung Fällmittel nach DWA A 202.....	40
Abbildung 18:	Preissteigerung Fällmittel gesamt alle in Bezug auf 2021	45
Abbildung 19:	Kläranlage: Preissteigerung Fällmittel in netto [%] 2021 zu 2022	46
Abbildung 20:	Kläranlage: Preissteigerung Fällmittel in netto [€/t] 2021 zu 2022	46
Abbildung 21:	Industrie: Preissteigerung Fällmittel in netto [%] 2021 zu 2022... ..	47
Abbildung 22:	Industrie: Preissteigerung Fällmittel in netto [€/t] 2021 zu 2022. ..	47
Abbildung 23:	Verfahrenstechnische Anpassungen möglich? Bezug auf Gesamtheit aller Befragten.....	48
Abbildung 24:	Verfahrenstechnische Anpassungen möglich? Nein-Antworten gegliedert nach GK.....	48
Abbildung 25:	Aufteilung nach Bundesland im Bereich Trinkwasser.....	51
Abbildung 26:	Prozentuale Verteilung der Nutzung unterschiedlicher Fällmittel im Bereich Trinkwasser	52

Abbildung 27:	Trinkwasser: Preissteigerung Fällmittel in netto [%] 2021 zu 2022	54
Abbildung 28:	Trinkwasser: Preissteigerung Fällmittel in netto [€/t] 2021 zu 2022	54
Abbildung 29:	Trinkwasser: Nutzung alternativer Fällmittel nach §11-Liste	56
Abbildung 30:	Trinkwasser: Ist die TW-Versorgung gefährdet?.....	56
Abbildung 31:	Definition β -Wert	60
Abbildung 32:	β -Wert in Abhängigkeit der erzielbaren $\text{PO}_4\text{-P}$ Ablaufkonzentration aus verschiedenen Untersuchungen.....	61
Abbildung 33:	Erforderliche β -Werte in Abhängigkeit der Verfahrenstechnik (Vorfällung, Simultanfällung)	62
Abbildung 34:	Erforderliche β -Werte bei der reinen Nachfällung	62
Abbildung 35:	Erforderliche β -Werte bei der Kombinationsfällung mit Flockungsfiltration	63
Abbildung 36:	Einflussgrößen auf die Fällung nach Wulf und Scheer 2022	64
Abbildung 37:	In which countries is your company producing? (Kreisdiagramm)	65
Abbildung 38:	In which countries is your company producing? (Karte)	66
Abbildung 39:	Do you usually produce precipitants for wastewater treatment in Germany?.....	66
Abbildung 40:	Do you usually produce precipitants for drinking water treatment in Germany?	67
Abbildung 41:	What are the reasons for the limited production (wastewater and drinking water precipitation sector combined)	72
Abbildung 42:	Can you estimate a time frame when the production can be fully (100%) resumed? (wastewater and drinking water precipitation sector combined)	73
Abbildung 43:	What is needed to restart the production of precipitants? (wastewater and drinking water precipitation sector combined) - WordCloud	73
Abbildung 44:	Is a deterioration in quality to be expected with renewed production?.....	74
Abbildung 45:	Due to the current situation: Have your transport costs increased?	75
Abbildung 46:	Tagesgang Anlage 1.....	80
Abbildung 47:	Box-Whisker-Plot Anlage 1 Abweichung qSP zu 24h-MP	80
Abbildung 48:	Tagesgang Pges Anlage 2	82
Abbildung 49:	Box-Whisker-Plot Anlage 2 Abweichung qSP zu 24h-MP	82
Abbildung 50:	Box-Whisker-Plot Anlage 3 Abweichung qSP zu 24h-MP	83
Abbildung 51:	Box-Whisker-Plot Anlage 4 Abweichung qSP zu 24h-MP	85
Abbildung 52:	Box-Whisker-Plot Anlage 5 Abweichung qSP zu 24h-MP	86
Abbildung 53:	Kennzahlen zur gezielten P-Elimination auf kommunalen Kläranlagen	90

Abbildung 54:	Definition der Kennzahl K_p	90
Abbildung 55:	Zusammenhang zwischen dem erforderlichen Molverhältnis (mol Me/ mol P) in Abhängigkeit der Zulauf- und Ablaufkonzentration	92
Abbildung 56:	Zusammenhang zwischen dem erforderlichen Molverhältnis (mol Me/ mol P) in Abhängigkeit der Zulauf- und Ablaufkonzentration bei Zweipunktfällung.....	93
Abbildung 57:	Prozess der vermehrten biologischen Phosphor-Elimination.....	95
Abbildung 58:	Einsparung von erforderlichem Belebungsbeckenvolumen in Abhängigkeit der Temperatur im Belebungsbecken	96
Abbildung 59:	Fließschema vermehrte Bio-P bei vorgeschalteter Denitrifikation	98
Abbildung 60:	Fließschema vermehrte Bio-P bei vorgeschalteter Denitrifikation mit Winter- und Sommerbetrieb	99
Abbildung 61:	Fließschema vermehrte Bio-P bei Nutzung von freiem Vorklärbeckenvolumen.....	99
Abbildung 62:	Sind bei Ihnen Überschreitungs-Häufigkeiten angezeigt worden?	106
Abbildung 63:	Halten Sie es für möglich, eine Anpassung der Genehmigung über die Winterzeit vorzunehmen?	108
Abbildung 64:	Fällmittel-Gesamtbedarf je Bundesland [in t/a] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023 Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor	122
Abbildung 65:	Fällmittel-Fehlmenge je Bundesland bis 01.06 [in t] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023 Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor	123
Abbildung 66:	Box-Whisker-Plot Anlage 3 Abweichung 2h-MP zu 24h-MP.....	168
Abbildung 67:	Box-Whisker-Plot Anlage 4 Abweichung 2h-MP zu 24h-MP.....	169
Abbildung 68:	Box-Whisker-Plot Anlage 5 Abweichung 2h-MP zu 24h-MP.....	169
Abbildung 69:	Anzahl und Ausbaugröße der am DWA-Leistungsnachweis 2021 beteiligten Kläranlagen nach Größenklassen.....	170

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verschärfte Überwachungswerte einiger Bundesländer im Vergleich zur Abwasserverordnung	24
Tabelle 2:	Umfragebereich Abwasser in EW	31
Tabelle 3:	Umfragebereich Abwasser in EW nach GK	32
Tabelle 4:	Umfragebereich Industriezweige.....	33
Tabelle 5:	Umfragebereich Art der P-Elimination.....	38
Tabelle 6:	Benötigte Jahresmengen in t je Fällmittel Kläranlage + Industrie	40

Tabelle 7:	Benötigte Jahresmengen in t je Fällmittel Industrie	41
Tabelle 8:	Fehlmengen Fällmittel skaliert bis März 2023, Juni 2023 und Ende 2023 in t für Kläranlage und Industrie	42
Tabelle 9:	Mögliche verfahrenstechnische Anpassung zur Fällmittel-Reduktion, sowie prozentuale Verringerung der Fällmittel im Bereich der Kläranlage (n=425).....	49
Tabelle 10:	Mögliche verfahrenstechnische Anpassung zur Fällmittel-Reduktion, sowie prozentuale Verringerung der Fällmittel im Bereich der Industrie (n= 32)	50
Tabelle 11:	Jahresfällmittel-Bedarf im Bereich des Trinkwassers je Fällmittel	52
Tabelle 12:	Jahresfällmittel-Fehlmenge im Bereich des Trinkwassers je Fällmittel bis März 2023, Juni 2023 und Ende 2023	53
Tabelle 13:	Mögliche verfahrenstechnische Anpassungen im Bereich des Trinkwassers zur Fällmittel-Reduktion (n=16)	55
Tabelle 14:	Richtwerte für eisen- und aluminiumhaltige Fällungs- und Flockungsmittel.....	58
Tabelle 15:	Which precipitants are produced for the wastewater treatment in Germany? How much in tons?.....	67
Tabelle 16:	Precipitant producers in wastewater sector – two producers in more detail.....	69
Tabelle 17:	Which precipitants are produced for the drinking water treatment in Germany? How much in tons?.....	70
Tabelle 18:	Precipitant producers in drinking water sector – one producer in more detail.....	71
Tabelle 19:	What is needed to restart the production of precipitants? (wastewater and drinking water precipitation sector combined) - Table.....	74
Tabelle 20:	Liste der gebräuchlichen Fällmittel in der Abwasserreinigung.....	78
Tabelle 21:	Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 1.....	81
Tabelle 22:	Absolutwerte qSP und 24h-MP im Ablauf für Anlage 1.....	81
Tabelle 23:	Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 2.....	82
Tabelle 24:	Absolutwerte qSP und 24h-MP im Ablauf für Anlage 2.....	82
Tabelle 25:	Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 3.....	83
Tabelle 26:	Absolutwerte qSP, 24h-MP und 2h-MP im Ablauf für Anlage 3 ...	84
Tabelle 27:	Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 4.....	85
Tabelle 28:	Absolutwerte qSP, 24h-MP und 2h-MP im Ablauf für Anlage 4 ...	86
Tabelle 29:	Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 5.....	87
Tabelle 30:	Absolutwerte qSP, 24h-MP und 2h-MP im Ablauf für Anlage 5 ...	87
Tabelle 31:	Vergleich Analyse aller Anlagen für qSP zu 24h-MP (alle GK5).....	87
Tabelle 32:	Kennzahl K_p je Anlagentyp.....	91
Tabelle 33:	Vergleich Leistungsvergleich 2021 GK 4 und GK 5: Allgemein + P-Elimination	102

Tabelle 34:	Vergleich Leistungsvergleich 2021 GK 4 und GK 5: P-Abbaugrad in %.....	102
Tabelle 35:	Vergleich Zulauf- und Ablaufkonzentration je Phosphorelimination in mg/l.....	103
Tabelle 36:	Vergleich Leistungsvergleich 2021 GK 4 und GK 5 hinsichtlich ΔDifferenz	104
Tabelle 37:	Wurden Maßnahmen seitens der Behörden zur Unterstützung der Kläranlagen hinsichtlich des Fällmittel-Engpasses ergriffen?	107
Tabelle 38:	Wie viele Anlagen haben in Baden-Württemberg niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? In Intervallen	109
Tabelle 39:	Wie viele Anlagen haben in Bayern niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? In Intervallen	110
Tabelle 40:	Wie viele Anlagen haben in Niedersachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - In Intervallen	110
Tabelle 41:	Wie viele Anlagen haben in Nordrhein-Westfalen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall	111
Tabelle 42:	Wie viele Anlagen haben in Rheinland-Pfalz niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?.....	112
Tabelle 43:	Wie viele Anlagen haben in Saarland niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall	113
Tabelle 43:	Wie viele Anlagen haben in Sachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - Im Intervall	113
Tabelle 45:	Wie viele Anlagen haben in Sachsen-Anhalt niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall	114
Tabelle 46:	Wie viele Anlagen haben in Schleswig-Holstein niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall	114
Tabelle 47:	Wie viele Anlagen haben in Thüringen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall	115
Tabelle 48:	Angepasste Einleitgrenzwerte für sensible Gewässer aufgeschlüsselt nach GK und Bundesland.....	116
Tabelle 49:	Übersicht übermittelte sensible Gewässer für teilgenommene Bundesländer	116
Tabelle 50:	Fehlmengen Fällmittel skaliert bis März 2023, Juni 2023 und Ende 2023 in t für die Industrie	121

Tabelle 51:	Fällmittel-Gesamtbedarf je Bundesland [in t/a] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023 Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor	122
Tabelle 52:	Fällmittel- Fällmittel-Fehlmenge je Bundesland bis 01.06 [in t] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023 Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor	123
Tabelle 53:	Frage 10 Umfrage 1: Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?	123
Tabelle 54:	Antworten letzte Frage Umfrage 2: Do you have any further comments / advice / requests regarding the issue of the precipitant emergency?	167
Tabelle 55:	Wie viele Anlagen haben in Baden-Württemberg niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	170
Tabelle 56:	Wie viele Anlagen haben in Bayern niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	173
Tabelle 57:	Sensible Gewässer in Bayern - alle GK 1	175
Tabelle 58:	Sensible Gewässer in Niedersachsen aufgeschlüsselt je GK	191
Tabelle 59:	Wie viele Anlagen haben in Niedersachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	195
Tabelle 60:	Sensible Gewässer in Nordrhein-Westfalen aufgeschlüsselt je GK	197
Tabelle 61:	Wie viele Anlagen haben in Nordrhein-Westfalen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	203
Tabelle 62:	Wie viele Anlagen haben in Saarland niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	206
Tabelle 63:	Wie viele Anlagen haben in Sachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	207
Tabelle 64:	Wie viele Anlagen haben in Sachsen-Anhalt niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	208
Tabelle 65:	Wie viele Anlagen haben in Schleswig-Holstein niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	209
Tabelle 66:	Sensible Gewässer in Thüringen aufgeschlüsselt nach GK	209
Tabelle 67:	Wie viele Anlagen haben in Thüringen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?	211

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Benennung
24h-MP	24-h-Mischprobe
2h-MP	2-h-Mischprobe
AbwV	Abwasser-Verordnung
BB	Brandenburg
BE	Berlin
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Verbraucherschutz
BSB₅	Biologischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
Destatis	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EW	Einwohnerwerte
FM	Fällmittel
Ges P	Gesamter Phosphor
GK	Größenklasse
H₂S	Schwefelwasserstoff
HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
I	Industrie
INCOPA	European Inorganic Coagulants Producers Association
KA	Kläranlage
K_P	Kennzahl K _P setzt die Fällmittelmenge mit der P-Fracht im Zulauf zur Kläranlage in Beziehung
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen

Abkürzung	Benennung
NW	Nordrhein-Westfalen
P	Phosphor
PAOs	Phosphor akkumulierende Organismen
PB o. Bio-P	Biologische Phosphorelimination
PBC	Biologische Phosphorelimination mit Stützfällung
PC	Chemische Phosphorelimination
Phoslock	Lanthanum Modified Bethonite
PO₄-P	Orthophosphat
PRECAphos	Schaefer PRECAphos
PRTR	Schadstoffverbringungs- und Freisetzungsregister
qSP	qualifizierte Stichprobe
RP	Rheinland-Pfalz
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SN	Sachsen
snrP	Gelöster nicht reaktiver Phosphor
ST	Sachsen-Anhalt
TH	Thüringen
TS	Trockensubstanz
TW	Trinkwasser
VTA	Verfahrens Technologische Abwasseraufbereitung Austria GmbH
W	Wasserversorger
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
ß-Wert	Kennzahl zur Charakterisierung des Fällmitteleinsatzes der die dosierte Menge an Metall-Ionen (mol Me) zum Gesamtphosphor an der Dosierstelle (mol P) in Beziehung setzt

Zusammenfassung

Über alle Eintragspfade werden insgesamt ca. 15.400 t Phosphor pro Jahr in die deutschen Oberflächengewässer eingetragen. Die größten Anteile haben kommunalen Kläranlagen und urbane Gebiete über die Kanalisationssysteme mit zusammen über 60 %.

Aktuelle Entwicklungen durch den Krieg in der Ukraine und der daraus resultierenden Energie- und Lieferkrisen haben Ende 2022 eine Notlage in der Fällmittelbereitstellung bei der Abwasserbehandlung und auch in der Trinkwasseraufbereitung verursacht, was mögliche Folgen auf die Gewässerqualität und die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung haben kann. Daher werden in diesem Gutachten die folgenden wesentliche Fragestellungen bearbeitet:

- ▶ Qualität und Mengen benötigter Fällmittel; Ermittlung der benötigten Fällmittel für ganz Deutschland sowie die voraussichtlichen Fehlmengen aufgrund der Mangellage (Arbeitspaket 1).
- ▶ Hilfestellungen für die Praxis und Modifikationen des Betriebsablaufes (Arbeitspaket 2)
- ▶ Verfahrenstechnischer Einfluss von regulatorischen Änderungen (Arbeitspaket 3)

Die Bearbeitung erfolgte auf Basis einer Umfrage (Arbeitspaket 4) bei Betreibern, Herstellern und Wasserbehörden, deren Angaben als Datengrundlage zu Bearbeitung der Fragestellungen diente. Die Umfrage liefen von 01.11.2022 bis 01.01.2023 bzw. bis April 2023 (Behördenumfrage).

Besonders betroffen in dieser Notsituation war die Bereitstellung von Fällmitteln für die Phosphorelimination. Phosphor (P) begünstigt das Pflanzenwachstum und wirkt im Gewässer und in den Randmeeren eutrophierend, was bei absterbender Biomasse und hohen Temperaturen bis hin zur Geruchsbelastung führen kann. Dementsprechend ist der Phosphoreintrag rechtlich reglementiert. Kläranlagen, Direkteinleiter und Indirekteinleiter nutzen hierfür Fällmittel im Zuge der chemischen Phosphorelimination, sowie als „Stützfallung“ bei der biologischen Phosphorelimination.

Zunächst soll auf die rechtlichen Anforderungen für die P-Elimination in Deutschland eingegangen werden. Die Entfernung von Phosphorverbindungen wird gesetzlich erst seit 1989 bundesweit bei Kläranlagen ab der Größenklasse (GK 4) gefordert. Maßgeblich für die Anforderungen an die Abwasserbehandlung ist der Anhang 1 zur Abwasserverordnung (AbwV) (BGBl. I, Nr. 28 v. 22.06.2004, S. 1108). Demnach sind folgende Überwachungswerte im Ablauf der Kläranlagen einzuhalten:

- ▶ 2 mg/l bei 10.000 E (Größenklasse 4) und
- ▶ 1 mg/l ab 100.000 E (Größenklasse 5).

Nach dem Immissionsprinzip gemäß der Oberflächengewässerverordnung (2016) können in Deutschland regional und gewässerspezifisch auch niedrigere Überwachungswerte gefordert werden, was in einigen Bundesländern auch mit verpflichtenden Betriebsmittelwerten umgesetzt wurde. In der aktuellen Diskussion zur Revision der EU-Kommunalabwasserrichtlinie werden Überwachungswerte Phosphor von 0,5 mg/l gefordert.

An der Behörden-Umfrage hinsichtlich verschärfter Phosphor-Überwachungswerte haben 12 von 16 Bundesländer teilgenommen. Insgesamt wurden in den letzten Jahren durch Anpassungen der Bescheide für 2.480 Kläranlagen (etwa ein Drittel aller Anlagen) die Phosphorüberwachungswerte herabgesetzt. Dabei wurden auch für 376 Kläranlagen kleinerer Größenklasse 3 Phosphor-Grenzwerte < 2 mg/l im Ablauf gefordert. Weiterhin wurden 1.066 sensible Gewässer identifiziert. Da nicht alle Bundesländer teilgenommen haben, dürften die Zahlen noch höher liegen.

Beteiligung

Durch die deutschlandweite Umfrage im Rahmen dieses Gutachtens wurden insgesamt 136.460.601 EW auf kommunalen Kläranlagen inkl. Indirekteinleitern erreicht, was 90 % der insgesamt angeschlossenen Einwohnerwerte aus GK 4 und GK 5 entspricht. Aus der Direkteinleitern der Industrie beteiligten 11.966.114 EW. Hinsichtlich der Wasserwerke wurde ein Trinkwasserversorgungsvolumen von 250.582.151 m³/a erfasst, was in Bezug auf der Entnahme aus See- und Talsperren von 39% entspricht.

Ermittlung Fällmittelbedarf und der Phosphorkonzentrationen

Deutschlands Strategie zur Phosphorelimination besteht zu über 50% auf alleinige chemische Entfernung, sowie Stützfällung bei der Bio-P. Im Median erhalten die Kläranlagen im Zulauf eine Phosphorkonzentration von 8 mg/l, abhängig je Einzugsgebiet und Industrieinfluss. Diese wird über die Elimination auf im Median 0,5 mg/l im Ablauf reduziert. Hinsichtlich der Art der Phosphor-Elimination (biologisch oder chemisch) ergab sich aus der abgefragten Datenmenge kein Unterschied bezüglich der Ablaufkonzentration für Phosphor.

Für die chemische P-Elimination wurde Eisen(III)-chlorid als gängigstes Fällmittel bestätigt. Die Ermittlung der benötigten Jahresmenge an Fällmittel für Kläranlage und Industrie ergab insgesamt circa 1.103.734 t/a, wovon die Industrie circa 84.941 t/a nur einen kleinen Anteil ausmacht. Über 50% der Bedarfe an Fällmittel werden über Eisen(III)-chlorid gedeckt. Es wurde weiterhin ein stationäres Bild (Momentaufnahme) der Fällmittelfehlmengen unter Berücksichtigung derzeitiger Lagerbestände und Lieferzusagen für Ende 2022 ermittelt. Bei unveränderter Liefersituation hätte sich bis März 2023 bereits eine Fehlmenge von 91.412 t entwickelt, die zu einer deutlichen Beeinträchtigung der Gewässerqualität geführt hätte bzw. führen würde. Örtlich gesehen würde dies bezogen auf die Bundesländer sehr unterschiedlich ausfallen je nach derzeitiger Situation. Dieser Worst-Case ist bisher nicht aufgetreten, da derzeit die Fällmittelhersteller auf eigenes Risiko bei deutlich erhöhten Preisen und zu letztlich unsicheren Konditionen die Produktion wieder aufgenommen haben. Zum anderen haben die Betreiber alles in ihrer Macht Stehende getan, um Fällmittel unter den jeweils aktuellen örtlichen Gegebenheiten einzusparen. Trotzdem wird die Lage weiterhin als sehr fragil bewertet. Durch die Betreiber-Umfrage konnte eine Preissteigerung für Fällmittel in den unterschiedlichen Befragungsgruppen festgestellt werden. Die prozentuale Preissteigerung Fällmittel netto 2021 zu 2022 verhält sich wie folgt im Median:

- ▶ Kläranlage: + 63%
- ▶ Industrie: + 70%
- ▶ Wasserwerk: + 52%

Bezüglich der Wasserwerke liegt nicht die gleiche Datenmenge vor wie bei den Kläranlagen. In der Industrie ist davon auszugehen, dass kleinere Mengen benötigt werden und die Beschaffung daher teurer ist.

Der Rückgriff auf alternative Fällmittel wird während der Notlage aus Befürchtung der Beeinträchtigung der Anlage eher kritisch gesehen. Außerhalb der Betreiber-Umfrage wurde in diesem Gutachten alternative Fällmittel, die nicht nach DWA A 202 empfohlen werden, recherchiert und deren Anwendungsbereiche (z.B. PRECAphos, VTA-Produkte, FerroSorp) vorgestellt.

Ein Fünftel der Befragten sah verfahrenstechnische Anpassungen zur Reduktion von Fällmitteln als möglich an. Bei den Kläranlagen wurde als besonders häufige Maßnahme die Vermeidung von Überdosierung angegeben. Weiterhin wurde der Wechsel zu Bio-P (PB) aufgeführt. Viele

verfahrenstechnische Anpassungen zielten auf die Optimierung und Automatisierung der Dosierung ab, sowie einer Online P-Messung.

Die Betreiberumfrage zeigt, dass die Datengrundlage für den Trinkwasser-Bereich geringer ist. Insgesamt wurde die Abhängigkeit der Trink- und Abwasserbranche von Lieferketten weiter bestätigt, sowie die prekäre Fluktuation der Preise. Hierfür sollten mittel- bis langfristig Lösungen gefunden werden, um die Betreiber zu entlasten und die Trink- und Abwasserbranche resilienter werden zu lassen.

In einer weiteren europaweiten Umfrage wurde über das Fällmittel-Netzwerk INCOPA eine Einschätzung seitens der Fällmittel-Hersteller für Deutschland erlangt. Insgesamt wurde mit dieser Umfrage jedoch nur knapp 50% der benötigten jährlichen Fällmittelmenge erfasst. Je nach Hersteller gab es unterschiedliche Herangehensweise mit dem Engpass umzugehen: Zum Umfragezeitpunkt Ende 2022 wurde in manchen Produktionen auf andere Fällmittel umgeschwenkt, beispielsweise auf Aluminiumchlorid oder Aluminiumsulfat. Hinsichtlich Eisen(II)-chlorid und Eisen(III)-chlorid wurde für manche Produktionen eine Zunahme prognostiziert. Dies lässt sich durch den derzeitigen Trend, mit auf Halde produzieren, bestätigen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Fällmittel-Hersteller unterschiedlich von den Produktions-Engpässen betroffen sind und waren. Manche Industrien hatten oder haben gar keine Engpässe, andere sind auf die Produktion alternativer Fällmittel umgestiegen. Als Hauptproblem wurde die nicht Verfügbarkeit von Roh-, sowie Hilfsstoffen (vor allem Salzsäure) identifiziert. Die Reaktion der Hersteller lässt sich vor allem im angestiegenen Fällmittel-Preis wiederfinden.

Innerhalb des Arbeitspaket 2 wurden Hilfestellungen für die Praxis und Modifikationen des Betriebsablaufes nähergehend untersucht. Neben der Zusammenstellung der P-relevanten Regelwerke der DWA, wurde weiterhin der Effekt der Überwachungspraxis näher beleuchtet. Anhand von Online-Daten anonymisierter Anlagen wurden Analysen hinsichtlich des Effekts unterschiedlicher Probenahme-Regimes (EU-konforme 24-h-Mischprobe vs. qualifizierte Stichprobe, sowie 2-h-Mischprobe), sowie den Effekt der Fällmittel-Einsparung untersucht. Insgesamt konnten detaillierte Daten von fünf Anlagen bereitgestellt und ausgewertet werden. Die Untersuchungen zeigen, dass gerade für die Anlagen mit Bio-P und Stützfällung die Umstellung der Überwachungswerte auf eine 24h-MP eine sehr gute Möglichkeit zur Einsparung von Fällmittel ohne Beeinträchtigung der Gewässerqualität darstellt (Median bis zu 31 %). Anlagen mit reiner chemischer P-Elimination können durch Änderung der Überwachungspraxis optimiert werden. Somit wäre eine Änderung der Überwachungspraxis zur EU-Abwasser-Richtlinien konformen 24h-MP eine sehr sinnvolle und gute Möglichkeit zur Einsparung von Fällmittel ohne das die Gewässerqualität beeinträchtigt werden würde.

Als weitere Sofortmaßnahme zur Senkung des Fällmittelverbrauchs bei Einhaltung der P-Überwachungswerte gab es in Zusammenarbeit mit der DWA KA Betriebsinfo 2023-1 administrative und verfahrenstechnische Hinweise, um das Betriebspersonal akut zu unterstützen (siehe Kap. 3.3).

Die Untersuchung der Art und Weise der Fällmittel-Dosierung ergab weiterhin, dass der Zulauf der Biologie als Dosierstelle am ungünstigen ist. Durch die Etablierung einer vermehrten Bio-P kann der Fällmittel-Bedarf vehement gesenkt werden. Bei Bio-P eignet sich der Ablauf der Belebungsanlage als geeignete Dosierstelle. Bei Denitrifikation ohne Bio-P ist es am Besten in den Rücklaufschlamm zu dosieren. Somit kann durch die geschickte Auswahl der Dosierstelle Fällmittel eingespart werden. Die größte Einsparung kann durch die Durchführung einer Zweipunkt-fällung erreicht werden, wobei sich der spezifische Fällmittel-Bedarf um circa 45% verringert. Durch die sachgerechte Automatisierung der Kläranlagen könnten schätzungsweise weitere 10-20% der Fällmittel eingespart werden.

Die technischen Voraussetzungen der Etablierung einer vermehrten Bio-P wurden aufgeführt und wichtiges Wissen hinsichtlich vorhandener Abwassercharakteristik zusammengetragen. Besonders hervorzuheben ist die geeignete Abwasserzusammensetzung (z.B. organischer Säuren), die Etablierung einer anaeroben Zone mit Nitratkonzentrationen kleiner 0,1 mg/l, eine ausreichende Sauerstoffversorgung im aeroben Bereich für die Konkurrenzunterbindung unterschiedlicher Mikroorganismen.

Weitere Kapazitäten könnten über die Betrachtung der Abwassertemperatur und der aktuellen Auslastung in der Biologie frei werden. Da das erforderliche Belebungsbeckenvolumen mit einer Bemessungstemperatur von 10°C oder 12 °C berechnet wird. Bei höherer Abwassertemperatur (bereits bei 14°C) wird rechnerisch somit Volumen frei für die Bio-P.

Die Auswirkungen einer vermehrten Bio-P und geeignete Lösungsansätze zur vermehrten H₂S-Bildung und ggf. Blähschlamm-Problematik wurden betrachtet. Diese Auswirkungen können bei Wegfall von Eisen-Fällmittel auftreten, es gibt aber vielfältige Ansätze hiermit umzugehen und einen sicheren Betriebsablauf zu garantieren. Eine vermehrte Bio-P kann platztechnisch im Bestand über vorgeschaltete Denitrifikation, sowie saisonale Anpassung durch Winter- und Sommerbetrieb oder durch die Nutzung von freiem Vorklärbeckenvolumen etabliert werden. Als Maximalsumme für die Umrüstung aller Kläranlagen ohne Bio-P wurde das erforderliche Gesamtbudget zu 600 bis 700 Mio. € abgeschätzt.

Bei Ausfall von Fällmitteln und keinen Anpassungsmaßnahmen wie eine vermehrte biologische Phosphorelimination würden rund 19.000 t P/a zusätzlich aus den Kläranlagen in die Gewässer emittiert werden, was die derzeitige P-Emission mehr als verdreifacht und katastrophale Folgen auf die aquatische Umwelt hätte.

Abschließend lässt sich das Fazit ziehen, dass die Abwasserreinigung unabhängiger von Produkten aus diversen auch internationalen Lieferketten aufgestellt und somit resilienter ausgerichtet werden muss. Folgende Anpassungsmaßnahmen konnten identifiziert werden:

- ▶ Erhöhen von Bio-P in Bestandsanlagen
- ▶ Änderung des Probenahme-Regimes in Deutschland auf die EU-konforme 24-h-Mischprobe
- ▶ Implementierung von Regelung und Automatisierung insbesondere der P-Elimination
- ▶ Forschung zu innovativen, alternativen P-Eliminationsverfahren für großtechnische Umsetzung
- ▶ Entwicklung von ressourceneffizienter Abwasserreinigung für großtechnische Anlagen

Zunächst erscheint es sinnvoll und gut realisierbar, einen großen Anteil der Bestandsanlagen auf biologischen P-Elimination anzupassen. Hierzu wird ein praxisorientiertes Forschungsprojekt empfohlen, das Betreiber bei der individuellen Umrüstung und Anpassung unterstützt und eine zeitnahe Realisierung ermöglicht.

Insgesamt bleibt die derzeitige Lage hinsichtlich der Phosphorentfernung auf Basis der chemischen P-Elimination weiterhin sehr fragil, sodass dringend obige Ansätze weiterverfolgt werden müssen.

Summary

A total of approx. 15,400 t of phosphorus per year are discharged into German surface waters via all input pathways. Municipal wastewater treatment plants and urban areas via the sewer systems account for the largest amounts, together representing over 60 %.

Current developments due to the war in Ukraine and the resulting energy and supply crises have caused an emergency in precipitant supply in wastewater treatment and also in drinking water treatment at the end of 2022. This shortage may have possible consequences on water quality and drinking water supply for the population. Therefore, this report addresses the following key issues:

- ▶ Quality and quantities of required precipitants; Determination of the required precipitants for Germany as well as the expected shortages due to the situation (work package 1).
- ▶ Assistance for the practice and modifications of the operating procedure (work package 2)
- ▶ Process engineering influence of regulatory changes (work package 3)

The study was carried out on the basis of a survey (work package 4) of operators, manufacturers and water authorities. The Outcomes of the survey served as the data basis for processing the questions. The survey ran from 01.11.2022 to 01.01.2023 or until April 2023 (authority survey).

Particularly affected in this emergency situation was the provision of precipitants for phosphorus elimination. Phosphorus (P) promotes plant growth and has a eutrophic effect in the water body and marginal seas, which can lead to odor pollution when biomass dies and temperatures are high. Accordingly, phosphorus inputs are legally regulated. Wastewater treatment plants, direct dischargers and indirect dischargers use precipitants for this purpose in the course of chemical phosphorus elimination, as well as a support in biological phosphorus elimination.

First, the legal requirements for P elimination in Germany will be discussed. The removal of phosphorus compounds has only been required by law nationwide for wastewater treatment plants of size class (GK 4) and above since 1989. Annex 1 of the Wastewater Ordinance (AbwV) (BGBI. I, No. 28 of 22.06.2004, p. 1108) is decisive for the requirements for wastewater treatment. According to this, the following monitoring values must be complied with in the effluent of wastewater treatment plants:

- ▶ 2 mg/l at 10,000 PE (size class 4) and
- ▶ 1 mg/l from 100,000 PE (size class 5).

According to the immission principle as defined in the Surface Water Ordinance (2016), lower monitoring values can also be required in Germany on a regional and water body-specific basis. Those has also been implemented in some federal states with mandatory operating mean values. In the current discussion on the revision of the EU Urban Wastewater Directive, monitoring values of phosphorus of 0.5 mg/l are required.

In the authorities' survey regarding tightened phosphorus monitoring values, 12 of 16 federal states participated. All in all, the phosphorus monitoring values for 2,480 wastewater treatment plants (about one third of all plants) have been reduced in recent years by adjusting the notices. In the process, phosphorus limits < 2 mg/l in the effluent are also required for 376 wastewater treatment plants of smaller size class 3. Furthermore, 1,066 sensitive water bodies were identified. Since not all states participated, the numbers are likely to be even higher.

Participation

The nationwide survey conducted as part of this report reached a total of 136,460,601 PE at municipal wastewater treatment plants including indirect dischargers. This result corresponds to 90% of the total connected population equivalents from GK 4 and GK 5. From the direct dischargers of the industry involved 11,966,114 PE. With regard to the waterworks, a drinking water supply volume of 250,582,151 m³/a was recorded, which corresponds to 39% in relation to the withdrawal from lake and reservoirs.

Determination of precipitant demand and phosphorus concentrations

Germany's strategy for phosphorus elimination consists of more than 50% chemical removal alone, as well as support precipitation in the biological P elimination. In the median, wastewater treatment plants receive a phosphorus concentration of 8 mg/l in the influent, depending on the catchment area and industrial influence. This is reduced via elimination to a median of 0.5 mg/l in the effluent. Regarding the type of phosphorus elimination (biological or chemical), no difference in the effluent concentration for phosphorus was found from the requested data set.

For chemical P elimination, ferric chloride was confirmed as the most common precipitant. The determination of the required annual amount of precipitant for wastewater treatment plant and industry resulted in a total of approx. 1,103,734 t/a, of which industry accounts for approx. 84,941 t/a. More than 50% of the precipitant demand is covered by ferric chloride. Furthermore, a steady-state picture of precipitant shortages was determined, considering current stock levels and supply commitments for the end of 2022. If the supply situation had remained unchanged, a shortfall of 91,412 tons would have already developed by March 2023, which would have led or would lead to a significant impairment of water quality. From a local point of view, this would vary greatly between the federal states, depending on the current situation. Nevertheless, the situation continues to be assessed as very fragile. The operator survey revealed a price increase for precipitants in the different survey groups. The percentage price increase of precipitants net 2021 to 2022 behaves as follows in the median:

- ▶ Wastewater treatment plant: + 63%
- ▶ Industry: + 70%
- ▶ Waterworks: + 52%

With regard to the waterworks, the same amount of data is not available as for the wastewater treatment plants. In industry, it can be assumed that smaller quantities are required and procurement is therefore more expensive.

Resorting to alternative precipitants is viewed rather critically during the emergency due to fears of plant degradation. Outside of the operator survey, this report researched alternative precipitants that are not recommended according to DWA A 202 (e.g. PRECAphos, VTA products, FerroSorp).

One-fifth of the respondents saw procedural adjustments to reduce falling agents as possible. In the case of wastewater treatment plants, the avoidance of overdosing was cited as a particularly frequent measure. Furthermore, switching to biological P elimination was listed. Many process engineering adjustments were listed for optimizing and automating dosing, as well as online P measurement.

The operator survey shows that the data for the drinking water sector is smaller. Overall, the dependence of the drinking and wastewater sector on supply chains was further confirmed, as well as the precarious fluctuation of prices. Solutions should be found for this in order to support the operators and make the drinking water and wastewater sector more resilient.

In another Europe-wide survey, an assessment was obtained from precipitant manufacturers for Germany via the precipitant network INCOPA. Overall, this survey only covered just under 50% of the required annual precipitant quantity (end of 2022). Depending on the manufacturer, there were different approaches to dealing with the shortage: Some productions switched to other precipitants, for example to aluminum chloride or aluminum sulfate. With regard to ferrous chloride and ferric chloride, an increase was forecast for some productions. This can be confirmed by the current trend, with stockpile production. In summary, precipitant manufacturers are and have been affected differently by production shortages. Some industries have had or are having no shortages at all, while others have switched to producing alternative precipitants. The main problem identified was the non-availability of raw materials, as well as auxiliary materials (especially hydrochloric acid). The reaction of the producers can be found mainly in the increased precipitant price.

Within work package 2, assistance for the practice and modifications of the operating procedure were examined in more detail. In addition to the compilation of the P-relevant regulations of the DWA, the effect of the monitoring practice was examined more closely. On the basis of online data from anonymous plants, analyses were carried out regarding the effect of different sampling regimes (EU-compliant 24-h composite sample vs. qualified random sample, as well as 2-h composite sample), as well as the effect of precipitant savings. In total, detailed data from five plants could be provided and evaluated. The studies show that especially for the plants with biological P elimination and support precipitation, changing the monitoring values to a 24h-MP is a very good possibility to save precipitant without affecting the water quality (median up to 31 %). Plants with chemical P elimination can be optimized by changing monitoring practices. Thus, a change in monitoring practice to EU Wastewater Directive compliant 24h-MP would be a very reasonable and good way to save precipitant without affecting water quality.

As another immediate measure to reduce precipitant consumption while complying with P monitoring values, administrative and procedural guidance was provided in cooperation with DWA KA Betriebsinfo 2023-1 to provide acute support the operators (see Section 3.3).

The investigation of the method of precipitant dosing further revealed that the inlet of the biology is the most unfavorable as a dosing point. By establishing an enhanced biological P elimination, the precipitant demand can be reduced vehemently. In the case of biological P elimination, the outlet of the activated sludge plant is a suitable dosing point. For denitrification without biological P elimination, it is best to dose into the return sludge. Thus, precipitant can be saved by a clever selection of the dosing point. The greatest savings can be achieved by carrying out two-point precipitation, whereby the specific precipitant requirement is reduced by approximately 45%. It is estimated that another 10-20% of precipitants could be saved by proper automation of the wastewater treatment plants.

The technical requirements for the establishment of an enhanced biological P elimination were listed and important knowledge regarding existing wastewater characteristics was collected. Particularly to be emphasized is the suitable wastewater composition (e.g. organic acids), the establishment of an anaerobic zone with nitrate concentrations smaller than 0.1 mg/l, a sufficient oxygen supply in the aerobic zone for the competition suppression of different microorganisms.

Further capacities could be gained by considering the wastewater temperature and the current workload in the biology. Since the required aeration tank volume is calculated with a design temperature of 10°C or 12 °C. At a higher wastewater temperature (already at 14°C), volume is thus mathematically freed up for the biological P elimination.

The effects of enhanced biological P elimination and suitable solutions to the increased H₂S formation and possibly bulking sludge problems were considered. These effects can occur when iron precipitants are no longer used. There are many ways of dealing with these effects by guaranteeing a

safe operating process. Enhanced biological elimination can be established in terms of space in the inventory via upstream denitrification, as well as seasonal adjustment through winter and summer operation, or by using free primary clarifier volume. As a maximum sum for the conversion of all wastewater treatment plants without biological P elimination, the required total budget was estimated at 600 to 700 million €.

In case of precipitant failure and no adaptation measures such as increased biological phosphorus elimination, about 19,000 t P/a would be emitted from the WWTPs into the water bodies, which would more than triple the current P emission and have catastrophic consequences on the aquatic environment.

Finally, it can be concluded that wastewater treatment has to be positioned more independent from products from diverse also international supply chains and thus has to be aligned in a more resilient way. The following adaptation measures could be identified:

- ▶ Increase biological P elimination in existing plants
- ▶ Change the sampling regime in Germany to the EU-compliant 24-h composite sample
- ▶ Implementation of control and automation especially for P elimination
- ▶ Research on innovative, alternative P elimination processes for large-scale implementation
- ▶ Development of resource-efficient wastewater treatment for large-scale plants

First of all, it seems reasonable and well feasible to adapt a large part of the existing plants to biological P-elimination. For this purpose, a practice-oriented research project is recommended, which supports operators in the individual conversion and adaptation with regard to a timely realization.

Overall, the current situation with regard to phosphorus removal on the basis of chemical P elimination remains very fragile, so that the above approaches must be urgently pursued.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Aktuelle Entwicklungen durch den Krieg in der Ukraine und der daraus resultierenden Energie- und Lieferkrisen deuten auf einen Notstand bei der Abwasserbehandlung hin. Besonders betroffen ist dabei die Bereitstellung von Fällmitteln für die Phosphorelimination. *Phosphor* (P) begünstigt das Pflanzenwachstum und wirkt im Gewässer und in den Randmeeren eutrophierend, was bei hohen Temperaturen bis hin zur Geruchsbelastung führen kann. Dementsprechend ist der Phosphoreintrag allgemein reglementiert. Kläranlagen, Direkteinleiter und Indirekteinleiter nutzen hierfür Fällmittel im Zuge der chemischen Phosphorelimination, sowie als „Stützfällung“ bei der biologischen Phosphorelimination.

Wenn Fällmittel für die Kläranlagenbetreiber nicht oder nur einschränkt zur Verfügung stehen, ist zu klären, in wie weit Fällmittel eingespart oder substituiert werden können (kommunale Kläranlagen sowie ausgewählte Branchen wie z.B. der Fleisch- oder Milchverarbeitung) bzw. in wie weit ein Notbetrieb erfolgen kann und welche Mengen an entsprechenden Salzen benötigt werden, um die Bildung von Schwimm- und Blähschlamm zu verhindern. Der Fokus des Gutachtens liegt hierbei auf den abwassertechnischen Fragen. Die Situation in der Industrie (Direkt- und Indirekteinleiter) sowie im Trinkwasserbereich wird mitbetrachtet.

Hierbei wurden folgende Arbeitspakete nähergehend betrachtet:

- ▶ **Arbeitspaket 1:** Qualität und Mengen benötigter Fällmittel
- ▶ **Arbeitspaket 2:** Hilfestellungen für die Praxis und Modifikationen des Betriebsablaufes
- ▶ **Arbeitspaket 3:** Verfahrenstechnischer Einfluss von regulatorischen Änderungen
- ▶ **Arbeitspaket 4:** Umfrage bei Betreibern und Hersteller, Als Datengrundlage und Bearbeitung der Arbeitspakete 1-3 wird die Bearbeitung von Arbeitspaket 4 (Umfragen) dort bereits sinnvoll einfließen.

Einleitend für dieses Gutachten wird im nachfolgenden zunächst auf die **rechtlichen Anforderungen an die P-Elimination** in Deutschland eingegangen.

Die Entfernung von Phosphorverbindungen wird in Deutschland gesetzlich erst seit 1989 flächendeckend bei Kläranlagen ab einer bestimmten *Größenklasse* (GK) gefordert. Maßgeblich für die Anforderungen an die Abwasserbehandlung in Deutschland sind die EG-Kommunalabwasserrichtlinie (EWG 1991) 91/271 (ABl. EU Nr. L135 v. 30.05.1991, S. 40) und der Anhang 1 zur Abwasserverordnung (AbwV 1997) (BGBl. I, Nr. 28 v. 22.06.2004, S. 1108). Demnach werden Anforderungen für die Einleitung von Phosphor für Kläranlagen ab einer Ausbaugröße von 10.000 E gestellt. Diese Anforderung bezieht sich auf einen Konzentrationswert im Ablauf der Kläranlagen:

- ▶ 2 mg/l bei 10.000 E (Größenklasse 4) und
- ▶ 1 mg/l ab 100.000 E (Größenklasse 5).

Nach dem Immissionsprinzip gemäß Oberflächengewässerverordnung (2016) können in Deutschland regional und gewässerspezifisch auch niedrigere Überwachungswerte gefordert werden und in einigen Bundesländern wurden auch verpflichtende Betriebsmittelwerte eingeführt. Z.B. hat Schleswig-Holstein zum Schutz der Nord- und Ostsee die Phosphorablaufwerte auf Pges ≤ 0,5 mg/l für die 38 größten Kläranlagen begrenzt (Barjenbruch 2007). In Einzugsgebieten des Bodensees werden sogar für Kläranlagen der Ausbaugröße 1.000 bis 40.000 E 1,0 mg Pges/l und für

Kläranlagen ab über 40.000 E 0,3 mg P_{ges}/l (im 24-h-Mittel) gefordert (vgl. IGKB, 2001) (Schneider et al. 2005).

Gemäß Immissionsbetrachtung gilt bundesweit die Oberflächengewässerverordnung (2016). Für Fließgewässer gelten folgende Anforderungen

- ▶ guter Gewässerzustand von Fließgewässern < 0,10 mg/l TP
- ▶ Sehr guter Gewässerzustand von Fließgewässern < 0,05 mg/l TP

Für Seen gelten nachstehende Anforderungen

- ▶ eutrophe Seen: TP-Zielwert ~ 35 - 90 µg/l, je nach Referenzzustand
- ▶ mesotrophe Seen: TP-Zielwert ~ 20 - 45 µg/l, je nach Referenzzustand

Einzelne Bundesländer haben daraus bereits verschärfte Anforderungen abgeleitet. Tabelle 1 soll exemplarisch ein paar Bundesländer zeigen:

Tabelle 1: Verschärfte Überwachungswerte einiger Bundesländer im Vergleich zur Abwasserverordnung

GK	AbwV (2004)	Baden-Württemberg, 1. Stufe, Bewirtschaftungsplan Neckar (UM BW, 2015)		Hessen, Maßnahmenprogramm 2015-2021 (HMUKLV, 2015)	Bayern (LfU, Merkbl. Nr.4.4/22, 03/2018)		
					Innerhalb P- Handlungsgebiet	Außerhalb P- Handlungsgebiet	
1	-	-	-	-	-		
2	-	-	-	2 mg/l P _{ges} als ÜW 1 mg/l P _{ges} als JM	-	2 mg/l P _{ges} (ab 2.000 EW, MV < 10)	2 mg/l P _{ges} (ab 2.000 EW, MV < 110)
3	-	0,8 mg/l P _{ges} als JM	Mit bestehenden Filteranlagen 0,3 mg/l P _{ges} als JM	0,7 P _{ges} als ÜW 0,5 mg/l P _{ges} als MM (24 h-MP) 0,2 mg/l oPO ₄ als 24 h-MP	1 mg/l P _{ges}	2 mg/l P _{ges} (30 < MV < 110)	1 mg/l P _{ges} (MV < 30)
4	2 mg/l P _{ges}	0,5 mg/l P _{ges} als JM		(auch einzelne Anlagen GK 4)	1 mg/l P _{ges}	2 mg/l P _{ges}	1 mg/l P _{ges} (MV < 30)
5	1 mg/l P _{ges}	0,5 mg/l P _{ges} als JM		0,5 mg/l P _{ges} als ÜW 0,2 mg/l P _{ges} als MM (24 h-MP)	0,5 mg/l P _{ges}	1 mg/l P _{ges}	0,5 mg/l P _{ges} (MV < 15)

Quelle: nach (Scheer 1998)

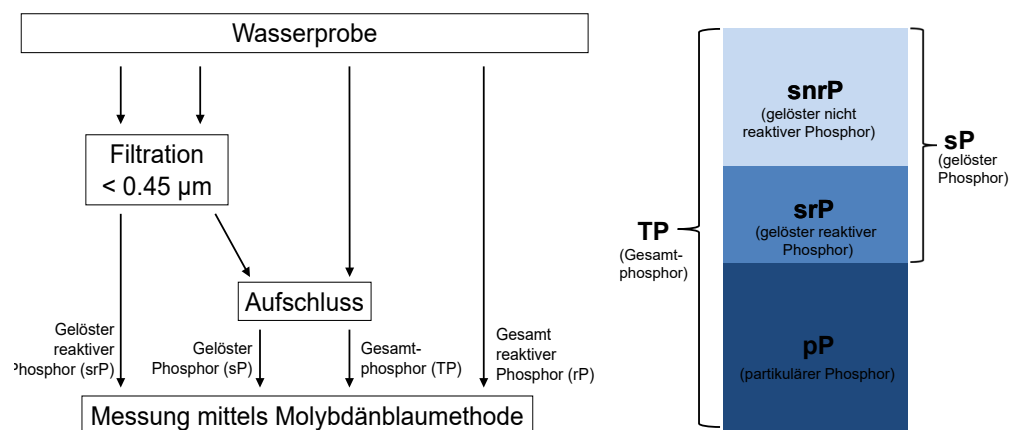
Einführend soll nachfolgend kurz auf die **Phosphor-Zusammensetzung** mit Fokus des Wassers eingegangen werden. Im Abwasser treten folgende P-Fractionen auf (siehe Abbildung 1):

- ▶ Orthophosphat (PO₄-P) anorganisch gelöste Form, größter Teil des Gesamtphosphors (ca. 68%)
- ▶ kondensierte Phosphate z.B. Metaphosphate (Metha[P_nO_{3n}]) werden weitgehend in Orthophosphat umgewandelt
- ▶ Polyphosphate, Entfernung durch (temperaturabhängig) Fällung, biologische Bindung

- ▶ Phosphonate, schwer abbaubare organische P-Verbindungen aus Textilindustrie und dem Bereich Wärme-/Krafterzeugung
- ▶ Partikulärer Phosphor, Entfernung durch Flockung, Sedimentation, Flotation oder Filtration
- ▶ organisch gelöster nicht reaktiver Phosphor (snrP), Ester der Phosphin-, der Phosphon- oder der Phosphorsäure

Während sich der srP (gelöster reaktiver Phosphor, größtenteils Orthophosphat ($\text{PO}_4\text{-P}$) durch den Einsatz von Fällmitteln sehr gut entfernen lässt, kann die anlagenspezifische Konzentration anderer im Klärprozess schwerer abbaubarer Phosphorfraktionen die weitestgehende Phosphorelimination erschweren. Die genaue Zusammensetzung des snrP ist nicht bekannt. Er kann aus Polyphosphaten, kondensierten Phosphaten, gelösten organischen und anderen Phosphorverbindungen bestehen (Geyer et al. 2015).

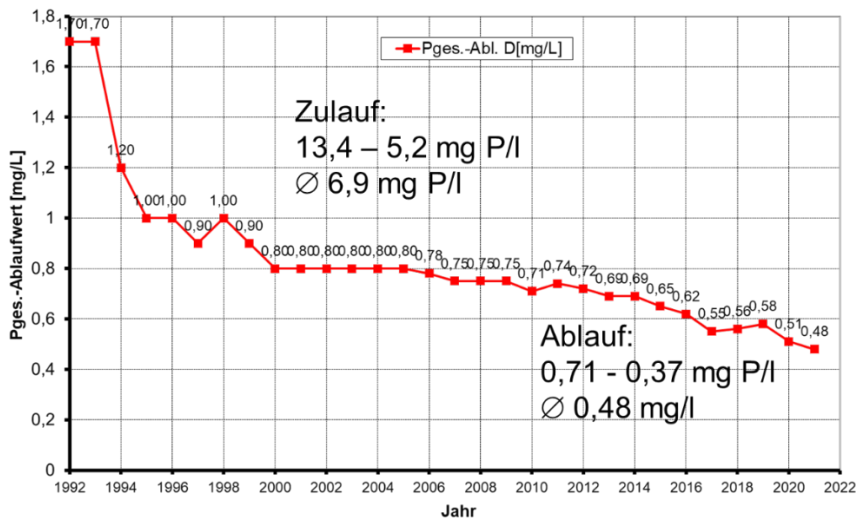
Abbildung 1: Übersicht über die unterschiedlichen, operationell definierten Phosphorspezies



Quelle: [(Geyer et al. 2015) verändert für Überarbeitung DWA A 202 – Entwurf 2023]

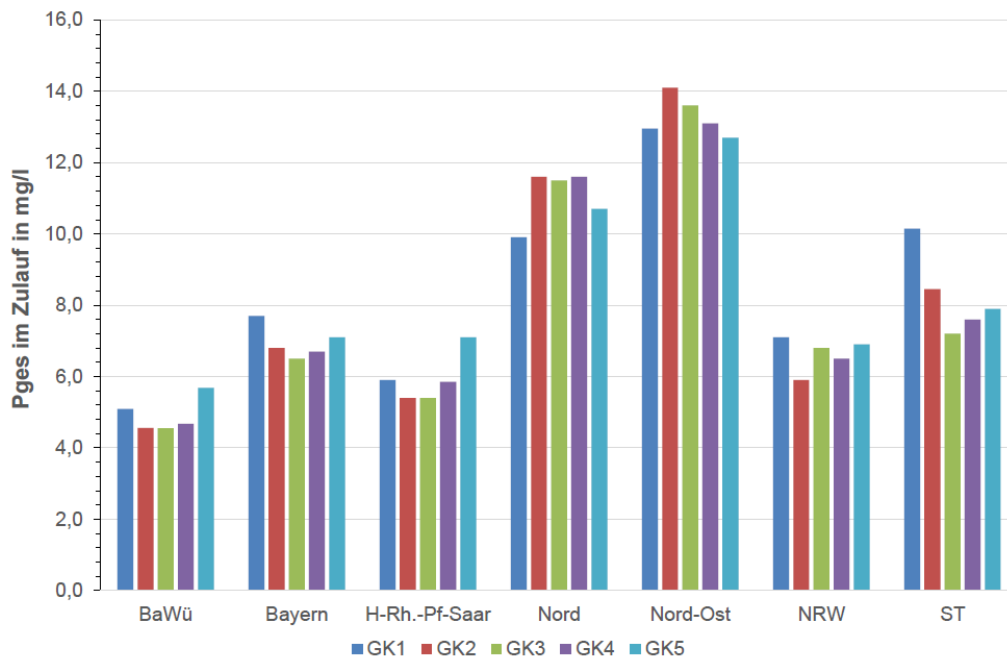
Die Entwicklung der P-Ablaufwerte sowie des Phosphors im Zulauf in Deutschland ist in Abbildung 2 dargestellt. Es zeigt sich, dass im Ablauf aller deutscher Kläranlagen im Durchschnitt mit 0,48 mg Pges/l ein weiteraus niedriger Wert erreicht wird, als in der Abwasserverordnung gefordert was für die Gewässergüte positiv wirkt, andererseits auch ein Potential für die Reduktion von Fällmittel aufzeigt.

Abbildung 2: Stand der P-Elimination in Deutschland (Pges-Mittelwerte im Kläranlagenablauf 1992-2021 aus DWA Leistungsvergleich)



Quelle: Grundlagen Daten (DWA 2021)

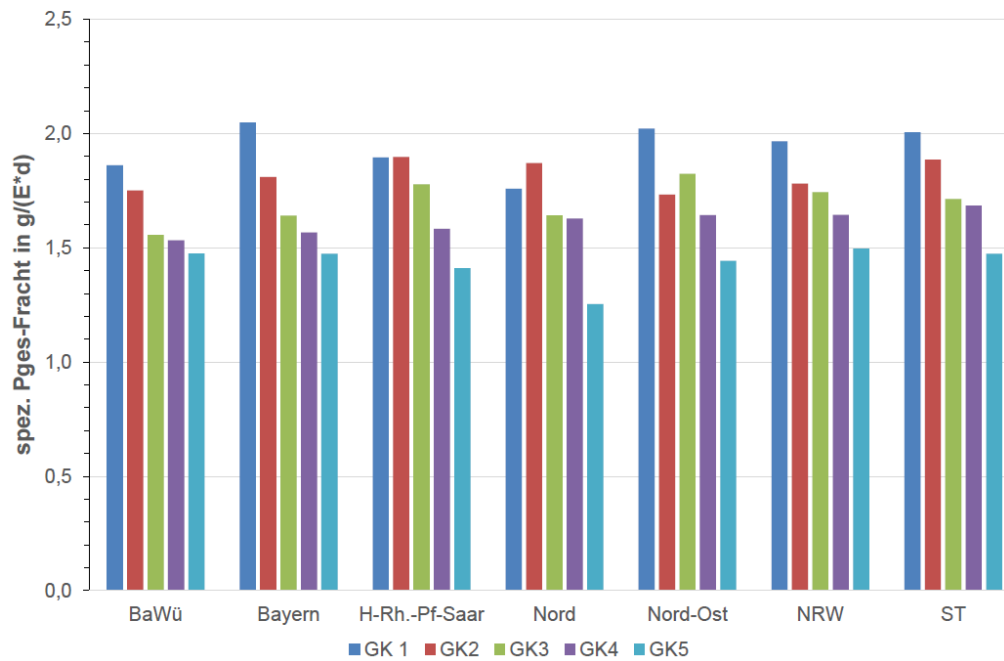
Abbildung 3: Pges-Konzentration im Zulauf je GK und Bundesland



Quelle: (DWA 2021)

Weiterhin zeigt sich für den Zulauf in Abbildung 3 aus dem Leistungsvergleich 2021, dass in Gebieten mit Mischsystem (bspw. Bayern) niedrigere Zulaufwerte für Pges zu finden sind. Die Zulaufwerte je Größenklasse sind je nach DWA-Verband ganz unterschiedlich aufgestellt. Die höchsten Zulaufwerte sind im Verband Nord und Nord-Ost zu finden.

Abbildung 4: Pges-Fracht im Zulauf je GK und Bundesland



Quelle: (DWA 2021)

Außerdem liefert der DWA-Leistungsvergleich die spezifische Pges-Fracht in $g/(E \cdot d)$ im Zulauf je GK und Bundesland (siehe Abbildung 4). Laut dem Arbeitsblatt DWA A 131 liegt der Standardwert für die Bemessung bei einer spez. Pges-Fracht bei $1,8 g/(E \cdot d)$. (DWA-A 131) Der Leistungsvergleich 2021 zeigt innerhalb der Verbände eine sinkende Tendenz je GK. Für GK 5 lässt sich eine spez. P-Fracht von $1,5 g/(E \cdot d)$ feststellen.

2 Arbeitspaket 1: Qualität und Mengen benötigter Fällmittel

In diesem Kapitel (Arbeitspaket 1) werden die Mengen der Fällmittel ermittelt, die laut DWA A 202 eingesetzt werden. Hauptaugenmerk liegt dabei auf kommunalen Kläranlagen und Indirekteinleiter liegen. Zusätzlich wird der Anteil der Industrie (Indirekteinleiter und Direkteinleiter) abgeschätzt.

2.1 Die Ermittlung der Fällmittelmengen

Im Rahmen dieses Fachgutachtens wurde am 14.11.2022 eine anonyme offizielle Umfrage über die zuständigen Behörden der Bundesländer online versandt. Diese Umfrage entspricht der Abfrage 1 aus Arbeitspaket 4. Die Umfrage wurde zusammen mit dem Auftraggeber (UBA) erarbeitet. Adressiert wurden neben der kommunalen Abwasserbranchen (Kläranlagenbetreiber), auch die Wasserversorger, sowie die Indirekt- und Direkteinleiter. Die Fragen wurden je nach Adressaten spezifisch zugeschnitten. Die Distribution der Online-Umfrage erfolgte dabei über das BMUV und einschlägige Industrieverbände.

Die Umfrage wurde über LimeSurvey erstellt, war bis zum 01.01.2023 offen. Gefragt wurde hierbei (spezifisch je Adressaten) folgender Fragenkatalog:

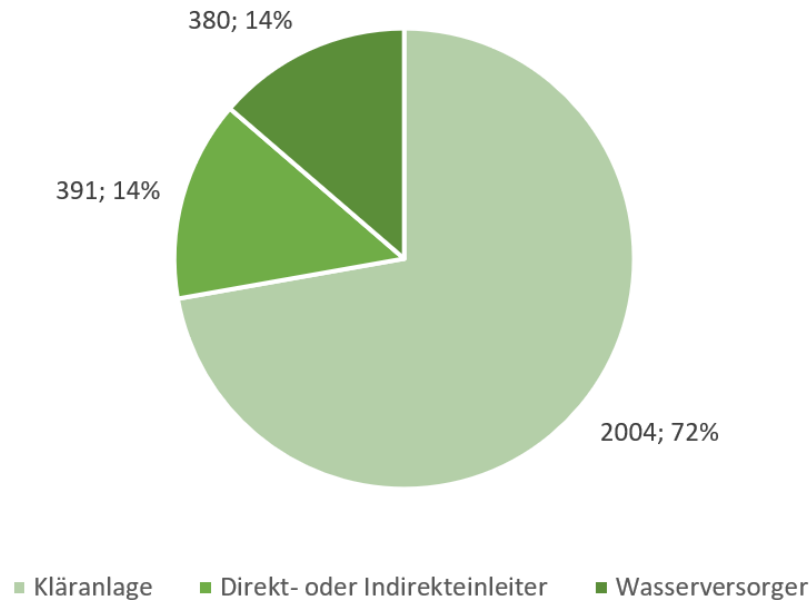
- ▶ Abfrage Adressat: Kommunale Abwasserentsorger / Kläranlage (KA), Industrieeinleiter (I), Wasserversorger (W)
- ▶ Sind Sie Direkteinleiter oder Indirekteinleiter? (I)
- ▶ Welchem Industriezweig gehören Sie an? (I)
- ▶ Zur Elimination von Phosphor benutzen Sie? (KA)
- ▶ Welche Ausbaugröße haben Sie? Bitte geben Sie den zu behandelnden Einwohnerwert (EW) an. (KA + I)
- ▶ Welches Volumen an Trinkwasser geben Sie ab? (W)
- ▶ Welchem Bundesland gehören Sie an? (KA + I + W)
- ▶ Welche durchschnittliche Phosphorkonzentration (Zulauf und Ablauf) haben Sie? (KA)
- ▶ Welche Fällmittel nach DWA A 202 werden unter normalen Betriebsbedingungen für die chemische Phosphorelimination eingesetzt? (Bei biologischer P-Elimination bitte Stützfällung angeben) (KA + I)
- ▶ Welche Fällmittel nach §11-Liste werden unter normalen Betriebsbedingungen für die chemische Phosphorelimination in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzt? (W)
- ▶ Welche weiteren Stoffe für die Aufbereitung sind von der Knappheit betroffen? (KA + I + W)
- ▶ Welche Mengen werden jeweils von den Fällmitteln nach DWA A 202 (aus Frage 3) im Monatsdurchschnitt eingesetzt? Wie sieht der Lagerbestand, sowie die zugesagte Liefermenge aus? Für welchen Zeitraum? [Bitte in t angeben] (KA + I)

- ▶ Welche Mengen werden jeweils von den Fällmitteln im Trinkwasserbereich (aus Frage 3) im Monatsdurchschnitt eingesetzt? Wie sieht der Lagerbestand, sowie die zugesagte Liefermenge aus? Für welchen Zeitraum? [Bitte in t angeben] (W)
- ▶ Bis wann ist, unter Berücksichtigung von Lagerbestand und Lieferzusagen, ein Betrieb der Kläranlagen unter Einhaltung der Grenzwerte möglich? (KA + I)
- ▶ Bis wann ist, unter Berücksichtigung von Lagerbestand und Lieferzusagen, ein Betrieb der Wasserwerke unter Einhaltung der Grenzwerte möglich? (W)
- ▶ Setzen Sie aufgrund der derzeitigen Mangellage bereits alternative Fällmittel (nach DWA A 202 oder andere) ein? (KA + I)
- ▶ Um welche alternativen Fällmittel nach DWA A 202 handelt es sich? (KA + I)
- ▶ Um welche alternativen Fällmittel nicht nach DWA A 202 handelt es sich? (KA + I)
- ▶ Setzen Sie aufgrund der derzeitigen Mangellage bereits alternative Fällmittel (nach §11-Liste oder andere) ein? (W)
- ▶ Planen Sie aufgrund der derzeitigen Mangellage alternative Fällmittel nach DWA A 202 einzusetzen? (KA + I)
- ▶ Um welche alternativen Fällmittel handelt es sich? (W)
- ▶ Planen Sie aufgrund der derzeitigen Mangellage alternative Fällmittel, die nicht nach DWA A 202 gelistet sind, einzusetzen? (KA + I)
- ▶ Welche alternativen Fällmittel nach DWA A 202 planen Sie einzusetzen? (KA + I)
- ▶ Welche alternativen Fällmittel nicht nach DWA A 202 planen Sie einzusetzen? (KA + I)
- ▶ Befürchten Sie Beeinträchtigungen der Anlagenfunktion durch den Einsatz alternativer Fällmittel? (KA + I)
- ▶ Gibt es mögliche verfahrenstechnische Anpassungen (z. Bsp. Automatisierung / Reduzierung möglicher Überdosierungen / Bio-P / Verschneidung), die Sie auf Ihrer Anlage einführen könnten, um bei Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen den Bedarf an Fällmitteln zu reduzieren? (KA + I + W)
- ▶ Wenn ja, mit welcher prozentualen Verringerung Ihres Fällmittelbedarfs würden Sie dabei rechnen? (KA + I + W)
- ▶ Können Sie uns einen Überblick über die Preissteigerungen in Bezug auf Fällmittel aktuell zu 2021 geben? (KA + I + W)
- ▶ Sehen Sie die Versorgung von Trinkwasser in den nächsten Monaten gefährdet? (W)
- ▶ Haben Sie Lösungsvorschläge zur Reduktion des Einsatzes von Fällmittel? (KA + I + W)
- ▶ Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand? (KA + I + W)

Insgesamt wurden im Befragungszeitraum 2.775 Antworten vollständig abgegeben. Davon bestehen die Abgaben teilweise aus Zusammenfassungen bspw. einzelner Verbänden je nachdem in welcher

Instanz die Umfrage ausgefüllt wurde. Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, bestehen die Abgaben der Umfrage (bezogen auf die Anzahl) aus 72% aus Kläranlagen, 14% Direkt- oder Indirekteinleiter und 14% aus Wasserversorgern. Aufgrund der Anonymisierung und zeitweise Serverüberlastungen konnten Doppelangaben auftreten, die allerdings nur in geringen Umfang vorliegen.

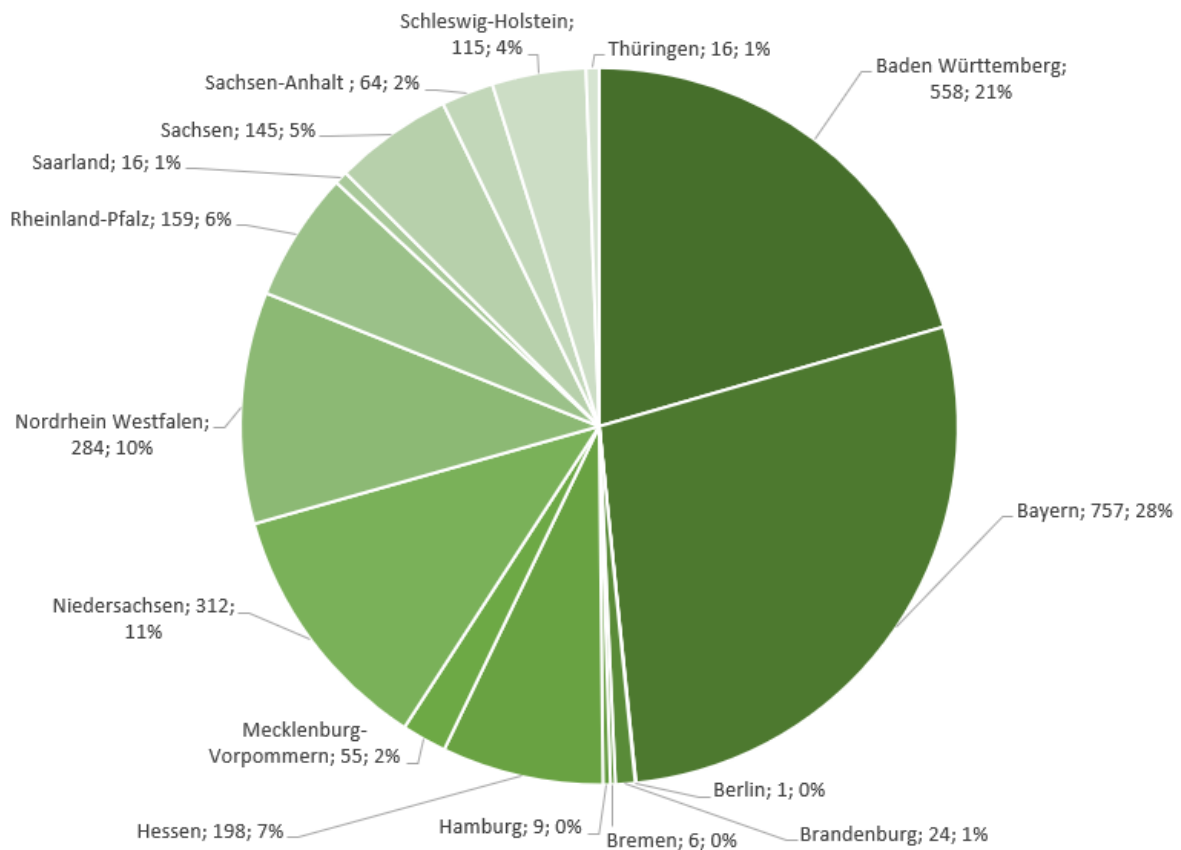
Abbildung 5: Umfragebereich des Gutachtens



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Nachfolgend in Abbildung 6 sind die Abgaben weiterhin je Bundesland aufgeschlüsselt. Ersichtlich wird das gerade Bundesländer mit vielen kleinen Kläranlagen besonders häufig abgegeben haben, wie zum Beispiel Bayern oder Baden-Württemberg. Hierbei sind jedoch wieder die zusammengefassten Anlagen weiter zu berücksichtigen.

Abbildung 6: Beteiligung je Bundesland an der Umfrage



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Im Folgenden wird sich auf den Abwassersektor für Kläranlagen, sowie Direkt- und Indirekteinleitern in inhaltlich sinnvoller Reihenfolge konzentriert. Tabelle 2 zeigt, dass ganz Deutschland für alle GK rund 152.000.000 EW besitzt. Durch die Umfrage im Rahmen dieses Gutachten wurden insgesamt 136.460.601 EW erreicht, was 90 % der insgesamt angeschlossenen Einwohnerwerte aus GK 4 und GK 5 entspricht. Das *Statistische Bundesamt* (Destatis) gibt als Wert für die Kläranlagen der GK4 + GK5 138.000.000 EW an. (Destatis 2023a)

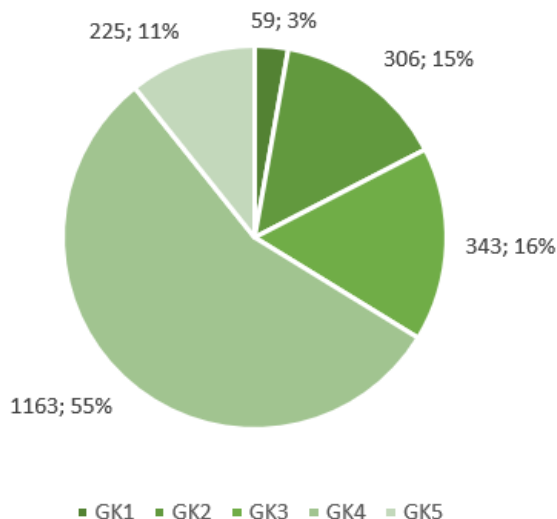
Tabelle 2: Umfragebereich Abwasser in EW

Betrachtung	Einwohnerwerte [EW]
KA Umfrage inkl. Indirekteinleiter	136.460.601
KA Deutschland inkl. Indirekteinleiter	~152.000.000
Umfrage: nur Direkteinleiter	11.966.114
Umfrage nur: Indirekteinleiter	1.412.558

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Bei der Aufschlüsselung der Abgaben nach den GK (Abbildung 7 und Tabelle 3) fällt auf, dass hauptsächlich GK4+5 die Umfrage beantwortet haben und zur Großzahl erfasst worden sind. Das hohe Engagement der GK4+5 ist schlüssig, da diese nach AbwV Phosphorgrenzwerten unterliegen und dementsprechend besonders von der Verknappung der Fällmittel betroffen sind. Es können allerdings auch bei GK3 verschärfte Grenzwerte vorliegen. Die hohe EW-Erfassung in GK4+5 (siehe Tabelle 3) in Bezug auf Destatis bestätigt zusätzlich die hohe Teilnahme.

Abbildung 7: Aufteilung je GK im Abwassersektor der Umfrage



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

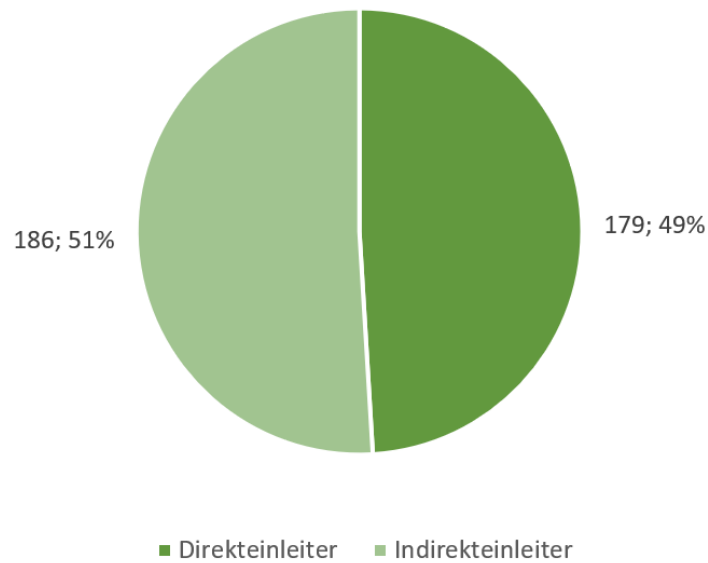
Tabelle 3: Umfragebereich Abwasser in EW nach GK

GK	Einwohnerwerte [EW]
1	33.992
2	1.048.824
3	2.964.364
4	38.200.265
5	94.213.156

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Bei der näheren Betrachtung der Industrie wurden sowohl der Anteil Direkt und Indirekteinleiter (Abbildung 8) aufgeschlüsselt, sowie die angegebenen Industriezweige (Tabelle 4), die vom Fällmittel-Mangel betroffen sein könnten. Die potenziell einschlägigen Industriezweige wurden zuvor anhand des Anhangs der AbwV und dem *Schadstoffverbringungs- und Freisetzungsregister* (PRTR) identifiziert.

Abbildung 8: Aufschlüsselung Umfrage Industrie nach Direkt und Indirekteinleitern



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 4: Umfragebereich Industriezweige

Industriezweig	Anzahl	%
Nichteisenmetallindustrie	100	27,17
Chemische Industrie, Chemieparks	72	19,57
Papier- und Zellstofffabriken	39	10,60
Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetriebe	23	6,25
Abfall- und Abwasserbewirtschaftung	23	6,25
Milchverarbeitung	20	5,43
Energiesektor	15	4,08
Brauereien und Mälzerei	12	3,26
Lederfabriken, -verarbeitung, -recycling	7	1,90
Textilabwasser	5	1,36
Mineralbrunnen, Erfrischungsgetränke und Fruchtsaft	4	1,09
Gemüse und Obst	3	0,82
Keramische Industrie	3	0,82
Galvanisierung	3	0,82

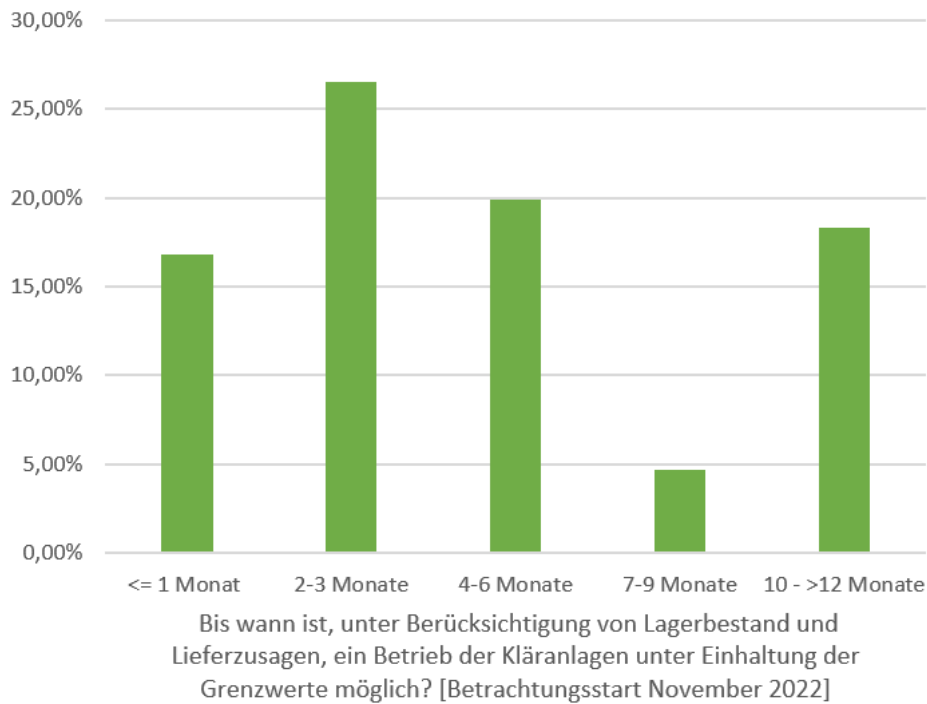
Industriezweig	Anzahl	%
Pharmaindustrie	2	0,54
Eisen- und Stahlindustrie	2	0,54
Backwarenherstellung	2	0,54
Automobilindustrie	2	0,54
Zuckerherstellung	1	0,27
Kartoffelveredelungsindustrie, Kartoffelverarbeitung	1	0,27
Gewinnung und Verarbeitung von Speisefetten und - ölen	1	0,27
Fischverarbeitung	1	0,27
Fischintensivtierhaltungen und Aquakultur	1	0,27
Laborabwasser	1	0,27
Druckereien	1	0,27
Süßwarenherstellung	1	0,27
Sonstiges	23	6,25
Summe	<u>368</u>	<u>100,00</u>

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Laut Umfrage sind die Abgefragten zu 49% dem Bereich der Direkteinleiter zugehörig. Folglich gehören 51% den Indirekteinleitern an. Zusätzlich gaben 368 Befragte freiwillig weiterhin den Industriezweig an. Wie in Tabelle 4 zu sehen, wurde besonders häufig (100-mal) die Auswahl Nichteisenmetallindustrie angegeben. Dort liegt die Vermutung nahe, dass manche Industriebetriebe sich nicht einzuordnen wussten und somit diese Auswahl getroffen haben. Es zeigt sich weiterhin das vor allem die Chemische Industrie, Chemieparks, Papier- und Zellstoffindustrie, Fleisch und Schlachtverarbeitungsbetriebe, sowie Milchverarbeitung von dem Anliegen der Umfrage angesprochen gefühlt hat.

Die Kläranlage sowie die Industrie wurden weiterhin gefragt, wie lang der abschätzbare Zeitraum zur Weiterführung des Normalbetriebs ist. Die Ergebnisse hierzu sind nachfolgend in Abbildung 9 ersichtlich. Hierbei gaben über 40% der Kläranlagen an, dass es innerhalb der nächsten 3 Monate ohne erneute Fällmittel-Produktion eng wird. Je nach Produktwahl und Lagerbestand liegen den Betreibenden unterschiedliche Restweiten vor. Viele versuchten auf andere Fällmittel umzuschwenken. Wichtig ist den Betrachtungsstart der Umfrage von November 2022 zu berücksichtigen. Zu dem Zeitpunkt gab es akute Lieferschwierigkeiten.

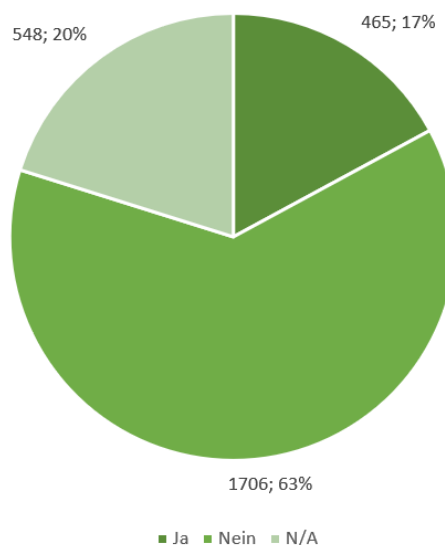
Abbildung 9: Zeitraum für Weiterführung des Normalbetriebs



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Der Einsatz alternativer Fällmittel wurde weiterhin in der Umfrage zur Ermittlung der Fehlmengen abgefragt. Die Angabe war keine Pflichtangabe. Wie in Abbildung 10 zu sehen, gab 17% der Befragten zum Umfragezeitpunkt an, alternative Fällmittel zum DWA A 202 zu benutzen, sobald vorhanden. 63% verneinten die Fragen und 20% gaben keine Antwort. Eine Liste der abgefragten Fällmittel nach DWA A 202 findet sich in Unterkapitel 3.1 dargestellt.

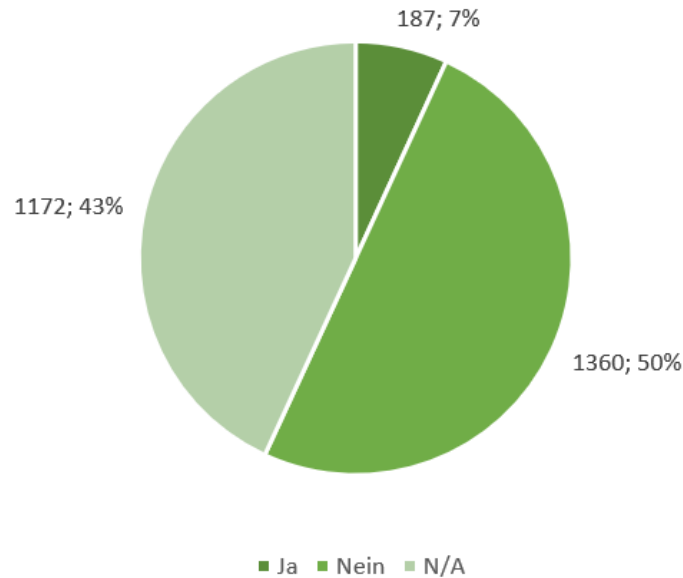
Abbildung 10: Aktueller Einsatz alternativer Fällmittel nach DWA A 202



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Weiterhin gaben 7% der Befragten an zukünftig alternative Fällmittel nach DWA A 202 nutzen zu wollen. 50% verneinten und 43% gaben keine Antwort ab. (siehe Abbildung 11) Bei der Antwortverteilung, ob bereits oder ob zukünftig andere Fällmittel nach DWA A 202 benutzt werden, lässt sich vermuten, dass eine gewisse Skepsis gegen den Wechsel besteht.

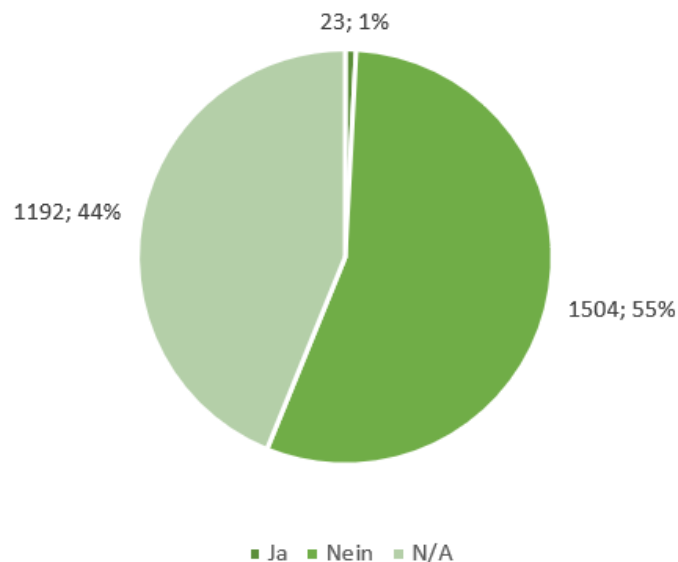
Abbildung 11: Geplanter Einsatz alternativer Fällmittel nach DWA A 202



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Zu einem alternativen Fällmittel-Einsatz nicht nach DWA A 202 waren wie in Abbildung 12 zu sehen lediglich 1% bereit, was im Absolutwert 23 Ja-Antworten entspricht. 55% (1.504) verneinten und 44% gaben keine Antwort.

Abbildung 12: Geplanter Einsatz alternativer Fällmittel nicht nach DWA A 202



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

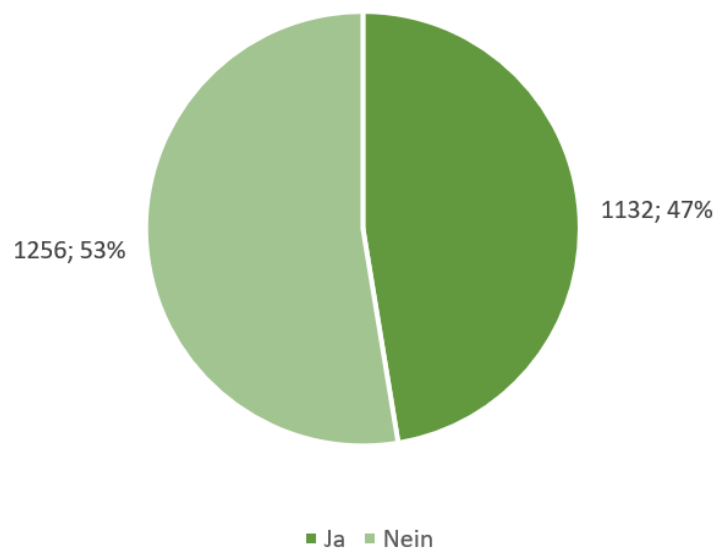
Unter denjenigen, die die Frage zum geplanten Einsatz alternativer Fällmittel nicht nach DWA A 202 mit ‚Ja‘ beantwortet haben, wurden als häufigste Produkte folgende Antworten gegeben:

- ▶ PrecaPhos
- ▶ VAT Aluferol 91
- ▶ VTA Ferrodual
- ▶ FerroSorb

Da die alternativen Fällmittel weitergehend in Unterkapitel 2.2 beleuchtet werden, werden die Produkte an dieser Stelle nur eingeführt und später tiefergehend betrachtet.

Neben den Möglichkeiten für alternative Fällmittel wurden ebenfalls die Befürchtungen zur Beeinträchtigung der Anlage abgefragt. Wie in Abbildung 13 zu sehen, befürchtet 47% der Befragten durch alternative Fällmittel eine Beeinträchtigung der Anlage. Als Hauptbedenken wurden dabei am Häufigsten die Gefahr von Fadenbakterien und Blähschlamm genannt sowie ein Anstieg von *Schwefelwasserstoff* (H₂S) durch den Wechsel zu Alternativprodukten.

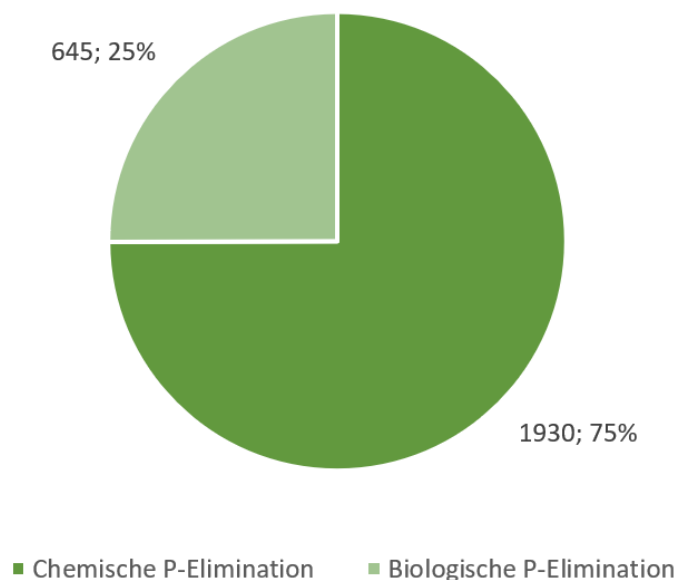
Abbildung 13: Befürchtung der Beeinträchtigung der Anlage durch alternative Fällmittel



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Hinsichtlich der Art der Phosphorelimination wurden nur Kläranlagen befragt. Als Auswahl-Möglichkeit war die *Chemische P-Elimination* (PC), die *Biologische P-Elimination* (PB) oder *beides* (PBC). Dadurch müssen bei der Auswertung dieser Frage zum einen die zusammengefassten Antworten und zum anderen die Möglichkeit Doppelantworten für PBC zu geben, berücksichtigt werden. Wie in Abbildung 14 ersichtlich, nutzen bezogen auf die Anzahl 25% biologische P-Elimination und 75% chemische P-Elimination. Zur besseren Übersicht der zusammengefassten Antworten/Doppelantworten, wurde weiterhin in Tabelle 5 nach Antwortauswahl und erfasster EW unterschieden. Dabei ergibt sich für die EW aus PB und PBC summiert ein prozentualer Anteil von circa 50%, was realistischer erscheint.

Abbildung 14: Art der Phosphorelimination



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 5: Umfragebereich Art der P-Elimination

Art der Phosphorelimination	Einwohnerwerte [EW]
PC	62.443.645
PB	4.050.450
PBC	57.690.832

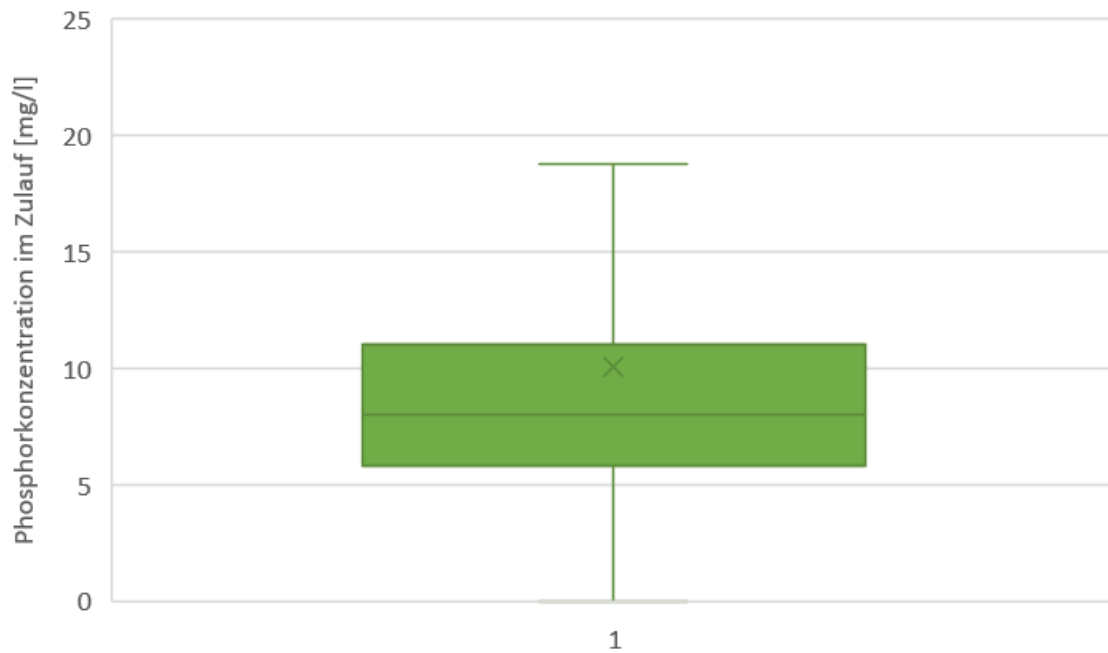
Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Neben der Art der Phosphorelimination wurde weiterhin die Phosphorkonzentrationen [mg/l] im Zulauf und Ablauf der Kläranlagen abgefragt. Hierbei wurden 2.004 Antworten erlangt. Die Daten wurden als Box-Whisker-Plots aufbereitet und nachfolgend in Abbildung 15 und Abbildung 16 ersichtlich. Zur Erklärung des Plots: Die Box des Plots steht für den Bereich in dem die mittleren 50 % der Daten liegen. Innerhalb der Box ist mit einem Strich der Median gekennzeichnet, der wiederum damit das obere und untere Quartil unterteilt.

Das Kreuz im Blot zeigt des Mittelwerts der Verteilung an. Die T-Striche stehen für den oberen und unteren „Whisker“ und stellen den Bereich der Extremwerte dar. Auf der X-Achse des Box-Whisker-Plots bedeutet die 1 lediglich das ein Datensatz betrachtet wird.

Im Zulauf der befragten Kläranlagen betragen die Phosphorkonzentrationen im Median 8 mg/l. Laut Leistungsvergleich 2021 (Abbildung 3) stellt sich für Deutschland ein Mittelwert im Zulauf von 6,9 mg/l ein. Maximal wurden Phosphorkonzentrationen von 800 mg/l und minimal von 0,87 mg/l angegeben. Der Maximalwert wurde als Eingabefehler in der Umfrage eingestuft und somit aus Ausreißer. Dieser ist in dem Box-Whisker-Plot nicht weiter ersichtlich. Der Mittelwert lag für die Zulauf-Phosphorkonzentration bei 10 mg/l.

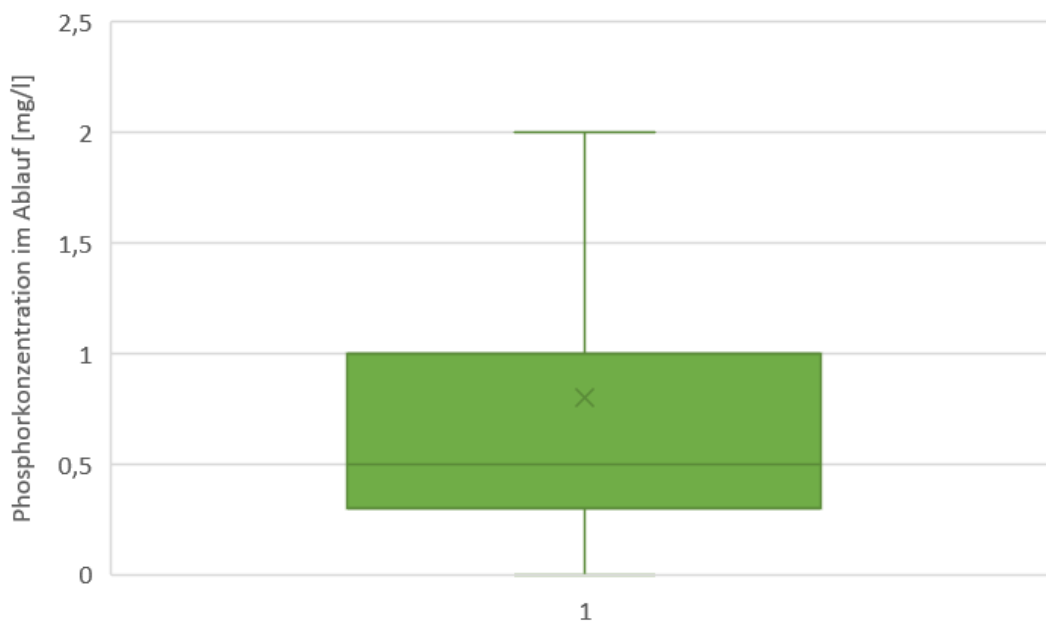
Abbildung 15: Phosphorkonzentration im Zulauf



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Wie im Box-Whisker-Plot in Abbildung 16 zu sehen, liegt die Phosphorkonzentration im Ablauf laut Median bei 0,5 mg/l. (Laut Leistungsvergleich im Mittelwert 0,48 mg/l) Der Mittelwert der Daten ergab 0,8 mg/l im Ablauf. Minimal wurde ein Absolutwert von 0,02 mg/l ermittelt. Maximal laut den Daten der Befragten ist ein Ablaufwert von 17 mg/l ermittelt worden. Dies kann für kleine Anlagen ohne Anforderung an die Phosphor-Elimination möglich sein. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die Phosphor-Elimination sehr effizient verläuft, sich aber auch in Bezug der Überwachungswerte noch Potenziale in der Fällmittel-Einsparung zeigen.

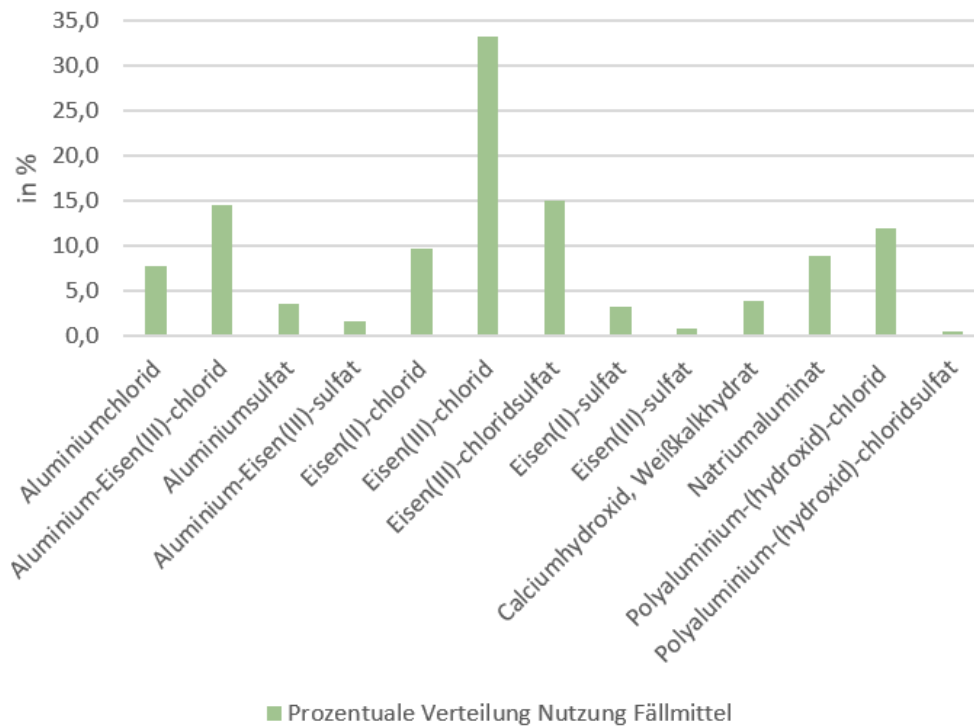
Abbildung 16: Phosphorkonzentration im Ablauf



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Neben der Möglichkeit von alternativen Fällmitteln wurde im Rahmen der Betreiber-Umfrage nach Nutzung verschiedener Fällmittel und deren prozentualen Verteilung bezogen auf die Anzahl analysiert. In Abbildung 17 wird deutlich, dass unter den Befragten besonders häufig Fällmittel wie Eisen(III)-chlorid, Aluminium-Eisen(III)-chlorid und Eisen(III)-chloridsulfat verwendet werden. Fällmittel die neben der chemischen Phosphorelimination auch noch Blähschlamm entgegenwirken und zur Verringerung der H₂S-Bildung beitragen.

Abbildung 17: Prozentuale Verteilung Nutzung Fällmittel nach DWA A 202



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Neben der Wahl der Fällmittel wurden Kläranlage und Industrie (Direkt und -Indirekteinleiter) weiterhin nach der benötigten monatlichen Durchschnittsmenge je Fällmittel befragt, um eine Einschätzung der Bedarfsmengen je Fällmittel für ganz Deutschland zu bekommen. Diese wurden auf das Jahr hochskaliert und sind weiterhin in Tabelle 6 aufbereitet. (Stand 01.01.2023).

Tabelle 6: Benötigte Jahresmengen in t je Fällmittel Kläranlage + Industrie

Fällmittel	Benötigte Jahresmenge [in t]
Aluminiumchlorid (AlCl ₃)	16.170
Aluminium-Eisen(III)-chlorid (AlCl ₃ + FeCl ₃)	111.242
Aluminiumsulfat (Al ₂ (SO ₄) ₃)	17.553
Aluminium-Eisen(III)-sulfat ([Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃] *n H ₂ O)	4.659
Eisen(II)-chlorid (FeCl ₂)	61.172

Fällmittel	Benötigte Jahresmenge [in t]
Eisen(III)-chlorid (FeCl ₃)	667.109
Eisen(III)-chloridsulfat (FeClSO ₄)	74.974
Eisen(II)-sulfat (FeSO ₄ *7 H ₂ O)	50.125
Eisen(III)-sulfat (Fe ₂ (SO ₄) ₃)	9.418
Calciumhydroxid, Weißkalkhydrat (gelöschter Kalk), stabilisierte Kalkmilch (20%ig) (Ca(OH) ₂)	24.355
Natriumaluminat (NaAl(OH) ₄)	41.602
Polyaluminium-(hydroxid)-chlorid (PAC) ([Al(OH) ₃ -xCl _x] _n)	23.672
Polyaluminium-(hydroxid)-chloridsulfat (Al _x (OH) _y Cl _z (SO ₄) _k)	910
Sonstiges	767
Gesamt:	<u>1.103.743</u>

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Hierbei zeichnet sich wie bei Abbildung 17 zuvor ab, das eine hohe Nutzung der Fällmittel Eisen(III)-chlorid, Aluminium-Eisen(III)-chlorid, sowie Eisen(III)-chloridsulfat vorliegt. Insgesamt wird im Jahr eine Menge an Fällmittel der unterschiedlichen Fällmittel von 1.103.734 t benötigt. Ausreißer wurden unter Plausibilitätsprüfung geprüft und entfernt.

Tabelle 7 zeigt weiterhin, welchen Anteil Industrie am benötigten Jahresbedarf ausmacht. Direkt- und Indirekteinleiter benötigen insgesamt pro Jahr 84.941 t. Dadurch ist der Bedarf sehr gering gegenüber dem Gesamtbedarf aus Kläranlage und Industrie. Betrachtet man nur den Gesamtbedarf der Kläranlagen liegt der Bedarf bei circa 1.015.000 t/a.

Tabelle 7: Benötigte Jahresmengen in t je Fällmittel Industrie

Fällmittel	Benötigte Jahresmenge [in t]
Aluminiumchlorid (AlCl ₃)	1.343
Aluminium-Eisen(III)-chlorid (AlCl ₃ + FeCl ₃)	5.244
Aluminiumsulfat (Al ₂ (SO ₄) ₃)	4.845
Aluminium-Eisen(III)-sulfat ([Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃] *n H ₂ O)	-
Eisen(II)-chlorid (FeCl ₂)	13.281

Fällmittel	Benötigte Jahresmenge [in t]
Eisen(III)-chlorid (FeCl ₃)	21.152
Eisen(III)-chloridsulfat (FeClSO ₄)	8.340
Eisen(II)-sulfat (FeSO ₄ *7 H ₂ O)	4.320
Eisen(III)-sulfat (Fe ₂ (SO ₄) ₃)	1.459
Calciumhydroxid, Weißkalkhydrat (gelöschter Kalk), stabilisierte Kalkmilch (20%ig) (Ca(OH) ₂)	22.139
Natriumaluminat (NaAl(OH) ₄)	792
Polyaluminium-(hydroxid)-chlorid (PAC) ([Al(OH) ₃ -xCl _x] _n)	1.695
Polyaluminium-(hydroxid)-chloridsulfat (Al _x (OH) _y Cl _z (SO ₄) _k)	156
Sonstiges	175
Gesamt:	<u>84.941</u>

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Neben der Ermittlung der Fällmittel-Bedarfe je Fällmittel skaliert auf ein Jahr wurden weiterhin Fällmittelfehlmengen der Befragten ermittelt. In der Umfrage wurde neben dem Monats-durchschnitts-Verbrauch in t, der Lagerbestand der Befragten in t, der Status der Lieferzusage [ja/nein] zum befragten Zeitpunkt, die zugesagte Lieferzusage in t und der Zeitraum der Lieferzusage abgefragt. Die Kalkulationen beziehen sich wie bei der Ermittlung der Bedarfe unter der Annahme einer gleichbleibenden Angebotslage ohne neue Bezugsquellen zum Stand 01.01.2023 und entsprechen somit einer Momentaufnahme. Anschließend wurden die Ist-Daten skaliert, um auf Grundlage dessen die Fehlmengen für 4 Monate (März 2023), 7 Monate (Juni 2023) und 14 Monate (Ende 2023) zu ermitteln. Die Skalierung der Fehlmengen sind nachfolgend in Tabelle 8 aufgeführt. Bis März 2023 ergibt sich ohne neue Bezugsquellen somit eine Gesamt-Fehlmenge von 91.412 t und bis Ende 2023 426.994 t.

Eine Skalierung nur der Fehlmengen allein für die Industrie, sowie länderspezifische Gesamtbedarfe in Fällmittel und Fehlmengen wurden weiterhin erstellt und sind im Anhang in der

Abbildung 64 - Abbildung 65 zu finden.

Tabelle 8: Fehlmengen Fällmittel skaliert bis März 2023, Juni 2023 und Ende 2023 in t für Kläranlage und Industrie

Im Abwasserbereich fehlen bis zum	in t		
	01.03.2023	01.06.2023	Ende 2023
Fällmittel			
Aluminiumchlorid (AlCl ₃)	- 2.695	- 5.773	- 13.500

Im Abwasserbereich fehlen bis zum	in t		
Aluminium-Eisen(III)-chlorid (AlCl ₃ + FeCl ₃)	- 26.930	- 52.944	- 115.178
Aluminiumsulfat (Al ₂ (SO ₄) ₃)	- 2.379	- 4.911	- 11.415
Aluminium-Eisen(III)-sulfat ([Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃] *n H ₂ O)	- 308	- 807	- 2.105
Eisen(II)-chlorid (FeCl ₂)	- 8.250	- 15.453	- 35.211
Eisen(III)-chlorid (FeCl ₃)	- 14.678	- 32.477	- 77.577
Eisen(III)-chloridsulfat (FeClSO ₄)	- 11.537	- 23.972	- 54.213
Eisen(II)-sulfat (FeSO ₄ *7 H ₂ O)	- 12.258	- 23.984	- 51.625
Eisen(III)-sulfat (Fe ₂ (SO ₄) ₃)	- 2.147	- 4.120	- 8.853
Calciumhydroxid, Weißkalkhydrat (gelöschter Kalk), stabilisierte Kalkmilch (20%ig) (Ca(OH) ₂)	- 2.809	- 5.659	- 12.945
Natriumaluminat (NaAl(OH) ₄)	- 4.133	- 8.752	- 25.857
Polyaluminium-(hydroxid)-chlorid (PAC) ([Al(OH) ₃ -xCl _x] _n)	- 3.213	- 7.195	- 17.951
Polyaluminium-(hydroxid)-chloridsulfat (Al _x (OH) _y Cl _z (SO ₄) _k)	- 70	- 147	- 371
Sonstiges	- 4	- 30	- 193
Gesamt:	- 91.412	- 186.226	- 426.994

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Aufgrund der Wiederaufnahme der Produktion ist der Worst Case nach vier Monaten nicht eingetreten, obwohl sich eine sehr fragile Lieferlage eingestellt hat (Betrachtungszeitpunkt April 2023). Seitens des BMUV wurde im April 2023 um Einschätzung zur Lage der Fällmittel und evtl. Grenzüberschreitungen der Bundesländer gebeten, die hier im Folgenden Stichpunktartig als Exkurs für die eingegangenen Einschätzungen aufgeführt werden:

Bayern

- ▶ Keine Probleme hinsichtlich Verfügbarkeit von Fällmitteln
- ▶ Keine gemeldeten Überschreitungen
- ▶ Keine langfristigen Verträge mehr mit Fällmittel-Hersteller

Bremen

- ▶ Fällmittel steht zur Verfügung, aber Lage immer noch angespannt
- ▶ Keine gemeldeten Überschreitungen
- ▶ Keine langfristigen Verträge mehr mit Fällmittel-Hersteller

Hamburg

- ▶ Fällmittel steht zur Verfügung, aber Lage immer noch angespannt
- ▶ Preissteigerung Fällmittel um 100 % in Bezug zu 2021
- ▶ Keine gemeldeten Überschreitungen
- ▶ Einschätzung der als okay, aber weiterhin fragil

Niedersachsen

- ▶ Lage hat sich entspannt
- ▶ Weitere Überschreitungen wurden nicht angezeigt
- ▶ Lieferzeiten deutlich verlängert
- ▶ Lieferzusagen kurzfristig und nicht planbar

Rheinland-Pfalz

- ▶ Angespannte Lage des Winters hat sich wieder entspannt
- ▶ Überschreitungen von Überwachungswerte konnte vermieden werden
- ▶ Appell an Bund: Bitte um Vorsorgemaßnahmen

Saarland

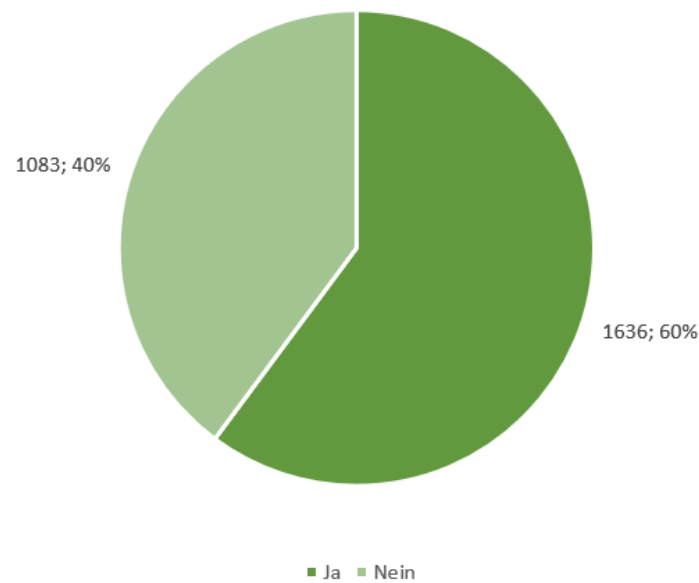
- ▶ Auf 23 Anlagen bisher noch Fällmittel-Einsparmaßnahmen notwendig
- ▶ Umstieg teilweise auf alternative Fällmittel
- ▶ Keine Überschreitungen gemeldet
- ▶ Preissteigerung Fällmittel um 100 % in Bezug zu 2021

Sachsen

- ▶ Fällmittel soweit verfügbar, aber Lage weiterhin fragil
- ▶ Keine gesicherten Lieferverträge
- ▶ Großkläranlage weiterhin auf Streckbetrieb
- ▶ Lieferengpässe mit Ersatzteilen zur Havarie Beseitigung an technische Ausrüstung sowie Verfahrens- und Prozesstechnik weiter zu verzeichnen
- ▶ Bedenken vor erneuter flächendeckender Mangellage im Herbst/Winter 2023

Die Preisentwicklung wurde in der Betreiber-Umfrage im Zeitraum von 2021 zu 2022 ebenfalls abgefragt, da durch die Verknappung von Gütern eine Preissteigerung zu erwarten ist. Nachfolgend in Abbildung 18 zu sehen, bestätigt sich diese These. 60% der aller Befragten (Kläranlage, Industrie und Wasserwerk) sind von einer Preissteigerung im Vergleich zu 2021 betroffen.

Abbildung 18: Preissteigerung Fällmittel gesamt alle in Bezug auf 2021

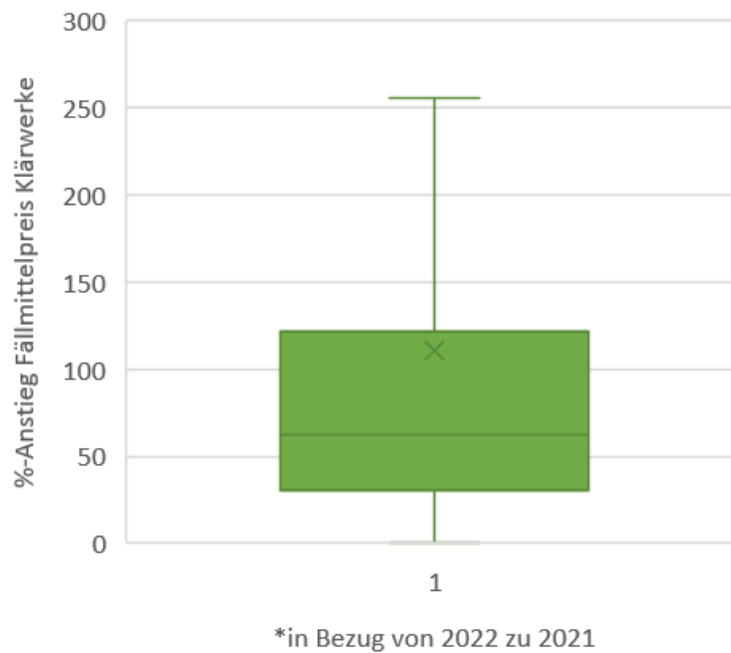


Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Weiterhin sollten die Befragten angeben, um wie viel Prozent die Preissteigerung war und wie hoch die Preise in 2022 für Fällmittel lagen. In den Rohdaten waren teilweise Transportmehrkostenpauschale und Energiezuschlag inbegriffen. Es wurden neben €/t, auch €/kg und sogar €/g angegeben. Außerdem wurden teilweise Netto statt Brutto-Preise angegeben. Überwiegend wurde sich auf Eisen(III)-chlorid bezogen. Die Preise wurde zunächst auf Netto-Preise skaliert und auf €/t bezogen. Ausreißer über Plausibilitäts-Prüfung entfernt.

Zunächst erfolgt die Betrachtung der Fällmittelkosten für die Kläranlagen. Die Abfrage dieser weitergehenden Fragen war freiwillig und es gaben 978 Befragte eine Antwort. Es wurden also keine Mischangaben aus Kläranlage und Industrie oder Kläranlage und Wasserwerk betrachtet. Nach der Aufbereitung der Rohdaten wurden diese wieder in einem Box-Whisker-plot dargestellt. Abbildung 19 zeigt die prozentuale Verteilung der Netto-Preissteigerung von 2021 zu 2022 und Abbildung 20 die Absolut-Verteilung in €/t.

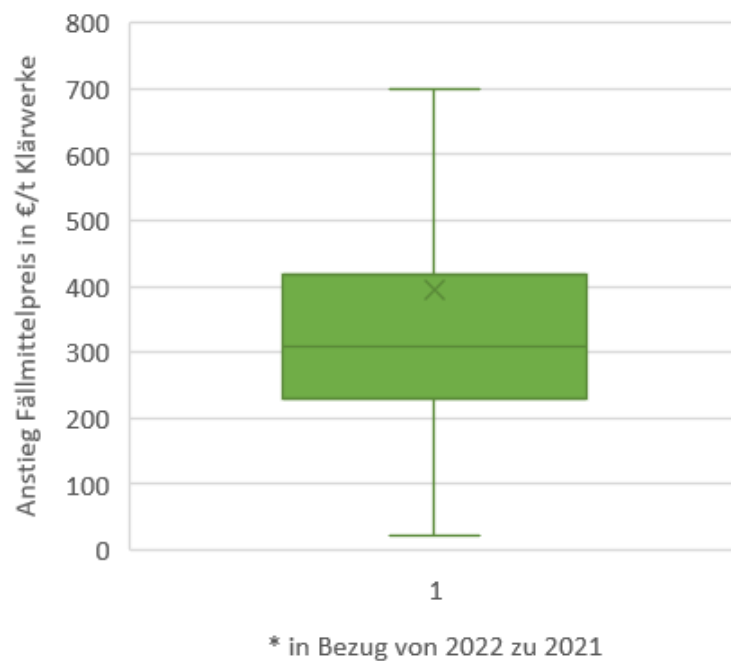
Abbildung 19: Kläranlage: Preissteigerung Fällmittel in netto [%] 2021 zu 2022



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Im Median ergibt sich eine prozentuale Preissteigerung von 63%. Minimal von 0%, was auf einen Langzeitvertrag schließen lässt und maximal von 1.100%, was wiederum eher als Ausreißer einzustufen ist. Der Mittelwert unter Berücksichtigung der Ausreißer ergab eine Preissteigerung von 2021 zu 2022 von 111 %. In Absolutwerten bedeutet dies einen Preis 2022 im Median von 310 €/t (Strich im Box-Whisker-Diagramm). Der Mittelwert gibt einen Preis von 396 €/t an (Kreuz im Box-Whisker-Diagramm). Der obere Whisker zeigt ohne Berücksichtigung der Ausreißer eine Spannweite bis zu 700 €/t.

Abbildung 20: Kläranlage: Preissteigerung Fällmittel in netto [€/t] 2021 zu 2022

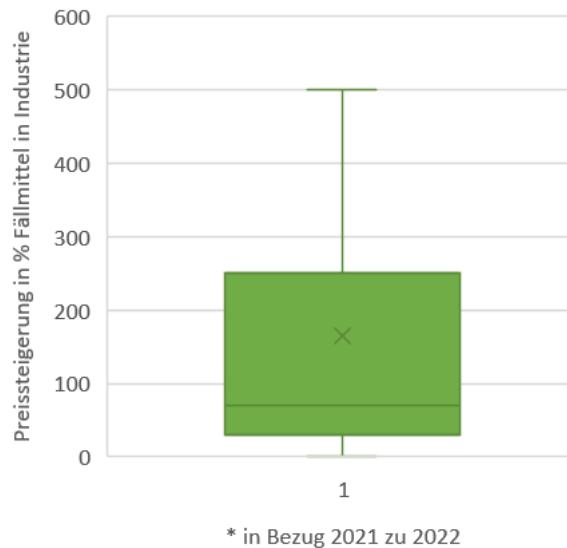


Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Auch für die Industrie werden im Folgenden keine Mischangaben betrachtet. In Abbildung 21 der Box-Whisker-Plot der prozentualen Verteilung der Netto-Preissteigerung und in

Abbildung 22 wieder der für die Absolutwerte in €/t. An der Zusatzfrage nahmen 123 Befragte aus dem Segment Industrie teil.

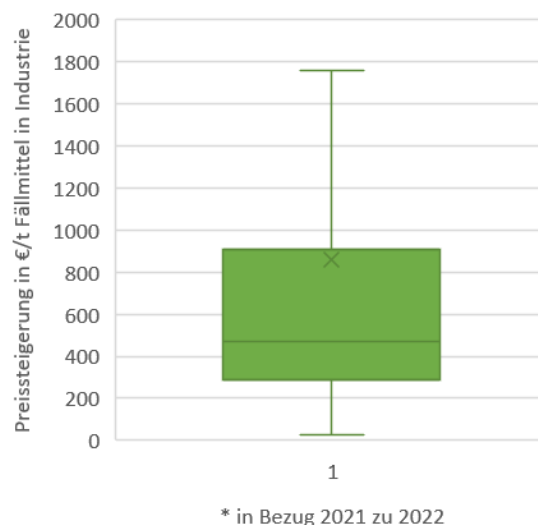
Abbildung 21: Industrie: Preissteigerung Fällmittel in netto [%] 2021 zu 2022



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Für die Industrie ergibt sich im Median eine Preissteigerung von 70 % und im Mittelwert 166 %. (zum Vergleich KA 63% im Median und 111% im Mittelwert) Minimal gibt es laut den Daten eine Preissteigerung von 0% und maximal von 2.246 %, wobei es sich wiederum um einen Ausreißer handeln muss. Auch für die Industrie wurde eine Plausibilitäts-Prüfung durchgeführt. Dementsprechend gibt der obere Whisker eine Spannweite bis zu 500% Preissteigerung an. Übertragen in Absolutwerte bedeutet dies im Median einen Preis im Jahre 2022 von 472 €/t und im Mittelwert von 897 €/t. (vgl. KA 310 €/t Median und 396 €/t Mittelwert) Da die Industrie zumeist kleinere Mengen vom Hersteller abnimmt als Großkläranlagen sind die höheren Preise für die Industrie erstmal plausibel. Der obere Whisker zeigt eine Absolut-Preis-Spanne von bis 1.750 €/t an.

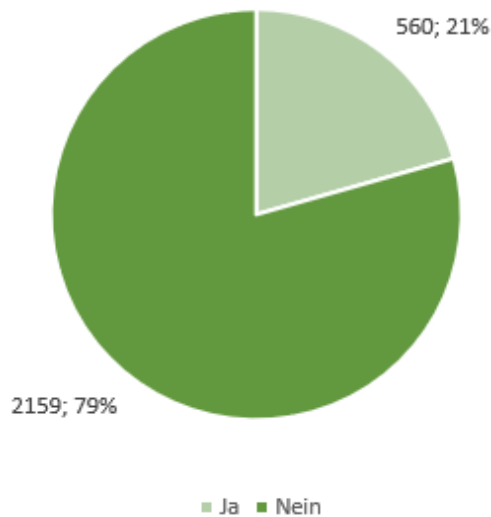
Abbildung 22: Industrie: Preissteigerung Fällmittel in netto [€/t] 2021 zu 2022



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Als zusätzliches Segment wurden die Umfrageteilnehmer*innen nach möglichen verfahrenstechnischen Anpassungen zur Fällmittel-Reduktion ihrer Anlagen gebeten. Diese Frage war eine Pflichtfrage und es haben insgesamt 21 % aller Befragten verfahrenstechnische Anpassung durchgeführt (siehe Abbildung 23).

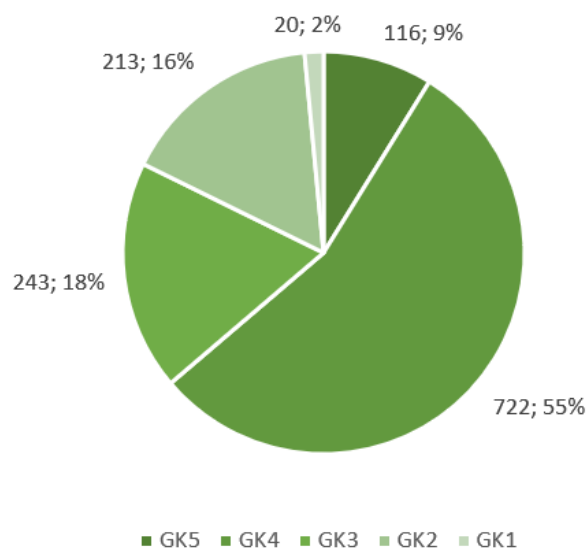
Abbildung 23: Verfahrenstechnische Anpassungen möglich? Bezug auf Gesamtheit aller Befragten



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

1.436 Nein-Antworten stammen aus dem Bereich der Kläranlage. Auffällig ist bei der tiefergehenden Betrachtung, dass nur 29% eine PB (645 Anlagen) besitzen und 71% eine PC. Von den Anlagen mit PB haben insgesamt 65% diese Frage mit ‚Nein‘ beantwortet. Im Nachfolgenden wurden die Nein-Antworten zusätzlich zur GK aufgegliedert (siehe Abbildung 24):

Abbildung 24: Verfahrenstechnische Anpassungen möglich? Nein-Antworten gegliedert nach GK



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Auffällig viele Anlagen der GK 4 (55%) haben die Antwort ‚Nein‘ zu verfahrenstechnischen Anpassung hinsichtlich der Fällmittel-Reduktion gegeben. Vermutet wird hierbei das die meisten Anlagen PC betreiben und nicht kurzfristig auf andere Maßnahmen umschwenken können aufgrund

der Größe der Anlage. Diejenigen, die im Bereich der Kläranlage, verfahrenstechnische Anpassungen zur Fällmittel-Reduktion für möglich halten, haben weiterhin 425 Antworten hinsichtlich Möglichkeiten und eine Abschätzung zur prozentualen Verringerung der Fällmittel gegeben. Diese sind nachfolgend in Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9: Mögliche verfahrenstechnische Anpassung zur Fällmittel-Reduktion, sowie prozentuale Verringerung der Fällmittel im Bereich der Kläranlage (n=425)

Mögliche Verfahrenstechnische Anpassungen	Anzahl Anlagen	%Verringerung FM		
		Mittelwert	Min	Max
Vermeidung Überdosierung	109	25	5	75
Annäherung an Grenzwert	55	54	5	75
Bio-P	52	26	3	90
Online P Messung	46	19	5	40
Streckbetrieb	45	29	5	75
Automatisierung	33	18	5	45
Optimierung Bio-P	25	20	3	60
Optimierung Fällmittelzugabe	25	16	2	30
Erhöhung auf Überwachungswert	13	26	10	50
Änderung Dosierstelle BB	9	13	2	30
Frachtbezogene Regelung	9	16	10	25
2-Punkt Fällung	7	16	10	25
Optimierung Belüftung	7	36	10	70
Handbetrieb der Dosierung, Minimaldosierung	6	13	5	30
Alternatives Fällmittel	5	43	80	20
Zugabe Kalk	3	10 (nur ein Wert)		
Einsatz eisenhaltigen Wasserwerksschlämme	2	40 (nur ein Wert)		
C-Quelle	2	40	30	50
Schlammwässerung Betrieb alternative Zuschlagstoffe	2	60 (nur ein Wert)		
Vorfällung im Kanalnetz	1	5 (nur ein Wert)		

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Als besonders häufige Maßnahme wurde die Vermeidung von Überdosierung angegeben. Dabei wird eine prozentuale Fällmittel-Reduktion von 5-75% je nach Anlage geschätzt. Auch die Annäherung an den Überwachungsgrenzwert wurde oft mit gleichem Ziel genannt und gleicher Einschätzung zur Fällmittel-Reduktion. Weiterhin wurde als verfahrenstechnische Anpassung der Wechsel zu Bio-P (PB) aufgeführt. Hierbei ist ein Effekt der Einsparung von 3-90% geschätzt worden. Viele

verfahrenstechnische Anpassungen zielten auch auf die Optimierung und Automatisierung der Dosierung ab, sowie einer Online P-Messung.

Tabelle 10: Mögliche verfahrenstechnische Anpassung zur Fällmittel-Reduktion, sowie prozentuale Verringerung der Fällmittel im Bereich der Industrie (n= 32)

Mögliche verfahrenstechnische Anpassungen	Anzahl Anlagen	%Verringerung FM		
		Mittelwert	Min	Max
Vermeidung Überdosierung	7	22	7	75
Automatisierung	6	18	6	25
Streckbetrieb	4	14	4	20
Einsatz Alternativer Verfahren	4	28	3	100
Verschneidung	3	18	3	40
Alternatives Fällmittel	3	31	3	100
Bio-P	2	18	2	33
Optimierung des Betriebsablaufs	2	24	2	50
Reduzierung Produktionsbetrieb	1	keine Daten		
Teilstrom Behandlung	1	keine Daten		
Optimierung Fällmittelzugabe	1	20 (nur ein Wert)		
Annäherung an Grenzwert	1	62,5 (nur ein Wert)		
Optimierung Bio-P	1	10 (nur ein Wert)		
Schwermetallfällung	1	60 (nur ein Wert)		
Schlammmentwässerung Betrieb alternative Zuschlagstoffe	1	50 (nur ein Wert)		

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Im Bereich der Industrie haben weiterhin 32 Befragte diese Frage beantwortet. In Tabelle 10 sind die Möglichkeiten der verfahrenstechnischen Anpassungen von Seiten der Industrie ersichtlich. Auch hier wurde häufig die Vermeidung von Überdosierung, sowie die Automatisierung als Anpassungs-Strategien gewählt. Allgemein ist bei Anpassungs-Strategien unabhängig vom Abfrage-Bereich zu unterscheiden zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen. Hierbei wurden im Bereich der Kläranlage sowie in der Industrie jeweils einige Maßnahmen genannt.

Dadurch ist die Betrachtung der Lage zum Fällmittel-Notstand aus Sicht der Industrie und Kläranlage aus Umfrage 1 abgeschlossen.

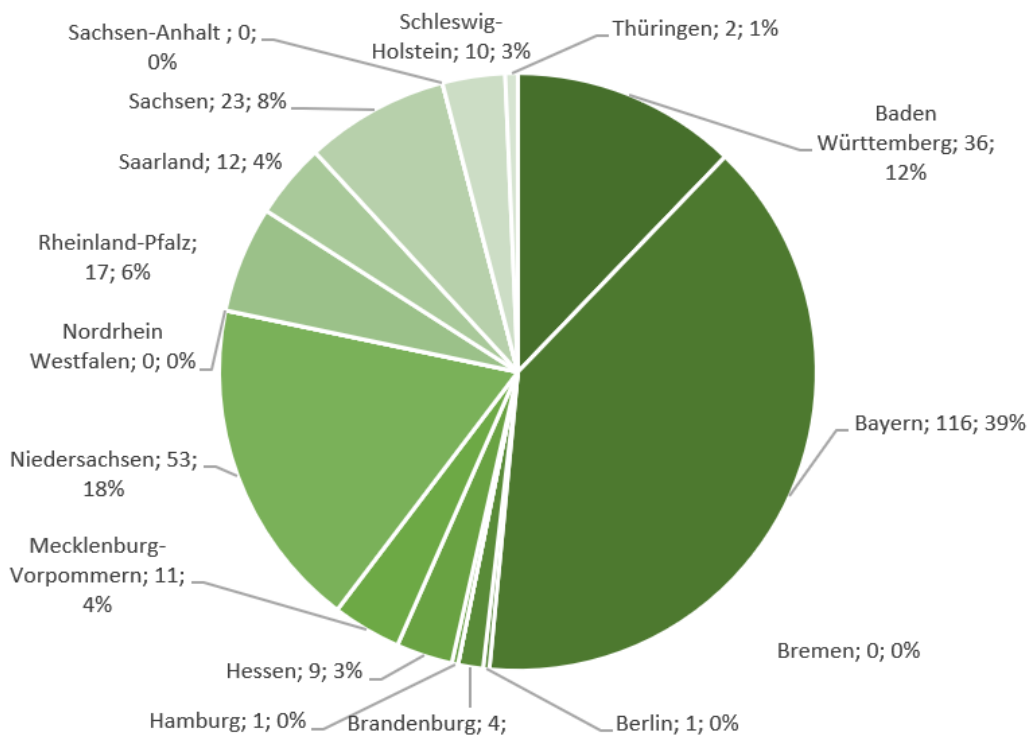
Zusätzlich folgt je abgefragten Bereich die Ergebnisse im **Bereich des Trinkwassers**. Laut Abbildung 5 kamen 380 der insgesamt 2.775 abgegebenen Umfragen aus diesem Bereich. Hierbei sind weiterhin ebenfalls zusammengefasste Antworten zu berücksichtigen. In Deutschland stellt über seine Wasseraufbereitungsanlagen insgesamt ein *Trinkwasser* (TW)-Volumen von 5.200.000.000

m³/a bereit. Davon haben See- und Talsperren einen Anteil von 639.600.000 m³/a. (Destatis 2023b) Durch die Betreiber-Umfrage wurde ein Wasservolumen 250.582.151 m³/a erreicht, was in Bezug auf die See- und Talsperren einen abgefragten Anteil von 39% ausmacht. Es wird hierbei davon ausgegangen das andere TW-Quellen, wie beispielsweise Grundwasser zur Aufbereitung keine oder nur geringfügig Fällmittel benötigen.

Die Teilnahme der 380 Befragten aus den Bundesländern hinsichtlich des Bereichs des Trinkwassers ist in Abbildung 25 dargestellt. Besonders häufig nahmen Wasserwerke aus Bayern, Niedersachsen und Baden-Württemberg teil.

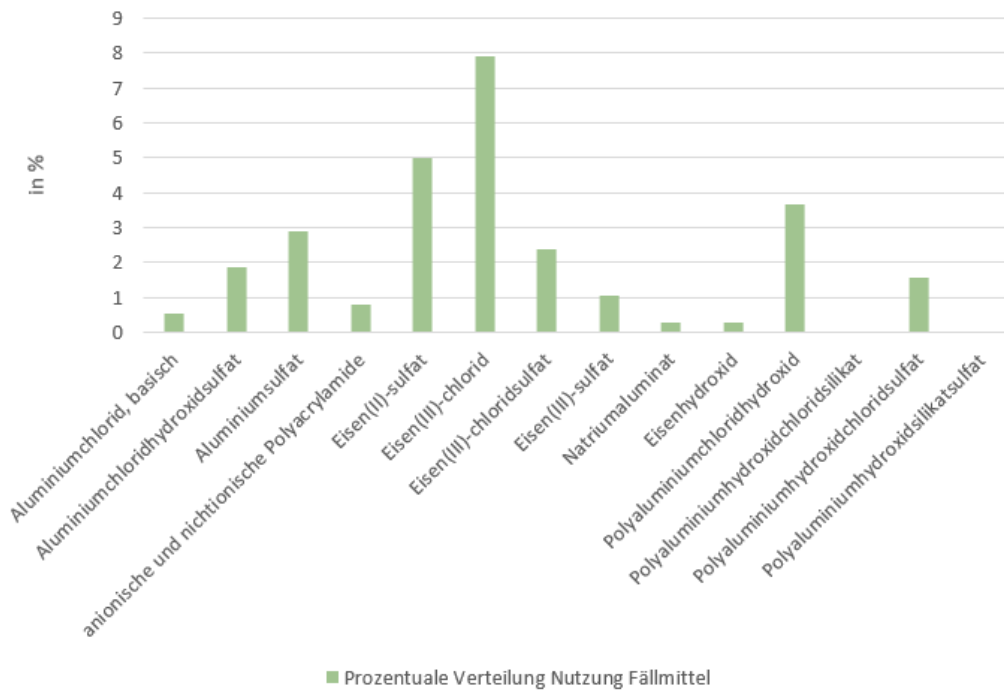
Für die Ermittlung der priorisierten Fällmittel wurde im Trinkwasser-Bereich nach den Fällmitteln der §11-Liste gefragt, da gerade im Trinkwasser ein höheres Reinheits-Gebot hinsichtlich der Fällmittel gegeben ist. Das Ergebnis dieser Abfrage ist nachfolgend in Abbildung 26 ersichtlich.

Abbildung 25: Aufteilung nach Bundesland im Bereich Trinkwasser



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 26: Prozentuale Verteilung der Nutzung unterschiedlicher Fällmittel im Bereich Trinkwasser



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Neben Eisen(III)-chlorid wird Eisen(II)-sulfat und Polyaluminiumchloridhydroxid eingesetzt. Durch die geringe Teilnahme der Wasserwerke insgesamt ist jedoch nicht sicher zu sagen, dass diese drei Fällmittel der am Meisten eingesetzten Fällmittel im TW-Bereich entsprechen.

Für die Gesamtjahresmenge (siehe Tabelle 11) ergibt sich ein absoluter Fällmittel-Bedarf von 13.128 t/a. Hierbei wird besonders Aluminiumsulfat, Eisen(III)-chlorid, Eisen(II)-chloridsulfat und Polyaluminiumchloridhydroxid in größeren Mengen benötigt.

Tabelle 11: Jahresfällmittel-Bedarf im Bereich des Trinkwassers je Fällmittel

Fällmittel	Benötigte Jahresmenge [in t]
Aluminiumchlorid, basisch	58
Aluminiumchloridhydroxidsulfat	673
Aluminiumsulfat	3.691
anionische und nichtionische Polyacrylamide	36
Eisen(II)-sulfat	382
Eisen(III)-chlorid	1.253
Eisen(III)-chloridsulfat	2.885
Eisen(III)-sulfat	12

Fällmittel	Benötigte Jahresmenge [in t]
Natriumaluminat	0
Eisenhydroxid	8
Polyaluminiumchloridhydroxid	2.408
Polyaluminiumhydroxidchloridsilikat	0
Polyaluminiumhydroxidchloridsulfat	1722
Polyaluminiumhydroxidsilikatsulfat	0
<u>Gesamt</u>	<u>13.128</u>

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Auf Grundlage der gleichen Berechnung und Plausibilitätsprüfung wie im Bereich der Kläranlage und der Industrie wurden weiterhin die Fehlmengen im Bereich Trinkwasser für März 2023, Juni 2023 und Ende 2023 skaliert (siehe Tabelle 12). Auch hierbei ist zu sagen, dass aufgrund der Datenlage keine endgültige Aussage getroffen werden kann. Hinsichtlich der prozentualen und absoluten Preissteigerung in Bezug von 2021 zu 2022, wurden für den Trinkwasser-Bereich die Box-Whisker-Plots in Abbildung 27 und Abbildung 28 erstellt.

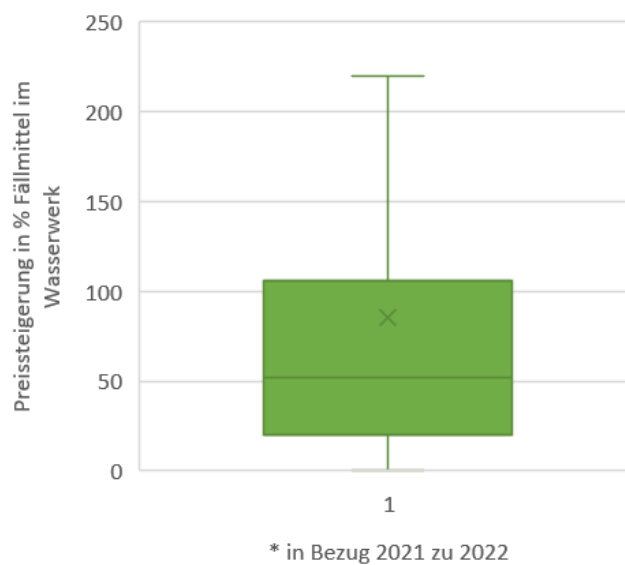
Tabelle 12: Jahresfällmittel-Fehlmenge im Bereich des Trinkwassers je Fällmittel bis März 2023, Juni 2023 und Ende 2023

Im Trinkwasserbereich fehlen bis zum	in t		
	01.03.2023	01.06.2023	Ende 2023
Fällmittel			
Aluminiumchlorid, basisch	0	0	-1
Aluminiumchloridhydroxidsulfat	-30	-52	-233
Aluminiumsulfat	0	-15	-87
anionische und nichtionische Polyacrylamide	0	0	-9
Eisen(II)-sulfat	-110	-197	-412
Eisen(III)-chlorid	-187	-401	-918
Eisen(III)-chloridsulfat	-325	-1.045	-2.725
Eisen(III)-sulfat	-3	-5	-11
Natriumaluminat	0	0	0
Eisenhydroxid	0	0	0

Im Trinkwasserbereich fehlen bis zum	in t		
Polyaluminiumchloridhydroxid	-634	-1.219	-2.617
Polyaluminiumhydroxidchloridsilikat	0	0	0
Polyaluminiumhydroxidchloridsulfat	-100	-234	-550
Polyaluminiumhydroxidsilikatsulfat	0	0	0
<u>Gesamt</u>	- <u>1.388</u>	- <u>3.168</u>	- <u>7.565</u>

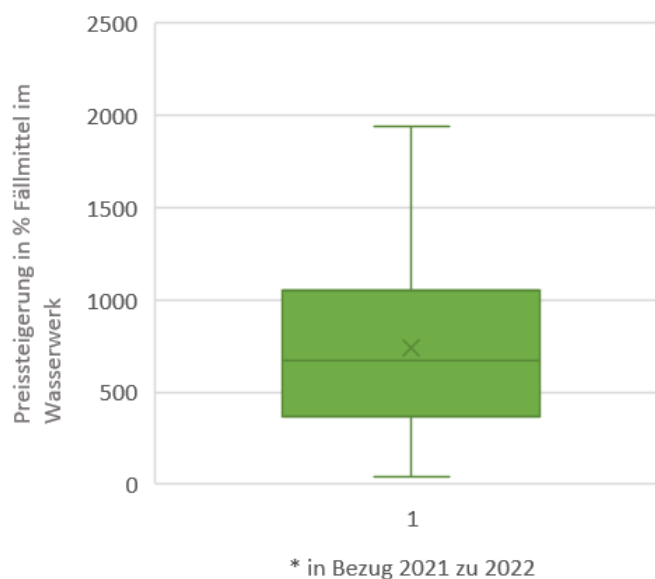
Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 27: Trinkwasser: Preissteigerung Fällmittel in netto [%] 2021 zu 2022



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 28: Trinkwasser: Preissteigerung Fällmittel in netto [€/t] 2021 zu 2022



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Auf Grundlage der erworbenen Daten im TW-Bereich ergibt sich im Median eine prozentuale Steigerung von 52%. Der Mittelwert entspricht einer 85% Steigerung. Der obere Whisker zeigt eine Spanne bis circa 225%. In Absolutwerten für das Jahr 2022 kostet das Fällmittel im Median 670 €/t und im Mittelwert 743€/t. Dies ist deutlich teurer als im Abwasserbereich, ist jedoch auf die höhere Reinheit der Fällmittel zurückzuführen.

Durch die geringe Teilnahme haben auch nur sehr wenige mögliche verfahrenstechnische Anpassungen und die schätzbare prozentuale Verringerung des Fällmittels im Bereich des TW aufgezeigt. Diese sind nachfolgend in Tabelle 13 zu sehen. Weiterhin kann dies mit den erhöhten Qualitätsansprüchen begründet werden. Auch im TW-Bereich werden wieder kurz-, -mittel-, - und langfristige Maßnahmen aufgezählt. Am häufigsten wird die Verschneidung von unterschiedlichen Rohwässern genannt.

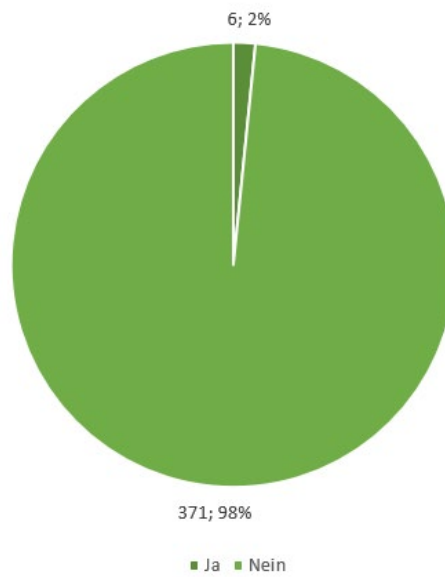
Tabelle 13: Mögliche verfahrenstechnische Anpassungen im Bereich des Trinkwassers zur Fällmittel-Reduktion (n=16)

Mögliche verfahrenstechnische Anpassungen	Anzahl Anlagen	%Verringerung FM		
		Mittelwert	Min	Max
Verschneidung	7	40	15	75
Brunnen außer Betrieb nehmen	3	33	15	50
Filteranlage wird auf Grenzwert Arsen gefahren	2	30	30	30
Alternatives Fällmittel	2	23	20	25
Vermeidung Überdosierung	1	30 (nur ein Wert)		
Annäherung an Grenzwert	1	25 (nur ein Wert)		
Streckbetrieb	1	50 (nur ein Wert)		
Drosselung Betrieb	1	10 (nur ein Wert)		
UV-Anlage	1	keine Daten		

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Zum Thema Nutzung alternativer Fällmittel der §11-Liste als Pflichtfrage gaben nur 2% ‚Ja ‘und 98% ‚Nein ‘an (siehe Abbildung 29).

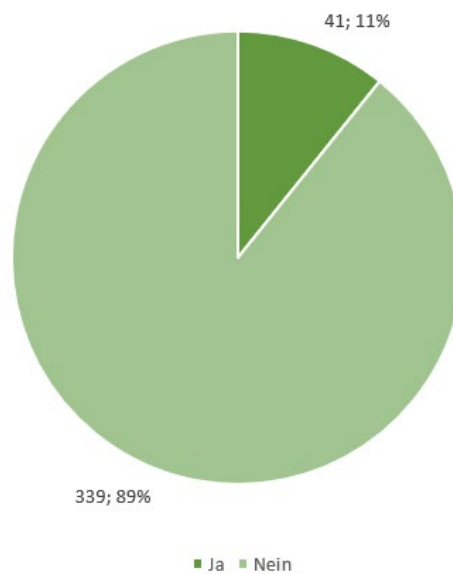
Abbildung 29: Trinkwasser: Nutzung alternativer Fällmittel nach §11-Liste



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Gesondert für den Bereich des Trinkwassers wurde weiterhin die Pflichtfrage gestellt, ob aufgrund der Lage der begrenzten Fällmittel die TW-Versorgung gefährdet wäre. 11% der Befragten gaben hierbei ‚Ja‘ als Antwort, 98% verneinten diese Frage (siehe Abbildung 30).

Abbildung 30: Trinkwasser: Ist die TW-Versorgung gefährdet?



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Die letzte Frage der Umfrage 1 „Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand? (K + I + W)“ wurde auch mit vielen Ideen und Wünschen beantwortet. Diese sind weiterhin im Anhang unter

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 53 zu finden und zeigen ein sehr breites Bild der Lage und Bedürfnisse.

Zusammenfassend ist aufgrund der Betreiber-Umfrage zu sagen, dass für den Abwasserbereich eine valide und umfassende Datengrundlage ermittelt wurde hinsichtlich des Fällmittel-Bedarfs und der Fehlmenge als Momentaufnahme Ende 2022. Für den Trinkwasser-Bereich ist die Datengrundlage ausbaufähig. Die Abhängigkeit der Trink- und Abwasserbranche von Lieferketten wurde ebenfalls weiter bestätigt, sowie die prekäre Fluktuation der Preise. Hierfür sollten mittel- bis langfristig Lösungen gefunden werden, um die Betreiber zu entlasten und die Trink- und Abwasserbranche resilienter werden zu lassen. Auch zeigt die Betreiber-Umfrage wie individuell mit der Fällmittel-Knappheit umgegangen wurde, wie beispielsweise anhand der Verwendung alternativer Fällmittel deutlich wird. Weiterhin wurden vielseitige Handlungsspielräume aufgezeigt. Deutlich wird, dass die Betreiber alles in ihrer Macht Stehende getan haben, um mit dem Fällmittel-Mangel umzugehen unter gleichzeitiger Beachtung des Schutzes der Gewässer.

Kurze Betrachtungen anderer Umfragen zum Fällmittelnotstand

Bereits im Zeitraum von September – November 2022 erfolgten seitens der DWA (über die Kläranlagen-Nachbarschaften) erste anonyme Blitzumfragen zur Ermittlung der Fällmittel-Engpässe. Dabei nahmen an der ersten Blitzumfrage im September 722 Betreiber teil, wobei Verbände mit mehreren Kläranlagen in Summe beantworten konnten. Das Ergebnis umfasst ca. 65 Mio. Einwohnerwerte, was etwa 43% der gesamten Ausbaukapazität Deutschlands entspricht. (DWA 2022) Hierbei wurde eine Lücke bis Jahresende 2022 von ca. 115.000 t ermittelt.

Die Umfrage 1 dieses Gutachtens hat für circa den gleichen Zeitraum (circa 3-4 Monate) eine Fehlmenge von 91.412 t (Tabelle 8) bei ca. 136.500.000 EW ermittelt.

Auch im Bereich des Trinkwassers wurden in dieser Zeit zusätzlich Abfragen getätigt. Unter anderem wurde auch vom UBA ein Sachverständigengutachten zur ‚Ermittlung der derzeitigen und zukünftigen Verfügbarkeit von Eisenflockungsmitteln zur Trinkwasseraufbereitung mit den Qualitäten nach Typ 1 der DIN EN 888 (2005), 889 (2005), 890 (2012), 891 (2005)‘ in Auftrag gegeben (Rohn und Nahrstedt 2023). Für das Gutachten wurde eine Umfrage an 150 potenzielle Anwender von eisenhaltigen Fällmitteln im Bereich des TW an *Wasserversorgungsunternehmen* (WVU) verteilt. Beteiligt haben sich an der Umfrage 49 WVU, von denen 31 angegeben haben keine eisenhaltigen FM zu verwenden. Hauptsächlich wurde bei den Beteiligten Eisen(III)-chlorid verwendet (Angabe 14 WVU). Fällmittel wie Eisen(II)-sulfat und Eisen(III)-chloridsulfat wurde laut Umfrage seltener eingesetzt. Insgesamt wurde eine Jahresmenge von ca. 4.700 t/a für die befragten WVU ermittelt. Die Umfrage wurde weiterhin auch an europäische Wasserversorger verteilt und erreichte hierbei 11 WVU. Auch in den europäischen Ländern wurde demnach Eisen(III)-chlorid am Häufigsten verwendet. (ROHN UND NAHRSTEDT, 2023) Für weitere Umfragen wurden durch eine DVGW-Studie durchgeführt.

2.2 Welche nicht nach DWA eingesetzten Fällmittel wären als Substitut grundsätzlich geeignet? Welche Quellen gibt es in Deutschland? Welche Mengen lägen vor?

Bevor in diesem Kapitel alternative Fällmittel eingeführt werden, werden zunächst kurz die Anforderungen an die Reinheit an Fällmittel laut DWA A 202 eingegangen. Dabei ist zu beachten, dass die Anforderungen an die Reinheit für Fällmittel im Trinkwasserbereich nochmal strenger sind. Im Folgenden werden aber nur die im Abwasserbereich betrachtet.

Die Herstellung von Fällmittel erfolgt zu einen auf der Basis von Erzen, „wie Bauxit für Aluminiumsalze und Ilmenit oder Magnetit für Eisensalze.“ Aufgrund der unterschiedlichen

Lagerstätten schwanken die natürlichen Gehalte an Schwermetallen. Derzeit wird das DWA A 202 überarbeitet. Dies soll in der überarbeiteten Version berücksichtigt werden. Als weitere Quelle kann Fällmittel als Nebenprodukt, beispielsweise in der Titanproduktion hergestellt werden. Dabei können „produktionsbedingte Verunreinigung durch Schwermetalle und AOX bzw. Einsatz von Abfallstoffen“ ein Problem für die Reinheit der Fällmittel darstellen. (DWA-A 202)

Tabelle 14 aus dem DWA A 202 (2011) zeigt Richtwerte hinsichtlich Schwermetalle für eisen- und aluminiumhaltige Fällungsmittel.

Tabelle 14: Richtwerte für eisen- und aluminiumhaltige Fällungs- und Flockungsmittel

Parameter	[mg/mol WS _{ME}]
Blei (Pb)	15
Cadmium (Cd)	0,2
Chrom (Cr)	15
Kupfer (Cu)	15
Nickel (Ni)	20
Quecksilber (Hg)	0,15
Zink (Zn)	50

Quelle: (DWA-A 202), 2011

Weiterhin führt das Arbeitsblatt auf, dass die Richtwerte im DWA-A 202 für die landwirtschaftliche Verwertung gelten und primär darauf ausgerichtet seien, „dass **verunreinigte Produkte mit vermeidbarer Belastung vom Markt** ferngehalten werden.“ (DWA-A 202)

Im Folgenden werden zunächst die alternativen Fällmittel-Produkte, die bereits in Umfrage 1 (Betreiber) unter Fällmittel nicht nach DWA A 202 genannt wurden, nähergehend erklärt. Fokus liegt hierbei auf der Abwasserversorgung, da im Trinkwasserbereich die Umsetzung alternative Fällmittel aufgrund der Reinheit schwieriger ist.

Das alternative Phosphat-Fällmittel **SCHAEFER PRECAphos** (PRECAphos) besteht aus hochreinen Calciumverbindungen in Kombination mit speziellen Eisensalzen, das 2022 mit dem Innovationspreis Rheinland-Pfalz ausgezeichnet wurde. PRECAphos ist pulverförmig, kann unproblematisch transportiert werden (kein Gefahrgut) und als Sackware, über einen Silozug oder einen Silo-LKW in die Belebungsstufe eingetragen werden – je nachdem wie groß die Kläranlage ist. Untersuchungen ergaben für die Phosphatfällung in der Belebungsstufe mit PRECAphos eine „Depot-Wirkung“. Es muss also nicht kontinuierlich dosiert werden. Außerdem kann die Säurekapazität verbessert werden. Durch die Kombination mit speziellen Eisensalzen, kann es weiterhin im Faulturm Schwefelwasserstoff binden und somit die Faulung und Schlammwässerung optimieren. (Schaeferkalk 2022)

Laut Betreiber-Umfrage wurden weiterhin häufig alternative Fällmittel der österreichischen Firma *Verfahrens Technologische Abwasseraufbereitung Austria GmbH* (VTA) genannt. Häufig erwähnt wurden **VTA Produkte Aluferol 91** und **Ferrodual 37**. Beides sind flüssige Fällmittel und vollständig lösbar. VTA gab Anfang November 2022 weiterhin bekannt das durch zusätzliche

Produktionen im In- und Ausland, sowie internationalen Bezugsquellen sichergestellt ist die Kunden zuverlässig zu beliefern. Vor allem Aluferol 91 wurde von VTA als krisenfestes Produkt betitelt. (VTA 2022)

Als weitere Alternative zu Eisen-Fällmittel und für die Entschwefelung bietet sich **FerroSorp** an. FerroSorp bestehend aus Eisenhydroxid ist eine Produkt-Palette der Firma HeGo Biotec GmbH aus Neubrandenburg. Als Einsatzmöglichkeiten bietet HeGo Biotec Produkte für die Faulgasbehandlung (über Adsorptionspellets direkt in der Faulung), zur P-Eliminierung (als Filtergranulat im Ablauf kleinerer KAs oder derzeit Testung im Pilotmaßstab als Resuspension im Belebungsbecken), für die Schlammfäulung (Einsatz als wässrige Suspension) oder im Kanalnetz, sowie Niederschlagswässer (jeweils über pumpfähige Suspension). Das Eisenhydroxid kann durch seine hohe Bindungskapazität effektiv Phosphat, Arsenat, Schwermetallionen und Sulfide binden. (Jannasch 2022)

Neben den alternativen Fällmitteln die in Umfrage 1 bereits eingeführt wurden, wurde folgende zusätzlich durch eine Recherche ermittelt:

Hierzu ist zum einen allgemein der Einsatz von **eisenhaltigen Wasserwerksschlamm** zu nennen. Besonders geeignet sind hierbei der Einsatz gering belasteter Wasserwerksrückständen als gute Verwertungsmöglichkeiten. Für das Jahr 1998 wurde in Deutschland ein Rückstandsaufkommen von ca. 180.000 t Feststoffgehalt ermittelt. Davon sind laut damaliger Hochrechnung:

- ▶ Kalkhaltige Rückstände ca. 73.100 t TR/a
- ▶ **Eisen-/Manganschlamm ca. 25.900 t TR/a**
- ▶ Al- und Fe-Flockungsschlamm ca. 23.700 t TR/a
- ▶ Sonstige Rückstände ca. 58.600 t TR/a

Hervorgehoben in der Aufzählung der Rückstands-Anteil der zur Verwertung auf der Kläranlage eingesetzt werden kann. Damals wurde im Abwasser jedoch nur ein Anteil von 9.000t (5% des Aufkommens) verwertet. 2013 hat sich der Anteil auf 28% erhöht.

Die Rückstände sind je nach Rohwasser-Quelle sehr unterschiedlich. Für die effektive Verwertung ist weiterhin die Zusammensetzung von entscheidender Rolle. Hierbei wird zur Verwertung ein optimaler Eisenanteil von 692,6 g/kg TR angestrebt. Eisenhydroxide können in der kommunalen Abwasserentsorgung neben der Phosphat-Eliminierung auch zum Bindung Schwefelwasserstoff im Kanalnetz und in Faulbehälter. (Jekel et al. 2016)

Zur Fällung von Phosphor in Seen gibt es das alternative Fällmittel *Lanthanum Modified Bethonite (Phoslock)*, welches rückgelösten Phosphor aus Sedimenten bindet. Phoslock besitzt noch keine Untersuchungen zu Langzeitstudien, die für die Registrierung von Fällmitteln notwendig sind. Das Risiko wird jedoch als gering eingeschätzt, da nur das Kation (La³⁺) Einfluss auf die Biologie hat. (van Oosterhout et al. 2020)

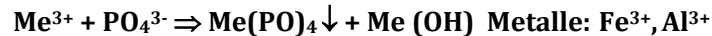
2.3 Wie ist der Fällmitteleinsatz mit unterschiedlichen Ablaufwerten korreliert bei verschiedenen Anlagen?

Zunächst soll auf die Grundlagen der P-Elimination verwiesen werden. Phosphor kann nicht wie Stickstoff in den gasförmigen Zustand überführt und muss daher über den Schlammfad eliminiert werden.

Die Phosphatentfernung mit Metallsalzen erfolgt hauptsächlich durch die zwei folgenden Mechanismen:

- ▶ Direkte Adsorption von PO_4^{3-} an Al oder Fe, bzw. Adsorption oder Einschluss in $\text{Me}(\text{OH})_3$ (Mitfällung und -flockung).
- ▶ Die Bildung von Metallhydroxyverbindungen $\text{Me}(\text{OH})_3$, Dieses stellt eine Konkurrenzreaktion dar. Die Metallsalze stehen für die P-Elimination nur eingeschränkt zur Verfügung steht (s.o Mitfällung/Flockung)

Es ergibt sich folgende Reaktionsgleichung:



Die erforderliche zu dosierende Fällmittelmenge wird üblicherweise mit den β -Wert abgeschätzt. Dieser ist definiert als:

Abbildung 31: Definition β -Wert

$\beta_{\text{Fäll}} = \frac{X_{\text{Me}} / \text{AM}_{\text{Me}}}{X_{\text{P,Fäll}} / \text{AM}_{\text{P}}} \quad [\text{mol Me} / \text{mol P}]$	<div style="border: 2px solid green; padding: 5px; display: inline-block;"> $\beta \geq 1$ </div>
---	--

Quelle: (DWA-A 202)

mit

- ▶ X_{Me} = erforderliche Fällmittelmenge in (mg Me/l Abwasser)
- ▶ $X_{\text{P,Fäll}}$ = zu fällender Phosphor in (mg P/l Abwasser)
- ▶ AM_{Me} = Atommasse des Metalls (Me) in (mg/mol)
- ▶ AM_{P} = Atommasse des Phosphors in (mg/ mol)

Der zur Einhaltung eines Überwachungswerts erforderliche Fällmittelbedarf wird bei eisen- und aluminiumhaltigen Fällmitteln beeinflusst durch:

- ▶ die Phosphatfracht des Abwassers unter Berücksichtigung der Art und Konzentration des Phosphors,
- ▶ das Ausmaß der biologischen Phosphorbindung,
- ▶ die Höhe des Überwachungswerts,
- ▶ die Dosierstelle,
- ▶ den pH-Wert des Rohabwassers
- ▶ die Konzentration an Substanzen, die mit den verwendeten Fällmitteln Komplexe bilden, z. B. zwischen Metallionen und Huminstoffen,
- ▶ die hochmolekularen Stoffe: z.B. Eiweiße und Kohlenhydrate (hoher CSB) erhöhen den Fällmittelbedarf.
- ▶ die Sulfidkonzentration: Sulfide reagieren sehr schnell mit Eisen und erhöhen den Fällmittelbedarf. Hier wären Maßnahmen bereits im Kanalnetz durchzuführen, um die Sulfidkonzentration zu begrenzen

Die erforderliche Dosierrate und eine damit verbundene höhere Dosierung hängt somit direkt vom β -Wert ab und wird von folgenden Bedingungen beeinflusst

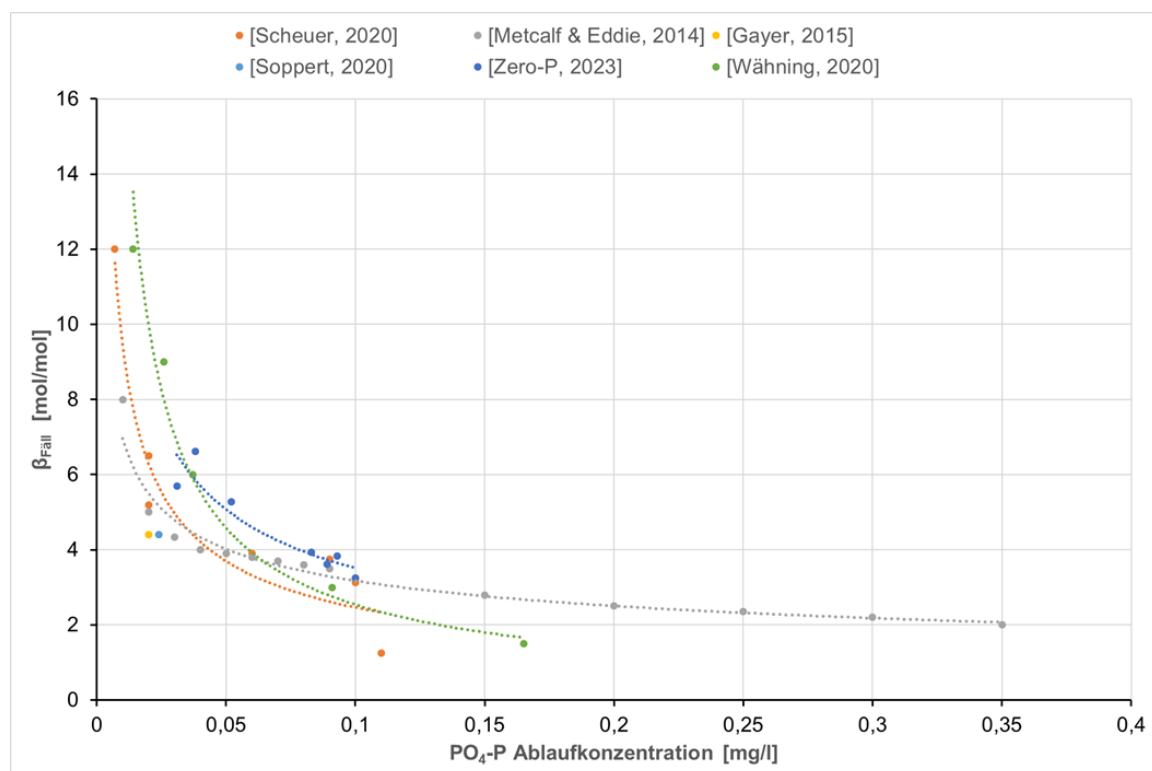
- ▶ Verwendetes Verfahren zur P-Elimination (Vor-, Simultan-, Zwischen-, Nachfällung sowie Zweipunkt-fällung und Kombination mit der Bio-P)
- ▶ Einzuhaltender Überwachungswert, je niedriger der Überwachungswert je größer der Fällmitteleinsatz
- ▶ Automatisierungsgrad der P-Elimination
- ▶ Anlagenspezifischer Sicherheits-Faktor
- ▶ Probenahmeregime (Stichprobe – 24-h-Mischprobe)
- ▶ Überdosierung durch Veränderung der Randbedingungen, die nicht weiter angepasst wurden

Neben der regelmäßigen Kontrolle des β -Wertes zur Vermeidung einer Überdosierung, sind auch die Verwendung anderer Parameter wie der K_p -Wert sinnvoll, um den Vergleich zu anderen Verfahren zu gewährleisten.

Einhaltung niedriger Überwachungswerte

Zur Erreichung niedriger P-Ablaufwerte < 0,1 mg/l sind zu Teil stark erhöhte β_{fall} -Werte erforderlich. Bisherige Erfahrungswerte liegen bei ≥ 3 . Abbildung 33 zeigt die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen erforderlichen β_{fall} -Werten und den dazugehörigen erzielbaren $\text{PO}_4\text{-P}$ Ablaufkonzentrationen.

Abbildung 32: β -Wert in Abhängigkeit der erzielbaren $\text{PO}_4\text{-P}$ Ablaufkonzentration aus verschiedenen Untersuchungen



Quelle: [DWA A 202 Entwurf, 2023]

Dosieraten (β Werte) in Abhängigkeit des verwendeten Verfahrens zur P-Elimination

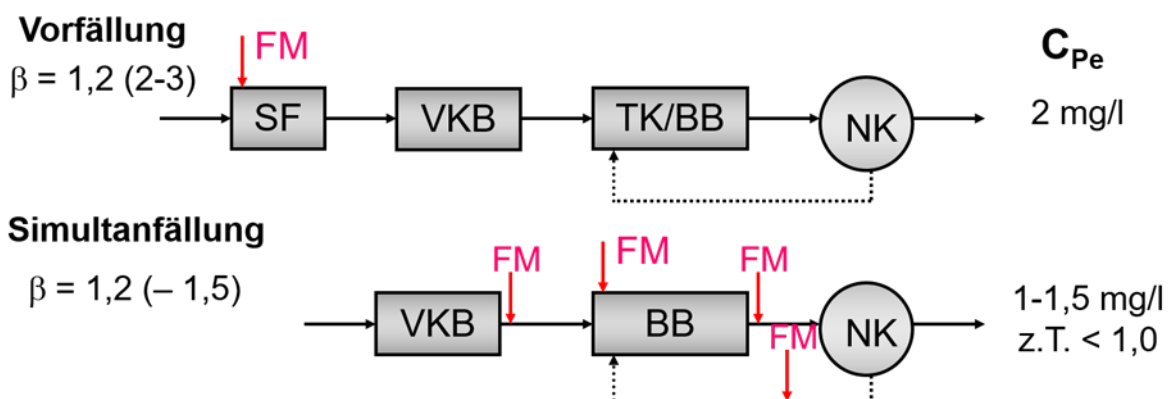
Beim Verfahren der **Vorfällung** (Abbildung 33) werden die Fällmittel vor dem Vorklärbecken oder vor dem Sandfang dosiert. Die Fällungsprodukte werden im Vorklärbecken abgeschieden.

Bei diesem Verfahren werden neben den Phosphaten auch organische und abfiltrierbare Stoffe entfernt, was zu einer Verringerung des BSB₅/N-Verhältnisses führt. Wegen der negativen Auswirkung auf die Denitrifikation kommt dieses Verfahren nur noch selten zur Anwendung. Ebenfalls führt es durch die Mitfällung/Flockung zu erhöhtem Fällmittelbedarf. Bereits laut älteren Studien sind zur Erreichung von Wirkungsgraden der P-Elimination < 80% β -Werte von mehr als 2,0 erforderlich. (Hesse und Seyfried 1989)

Bei Biofiltern als Hauptstufe ist die Vorfällung die einzige Möglichkeit, Phosphate zu entfernen.

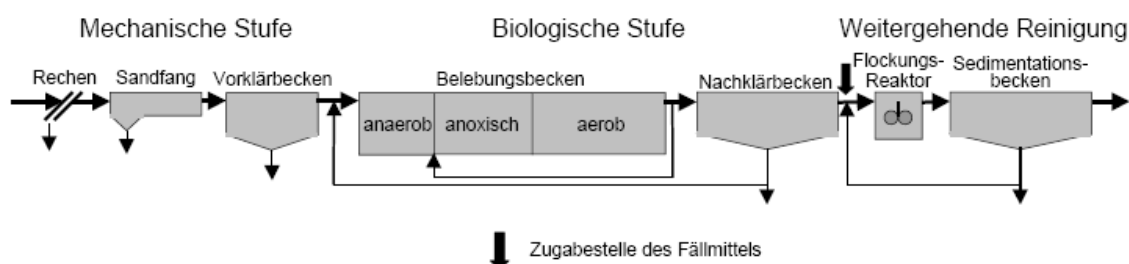
Bei der **Simultanfällung** (Abbildung 33) erfolgt die Zugabe des Fällmittels beim Belebungsverfahren wahlweise vor dem Belebungsbecken, in das Belebungsbecken, in den Zulauf zum Nachklärbecken oder in den Rücklaufschlamm. Praxisauswertungen über den K_p -Wert haben gezeigt, dass der Rücklaufschlamm und der Ablauf der Belebungsstufe den niedrigsten Fällmittelbedarf liefern. In der Praxis wird jedoch am häufigsten in den Zulauf der Belebungsstufe dosiert, was zusätzliche Optimierung aufzeigt. (Barjenbruch und Exner 2009) Die Zugabe der Fällmittel für die zur biologischen Phosphatentfernung ergänzende Simultanfällung sollte entweder in den Zulauf des Nachklärbeckens (nur dreiwertige Fällmittel) oder in das Belebungsbecken, andernfalls führt es zu erhöhtem Fällmittelverbrauch, weil die Bio-P nur eingeschränkt wirken kann und nicht in den Zulauf des Belebungsbeckens oder in den Rücklaufschlamm erfolgen (ATV-DVWK-A 202). Mit der Simultanfällung können je nach Ablaufanforderungen relativ niedrige β -Werte erreicht werden (1,2 - 1,5). Nach älteren Erfahrungen werden für bis zu 80-90% P-Elimination β -Werte zwischen 1,0 - 1,8 eingestellt. (Hesse und Seyfried 1989)

Abbildung 33: Erforderliche β -Werte in Abhängigkeit der Verfahrenstechnik (Vorfällung, Simultanfällung)



Quelle: (DWA-A 202)

Abbildung 34: Erforderliche β -Werte bei der reinen Nachfällung



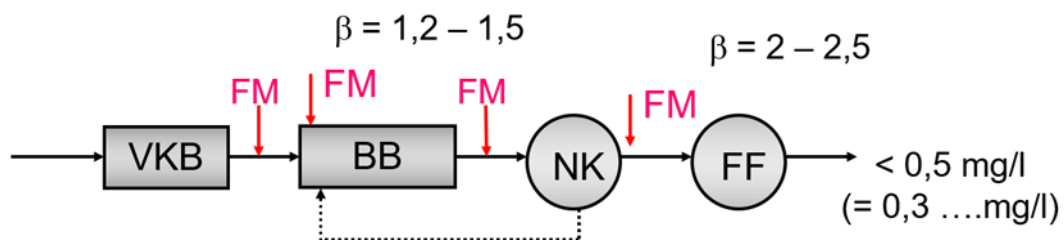
Quelle: (DWA-A 202)

Bei der alleinigen oder reinen Nachfällung werden die Fällmittel (Abbildung 34) in den Einlauf der nachgeschalteten Trennstufe gegeben, wobei die Einmischung im Gerinne mit entsprechenden Einbauten (statische oder dynamische Mischer) oder in getrennte Mischreaktoren erfolgen kann. Für die Ausbildung der abtrennbaren Flocken ist ein Flockungsbecken erforderlich.

Die Flocken werden durch Sedimentation in einem Absetzbecken oder Lamellenseparator oder durch Flotation abgeschieden. Nachteilig ist der hohe Investitions- und Betriebsaufwand, da zusätzliche Reaktoren erstellt und betrieben werden müssen. Zudem ist die erreichbare P-Konzentration deutlich höher als bei der Flockungsfiltration und es werden relativ hohe β -Werte $> 2,5$ notwendig. Hesse (1989) gibt β -Werte von $> 3,0$ für eine P-Elimination von 80-90% an. Eine Nachfällung wird in der Praxis sehr selten eingesetzt.

Die Kombinationsfällung zusammen mit der Flockungsfiltration (Abbildung 35) wird zur weitgehenden Phosphorelimination vorwiegend in Kombination mit der Simultanfällung nach einer biologisch Stufe mit mittleren Ablaufwerten < 2 mg/l Pges eingesetzt, um unwirtschaftlich geringe Filterstandzeiten infolge der zusätzlichen Beladung zu verhindern. Als Chemikalien werden für die Flockungsfiltration vorwiegend Fe^{3+} -Salze oder Aluminiumverbindungen, und ergänzend zeitweise oder ständig zudosierte Flockungshilfsmittel eingesetzt. Als Richtwert kann ein Molverhältnis Fe/P (β -Wert) von 2 bis 3 angenommen werden. Die Dosierung der Fällmittel erfolgt in den Zulauf des Flockungsfilters. Nach vorliegenden Erfahrungen können mit der Flockungsfiltration Überwachungswerte von $< 0,5$ mg/l P eingehalten werden (ATV-DVWK-A 203).

Abbildung 35: Erforderliche β -Werte bei der Kombinationsfällung mit Flockungsfiltration



Quelle: (DWA-A 202)

Die optimale Fällmitteldosierung zur Erreichung der Überwachungswerte bei Fällmittelknappheit kann wie folgt gewählt werden, dabei sind die Dosieraten in der Praxis zu ermitteln. Der β -Fäll-Wert kann wie folgt reduziert werden:

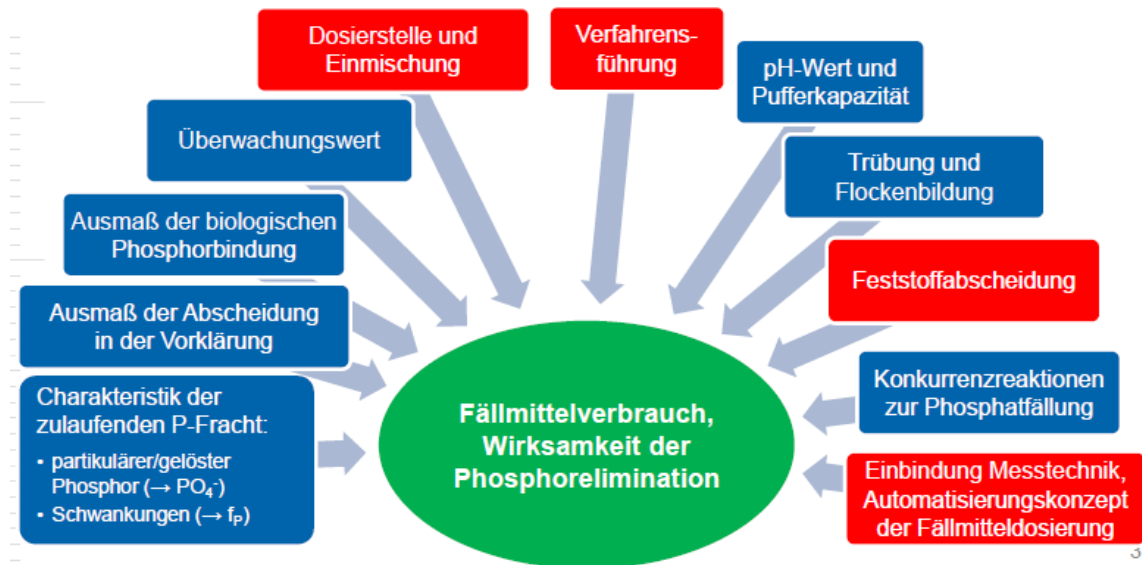
- ▶ Anhaltswerte für β -Fäll
 - Simultan -, Vor und Nachfällung: β Fäll = 1,2 (bis 1,5) z.B. auf 1,0 bis 1,1
 - Flockungsfiltration oder Nachfällung (2. Stufe): β Fäll = 1,5 bis 2,5 z.B. auf 1,2 bis 1,5
- ▶ Bei β - Fäll = 1,2 (1,5) ergibt sich für: z.B. auf 1,1
 - Fällung mit Eisen 2,2 (2,7) kg Fe /kg P Fäll
 - Fällung mit Aluminium 1,1 (1,3) kg Al/kg P Fäll

((Scheer und Wulf 2023), verändert)

Die vorherigen Ausführungen zeigen, dass schon das gewählte Verfahren für die chemische Fällung einen erheblichen Einfluss auf den Fällmittelbedarf hat. Zusätzlich gibt es je nach Betriebsweise, Abwasserzusammensetzung und Dosierstelle unterschiedliche Fällmittelbedarfe, so dass bereits

systembedingt u.a. (β -Wert) eine Überdosierung erfolgt. Weitere Einflüsse auf den Fällmittelverbrauch zeigt nachfolgend Abbildung 36.

Abbildung 36: Einflussgrößen auf die Fällung nach Wulf und Scheer 2022



Quelle: (Scheer und Wulf 2023)

2.4 Welche Fällmittelmengen können von der Industrie bereitgestellt werden (orientierende Umfrage)?

Eine weitere orientierende, anonyme Umfrage (Abfrage 2) wurde auf Englisch auf der Umfrage-Plattform LimeSurvey erstellt. Adressaten waren hierbei Hersteller und Herstellerverbände auf dem europäischen Markt um die produzierten Fällmittel-Mengen für Deutschland, die von der Industrie nach DWA A 202 und §11-Liste bereitgestellt werden können, zu ermitteln. Verteilt wurde die Umfrage insbesondere in der *European Inorganic Coagulants Producers Association* (INCOPA), die die größten Fällmittel-Hersteller zählt. Beginn der Umfrage war am 25.11.2022 und Laufzeit war bis 01.01.2023. Die letzte Umfrage wurde jedoch bereits am 13.12.2022 vollständig eingereicht. Der Fragenkatalog wurde in Abstimmung mit dem AG erstellt. Insgesamt haben an der Hersteller-Umfrage in dem Zeitraum 11 von 30 Hersteller des INCOPA-Netzwerks vollständig teilgenommen. Wie bei der Betreiber-Umfrage haben auch hier manche Hersteller zusammengefasste Abgabe für mehrere Standorte gegeben.

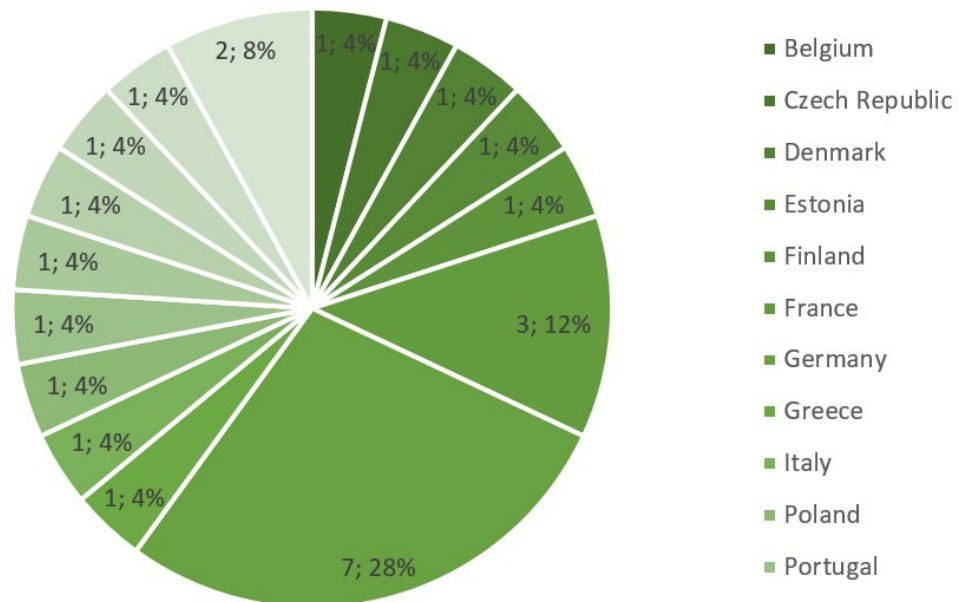
Im Folgenden sind die elf abgefragten Fragen in Englischer Sprache gelistet:

- ▶ In which countries is your company producing?
- ▶ Do you usually produce precipitants for wastewater treatment in Germany?
- ▶ Do you usually produce precipitants for drinking water treatment in Germany?
- ▶ Which precipitants are produced for the wastewater treatment in Germany? How much in tons?
- ▶ Which precipitants are produced for the drinking water treatment in Germany? How much in tons?
- ▶ What are the reasons for the limited production?

- ▶ Can you estimate a time frame when the production can be fully (100%) resumed?
- ▶ What is needed to restart the production of precipitants?
- ▶ Due to the reasons mentioned above, is a deterioration in quality to be expected with renewed production?
- ▶ Due to the current situation: Have your transport costs increased?
- ▶ Do you have any further comments / advice / requests regarding the issue of the precipitant emergency?

Nach Beendigung der Umfrage am 01.01.2023 wurde diese zur Transparenz auf Englisch ausgewertet. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Umfrage in deutscher Sprache beschrieben. Wie in Abbildung 37 zu sehen werden durch die 11 Abgaben 25 Standorte innerhalb Europas zur Produktion von Fällmittel für Deutschland ermittelt. 7 Produktionsstandorte sind davon direkt in Deutschland.

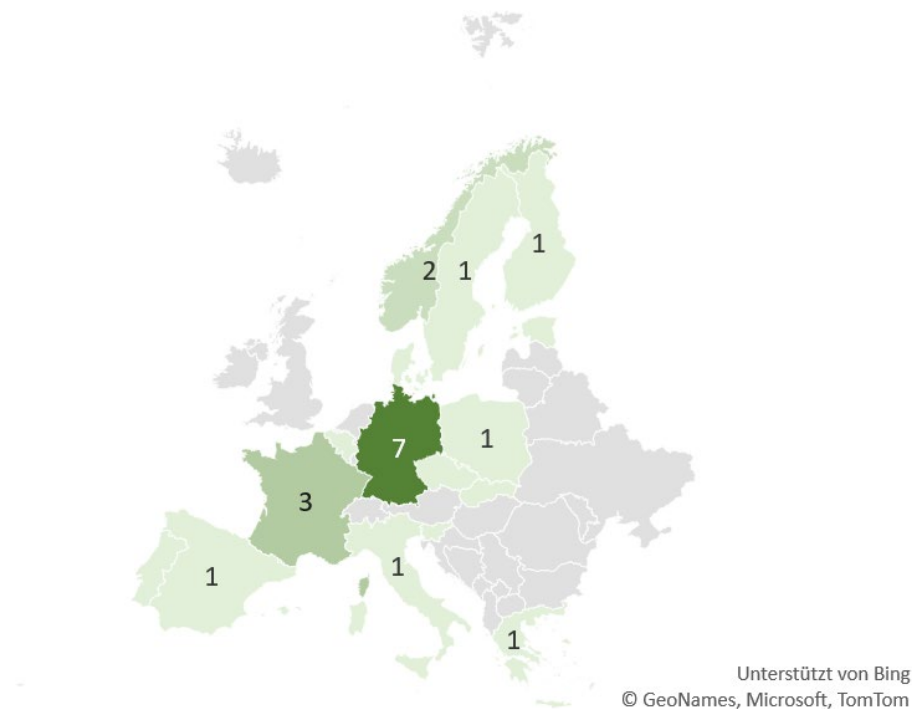
Abbildung 37: In which countries is your company producing? (Kreisdiagramm)



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

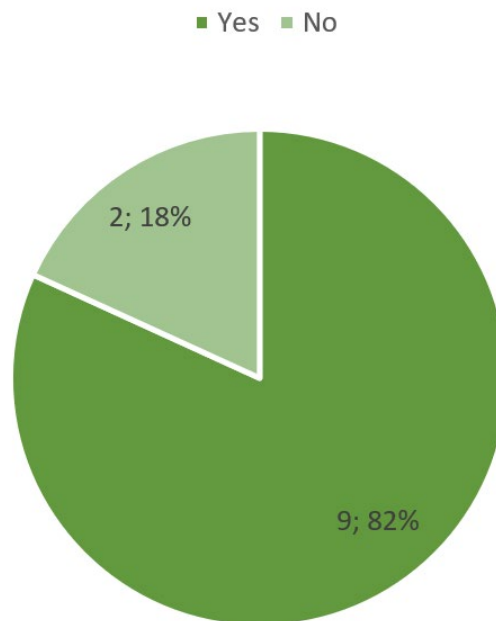
Zur besseren Veranschaulichung der Verteilung in Deutschland sind die Produktionsstandorte nachfolgend in Abbildung 38 nochmal als Karte visualisiert worden.

Abbildung 38: In which countries is your company producing? (Karte)



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

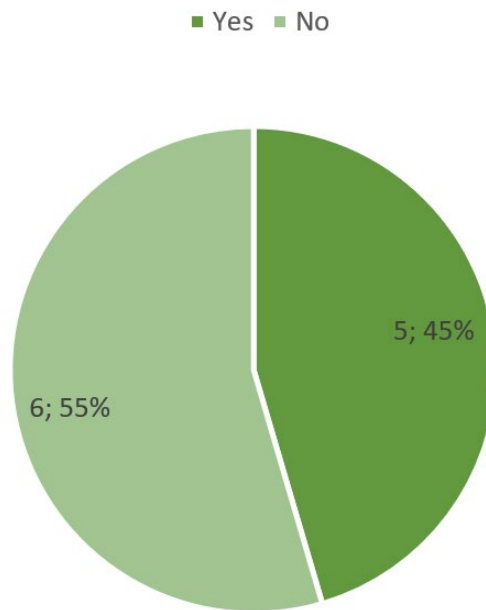
Abbildung 39: Do you usually produce precipitants for wastewater treatment in Germany?



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Auf die Frage, ob die Hersteller Fällmittel zur Abwasserreinigung für Deutschland produzieren haben 82% ‚ja‘ und 18% ‚nein‘ geantwortet (siehe Abbildung 39). Weiterhin produzieren 45 % Fällmittel zur Trinkwasser-Aufbereitung in Deutschland (siehe Abbildung 40). Da nicht alle Mitglieder des INCOPA-Netzwerks geantwortet kann nicht abschließend geantwortet werden, ob die anderen Mitglieder auch Fällmittel für Deutschland im Trink- oder Abwasserbereich herstellen.

Abbildung 40: Do you usually produce precipitants for drinking water treatment in Germany?



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Weitergehend wurde gefragt, wie viel durchschnittlich je Fällmittel im Abwasserbereich (orientierend am DWA A 202) normalerweise produziert, wie viel derzeit produziert wird und welche Produktionsstärke innerhalb der nächsten 6 Monate erwartet wird. Auf Grundlage dieser Daten wurde die Jahres-Produktionsmenge je Fällmittel abgeschätzt, sowie die prozentuale Leistung der Produktion derzeitig und zukünftig errechnet. Zusammenfassend ist dies in Tabelle 15 für den Abwasserbereich dargestellt. Es wurde außerdem hinsichtlich der derzeitigen und erwartenden Leistung jeweils ein Trend abgeschätzt auf Grundlage der jährlich durchschnittlichen Produktionsmenge und zusätzlich über Pfeile visualisiert. Dieser ist steigend (grüner - aufsteigender Pfeil), gleichbleibend (orange – gerader Pfeil) oder abfallend (roter - fallender Pfeil).

Tabelle 15: Which precipitants are produced for the wastewater treatment in Germany? How much in tons?

Precipitations wastewater treatment	Average quantity per month	Yearly average quantity	Current quantity per month	Capacity current situation	Trend current situation	Medium-term (within 6 months) quantity per month	Forecast amount for 6 months	Percentage Forecast of yearly amount	Expected trend
	[t/month]	[t/year]	[t/month]	[%]	[-]	[t/month]	[t/(6 month)]	[%]	[-]
Aluminium chloride (AlCl ₃)	2100	25200	2280	109%	↗	1353	8118	32%	↘
Aluminium ferric chloride (AlCl ₃ + FeCl ₃)	90	1080	70	78%	↘	90	540	50%	→
Aluminium sulphate (Al ₂ (SO ₄) ₃)	4225	50700	8925	211%	↗	7250	43500	86%	↗

Precipitations wastewater treatment	Average quantity per month	Yearly average quantity	Current quantity per month	Capacity current situation	Trend current situation	Medium-term (within 6 months) quantity per month	Forecast amount for 6 months	Percentage Forecast of yearly amount	Expected trend
	[t/month]	[t/year]	[t/month]	[%]	[-]	[t/month]	[t/(6 month)]	[%]	[-]
Aluminium ferric sulphate ([Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃] *n H ₂ O)	30	360	30	100%	→	30	180	50%	→
Ferrous chloride (FeCl ₂)	6550	78600	3970	61%	↘	15950	95700	122%	↗
Ferric chloride (FeCl ₃)	9440	113280	9200	97%	↘	10100	60600	53%	↗
Ferric chloride sulphate (FeClSO ₄)	8000	96000	2040	26%	↘	40	240	0%	↘
Ferrous sulphate (FeSO ₄ *7 H ₂ O)	3500	42000	1870	53%	↘	0	0	0%	↘
Ferric sulphate (Fe ₂ (SO ₄) ₃)	1000	12000	800	80%	↘	800	4800	40%	↘
Calcium hydroxide, white hydrated lime (slaked lime), stabilised milk of lime (20%) (Ca(OH) ₂)	0	0	0	0%	→	0	0	0%	→
Sodium aluminate (NaAl(OH) ₄)	1710	20520	1715	100%	→	1715	10290	50%	→
Polyaluminium (hydroxide) chloride (PAC) ([Al(OH) _{3-x} Cl _x] _n)	11120	133440	9120	82%	↘	10220	61320	46%	↘
Polyaluminium (hydroxide) chloride sulphate (Al _x (OH) _y Cl _z (SO ₄) _k)	880	10560	875	99%	↘	880	5280	50%	→

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin





Für viele Fällmittel und insbesondere für die Fällmittel auf Eisenbasis ist zum Moment der Befragung eine abfallende Produktion zu sehen. Für Aluminiumchlorid und Aluminiumsulfat ist jedoch eine steigende Produktion zu verzeichnen. Dies zeigt das manche Hersteller auf die Produktion anderer Fällmittel umgestiegen sind. In Hinblick auf Aluminiumsulfat wird sogar eine weiterhin steigende Produktion innerhalb der nächsten 6 Monate erwartet. Für Eisen(II)-chlorid und Eisen(III)-chlorid wird zum Zeitpunkt der Umfrage eine Entspannung und erneute Produktionssteigerung innerhalb

der nächsten 6 Monate erwartet. Grau hervorgehoben sind diejenigen Fällmittel, die von zwei Fällmittel-Herstellern entweder zum Zeitpunkt intensiver produziert oder sogar neu in die Produktions-Palette aufgenommen wurden.

Bezogen auf den Abwassersektor kann laut Umfrage ein jährliche Gesamt-Volumina aller Fällmittel von 583.740 t/a bereitgestellt werden. Nach Ablauf der Umfrage wurde mit dem INCOPA-Netzwerk Rücksprache gehalten. Dabei wurde übermittelt, dass jährlich europäisch bis zu 4 Millionen Tonnen Fällmittel über dieses Netzwerk produziert werden. Außerdem ist derzeit eine Produktionszunahme für das Fällmittel Eisensulfat (Grünsalz) zu verzeichnen. (Barjenbruch 2023) Da diese Zahl europäisch bezogen ist, ist es sinnvoll die abgefragte Jahresmenge in Bezug zur ermittelten Jahresmenge aus Abfrage 1 zu setzen. Dabei wurde ein Bedarf aller Fällmittel von 1.103.734 t/a im Bereich Kläranlage und Industrie ermittelt. Hiermit wären mit der Abfrage 2 somit nur circa 50% der Fällmittel-Produktion erreicht. Es wird vermutet das Produzenten außerhalb des INCOPA-Netzwerks, sowie nicht beteiligte aus dem Netzwerk die restlichen 50% ausmachen.

Im Folgenden in Tabelle 16 diejenigen Hersteller die zum Abfrage-Zeitpunkt entweder neue Fällmittel produziert oder verstärkt produziert haben. ID 2 produziert dabei ausschließlich in Deutschland. ID 9 hat Standorte in Deutschland, Estland, Tschechien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Polen, Portugal, Slowakei, Slowenien, Spanien, Schweden und Norwegen.

Tabelle 16: Precipitant producers in wastewater sector – two producers in more detail

Response ID: 2									
<u>Precipitations wastewater treatment</u>	Average quantity per month	Yearly average quantity	Current quantity per month	Capacity current situation	Trend current situation	Medium-term (within 6 months) quantity per month	Forecast amount for 6 months	Percentage Forecast of yearly amount	Expected trend
	[t/month]	[t/year]	[t/month]	[%]	[-]	[t/month]	[t/(6 month)]	[%]	[-]
Aluminium sulphate (Al ₂ (SO ₄) ₃)	2000	24000	6500	325%		5000	30000	125%	
Response ID: 9									
<u>Precipitations wastewater treatment</u>	Average quantity per month	Yearly average quantity	Current quantity per month	Capacity current situation	Trend current situation	Medium-term (within 6 months) quantity per month	Forecast amount for 6 months	Percentage Forecast of yearly amount	Expected trend
	[t/month]	[t/year]	[t/month]	[%]	[-]	[t/month]	[t/(6 month)]	[%]	[-]
Aluminium chloride (AlCl ₃)	850	10200	1030	121%		103	618	6%	

Response ID: 2									
Aluminium sulphate (Al ₂ (SO ₄) ₃)	125	1500	325	260%		150	900	60%	
Ferric chloride sulphate (FeClSO ₄)	0	0	40	-		40	240	50%	
Ferrous sulphate (FeSO ₄ *7 H ₂ O)	0	0	370	-		-	-	-	
Sodium aluminate (NaAl(OH) ₄)	10	120	15	150%		15	90	75%	

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Weiterhin wurden für den TW-Sektor die produzierten Fällmittel-Mengen (orientieren an der §11-Liste) unter „normalen“, derzeitigen und zukünftigen Bedingungen abgefragt und über Pfeile visualisiert (siehe Tabelle 17). Die Ermittlung der Trends und Leistung wurde äquivalent zum Abwasserbereich bestimmt.

Tabelle 17: Which precipitants are produced for the drinking water treatment in Germany? How much in tons?

Precipitations drinking water production	Average quantity per month	Yearly average quantity	Current quantity per month	Capacity current situation	Trend current situation	Medium-term (within 6 months) quantity per month	Forecast amount for 6 months	Percentage Forecast of yearly amount	Expected trend
	[t/month]	[t/year]	[t/month]	[%]	[-]	[t/month]	[t/(6 month)]	[%]	[-]
Aluminium chloride (anhydrous)	310	3720	370	119%		370	2220	60%	
Aluminium chloride (alkaline)	1250	15000	1250	100%		1250	7500	50%	
Aluminium sulphate	2150	25800	2220	103%		2220	13320	52%	
Aluminium hydroxide chloride sulphate	0	0	0	0%		0	0	0%	
Anionic and nonionic polyacrylamides	0	0	0	0%		0	0	0%	
Ferrous sulphate	0	0	120	?		120	720	100%	

Precipitations drinking water production	Average quantity per month	Yearly average quantity	Current quantity per month	Capacity current situation	Trend current situation	Medium-term (within 6 months) quantity per month	Forecast amount for 6 months	Percentage Forecast of yearly amount	Expected trend
	[t/month]	[t/year]	[t/month]	[%]	[-]	[t/month]	[t/(6 month)]	[%]	[-]
Ferric chloride	2280	27360	2200	96%		2380	14280	52%	
Ferric chloride sulphate	400	4800	150	38%		0	0	0%	
Ferric sulphate	340	4080	270	79%		250	1500	37%	
Sodium aluminate	3	36	5	167%		5	30	83%	
Ferric hydroxide	0	0	0	0%		0	0	0%	
Polyaluminium chloride hydroxide	180	2160	170	94%		180	1080	50%	
Polyaluminium hydroxide chloride silicate	0	0	0	0%		0	0	0%	

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Wie im Abwasserbereich wurden im TW-Bereich einige Fällmittel verstärkt oder zusätzlich produziert (grau hervorgehoben). In diesem Fall handelt es sich nur um einen Hersteller (ID 9) der in Tabelle 18 nochmal genauer dargestellt ist. Für den TW-Bereich wurde durch Abfrage eine jährliche Produktionsstärke an Fällmitteln von 82.956 t/a ermittelt. Bezüglich Abfrage 1 ist dies mehr als benötigt (benötigte Menge von 13.128 t/a). Es wurde jedoch schon in Abfrage 1 festgestellt, dass dort nicht alle Wasseraufbereitungsanlagen mit Fällmittel-Bedarf und Notstand erfasst wurden.

Tabelle 18: Precipitant producers in drinking water sector – one producer in more detail

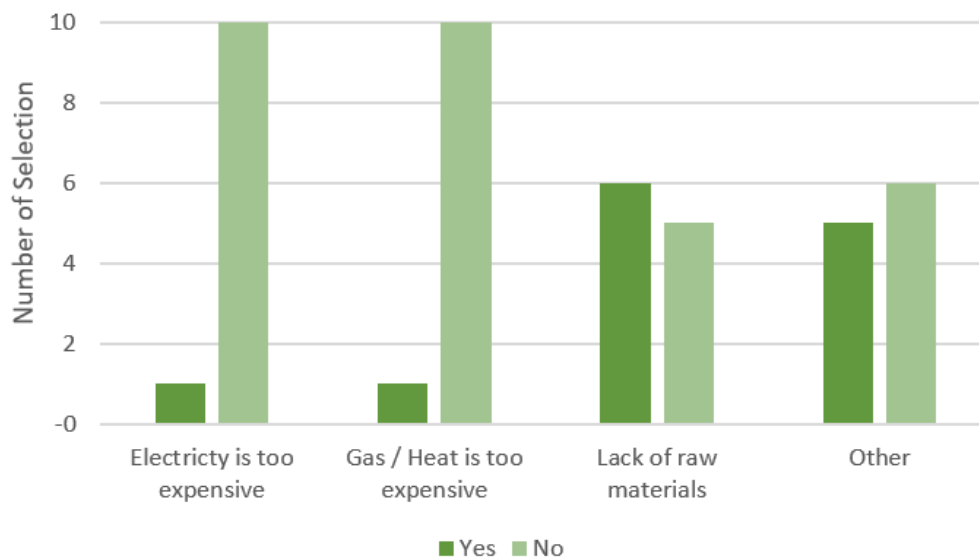
Response ID: 9									
Precipitations drinking water production	Average quantity per month	Yearly average quantity	Current quantity per month	Capacity current situation	Trend current situation	Medium-term (within 6 months) quantity per month	Forecast amount for 6 months	Percentage Forecast of yearly amount	Expected trend
	[t/month]	[t/year]	[t/month]	[%]	[-]	[t/month]	[t/(6 month)]	[%]	[-]
Aluminium chloride (anhydrous)	310	3720	370	119%		370	2220	60%	

Ferrous sulphate	-	0	120	-		120	720	50%	
Sodium aluminate	3	36	5	167%		5	30	83%	

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Innerhalb von Abfrage 2 wurden weiterhin die Gründe für die verringerte Produktion abgefragt. Hierbei gaben die meisten Hersteller das Fehlen von Rohstoffen zur Produktion, wie Eisensalze und Salzsäure an (siehe Abbildung 41).

Abbildung 41: What are the reasons for the limited production (wastewater and drinking water precipitation sector combined)

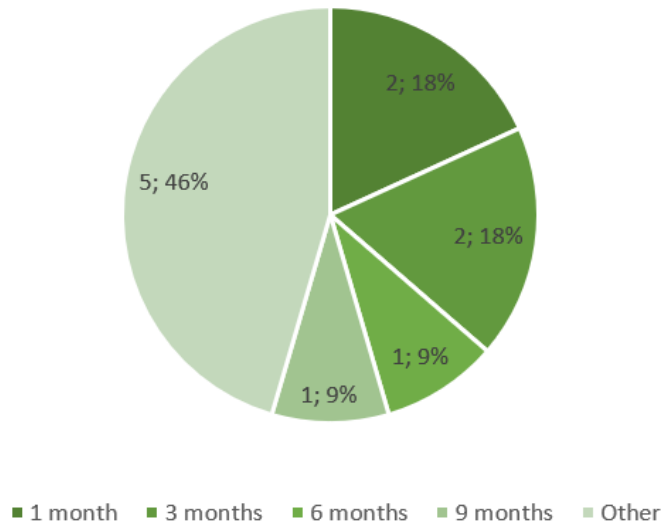


Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Als weitere Gründe wurden genannt:

- ▶ „Die Ausbaugröße der Produktionsstätte.“
- ▶ „Reduzierte Nachfrage des Hauptprodukts.“
- ▶ „Zusammenhang zur Titanproduktion.“
- ▶ Oder „nicht zutreffend“

Abbildung 42: Can you estimate a time frame when the production can be fully (100%) resumed? (wastewater and drinking water precipitation sector combined)



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Hinsichtlich der Abschätzung wann wieder mit voller Leistung wie vorher produziert werden kann, gaben 18% innerhalb eines Monats an und weitere 18% innerhalb 3 Monaten. Jeweils 9% gaben innerhalb 6 und 9 Monate wieder voll funktionsfähig zu sein (siehe Abbildung 42).

46% gaben andere Gründe an wie „keine Vorhersage möglich“, „nichtzutreffend“ oder dass die Produktion keine Beeinträchtigung bei der Bereitstellung von Fällmitteln besitzt.

Als Wortwolke visualisiert findet sich nachfolgend in Abbildung 43 und in Absolutwerten in Tabelle 19 was für diejenigen Produktionsstätten notwendig ist, um wieder unter normalen Umständen zu produzieren. Am Wichtigsten hierfür wäre die Bereitstellung von Salzsäure.

Abbildung 43: What is needed to restart the production of precipitants? (wastewater and drinking water precipitation sector combined) - WordCloud



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

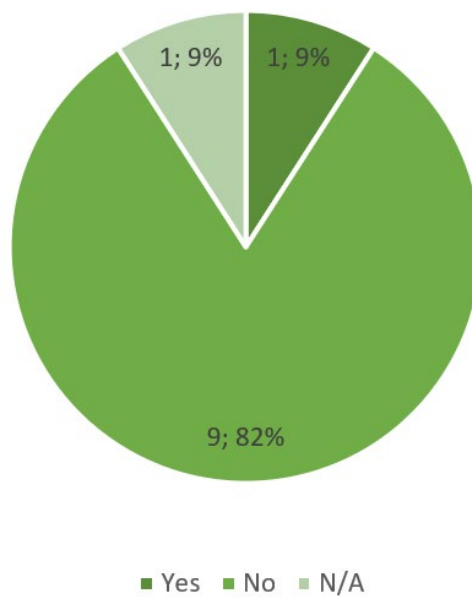
Tabelle 19: What is needed to restart the production of precipitants? (wastewater and drinking water precipitation sector combined) - Table

Comments	Quantity
Availability of hydrochloric acid	4
Availability of raw materials	3
Increasing demand core product	1
Production isn't stopped	2

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

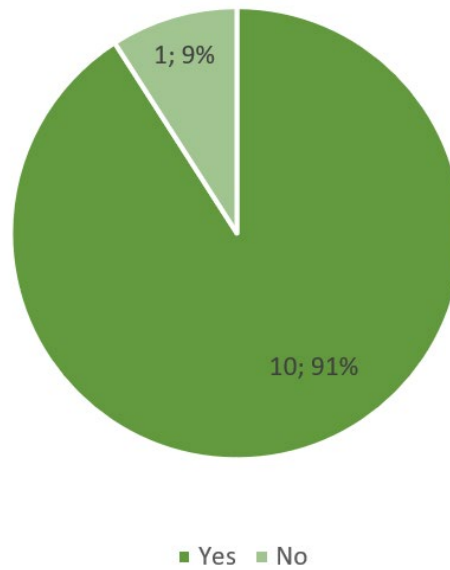
Zur Frage, ob eine Verschlechterung der Qualität hinsichtlich der Fällmittel bei Neustart der Produktion zu erwarten ist, gaben 82% 'nein' als Antwort. 9% (1 Antwort) bejahten die Frage und 9% (ebenfalls 1 Antwort) enthielten sich bei der Abfrage (siehe Abbildung 44).

Abbildung 44: Is a deterioration in quality to be expected with renewed production?



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 45: Due to the current situation: Have your transport costs increased?



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Weiterhin wurde gefragt, ob sich in der derzeitigen Situation die Transportkosten für die Hersteller erhöht haben. 91% der Befragten gaben an davon betroffen zu sein (Abbildung 45). Dabei schwankt der Anstieg zwischen 15-35% hinsichtlich 2021 – also innerhalb eines Jahres (Abfrage zum Zeitpunkt Ende 2022).

Als letzte Frage wurde in Umfrage 2 nach weiteren Kommentaren und Hinweisen gefragt. Diese sind wie bei Umfrage 1 im Anhang dargestellt und in Tabelle 54 zu finden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Fällmittel-Hersteller unterschiedlich von den Produktions-Engpässen betroffen sind und waren. Manche Industrien hatten oder haben gar keine Engpässe, andere sind auf die Produktion alternativer Fällmittel umgestiegen. Als Hauptproblem wurde die nicht Verfügbarkeit von Roh-, sowie Hilfsstoffen identifiziert. Derzeit wird wieder bei einigen großen Fällmittel-Herstellern produziert, jedoch auf Halde und weiterhin sehr hoher Preise für den Verbraucher.

3 Arbeitspaket 2: Hilfestellungen für die Praxis und Modifikationen des Betriebsablaufes

Hinsichtlich Arbeitspaket 2 sollten Hilfestellungen für die Praxis und Modifikationen des Betriebsablaufes gegeben werden, um Fällmittel einzusparen. Hierbei soll zunächst in Unterkapitel 3.1. eine Zusammenstellung der relevanten Regelwerke der DWA zu Phosphor als Übersicht erfolgen.

3.1 Literaturrecherche: Zusammenstellung der P-relevanten Regelwerke der DWA

Hier erfolgt die Auswertung einer intensiven Literaturrecherche für die Zusammenstellung der relevanten Regelwerke zur Phosphorelimination mit der Plattform NAUTOS: Als Basis dienen die CEN Din Normen und die Merk- und Arbeitsblätter der DWA.

- ▶ DIN EN 12255-13 - Kläranlagen - Teil 13: Chemische Behandlung, Abwasserbehandlung durch Fällung/Flockung – Entwurf 2021
- ▶ DINDWA A 202, Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser, 2002
- ▶ DWA A 203, Abwasserfiltration durch Raumfilter nach biologischer Reinigung, 2019
- ▶ DWA A 131, Bemessung von einstufigen Belebungsverfahren, 2016
- ▶ DWA M 206, Automatisierung der chemischen Phosphatelimination, 2020
- ▶ DWA M 269, Prozessmessgeräte für Stickstoff, Phosphor und Kohlenstoff in Abwasserbehandlungsanlagen, 2018
- ▶ DIN EN ISO 6878 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Phosphor - Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat, 2004
- ▶ DIN EN ISO 15681-2 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Orthophosphat und Gesamtposphor mittels Fließanalytik (FIA und CFA) - Teil 2: Verfahren mittels kontinuierlicher Durchflussanalyse, 2018
- ▶ DIN 38402-24 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Allgemeine Angaben - Teil 24: Anleitung zur Probenahme von Schwebstoffen, 2007
- ▶ ATV-DVWK Arbeitsbericht, Kennzahlen zur gezielten P-Elimination in kommunalen Kläranlagen
- ▶ Praxisleitfaden für den Betrieb von Kläranlagen DWA Baden-Württemberg, Phosphorelimination - Optimierung auf Kläranlagen
- ▶ Leitfaden zur Verminderung des Phosphoreintrags aus Kläranlagen (für Thüringen), 2009
- ▶ DWA M 273 Einleiten und Einbringen von Rückständen aus Anlagen der Wasseraufbereitung in Abwasseranlagen, 2009
- ▶ DWA M 606 (Entwurf) Grundlagen und Maßnahmen der Seentherapie, 2023

Im Folgenden sollen die Inhalte der bedeutendsten Normen und Regelwerke kurz zusammengefasst werden:

DIN EN 12255-13 - Kläranlagen - Teil 13

Dieses Dokument legt Anforderungen an die chemische Abwasserbehandlung durch Fällung/Flockung zur Phosphorelimination und zur Abscheidung abfiltrierbarer Stoffe fest. Die Anwendung von Polyelektrolyten wird hier nicht beschrieben.

Die Unterschiede bei der Abwasserbehandlung in Europa haben zu einer Vielzahl von Verfahrensweisen geführt. Es werden grundsätzliche Angaben zu den Verfahrensweisen beschrieben, es legt jedoch nicht alle Einzelheiten jeder Verfahrensweise. Die chemische Fällung und Koagulation kann auf drei Arten erfolgen: Vorfällung vor der Vorklärung; simultane Fällung im Rahmen des zweiten Reinigungsteils und die Nachfällung nach dem zweiten Reinigungsteil bzw. als dritter Reinigungsstufe. Als übliche Chemikalien werden Aluminiumsulfat, Poly-Aluminium-Chlorid, Eisen(II)-sulfat, Eisen(III)-chlorid und Kalk genannt. Weiterhin werden auch Steuerungssysteme für die Chemikaliendosierung vorgestellt. (DIN EN 12255-13)

DWA A 131 Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen

Für das Belebungsverfahren werden technische Regeln zur Wahl der zweckmäßigsten Variante zur Kohlenstoff-, Stickstoff und Phosphorelimination und zur Bemessung der wesentlichen Anlagenteile und -einrichtungen zusammengestellt. Die Phosphorelimination kann alleine durch Simultanfällung, durch biologische Phosphorelimination, in der Regel kombiniert mit Simultanfällung, und durch Vor- oder Nachfällung erfolgen. Das Anaerobe Mischbecken zur biologischen Phosphorelimination ist für Mindestkontaktzeiten von 0,5 bis 0,75 Stunden, bezogen auf den maximalen Trockenwetterzufluss und den Rücklaufschlammstrom ($Q_{T,2h,max} + Q_{RS}$) zu bemessen. (DWA-A 131)

DWA A 202 Chemische Phosphorelimination in Überarbeitung

Dieses Arbeitsblatt befasst sich umfassend mit der Elimination von Phosphor aus kommunalem Abwasser durch die Anwendung der Fällung/Flockung und der biologischen Phosphor-elimination. Es werden Hinweise und Auslegungskriterien für die Vor-, Simultan-, und Nachfällung gegeben und darüber hinaus sind Angaben zur weitestgehenden P-Elimination enthalten. Weiterhin wird auf die verfügbaren Fällmittel und die Lagerung und Dosierung eingegangen. Angaben zu Dosiermengen sind ebenfalls enthalten. Eine Liste der gebräuchlichen Fällmittel findet sich nachfolgend in Tabelle 20. Diese galten als Grundlage für die Abfrage in 2.1. (DWA-A 202)

Tabelle 20: Liste der gebräuchlichen Fällmittel in der Abwasserreinigung

Produktbezeichnung	chemische Formel	typische Lieferform Dichte bzw. Schüttgewicht in t/m ³	Lagerung und Dosierung	wirksames Kation zur P-Fällung	übliche Wirksubstanzgehalte je kg Lieferform	pH-Wert der (gesättigten) Lösung
Aluminiumchlorid	AlCl ₃	Lösung 1,3	Tank säurefeste Pumpe	Al ³⁺	58-60 g/kg 2,2 mol/kg	1
Aluminium-Eisen(III)-chlorid	AlCl ₃ + FeCl ₃	Lösung 1,15	Tank säurefeste Pumpe	Al ³⁺ Fe ³⁺	19 g/kg 10 g/kg 0,9 mol/kg	1
Aluminiumsulfat	Al ₂ (SO ₄) ₃	Granulat, Pulver 1 Lösung 1,27	Silo Schnecke Tank säurefeste Pumpe	Al ³⁺	40 g/kg 1,5 mol/kg 24 g/kg 0,9 mol/kg	3
Aluminium-Eisen(III)-sulfat	[Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃] *n H ₂ O	Granulat 0,95	Silo Schnecke säurefeste Exzenterpumpe	Al ³⁺ Fe ³⁺	82 g/kg 10 g/kg 3,2 mol/kg	2
Eisen(II)-chlorid	FeCl ₂	Lösung 1,24- 1,37	Tank säurefeste Pumpe	Fe ²⁺ → Fe ³⁺	86-135 g/kg 1,5-2,4 mol/kg	1
Eisen(III)-chlorid	FeCl ₃	Lösung 1,41 - 1,43	Tank säurefeste Pumpe	Fe ³⁺	135-138 g/kg 2,4-2,5 mol/kg	1
Eisen(III)-chloridsulfat	FeClSO ₄	Lösung 1,43- 1,52	Tank säurefeste Pumpe	Fe ³⁺	123 g/kg 2,2 mol/kg	1
Eisen(II)-sulfat	FeSO ₄ *7H ₂ O	restfeuchtes (Grün-)Salz	Einsumpfbunker säurefeste Pumpe	Fe ²⁺ → Fe ³⁺	178-195 g/kg 3,2-3,5 mol/kg	2
Eisen(III)sulfat	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Lösung 1,5	Tank säurefeste Pumpe	Fe ³⁺	118 g/kg 2,1 mol/kg	1

Produktbezeichnung	chemische Formel	typische Lieferform Dichte bzw. Schüttgewicht in t/m ³	Lagerung und Dosierung	wirksames Kation zur P-Fällung	übliche Wirksubstanzgehalte je kg Lieferform	pH-Wert der (gesättigten) Lösung
Calciumhydroxid Weißkalkhydrat (gelöschter Kalk) stabilisierte Kalkmilch (20%ig)	Ca(OH) ₂	Pulver 0,45 Suspension 1,15	Silo Schnecke Tank Exzenter- pumpe	Ca ²⁺	376 g/kg 9,4 mol/kg 75g/kg 1,9 mol/kg	12,5
Natrium- aluminat	NaAl(OH) ₄	Lösung 1,3- 1,5	Tank Pumpe	Al ³⁺	62-105 g/kg 2,3- 3,9 mol/kg	14
Polyaluminium- (hydroxid)- chlorid (PAC)	[Al(OH) _{3-a} Cl _z] _n	Lösung 1,2- 1,37	Tank säurefeste Pumpe	Al ³⁺	70-90 g/kg 2,6-3,3 mol/kg	1-3
Polyaluminium- (hydroxid)- chloridsulfat	Al _z (OH) _y Cl _z (SO ₄) _k	Lösung 1,4	Tank säurefeste Pumpe	Al ³⁺	52-90 g/kg 1,9-3,3 mol/kg	1

Quelle: nach (DWA-A 202)

DWA M 206 Automatisierung der chemischen Phosphatelimination

Das Merkblatt gilt für Belebungs- und Biofilmanlagen zur Behandlung von Abwasser mit gezielter, chemischer Phosphorelimination. Mit Prozessmessgeräten können sowohl Orthophosphat (S_{P04-P}) als auch Pges (P) bestimmt werden. Bei Messgeräten zur Bestimmung von Pges darf höchstens eine Grobfiltration zum Schutz der Geräte vorgeschaltet werden, da eine weitergehende Abtrennung von Feststoffen, die Phosphor enthalten, zu erheblichen Minderbefunden führt. Bei der Automatisierung ist zwischen einer Steuerung und einer Regelung der Fällmittelzugabe zu unterscheiden. Einfache Steuerungen sind oft auf kleineren Anlagen zu finden (Gangliniensteuerung). Bei höheren Anforderungen an die Ablaufqualität und/oder bei größeren Anlagen ist die quasikontinuierliche Messung der Phosphatkonzentration zu empfehlen und in das Automatisierungskonzept einzubinden. (DWA-M 206)

3.2 Betrachtung zum Probenahme-Regime (Eigenüberwachung, qualifizierte Stichprobe zu 24-h Mischprobe etc.)

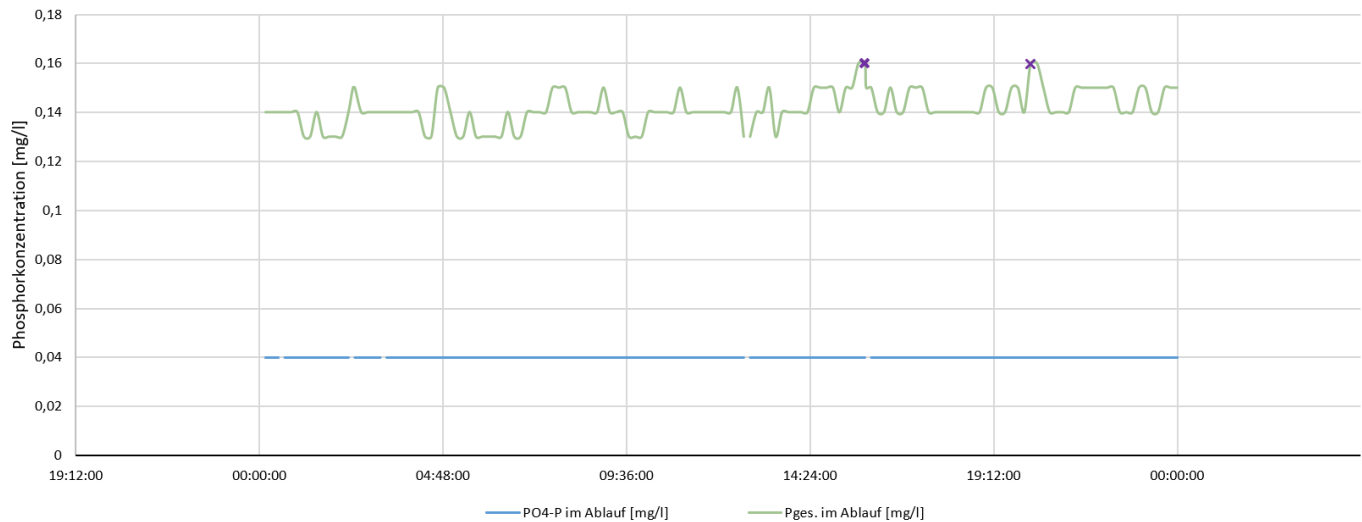
Als weitere Betrachtung zur möglichen Fällmittel-Einsparung soll in diesem Unterkapitel das Probenahme-Regime näher beleuchtet werden. Konform laut EU-Kommunalabwasser-Richtlinie ist die *24-h-Mischprobe* (24h-MP). Deutschland hat sich jedoch in der nationalen Abwasser-Richtlinie für die *qualifizierte Stichprobe* (qSP) und *2-h-Mischprobe* (2h-MP) entschieden und somit für verschärfte Regelungen.

Nachfolgend sollen anhand von Online-Daten anonymisierter Anlagen Analysen hinsichtlich des Effekts unterschiedlicher Probenahme-Regimes, sowie den Effekt der Fällmittel-Einsparung untersucht werden. Insgesamt konnten die Daten von fünf Anlagen bereitgestellt werden. Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt. Die bereitgestellten Daten werden zunächst je Tag für die

24h-MP, 2h-MP und qSP analysiert. Anschließend wird die prozentuale Abweichung ins Verhältnis gesetzt. Entweder qSP zu 24h-MP oder 2h-MP zu 24h-MP. Aus den Abweichungen je Tag für die Datenreihen werden je Anlage der Mittelwert, Median, Maximalwert sowie weitere statistische Mittel ermittelt.

Bei der **Anlage 1** handelt es sich um eine Anlage der GK 5 mit Bio-P und Stützfällung mit folgenden beispielhaften Tagesganges in Abbildung 46 für PO₄-P- und Pges-Konzentrationen im Ablauf.

Abbildung 46: Tagesgang Anlage 1

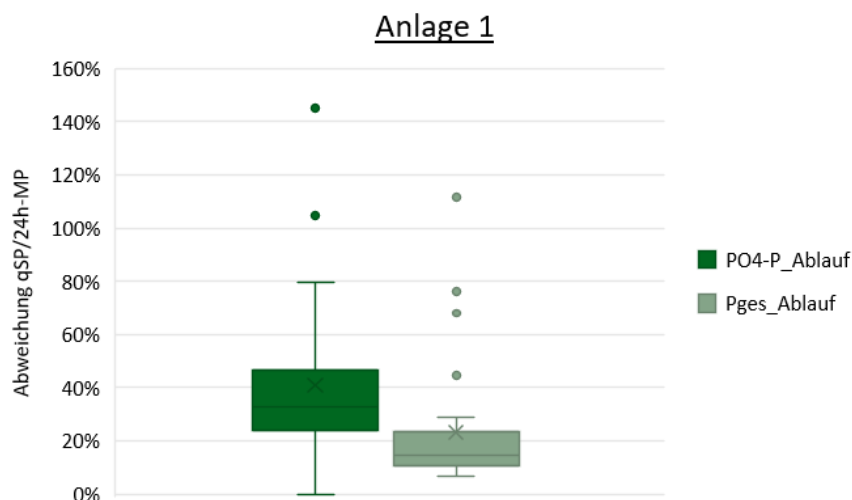


Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Der Tagesgang zeigt hinsichtlich Pges größere Schwankungen auf. In lila als Kreuze hervorgehoben sind die Maximalwerte des Tagesgang aufgezeigt. Für PO₄-P verhält sich der Tagesgang stabil ohne Ausreißer und Schwankungen.

Anlage 1 wurde auf dem Unterschied zwischen 24h-MP und qSP untersucht. Nachfolgend ist die Auswertung in Form eines Box-Whisker-Plots (Abbildung 47) sowie tabellarisch (Tabelle 21) dargestellt. Für qSP wurde angenommen, dass die Probe im ungünstigsten Fall während des Piks genommen wird.

Abbildung 47: Box-Whisker-Plot Anlage 1 Abweichung qSP zu 24h-MP



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Der Box-Whisker-Plot für **Anlage 1** zeigt an der Y-Achse die Abweichung qSP zu 24h-MP und auf der x-Achse den Plot für PO₄-P (dunkelgrün) und P_{ges} (schwach grün) im Ablauf. Die Punkte stellen die Ausreißer je Plot dar. Die T-Striche stehen für den oberen und unteren „Whisker“ und stellen den Bereich der Extremwerte dar. Die Box des Plots steht für den Bereich in dem die mittleren 50 % der Daten liegen. Innerhalb der Box ist mit einem Strich der Median gekennzeichnet, der wiederum damit das obere und untere Quartil unterteilt. Das Kreuz im Blot zeigt des Mittelwerts der Verteilung an.

Tabelle 21 stellt zusätzlich für **Anlage 1** den Mittelwert, Median, Maximalwert, die Standardabweichung, sowie Varianz dar.

Tabelle 21: Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 1

Im Zeitraum 18.11.-17.12.2021

Statistisches Mittel	PO ₄ -P	P _{ges}
Mittelwert [%]	40,93	23,40
Median [%]	32,84	14,39
Max [%]	145,28	111,67
Standardabweichung σ [%]	0,30	0,23
Varianz σ^2 [%]	0,09	0,06

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Die Untersuchungen zeigen das die Abweichung zwischen der 24h-MP zur qSP hinsichtlich der PO₄-P-Konzentration hinsichtlich des Medians um rund 33 % abweicht. Im übertragenden Sinne heißt das das durch die Fokussierung des qSP 33% mehr Fällmittel im Schnitt eingesetzt wird, um die Grenzwerte einzuhalten. Für P_{ges} sind des rund 15%.

Nachfolgend in Tabelle 22 sind die Absolutwerte aufgeführt für qSP und 24h-MP jeweils für PO₄-P und P_{ges} im Median und Maximalwerte. Durch die 24h-MP werden im Median sowie Maximalwerte hinsichtlich der Grenzwerte weiterhin optimal erfüllt. Für diese Anlage wäre also eine Umstellung der Überwachungspraxis möglich zur Fällmittel-Einsparung unter Einhaltung der Grenzwerte und ohne Beeinträchtigung der Gewässer.

Tabelle 22: Absolutwerte qSP und 24h-MP im Ablauf für Anlage 1

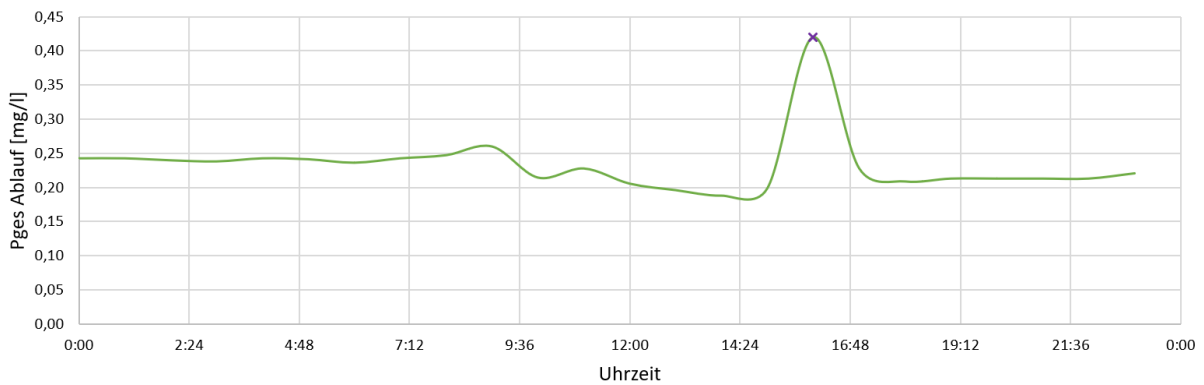
Im Zeitraum 18.11.-17.12.2021

Art der Überwachung	Median [mg/l]		Max [mg/l]	
	PO ₄ -P	P _{ges}	PO ₄ -P	P _{ges}
qSP	0,04	0,18	0,14	0,39
24h-MP	0,03	0,16	0,06	0,20

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Für die Anlage 2 wurden Daten für den Ablauf P_{ges} für einen Monat im Tagesformat und für 9 Tage im Stundenformat bereitgestellt. Weiterhin wird sich auf die Daten im Stundenformat fokussiert. Anlage 2 ist der GK 5 zuzuordnen und besitzt ebenfalls Bio-P mit Stützfällung. Nachfolgend in Abbildung 48 beispielhaft ein Tagesgang der Anlage 2 hinsichtlich P_{ges} im Ablauf in Bezug. In Lila als Kreuz der Maximalwert des Tagesgangs.

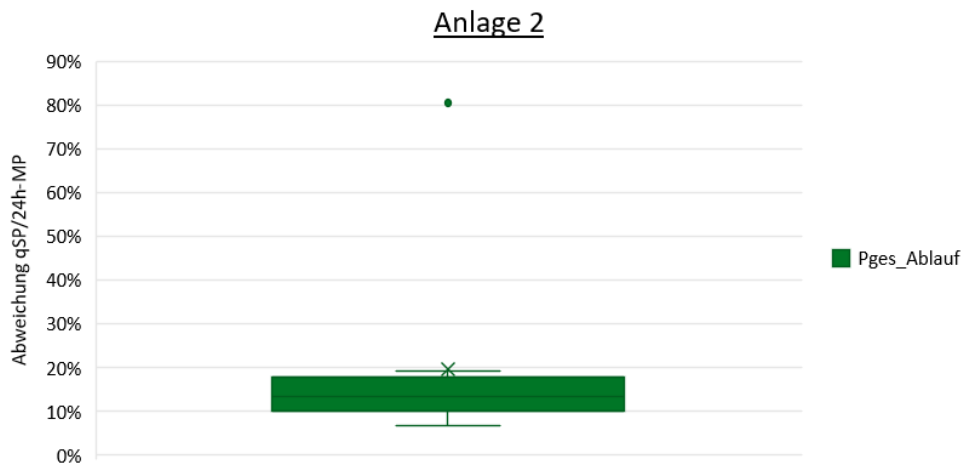
Abbildung 48: Tagesgang Pges Anlage 2



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Im Folgenden ist für **Anlage 2** wieder wie für Anlage 1 ein Box-Whisker-Plots (Abbildung 49) erstellt worden, sowie die tabellarische Darstellung (Tabelle 23) als Ergänzung.

Abbildung 49: Box-Whisker-Plot Anlage 2 Abweichung qSP zu 24h-MP



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Für **Anlage 2** gibt es im Median eine rund 14%-Abweichung hinsichtlich 24h-Mp und qSP. Insgesamt hatte **Anlage 2** weniger Ausreißer und auch die Whisker sind relativ nah an der Box.

Tabelle 23: Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 2

Im Zeitraum 05.08.-14.08.2022

Statistisches Mittel	P _{ges}
Mittelwert [%]	19,64
Median [%]	13,48
Max [%]	80,49
Standardabweichung σ [%]	0,21
Varianz σ^2 [%]	0,05

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 24: Absolutwerte qSP und 24h-MP im Ablauf für Anlage 2

Im Zeitraum 05.08.-14.08.2022

Art der Überwachung	P _{ges} [mg/l]	
	Median	Max
qSP	0,19	0,42
24h-MP	0,17	0,23

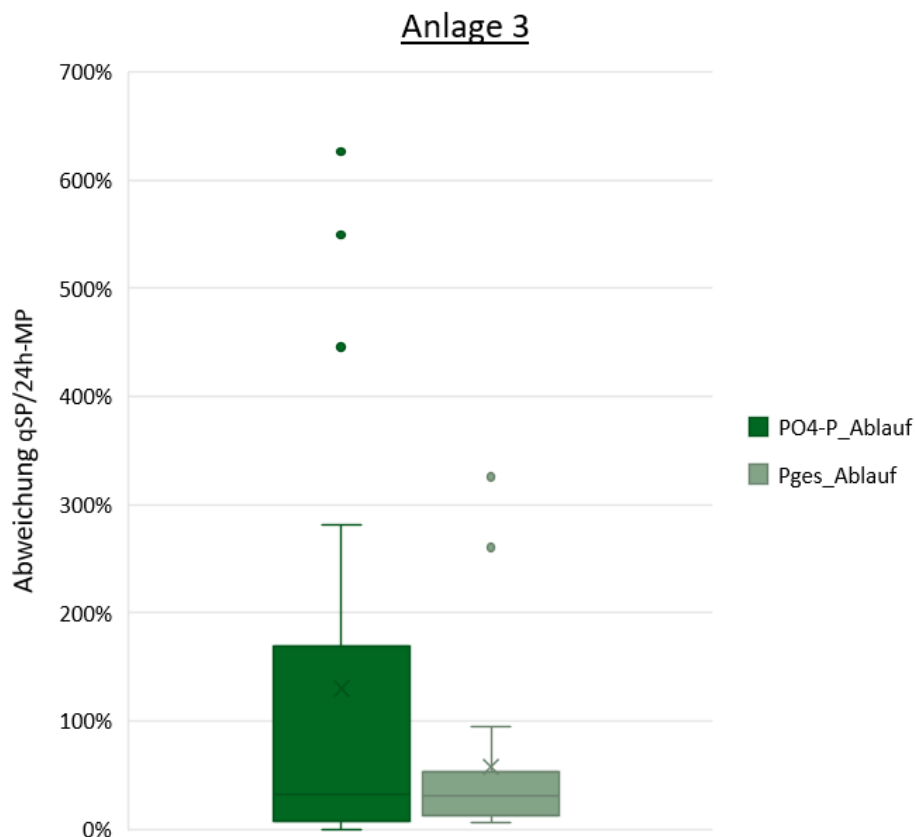
Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Bei der Betrachtung der Absolutwerte in Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 24 wird deutlich das die Grenzwerte für die 24h-MP eingehalten werden. Hier wäre somit wiederum eine Fällmittel-Einsparung von mindestens 14 % möglich.

Anlage 3 ist ebenfalls der GK5 zuzuordnen, besitzt eine Bio-P und hat Daten für PO₄-P und P_{ges} für insgesamt 3 Woche im 15 min-Takt bereitgestellt. Das Probenahme-Regime zur Überwachung der Anlage entspricht hier einer 2h-MP. Für den Box-Whisker-Blot (Abbildung 50) wurde zunächst der Vergleichbarkeit zu den anderen Anlagen die Abweichung qSP zu 24h-MP betrachtet. Betrachtungen 2h-MP zu 24h-MP sind im Anhang dargestellt in Abbildung 66.

Abbildung 50: Box-Whisker-Plot Anlage 3 Abweichung qSP zu 24h-MP



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 25: Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 3

Im Zeitraum 19.12.2022-08.01.2023

Statistisches Mittel	PO ₄ -P	P _{ges}
Mittelwert [%]	130,16	58,13
Median [%]	32,05	31,48
Max [%]	626,09	325,29
Standardabweichung σ [%]	1,85	0,80
Varianz σ^2 [%]	3,58	0,68

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Für die **Anlage 3** ergibt sich eine Abweichung im Median für P_{ges} und PO₄-P von circa 32%, was eine deutliche Fällmittel-Einsparung bedeuten würde. Gerade der obere Whisker für PO₄-P zeigt im Box-Plot einen großen Bereich für mögliche Ausreißer. P_{ges} verhält sich stabiler, was die Varianz von 0,68 % weiterhin bestätigt.

Bei der Betrachtung der Absolutwerte werden in Tabelle 26 für **Anlage 3** neben der qSP und 24h-MP auch die 2h-MP aufgezeigt. Im Vergleich von 24h-MP, qSP und 2h-MP zeigt sich für die 24h-MP die besten Werte hinsichtlich der Einhaltung der Grenze. Eine Änderung der Überwachungspraxis würde sich also für die Anlage 3 empfehlen.

Tabelle 26: Absolutwerte qSP, 24h-MP und 2h-MP im Ablauf für Anlage 3

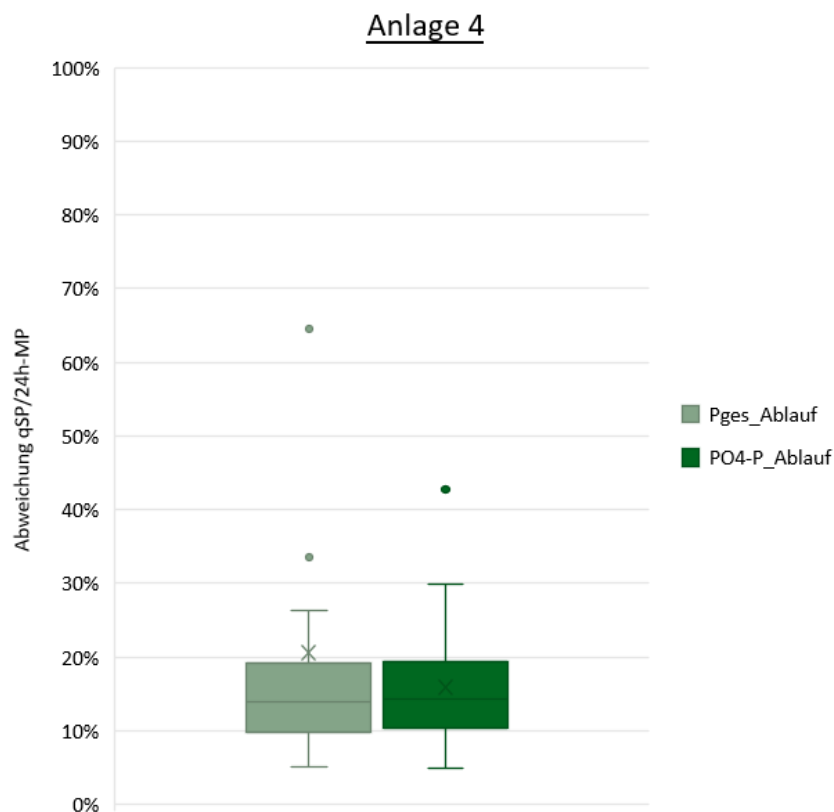
Im Zeitraum 19.12.2022-08.01.2023

Art der Überwachung	Median [mg/l]		Max [mg/l]	
	PO ₄ -P	P _{ges}	PO ₄ -P	P _{ges}
qSP	0,15	0,45	1,05	1,42
24h-MP	0,11	0,34	0,19	0,52
2h-MP	0,12	0,43	0,35	0,75

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Für **Anlage 4** (GK5) wurden Daten in Form von 7 Wochen im 15-min-Takt für PO₄-P und P_{ges} übermittelt und besitzt chemische P-Elimination. Nachfolgend in Abbildung 51 der Box-Whisker-Plot dargestellt. Auch die Anlage 4 hat als Überwachung eine 2h-MP. Betrachtungen 2h-MP zu 24h-MP sind im Anhang dargestellt in Abbildung 67.

Abbildung 51: Box-Whisker-Plot Anlage 4 Abweichung qSP zu 24h-MP



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Für Anlage 4 ergibt sich eine Abweichung für Pges von 14 % und für PO₄-P von rund 15%. Für PO₄-P und Pges liegen Median und Mittelwert sehr nah beieinander, was für wenig Ausreißer steht und auch durch die Varianz (Tabelle 27) bestätigt wird. Der Grund dafür könnte die chemische P-Elimination sein. Trotz der chemischen P-Elimination könnte die Anlage mit Änderung der Überwachungspraxis circa 14-15% Fällmittel einsparen.

Tabelle 27: Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 4

Im Zeitraum 01.12.2022-18.01.2023

Statistisches Mittel	PO ₄ -P	P _{ges}
Mittelwert [%]	15,90	20,61
Median [%]	14,36	13,91
Max [%]	42,76	269,76
Standardabweichung σ [%]	0,07	0,37
Varianz σ^2 [%]	0,00	0,14

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

In Tabelle 28 wurde für die Anlage 4 die Absolutwerte im Median und Maximal für PO₄-P und Pges für die qSP, 24h-MP und 2h-MP betrachtet. Wie bereits bei Anlage 3 zeigen sich im Vergleich der unterschiedlichen Probenahme-Regimes für die 24h-MP die stabilsten und niedrigsten Werte.

Tabelle 28: Absolutwerte qSP, 24h-MP und 2h-MP im Ablauf für Anlage 4

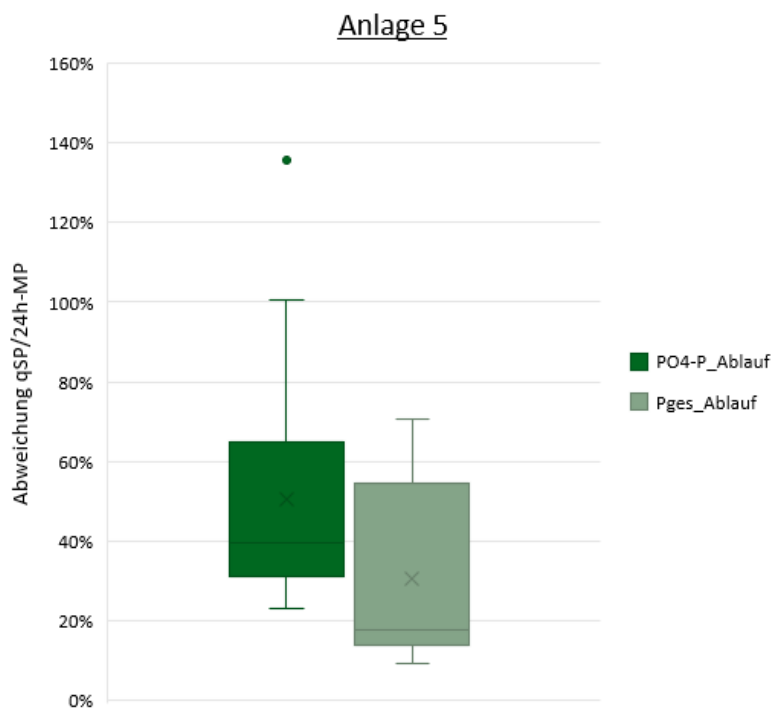
Im Zeitraum 01.12.2022-18.01.2023

Art der Überwachung	Median [mg/l]		Max [mg/l]	
	PO ₄ -P	P _{ges}	PO ₄ -P	P _{ges}
qSP	0,74	0,87	1,12	3,54
24h-MP	0,66	0,78	0,96	1,11
2h-MP	0,72	0,86	1,10	1,53

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Anlage 5 entspricht GK5 und besitzt im Betrieb eine sehr stabile Bio-P. Die Analyse erfolgt auf Grundlage von 3 Woche im 15-Min-Takt für P_{ges} und PO₄-P. Es wird eine 2h-MP praktiziert. In Abbildung 52 ist der Box-Whisker-Plot und in Tabelle 29 die statistischen Mittel für Anlage 5 dargestellt. Betrachtungen 2h-MP zu 24h-MP sind im Anhang dargestellt in Abbildung 68. Für P_{ges} ergibt sich eine Abweichung von qSP und 24h-MP von 17,5 %. Für PO₄-P sogar von rund 40%. Wobei PO₄-P weiterhin wie durch den oberen Whisker dargestellt eine größere Spannbreite für Ausreißer besitzt.

Abbildung 52: Box-Whisker-Plot Anlage 5 Abweichung qSP zu 24h-MP



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 29: Abweichung qSP zu 24h-MP im Ablauf für Anlage 5

Im Zeitraum 19.12.2022-07.01.2023

Statistisches Mittel	PO ₄ -P	P _{ges}
Mittelwert [%]	50,56	30,47
Median [%]	39,33	17,50
Max [%]	135,63	70,72
Standardabweichung σ [%]	0,29	0,22
Varianz σ^2 [%]	0,09	0,05

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 30: Absolutwerte qSP, 24h-MP und 2h-MP im Ablauf für Anlage 5

Im Zeitraum 19.12.2022-07.01.2023

Art der Überwachung	Median [mg/l]		Max [mg/l]	
	PO ₄ -P	P _{ges}	PO ₄ -P	P _{ges}
qSP	0,10	0,36	0,31	0,87
24h-MP	0,07	0,29	0,19	0,51
2h-MP	0,09	0,33	0,28	0,72

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Bei der Betrachtung der Absolutwerte in Tabelle 30 stellt die 24h-MP für Anlage 5 die beste Möglichkeit mit wenigen Schwankungen dar bei Einhaltung der erforderlichen Grenzwerte.

Tabelle 31: Vergleich Analyse aller Anlagen für qSP zu 24h-MP (alle GK5)

Anlage	1	2	3	4	5
Art der P-Elimination	PBC	PBC	PBC	PC	PBC
Median Abweichung Pges [%]	14,39	13,48	31,48	13,91	17,5
Varianz σ^2 [%]	0,06	0,05	0,68	0,14	0,05
Anmerkung Betrieb	-	-	-	-	Sehr stabil

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Zusammenfassend fällt auf, dass gerade für die Anlagen mit Bio-P und Stützfällung die Umstellung der Überwachungswerte auf eine 24h-MP eine sehr gute Möglichkeit zur Einsparung von Fällmittel ohne Beeinträchtigung der Gewässerqualität darstellt (Median bis zu 31 %). Anlagen mit reiner chemischer P-Elimination können auch durch Änderung der Überwachungspraxis optimiert werden. In Tabelle 31 sind alle untersuchten Anlagen verglichen. Anlage 3 weist die höchste Varianz auf.

Eine Änderung der Überwachungspraxis zu EU-Abwasser-Richtlinien konformen 24h-MP wäre eine sehr gute Möglichkeit zur Einsparung von Fällmittel ohne das die Gewässerqualität beeinträchtigt würde.

3.3 Welche Sofortmaßnahmen können auf Kläranlagen umgesetzt werden, um den Fällmittelbedarf zu senken? (Bei weitestgehender Einhaltung der P-Überwachungswerte)

Zusammen mit der Arbeitsgruppe KA 8-2 und dem Fachausschuss KA 8 wurden Sofortmaßnahmen entwickelt, die auf Kläranlagen umgesetzt werden können und zum sinkenden Fällmittelbedarf führen. Ziel dabei ist die weitestgehende Einhaltung der P-Überwachungswerte zum Schutz der Gewässer. Die Maßnahmen wurden in der KA Betriebsinfo 2023-1 veröffentlicht, damit das Betriebspersonal diese umsetzen kann.

Als administrative Maßnahme wurde zunächst folgendes empfohlen:

- ▶ „Im Hinblick auf mögliche wasser- und abgaberechtliche und strafrechtliche Konsequenzen ist eine *Dokumentation* der getroffenen Maßnahmen zur Verhinderung der Situation eines Fällmittelmangels wichtig.“
- ▶ „Erörterung mit der Behörde: Grenzwert an die Mindestanforderung anpassen“
- ▶ „„Erklärte Werte“ können im Bescheid auf den wasserrechtlich erforderlichen Grenzwert angepasst werden (Antrag an Wasserbehörde)“
- ▶ „Unter Abstimmung mit der Behörde die Überwachung von qualifizierter Stichprobe (Deutsche Überwachungspraxis) auf 24-h-Proben (EU-Verordnung) umstellen“
- ▶ „Fällmittel frühzeitig bestellen, ggf. Möglichkeiten der „Nachbarschaftshilfe“ prüfen bzw. nutzen“
- ▶ (DWA 2023)

Als Technische- /Verfahrenstechnische Maßnahmen wurde folgendes empfohlen:

- ▶ „Fällmittel einsparen durch Erhöhung der Ablaufwerte an den Grenzwert“
- ▶ „MSR-Strategie zur Senkung des Fällmittel-Verbrauchs erarbeiten
 - 2-Punkt-Fällung
 - Regeln anstatt Steuern
 - Einbindung von Onlinemesstechnik
 - Ganglinie anstatt Festwert“
- ▶ „Dosierstelle und Einmischung überprüfen“
- ▶ „Suche nach Ersatzprodukten zum aktuellen Fällmittel“
- ▶ „Auflistung potenzieller Ersatzprodukte mit
 - Vor-/Nachteilen
 - Randbedingungen“

Bei Ersatzprodukten ist bei der Techn. Anwendung zu beachten:

- ▶ „Lagerbehälter entsprechend vorbereiten (Reinigung) oder aus IBC o.ä.“

- ▶ „Dosiermenge/-pumpe anpassen (Dichte und Wirksubstanz beachten), bei Aluminium tendenziell etwas höhere Dosiermenge notwendig“
- ▶ „Steigende Viskosität bei niedrigen Temperaturen, ggfs. Fremdheizung“
- ▶ „geeigneter Lagertank und Dosiertechnik bei Natriumaluminat beachten“
- ▶ „Auswirkung auf den Klärprozess (Belebung)“
- ▶ „Bei Ersatzprodukten ohne Eisen weitere Folgen, wie fehlende H₂S-Bindung in Schlammbehandlung (Faulung) beachten“
- ▶ (DWA 2023)

Die Praxis hat gezeigt das die Umsetzung der Sofortmaßnahmen auf der Kläranlage schon vielfältig zu einer ersten FM-Einsparungen führte.

3.4 Welche Wirkung haben Fällmittel bei verschiedenen Anlagentypen: Vor-, Simultan – und Nachfällung (2-Punktfällung), unterstützende Fällung bei Bio-P (spezifisch und unspezifisch)?

3.4.1 Dosierstellen für das Fällmittel

Eine Dosierung des Fällmittels kann an verschiedenen Stellen des Abwasserreinigungsprozesses erfolgen. Eine ausführliche Beschreibung dazu enthält das Merkblatt DWA-M 206. (DWA-M 206)

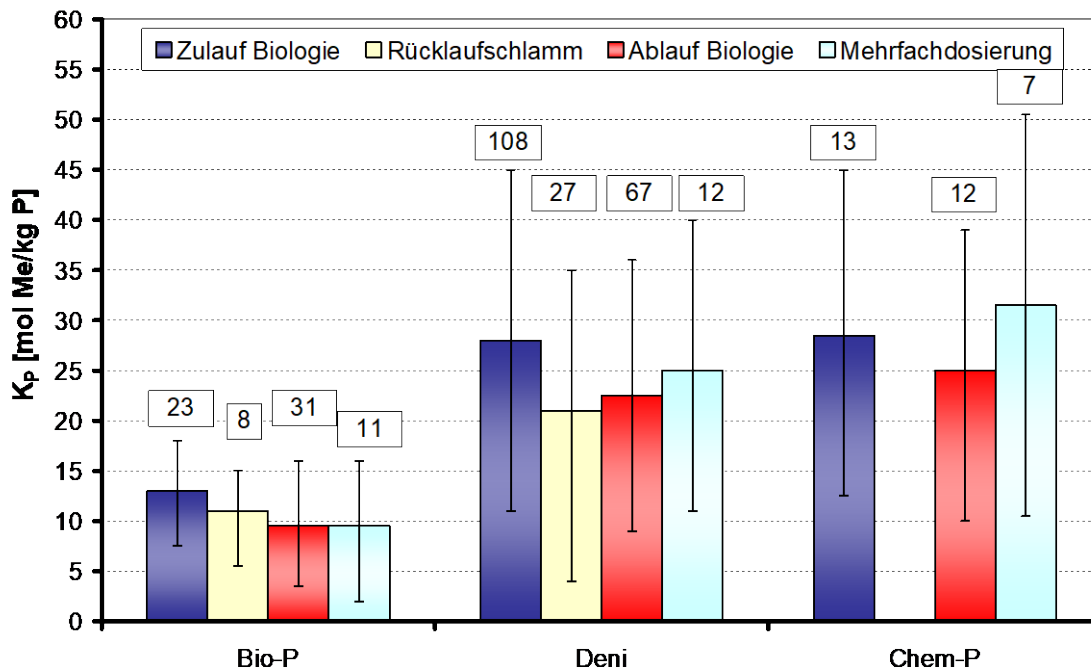
Am häufigsten wird das Fällmittel am Ende der biologischen Behandlung im Zulauf zur Nachklärung zugegeben. An dieser Stelle ist die biologische P-Elimination abgeschlossen, und das noch verbleibende und zu fällende Phosphat kann effektiv entfernt werden. Zweiwertige Eisenverbindungen sind in die Belebungsstufe zu dosieren, um den dort verfügbaren Sauerstoff für die Oxidation zu nutzen. Da das Fällmittel auch bei Fällung in den Ablauf der Belebung im Schlammkreislauf eingebunden ist, wird eine Fällung im Belebtschlamm-Kreislauf als Simultanfällung bezeichnet. Bei einer Fällung im Rücklaufschlammstrom nach der Nachklärung besteht bei Bio-P-Anlagen die Gefahr, im Anaerobbecken rückgelöstes Phosphat zu fällen und damit die Entwicklung einer effektiven vermehrten biologischen Phosphatelimination zu behindern.

Eine Vorfällung zur P-Elimination wird häufig bei Zweipunktfällungen eingesetzt. Die Dosierstelle ist dann der Zulauf zur Vorklärung, der Fällungsschlamm setzt sich mit dem Primärschlamm ab. Als weiterer Effekt kann der Wirkungsgrad der Vorklärung durch eine Fällmittelzugabe erhöht werden. Dieses ist sinnvoll, wenn es ein hohes Verhältnis von BSB₅/N im Zulauf zur Kläranlage vorliegt (beispielsweise > 7), oder die biologische Stufe aufgrund der Verfahrenstechnik einen weitestgehend feststofffreien Zulauf benötigt (Beispiel biologisch wirksame Filtrationsverfahren).

Eine Nachfällung erfordert in der Regel hohe spezifische Fällmitteldosierungen (β -Wert > 2,5). Der Fällungsschlamm nur schwer abscheidbar, Nachfällungen werden daher in der Regel in Verbindung mit Filtrationsverfahren angewendet.

Bei Anlagen mit vermehrter biologischer Phosphatelimination wird häufig eine chemische Fällungsstufe zur Absicherung der Reinigungsleistung installiert. Die vermehrte biologische Phosphatelimination kann Probleme in der Betriebsstabilität aufweisen, zum Beispiel bei unzureichender Sauerstoffversorgung oder bei länger andauerndem unzureichendem Angebot an leichtabbaubarem Substrat im Zulauf. Für diese Betriebsfälle kann über eine Fällmitteldosierung die Einhaltung der Ablaufwerte abgesichert werden.

Abbildung 53: Kennzahlen zur gezielten P-Elimination auf kommunalen Kläranlagen



Quelle: (ATV DVWK AG 8.2)

Die in dem Diagramm (Abbildung 53) dargestellten Auswertungen beruhen auf den Betriebsdaten von rund 341 Kläranlagen mit einer Ausbaupazität < 50.000 EW in Deutschland und der Schweiz.

23 % der Anlage waren Bio-P, 66 % waren PC mit Nitri und Deni und 11 % PC ohne Nitri und Deni. Hierbei wurde der Einfluss der Dosierstelle des Fällmittels untersucht. Dabei stellte sich heraus das der Zulauf der Biologie am ungünstigsten ist. (ATV DVWK AG 8.2) Dem Diagramm ist zum einen zu entnehmen, wie stark der Fällmittelbedarf durch die Bio-P gesenkt werden kann. Als am besten geeignete Dosierstelle zeigt sich hier der Ablauf der Belebungsanlage. Bei Deni ohne Bio-P ist es am besten in den Rücklaufschlamm zu dosieren. Somit kann durch die geschickte Auswahl der Dosierstelle Fällmittel eingespart werden.

3.4.2 Spezifische Fällmittelbedarf

Nach DWA A 202 (2011) wird die erforderliche zu dosierende Fällmittelmenge üblicherweise mit den β -Wert berechnet. Die Randbedingungen und Einflussgrößen wurden bereits in Unterkapitel 2.3 aufgezeigt. Die Betriebserfahrungen deutscher Kläranlagen spiegeln sich in den DWA-Arbeits- und Merkblättern wider. Es werden auch Erfahrungswerte für die erforderlichen spezifischen Fällmittelmengen angegeben. Das Verhältnis von dosierter Fällmittelmenge, gekennzeichnet über Stoffmenge des Fällmittels (mol FE), im Verhältnis zur Phosphatzulaufkraft (kg P) wird mit dem Faktor K_P charakterisiert. Der Wert K_P errechnet sich wie folgt:

Abbildung 54: Definition der Kennzahl K_P

Definition der Kennzahl K_P

$$K_P = \frac{FM_d}{C_{P,Z} \cdot Q_d} \cdot 1.000 \text{ (mol Me/kg P)}$$

Quelle: (DWA-A 202)

Mit:

FM_d = Fällmittelverbrauch pro Tag (mol Me /d)

$C_{P,Z}$ = Konzentration an Pgesamt im Zulauf zur Kläranlage (g/m³)

Q_d = Abwassermenge pro Tag (m³/d)

Nach Auswertung durch den Fachausschuss KA 8 „Verfahren der weitergehenden Abwasserreinigung nach biologischer Behandlung“ ergibt sich in der betrieblichen Praxis der Wert K_P wie folgt:

Tabelle 32: Kennzahl K_P je Anlagentyp

Anlagentyp	Erfahrungswerte K_P [mol Me / kg P]
Bio-P Anlagen*	11
Stabilisierungsanlagen	17
Anlagen mit Denitrifikation	23
Chem-P Anlagen**	30

*Anlagen mit einer separaten Anaerobstufe

**Anlagen mit ausschließlicher P-Fällung

Quelle: [nach (DWA-A 202)]

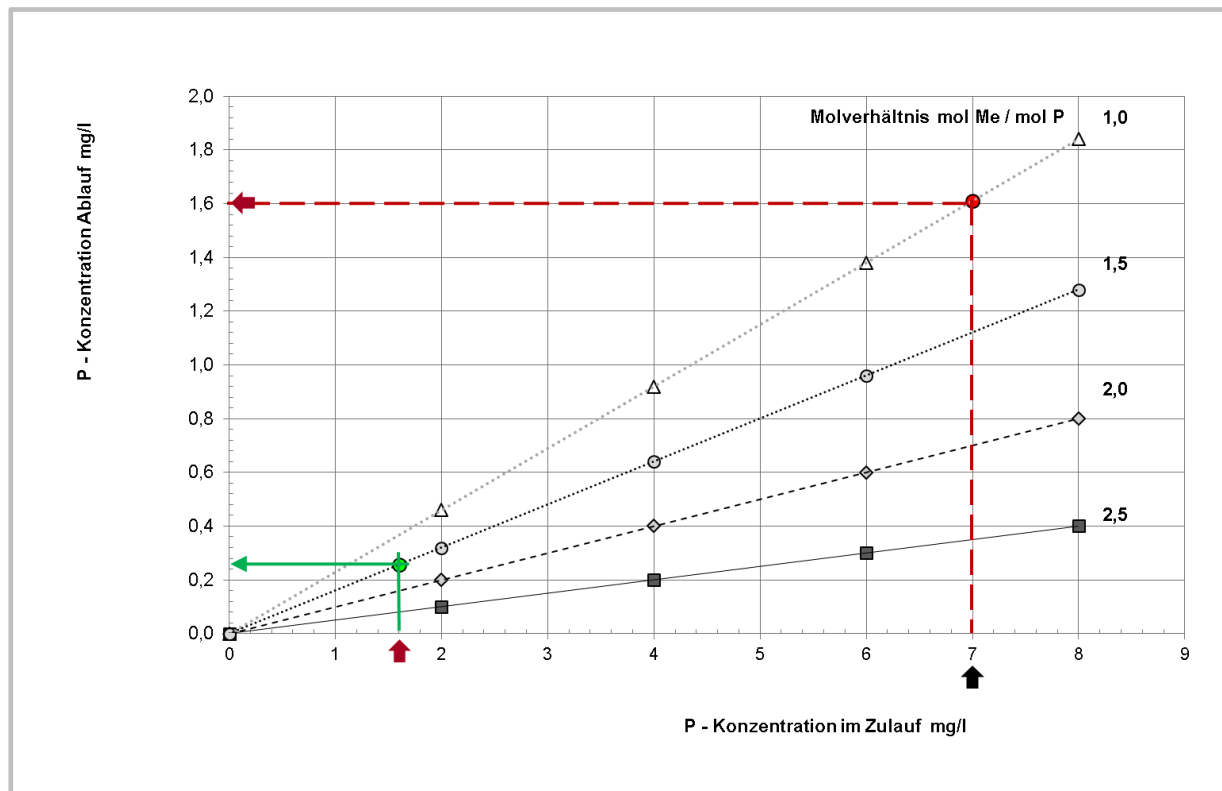
An den Auswertungen wird ersichtlich, dass durch eine biologische Phosphatelimination der Fällmittelbedarf sehr deutlich reduziert werden kann.

3.4.3 Einpunktfällung / Zweipunktfällung

Die erforderliche spezifische Fällmittelmenge ist auch von dem erforderlichen Wirkungsgrad der Fällung abhängig. Das nachfolgende Diagramm beschreibt den Zusammenhang zwischen dem erforderlichen Molverhältnis (mol Me/ mol P) in Abhängigkeit der Zulauf- und Ablaufkonzentration. Eine Reduktion von 4,0 mg P/l auf 0,4 mg P/l erfordert beispielsweise ein Molverhältnis von 2,0, von 1,8 mg P/l auf 0,4 mg P/l ein Molverhältnis von 1,0, also nur 50 % der auf die zu eliminierende P-Fracht bezogene spezifischen Fällmittelmenge.

Durch die Einführung einer Zweipunkt fällung kann gemäß diesem Beispiel der spezifische Fällmittelbedarf von 0,56 mol Me/m³ um ca. 45 % auf 0,30 mol Me/m³ gesenkt werden.

Abbildung 56: Zusammenhang zwischen dem erforderlichen Molverhältnis (mol Me/ mol P) in Abhängigkeit der Zulauf- und Ablaufkonzentration bei Zweipunkt fällung



Quelle: (Baumann und Jedele 2019)

3.4.4 Einfluss des P-Ablaufwertes auf die erforderliche Fällmittelmenge

Der einzuhaltende Überwachungswert beeinflusst den Fällmittelbedarf. Niedrigere Ablaufwerte erfordern eine überproportional hohe spezifische Fällmitteldosierung. Insofern kommt bei einer begrenzten Fällmittelverfügbarkeit dem Aspekt der anzusetzenden Ablaufwerte besondere Bedeutung zu. Höhere Überwachungswerte müssen mit der Behörde abgestimmt werden.

Weiterhin beeinflusst die Art und Weise des Überwachungsregimes (siehe Unterkapitel 3.2) den Fällmittelverbrauchs (Qualifizierte Stichprobe zu 24h- Mischprobe)

Im Folgenden wird eine Beispielrechnung durchgeführt, bezogen auf einen Einwohnerwert. Dabei wird der erforderliche Fällmitteleinsatz für die Ablaufanforderung 2,0 mg/l und 1,0 mg P/l betrachtet. Die Bilanz wird mit Standardwerten durchgeführt (DWA-A 131).

P-Bilanz

- ▶ Spezifische P-Fracht: 1,6 g P/ Einwohner / Tag
- ▶ Spezifische BSB₅-Fracht: 60 g BSB₅/ Einwohner/ Tag
- ▶ Spezifischer Abwasseranfall: 120 l Abwasser/ Einwohner / Tag
- ▶ Konzentration im Zulauf zur Kläranlage: 13,3 mg P/l
- ▶ Wirkungsgrad in der Vorklärung: 10 %

- ▶ Konzentration im Zulauf zur Biologie: 12,0 mg/l
- ▶ P-Festlegung im Überschussschlamm
(ohne vermehrte Bio-P): 1,5 % P / TS
- ▶ Überschussschlammproduktion
ca. 1 kg TS/ kg BSB₅-Abbau, entsprechen d 60 g TS/ Einwohner / Tag
- ▶ P-Festlegung im Schlamm
= 0,9 g P / Einwohner / Tag, entsprechend 7,5 mg P/l
- ▶ P-Konzentration nach der biologischen Reinigung:
= 12,0 – 7,5 = 4,5 mg P/l
- ▶ In 10 mg Suspensa /l (üblicher Ablaufwert
von Kläranlagen) sind mit 1,5 % P ca. 0,15 mg P/l gebunden.
- ▶ Die gelöste P-Konzentration im Ablauf der
Biologie beträgt somit ohne vermehrte Bio-P
oder chemische Fällung ca. 4,35 mg P/l entsprechend rund 0,5 mg
P/EW/d.

Für die Berechnung der Fällmittelmenge wird gemäß P-Bilanz eine Konzentration im Ablauf der biologischen Stufe von 4,35 mg P/l angesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass der Zielwert der Fällung 0,5 mg P/l unter dem Überwachungswert liegt, also 0,5 und 1,5 mg P/l. Die erforderlichen β -Werte ergeben sich gemäß dem obigen Diagramm (Abbildung 56) wie folgt:

- ▶ Ablaufanforderung 1,0 mg P/l: erforderlicher β -Wert ist 1,8
- ▶ Ablaufanforderung 2,0 mg P/l: erforderlicher β -Wert ist 1,0

Im Ergebnis dieser Beispielrechnung ergibt sich eine Reduktion der spezifischen Fällmittelmenge in Höhe von 44,4 % (= $[1 - 1,0/1,8] \times 100$), falls eine Erhöhung des einzuhaltenden Ablaufwertes von 1,0 mg P/l auf 2,0 mg P/l möglich ist.

3.5 Welche technischen Voraussetzungen müssten für eine Bio-P gegeben sein? Wie lang würde eine Umrüstung dauern? Wie hoch lägen die Kosten? Folgen?

Vorteile der biologischen Phosphor-Elimination sind unter anderem, dass:

- ▶ Keine Zusatzstoffe erforderlich
- ▶ Verringerung der Aufsatzung der Kläranlagenabläufe
- ▶ Geringerer Schlammanfall, keine zusätzlichen Schwermetalle im Schlamm
- ▶ Keine Beeinträchtigung der Nitrifikation

Eine wesentliche Voraussetzung für die Etablierung einer vermehrten biologischen Phosphatelimination im Belebungsverfahren ist die Einrichtung einer anaeroben Zone, in denen die Bakterien mit Befähigung zur vermehrten Phosphataufnahme (PAOs – *Phosphor akkumulierende Organismen*) einen Selektionsvorteil haben. Dieses kann als anaerob betriebenes Volumen oder als anaerober Zeitabschnitt realisiert werden. In dem aeroben Beckenteil ist dann eine ausreichende

Sauerstoffversorgung erforderlich, damit das zuvor rückgelöste Phosphat wieder aufgenommen werden kann („Luxury Uptake“) – siehe Abbildung 57.

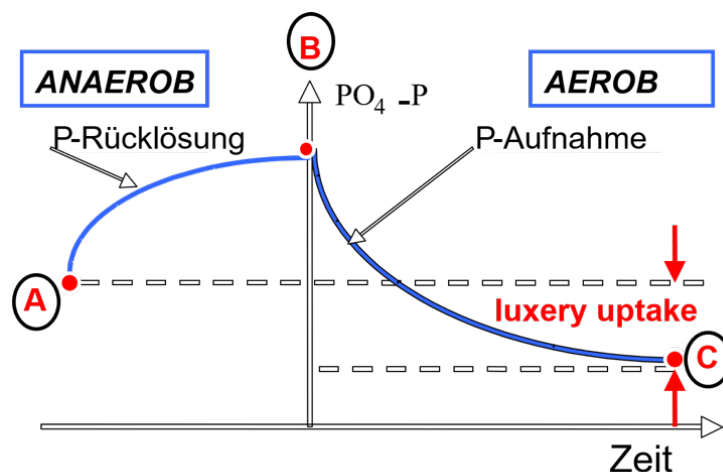
Bezüglich der Abwasser-Charakteristik sind günstige Voraussetzungen für die Bio-P:

- ▶ Möglichst geringer $\text{NO}_3\text{-N}$ -Zufluß und kein O_2 -Eintrag ins Anaerobbecken
- ▶ Günstiges BSB_5/P -Verhältnis (30:1)
- ▶ Hoher Gehalt an organischen Säuren (> 100mg/l): Aufnahme PAOs Kohlenstoff als Speicher in anaerober Zone
- ▶ Ausreichende O_2 -Zufuhr im Belebungsbecken zur optimalen Phosphataufnahme

Unterstützende Maßnahmen zur Förderung der biologischen P-Elimination:

- ▶ Ansäuerung von Primärschlamm (z.B. Rückführung von Trübwässern aus Voreindickern)
- ▶ Bypassführung von Rohabwasser in die biologische Vorstufe
- ▶ Verhinderung einer Nitratzufuhr in die Anaerobstufe durch getrennte Kaskadenbecken

Abbildung 57: Prozess der vermehrten biologischen Phosphor-Elimination

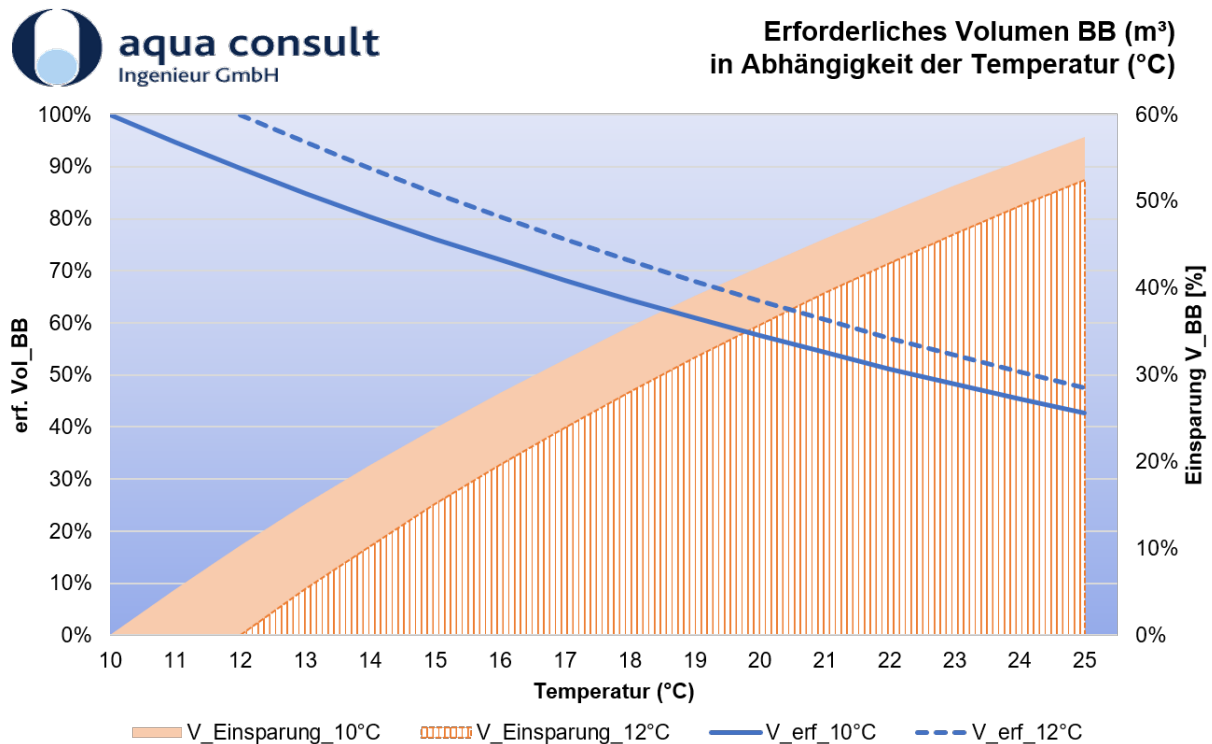


Quelle: (Gujer 2006)

Das erforderliche Volumen wird mit einer Kontaktzeit von 0,75 Stunden ausgelegt. Bei einer Nachrüstung einer vermehrten biologischen Phosphatelimination muss dieses Volumen geschaffen werden. Dazu ist die Bemessung zu überprüfen, häufig ist der aktuelle Auslastungsgrad geringer als die angesetzte Bemessungsbelastung.

Die Bemessung einer Belebungsanlage erfolgt nach dem DWA-Arbeitsblatt DWA-A 131 für die Bemessungstemperaturen 10 °C oder 12°C. Wenn die Temperatur höher ist, ist rechnerisch Volumen frei. Das könnte dann für Bio-P genutzt werden. Dieser Effekt ist in der nachfolgenden Graphik (Abbildung 58) verdeutlicht. Die rot markierten Flächen geben das freie Volumen an (rote Fläche unter den Kurven = freies Volumen). Auch bei voller Auslastung einer Kläranlage (= Betrieb mit Bemessungsbelastung) ist bereits ab 14 °C ausreichend freies Volumen vorhanden, um eine vermehrte biologische Phosphatelimination einzurichten.

Abbildung 58: Einsparung von erforderlichem Belebungsbeckenvolumen in Abhängigkeit der Temperatur im Belebungsbecken



Darüber hinaus ist bei Anlagen ohne Bio-P die Fällmittelzugabe bei der Ermittlung des erforderlichen Schlammalters zu berücksichtigen. Bei Bio-P ohne Fällmitteldosierung ist von daher zusätzlich Platz für Bio-P in der Biologie.

Aus diesem Grund geht es bei der flächenhaften Integration der Bio-P in bestehende Anlagen im Wesentlichen um Anpassungen in Regelung/ Steuerung/ zusätzliche Pumpen/ zusätzliche Rohrleitungen. Umfangreichere bauliche Maßnahmen werden sich häufig auf Rohrleitungsbau beschränken. Genehmigungsrechtlich dürfte es sich um unwesentliche Änderungen handeln, die ggf. den Genehmigungsbehörden anzuzeigen sind aber keine zeitintensive Genehmigungsverfahren erfordern.

Nur bei intermittierend betriebenen Anlagen (ein Becken wird kontinuierlich mit mechanisch gereinigtem Abwasser beschickt, in dem Belebungsbecken finden die Prozesse Denitrifikation und Nitrifikation durch ein An- und Abschalten der Luft statt), müsste ein zusätzliches vorgeschaltetes Beckenvolumen geschaffen werden (Kontaktzeit 0,75 Stunden, ca. 10 l Beckenvolumen/EW bei 120 l/(EW*d). Ansonsten würde in der P-Rücklösungsphase bei anaerobem Zustand eine Verschmutzung des Ablaufes mit P eintreten.

Betrieblich ist zu beachten, dass eine vermehrte biologische P-Elimination Auswirkungen auf weitere Anlagenkomponenten haben kann:

- ▶ Das Absetzverhalten kann durch Bildung von Blähschlamm beeinträchtigt werden, da gerade Eisen-Fällmittel zur Beschwerung des Schlammes beitragen. Maßnahmen zur Überprüfung:
 - Mikroskopisches Bild 2-mal wöchentlich hinsichtlich Fadenbakterien (Maier 2022)
 - TS_{BB} reduzieren, ohne die Nitrifikation zu gefährden:

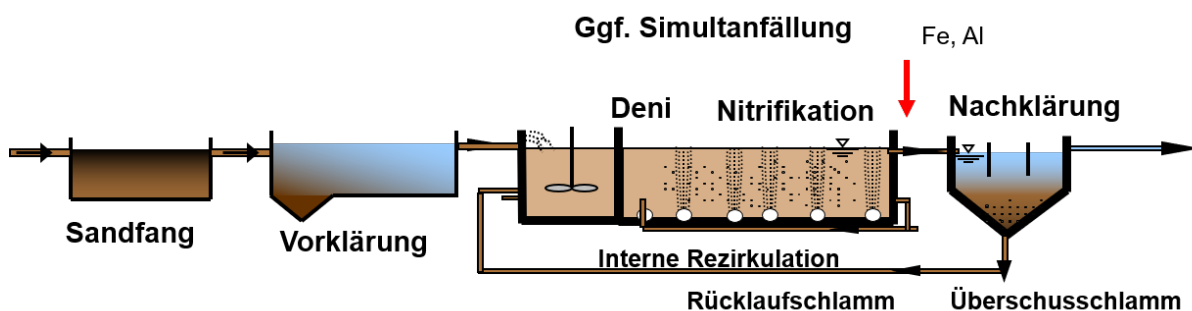
- Mehr Überschussschlamm abziehen
- $TS_{BB} = (RV \cdot TS_{RS}) / (1 + RV)$
- Achtung: Fadenbakterien sind in Übergangszeit evolutionär überlegen
- Nitri/Denizeiten anpassen: N-Zone vergrößern, DN-Zone verkleinern < 50%. Eine zu kleine DN-Zone könnte die Bio-P verschlechtern, wenn zu hohe Nitratkonzentrationen mit dem Rücklaufschlamm zurückgeführt werden. (Maier 2022)
- Kalk, Kreidezugabe gegen Blähschlamm (erhöhter Schlammanfall)
- ▶ Die Entwässerbarkeit des Schlammes kann sich verschlechtern, insbesondere wenn in unbelüfteten Schlamm Speichern vor einer Entwässerung eine P-Rücklösung stattfindet und die erhöhten P-Werte die Wirksamkeit des Entwässerungsaggregates reduzieren. Hilfreich ist, eine Frischhaltebelüftung im Speicher zu installieren und eine kurze Aufenthaltszeit im Speicher zu realisieren. Ggf. kann auch eine Kalkzugabe wirksam sein.
- ▶ In Faulbehältern kann es infolge erhöhter rückgelöster P-Konzentrationen zu einer Verstärkung von MAP-Ablagerungen kommen. Auch hierfür gibt es inzwischen erprobte Verfahren zur Reduzierung der MAP-Problematik (z. Bsp. Entgasung am Faulbehälterkopf). Weiterhin könnte die Rückgewinnung von MAP als Dünger auch als Vorteil dienen (Bsp. AIRPREX-Verfahren)
- ▶ Bei der Schlammbehandlung kann eine erhöhte H₂S-Bildung entstehen. Dieser kann durch geeignete Entschwefelungsverfahren des Faulgases entgegengewirkt werden (DWA-M 361):
 - Biologisch über die Anreicherung Sulfid reduzierender Bakterien Thiobacillus und Archeen (Sulfolobus). Notwendige Rahmenbedingungen hierfür sind:
 - Milieu: 28-32°C und pH 3 (>1)
 - Oxidation anorganischer und organischer Verbindungen über Mikroorganismen
 - Oxidationsprodukte (H₂SO₄, S)
 - Luft eindringen im Gasraum des Fermenters
 - pH-Wert Verschiebung im Fermenter
 - Mögliche Verfahren für Biologische Gasreinigung:
 - Tropfkörper- /Biorieselbettreaktor
 - Nachgeschalteter Biofilter (Torf, Rindenmulch, Altpapier)
 - Chemisch-physikalische Verfahren zur Gasreinigung:
 - Bindung von H₂S im Schlamm an Eisen (" natürlich" oder durch Zugabe von 3-wertigen Eisensalzen) – derzeit problematisch
 - Bindung von H₂S im Faulgas an Eisen während Gärprozess
 - Bindung von H₂S im Faulgas an imprägnierter **Aktivkohle**
 - Weniger geeignet für Grobentschwefelung
 - O₂ - Eintrag in Gasphase berücksichtigen

- Imprägnierung Kaliumjodid: Zugabe O_2 & H_2O , hohe Betriebskosten, hohe Kosten Regeneration der Aktivkohle
- Imprägnierung Kaliumcarbonat: Zugabe Wasserdampf und O_2 , hohe Betriebskosten und hohe Kosten Regeneration der Aktivkohle
- Imprägnierung Kaliumpermanganat: O_2 schon in Kohle enthalten
- **Bindung mit Natronlauge:** geeignet bei hohen H_2S -Konzentrationen
 - Über Füllkörperkolonne und Bioreaktor
 - Laugenwäscher zur biologischen Regeneration
 - Geeignet zur Grobentschwefelung
- Bindung an Zinkoxid
 - Pellets mit Zinkoxid im Adsorberbett
 - Nicht regenerierbar
 - Feinentschwefelung
- Dosierung von **Calcium-Nitrat-Lösung** vor dem Faulbehälter
 - Konkurrenz Bakterien steigt und führt zu weniger Sulfidbildung.

Kurzfristige behelfsmäßige Integration von Bio-P

Für die Integration einer vermehrten biologischen Phosphatelimination ist die Installation einer anaeroben Zone oder eines anaeroben Zeitabschnitts erforderlich. Bei ausreichendem Volumen kann das Anaerobvolumen durch eine Trennwand (statisch nicht tragend) von der Denitrifikation abgetrennt werden. Das Anaerobbecken ist umzuwälzen. Der Recyclestrom bei einer vorgeschalteten Denitrifikation ist dann in Fließrichtung hinter dem Anaerobbecken zuzuführen. Dieser Verfahrensablauf ist im nachfolgenden Fließschema dargestellt.

Abbildung 59: Fließschema vermehrte Bio-P bei vorgeschalteter Denitrifikation



Quelle: eigene Darstellung TU Berlin, 2023

Bei SBR-Anlagen kann ein anaerober Zustand erzeugt werden, in dem Zulauf zugegeben, aber nicht belüftet wird. Dabei wird zunächst das aus dem vorhergehenden biologischen Zyklus (in der Regel Nitrifikation) noch vorhandene Nitrat reduziert, bevor eine Rücklösung einsetzt. Wenn bei der Substratzufuhr nicht umgewälzt wird, bilden sich in der Regel Zonen mit anaerobem Milieu.

Rücklaufschlammstrom beachten). Weiterhin gibt eine Messung des Redoxwertes im Anaerobbecken einen guten Hinweis, ob dort strikt anaerobe Verhältnisse herrschen (für effektive Bio-P förderlicher Zielwert: < -150 mV).

Der Eintrag von Sauerstoff oder Nitrat in das Anaerobbecken ist verfahrenstechnisch zu minimieren.

In einigen realisierten Verfahren zur Bio-P wird ein Becken zur Entfernung des im Rücklaufschlamm enthaltenen Nitrates vor der Zuführung in das Anaerobbecken zwischengeschaltet (z.B. ISAH-Verfahren, entwickelt am ISAH an der Universität Hannover).

Wie lange dauert eine Umrüstung auf Bio-P?

Der Zeitbedarf für eine Anlagenumrüstung kann von wenigen Wochen bis zu einem Jahr oder mehr betragen. Relevant sind heute insbesondere die Lieferzeiten für die Automatisierungstechnik. Für eine Adaption der Biomasse an die neue Verfahrenstechnik sind 2 – 3 Schlammalter anzusetzen.

Mit welchen Kosten ist für eine Umrüstung auf Bio-P zu rechnen?

Für eine Abschätzung zu den erforderlichen Investitionen für die bundesweite Nachrüstung einer vermehrten biologischen Phosphatelimination werden die folgenden Annahmen getroffen:

- ▶ Nachrüstung von Belebungsanlagen, die jetzt noch nicht über Bio-P verfügen.
- ▶ Es wird Volumen benötigt (0,75 h Kontaktzeit), das über Beckenvolumen oder unbelüftete Zeiten zur Verfügung gestellt werden kann.
- ▶ In jedem Fall wird eine Umprogrammierung und ggf. Nachrüstung der Anlagensteuerung erforderlich sein.
- ▶ In einigen Anlagen werden zusätzliche Rohrleitungen und Pumpen notwendig.
- ▶ In weiteren Anlagen muss zusätzliches Volumen geschaffen werden (zum Beispiel bei intermittierenden Anlagen).
- ▶ Bei Anlagen mit Faulung müssen ggf. Maßnahmen aufgrund der P-Rücklösung im Faulbehälter vorgesehen werden.
- ▶ Eventuell sind Veränderungen bei der Schlammmentwässerung, ggf. Anpassung der Polymeraufbereitung/ Regelung der Polymerdosierung erforderlich.
- ▶ Bei einer Dosierung von Fällungsmitteln ist die überschüssig dosierte Fällmittelmenge für eine H_2S -Reduktion im Faulbehälter wirksam. Hier sind ggf. Anpassungsmaßnahmen erforderlich (Beispiel: Mikrobelüftung).

Die Abschätzung der erforderlichen Investition erfordert eine detaillierte Bestandsaufnahme der in Deutschland verbauten Technologie in den Anlagen, die noch nicht mit Bio-P ausgestattet sind. Hier kann nur eine grobe Abschätzung abgegeben werden.

Bei kleineren Anlagen im Stabilisierungsbereich ohne externe Schlammbehandlung sind die verfahrenstechnischen Aufwendungen für eine Bio-P-Nachrüstung relativ gering, weil die Schlammbehandlung sich in der Regel auf eine externe Entsorgung von Nassschlamm oder eine Schlammmentwässerung begrenzt. Umstellungen der Anlagenautomatisierung sind demgegenüber relativ aufwendig, weil der Programmieraufwand von der Anlagengröße nicht sehr stark beeinflusst wird. Für Kläranlagen der Größenklasse 3 sind erfahrungsgemäß im Mittel schätzungsweise Kosten in einer Größenordnung von ca. 50.000 – 100.000 € zu erwarten, was einem mittleren Wert von 10 €/EW entspricht.

Bei großen Anlagen > 100.000 EW (Größenklasse 5) wird ein Maßstabeffekt zum Tragen kommen, weil die Projektvorbereitung, Engineering, Baustelleneinrichtung etc. vergleichbar mit dem Aufwand für kleinere Anlagen ist. Bezüglich der Automatisierung ist zu erwarten, dass größere Anlagen bereits über eine weitergehende Automatisierung verfügen und von daher die erforderliche Investition zur Integration der Bio-P vergleichsweise geringer eingeschätzt werden kann.

Mit einer Investition von 750.000 € dürfte ein Großteil der Abwasseranlagen ohne Bio-P in einer Größenordnung von 100.000 EW bis 200.000 EW mit entsprechender Ausstattung versehen werden können. Daraus kann eine mittlere Investition von ca. 5 €/EW abgeleitet werden.

Es kann dementsprechend im Mittel als erste grobe Abschätzung in etwa von folgendem erforderlichen Investment ausgegangen, um diese Anpassungen an eine effektive Bio-P vorzunehmen. Die Angaben sind in Abhängigkeit der Größenklasse angegeben.

GK 3:	10 €/EW	5,3 Mio EW	53 Mio €
GK 4:	8 €/EW	51,4 Mio EW	411 Mio €
GK 5:	<u>5 €/EW</u>	<u>72,6 Mio EW</u>	<u>363 Mio €</u>
		129,3 Mio EW	827 Mio €

Quelle für die Einwohnerwerte, siehe Anhang Abbildung 69: (DWA 2021)

Die erforderliche Abschätzung des Gesamtbudgets berechnet sich aus dem gewichteten Mittel angeschlossene EW pro Angabe der Größenklasse aus DWA-Leistungsvergleich 2021 und dem Ansatz, dass bereits 25 % der Kläranlagen mit Bio-P ausgestattet sind. Das erforderliche Gesamtbudget, um diejenigen, die derzeit ohne Bio-P sind Kläranlagen bundesweit auf Bio-P umzustellen, kann zu 600 bis 700 Mio. Euro abgeschätzt werden. Zur detaillierteren Bewertung sind weiterführende Betrachtungen und Abschätzungen erforderlich.

3.6 Wie viel Fällmittel ließen sich durch Umstellung, verstärkten Einsatz durch Bio-P-Fällung einsparen?

Bisher werden 25 % der Belebungsanlagen mit vermehrter biologischer Phosphatelimination betrieben. Durch die konsequente Einführung einer vermehrten biologischen Phosphatelimination auf zum Beispiel 80 % der Anlagen (also 55 % mehr als bisher) könnte somit der Fällmittelbedarf deutlich abgesenkt werden. Unter Berücksichtigung, dass eine ergänzende chemische Fällung auch bei Nutzung einer vermehrten biologischen Phosphatelimination eingesetzt wird, kann die eingesparte Fällmittelmenge zu 80 % des bei rein chemischer Fällung betriebenen Fällmittelbedarfs abgeschätzt werden.

Die durch vermehrte biologische P-Elimination oder chemische Fällung zu eliminierenden spezifische Phosphatfracht kann mit rund 4,35 mg P/l abgeschätzt werden, entsprechend bei 120 l Abwasser/ EW/d zu 0,5 g P/EW/d bzw. 182 g P/EW/a (vgl. Kap. 3.4.4). Bezogen auf die Belastung mit 129,3 Mio EW in Größenklasse 3, 4 und 5 in Deutschland würden durch die oben angesetzte zusätzliche vermehrte biologische P-Elimination demnach rund 12.900 t P/a (= 55 % von 129,3 Mio EW mit 0,182 kg P/EW/a) biologisch eliminiert werden. Eine Fällmitteleinsparung kann demnach auf einer Basis von 80 % dieses Wertes, also eine nicht chemisch zu fällenden P-Fracht von rund 10.000 t berechnet werden.

Die sich aus der weitergehenden Einführung der biologischen P-Elimination ergebende Fällmitteleinsparung kann mit einem angesetzten K_p-Wert von 20 (mol Me/kg P) zu rund 200 Mio

mol Me abgeschätzt werden. Bei Einsatz von Eisen würde dieses einer eingesparten Fällmittelmengen-Wirksamkeit von 11.200 t Fe/a entsprechen (= 200 Mio mol Me x 56 g Fe/mol).

Bei einer Nutzung von FeCl₃ mit einer Wirksamkeit am Massenanteil von 13,8 % (vgl. DWA-M 206) würde dieses einer Fällmittelmenge von rund 81.000 t FeCl₃/a entsprechen, die durch eine Einführung einer vermehrten biologischen Phosphatelimination in Deutschland eingespart werden könnten.

3.7 Welche Anlagen führen eine biologische P-Elimination durch?

In diesem Unterkapitel wird untersucht welche Anlagen in Deutschland eine biologische P-Elimination durchführen. Hierfür wurde der DWA-Leistungsvergleich aus dem Jahre 2021 als Datengrundlage hinzugezogen. Es wurde eine Analyse der Anlagen und EW hinsichtlich P-Elimination in Deutschland in GK4 und GK5 durchgeführt (siehe Tabelle 33). Die Daten des Leistungsvergleichs lagen für dieses Gutachten in anonymer Form vor.

Tabelle 33: Vergleich Leistungsvergleich 2021 GK 4 und GK 5: Allgemein + P-Elimination

Mit PC (chemische P-Elimination, PB (biologische P-Elimination), PBC (biologische P-Elimination mit Stützfällung), P (P-Elimination, aber falsche Eingabe – nicht identifizierbar)

Größenklasse	GK 4	GK 5
Summe Einwohnerwerte [EW]	51.384.588	72.602.324
Anlagen [Stück]	1563	223
PC [Stück]	823	88
PB [Stück]	28	7
PBC [Stück]	335	76
P [Stück]	3	0

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin nach (DWA 2021), anonymisiert

Wie in Tabelle 33 ersichtlich führen die meisten Anlagen der GK 4 und GK 5 PC durch. 22 % der Anlagen in GK 4 und 34 % der GK 5 geben an PBC durchzuführen. Die Daten des Leistungsvergleichs beruhen auf der Eingabe der Betreiber und könnten unterschiedlich verstanden werden. So ist es fraglich, ob eine Anlage der GK 5 ohne Stützfällung auskommt und deshalb PB angibt oder ob dies doch Stützfällung beinhaltet. In GK 4 sind weitere 3 Anlagen die angeben, eine P-Elimination (P) durchzuführen, aber nicht weiter spezifizieren. Durch die Betreiber-Umfrage in 2.1 ermittelt und in Abbildung 14 dargestellt, betreiben circa 25% der Befragten reine Bio-P.

Tabelle 34: Vergleich Leistungsvergleich 2021 GK 4 und GK 5: P-Abbaugrad in %

Art der P-Elimination	PB		PC		PBC	
	GK 4	GK 5	GK 4	GK 5	GK 4	GK 5
Median [%]	93,9	97,8	93,9	96,1	94,6	96,5
Mittelwert [%]	94,1	97,1	92,1	95,3	92,9	95,4

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin nach (DWA 2021), anonymisiert

Die anonymisierten Daten des Leistungsvergleichs 2021 wurden weiterhin hinsichtlich des prozentualen Abbaugrads des Phosphors untersucht und nach GK4 und GK5 in Tabelle 34 dargestellt. Dabei weisen diejenigen Anlagen die reine PB angegeben haben und sich in der GK5 befinden den besten P-Abbaugrad (97,8% im Median) auf. Weiterhin zeigt sich das laut Daten PC nicht effektiver oder stabiler als PBC oder PB ist.

Nachfolgend in Tabelle 35 die Minimal-, Maximal- und Medianwerte der Zulauf- und Ablaufkonzentration je Art der Phosphorelimination aus den erhobenen Daten in Umfrage 1 aus Unterkapitel 2.1.

Tabelle 35: Vergleich Zulauf- und Ablaufkonzentration je Phosphorelimination in mg/l

In Grün Ausreißer markiert.

Statistisches Mittel jeweils in [mg/l]	PB		PC		PBC	
	P _{in}	P _{out}	P _{in}	P _{out}	P _{in}	P _{out}
Min	2,9	0,1	1,4	0,09	0,87	0,02
Max	29,3	11,1	140	5,7	800	17
Median	9,2	0,8	9,5	0,8	7,5	0,6

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

3.8 Was würde passieren, wenn es keine Fällmittel mehr gibt?

Bei der biologischen Abwasserreinigung wird Phosphor in die Biomasse eingebunden und mit dem Überschussschlamm aus dem System entfernt. Da die überwiegende Überschussschlammproduktion durch die heterotrophen Bakterien bei dem Abbau der Kohlenstoffverbindungen erfolgt, kann die auf diesem Weg aus dem Abwasser entfernte spezifische Phosphatfracht über die Elimination des Biochemischen Sauerstoffbedarfs BSB₅ abgeschätzt werden. Eine entsprechende Berechnung enthält Abschnitt 3.4.4. Als Ergebnis ergibt sich ohne eine vermehrte biologische P-Elimination oder eine chemische Fällung eine spezifische emittierte P-Fracht von 0,5 g P/EW/d oder 0,182 g P/EW/a.

Durch eine biologische Phosphatelimination kann der Einsatz von Fällmitteln ersetzt werden. Der Effekt eines kompletten Ausfalls von Fällmitteln hängt also davon ab, welcher Anteil der biologischen Stufen in welchem Zeitablauf zusätzlich mit einer biologischen Phosphatelimination ausgestattet werden können.

Grundsätzlich können alle biologischen Stufen mit vermehrter biologischer Phosphatelimination betrieben werden. Wenn das leichtabbaubare organische Substrat im Zulauf einer Kläranlage für anaerobe Zulaufverhältnisse in einer vorgeschalteten Anaerobstufe zur P-Rücklösung nicht ausreicht, kann durch externe oder intern auf der Kläranlage produzierte leichtabbaubare Stoffe der Wirkungsgrad der biologischen P-Elimination erhöht werden.

Unter der Annahme, dass 80 % der Kläranlagen mit einer vermehrten biologischen P-Elimination ausgestattet werden können (derzeit sind es ca. 25 % der Kläranlagen), dann würde ein Anteil von 20 % des Abwasseranfalls verbleiben, der mit erhöhtem P-Gehalt abgeleitet werden muss. Bezogen auf die Gesamtbelastung der Kläranlagen in Deutschland in Höhe von 129,3 Mio. Einwohnerwerten (GK 3, 4, 5) würde dieses einer emittierten Phosphatfracht in Höhe von rund 4.700 t P pro Jahr entsprechen (= 129,3 Mio EW x 0,20 x 0,182 kg P/EW /a).

Ohne die weitergehende Einführung einer vermehrte biologische Phosphatelimination aus den Kläranlagen, und unter der Annahme, dass die Wirksamkeit der vermehrten biologischen

Phosphatelimination ca. 80 % beträgt, würden ohne jegliche Fällmittel rund 19.000 t P pro Jahr aus den Kläranlagen in Deutschland emittiert werden. Die Anlagen ohne Bio-P würden dabei 17.650 t P/a emittieren (=129,3 Mio EW x 75 % x 0,182 kg P/EW/a) und aus den Anlagen mit Bio-P würden 1.175 t P/a emittiert werden (= 129,3 Mio EW x 25 % x 0,182 kg P/EW/a x 0,2).

Das Umweltbundesamt hat in der Studie ‚Phosphoreinträge in die Gewässer bundesweit modellieren‘ eine derzeitige Pges-Gesamtemission von 5.810 t in die Gewässer ermittelt. Damit würde sich der Phosphoreintrag in die Gewässer mehr als verdreifachen und ganzjährige katastrophale Folgen auf die aquatische Umwelt zur Folge haben. (Fuchs et al. 2022)

Ein Fehlen von Fällmitteln hätte neben den Auswirkungen auf die P-Elimination vielfältige weitere negative Folgen auf den Betrieb von Kläranlagen, wie zum Beispiel Probleme bei der Schlammeindickung und -entwässerung, der Entschwefelung des Klärgases und der Bekämpfung von fädigem Schlamm.

3.9 Bei welchem Anteil von Kläranlagen kann davon ausgegangen werden, dass tradierte Verfahrensabläufe auf der Kläranlage zu unnötigem Fällmitteleinsatz führen?

Der spezifische Fällmittelbedarf (z. Bsp. in kg FE/ kg P) hängt von der Verfahrenstechnik und Prozesssteuerung ab. Entscheidend sind dabei die richtige Wahl der Dosierstellen, die Art der Einmischung an der Dosierstelle und eine mögliche Automatisierung (Steuerung oder Regelung). Die Dosierung kann dabei zeitproportional, mengenproportional oder frachtproportional erfolgen.

Zu beachten ist dabei, dass etliche Betreiber auf der sicheren Seite liegend dosieren und dabei zum Teil deutlich niedrigere Ablaufwerte erreichen als erforderlich. Dieses ist positiv im Hinblick auf die Qualität der Oberflächengewässer, verursacht aber einen erhöhten Fällmittelbedarf. Dieser Sachverhalt zeigt sich in den Ergebnissen des Leistungsvergleiches für die Größenklassen 4 und 5.

Tabelle 36: Vergleich Leistungsvergleich 2021 GK 4 und GK 5 hinsichtlich $\Delta_{\text{Differenz}}$

Mit $\Delta_{\text{Differenz}} = \text{Grenzwert} \left[\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right] - P_{\text{Ges,Ablauf}} \left[\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right]$

Größenklasse	GK 4	GK 5
Grenzwert [mg/l]	2	1
$\Delta_{\text{Differenz}}$ Mittelwert [mg/l]	1,49	0,66
$\Delta_{\text{Differenz}}$ Median [mg/l]	1,59	0,70
$\Delta_{\text{Differenz}}$ Standardabweichung σ [mg/l]	0,38	0,18
$\Delta_{\text{Differenz}}$ Varianz σ^2 [mg/l]	0,15	0,03

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin, Grundlage Daten aus (DWA 2021), anonymisiert

Als Reaktion auf die Fällmittel-Lage wurde diese Dosierung der sicheren Seite mit als Erstes umgestellt.

In intermittierend betriebenen Anlagen und Umlaufbecken kann es bei Vorhandensein von vermehrter biologischer Phosphatelimination zu einer Phosphat-Rücklösung kommen, wenn für die Belüftungssteuerung nur die Ammoniummessung berücksichtigt wird, nicht aber die $\text{PO}_4\text{-P}$ -

Konzentration. Um die Grenzwerte einzuhalten kann dann ggf. eine ergänzende Dosierung von Fällmitteln in den Zulauf zur Nachklärung erforderlich werden.

Eine allgemeine Übersicht, welches Optimierungspotential auf Belebungsanlagen bezüglich der Optimierung der P-Fällung besteht, ist nicht verfügbar. Aufgrund von Erfahrungswerten kann davon ausgegangen werden, dass eine weitestgehend optimierte Belebungsanlage nur zu einem geringeren Teil anzutreffen ist, abgeschätzt bei ca. 25 % der Anlagen. Ein gleich hoher Anteil dürfte ein hohes Optimierungspotential ausweisen.

Überschläglich kann abgeschätzt werden, dass bei Umsetzen der Zweipunktfällung und einer sachgerechten Automatisierung 10 bis 20 % der Fällmittel eingespart werden können.

3.10 Welche Möglichkeiten gibt es zur Reduktion von Fällmitteln insgesamt? (z.B. über verstärkte Bio-P)

Im Rahmen dieser Fragestellung wird auf die Inhalte der Unterkapitel 3.2 zur Änderung der Probenahme, 3.3 zu den möglichen Sofortmaßnahmen, sowie 3.5 zur Umsetzung von verstärkter Bio-P auf der Kläranlage verwiesen. In diesen Kapiteln wurden bereits kurzfristige wie langfristige Maßnahmen zur Reduktion von Fällmitteln ausführlich aufgezeigt.

3.11 Welche Anlagen haben welche Einleitwerte?

Eine orientierende Abfrage der wasserrechtlichen Bescheide bei den Landesämter bzw. Umweltministerien und Umfrage der Betreiber ist unter Absprache des Auftraggebers erfolgt (Abfrage 3 – Abfrage zu Phosphorgrenzwerten) und wurde über den Verteiler des Auftraggebers verteilt. Die Umfrage wurde am 30.11.2022 geöffnet und lief bis 31.03.2023.

Dabei wurde folgender Fragenkatalog abgefragt:

- ▶ Welchem Bundesland sind Sie zugeordnet?
- ▶ Wie viele Anlagen haben niedrigere Überwachungswerte als in der Abwasserverordnung? Zusammenfassung von Anlagen bitte in den Anmerkungen notieren.
- ▶ Sind bei Ihnen schon Anfragen/Hilfeersuche hinsichtlich Knappheit von Fällmitteln eingegangen?
- ▶ Sind Überschreitungen des Überwachungswerts angezeigt worden?
- ▶ Haben Sie bereits Maßnahmen zur Unterstützung der Kläranlagen ergriffen?
- ▶ Denken Sie eine Anpassung der Genehmigung für beispielsweise die Winterzeit (geringes Algenwachstum zu erwarten) wäre möglich?
- ▶ Wie lange könnten Sie eine Anpassung der Grenzwerte über die Winterzeit riskieren? Sie können einen oder mehrere Monate auswählen oder eine Alternativantwort unter Sonstiges hinterlassen.
- ▶ Würden Sie sich mehr Unterstützung / Aufklärung zum Thema Fällmittel-Notstand wünschen?
- ▶ In welcher Form würden Sie sich mehr Unterstützung / Aufklärung zum Thema Fällmittel-Notstand wünschen?
- ▶ Haben Sie weitere Lösungsvorschläge zur Reduktion des Einsatzes von Fällmitteln?
- ▶ Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittel-Notstand?

Über die Plattform LimeSurvey wurden 7 vollständige Abgaben der folgenden Bundesländer eingereicht:

- ▶ Baden-Württemberg
- ▶ Saarland
- ▶ Sachsen-Anhalt
- ▶ Sachsen
- ▶ Schleswig-Holstein
- ▶ Hamburg
- ▶ Thüringen

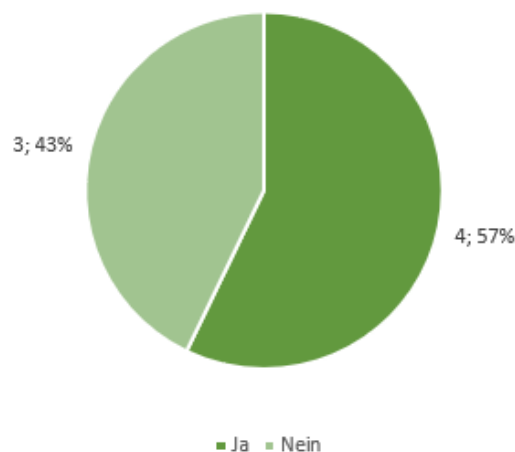
Zusätzlich haben außerhalb der Umfrage per Mail folgenden Bundesländer Informationen zur Frage *Wie viele Anlagen haben niedrigere Überwachungswerte als in der Abwasserverordnung?* übermittelt:

- ▶ Niedersachsen
- ▶ Berlin
- ▶ Nordrhein-Westfalen
- ▶ Bayern
- ▶ Rheinland-Pfalz

Insgesamt wurden 12/16 Bundesländer hinsichtlich der Phosphor-Grenzwerte erfasst. Die restlichen Fragen der Umfrage können dementsprechend folglich nur für die 7 Abgaben in LimeSurvey ausgewertet werden. Zunächst werden diese Fragen betrachtet und anschließend auf die Ablaufwerte der 12 Bundesländer eingegangen.

Zu der Frage, ob zum abgefragten Zeitpunkt schon Anfragen/Hilfeersuche eingegangen sind, wurden diese zu 100% mit ‚Ja‘ beantwortet. Zur weitergehenden Frage, ob Überschreitungen angegeben worden sind, antworteten 57% mit ‚Ja‘ und 43% mit ‚Nein‘ (siehe Abbildung 62).

Abbildung 62: Sind bei Ihnen Überschreitungs-Häufigkeiten angezeigt worden?



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Weiterhin wurde gefragt, welche Maßnahmen zur Unterstützung der Kläranlage hinsichtlich des Fällmittel-Engpasses ergriffen wurden. Diese sind nachfolgend in Tabelle 37 dargestellt.

Tabelle 37: Wurden Maßnahmen seitens der Behörden zur Unterstützung der Kläranlagen hinsichtlich des Fällmittel-Engpasses ergriffen?

Maßnahme	Ja	Nein
Überwachungswert hochgesetzt auf Abwasserverordnung?	0%	100%
Überwachungswert hochgesetzt auf niedriger als Abwasserverordnung?	0%	100%
Falls nein, bitte Begründung angeben:	28,5%	71,5%
Sonstiges:	57%	43%

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Zu den Begründungen, warum keine Maßnahmen getroffen wurden, gab es zwei Antworten:
 A1: „Es wurden - bei Vorlage entsprechender Begründungen - Duldung der Nichteinhaltung der Bescheidwerte ausgesprochen “

A2: „Trotz Knappheit konnte der Überwachungswert bisher eingehalten werden. “

Unter sonstige Maßnahmen wurden vier Antworten gegeben:

A1: „Streckungsbetrieb “ „Abweichen von Zielwerten bei Kläranlagen mit weitergehenden Maßnahmen “

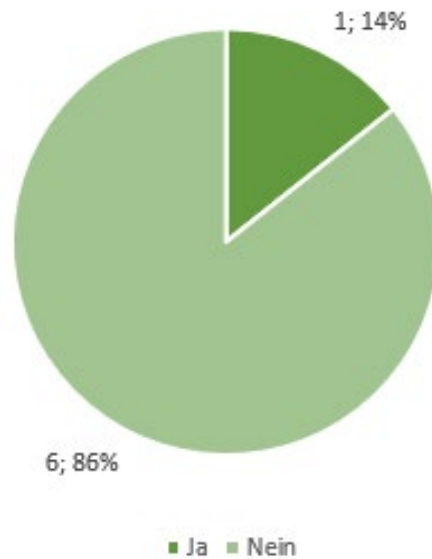
A2: „Schreiben an u. Austausch mit Betreibern “ „Informationen zu Dokumentations- u. Anzeigepflichten bei Fällmittel-Mangel, Abstimmung Einsparmöglichkeiten, Einsatz Alternativfällmittel “

A3: „Höhere Werte als Überwachungswerte werden geduldet “ „Bei nachgewiesenem und dokumentierten Fällmittel-Mangel sollen die Fällmittel soweit gestreckt werden, dass zumindest die AbwV eingehalten wird. Die Überschreitung der Überwachungswerte werden geduldet und ordnungsrechtlich und abwasserabgaberechtlich kommt es zu keinen Konsequenzen. “

A4: „Erlasse der oberen Wasserbehörde für Fällmittel-Knappheit an die Wasserbehörden und nachrichtlich an die kommunalen Aufgabenträger “ „Im Fall eines nachgewiesenen und plausiblen Fällmittel-Mangels soll von Ordnungswidrigkeitenverfahren abgesehen werden, gleiches gilt bezüglich der Erhöhung der Abwasserabgabe. Insoweit wurde das Gutachten von Prof. Dr. Reinhardt vom Oktober 2022 zugrunde gelegt. “

Eine Anpassung der Genehmigung über die Winterzeit vorzunehmen aufgrund zu des zu erwartenden niedrigeren Algenwachstums könnten sich laut Abbildung 63 14% der Befragten vorstellen.

Abbildung 63: Halten Sie es für möglich, eine Anpassung der Genehmigung über die Winterzeit vorzunehmen?



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Folgende Begründungen wurden hierzu gegeben:

A1: „Nur Nutzung des Streckbetriebs für Zielwerte vorläufig bis März “

A2: „Dies müsste im Einzelfall abhängig vom Gewässer, Vorbelastung, Einleitwerten etc. bewertet und festgelegt werden. Eine Pauschalaussage ist nicht möglich. “

Mehr Unterstützung und Aufklärung zum Thema Fällmittel-Notstand wünschen sich 57% (4) der Befragten Behörden. 14% (1) antworteten mit ‚Nein ‘und 29% (2) beantworteten die Frage nicht.

Diejenigen die sich Unterstützungen wünschen, gaben folgende Anreize:

A1: „zentrale Informationsplattform über Versorgungslage und Möglichkeiten für Substitute einrichten “

A2: „Eine verbindlichere ausführlichere Bewertung des vorliegenden Rechtgutachtens zur ordnungs- und abgaberechtlichen Beurteilung der Situation wäre wünschenswert. “

A3: „In den Verbändegesprächen des BMUV wurde der Bund sowohl seitens der Wasserwirtschafts- als auch der Industrieverbände mehrfach um Unterstützung zur Beseitigung der Fällmittel-Unterversorgung in den KRITIS-Bereichen Abwasserbehandlung und Wasserversorgung gebeten; eine nachhaltige Unterstützung erfolgte aus Sicht der Verbände bisher nicht. “

A4: „Wenn es neuere Erkenntnisse bezüglich des rechtlichen bzw. fachlichen Umgangs mit der Fällmittel-Knappheit gäbe, wäre eine Information der Bundesländer hierüber hilfreich. Das Rechtsgutachten von Prof. Dr. Reinhardt war eine gute Hilfestellung im Rahmen des Vollzugs. “

Als weitere Lösungsvorschläge zur Reduktion des Einsatzes von Fällmitteln wurden Ideen wie zusätzliche Bio-P, alternative Chemikalien, sowie die Dosierung von Wasserwerksschlamm genannt.

Weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche der Behörden an den Bund oder das jeweilige Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittel-Notstand sind wie folgt beantwortet worden:

A1: „Kommentierung des Bundes zu ordnungsrechtlichen Aspekten des Rechtsgutachtens wäre hilfreich, Sicherstellung der Versorgungssicherheit muss vor der Wachstumsperiode gewährleistet werden können, um Gefahr erhebliche Auswirkungen auf die Gewässer (Algenproblematik) zu vermeiden, Einwirken des Bundes auf Fällmittel-Hersteller, Möglichkeiten anderweitiger Beschaffung oder Produktionssteigerung ausschöpfen, Prüfung von Finanzierungs- und Unterstützungsmöglichkeiten für Produktionsfirmen.“

A2: „Eine weniger komplexe Abfrage der Fällmittel-Situation bei Betreibern wäre sinnvoll gewesen. Bis die Daten der Abfrage im November/Dezember 2022 vorliegen und ausgewertet sind, wird aufgrund der Dynamik der Lage nicht mehr die aktuelle Situation wiedergegeben.“

A3: „Umsetzung der Beschlüsse der 99. UMK sowie Zusagen aus den Verbändegesprächen.“

A4: „Derzeit (Dezember 2022) scheint sich die Lage zu entspannen auch wenn die Preise z.T. erheblich gestiegen sind; Kommunikationsprozess zwischen Bund/Ländern sollte fortgesetzt werden; Der Bund sollte sich weiterhin darum bemühen, dass die Lieferbarkeit von Fällmitteln auch langfristig gesichert ist.“

Nachfolgend werden in alphabetischer Reihenfolge die Bundesländer hinsichtlich niedrigerer Überwachungswerte als in der Abwasserverordnung betrachtet. Fokus sind die sensiblen Gewässer.

Baden-Württemberg (BW)

BW hat die Abgabe separat in Form einer Excel in aufsummierte EW eingereicht, somit war keine Angabe je Größenklasse möglich. Weiterhin ist keine direkte Benennung der Einleitgewässer erfolgt. In Tabelle 38 sind die Überwachungswerte von BW je Intervalle dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass 208 Anlagen der GK 1-3 zugehörig sind. 65 Anlagen die < 0,5 mg/l einhalten müssen, gehören vermutlich überwiegend der GK 5 an.

Tabelle 38: Wie viele Anlagen haben in Baden-Württemberg niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? In Intervallen

Aufsummierte EW	Gestattungswert Pges in [mg/l] gerundet auf eine NK Stelle	Anzahl Klär-anlagen
452.118	17 - 2	208
3.451.380	< 2 - 1	159
7.959.328	< 1 - 0,5	234
5.044.140	< 0,5 - 0,2	65

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Im Anhang finden sich die Überwachungswerte aus BW ohne Einordnung in Intervalle in Tabelle 55.

Bayern (BY)

In BY haben 863 Anlagen der GK 1 verschärfte Überwachungswerte hinsichtlich sensibler Gewässer. Diese sind in Tabelle 39 je Intervall aufgegliedert. Selbst in GK 1 müssen 12 Anlagen Überwachungswerte < 2 mg/l Pges im Ablauf einhalten. Ohne Intervalle finden sich die Werte im Anhang in Tabelle 56. BY hat weiterhin auch 470 sensible Gewässer angegeben. Diese sind im Anhang unter Tabelle 57 ersichtlich. Neben Oberflächengewässern, wurden auch Grundwasserleiter

und Talsperren angegeben. Die Beschreibung ‚wNNN‘ entspricht kleinen Gewässern, die keine eigenständige Bezeichnung haben (namenlose Gewässer).

Tabelle 39: Wie viele Anlagen haben in Bayern niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? In Intervallen

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
1	30 - 2	851
1	2 - 1	11
1	< 1 (0,6)	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Berlin (BE)

Der Überwachungswert für Phosphor liegt für die Berliner Klärwerke bei 1 mg/l und verdoppelt sich im Regenwetterfall. Verschärfte Grenzwerte aufgrund von sensiblen Gewässern gibt es dementsprechend noch nicht.

Brandenburg (BB) – keine Abgabe

Bremen (HB) – keine Abgabe

Hamburg (HH) – keine Angabe

Hamburg hat zwar an der Umfrage teilgenommen. Jedoch keine Überwachungswerte hinsichtlich sensibler Gewässer angegeben.

Hessen (HE) – keine Abgabe

Mecklenburg-Vorpommern (MV) – keine Abgabe

Niedersachsen (NI)

Niedersachsen hat ebenfalls die Überwachungswerte in Form einer separaten Excel eingereicht. GK 2+3 wurden dort zusammengefasst. Verschärfte Überwachungswerte der GK 2+3 hinsichtlich sensibler Gewässer haben 127 Anlagen. Für die GK 4 sind es 119 Anlagen und für GK5 eine Anlage.

Wie zuvor bei BY und BW wurden die Überwachungswerte je GK und Intervall betrachtet (Tabelle 40). In Klammern steht jeweils für das niedrigste Intervall der kleinsten Überwachungswerte. Im Anhang sind in Tabelle 59 die Werte ohne Intervalle. Weiterhin im Anhang in Tabelle 58 sind alphabetisch die sensiblen Gewässer je GK aufgelistet. Insgesamt sind in NI 198 Gewässer als sensibel eingestuft, wobei diese auch von mehreren Anlagen unterschiedlicher GKs belastet werden.

Tabelle 40: Wie viele Anlagen haben in Niedersachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - In Intervallen

GK	GW	Anzahl
5	< 1 (0,8)	8
4	< 2 - 1	114

GK	GW	Anzahl
4	< 1 - 0,5	4
4	< 0,5 (0,4)	1
2 + 3	15 - 2	110
2 + 3	< 2 - 1	16
2 + 3	< 1 - 0,5 (0,8)	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Nordrhein-Westfalen (NW)

NW hat die Daten separat per Excel bereitgestellt. Aus der GK5 haben 134 Anlagen verschärfte Überwachungswerte. Für die GK4 sind es 207 Anlagen, GK3 60 Anlagen, GK2 81 Anlagen und GK1 88 Anlagen. In Tabelle 41 sind diese je Intervall für NW zusammengefasst. Der niedrigste Überwachungswert steht in Klammern. Für die GK 1 hat eine Anlage einen Überwachungswert von 0,1 mg/l Pges, was den strengsten Wert für NW entspricht. Eine ausführliche Übersicht findet sich in Tabelle 61 im Anhang.

Tabelle 41: Wie viele Anlagen haben in Nordrhein-Westfalen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
5	< 1 - 0,5	17
5	< 0,5 (0,4)	117
4	< 2 - 1	194
4	< 1 - 0,5	9
4	< 0,5 (0,2)	4
3	10 - 2	27
3	< 2 - 1	29
3	< 1 - 0,5	4
3	< 0,5	0
2	15 - 2	49
2	< 2 - 1	27
2	< 1 - 0,5	3

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
2	< 0,5 (0,2)	2
1	18 - 2	69
1	< 2 - 1	16
1	< 1 - 0,5	1
1	< 0,5 (0,1)	2

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Im Anhang in Tabelle 60 sind die sensiblen Gewässer in NW je GK gelistet. Die Kläranlagen der GK 4 leiten in die meisten sensiblen Gewässern ein. Insgesamt gibt es in NW 301 sensible Gewässer.

Rheinland-Pfalz (RP)

In RP haben insgesamt 526 Anlagen niedrigere Überwachungswerte hinsichtlich des Schutzes sensibler Gewässer. Die Abgabe erfolgte via Mail, dabei wurden GK 3+2 für das Intervall 1,5-2,0 mg/l Pges und GK 1+2 für 2,0 mg/l Pges bereits eingeteilt. Eine weitere Aufschlüsselung der GK 3, 2 und 1 war somit nicht möglich. Weiterhin wurden keine Angaben zu den sensiblen Einleitgewässer getätigt. In Tabelle 42 sind diese dargestellt:

Tabelle 42: Wie viele Anlagen haben in Rheinland-Pfalz niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
5	0,8-1,0	k.A.	8
4	1,0-1,2	k.A.	143
3 & 2	1,5-2,0	k.A.	183
2 & 1	2,0	k.A.	192

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Die niedrigsten Überwachungswerte werden in RP für die GK5 verlangt.

Saarland (SL)

In Tabelle 43 sind die Überwachungswerte für das SL dargestellt. Niedrigere Überwachungswerte gibt es dort nur in den GK 1-4. Der strengste Überwachungswert ist 1 mg/l Pges unabhängig je GK. Die ausführliche Darstellung inklusive der betroffenen 8 sensiblen Einleitgewässer in SL findet sich in Tabelle 62 im Anhang.

Tabelle 43: Wie viele Anlagen haben in Saarland niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
1	3 - 2	2
1	< 2 - 1	1
2	7 - 2	5
2	< 2 - 1	1
3	2	1
3	< 2 - 1	2
4	< 2 - 1	2

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Sachsen (SN)

In SN haben insgesamt 30 Anlagen strengere Überwachungswerte. Diese sind in Tabelle 44 je Intervall gelistet und befinden sich in der GK2-4. GK 4 hat die niedrigsten Werte und strenger als in der Abwasser-Verordnung verlangt.

Tabelle 44: Wie viele Anlagen haben in Sachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - Im Intervall

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
4	< 2 - 1	9
4	< 1 - 0,5	1
3	15 - 2	13
3	< 2 - 1	2
2	4 - 2	4

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

In Anhang in Tabelle 63 finden sich die Werte weiterhin zu den sensiblen Einleitgewässern zugeordnet. Insgesamt sind 14 sensible Gewässer in SN von der Einleitung betroffen.

Sachsen-Anhalt (ST)

In ST haben 17 Anlagen niedrigere Überwachungswerte die allesamt der GK 4 zugehören (siehe Tabelle 45). Sensible Einleitgewässer wurden nicht übermittelt. Im Anhang in Tabelle 64 sind diese weiter aufgeführt ohne Intervalle.

Tabelle 45: Wie viele Anlagen haben in Sachsen-Anhalt niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
4	< 2 - 1	-	16
4	< 1 - 0,5	-	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Schleswig-Holstein (SH)

In SH haben 56 Anlagen der GK4+5 niedriger Überwachungswerte. Diese sind in Tabelle 46 aufgeführt (im Anhang in Tabelle 65 ausführliche Darstellung). Sensible Einleitgewässer zugehörig zu den Überwachungswerten wurden nicht übermittelt. In der GK4 ist weiterhin eine Kläranlage mit dem Überwachungswert < 0,5 mg/l.

Tabelle 46: Wie viele Anlagen haben in Schleswig-Holstein niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
5	< 1 - 0,5	6
4	< 2 - 1	15
4	< 1 - 0,5	34
4	< 0,5 (0,3)	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Thüringen (TH)

In Thüringen sind insgesamt 141 Anlagen von der Einleitung in sensible Gewässer betroffen. Diese gliedern sich je GK absteigend wie folgt auf:

GK 5: 2 Anlagen

GK 4: 18 Anlagen

GK 3: 5 Anlagen

GK 2: 55 Anlagen

GK 1: 61 Anlagen

Tabelle 47 zeigt je GK die geforderten niedrigen Überwachungswerte der sensiblen Gewässer. Eine ausführliche Übersicht findet sich im Anhang unter Tabelle 67. Es zeigt sich das auch für GK 1 und 2 mehrere Anlagen verschärfte P-Einleitgrenzwerte einhalten müssen.

Tabelle 47: Wie viele Anlagen haben in Thüringen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern? - im Intervall

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
5	<2 – 1	1
5	<1 - 0,5	1
4	2	11
4	< 2 – 1	6
4	<1 - 0,5	1
3	4 – 2	3
3	<2 – 1	2
2	4 – 2	53
2	<2 – 1	1
2	< 0,5 (0,3)	1
1	4 – 2	57
1	<2 – 1	4

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Im Anhang in Tabelle 66 weiterhin die Aufschlüsselung der 75 sensiblen Gewässer je GK in Thüringen.

Zusammenfassung

Nach der Einzelbetrachtung der Bundesländer, wurden diejenigen, die aufgrund der Rohdaten vergleichbar sind, in Tabelle 48 gegenübergestellt. Da teilweise die kleineren GK unterschiedlich zusammengefasst wurden, sind diese hier für GK 3 + 2 + 1 summiert. Es zeigt sich, dass auch für Kläranlagen dieser GK schon 376 Anlagen Phosphor-Grenzwerte < 2 mg/l im Ablauf einhalten müssen. Die meisten Anlagen sind in BY von strengeren Einleitgrenzwerte betroffen. In NW sind weiterhin die meisten Anlagen (117 Stück) der GK 5 mit Einleitgrenzwerten < 0,5 mg/l eingeordnet. Insgesamt zeigt sich für die teilgenommenen Bundesländer ein sehr diverses Bild. Eine Einteilung nach Minimal- und Maximalwerten war durch die unterschiedliche Datenübermittlung nicht einheitlich möglich. In den aufgeschlüsselten Tabellen im Anhang sind diese aber zu entnehmen.

Tabelle 48: Angepasste Einleitgrenzwerte für sensible Gewässer aufgeschlüsselt nach GK und Bundesland

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	BY	NI	NW	RP	SL	SN	ST	SH	TH	Anlagen je GK und Intervall
5	< 2 – 1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	< 1 - 0,5	-	8	17	8	-	-	-	6	1	40
	< 0,5	-	-	117	-	-	-	-	-	-	117
4	>= 2	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11
	< 2 – 1	-	114	194	143	2	9	16	15	6	499
	< 1 - 0,5	-	4	9	-	-	1	1	34	1	50
	< 0,5	-	1	4	-	-	-	-	1	-	6
3 + 2 + 1	>= 2	851	110	145	192	8	17	-	-	57	1380
	< 2 – 1	11	16	82	183	4	2	-	-	60	358
	< 1 - 0,5	1	1	8	-	-	-	-	-	4	14
	< 0,5	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4
Anlagen je Bundesland		863	254	580	526	14	29	17	56	141	-

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 49: Übersicht übermittelte sensible Gewässer für teilgenommene Bundesländer

	BY	NI	NW	SL	SN	TH
Anzahl der sensiblen Gewässer	470	198	301	8	14	75

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Weiterhin wurde in Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 49 die Anzahl der sensiblen Gewässer der teilgenommenen Bundesländer zusammengefasst. Da nicht alle Bundesländer abgegeben haben, bzw. unvollständig übermittelt entspricht dies nicht der Gesamtzahl an P-sensiblen Gewässern für Deutschland.

3.12 Welche Restmenge fehlt (in Abhängigkeit der Ablaufwerte)?

Auf Grundlage der ermittelten Fällmittel-Bedarfe in Unterkapitel 2.1 und der aus der Industrie ermittelten Fällmittel-Produktion in Unterkapitel 2.4 ließe sich stationär eine Fehlmenge errechnen. Da sich die Fällmittel-Lage sehr unterschiedlich in den jeweiligen Bundesländern, sowie zu unterschiedlichen Zeitpunkten verhalten hat, ist keine eindeutige Fehlmenge bestimmbar. Dies hat

auch die Abfrage des BMUV im April 2023 weiterhin bestätigt. Es sind zwar Fällmittel derzeit vorhanden. Eine erneute Fehlmenge wird aber auch nicht ausgeschlossen.

Bei Betrachtung der Einleitgrenzwerte nach AbwV und der strengeren Einleitgrenzwerte für sensible Gewässer (Unterkapitel 3.11), würde sich ein temporäres Einsparpotenzial ergeben. Dies ist aber zum Nachteil der Gewässergüte und höchstens für die Winterzeit in Erwägung zu ziehen. Die Fehlmenge für den Worst Case wurde in Unterkapitel 2.1 in Tabelle 8 ermittelt und beinhaltet die Einleitgrenzwerte nach AbwV, sowie für die sensiblen Gewässer.

Dieser Worst Case ist bisher nicht aufgetreten, da die Hersteller von Fällmitteln auf eigenes Risiko bei deutlich erhöhten Preisen und zu letztlich unsicheren Konditionen die Produktion (teilweise auf Halde) wieder aufgenommen haben. Gleichzeitig unternahmen die Anlagenbetreiber alles in ihrer Macht Stehende, um Fällmittel unter den jeweils aktuellen örtlichen Gegebenheiten einzusparen. Fakt ist, dass resultierend aus der Energie- und Lieferkrise die Resilienz besonders auf Seiten der Abwasserversorger hinsichtlich Zusatzstoffe wie Flockungsmittel oder C-Quellen deutlich verstärkt werden muss, wie z.B., durch die Erhöhung der biologischen Phosphor-Elimination.

4 Arbeitspaket 3: Einfluss von regulatorischen Änderungen auf Verfahrenstechnik und Betrieb

Arbeitspaket 3 geht auf die regulatorischen Änderungen und deren verfahrenstechnischen Einfluss ein. Aufbauend auf Arbeitspaket 2 werden regulatorische Änderungen und deren verfahrenstechnischer Einfluss anhand von Literatur und theoretischer Betrachtungen dargestellt und abgeschätzt. Dabei werden die Anforderungen der Leistungsbeschreibung, wie folgt bearbeitet.

Umstellung auf 24-h-Mischproben

Wie in Unterkapitel 3.2 beschrieben hätte die Umstellung auf die 24h-MP eine erhebliche Fällmittel-Einsparung zur Folge, ohne dass die Gewässerqualität negativ beeinflusst wird. Der Vorgang wäre auch konform zur EU-Komunalabwasserrichtlinie. Zur Umsetzung müssten bei der Umstellung automatische Probenehmer mit Datenlogger verbaut werden und ggf. versiegelbare Probenehmer.

Absenkung des Schlammalters in der biologischen Stufe

Die Schlammproduktion ist direkt abhängig von der organischen Belastung. Der zum Zellaufbau der heterotrophen Biomasse benötigte Phosphor ($X_{P,BM}$) kann gemäß DWA-Arbeitsblatt DWA-A 131 (2016) angesetzt werden mit $X_{P,BM} = 0,005 \times C_{CSB,ZB}$. Der Parameter $X_{P,BM}$ ist dabei die im Schlamm gebundene Phosphorkonzentration und $C_{CSB,ZB}$ die CSB-Konzentration im Zulauf zur Biologie. Bei einer Zulaufkonzentration zur Biologie von 667 mg/l (80 g CSB/EW/d nach Vorklärung; 120 l/EW/d) werden demnach ca. 3,3 mg P/l rein biologisch im Schlamm festgelegt.

Ein verlängertes Schlammalter führt zu einer verstärkten Mineralisierung des Schlammes. Dabei wird theoretisch ein Teil des Phosphats wieder aus dem Schlamm herausgelöst. In Beispielrechnungen mit der Nutzung eingeführter numerischer Bemessungsmodelle (Belebungs-Expert) lässt sich dieser Effekt nicht nachweisen, da die im Schlamm aufgenommene P-Fracht dort direkt von der abgebauten Fracht an organischem Kohlenstoff (Basis: CSB) abhängt. Eine Verkürzung des Schlammalters wird nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf die biologische P-Entfernung haben.

Zu beachten ist weiterhin, dass das Schlammalter nur so weit abgesenkt werden kann, wie es für eine hinreichende Stickstoffelimination sinnvoll ist (Frachtspitzen berücksichtigen). Hier besteht eine deutliche Temperaturabhängigkeit. Im Sommer kann eine Anlage in der Regel mit niedrigerem Schlammalter betrieben werden (Temperaturkoeffizient ist $1,103^{(T-15)}$, DWA-A 131, Gleichung 17). Weiterhin sind die Anforderungen der Klärschlamm Entsorgung zu beachten (gesetzliche Anforderungen, bestehende Entsorgungsverträge).

Geringer P-Elimination im Winter, da Algenbildung im Gewässer geringer

Die P-Elimination wird durchgeführt, um eine Eutrophierung der Gewässer zu verhindern. Die Eutrophierung ist temperaturabhängig, insofern hat eine P-Elimination auf Fließgewässer und Staugewässer im Sommer eine höhere Relevanz. Bei mangelnder Verfügbarkeit von Fällmitteln wäre technisch gesehen eine mögliche Option, in eutrophierungsmäßig eher unkritischen Monaten die Fällmittelgaben zu reduzieren und erhöhte Ablaufwerte zuzulassen. Eine Zulassung von erhöhten P-Ablaufwerten im Winter ist gewässer- und einzugsgebietsabhängig zu bewerten. Eine Abschätzung zu möglichen Einsparungen ist nur sehr überschlägig gegeben und könnte über eine im Mittel reduzierte P-Elimination abgeschätzt werden. Dazu dient die folgende Beispielrechnung auf Basis der Angaben der DWA-A 131 (2016, Kapitel 5.3.21.).

- ▶ Angenommene Reduzierung der zu fallende P-Fracht bei Reduzierung von 1 mg P/l über 3 Monate auf realen Kläranlagen der Größenklassen 3,4 und 5
- ▶ $129,3 \text{ Mio EW} \times 0,12 \text{ m}^3/\text{EW/d} \times 365 \text{ d} \times 0,001 \text{ kg P/m}^3 \times 3/12 = 1.415.835 \text{ kg P/a}$

- ▶ Angenommener spezifischer Eisenbedarf bei der Verwendung von eisenhaltigen Fällungsmitteln
- ▶ 1,5 mol Me/ mol P
- ▶ Eisenbedarf
- ▶ 2.119.252 mol Fe
- ▶ Fällmittelbedarf (angesetzt: 2,2 mol Me/ kg FeCl₃-Lösung)
- ▶ 963.269 kg Fällmittel

Durch eine Erhöhung der P-Ablaufwerte um 1,0 mg P/l über 3 Monate könnten nach der Beispielrechnung ca. 1.000 t Fällmittel eingespart werden.

Die Möglichkeit, bei nicht hinreichendem Volumen Bio-P nur in warmen Monaten zu machen, wurde verfahrenstechnisch bereits beschrieben (siehe Unterkapitel 3.5.). Eine weitere Abschätzung zu Kosteneffekten ist nicht sinnvoll (zu viele Freiheitsgrade).

Priorisierung relevanter Fällmittelnutzer

Da in 3.11 leider nicht alle Bundesländer teilgenommen haben, kann keine abschließende Betrachtung und Priorisierung relevanter Fällmittelnutzer vollzogen werden. Einige Abwasserverbände haben eigene Priorisierungen vorgenommen in dem sie Kläranlagen, die in sensible Gewässer einleiten bevorzugt mit Fällmittel beliefert, haben. Für weitere Informationen siehe Unterkapitel 3.11.

5 Arbeitspaket 4: Umfrage bei Betreibern und Herstellern

Arbeitspaket 4 hat für dieses Gutachten übergreifend zu den anderen Arbeitspaketen anonyme Umfrage mit technischen Fragebogen (Kläranlagen Nachbarschaften) zur Klärung o.g. Fragestellungen bereitgestellt. Dabei wurde im Rahmen des Gutachtens folgende Umfrage erstellt, verbreitet und an geeigneter Stelle in diesem Gutachten ausgewertet.

Zusammenfassend im Folgenden nochmal die verschiedenen Abfragen aufgeführt:

- ▶ Abfrage 1: Umfrage bei Betreibern (kommunale Anlagen, Direkt- und Indirekteinleiter) zu Fällmittel-Bedarf (siehe 2.1)
- ▶ Abfrage 2: Umfrage bei Herstellern und potenziellen Herstellern mit Hilfe der Herstellerverbände (siehe 2.4)
- ▶ Abfrage 3: Umfrage bei Betreiber zu wasserrechtlichen Bescheiden mit Unterstützung des Auftraggebers (siehe 3.11)

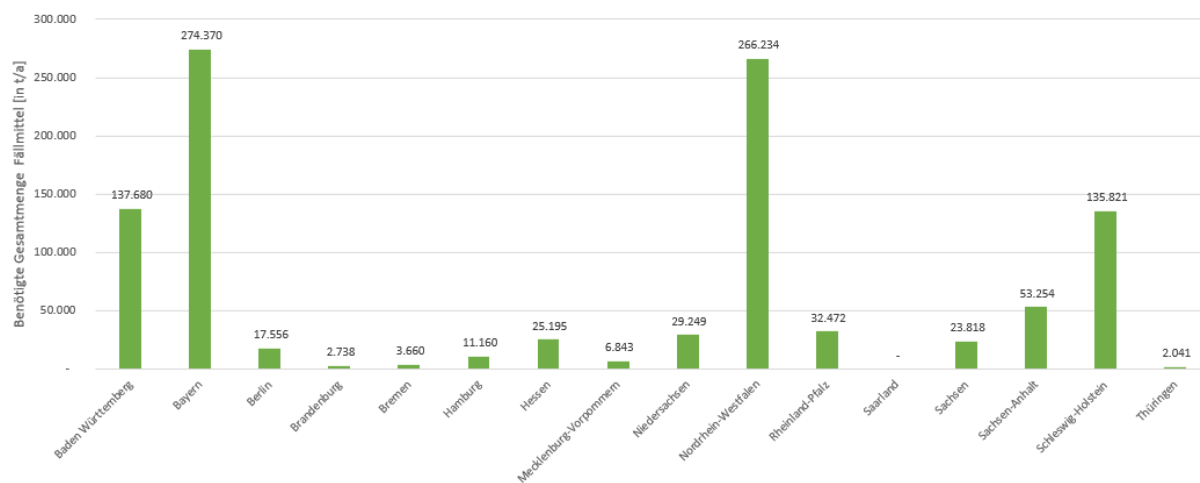
A ANHANG

Tabelle 50: Fehlmengen Fällmittel skaliert bis März 2023, Juni 2023 und Ende 2023 in t für die Industrie

Im Abwasserbereich fehlen bis zum	in t		
	01.03.2023	01.06.2023	Ende 2023
Fällmittel			
Aluminiumchlorid (AlCl ₃)	- 288	- 611	- 1.381
Aluminium-Eisen(III)-chlorid (AlCl ₃ + FeCl ₃)	- 1.407	- 2.712	- 5.757
Aluminiumsulfat (Al ₂ (SO ₄) ₃)	- 615	- 1.289	- 3.334
Aluminium-Eisen(III)-sulfat ([Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃] *n H ₂ O)	-	-	-
Eisen(II)-chlorid (FeCl ₂)	- 1.760	- 3.421	- 7.458
Eisen(III)-chlorid (FeCl ₃)	- 3.520	- 7.693	- 17.754
Eisen(III)-chloridsulfat (FeClSO ₄)	- 582	- 1.484	- 3.614
Eisen(II)-sulfat (FeSO ₄ *7 H ₂ O)	- 1.119	- 2.121	- 4.459
Eisen(III)-sulfat (Fe ₂ (SO ₄) ₃)	- 368	- 710	- 1.556
Calciumhydroxid, Weißkalkhydrat (gelöschter Kalk), stabilisierte Kalkmilch (20%ig) (Ca(OH) ₂)	- 2.762	- 5.554	- 12.605
Natriumaluminat (NaAl(OH) ₄)	- 139	- 301	- 714
Polyaluminium-(hydroxid)-chlorid (PAC) ([Al(OH) _{3-x} Cl _x] _n)	- 88	- 262	- 758
Polyaluminium-(hydroxid)-chloridsulfat (Al _x (OH) _y Cl _z (SO ₄) _k)	- 1	- 2	- 6
Sonstiges	- 4	- 9	- 33
<u>Gesamt:</u>	<u>- 12.654</u>	<u>- 26.169</u>	<u>- 59.430</u>

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 64: Fällmittel-Gesamtbedarf je Bundesland [in t/a] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023
Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor



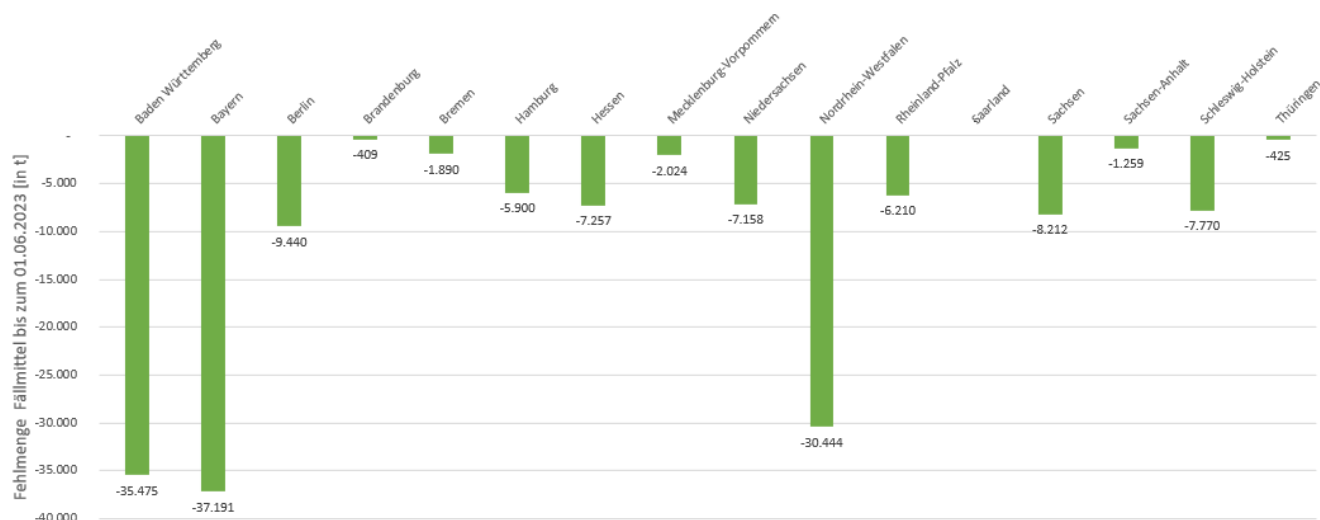
Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 51: Fällmittel-Gesamtbedarf je Bundesland [in t/a] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023
Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor

Fällmittel	Benötigte Jahresmenge [in t]															
	Baden-Württemberg	Bayern	Berlin	Brandenburg	Bremen	Hamburg	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Aluminiumchlorid (AlCl ₃)	2.477	2.573	-	-	-	-	1.750	-	269	5.905	955	-	238	-	637	24
chlorid (AlCl ₃ + FeCl ₃)	37.187	57.533	-	204	-	-	2.844	-	714	3.926	2.358	-	68	767	397	-
Aluminiumsulfat (Al ₂ (SO ₄) ₃)	1.201	1.125	-	162	-	-	577	-	1.266	8.081	84	-	43	-	97	72
Aluminium-Eisen(III)-sulfat ((Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃)·nH ₂ O)	2.636	1.077	-	-	-	-	-	546	-	90	258	-	-	52	-	-
Eisen(II)-chlorid (FeCl ₂)	6.674	3.310	-	12	-	-	3.153	2.574	1.675	25.534	2.898	-	1.855	516	74	-
Eisen(III)-chlorid (FeCl ₃)	63.184	194.529	7.056	1.362	-	-	8.071	550	7.776	185.728	3.505	-	5.401	49.855	119.786	1.243
Eisen(III)-chloridsulfat (FeCl ₃ SO ₄)	9.642	4.102	1.332	552	-	-	1.528	2.010	12.145	13.882	4.996	-	8.171	666	7.760	198
Eisen(II)-sulfat (FeSO ₄ ·7H ₂ O)	3.288	396	3.072	-	3.600	10.800	876	1.164	4.111	9.450	-	-	4.800	900	3.348	-
Eisen(III)-sulfat (Fe ₂ (SO ₄) ₃)	164	213	6.096	432	-	-	210	-	200	48	37	-	-	-	565	-
Calciumhydroxid, Weibkalkhydrat (gelöschter Kalk), stabilisierte Kalkmilch (20%-ig) (Ca(OH) ₂)	60	32	-	-	-	-	316	-	14	684	-	-	60	18	720	312
Natriumaluminat (NaAl(OH) ₄)	4.487	5.508	-	-	-	-	4.036	-	360	8.750	15.749	-	1.512	336	-	182
Polyaluminium-(hydroxid)-chlorid (PAC) ((Al(OH) ₃ -xCl _x) _n)	5.974	3.342	-	14	60	360	1.708	-	720	4.096	1.452	-	1.670	145	2.437	-
Polyaluminium-(hydroxid)-chloridsulfat (Al _x (OH) _{3-x} Cl _x (SO ₄) _k)	120	414	-	-	-	-	40	-	-	-	180	-	-	-	-	-
Sonstiges	376	216	-	-	-	-	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamt	137.680	274.370	17.556	2.738	3.660	11.160	25.195	6.843	29.249	266.234	32.472	-	23.818	53.254	135.821	2.041

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 65: Fällmittel-Fehlmenge je Bundesland bis 01.06 [in t] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023
Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 52: Fällmittel- Fällmittel-Fehlmenge je Bundesland bis 01.06 [in t] (Kläranlagen) Stand 01.01.2023
Anmerkung: Das Bundesland Saarland hat keine vollständige Umfrage abgegeben – somit liegen keine Daten vor

Fällmittel	Fehlmenge bis 01.06.2023 [in t]																													
	Baden-Württemberg	Bayern	Berlin	Brandenburg	Bremen	Hamburg	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen														
Aluminiumchlorid (AlCl ₃)	-	955	-	854	-	-	-	535	-	52	-	2.160	-	268	-	39	-	295	-	4										
Aluminium-Eisen(III)-chlorid (Al ₂ (SO ₄) ₃)	-	18.004	-	27.897	-	95	-	1.004	-	272	-	1.670	-	736	-	24	-	365	-	191										
Aluminium-Eisen(III)-sulfat (Al ₂ (SO ₄) ₃)	-	422	-	428	-	20	-	-	-	17	-	2.722	-	-	-	14	-	-	-	-										
Aluminium-Eisen(III)-sulfat ((Al ₂ (SO ₄) ₃ + Fe ₂ (SO ₄) ₃) * n H ₂ O)	-	405	-	169	-	-	-	-	200	-	-	24	-	40	-	-	-	-	-	-										
Eisen(II)-chlorid (FeCl ₂)	-	2.639	-	1.093	-	-	-	1.188	-	796	-	638	-	4.526	-	1.129	-	183	-	-										
Eisen(III)-chlorid (FeCl ₃)	-	3.439	-	4.538	-	3.961	-	251	-	1.571	-	126	-	1.673	-	5.565	-	906	-	533										
Eisen(III)-chloridsulfat	-	4.101	-	992	-	555	-	11	-	556	-	323	-	2.883	-	4.017	-	2.344	-	3.839										
Eisen(II)-sulfat (FeSO ₄ * 7 H ₂ O)	-	1.080	-	160	-	1.677	-	-	1.890	-	5.720	-	487	-	579	-	1.196	-	4.323	-	-									
Eisen(III)-sulfat (Fe ₂ (SO ₄) ₃)	-	39	-	-	-	3.247	-	32	-	-	-	64	-	-	-	29	-	-	-	-										
Weißkalkhydrat (gelöschter Kalk), stabilisierte Kalkmilch (20%ig) (Ca(OH) ₂)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	15	-	-										
Natriumaluminat (NaAl(OH) ₄)	-	1.910	-	458	-	-	-	-	1.377	-	-	164	-	3.632	-	332	-	-	409	-	104									
Polyaluminium-(hydroxid)-chlorid (PAc) ((Al(OH) ₃ -xCl _x) _n)	-	2.463	-	556	-	-	-	180	-	466	-	-	236	-	1.716	-	363	-	-	557	-	24								
Polyaluminium-(hydroxid)-chloridsulfat (Al _x (OH) _y Cl _z (SO ₄) _k)	-	8	-	36	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	93	-	-	-	-	-	-									
Sonstiges	-	12	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Gesamt	-	35.475	-	37.191	-	9.440	-	409	-	1.890	-	5.900	-	7.257	-	2.024	-	7.158	-	30.444	-	6.210	-	8.212	-	1.259	-	7.770	-	425

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 53: Frage 10 Umfrage 1: Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Bisher haben wir keine Lieferprobleme erlebt. Bestellungen dauern zwar länger, bis zu 2 Monate, aber bis jetzt ist alles noch lieferbar gewesen. Sämtliche Behälter sind nahezu vollständig befüllt.

Wir befürchten kurzfristig Lieferprobleme bei Aktivkohle aufgrund der durch den hohen H₂S-Anteil im Faulgas stark verkürzten Wechselintervalle des Aktivkohlefilters.

1. Unterstützung der Fällmittelproduktion und damit Sicherung der Lieferketten.
2. Kostenintensive Umstellungen auf Alternativen (z.B. Aluminiumprodukte) sollten vermieden werden.
3. Die Aufsichtsbehörden sollten hinsichtlich der Abwasserabgabe mit Augenmaß handeln.

Wir fahren mit unserem Fällmittel am unteren Limit, durch die strengeren Werte die wir seit 2020 einhalten müssen. Des Weiteren brauchen wir zur Schlammwässerung auch FeCl₃ was die Lage noch verschärft.

Zusätzlich muß auch noch die Qualität des Fällmittels beachtet werden. Die thermischen Verwerter lehnen den Klärschlamm ab, der die vorgegebenen Qualitätskriterien nicht erfüllt z.B. Mn, Cl usw..

Reform der AbwV, Ersetzen der Überwachungswerte durch Jahresmittelwerte. Während des Notstandes eine eindeutige Festlegung, wie damit umgegangen wird, denn ein "Weiter so" ist für den Moment ja offensichtlich keine Lösung. Laut Hr. Backhaus, ist das Problem mit den Fällmitteln schon vom Tisch. So sagte er es jedenfalls bei der bdew-Tagung am 16.11. in Plau am See.

Deckelung der Preise

Berücksichtigung des Fällmittelnotstandes bei der Abwasserabgabe

Unser Lieferant hat aufgrund der Preissteigerungen der Vorprodukte und steigender Speditionskosten eine Erhöhung auf ca. 300 € angekündigt, aber keine Liefereinschränkung. Eine kürzliche Lieferung ist fristgerecht zum vereinbarten Preis erfolgt.

Es sollte eine gesetzlich verankerte Vorzugsbehandlung eingeführt werden, die es den öffentlichen Ver- und Entsorgungsbetrieben ermöglicht, Vorzugsweise Chemikalien von Herstellern/Lieferanten zu beziehen.

Auch über eine Speicherung von Chemikalien, welche der öffentlichen Daseinsvorsorge dienen, sollte nachgedacht werden.

Lockerung der Einleitbedingungen bis Fällmittel wieder in ausreichender Menge lieferbar sind. Einheitliche Einleitbedingungen in ganz Deutschland.

Ja, dass bei den Großen Anlagen die extrem geringen Grenzwerte etwas angehoben werden und der noch viel geringere Jahresmittelwert von 0,2mg/l oder noch tiefer ausgesetzt oder auch angehoben wird. Somit könnten die ganz großen erhebliche Mengen an >Fällmittel einsparen was uns kleinen sehr helfen würde um besser über die Runden zu kommen, denn der größte Schutz geht dem Faulturm und der Schwefelwasserstoffbildung H₂S um diesen unten zu halten, weil sonst unsere BHKW durch die extreme Siliziumbildung schaden nehmen oder bei über 200ppm abgeschälten werden müssen um Schäden zu vermeiden. Denn nicht alle Kläranlagen haben moderne Aktivkohle Gaswaschanlagen verbaut um die weiter unten zu halten, wir auch nicht. Unsere BHKW sind bekanntlich unsere Heizung für den Faulturm und versorgen uns zudem zu

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

75%/a mit Strom was nicht gerade zu vernachlässigen ist in der heutigen künstlichen Energiekrise. Hier werden über 30Cent/Kwh verlangt und im Nachbarland Frankreich nur etwa 20Cent/Kwh.

zeitlich begrenzte Erhöhung der Einleitwerte/Überwachungswerte für Phosphor

Schnellere Reaktionen auf den Notstand.

Offener kommunizieren, dass Betreiber, die aktuell nicht von der Fällmittelknappheit betroffen sind, sparsamer mit Fällmitteln umgehen sollen. Jede eingesparte Tonne an Fällmitteln hilft.

Beratung u. Unterstützung durch die zuständigen Stellen wie StALU, untere Wasserbehörden ...in Notstandssituationen, Absicherung Verfügbarkeit von Hilfs- und Betriebsstoffen, finanzielle Unterstützung bei Preissteigerungen in Notstandssituationen (höhere Gewalt) bzw. Maßnahmen zur Preisbegrenzung (Preisdeckel)

1. Wenn hier die Fällmittel ganz ausfallen sollten, dann funktioniert die Kläranlage nicht mehr. Unsere Kläranlage wird als Flotation in der Vorklärung sowie in der Nachklärung betrieben.

2. Neutralisationsmittel (Natronlauge & Natriumaluminat) sind nicht mehr zu bekommen. Das ist schon ein Problem.

Wir versuchen alternativen wie Kalkmilch usw. Die Kosten dafür sind allerdings enorm.

3. Warum werden Hersteller nicht gezwungen diese Produkte zu produzieren? Notfalls mit staatlich finanzierter Unterstützung.

Sollten wir im nächsten Jahr weiter diese Probleme haben und der Sommer wieder trocken werden, dann müssen die Flüsse auch noch mit gestiegenen Frachten klar kommen.

Verbund mit Endkunden um Preise und Mengen zu sichern

Beim Streckbetrieb oder bzw. an den Grenzwert fahren, den Anlagenbetreiber aus der Verantwortung nehmen

Nutzung von Regenwasser- Ressourcen für die Brauchwasserentnahmestellen (Auto Waschen, Toilettenspülung, Gartenbewässerung).

Bis jetzt kam keine Hilfe seitens der Behörden. Mussten selbst nach Alternativen suchen.

Sicherung der Ressource Aluminium und Salzsäure, Hersteller mit in die kritischen Infrastruktur aufnehmen, Hersteller mit Gas versorgen

Den P aus der Abwasserabgabe heraus nehmen.

Hilfe. Eventuell eine Ausnahmeregelung, um die Bestellungen von Fällmitteln aus den Vergaberichtlinien herauszunehmen.

Flexiblere Gestaltung der Grenzwerte in Problemzeiten, es wäre damit eine deutliche Verringerung der Verbrauchsmengen machbar. Die so eingesparten Dosiermengen, könnten somit auf Kläranlagen geliefert, die, auf Grund der Engpässe, keine Lieferungen bekommen.

Wir entfärben Industrieabwasser, deshalb können Sie unsere Umfrage nicht mit normalen kommunalen Anlagen vergleichen.

Dadurch das wir Großabnehmer sind werden wir bevorzugt beliefert.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Vielleicht sollten sich die Damen und Herren von den Umweltministerien mal Gedanken machen ob eine Phosphatfällung unter Einhaltung der Grenzwerte in der kalten Jahreszeit UM JEDEN PREIS vollzogen werden muss... Leidtragende sind mal wieder die Mitbürger, welche für die Kosten des erhöhten finanziellen Mehraufwands aufkommen müssen.

Keine Sanktionen wenn kein Fällmittel geliefert werden kann.

Die Zielwerte vorübergehend erhöhen z.B. 0,8 Grenzwerte aber gesichert einhalten

die Einhaltung der P-Grenzwerte ist bei uns das geringere Problem; die H₂S-Entfernung mittels Aktivkohle stellt uns vor größere Herausforderungen

Überdenken der Grenzwertreduktion. Mein Grenzwert hat sich die letzten Jahre halbiert, der Fällmittelverbrauch fast verdreifacht

VTA hat mir geschrieben das es bei denen keine Lieferengpässe geben wird.

Ggf. leichte Erhöhung des Überwachungswert bei Gasmangellage

Neue Lieferanten anfragen bringt nichts, da keine Neukunden bei den Händlern angenommen werden. Die Zielwerte für Phosphor haben zu deutlich höherem Fällmittelbedarf geführt

Anpassung gesetzlicher Bestimmungen, z.B. Aussetzen von Strafverfahren bei Nichteinhaltung der Einleitparameter hinsichtlich nicht verfügbarer Fällmittel, und finanzielle Unterstützung für überbeuerte Fällmittelbeschaffung

Klarere Kommunikation

Es werden von uns keine Fällmittel für die Aufbereitung des Trinkwassers verwendet / benötigt.

Im Ansatz reduzieren oder vermeiden, was nicht eingeleitet wird müssen wir auch nicht klären.

Es gibt keinerlei Probleme hinsichtlich der Natriumaluminatbeschaffung. Es sind auch momentan keine Lieferengpässe zu erwarten.

Einleitergrenzwert Phosphat für die Zeit der Lieferprobleme aufheben und das Problem ist gelöst.

Kosten/ Nutzen Faktor berücksichtigen.
Versalzung des Gewässers

Wir kaufen direkt beim Hersteller, deswegen gibt es keine Lieferprobleme.

Prüfung für den Preisanstieg. Gegenmaßnahmen einleiten.

Anpassung der gesetzlich vorgeschriebenen P-Ablaufwerte in Bayern analog zu ändern Bundesländern

Bei uns gibt es derzeit keine Probleme, jedoch bekommt man aktuell keine langfristigen Lieferzusagen. Im Mai 2022 wurden uns alle Lieferverträge gekündigt.

Abhängigkeiten reduzieren.
Produktion wieder zurück nach Deutschland verlagern.

Grenzwerte flexibler machen

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Mehr Hilfe und Unterstützung

Landesweite Einigung, damit überall die gleichen Regeln gelten!

Rechtliche Absicherungen der Bereiber bei Grenzwertüberschreitungen, da der Betreiber nicht der Verursacher der Notstände sind.

Es ist schade das seitens der Politik der Grenzwert für Phosphat zumindest Über den Winter in dem ja keine Eutrophierung stattfindet ausgesetzt wird.

Das ganze Thema wird wieder auf dem Rücken des Kläranlagenpersonals ausgetragen. Die müssen sich um Ersatzprodukte und Lieferzeiten kümmern, da hilft ein Herstellerverzeichnis für Fällmittel wenig, den Neukunden werden von den Lieferanten nicht beliefert da Sie bei Bestandskunden schon sehen müssen wie sie liefern können.

Es fallen Kosten für Tankreinigung und Spülung an die wieder auf die Bürger umgewälzt werden, ganz abgesehen das die Marktpreise für Fällmittel geradezu Explodiert sind.

Hierzu ein interessanter Artikel bzw. Link von der ZfK zu dem Thema.

Große Engpässe bei Betriebsmitteln für die Phosphorfällung: Zeitung für kommunale Wirtschaft (zfk.de)

In Anbetracht der aktuellen Lieferkettenprobleme wäre seitens des Gesetzgebers sicherlich mehr Toleranz bei Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes für einen Übergangszeitraum X angebracht.

deutschlandweite einheitliche Regelungen, sowie mehr Unterstützung bei Fragestellungen

nein, bei mir ist die Lage noch über Monate entspannt

Wir denken, dass der Bund oder das Bundesland keinen Einfluss auf die Verfügbarkeit des bisherigen Fällmittels haben.

Wir würden uns, für unsere Bürger*innen, natürlich wieder die Verfügbarkeit unseres alten Fällmittels, zu akzeptablen Preisen, wünschen.

Während dem Winter, ist die Frage ob die P Grenzwerte angehoben werden könnten. Da im Winter keine Gefahr der Eutrophierung besteht.

Wenn sich doch Politik und Ämter nicht immer aus der Verantwortung stehlen würden.

Ich zitiere : " Engpässe sind uns nicht bekannt"; "Die AbwaG kennt keine Störfälle";

"Man kann in Absprache Überschreitungen billigend in Kauf nehmen"(Wie großzügig!)

Es werden trotzdem strafrechtliche Konsequenzen angekündigt (Wie lächerlich ist das denn!)

Einwirkung auf die Wirtschaft zur gesicherten Fällmittelproduktion und Lieferung.
ggf. flexible Grenzwerte genehmigen.

Grenzwerte nach oben setzen wie in anderen Bundesländern schon geschehen
Politisch mal reagieren und nicht die Betreiber alleine lassen

In den Wintermonaten (Vegetationsarme Zeit), die Jahresmittelwerte aussetzen oder zu erhöhen, dadurch besteht die Möglichkeit früher auf eine Fällmittelverknappung zu reagieren und so die dauerhafte Einhaltung der Einleitgrenzwerte zu gewährleisten.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Die Folgen für die Abwasserabgabe in Zusammenhang mit der Niederschlagswasserabgabe müsste dringend geklärt werden. Was passiert, wenn ich unverschuldet Grenzwerte überschreitet? Wie weise ich dies nach, dass dies unverschuldet war (evtl. Leitfaden)?

Es sollten Anlagen die Fällmittel zur P-Fällung nutzen stets bevorzugt werden.

Genereller Verzicht auf kurzfristige Entscheidungen hin zu deutlich mehr Planungssicherheit.

Bei Anlagen der GK 1 & 2 ist es sehr schwer Fällmittel in kleinen Mengen zu bekommen. Gebinde mit 960 kg ca. 1000l ist der Preis zu hoch

Die Wasserbehörde teilte uns mit, dass wir an dieser Umfrage teilnehmen sollen. Wir setzen jedoch keine Fällmittel ein.

Wir haben zwei Abwasseranlagen. Eine ist eine Destillationsanlage, die Andere besteht aus Aktivkohlefiltern mit vorheriger Strippung.

Aufweichung bzw. Aussetzung der Grenzwerte

Dies sind Fragen an die Politik.

Sofortiger Stopp der Deindustrialisierung Deutschlands durch Erhalt energieintensiver Branchen (Stahlbranche, Titan-dioxyd-Produktion), Stärkung aller Bereiche, bei denen Salzsäure oder Eisensalze anfallen. Keine abgaben- und strafrechtlichen Konsequenzen für Betreiber, da ansonsten massive Kündigungswelle von Mitarbeitern droht. Bezahlbare Energie, da nicht nur Fällmittel auf Reinigungsleistung einer Anlage wichtig, sondern vor allem Sauerstoff zur Aufrechterhaltung der biologischen Prozesse benötigt wird.

Lockerung der Grenzwerte bei Fällmittelnotstand

Förderung des Einbaus der in 9. genannten Regelstrecken!

keine P. Fällung

Wir verzichten auf chemische Additive welche Phosphor oder Phosphorverbindungen enthalten. In der Biologischen Abwasserreinigungsanlage erfolgt keine Fällung, es wird ausschließlich Flotiert. Es besteht keine Gefahr bezüglich Grenzwerteinhaltung des Parameter Phosphat im Abwasser.

Zurückhaltung bei Strafen bei Grenzwertüberschreitungen, zurück zur staatlichen Aufsicht, weg von den unzureichend geschulten privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft.

nein: Hilf dir selbst sonst hilft dir keiner

Augenmaß beim Überschreiten von Grenzwerten, da oftmals technische Hürden (wie Reinigung oder Umbauten) zu bewältigen sind bevor Ersatzprodukte eingesetzt werden können.

Bei den Verbrauchsmengen war nicht klar, was gemeint ist, Zahlen vor Knappheit oder aktuell während Knappheit.

Wir haben die Infos von 3 Kläranlagen in dieser Abfrage zusammengefasst, uns ist unklar, ob das so gewollt war.

Fällmittelkosten brutto / netto, bei uns netto.

Was genau ist mit Lagerbestand in t/a gemeint. Wir haben auf jeder Anlage einen 30 m³ Tank, je nach Anlagengröße reicht die Menge für 1,5 Monate oder 15 Tage. Einen echten Lagerbestand gibt es nicht, daher 0 t/a.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Ein Fällmitteleinsatz ist bei uns nicht notwendig.

Die Abfrage 7.3.1 ist nicht optimal auszufüllen. Wir haben FM-Tanks mit einem Fassungsvermögen von gesamt 20 m³. Somit habe ich nur diese Lagermöglichkeit und kann nicht noch irgend wo FM-Lagern.

Besser wäre Probleme an der Entstehung zu minimieren anstatt Symptome zu bekämpfen!

Überwachung der Preisentwicklung - Verhinderung von "Wucherpreisen" der Hersteller auf Grund knapper Liefermengen - eventuell Aussetzung der Überwachung bei Liefernotstand

Der Notstand wird im Wesentlichen durch den Mangel an Salzsäure verursacht. Hier sind zusätzliche Liefermengen zu generieren! Zur Not Anreiz durch Finanzmittel an Industrie oder Kauf auf Weltmarkt.

Deutliche Aussage, ob der Wert bei der Abwasserabgabe rausgestrichen wird.

Ausbau einer dauerhaften, ausfallsicheren Produktion von Fällsalzen in Deutschland als Hauptprodukt

Die Planbarkeit und Investitionssicherheit muss wiederhergestellt werden, so dass sichergestellt ist, dass die Wirtschaftlichkeit von Energieeinspar- und Umweltprojekten gegeben ist. Die aktuelle Situation verhindert eher Investitionen in den Umweltbereich.

Die Verkürzung von Genehmigungsverfahren. Diese sind zeitlich extrem aufwendig, und hemmen die Energiewende nachhaltig.

Der Bürokratieabbau darf kein Lippenbekenntnis bleiben. Die Bürokratie wird immer weiter ausgebaut und damit steigen die Kosten für Unternehmen. Es wird immer mehr Personal mit der Bürokratie gebunden, das wesentlich effektiver in Energie- und Umweltprojekten eingesetzt werden könnte.

Des Weiteren müssen gerade energieintensive Unternehmen bei dem Aufbau einer klimaneutralen Produktion unterstützt werden. Die Technik ist vielfach nicht vorhanden und muss mit Fachfirmen zusammen entwickelt werden.

Außerdem müssen die gesetzlichen Rahmenbedingungen mindestens europaweit angeglichen werden, um eine Wettbewerbsverzerrung zwischen den einzelnen Mitgliedsstaaten zu vermeiden und die Unternehmen zu benachteiligen, die die Transformation des Unternehmens in die Klimaneutralität vorantreiben.

Energie- und Ressourceneffizienz muss Bestandteil in den Lehrplänen der Schulen und Hochschulen und in der dualen Berufsausbildung werden, damit dieses für nachfolgende Generationen eine Selbstverständlichkeit wird.

Bei nicht abwendbarer Notlage keine erhöhte Abwasserabgabe im Rahmen bestehenden Ermessens festzusetzen. Bund sollte hierzu einheitliche Vorgaben oder Richtlinien an die Bundesländer geben.

Es werden von uns keine Fällmittel eingesetzt, daher blieben Fragen unbeantwortet.

Bei nachweisbarem Mangel oder Ausfall der Fällmittellieferung Toleranz durch die WWAs bei Grenzwertüberschreitungen

Angleichung aller Bundesländer, es kann nicht sein dass andere Bundesländer schon die Grenzwerte hochsetzen und in Hessen noch immer auf die verschärften massnahmen pocht

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Förderprogramm zum Umbau der Anlagen auf Bio P.

grenzwert aufhebung

die AWG w.V. hat Interesse an der Auswertung bzw. dem Ergebnis der Untersuchung

Es sollte eine klare Aussage getätigt werden, was passiert wenn man kein Fällmittel z.B. FeCl₃ mehr bestellen kann. Es kann nämlich nicht so einfach auf ein anderes Fällmittel umgestellt werden, da jede Anlage anders auf ein Fällmittel anspricht. Es müssen vorher entsprechende Tests, Reinigungsarbeiten usw. durchgeführt werden, damit man ein anderes Fällmittel verwenden kann.

Preissteigerungen beobachten

Wir bekommen noch Fällmittel als langjährige Kunden von Feralco.

Ja, alle Kläranlagen erhalten 30-50% der benötigten Menge, damit haben alle etwas und nicht nur die Grossen der Grössenklasse 5

Wir benötigen keine Fällmittel

Verschlechterungsverbot prüfen.

Wenn erklärte Werte,...Ablaufwerte nicht eingehalten werden können, sollte dies berücksichtigt werden bei Abwasserabgabe. Klare Ansagen, Auskünfte, Lösungsvorschläge von Behörden, Ämtern bzw. Politik. Derzeit ist kein Vorschlag oder Lösungsansatz zu erhalten. Betreiber von Kläranlagen sind auf sich gestellt und handeln eigentlich Eigenverantwortlich. (Haftbarkeitsfrage).

Erhöhung der P Grenzwerte im Ablauf

In der ganzen Betrachtung zur Fällmittelknappheit wird ausschließlich der Bereich der P-Fällung betrachtet und der Umstand, dass es nach wie vor auch Kläranlagen gibt, die FeCl₃ auch für die Kalk/Eisen-Konditionierung des zu entwässernden Klärschlammes benötigen wird nicht berücksichtigt. Das hier bei einem Wegfall des FeCl₃ noch weitere gravierende Probleme in Bezug auf die Klärschlammmentwässerung entstehen scheint bisher kein Thema zu sein. Hier sind zudem im Vergleich zur P-Fällung die Verbräuche um einiges höher. Daher wäre mein Wunsch, dass auch dieses Thema in der Gesamtbetrachtung mit aufgenommen wird.

klare Anweisungen, wie bei Überschreitungen der Ablaufwerte durch unverschuldete Fällmittelnotstände, umgegangen wird.

Grenzwertüberschreitungen aufgrund von Fällmittelnotstand sollten keine Auswirkungen auf die Kommunen haben!

Keine Erhöhung der Abwasserabgabe bei unverschuldeter Überschreitung der Grenzwerte.

Hier wird man meiner Meinung nach als Betreiber alleine im Regen stehen gelassen. Die Aussage ist in den meisten Fällen "der WRB Bescheidswert ist unter allen Umständen einzuhalten", dies ist aber ohne ausreichende Fällmittellieferungen nicht möglich. Die Situation wird meiner Meinung nach auch noch mit horrenden "Preisanpassungen" schamlos ausgenutzt. Gerade im Winter ist das Gewässer nicht so von einer Eutrophierung betroffen und Phosphat ist ausserdem nicht toxisch sodaß es in so einer Notsituation möglich sein sollte den Bescheidswert den Anforderungen anzupassen.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Das Land Hessen sollte sich mit den Betreiberverbänden mehr ins Einvernehmen setzen.

Bei uns gibt es keine Einschränkungen, da wir nicht die großen Mengen an Fällmittel benötigen. Wir bekommen bei Bestellung regelmäßig unsere 1-2 IBC Container geliefert.

Eine gesteuerte Fällmittel Verteilung.

Die Verantwortung wird im Moment komplett auf die Betriebsleiter abgewälzt. Was in "normalen" Zeiten in Ordnung ist. Ich habe hier relativ großes Speichervolumen für Fällmittel, auch sind wir im Winter schwächer belastet weil wir ein Saisonbetrieb sind (Urlaubsregion in den Sommermonaten). Ich kann schon Monate zuvor bestellen und hab auch Kapazitäten wenn das Fällmittel früher kommt. Da macht das Schreiben das hier in Bayern ausgegeben wurde Sinn das der Betriebsleiter vorausschauend handeln soll usw. Es gibt aber auch Anlagen die alle vier Wochen tanken müssen. Das macht es schwierig rechtzeitig Ware zu bekommen. Auch Alternativen sind auf die Schnelle nicht leicht zu realisieren da sich die Fällmittel oft nicht vertragen und eine Tankreinigung nötig ist. Für solche Anlagen würde ich mir mehr Verständnis von Seiten der Behörden wünschen, die auf dem kleinen Dienstweg bei Wasserwirtschaftsamt und Landratsamt sicher vorhanden ist, durch die jetzigen Vorgaben allerdings es für alle Beteiligten schwierig macht.

Nicht in Panik verfallen, auch mal die irren Grenzwerte für manche Kläranlagen überdenken, auch ein Gewässer brauch eine bestimmte Menge an Phosphor

Das Land Hessen sollte sich mit den Verbänden besser absprechen .

Sofortige Aussetzung der Abwasserabgabe für Phosphat

Erklärte Werte automatisch von Behörden zurücksetzen lassen, auf gesetzlichen Wert.

Salzsäure Produktion hochfahren

Den Streckbetrieb forcieren, vorplanen/vorbereiten und bei gleichbleibender oder verschlechternder Lage in 2023 umsetzen. Bund muss den Ländern das OK dafür geben. Die Behörden vor Ort "trauen" sich da gefühlt nicht ran.

Die Inhalte der Erlässe (Hessen) sind praxisfern und in vielen Punkten unstimming. Es kann doch nicht sein, dass die in Europa herrschenden Engpässe von den "kleinen" Betreibern gelöst werden sollen. Das wird genau so diktiert. Das ist fachlich ungeeignet und auch als peinlich zu beschreiben. Es wirkt wie "vom Schreibtisch" aus formuliert aber keine Ahnung von der Praxis vor Ort.

Nicht immer auf den Preis schauen, Sicherheit geht vor Preis.

Der Einsatz von Aluminiumsulfat wurde bei uns schon einmal durchgeführt. Langfristig führt das zu verringertem Absetzverhalten, kleinen Schlammflocken und damit einem erhöhtem Abtrieb von Schlammflocken. Die Produktion von Eisen-haltigen Fällmitteln sollte so schnell wie möglich wieder erfolgen. Wenn der Preis dann dem Preis von Aluminiumsulfat angepasst würde, wäre das akzeptabel.

Falls Fällmittel weiter knapp bleibt, sollte über Erhöhung oder Aussetzung der Grenzwerte nachgedacht werden.

Wir bestellen bis jetzt bei der Fa. VTA in Österreich und hatten noch keinen Lieferengpass.

Produktion in Deutschland

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Wir setzen keine Fällmittel zur Phosphorelimination ein. Wir dosieren Phosphor als Nährstoff.

Endlich die Blockaden gegen Russland aufheben und Nord-Stream 2 endlich in Betrieb nehmen !!
Diese Probleme sind alle Hausgemacht und hat die Bundesregierung zu Verantworten mit ihren politischen Entscheidungen!! Deutschland schadet sich nur selbst damit, das ist offensichtlich und war abzusehen von vornherein !!

Deutschland sollte sich für einen diplomatischen Weg und schnelles Ende des Krieges in Europa einsetzen und Europa wieder vereinen. Russland zählt auch zu Europa!!

Das haben die Verantwortlichen in den letzten Jahren offenbar aus den Augen verloren !!

EW-Wert nicht bekannt. Eingetragener Wert von 1 rein hypothetisch, um den Rest der Umfrage bearbeiten zu können!

Calciumchlorid: Durchschnittlicher Menge Monatsdurchschnitt in t: 5

Für keine unserer drei Chemikalien sind Bestellungen bzw. Lieferungen offen.

Über die Preise bzw. deren Anpassungen liegen mir keine Daten vor.

Bitte alle Anlagen etwas weniger Dosieren dann reicht für Alle!!!

Die Umstellung auf Aluminiumsulfat ist alternativlos für uns.

Die zeitlich begrenzte Aussetzung der Grenzwerte wenn die Versorgung nicht mehr gewährleistet ist.

Zeitliche Aussetzung/ Lockerung der Grenzwerte in Absprache mit dem zuständigen WWA

Man sieht die heftige Preisexplosion, die nicht gerechtfertigt sein kann.

Hilfe vom Freistaat Bayern kam keine.

"Koste es was es wolle" finde ich keine gemeinsame Lösung.

In anderen Bundesländern wurde z.B. der Phosphatgrenzwert ausgesetzt.

Zum Glück werden wir ab 2023 wieder unser altes Fällmittel bekommen, sonst würden allein bei uns Mehrkosten von weit über 100.000€ auf uns zu kommen.

Es sollte darüber berichtet werden, ob die Abwasserabgabe bei Überschreitung der Grenzwerte und gleichzeitigem Ausnutzen aller zur Verfügung stehenden Maßnahmen, beibehalten wird oder ob Strafen drohen.

Durch den Fällmittelnotstand wünschen wir eine Lockerung des Ablaufwertes PO4-P .

Grenzwert PO4 im Ablauf erhöhen. Damit Streckbetrieb erfolgen kann.

Es ist zu empfehlen eine Zentrale Notfallversorgungsstelle einzurichten.

Sich bei den anderen EU-Ländern erkundigen wie es da gehandhabt wird.

Es sollte eine "Notreserve" für Kläranlagen über den Bund oder das Land abrufbar sein.

bis sich die Fällmittellage bessert, sollte man nur die Grenzwerte versuchen einzuhalten und nicht irgendwelche Ziel- oder Sollwerte

Vereinfachung des Genehmigungsverfahrens zum schnellen Produktwechsel bei bekannten und zugelassenen Alternativprodukten

Wie sieht es in naher Zukunft mit der Belieferung aus.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Politisch darauf einwirken, dass verlässliche Produktion und Lieferketten für alle Fällmittel bestehen und ausgebaut werden.

Ggfs. geringfügige Grenzwertüberschreitungen sollten praxisorientiert geduldet und toleriert werden.

Aufgrund von Lieferengpässen können evtl. erklärte Werte nicht eingehalten werden. Dies sollte bei der Abwasserabgabe berücksichtigt werden.

Beratung und verbindliche Aussagen von Behörden, Ämtern und somit der Politik.

Anlagenbetreiber handeln eigentlich eigenverantwortlich und sind somit haftbar.

Liefersicherheiten und stabile Preise aus 2021

Aussetzen des Grenzwertes für Phosphat

Flexibler Umgang mit Grenzwerten, bei Ausfall zugesagter Lieferungen. Vorhalten von Notreserven für Kläranlagen

Bitte um zeitnahe Reaktion! Handlungen statt Besprechungen...

Die Läger wurden rechtzeitig befüllt so dass ein reibungsloser Anlagenbetrieb möglich sein sollte.

Nach Ansicht des Wasserwirtschaftsamtes steht es in der alleinigen Verantwortung der Kommunen, dass ausreichend Fällmittel vorhanden ist. Fehlt dies oder kann es nicht in der gewohnten Weise zugeführt werden, sind höhere Abwasserabgaben zu erwarten, die von den Kommunen zu tragen sind. Obwohl die Versorgungsengpässe nicht von den Kommunen zu verantworten sind, sollen diese die finanziellen Folgen tragen. Hier ist dringend ein Entgegenkommen des Freistaates Bayern erforderlich, sei es durch Aussetzungen bei den Abwasserabgaben (bei nicht zu verantwortenden Überschreitungen) oder durch eine Beteiligung bei der Sicherstellung der Produktion von Fällmitteln.

Sicherheit der Lieferkapazität

Deckelung der Preissteigerung

Lieferzeit nach Bestellung - 2 Tage / Hinweis bei Bestellbestätigung war "nach Verfügbarkeit" / habe nichts von einem Mangel gemerkt

Das Wasserversorger vorrangig bei Verfügbarkeit von Fällmitteln behandelt werden, um die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser sicherstellen zu können.

Zur Zeit bekomme ich noch Fällmittel, aber der Bund sollte zu sehen, dass hier vor Ort weiter produziert werden kann und nicht alles ins Ausland verlagern das wird wieder nur zu Abhängigkeiten führen. Energiepreise senken und Stromkonzerne nicht Privatisieren sondern in der öffentlichen Hand lassen.

Der Markt ist in jeglicher Hinsicht zu unsicher. Es wird im Dezember doch wieder produziert und dann wieder nicht (Marktwirtschaft).

Die Transportkosten wurden nicht berücksichtigt. Sie betragen im Moment 190€/t.

Also wäre das Mittel fast doppelt so viel.

Um eine schnellere Reaktion auf den Markt zu ermöglichen, wäre es sinnvoll die oben genannten Mittel zeitweise (Jahr 2023) aus dem Vergaberecht auszunehmen.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Bundesland: Aufweichung der P-Grenzwerte im Ablauf. Hilfe bei der Fällmittelbeschaffung. Früheres Eingreifen beim Auftreten von solchen Problemen.

Bund: Alle Bundesländer auf ein Aufweichen der Grenzwerte drängen, denn gerade jetzt im Winter ist keine Gefährdung der Gewässer ersichtlich.

Wir Betriebsleiter fühlen uns aktuell sehr alleine gelassen und es wird nur mit Sanktionen gedroht und nicht unterstützt.

Sollte die Lieferung von Fällmittel nicht kurzfristig im notwendigen Umfang wieder erfolgen wird der Grenzwert für P dauerhaft nicht mehr einzuhalten sein.

Entweder wird der Grenzwert für P so hoch angesetzt, dass ein biologischer P-Abbau genügt um diesen Grenzwert sicher einzuhalten oder der Grenzwert für P wird für die Dauer der Fällmittelmangellage komplett aufgehoben.

Vorgaben in Hessen, wie in anderen Bundesländern, abschwächen während der Krise. Subventionierung des Mess und Regeltechnik im Bereich Phosphat für kleine Kommunen.

Evtl. den Einsatz von Abfallprodukten im Bedarfsfall erlauben, ohne entsprechende Ausweisung. Somit können andere Anlagenbetreiber evtl. ebenfalls vereinfacht an Abfallprodukte aus der Industrie gelangen (keine illegale Müllentsorgung).

Man sollte das Problem an der Wurzel packen und bereits den Eintrag von zu hohen Mengen Phosphor verhindern (beispielsweise durch den Einsatz von alternativen Konservierungsstoffen in der Lebensmittelindustrie), anstatt den Phosphoreintrag mühevoll und kostspielig im Nachhinein wieder extrahieren zu müssen.

Hinweis: Abfrage unter Pkt. 5 ist teilweise unklar (Lagerbestand in "t/a"? Hier beantwortet als "t"; "Zugesagte Liefermenge" entspricht vertraglich vereinbarter Menge über Vertragslaufzeit oder tatsächlich bestätigte nächste Einzellieferung? Hier beantwortet als "vertraglich vereinbart über Vertragslaufzeit").

Temporäre Möglichkeit zur Erhöhung des zulässigen Einleitwertes ohne Erhöhung der Abwasserabgabe

falls als Indirekteinleiter Fällungsmittel entfallen/gänzlich ausfallen, sind kommunale Abwassersatzungen zu überarbeiten, da ggf. Grenzwerte technisch nicht mehr eingehalten werden können

Bei der Aussetzung von Grenzwerte für PO₄ sollte auch über eine Anpassung der Grenzwerte für andere Parameter angedacht werden, zum Beispiel CSB und BSB₅.

Auch muss eine alternative für Anlagen mit Schlammfäulung wegen der Schwefelproblematik beim fehlen von eisenhaltigen Fällmittel gegeben werden.

Es müssen unserer Meinung nach ausreichende Fällmittel mit Eisen-III-chlord-sulfat bereitgestellt werden.

Einheitliche Vorgaben für alle Bundesländer

Unter normalen Betriebsbedingungen findet bei uns in der Trinkwasseraufbereitung keine Phosphoreliminierung statt.

Der Hintergrund der Umfrage ist klar und die Phosphorentfernung spielt in den Kläranlagen eine größere Rolle.

Das Aluminiumsulfat und bei Bedarf Flockungshilfsmittel werden bei uns in der

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Trinkwasseraufbereitung zur Flockung und somit in erster Linie zur Partikelentfernung eingesetzt. Auch bei den weiteren Aufbereitungsstoffen wurden uns keine Lieferengpässe durch unsere Vertragspartner angezeigt. Die Preise sind gestiegen.

Gleiches gilt für unsere 2 Wasserwerke in Sachsen.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gern zur Verfügung: Jan.Donner@FEO.de

Als Worst-Case-Szenario Priorisierung der Kläranlagen mit Versorgung von Fällmitteln. Aussetzen der Abgaben nach Abwasserabgabenrecht

Die Problematik soll auf Augenhöhe mit den Anlagenbetreibern lösungsorientiert besprochen werden.

Das Fazit der jetzigen Schreiben der Ministerien ist: die vorgeschriebenen Grenzwerte sind durch den Anlagenbetreiber einzuhalten, koste es was es wolle.

den Druck auf die Produzenten erhöhen Preiswertes Fällmittel herzustellen

aussetzen des jahresmittelwertes

Derzeit nicht vorhanden

Besser Aufklärung durch Aufsichtsbehörde.

Es ist nicht möglich auf alternative Produkte zu schwenken oder andere Hersteller um Lieferung zu bitten. Es werden erst Stammkunden bedient, somit ist ein Wechsel kaum möglich.

Es sollen die Grenzwerte der jeweiligen GK gelten und nicht die verschärften Grenzwerte. Dadurch könnte eine erhebliche Fällmittelmenge eingespart werden.

Ja, eine einfache Handhabung bei der Umstellung des Fällmittels ohne große Antragsstellung.

Noch sinnvoller und einfacher wäre eine pauschale Anhebung der Ablaufwerte auf 2- 2,5. So könnte der Fällmitteleinsatz für die doppelte Zeit ausreichen und zu einer deutlichen Entspannung auf dem Markt führen! Abrechnung der Abwasserabgabe nach Erlaubnisbescheid.

Es muss eine verlässliche Aussage zu den Konsequenzen im Falle einer Überschreitung des Überwachungswertes für Pges getroffen werden.

Wünschen würde ich mir eine Rückmeldung, ob und wenn ja welche Maßnahmen getroffen werden.

Zudem sollte es ein Plan für die Behörden geben, wie z.B. auf einen Streckbetrieb reagiert werden muss. Absprachen müssen dabei schriftlich fixiert werden und auch Gerichtsfest sein. Außerdem sollte das Vorgehen dafür allen Anlagenbetreibern zusammen mit weiteren Informationen mitgeteilt werden.

--> Wer meldet, bei wem

--> Wann muss eine Meldung erfolgen, soweit planbar

--> Welche Folgen entstehen dadurch

Informationen die damit zusammen mitgeteilt werden sollen, betreffen insbesondere die Möglichkeiten der Nachbarschaftshilfe:

--> Wie kann Fällmittel gelagert und transportiert werden

--> Zudem wäre es, insbesondere für kleinen Anlagen, nötig die Möglichkeit einer

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Sondergenehmigung, ähnlich wie §5 II GGVSEB, zu schaffen. Dann mit einem vereinfachten Antragsformular für die gängigen Fällmittel.

Lieber nicht

Bitte konkretisieren Sie ihre Fragen. Da wohl nicht nur unsere Anlage einen Vorratstank mit 25 t Kapazität hat aus dem auch die Dosierentnahme stattfindet und damit die die Angabe Lagerbestand in t/a unsinnig ist.

Beim Bezug von drei Lieferungen á 20 Tonnen Fällmittel pro Jahr sind aktuell noch keine Bestell- bzw. Lieferprobleme aufgetreten. Bei der letzten Bestellung vom Oktober 2022 wurde ein Energiekostenzuschlag von ca. 60% der Fällmittelkosten auf den Fällmittelpreis aufgeschlagen. Weiter sind im Jahr 2022 jeweils Treibstoffzuschläge bei den Lieferungen verrechnet worden, der reine Fällmittelpreis hat sich "nur" um ca. 17% erhöht (1.330 €/t in 2021 auf 1.560 €/t in 2022).

Aufbereitungsverfahren in ihrer Art nach den heutigen Stand der Technik überprüfen lassen.

Preise stabilisieren, Bezug sicherstellen, Kosten reduzieren. Produktion von Fällmitteln als Daseinsvorsorge betrachten, muss organisiert sein.

In der Metall- und Lebensmittelindustrie alternativen, die ohne Phosphat auskommen, bevorzugen.

Wegfall des Parameters für Ortho-Phosphat von 0,2 mg/l. Dadurch starke Reduktion des Fällmittels möglich.

Neben der Fällung spielt die Konditionierung des Klärschlammes (mit FeIII-Cl) zur Entwässerung eine wichtige Rolle.

Man sollte die kleinen Wasserversorger etwas besser schützen und die auszuführenden Auflagen nicht mit großen Wasserversorgern gleich stellen

Deutschland muss viel stärker in die Eigenproduktion wichtiger Güter einsteigen um solche Mangelzeiten zu umgehen.

Wir haben keine Aufbereitung in unserer Wasserversorgung.

Wir setzen die Fällmittel nicht nur zur P-Elimination im Bedarfsfall ein, sondern auch zur H₂S-Elimination im Faulgas und zur Konditionierung in der Schlammwässerung ein.

Bei anhaltender Fällmittelknappheit temporär Phosphatgrenzwerte seitens der Wasserbehörden anheben.

Es wäre wünschenswert eine von der Wirtschaft unabhängige Produktion klärprozessrelevanter Chemikalien zu organisieren oder zu finanzieren.

Diese Fragestellungen sind offensichtlich auf Kläranlagen ausgelegt, trifft also nur bedingt auf eine Galvanik als Indirekteinleiter zu.

Neben der Phosphorfällung ist auch die Schlammwässerung durch die Mangellage betroffen. Uns als Betreiber trifft der Mangel an Eisen-II-Chlorid mindestens genau so hart, wie der Mangel an unserem Phosphorfällmittel, da wir ohne Eisen-II-Chlorid den Klärschlamm nicht mehr entwässern können. Da der Klärschlamm in die Landwirtschaft geht, ist ein Umstieg auf Polymere

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

nicht ohne weitere möglich. Es ist uns jedoch gelungen 300 t Eisen-III-Chlorid zu ordern, mit dem wir vorraussichtlich bis Sommer 2023 hinkommen werden.

Es ist ein Unding, dass die Betriebsverantwortlichen in Bezug auf ÜW-Überschreitungen strafrechtlich verfolgt werden können und eine Abwasserabgabe fällig wird. Es handelt sich um kein schuldhaftes Verhalten der Betriebe, anderswo werden auch "Rettungsschirme" gespannt!

FeCl₃ wird auch für Schlammwässerung benötigt, z.B. Konditionierung für Kammerfilterpresse

In der neuen Trinkwasserverordnung wird der Grenzwert Arsen reduziert (unter den Wert der EU-Richtlinie). Ohne Dosierung von Fällmitteln lässt sich nicht einmal der alte Grenzwert einhalten!

Im Zuständigkeitsbereich werden in der Trinkwasseraufbereitung keine Zusatzstoffe eingesetzt.

Sofortige Erhöhung der zulässigen Abflusswerte.

Man sollte unbürokratisch auf eine Abwasserabgabenerhöhung bei Grenzwertüberschreitung verzichten oder den Überwachungswert maßvoll für kurze Zeit erhöhen. Dann könnte man den Fällmitteleinsatz auf ein notwendiges sinnvolles Maß reduzieren (ohne Sicherheitsaufschlag).

Die Transportkosten wurden nicht berücksichtigt sie betragen heute= 190€/t (Dieselzuschlag), Die Marktwirtschaft ist sehr schwierig.... alles wird teurer ob es sein muß ist fraglich.

Bundeseinheitliche Mindestlagerbestände an zentralen chemischen Stoffen für die Industrie um Ausfälle durch Abhängigkeiten zu reduzieren oder gar abzufangen.

Die Kläranlagenbetreiber bitte möglichst schnell über Änderungen informieren.

Grenzwertüberschreitungen aufgrund von Mangel nicht in der Abwasserabgabe berechnen!

Kommunikationsmöglichkeiten - der Eine hat - was ein Anderer benötigt. Wie kann ich meinen Überschuss jemand anderes zukommen lassen?

Preis für 2023 lt. Lieferant: 270 €/t mit einer Lieferzusage für 3 Monate (z.Zt. nur mündliches Angebot)

Grenzwert erhöhen (momentan bei 0,5 früher bei 1,0) Fällmitteleinsparung dann ca. bei 30 %

Sollte es durch Fällmittelknappheit zu Überschreitung des Grenzwertes kommen, eine Vereinfachung der Nachweisführung, dass alles versucht wurde um an Fällmittel von Seiten des Anlagenbetreibers zukommen. Mehr als Bitten und Betteln, an die Händler und Lieferanten, kann von Seiten des Anlagenbetreibers nicht geleistet werden. Eine Europaweite Suche nach Händlern oder Lieferanten von Seiten der Anlagenbetreiber ist bestimmt nicht zielführend, zumal es wahrscheinlich in anderen Länder auch nicht besser aussieht.

Sehr geehrte Damen und Herren, wir setzen PAC auch zur Bekämpfung der Fadenbakterien ein. Somit findet eine Überdosierung gegenüber der theoretischen errechneten Fällmittel in den Wintermonaten statt. Nach Rücksprache mit Herrn Specht der Fa. Remondis kann ei Prognose bis ins Jahr 2023 nicht abgegeben werden.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Die Marktsituation der Aluminiumindustrie ist derzeit für das die nächste Zeit nicht sicher zu bewerten.

Vernünftiges Krisenmanagement, keine Schnellschüsse sowie momentan in der Energiepolitik parktiziert.

Zu Frage 6.: Die aus Salzsäure (9 %) und Natriumchlorit (7,5 %) hergestellte Desinfektionslösung dient einer Präventiv-Desinfektion. Bei Ausfall werden keine Grenzwerte überschritten.

Wir sind Direkt- und Indirekteinleiter. Bei der Indirekteinleitung erfolgt die Einleitung nicht behandelte Wässer in die städtische Kläranlage.
Bei der Direkteinleitung werden nur Produkte ohne Phosphat zur Wasserbehandlung eingesetzt.

kurzzeitige Arsen-Grenzwert-Erhöhung auf den Maßnahmenhöchstwert. Gleichzeitig keine Anpassung des Arsengrenzwertes mit der neuen Trinkwasserverordnung in 2023.

Für die Anschaffung einer besser geregelten Fällung gibt es zur Zeit keine elektrischen Steuerungen. Die Lieferzeit beträgt nach Anfrage 72 Monate. Wir betreiben eine Tropfkörperanlage und benötigen dadurch mehr Fällmittel als Belebungsanlagen. Es wäre von Vorteil über den Winter die Grenzwerte höher zu setzen.

Preisbremse

Die Firma Kronos fährt im Dezember Ihrer Anlage für einen Monat wieder hoch um Eisen(III)-chloridsulfat herzustellen. Dabei wurde ein Extrazuschlag von über 100 % zu dem eigentlich Tonnagen Preis dazu addiert. Dieser Preis ist absolut nicht wirtschaftlich. Wir werden auf $Al_2(SO_4)_3$ umsteigen, der Preis ist derzeit noch einigermaßen zu bezahlen und bezweckt eine gute P-Elimination in der Kläranlage.

Die Vorgaben der § 11-Liste für eisenhaltige Fäll- und Flockungsmittel sollten dahingehend gelockert werden, dass in Ausnahmefällen auch Produkte der Qualität 3 eingesetzt werden dürfen! Dadurch vergrößert sich der (noch) verfügbare Markt.

Bund soll notwendige Fällmittelmenge für ein Jahr ermitteln und aus anderen Ländern in großen Mengen zentral beschaffen (z. B. ein Frachtschiff). Verteilung über die angestammten Lieferanten.

-auch die Schlammstrecke betrachten, hier ist die Abfallbehörde der zuständigen Landkreise gefordert...

-Fragestellung "Lagerbestand" ist unverständlich, wir müssen nach Bedarf ordern, haben nur 20 t Lagerkapazität, eine zuverlässige Lieferung wird nicht garantiert

bundesweit einheitliche Regelungen, ob Strafen bei Überschreitungen gezahlt werden müssen oder nicht

Zentrale Mengenermittlung durch den Bund, Zentrale Beschaffung durch den Bund, Verteilung über Händler

Bedarf an chlorbasierten Desinfektionsmitteln zur mobilen Dosierung entsteht idR erst bei mikrobiologischem Befund, zeitlich befristeten und lokalen Ereignissen (Sommer, Herbst - Netztemperaturen etc.)

Die Kläranlagenbetreiber an der Mittleren Isar müssen ab nächsten Jahr per Bescheid einen Pges Grenzwert von 0,5 mg/ l einhalten.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Aktuell ist unser Bescheids Wert bei 1mg/l .

Wir wünschen uns das der neue Bescheids Wert für 1 Jahr ausgesetzt wird bis sich die Lage am Fällmittel Markt stabilisiert hat.

Gibt es ein sinnvolles ersatzproduct was eingesetzt werden kann um den ortho P zu binden außer mit Eisen 2-3Chlorid. und vor allem gibt es die zurzeit am Markt?

Es sollten sinnvolle Vorschläge zur Illumination von ortho P vom Bund mit Experten gemacht werden. Und somit den Kläranlagen/Personal zu unterstützen. Gibt man den Kläranlagen die Möglichkeit etwas höhere Werte von 1-1,5mg/l ein zu leiten so wird so wird das Fällmittel Problem geringer. Natürlich wird das Gewässer nicht unbedingt besser dadurch.

Dass die Fa. Kronos per Dekret verpflichtet wird zu Produzieren.

Generell wäre Verständnis und Unterstützung seitens der Ämter angebracht

Die Wasserversorger sollten für Umbaumaßnahmen an den Aufbereitungsanlagen Finanzielle Unterstützung vom Bund bekommen. Auch um Chemikalien in den Aufbereitungsanlagen so weit es geht zu reduzieren.

Eine sichere Versorgung mit den nötigen Verbrauchsstoffen.

Unser Fällmitteleinsatz für die PO-Fällung ist mit 40 - 50 l/d minimal und mit unserem vorhanden Vorrat können wir noch mehrere Monate so weiter fahren. Sollte die derzeitige Situation dann immer noch vorhanden sein, dann soll die Lieferung von Aluminiumchlorid, nach Auskunft und derzeitigem Wissensstand unserer üblichen Lieferfirma, kein Problem darstellen. In dieser Umfrage wird allerdings nur die PO-Fällung abgefragt. Unser Hauptproblem stellt die Schlammkonditionierung dar. Hierfür haben wir in der Vergangenheit Eisen-III-Chlorid (und Calciumhydroxid) eingesetzt und zwar deutlich größere Mengen als für die PO-Fällung (ca. 4 - 5 t /m). Mittlerweile haben wir hier zum einen ein Alternativprodukt (Eisen-Aluminium-Chlorid) im Einsatz und außerdem mehrfach kleinere Liefermengen von Eisen-III-Chlorid (zu deutlich erhöhten Preisen) erhalten können. Die beiden Konditionierungsmittel können miteinander gemischt werden und zeigen gute Pressergebnisse. Ich bin allerdings derzeit regelmäßig am Telefonieren um Nachschub zu akquirieren, Auf längere Sicht werden wir nun aber unsere Schlammwässerung umstellen. Das war schon länger geplant, die derzeitige Situation hat den Entscheidungsdruck allerdings erhöht.

wenn Bio - P möglich könnte das Presswasser Klärschlammwässerung (Rücklösung) vermieden werden und ein vermehrter Fällmittelbedarf stark reduziert werden.

Abschaffung der Abwasserabgabe

Ein wirkliches Krisenmanagement durch das Hess. Umweltministerium, die derzeit zuständige Frau Imke Brehmer ist dazu nicht in der Lage!!!!!!!!!!!!!!!

In unserer Kläranlage ist dies zurzeit kein Thema.

Die Produktion wieder verbessern.

Die Branche ist anhängig von einem Sekundärstoff; hier zum Beispiel Titandioxid (Farbe, Lacke, Autoindustrie).

Es müssen unbedingt eigene Produktionslinien für die Trinkwasser-/Lebensmittel-/ und

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Abwasserbranche aufgebaut werden, um unabhängig zu werden.

Bessere Förderungen für Diverse Einsparmöglichkeiten auf Kommunalen Kläranlagen
Beim Thema Stromeinsparung sowie beim Thema Automatisierung auf Kläranlagen

Heraufsetzung der Grenzwerte, damit der Verbrauch an Fällmittel gesenkt werden kann.

Offizielles Aussetzen der Grenzwerte
zumindest ein Reduzierung

Politisches Einwirken auf die Nachbeschaffung von Fällmitteln.

Überwachungswerte aussetzen

Nein. Gute Unterstützung durch unseren Zulieferer.

Richtlinien der aktuellen Marktsituation (Fällmittel) anpassen

Hochsetzen der Ablaufwerte

Rohstoffe nicht Künstlich verknapfen

Oft kommt zu es Lieferengpässen bei den Lieferanten, da diese kaum noch Fahrer für Gefahrstoffe haben. Dies kommt deren Meinung daher, dass weniger Menschen bei der Bundeswehr sind und dort einen LKW- und ADR-Schein erhalten. Deshalb verlieren die Lieferanten ihre Fahrer.

Verzicht auf die staatliche Kontrolle in Bezug auf P.

Die bisher getroffene Regelung mit den Überwachungsbehörden funktioniert gut (Dokumentation, Meldung bei Absehbarkeit von Überschreitungen)

Die Anhebung der Einleitungsgrenzwert für Phosphor gesamt (Pges) in die Gewässer!!

Aussetzen des Orthophosphatgrenzwertes von 0,2 mg/l in Hessen

Ablaufwerte hochsetzen, bis die Lage sich wieder bessert. Unsere Lieferfirma gibt uns keine Zusagen über mögliche Lieferungen. Sind ständig am Nachfragen und bestellen von Eisen III. Es können hier aber keine Garantien gegeben werden.

Bescheidswerte für den Zeitraum der Fällmittelknappheit auszusetzen!

schnellerer Reaktion, Problem ist bereits seit September bekannt und es kommen keine Hilfen

Sehr geehrte Damen und Herren,
wir benutzen keinerlei Fällmittel und sind somit nicht betroffen.
MfG. Weis, Geschäftsleiter

Temporäre Aufhebung des Bescheidswerts für die Einleitung bei der P-Konzentration des Ablaufwertes.

Anhebung des Grenzwertes im Ablauf der Kläranlage von 0,7 mg / l P-Ges. auf 1,0 mg/l und Wegfall des Ortho-P Grenzwertes von 0,2 mg/l.
Fällmittel aus dem Ausland einsetzen ist aufgrund der Reach-Verordnung nur bedingt machbar.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Alternative Produkte scheiden in den meisten Fällen wegen der nicht vorhandenen Genehmigung des Tankanlage und der Materialbeschaffenheit aus.

Andere Lieferranten anfragen scheidet meistens ebenfalls aus, da keine Neukunden mehr angenommen werden.

Sichere Produktion und Lieferung von Eisen III Fällmittel

Vielleicht sollte man anfangen nicht mehr alles aus dem Ausland zu kaufen sondern viele wichtige Dinge selbst herstellen.

Vorübergehende "Aufweichung" der Überwachungswerte für Pges und Ortho-P aus der Wasserrahmenrichtlinie. Unter Betrachtung des ökologischen Zustands des jeweiligen Vorfluters und der "stabilen" Wasserführung der Fließgewässer im Winterhalbjahr erscheint das vertretbar. Der Bedarf an Fällmitteln könnte damit deutlich gesenkt werden.

Temporäre Lockerung der gesetzlichen Grenzwerte, bzw. Aussetzen von Überschreitungsstrafen. Bei Minimaldosierung steigt die Wahrscheinlichkeit an Überschreitungen.

Im Bereich der Flockungshilfsmittel sind aktuell keine Mangellagen bekannt. Allerdings fehlen nach Auskunft der Lieferanten zugelassene Transportkapazitäten.

Klare Angaben zur geforderten Reinheit beim Einsatz im Trinkwasser von den Lieferanten fehlen Teilweise (DIN EN 888 Tab.3 Qualität 1 und Tab. 4 Typ 1)
Einheitliche Zertifikate wären wünschenswert.

Auf Grund steigender Anforderungen in Bezug auf P-Elimination, sollte man sich nicht, wie derzeit auf Abprodukte verlassen, sondern gezielt "Umweltprodukte" produzieren.

Die Werte höher setzen bis wieder genügend Fällmittel zur Verfügung stehen.

Apelle an die Chemische Industrie zur Produktion der Fällmittel. Hoffnung auf eine Wirkung der Energiepreisbremse, dass die chemische Industrie weiterhin in Deutschland wettbewerbsfähig Produzieren kann.

Wenn die Lage sich weiter zuspitzen sollte, sollte der Gesetzgeber die kommunalen Abwasserentsorger nicht im Regen stehen lassen. Hier müsste es in begründeten Fällen Ausnahmeregelungen bei der Einhaltung der Grenzwerte für Phosphor geben.

Es freut uns das sich hier der Bund einschaltet.

Bei anhaltendem Fällmittelnotstand den Überwachungswert erhöhen

Systemrelevant und Privat?

Bei der letzten Preisanfrage nach Natronlauge 50% gab es nur noch einen Lieferanten der es liefern kann. Preis ist von 19,75€/100kg (06/21) auf 140,80€/100kg (10/22) gestiegen.

Bei Natriumaluminat handelt es sich um ein Abfallprodukt aus der Industrie und wenn die Industrie ihre Produktion aus Energiekostengründen zurück fährt ist das Grundprodukt Natronlauge nicht in ausreichender Menge vorhanden. Absprache bei den Produzenten über Lieferfähigkeit!

Eine Zielwert Empfehlung für 2022 und 2023 von 0,5-0,75 mg/l im Jahresmittel.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Trinkwasserversorger beim Lieferanten bevorzugen,
zeitnahe Informationspflicht über Lieferengpässe des jeweiligen Lieferanten an den Versorger.

Extrem Systemrelevant

Keine Aufbereitung notwendig, da Trinkwasserqualität der TrinkwV entspricht.

Es ist wünschenswert, dass der Einsatz des Mittels - Eisen III - Chlorid wieder für die Kläranlagen zugänglich gemacht wird.

Mehr Lob bei den betroffenen für den Einsatz. Am Grenzwert zu Arbeiten.

An den Bund: Sensibilisierung des Bundes, dass Fällmittel produziert werden müssen, auch wenn es die wirtschaftliche Lage nicht einfach macht.
Einfachere Beschaffung aus dem Ausland.

Politische Rahmenbedingungen verbessern, bzw ändern damit Dieser Notstand aufgehoben wird.

Es sollte von den Behörden beachtet werden, dass die Anlagen mit einem bestimmten FM konzipiert werden und man nicht einfach Bio P aus dem Hut zaubern kann.

Die Kommune kann in Zukunft den vorgegebenen Grenzwert bei Lieferengpass nicht mehr einhalten. Dass die Kommune keine finanziellen Nachteile zu befürchten hat.

Bei einem Notstand kann es logischerweise keinen normalen sicheren Betrieb geben, daher sollte man in diesem Fall auch die Gesetzeslage so anpassen, das man eben die sonst geforderten Standards nicht einhalten bzw. weniger gut einhalten kann.

Wenn bei uns ein Krieg oder auch Naturkatastrophen (o.ä.) die Infrastruktur schädigen, kann man nicht so weiter machen, als wäre alles in bester Ordnung. Da haben wir andere Prioritäten zu leisten, als etwas schlechtere Werte einzuleiten.

Zudem sollte man überlegen, Produktionen wieder im Inland zu produzieren, um nicht so abhängig von anderen Ländern zu sein. Allerdings sind bei uns die Kosten zu hoch geworden, damit es sich hier wieder lohnt. Das müsste eigentlich auch klar sein, sonst wären manche Firmen nicht auswärts gegangen.

Absicherung der Fällmittellieferung und Preisobergrenze zur Begrenzung der Abwassergebühren.

Bei Überschreitung der Überwachungswerte sollte es in der derzeitigen Situation keine Sanktionen ergeben, solange nachgewiesen wird, dass man alles Mögliche versucht, mit vorhandenen Mitteln zu agieren.

Keine Erhöhung der Abwasserabgabe bei Überschreitung der P Grenzwerte!
Forschung zu Alternativen Fällungsmitteln
Produkthersteller mit hohen Phosphorgehalten einbeziehen

Ganzheitliche Regelung für alle Bundesländer gleich, Vermeidung von Ungleichbehandlungen durch Länderentscheidungen bzw. Länderauslegung

4. Reinigungsstufe wird voraussichtlich im 4. Quartal 2023 in Betrieb genommen. Einsatz von Eisen(III)Chlorid zur Reduzierung von Phosphat. Geplante Menge 13 t im Monat. Geplante Speichermenge 25 m³.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Des Weiteren wird Eisen(III)Chlorid in einer Abwasservorbehandlungsanlage eingesetzt. Verbrauchsmenge 12 t im Monat. Bevorratung einige Wochen.

Geduld zu haben, den Zaubern können wir auch nicht. Die Kollegen der Anlagenbetreiber, geben alles um die geforderten Grenzwerte einzuhalten.

Eine Politik für das eigene Land würde sehr weiter helfen.

Flexibilität in der Fahrweise ermöglichen, beschleunigte Genehmigungsverfahren, 1:1 Umsetzung der BVT Schlussfolgerungen (Tagesmittelwert).

Behebung der Ursachen.

offene Kommunikation der Lage

Aussetzen des Grenzwertes im Ablauf der Kläranlagen auf "Bestmöglich". Den Grenzwert für Phosphat nicht in der 2h Probe ermitteln sondern in der 24h Probe.

Diese Frage ist lächerlich!

Bereitstellung an Fällmitteln sicherstellen gegebenenfalls durch Subventionierung

Wir glauben, dass sich die Notsituation bei den Aufbereitungschemikalien 2023 für uns entspannt. Anzeichen sind bei HCL geht der Preis zurück und Kohlensäure-Lieferant hat neue Bezugsquellen erschlossen.

Durch die Knappheit an Salzsäure, auf unterschiedlichen Arten, hat die chemische Industrie die verbleibenden Mengen auf dem Markt stark aufgekauft und für ihre Produktion gelagert, um ihre eigene Produktionen zu sichern und somit die Verfügbarkeit für den freien Markt beschränkt hat. Zudem ist auch bekannt, das große chemische Betriebe Fällmittel durch zwischenhandel mit Fällmittelherstellern sichern, indem Salzsäure gegen Fällmittel getauscht wird. Dahin gehend hat der öffentliche Bereich keine Chance an Fällmittel zu gelangen um die Wasser und Abwasser Aufbereitung zu gewährleisten.

Diese Angaben basieren auf erfahrungsaustausch durch verlässliche Quellen.

Mehr Unterstützung vom Bund an die Firmen die das Fällmittel herstellen um eine Auswanderung zu verhindern.

Bescheidswerte für den Zeitraum der Fällmittelknappheit auszusetzen.

Energiepreise senken damit die Betriebe wieder vernünftig produziern können und wir als Abwasserbetrieb durch die steigenden Betriebskosten nicht noch mehr die Beiträge erhöhen müssen

Bescheidswerte für den Zeitraum der Fällmittelknappheit auszusetzen.

- 1) Zentralisierte Verwaltung von Fällmittellieferanten.
- 2) Marktkontrolle / Preiskontrolle
- 3) Zentral kontrollierter Streckbetrieb bundesweit (gesparte Verbrauchsmenge im Winter steht in Sommer allen zu Verfügung)

Die europaweiten Bemühungen um Fällmittel erscheint als Idee von Bürokraten und nicht als Zielführend.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Den heimischen Lieferanten, den Zugang zu Salzsäure zu erleichtern, ist besser für unsere Binnenwirtschaft.

Zur Ergänzung/Information: Zur Säureregulierung wird bei uns in der Aufbereitung lediglich Weißkalkhydrat bzw. Calciumhydroxid eingesetzt (ca. 45 t/a), Bezugsschwierigkeiten oder außerordentliche Preisanstiege sind nicht gegeben. Sofern der Stoff nicht zur Verfügung stehen würde, erhöht sich die Calcitlösekapazität des Wassers. Das wäre auf Dauer schlecht für die Rohrleitungswerkstoffe, jedoch unbedenklich für den Verbraucher/Kunden, da es sich hierbei um einen "technischen" Grenzwert handelt.

Aussetzen der MWst auf diese Produkte um so die Preissteigerung abzdempfen.

Produktion von Eisen-III-chloridsulfat ermöglichen

Rechtzeitig/Frühzeitig auf die Probleme hören und reagieren.
Weitsicht bei Entscheidungen.

Einen Ausgleich, wenn auf die Erklärung -s.o.- verzichtet wird.

Koordination der Liefermengen an die Kläranlagen (Liefermengenregelung) .

Erhöhung der Grenzwerte

schnellere Reaktion auf vom Betreiber nicht zu verantwortende Entwicklung von Notlagen/Mangelsituationen...

Rasche Etablierung von fachspezifischen und mit den Behörden eng zusammenarbeitenden Koordinationsstellen, um die einzelnen Betreiber von dem riesigen Organisationsaufwand zu entlasten, der zur Problemlösung in Notsituationen erforderlich ist. Nach unserem Verständnis würden zu den Aufgaben der Koordinationsstellen u.a. gehören:
die Sammlung von Informationen über mögliche Alternativen,
Verfügbarkeiten von Betriebsstoffen,
Preisverhandlungen mit Unternehmen, um hier Wettbewerb zu vermeiden und die Verfügbarkeit für die gesamte Wasserwirtschaft sicherzustellen.

Grenzwertverschärfung reduzieren.

Der Preis stammt aus 05-2022, eine Rechnung der aktuellen Lieferung liegt noch nicht vor, aktuell sind bei der Kläranlage in Edelsfeld keine Lieferengpässe zu erwarten.

Ausnahmegenehmigung für höheren Arsengrenzwert

Unterbereitung von Lösungsansätzen die realistisch und technisch umsetzbar sind.

Festlegung einer Zuteilungsreihenfolge (z.B. Großanlagen - Anlagen ohne Bio-P - Anlagen, die Fe zur Schwefelreduktion im Klärgas benötigen) zur Orientierung und Aussetzen der Grenzwerte für den Fall einer Nichtzuteilung, um ein "Horten" von Fällmittel zu vermeiden (wir halten aktuell einen 25-t-Fällmitteltank voll vor und bestellen unter Berücksichtigung der aktuellen Lieferzeiten für den zweiten Lagertank nach).

Lieferzusagen mit realistischen Preisanpassungen

Chemiepreisdeckel, ggf. Zuschüsse

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Im Ernstfall sollten die Anpassungen der Ablaufwerte der Kläranlagen durch die Umweltämter erfolgen. Wenn dieses nicht möglich ist und keine Fällmittel zur Verfügung stehen, sollte die Zahlung der Abwasserabgabe ausgesetzt werden. Für unseren Verband trifft dies derzeit nicht zu.

Eisenprodukte sind in der Abwasserreinigung nicht nur zur Phosphatreduktion notwendig, sondern auch zur Verbesserung der Flockenstruktur in der biologischen Reinigungsstufe sowie zur Entschwefelung des Faulgases, wenn keine Gasreinigung vorhanden ist. Eine Sicherstellung für die Herstellung und Lieferung von eisenhaltigen Fällmitteln ist notwendig.

Unser Abwasserzweckverband entsorgt sein Abwasser in der Kläranlage in Tschechien, daher kann ich Ihnen nicht weiter behilflich sein.

Wenn es sich um so kritische Chemikalien handelt, sollten Bund oder Länder Vorräte anlegen können. Streusalz oder Diesel wird ja auch bevorratet.

Möglichkeiten zur Erweiterung der Eisen-II-Sulfatproduktion sollten untersucht, gefördert und ausgebaut werden.

Lieferengpass zeitnah beseitigen und wieder moderate Preise einführen.

Bevorratung über längere Zeiträume aufgrund der bestehenden Lager nicht möglich. Bei uns reicht die Lieferung von einem Silofahrzeug (25t) ca. 2 Wochen und mit Reservetank können wir ca. 10 Tage fällen.

Bei derartig kurzfristigen Absagen von bereits zugesagten Lieferungen ist eine "rechtzeitige" Umstellung des Fällmittels auch nicht ohne Weiteres möglich, es müssen erst die Tanks und die Dosierstation gereinigt werden, um eine Vergiftung durch verschiedene Produkte zu vermeiden. Hauptproblem bei der Beschaffung von bisherigen Fällmittel - falls die Lieferanten überhaupt noch Neukunden annehmen - ist das Fehlen von HCl, welche aufgrund der hohen Energiekosten/Energieknappheit - so wurde es uns gegenüber kommuniziert - auf unabsehbare Zeit nicht mehr lieferbar ist.

Zur P-Entfernung auf der vorgestellten KA (GK 2, 2900 EW) wird ausschließlich der BioP-Prozess eingesetzt. Die Anlage kommt daher gänzlich ohne Fällungschemikalien aus. Lediglich zur mobilen Schlammwässerung kommen Flockungspolymere zum Einsatz. Diese werden vom Dienstleister gestellt.

Bei uns wird in Kürze eine Automatisierung installiert!

Augsburg und München erhalten das komplette Fällmittel, dass sie ihren Grenzwert von 0,1 mg/l einhalten können und die anderen bekommen nichts.

Verordnung zum Umgang mit angezeigten Betriebsstörungen in Folge von Lieferausfällen bei notwendigen Hilfsstoffen und -mitteln des Bundeslandes Sachsen ist praktisch nicht umsetzbar. Eine qualifizierte Bewertung der Auswirkungen auf die Gewässerökologie,... ist für einen Anlagenbetreiber im Vorfeld der Störung nicht ohne zeitaufwendige Gutachten von Experten machbar. Bis das Gutachten vorliegt, ist der Vorfall bereits eingetreten.

Grenzwert erhöhen, so das es gerade noch umweltverträglich ist. Für kleinere Kläranlagen, die größtenteils Simultanfällung haben den Grenzwert variabel gestalten z.B. (Mindestwert 2 mg/l + 10 - 20 %)

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Es ist befremdlich, dass das Referat W13-Gewässerschutz- Herr Lutter diese Befragung initiiert, obwohl das zuständige Landesministerium für Abwasser bereits im Juni 2022 per Erlass mitgeteilt hat, dass es Lieferschwierigkeiten schon für Chemikalien der Abwasserbehandlung gibt.

Aufgrund dieser Meldung aus Juni 2022, sind verschiedene Umfragen durchgeführt worden, auf die im Wege der Amtshilfe schon seit Wochen hätte zugegriffen werden können.

Diese Befragung läßt den Schluss zu, das in der Frage der Zurverfügungstellung von Fällmitteln für die Abwasserbehandlung keine Zusammenarbeit besteht und daher seit Juni 2022 keine Vorschläge für das weitere Vorgehen herausgegeben wurden.

Uns als Abwasserbehandlungsbetrieb sind die Auswirkungen auf die Gewässer bewusst. Daher ist es dringsten notwendig Fällmittel zu Verfügung zu stellen, da bei nicht vorhanden sein der Fällmittel der Zu und Ablauf nicht abgestellt werden kann. Im Leitungssystem der Zuführung zur Kläranlage sind keine Abstellschieber eingebaut.

Grenzwerte in so ein Situation Lockern wenn man alles möglich getan hat um genügend Mittel zu bekommen.

Bitte sorgen Sie dafür, dass FeCl₃ wieder hergestellt wird und sich die betriebliche Situation dadurch wieder entspannt. Die Kosten explodieren und von Aluminiumsulfat wird deutlich mehr benötigt als von FeCl₃.

Eine klare Aussage zum Fällmittelnotstand wäre sehr wünschenswert!

Erleichterungen/Beschleunigungen im Falle von Genehmigungsanträgen für neue oder zu erweiternde Produktionsanlagen für Fällmittel
Maßnahmen, um die weitere Abwanderung der Fällmittel-Produktionen außerhalb der EU zu verhindern bzw. zu reduzieren.

Im Falle eines Fällmittel Notstands wird vom Betreiber erwartet, dass von ordnungsrechtlichen und abgaberechtlichen Sanktionen abgesehen wird!

Wir benötigen gar keine Fällungsmittel, da wir keine Aufbereitungsanlage haben.

Umdenken in der Energiepolitik

Ein bundesweit einheitliches Konzept zum Vorgehen bei Notfällen und nicht immer die ganze Verantwortung auf die untersten in der Kette abwälzen.
Vernünftige Vorschläge, nicht so wie im Schreiben vom LfU, in der z.B. Bio-P empfohlen wird, ein Prozess der Wochen benötigt um zu funktionieren.
Keiner von uns leitet absichtlich höhere Werte in ein Gewässer, sollte es aber aufgrund von Lieferschwierigkeiten nicht anders möglich sein, dann benötigen wir den entsprechenden Rückhalt. Desweiteren ist in der Herbst/Winterzeit ein höherer P-Wert bei weitem nicht so schlimm als im Sommer. Da wäre es eine Überlegung wert ob mit aller Gewalt zu dermaßen überhöhten Preisen eingekauft werden muss!!!

Die Anlagen können nicht für die Überschreitung der Grenzwerte wegen der Mangellage verantwortlich gemacht werden!

Überwachungswert P 0,8mg/l, Betriebsmittelwert aufgrund WRRl 0,18mg/l, Dosierung seit Oktober auf ÜWW angepasst, ca. 20% Einsparung FeCl-3

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Wir betreiben 65 Kläranlagen. Daher ist keine genaue Auflistung von verfügbaren Fällmitteln in unseren Lagertanks möglich. Je nach Anlagengröße reichen die bevorrateten Mengen zwischen wenigen Tagen bis hin zu Monaten. Da wir täglich Anlieferungen erhalten, ändern sich diese Zustände auch immer ganz schnell.

Derzeit gibt es am Markt nur eine begrenzt verfügbare Menge Fällmittel, die sich alle Anlagenbetreiber und auch die Kollegen aus der Trinkwasseraufbereitung teilen müssen. Die verfügbare Menge könnte deutlich gesteigert werden, wenn Betriebsmittelwerte aufgegeben werden und den Betreibern erlaubt wird, die Überwachungswerte ihrer Anlagen einzuhalten. Dies dürfte zu einer Entspannung im Markt führen.

Außerdem sollte in begründeten Fällen auf die Zahlung einer erhöhten Abwasserabgabe verzichtet werden. In beiden Fällen zeigen sich Bund und Bundesland bislang wenig flexibel.

Bayern ermöglicht als einziges Bundesland keine vorübergehende Erhöhung der Grenzwerte. Selbst eine minimale, vorübergehende Erhöhung um 0,5-1 mg/l P-Gesamt hätte großes Einsparpotential zur Folge.

Nicht soviel Fragen.... Machen

Mangel in der Logistik (Fahrermangel, Fahrer mit Gefahrgutzulassung), unruhige Marktsituation, es fehlt Salzsäure als Ausgangsstoff bei der Herstellung von FeCl

das Fällmittel Eisen-III-Chloridsulfat wurde auch zur Entwässerung des Klärschlammes eingesetzt. In diesen Bereich laufen noch Versuche mit alternativen Flockungsmitteln. Ein zufriedenstellendes Ergebnis scheint erreichbar zu sein.

Wenn Betreiber nachweislich kein Fällmittel beziehen kann und kein Fällmittel vorhanden ist, dann sollte der ÜW ausgesetzt werden. Den Betreiber trifft keinerlei Schuld. Zudem sollten lange Transportwege z. Bsp. aus dem Ausland und unverhältnismäßig hohe Kosten für die Betreiber zur Beschaffung von Fällmittel vermieden werden. Bewertung/ Befreiung vom ÜW evtl. nach Größenklasse der KA und/oder nach Zustand des Vorfluters.

wir haben im August getankt und es reicht ca. 12 Monate .

Was bis dahin Passiert muss man abwarten , natürlich im frühjahr schon Anfragen machen und sich erkundigen

Aktuell sehen wir aufgrund der benötigten Hilfsmittel und den Lagerbestand den Prozess der Indirekteinleitung nicht gefährdet.

Wenn Betreiber nachweislich kein Fällmittel beziehen kann und kein Fällmittel vorhanden ist, dann sollte der ÜW ausgesetzt werden. Den Betreiber trifft keinerlei Schuld. Zudem sollten lange Transportwege z. Bsp. aus dem Ausland und unverhältnismäßig hohe Kosten für die Betreiber zur Beschaffung von Fällmittel vermieden werden. Bewertung/ Befreiung vom ÜW evtl. nach Größenklasse der KA und/oder nach Zustand des Vorfluters.

Bei der Festlegung der Maßnahmen, die Betriebserfahrungen der Kläranlagenbetreiber (operativer Bereich) mit einfließen lassen. Das Betriebspersonal auf den Anlagen gibt sein Bestes um möglichst gut Reinigungswerte zu erreichen.

Kommunen/Rathaus/Bürgermeister/in deutlich über die Situationen und Herausforderungen auf den Kläranlagen, auch für an das Personal informieren dass die Arbeit geschätzt wird was nicht immer der Fall ist. Danke :)

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Wir haben den Einsatz des alternativen Fällmittels bereits vor drei Wochen bei der genehmigenden Behörde angefragt. Diese hat zunächst generell den genehmigten Einsatz von Fällmittel in Frage gestellt. Die Genehmigung konnte bewiesen werden. Die Erlaubnis für den Einsatz des alternativen Fällmittels steht weiterhin aus. Wir erwarten weitere bürokratische Hindernisse.

da wir im Bereich Trinkwasser kein Fällmittel einsetzen, tangiert uns das Thema nicht

Wir verwenden in der Brauerei keine der genannten Stoffe, Aufbereitung Kiesfiltration und Umkehrosmose.

Verlegung der Produktion in den europäische Binnenmarkt

Erlass bzgl. Abwasserabgabe hinsichtlich der Fällmittelnotlage

sichere Versorgung

Vorübergehende Erlaubnis zur Einleitung erhöhter P-Ablaufsrachten. Förderungen zu Umbaumaßnahmen erhöhen.

Die Sicherheit der Beschaffung von Eisen(III)-Fällmittel herstellen.

keine Eliminierung von Phosphor

Für die nächsten 6 Monate ist keine Mangellage ersichtlich; weiteres bleibt abzuwarten. Lagerbestände werden frühzeitig aufgestockt.

Wir setzen schon seit Jahren ein Fällmittel zur Phosphatreduzierung der Firma " aqua terra Bioprodukte GmbH " in 63543 Neuberg ein. Das Fällmittel trägt den Namen Bio Pol und besteht nicht nur aus chemischen Bestandteilen. Selbst den Wert von 0,3 mg/l Phosphat halten wir hiermit ein.

Das wäre eine Alternative zu rein chemischen Fällmitteln !

An unserem Beispiel (Stadtentwässerung Lingen) sehen wir, dass wir trotz Ausschöpfung aller Mittel mit Aluminium-Fällmitteln die Ablaufgrenzwerte für Phosphat nicht einhalten können. Ganz aktuell ("gerade reingekommen") sieht es so aus, dass wir ab nächste Woche wieder Eisenlösung bekommen können.

Eine sichere und langfristige Lageentspannung wird nur durch Aufnahme einer gezielten Fällmittelproduktion (Abkehr von der Erzeugung als Koppelprodukt) erreichbar sein!

Preisbremsen auch auf Chemikalien, um wettbewerbsfähig zu bleiben

Die Lieferindustrie sollte analog der Aufgabenträger der kritischen Infrastruktur zugeordnet werden, damit in Krisensituationen der Staat einen Zugriff vornehmen kann. Zulieferer kritischer Infrastruktur sollten nicht an ausländische Eigentümer verkauft werden, auch nicht in Anteilen. Beispiel Kronos International, amerikanischer Eigentümer...

Eine objektive technische Betrachtung der Situation und keine nutzlosen Vorschläge wie "Dann muss man halt auch andere Lieferanten erwägen oder auch im Ausland einkaufen"!

Betreiber von Kläranlagen sind auf Lieferungen von Fällmittel angewiesen. Der Umstieg auf alternative Fällmittel ist nicht einfach. Er ist immer von der gesamten Anlage und Anlagenteilen abhängig. Wir als Betreiber versuchen schon unser Möglichstes um Grenzwerte einzuhalten.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Nichtsdestotrotz sollte das Land schnell reagieren und somit die Betreiber entlasten. Möglichkeiten wären die Erhöhungen der Grenzwerte im Auslauf.

Bei einem plötzlich eintretenden Lieferstopp oder Notstand, den Kläranlagen entgegen zu kommen und die Grenzwerte von Pges auf ein Niveau anzuheben, welches den Kläranlagen erlaubt auch ohne Fällmittel für einen gewissen Zeitraum passende Maßnahmen zu ergreifen, um die Phosphorelimination bestmöglich in den Griff zu bekommen.

Es wird extrem viel Fällmittel verbraucht um Grenzwerte von P gesamt 0,3 mg/l einzuhalten. Ist es Sinnvoll für 0,1 - 0,2 mg P Reduzierung so viel Fällmittel zu Verbrauchen wo dann bei Anderen Anlagen fehlen. Deshalb würde ich mir wünschen dass für diesen Notfall der einzuhaltende Grenzwert leicht erhöht wird.

Es wäre wünschenswert, wenn für die einzelnen Fällmittel ein Preis (€/t) Monatsweise veröffentlicht wird, um aus zu schließen, dass Lieferanten die Marktlage ausnutzen und unbegründeter weise erhöhte Preise nehmen.

Unser Fällmittel ist ein Mischprodukt der Fa.VTA mit dem Namen ProtoFloc Dual F47
Die Zusammensetzung lautet wie folgt:
Primärflockungsmittel der allgemeinen
Formel $Al_xFe_{1-x}(OH)_yCl_{3-y}$ mit Zusatz von Erdalkaliionen.

Anlagen mit Faulbehälterbetrieb und BHKW sollten vorrangig mit Eisenprodukten beliefert werden um die Eigenstromversorgung sicherzustellen.

kümmert Euch drum, staatliche Eingriffe in die Erzeugung durchsetzen, freier Markt gefährdet ggf. Umwelt

Vor kurzen haben wir eine Mitteilung bekommen wo wir in Zukunft unsere Einleitwerte extrem verschärft bekommen. Nun sind wir an einem Punkt wo einige meiner Kollegen nicht einmal Ihre jetzigen Werte einhalten können. Ich sehe den Einsatz des Fällmittels als sehr fraglich da wir hiermit die Gewässer versalzen. Schulungen für die Klärwärterkollegen die Bio P Situation an Ihren Anlagen voranzutreiben wäre einmal wünschenswert in meinen Augen.
H.B.

Bitte kein Bürokratiemonster erschaffen. Als Anlagenbetreiber haben wir momentan genug um die Ohren. Energie-, Verbrauchsmittel und Ersatzteilpreise explodieren, Fachfirmen sind im Dauerstress und lassen auf sich warten. Dazu kommt noch die aktuelle Diskussion und Maßnahmenumsetzung der Black-Out-Absicherung.

In Frage 5 wird der Lagerbestand in t/a abgefragt. Eingegeben ist die aktuelle Lagermenge in t.

Bei drohender Knappheit Lieferverfügbarkeit sicherstellen.

Senkung von Energiepreisen für Chemieindustrie

Aussetzung/Anhebung der entsprechenden Grenzwerte zur Aufrechterhaltung des eigentlichen Reinigungsbetriebes, der nicht von diesen Fällungsmittel betroffen ist (Notbetrieb).

Die Gemeinde Slnzing betreibt 2 KAs, mit 6000 bzw. 588 EW.

Bereitstellung bezahlbarer Fällungsmittel

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Subventionierung von Phosphat Analysern.

Grenzwerte erhöhen

wir besitzen insgesamt 3 Anlage mit unterschiedlichen Verbräuchen und Bevorratung, wir haben hier die kleinste Anlage gewählt

Ausweichlösung wurde gefunden

Wir benutzen keine der genannten Stoffe

Schnellstmöglich die Energiepreise senken dann erholt sich auch der Markt und die Produktion wird erhöht und die Nebenprodukte sind wieder verfügbar.

Unser Lieferant regelt den Markt vorbildlich und versorgt seine "Stammkunden", diese ist leider selten der Fall da oftmals häufig wechselnde Lieferanten durch die Vergabevorschriften.

Es gibt nur eine gewisse Menge und diese muss vernünftig eingesetzt und verteilt werden und nicht irgendwelchen anderen Stoff eingesetzt werden und gewisse Lieferanten rufen extreme Preise ab.

Runderlasse für die Eisensalz-Krise gibt es aktuell nur in den Bundesländern SH, NI und MVP - eine bundeseinheitliche Lösung wäre für ein in 8 Bundesländern produzierendes Unternehmen hilfreich

Versorgungssicherheit gewähren oder die Grenzwerte nach oben anpassen.

Als Referenzangaben wurde die Kläranlage Brauheck-Dohr-Faid herangezogen. Diese ist mit einer Ausbaugröße von 18.600 EGW ausgelegt.

Die Gesamte EGW (rd. 69.000) unseres Abwasserwerkes ist verteilt auf insgesamt 6 Kläranlagen.

Eine klare Aussage hinsichtlich der Grenzwerte für Pges und der Folgen bei Überschreitung. Sowie eine Aussetzung der Grenz- und Zielwerte.

Es wird geprüft, ob an der Anlage ein anderes Fällmittel zum Einsatz kommen könnte.

Unverhältnismäßig hohe Fällmittelkosten, die die Betriebsmittelkosten der Kläranlagen extrem erhöhen und somit auch auf die Abwassergebühren niederschlagen werden.

Wir wünschen uns einen angemesseneren Umgang in Bezug auf Notstände und Einhaltung von Grenzwerten.

Verfügbarkeit sicherstellen!

zu 7.1. Glücklicherweise waren wir von dem Thema Engpass noch nicht betroffen, jedoch von der Preissteigerung die angeblich auch mit dem "Brexit" zu tun habe. Das Material würde aus Englands Fabriken kommen. Warum nicht aus Deutschland?

7.4: Derzeit noch keine Gespräche mit der Nachbarkläranlage geführt.

Zu 8: Aufgrund der geringen Zudosierung haben wir uns derzeit mit dem Thema noch nicht befasst.

Aussetzung der Grenzwerte bei anhaltendem Notstand

Proaktive Aussetzung der P-Überwachungswerte durch die Länder während des Fällmittelnotstandes...

Immer die Kirche im Dorf lassen und unsere Gewässer nicht zu sehr aufsalzen.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Übergangsweise Anpassung der Überwachungswerte auf die Mindestanforderungen der Abwasserverordnung solange der Engpass bei der Fällmittelversorgung anhält. Prüfung ob befristete Änderungen bei WHG und AbwAG möglich sind bzw. Anpassung der Vollzugsrichtlinien. Bund und Länder könnten sich ggf. auch bei einschlägigen Fällmittelherstellern unterstützend einbringen, um Produktionsstätten am Markt zu halten, z. B. zur Abfederung der hohen Energiekosten bei der Produktion oder bei der Beschaffung der erforderlichen Rohstoffe.

leichte Erhöhung der Grenzwerte

Keine abwasserabgabetechnischen Sanktionen bei Probetrieb zur Austestung der Bio-P-Kapazitäten bei begrenzten Bescheidswertüberschreitungen < 100%

Wir setzen bei uns im Betrieb keine Fällungsmittel für das Abwasser ein.

Fällmittelproduktion verstaatlichen!

Bei uns gab es bis Stand heute keine Probleme bei den Bestellungen so wie keine Lieferverzögerungen. Also keine merkliche Knappheit

Wir möchten Sicherstellung der benötigten Verbrauchsmengen, nicht nur für Flockungsmittel, sondern für alle anderen Chemikalien, die wir für unseren Prozess brauchen.

Nein, nur dafür sorgen das die Engpässe enden

Phosphat grenzwert eventuell höher setzen falls kein Fällmittel verfügbar ist.

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Es ist ja schön das man sich jetzt schon Gedanken macht.
Aber wäre es nicht Sinnvoller darüber zu reden wie man den Betreibern/Komunen vor Kläranlagen in der Frage was ist wenn die Grenzwerte nicht eingehalten werden können durch mangel an Fällmittel.
Ob man dann den Grenswert aussetzt für die Zeit oder anpasst!?
Den Zeitraum wann man der Behörde melden sollte das man z.B. in 2 Wochen kein Fällmittel mehr hat.
Muss man das Dokumentieren wie warum man kein Fällmittel mehr hat und auch es keine Alternativen gibt.
Wer trägt die Kosten für nicht eingehaltene Grenzwerte?

Unsere unfähige und inkompetente Regierung sollte sich in Zukunft über alle möglichen Folgen im klaren sein bevor man wild mit Sanktionen um sich wirft. Aber was will man von einer Bande aus Schulabbrechern auch anderes erwarten.

Wir setzen KEINE Fällmittel ein.

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

Keine dauernden Preiserhöhungen und Zuschläge, Liefersicherheit gewährleisten

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Falls es zu Grenzwertüberschreitungen kommt im Bezug auf Lieferschwierigkeiten des Fällmittels, ein Auge zu zudrücken und keine Strafen zu erlasse.

Die Grenzwerte für gesamt Phoasphat und ortho Phosphat zu erhöhen, um weniger Fällmittel einzusetzen zu müssen.

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Verfügbarkeit der Einsatzprodukte für kritische Infrastruktur absichern

Alternativprodukte vorhanden

Änderung der gesetzlichen Grenzwerte bei Mangellage Fällmittel. Wir beziehen bei der Donau Chemie AG in Österreich. Unser Zulieferer produziert verlässlich, wir bekommen Fällmittel immer pünktlich

Aktives Mitwirken von Bundes- und Landes-ministerium; Preisbremse auf Fällmittel; Konkreter Maßnahmenplan für Kläranlagen, wenn kein Fällmittel mehr verfügbar ist und keine Alternativen möglich sind.

Alternativprodukte vorhanden

Alternativprodukte vorhanden

Sollte sich der Notstand ausweiten, wäre eine Anpassung der festgeschriebenen Einleiterwerte wünschenswert!

gffls. tolerierbare Abweichungen von Grenzwerten

endlich die Industrie entlasten, damit diese wieder produktiv wird

Alternativprodukte vorhanden

- in unserem Freibad werden im Jahr ca. 100 l Aluminiumhydroxidchlorid verarbeitet. eine ähnliche Menge haben wir lagernd

leider können wir Sie dahingehende nicht weiter unterstützen da wir keine weitere Wasseraufbereitung im Gemeindegebiet haben.

Es wäre sehr wünschenswert, wenn wir Betreiber eine sehr Transparente und Aktuelle Lageberichterstattung erhalten könnten. So wäre unser weiteres Vorgehen und Handeln etwas planbarer.

Ich habe leider die große Befürchtung, daß aus dem Notstand der eine oder andere Fällmittelanbieter hier die Gunst der Stunde ausnützt und das große Geld aus der Notlage schlägt!

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

Liefersituation für EisenIIIChlorid scheint sich nach Aussage unseres Einkaufs aktuell etwas zu entspannen; Tankware ist aber für uns wegen unseres kleinen Tanks nicht zu bekommen. Nur große Tankzulieferungen sind möglich Wir bleiben daher b. a. w. auf PAC

- 1.) Aufforderung an Rohstoffhersteller (z.B. Salzsäureproduzenten) zu liefern.
- 2.) Fällmittel-Hersteller zur Absicherung der Rohstoffbeschaffung auffordern (Dokumentation)
- 3.) Benennung besonders schützenswerter Gewässer

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

- 4.) vorübergehende Anpassung der Pges-Einleitungswerte anhand der Gewässeranforderung
- 5.) vorübergehendes Aussetzen der Gewässerüberwachung

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Pragmatisch, Verdoppelung des Überwachungswertes um den Fällmittelverbrauch zu strecken (besser Reduktion des Phosphoreintrags als gar keine Fällung). Preisdeckel für Fällmittel und ggf. vereinfachtes Verfahren zur Aussetzung des Überwachungswertes P. Aussetzung von Strafen und erhöhter Abwasserabgabe bei Überschreitungen des Grenzwertes P, dafür monatlicher Lagebericht an die UWB zur Nachweisführung der Fällmittelknappheit.

Aufweichung des Grenzwertes Phosphor in den Wintermonaten bei weniger empfindlichen Gewässern.

Der Ausfall der Fällungsmittel führt in vielen Fällen zum Ausfall betriebener BHKW und damit zu direkten Auswirkungen auf den Strommarkt durch hohe Anfragen in Stromhändlerkreisen. Somit auf den Strompreis und das derzeit diskutierte Schwarzfallszenario. Eisensalzlösungen werden u.a. zeitgleich zum Entschwefeln des Abwassers (Doppelfunktion) eingesetzt. Eine Anhebung des Grenzwertes wäre daher dringend geboten, da es die Verfügbarkeit der Fällmittel wieder erhöht. Das Produkt wird derzeit über Skandinavien eingeführt, da der Strompreis (Elektrolysen etc.) innerhalb Deutschland (hier Chemiedreieck Bitterfeld) eine Herstellung hier nicht mehr zulässt. Nach unseren Nachforschungen in Bezug auf Alternativen, betrifft es auch die Chemiedreiecke Leverkusen (Fällmittel) sowie die Herstellung der Vorprodukte (Salzsäure). Eine Intervention dazu beim zuständigen staatlichen Wasserwirtschaftsamt traf auf Ablehnung in Mangel an Erkenntnis zum Sachstand. Diese Behörden beraten aber letztendlich die Landesämter. Die Folge (Ausfall) wäre dann auch neben Anstieg externen Energiebezuges, ein Einleiten großer Phosphorfrachten in den Vorfluter. Aktueller Verbrauch für beide Gk5 Anlagen ca. 3600 t/a.

- 1) Rechtlicher Rückhalt und Beistand bei Überschreitungen der Grenzwerte
- 2) Alternativen suchen - > Bundesumweltamt

Lösungsvorschlag wie gegeben. Aussetzung der P-Kullise während der Zeit der Fällmittelknappheit.

Bei der Abwasseranlagenüberwachung , die Grenzwert für Phosphor , zu erhöhen oder auszusetzen .

Negative Auswirkungen auf die Abwasserabgabe für den Betreiber verhindern. Kurzfristiges Erhöhen der Überwachungswerte.

Nicht von Behördenseite verlangen das Fällmittel Weltweit gekauft werden sollen. Wie in einem Schreiben in Hessen Verlangt. Geht an der Realität vorbei.

Haut den Spekulanten auf die Finger

Man sollte versuchen die Komplexität der Wirtschaft in Ansätzen zu verstehen und endlich die richtigen Entscheidungen treffen !

Kooperation mit den Fällmittelherstellern zur Erhöhung der Produktion

Sofern der P-Grenzwert des Erlaubnisbescheides aufgrund Fällmittelknappheit nicht eingehalten werden kann, wären wir dem Land RP sehr verbunden dass die Vergünstigung bei der Abwasserabgabe auch weiterhin gewährt wird.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Sicherstellung der für die Einhaltung der Ablaufwerte erforderlichen Fällmittellieferungen. Falls dies nicht möglich ist, klare Regelungen für die Anlagenbetreiber.

Bei einer Grenzwert-/Bescheidswertüberschreitung von P und der Abwasserabgabe ein Auge zu drücken

Es ist angedacht, in neuen wasserrechtlichen Erlaubnisbescheiden strengere Anforderungen an Pges. zu stellen. Dies sollte ggfs. für einen gewissen Zeitraum ausgesetzt werden.

Sicherung der Lieferketten, Aufweichung oder Aussetzung des Grenzwertes

Wie gesagt in Bezug auf Energiewirtschaft (sichere Strom- und Wärmeversorgung) und deren Wasseraufbereitung sowie Abwasserbehandlung sind vor allem die Betriebsstoffe Salzsäure, Ammoniakwasser und teilweise Flockungshilfsmittel kritisch.

Aufweichung der Grenzwerte, Lieferkettensicherheit

Aufgrund der guten Rohwasserbeschaffenheit ist kein Fällmittel in der Trinkwasseraufbereitung erforderlich.

wir benötigen kein Fällmittel

Zuschüsse für Nachrüstung von Messgeräten

Rücknahme der Zielwertvereinbarung um Betreiber zu entlasten.

Aussetzung des Überwachungswertes P

Da nicht jede kommunale Kläranlage auf Bio-P Verfahren zurück greifen kann, sollte über eine Übergangsweise Erhöhung der Ablaufgrenzwerte P gesamt nachgedacht werden.

Vertrag des langjährigen Fällmittellieferanten wurde zum Jahresende gekündigt. Vertragsschluss mit neuem Lieferanten ab 01.01.2023 steht unmittelbar bevor. Vorrassichtliche Lieferung für das gesamt Jahr 2023 (380to.)

Sammel(Groß)bestellungen von Fällmittel des Bundes und Lagerung, bei Bedarf Weiterverkauf an die Kommunen.

Die Gemeinde Hochstadt am Main benutzt in der Wasserversorgung keine Fällmittel.

Produkt wird vorwiegend für Schlammabsetzverhalten eingesetzt und nicht zur P-Fällung. Grenzwert aktuell noch 5 mg/L.

Nein, nicht relevant.

Nein.

Beim Verband liegt derzeit kein Notstand vor. Die Zeiträume von Bestellung und Lieferung haben sich jedoch wesentlich verlängert (ca. 1 Monat).

bei Fällungsmittel (noch) keine Engpässe, aber insbesondere HCl und Ammoniakwasser für Wasseraufbereitung und teils Abwasserbehandlung (Neutralisation) äußerst kritisch => Gefährdung Strom- und Wärmeversorgung

Prognose zur zunkünftigen Lieferbarkeit von Eisen-II-Sulfat (Kronos Werk)

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Einfache und klare behördliche Regelungen bei Grenzwertüberschreitungen infolge Fällmittelnotstand hinsichtlich Ordnungsrecht und Abwasserabgabe.

Aktuell sind keine Lieferengpässe bekannt, Fällmittel wird weiterhin "just in time" bestellt & geliefert. Daher keine Änderung der Fahrweise bzw. des Fällmittels geplant.

Wunsch: Überwachungswerte anpassen an die Situation

Das Fällmittel ist ein Aluminiumchlorid (AlCl_3) und Eisen(II)-chlorid (FeCl_2) Gemisch.

Aussetzung des Überwachungswert 1 mg/l und als Grenzwert die Mindestanforderung von 2 mg/l anwenden.

Prüfung gemäß AwSV in Bezug auf die bestehenden Lagerbehälter/Bunker über die Lagerung der alternativen Fällmittelprodukte!!

Überwachungswerte vorübergehend anheben

Bei wiederkehrenden wirtschaftlichen Engpässen, sollte über eine umweltverträgliche Anpassung des Grenzwert nachgedacht werden.

Bei höheren Grenzwerte braucht man weniger Fällmittel, und spart dadurch Kosten.

Wir haben Fällmittel nur für Versuche bzw. Sonderreinigungen eingesetzt. Hier gab es keine bisher Engpässe. Eine Bewertung der Marktsituation kann von uns nicht vorgenommen werden, da wir die Fällmittel nicht im bestimmungsgemäßen Betrieb einsetzen.

Bundesregierung muss schneller handeln und die Preise im Normal halten

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Regelung bei Überschreitung, Was passiert bei Gebührenanhebung aufgrund weniger Eigenverstromung und erhöhten Fremdgasverbrauch? Priorisierung von Gewässern und Kläranlagen, Aufbau einer Logistik für die Verschiebung von Fällmitteln, Aufbau einer öffentlich-rechtlichen Fällmittelherstellung

Für die Zeit der Fällmittelknappheit nur noch Einhaltung der gesetzlichen Grenzwertvorgabe von Pges. 1 mg/l (Größenklasse 5). Derzeit 0,5 mg/l im Erlaubnisbescheid !!

Aussetzung des im Erlaubnisbescheid festgelegten Überwachungswertes für Pges. im Ablauf der Kläranlage, bis die Versorgung mit Fällmittel wieder sicher gestellt ist.

Aussetzen der behördlichen Beprobung im Abwasser, Anlagenkontrolle nur noch mittels Eigenkontrolle, Behörde erhält die Eigenkontrollberichte zur Information,

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

(an Bezirksregierung) ggf. sollte die Verschärfung von Überwachungswerten (Pges) verschoben werden

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

Wir beziehen im Unternehmen das Eisen-3-Chlorid bereits aus dem Ausland. Ist von unseren Lieferanten nicht lieferbar!!!

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Wir haben vorgesorgt und noch einen hohen Vorrat besorgen können, und deshalb akutell keine Nöte. Trotzdem ist das Thema Fällmittelknappheit in Fachkreisen in aller Munde. Eine Möglichkeit der Knappheit entgegen zu wirken wäre die Aussetzung des Grenzwertes (zeitweise).

Alternativprodukte vorhanden

Mal Gedanken machen über die Auswirkung von Fällmittel im Gewässer.

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

Versorgung der Industrie mit Salzsäure und dafür notwendige Energie zur wirtschaftlichen Produktion muss seitens Bund/Land gesichert werden.

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

- Fällmittel normal: PWT-FLOCK AFC-4337b (Aluminiumchlorid/Eisen-II-chlorid Lsg.)
- Menge Fällmittel Monatsdurchschnitt [in t/Monat]: 5,85 t/Monat
- Lagerbestand [in t]: 23,53 t
- Zugesagte Liefermenge [in t]: 19
- Lieferzusage [ja oder nein]: ja
- Zeitraum Lieferzusage für ... [Monate]: Lieferzusage für Januar 2023

Alternativprodukte vorhanden

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Anmerkungen und Wünsche zu diesem Punkt wären zu stark von politischer Meinung geprägt, als dass sie sachdienlich wären.

Konkrete Aussagen, wie man vorgehen/dagegen angehen soll.

Kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden.

Aussetzen des Grenzwertes auf 3 bis 6 Monate

Notfalls Grenzwerte Anheben

Machen sie uns Betreiber die Erlaubnis in einen Streckbetrieb zu gehen einfacher. Derzeit fragt jeder bei seinen Lieferanten nach und bekommt nur Absagen oder unbefriedigende Antworten!!!

Alternativprodukte vorhanden

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Es muss geklärt werden, dass P-Grenzwertüberschreitungen aufgrund von nicht vermeidbarem Fällmittel-Mangel nicht sanktioniert werden hinsichtlich Abwasserabgabe und Straftatbestand gegen den Betreiber der Kläranlage.

Warum wurde kein Aluminium-Eisen (II)-Chlorid bei den Fällmitteln aufgeführt?

Solange die Bundesregierung Kohlekraftwerke wieder ans Netz nimmt, was für die Umwelt sicher schädlicher ist als die Erhöhung eines Einleiterwertes von P, müsste man überlegen, ob man nicht die Fällmittel sparsamer einsetzt und daraus resultierende höhere P-Werte im Ablauf der Kläranlagen in Kauf nimmt.

Irgendwann entspannt sich die Lage wieder !!!

Zeitlich begrenzte Anpassung des Einleitewertes

Die zuständigen Behörden sollten sich nicht zurücklehnen und trotz Fällmittelknappheit auf die Einhaltung der Überwachungswerte pochen und die Kläranlagenbetreiber mit der Mangellage alleine lassen.

Im Winterbetrieb Bescheid Phosphat aussetzen. Überprüfung ob erhöhte Grenzwerte für die Isar notwendig sind.

Alternativprodukte vorhanden

Einleitwerte befristet aussetzen, wenn absolut keine Fällmittel zur Verfügung stehen.

Alternativprodukte vorhanden

Alternativprodukte vorhanden

Haben keine Lieferschwierigkeiten

Großzügigere Herangehensweise, wenn die Fällmittel nicht geliefert werden, z. B. viel zu viel Papierkram.

Bessere Unterstützung der Anlagenbetreiber, um das benötigte Fällmittel rechtzeitig in ausreichender Menge zu bekommen.

Alternativprodukte vorhanden

Ein zeitweiliges Aus- bzw. Heraufsetzen der Phosphor-Einleitwerte für Kläranlagen, bis sich die Lage auf dem Markt entspannt hat und z. B. HCL zu vernünftigen Preisen gehandelt wird. Es ist nicht abzusehen, wie lange Anlagenbetreiber, die in jeder Form gestiegenen Preise für Rohstoffe, Materialien und Energie noch abfedern können, ohne den Bürger zusätzlich zu belasten.

An den Bund:

Industrie entlasten, dass wieder Titandioxid hergestellt wird.

Schuld an der Fällmittelkrise sind einzig die stark gestiegenen Energiepreise, die ALLEIN durch Sanktionen der EU (getrieben durch den Bund) an Russland verursacht worden sind.

Im Winter Bescheid Phosphat aussetzen, sind die Einleitungswerte (1mg/l) für die Isar notwendig?

Mehr Unterstützung durch die WWA's bei der Beratung von Alternativen zu den bestehenden Fällmitteln.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

kein akuter Notstand erkannt, Alternativprodukte vorhanden, Preissteigerungen müssen akzeptiert werden

höhere Ablaufwerte erlauben

ggf. Aussetzung der Abwasserabgabe für Phosphor bei Ausfall der P-Fällung durch Lieferengpass

- Grundstoffindustrie in Deutschland stärken
- Notfallkapazitäten schaffen
- prioritäre Aussetzung von Überwachungswerten

Aussetzen von Ordnungswidrigkeitsverfahren ggü. Betreibern bei Überschreitung des Grenzwertes P.

Einheitliche Verteilung/Zuweisung von Fällmitteln auf Bundesebene an die Kläranlagenbetreiber.

Gerechtere Verteilung im Hinblick auf die Anlagengröße.

Herabsetzung der Grenzwerte für P.

Negation von wirtschaftlichen Nachteilen bzw. ordnungsrechtlichen Strafverfahren bei Überschreitung von herabklärten Werten (z. B. P).

Zunächst sollte die Mangelsituation im politischen Raum ressortübergreifend anerkannt werden. Um Rechtssicherheit zu erhalten, erwarten wir, dass die im Rechtsgutachten aufgezeigten Lösungsansätze im Vollzug angewendet werden.

Mittelfristig wäre sicherzustellen, dass die Produktion erforderlicher technischer Betriebsmittel zur Aufrechterhaltung der Wasserver- und Abwasserentsorgung als kritischer Infrastruktur durch geeignet

Maßnahmen gewährleistet wird. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Anforderungen

an die Abwasserreinigung durch weitere Reinigungsstufen in absehbarer Zeit zunehmen werden und damit auch der Bedarf an Fällmitteln wie beispielsweise bei der Flockungsfiltration.

Insgesamt zeigt die Mangellage den Anpassungsbedarf des Wasserrechts hinsichtlich der Aufnahme

notwendiger „Sonderegelungen für Ausnahmesituationen“, die sowohl den Betreibern als auch Behörden

das rechtsichere Handeln ermöglichen.

Aus Gründen der Ressourceneffizienz beim Einsatz der Fällmittel, wäre aus unsere Sicht eine Umstellung der Überwachungspraxis auf die 24h-Mischprobe sinnvoll. Die in die Gewässer eingeleitete Salzfracht würde damit außerdem reduziert werden ohne das die Gewässergüte dadurch beeinträchtigt wird, da diese von der Fracht und nicht von der Spitzenkonzentrationen abhängig ist.

Wir sind kritische Infrastruktur. Das Thema Engpass bei Chemikalien kann zum Versagen der Wasserversorgung kommen da die TVO nicht mehr eingehalten wird. Wunsch ist hier, dass diese Engpässe frühestmöglich kommuniziert werden um möglichst langen Vorlauf zu haben und einen rechtlichen Rahmen im Havariefall, wie z.B. ohne Chemikalien wir weiterproduzieren sollen, müssen dürfen und wie/mit welchen gesetz. Anforderungen.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

In Krisenzeiten sollten ggf. die Überwachungswerte und Mindestanforderungen den tatsächlichen Gegebenheiten angepasst und nicht noch verschärft werden. Die aktuellen Rahmenbedingungen bedeuten Lieferengpässe und enorme Preissteigerungen sowie Fachkräftemangel. Diesen Fakten wird politisch nicht ausreichend Rechnung getragen und als Kläranlagen-Betreiber fühlt man sich alleine gelassen. Zum Glück ist der Zusammenhalt zwischen den Betreibern im Nachbarschaftsraum groß und die Hilfsbereitschaft gegeben, dies kann jedoch nicht überstrapaziert werden. Es müssten zumindest temporäre politische Kompromisse getroffen werden.

Bei nachgewiesenem Mangel an Fällmittel sollten Überschreitungen von Ablaufwerten ohne strafrechtliche oder abgaberechtliche Konsequenzen bleiben. Wenn am Markt unabhängig vom Preis keine Fällmittel zu beschaffen sind, ist von höherer Gewalt auszugehen.

Wir als Betreiber sind bestrebt, die Grenzwerte und die erklärten Werte zum Schutz des Gewässers einzuhalten. Derzeit liegt die (Beweis-)Last ausschließlich beim Betreiber, wenn Werte wegen fehlender FM überschritten werden. Dafür ist eine umfangreiche Dokumentation durchzuführen, ohne das klar ist, ob es am Ende reicht und der Betreiber evtl. doch eine höhere Abwasserabgabe tragen muss. Hier ist ein pragmatischer Ansatz wünschenswert.

Das Unternehmen ist vom Fällmittel Notstand nicht direkt betroffen, allerdings ist die Lage insb. des Salzsäurebezug angespannt, Beschaffungspreis März 2022; 290€/t September: 1760 €/t, Kostensteigerung bei 600 %; Zeitweiße wurde Salzsäure kontingentiert.

mehr Druck von der Politik auf die Hersteller
mehr Verständnis der Politik insbesondere in Hessen

Der derzeitige Mangel an Eisensalzen für die Phosphatfällung zeigt, dass auch Kläranlagen von der momentanen Störung der weltumspannenden Lieferketten für Industriegüter und Stoffe betroffen sind. Es wäre sinnvoll, den Bedarf an wesentlichen industriellen Produkten und chemischen Grundstoffen für Kläranlagen (und Wasserwerke) zu identifizieren und nationale (oder EU-weite) Sicherheitsstrategien für deren Beschaffung, ggfs auch in Form von staatlichen Eingriffen (z.B. finanzielle Stützung der Produktion essentieller Grundgüter; Erhaltung spezieller Industriezweige innerhalb der nationalen Grenzen,...), zu vereinbaren.

Der derzeitige Mangel an Eisensalzen für die Phosphatfällung zeigt, dass auch Kläranlagen von der momentanen Störung der weltumspannenden Lieferketten für Industriegüter und Stoffe betroffen sind. Es wäre sinnvoll, den Bedarf an wesentlichen industriellen Produkten und chemischen Grundstoffen für Kläranlagen (und Wasserwerke) zu identifizieren und nationale (oder EU-weite) Sicherheitsstrategien für deren Beschaffung, ggfs auch in Form von staatlichen Eingriffen (z.B. finanzielle Stützung der Produktion essentieller Grundgüter; Erhaltung spezieller Industriezweige innerhalb der nationalen Grenzen,...), zu vereinbaren.

Der Schlüssel ist die Unterstützung der Grundstoffproduktion. Hier muss die Industrie unterstützt werden.

Preisreduzierung insbesondere bei Natronlauge

Wir haben momentan mit FeCl₃ über unseren Lieferanten keine Lieferschwierigkeiten. Allerdings ist die Lieferzeit bei Polymeren bei ca. 2 Monaten.

Thema Nachhaltigkeit stärker Einfordern.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Die Lieferanten klagen die extrem gestiegenen Energiekosten an und machen diese für die Verknappung der Ware zuständig.

der Einsatz von chem. Fällmitteln steht im Konflikt mit dem Green Deal der EU-Kommission und den Emissionswerten Phosphor in ein Gewässer.

Beim Eintreten einer Mangellage sollte der Gesetzgeber sich Gedanken über die Herabsetzung der Reinigungsanforderungen machen. Dabei wäre es sinnvoll phasenweise auf die Mindestanforderungen zu gehen. Da die Dokumentation immer viel Zeit verschlingt würde ich dafür plädieren, dass man man pauschal eine Zeitraum einräumt.

Eisenhaltiges Fällmittel ist zukünftig weiterhin erforderlich für P-Fällung, Flockenstruktur (Betriebssicherheit) Nachklärung) und H₂S-Bindung für BHKW-Betrieb

Wir setzen keine Fällmittel ein.

Immer Betrachtung der gesamten Abwasserbehandlungsanlage. Fehlende Fällmittel wirken sich nicht nur auf den P aus, sondern finden sich auch im Schlammabtrieb, Verstopfung von Messgeräten durch Schlieren, Anschaffung von neuen Filterplatten bei Probenvorbereitung, Anschaffung von Entschweflern oder anderen Gasreinigungsverfahren. Ob noch weitere Probleme auftauchen ist von unserer Seite her noch nicht absehbar.

Fällmittel Lieferung/Bestellungen sind schwer planbar.

In unserem Fall wurde auf Anfrage vom standart Lieferant im Sommer eine Wartezeit auf Lieferung von 3 Wochen angegeben, diese hatte sich vorrübergehend auf 2 Wochen reduziert. Als wir im Oktober einen Tankzug bestellen wollten, hieß es: "bis mind. Jahresende keine Lieferung möglich, andere Aussagen wären falsch gewesen".

2Wochen später kam die Rückmeldung, dass wir jetzt bestellen können. Alternativie Lieferanten waren mit 350%steigerung sehr teuer, aber wir hatten keine Wahl und bestellten eine Mindermenge.

Wie oben geschrieben Differenzierung der Vorfluter wer leitet wo ein !

Einen vernünftigen Erlass schreiben nicht so einen der aktuell gilt ! Der fordert nur meht Bürokratie und hilft uns auf den Anlagen nicht !!!

Machen Sie etwas das uns auf den Anlagen praktisch geholfen werden kann.

Kosten und Preise deckeln oder vorgeben denn wer soll diese Preise bitte bezahlen !! Wir sind der Industrie ausgeliefert !

Eisen3chlorid soll demnächst produziert werden für 400€ netto das kann es nicht sein.

Alternativprodukte vorhanden

Hinsichtlich einer Absicherung der Produktion und Lieferung von Flockungsmittel sind weitgehend Unabhängigkeiten von "Dritten" notwendig!

Unser Lieferant kann liefern !

Alternativen und Sonderlösungen für Kritische Infrastruktur

Mehr Vorlaufzeit für solche Abfragen und mehr Zeit für Ausfüllen des Formulars (3. Anlauf da Zeit für Eintragungen abgelaufen).

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Die mangelnde Verfügbarkeit an Eisenhaltigen Produkten und an Salzsäure stellt ein großes Problem für die Abwasserreinigung und auch die Eigenstromerzeugung dar.

Hier sollte darauf hingewirkt werden die Produktion wieder zu erhöhen.

Anpassung von Grenzwerten;

Hinsichtlich einer Absicherung der Produktion und Lieferung von Flockungsmittel sind weitgehend Unabhängigkeiten von "Dritten" notwendig!

Evtl. sollte man in diesen schwierigen Zeiten den P-Wert nicht vernachlässigen aber den Anlagenbetreibern nicht gleich mit Strafen in der Abwasserabgabe drohen, sondern aus der 4aus5 Regel eine 2 aus 5 Regel machen, sodas nicht 4 Werte aus 5 den Bestimmungen entsprechen sollten, sondern nur 2 aus 5.

Beseitigung des Notstandes und der hohen Preise an Salzsäure, Natronlauge und Eisen(III)-chlorid.

Es müsste eine von der Wirtschaft unabhängige Produktion der für den Klärprozess relevanten Chemikalien organisiert oder finanziert werden.

Wir benötigen kein Fällmittel

ja, bei kurzzeitigen Grenzwertüberschreitungen während der ständigen Umstellung auf andere Mittel sollte nicht auf die letzte Nachkommastelle geachtet werden bzw. nicht so streng bewertet werden. Die Anlagenbetreiber haben große Probleme.

Wir haben uns für den Notfall mit IBC-Ware (14t) für ca. 2000€/t besorgt.

Wir prüfen zunächst labortechnisch, ob der Einsatz alternativer Fällmittel möglich wäre (Eisen(II)-/Eisen(III)sulfate).

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

Bitte auch andere Chemikalienstände prüfen! Zum Beispiel jene, die für die Eigenüberwachung im Labor benötigt werden. Es kam coronabedingt bereits zu Lieferengpssen bei z.B. Laborhandschuhen usw. => ist mit Engpässen anderer Chemikalien oder daraus hergestellten Materialien (z.B. Küvettentests) zu rechnen?

Frage 7.3.1 unklar. Es wird immer in gewissen Intervallen bestellt und man muss dann entsprechend schauen, was geliefert werden kann. Aussagen für längerfristige Zeiträume oder Bestände sind schwierig

Aussetzung der Grenzwerte und der Abwasserabgabe auf den Parameter Phosphor

Verständnis und wohlwollende Prüfung bei Anlagen die kein Fällmittel bekommen bzw. nicht die richtigen Fällmittel bekommen.

Kommunikation zwischen den Anlagen eines Gewässers - auch über Landesgrenzen hinaus - fördern und bei Bedarf im Sinne des Gewässers entscheiden.

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

kein akuter Notstand, alternative Produkte sind vorhanden.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Es wäre wünschenswert eine von der Wirtschaft unabhängige Produktion klärrelevanter Chemikalien zu organisieren oder zu finanzieren.

Senkung der Phosphorgrenzwerte bei Überschreitung aufgrund von fehlenden Fällmittel bzw. keine finanziellen Folgen

allgemeine Unterstützung Grundstoffindustrie

Lieferprioritäten für kritische Infrastruktur (z.B. Energiesektor) festlegen

Cool bleiben

Bei Knappheit Grenzwertterhöhung.

Derzeit besteht keine Hinweise das unser Vorlieferant nicht lieferfähig ist. Lieferzeit ab Bestellung ca. 1 Woche.

Wie sich die Weltmarktsituation entwickelt (Natronlauge, Aluminium) ist allerdings unklar

Eine Favorisierung bei der Belieferung mit Betriebsmitteln auf kritische Infrastruktur. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass Betriebsmittel zu anderen Industrien ausgeliefert wurden und wir als kritische Infrastruktur leer ausgingen oder nur sehr geringe Mengen erhielten. Es wäre auch gut Betriebsmittel wieder in Tankwagen zu erhalten und nicht wie jetzt in IBCs.

klare Entscheidungen, Verweise auf "Reinhardt-Gutachten" unzureichend wenn Betreiber allen wasserrechtlichen Pflichten zur Verminderung der Auswirkungen nachkommt, muss dies auch klar für Abwasserabgabefolgen gelten
Betreiber dürfen nicht auf unbestimmte Zeit über Rechtsfolgen im unklaren bleiben, deshalb zeitnahe Prüfung der Betriebssituation und "Entlastung" der Betreiber z.B. monatlich oder quartalsweise

Anpassung der Grenzwerte unter Priorisierung der Vorflut

Unserer Meinung nach nutzen die Grundstoffhersteller die aktuelle Situation aus und verkaufen nur noch an den Höchstbietenden. Der Markt ist aufgeteilt. Gerade bei Salzsäure ist dies zur Zeit extrem! Ausreden gibt es natürlich auch: niedriger Wasserstand des Rheins, Ausfall von Produktionsanlagen etc.

Bisher haben wir von unserem Lieferanten die Zusage bekommen, dass wir als Bestandskunde weiter beliefert werden. Unser Lieferant ist die Brenntag, diese wiederum bezieht das EisenIII von Akzo Nobia. Alle Zusagen sind aber nur mündlich und nicht schriftlich. Im Januar wird es dann einen Energie/Salzsäurezuschlag geben. Dessen Höhe ist noch nicht bekannt. Sollten wir Lieferungen nicht erhalten, haben wir die Absprache mit der Brenntag auf $Al_2(SO_4)_3$ umzustellen und hier auch die entsprechenden Mengen angefragt.

Unterstützung, ggf. staatliche Eingriffe, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten

Vorlaufforschung mit welchen preiswerten und ökologisch verträglichen Stoffen man das Abwasser regelkonform behandeln kann.

Wir setzen keine Mittel zur Phosphorelimination ein, sondern müssen sogar Phosphorsäure als Nährstoff zugeben. Des Weiteren haben wir auch sonst keine Fällmittel kontinuierlich im Einsatz. Deshalb auch keine Antworten bzgl. Lagerhaltung, Verbrauch etc.

Unter 8. Nein angegeben da nicht relevant

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Erhöhung des Grenzwertes, da der Zinkgehalt in der nachgelagerten kommunalen Kläranlage automatisch mit ausgefällt würde. Inwieweit die eigene Abwasserbehandlungsanlage sowohl wirtschaftlich als auch von der Ökobilanz sinnvoll ist sei dahingestellt. Wahrscheinlich wäre eine Beteiligung an den Kosten der kommunalen Kläranlage sinnvoller, dies würde insgesamt auch eine drastische Reduzierung des Fällungsmittels und des Klärschlammes bedeuten.

Sicherstellung der Fällmittelmenge

Generell : Nutzen der ohnehin vorliegenden Statistiken und eine einheitliche, einmalige Durchführung von Abfragen (Bund, Länder, DWA, ...) bei Problemen dieser oder ähnlicher Art.

Allgemein: Der Bund / das Bundesland sollte Probleme mit angehen und nicht immer die "Kuh vor dem Melken schlachten".

Es kann nicht sein, dass Forderungen gestellt werden ohne sich Gedanken über die Umsetzung zu machen. Dies ist besonders für die "Kleinen" wichtig.

rechtssicheren Anlagenbetrieb bei Mangellage ermöglichen!

Die Beschaffung von anderen Grundstoffen z.B. Salzsäure, Phosphorsäure, Harnstoff ist derzeit noch schwieriger und mit Kostensteigerungen von bis zu 560 % für entsprechende Ersatzprodukte verbunden. Bsp. Phosphorsäure 40 % mit Al musste durch reine Phosphorsäure 40% ersetzt werden.

Einheitliche Grenzwerte bei den Ländern auch Bundesweit

Polyacrylamide (PAC) Preissteigerung von 47% auf 345 €/ t aktuell

Transparenz über verfügbare Mengen / Kommunikation der angedachte Lösungsansätze bzw. Maßnahmen / befristete flexible Grenzwertgestaltung (ggf. Sommer/Winter / Vorflutbetrachtung usw,)

Die Phosphatwerte bei kommunalen Anlagen zu erhöhen, damit weniger Fällmittel verwendet werden muss.

Da Salzsäure im Elektrolyseverfahren hergestellt wird und Energieintensiv ist, sollte man erwägen den Strom zur Herstellung zu vergünstigen.

Aufgrund der aktuellen Situation sollten Bund und Länder nicht um jeden Preis auf die Einleitergrenzwerte für P-ges. beharren.

Bund: Prüfung von Ersatzproduktion

Die Erhebung einer Abwasserabgabe sollte aufgrund steigender Kosten ausgesetzt werden.

Preisdeckelung der Fällmittel

Aufhebung der P Grenzwerte

Beratung hinsichtlich Bio-P-Verfahren und Verbesserung-Bedenken bezüglich Rücklösung-

Während des andauernden "Notstandes" erhöhung des P-Grenzwertes, ohne Erhöhte Abwasserabgabe, oder bei Überschreiten des Grenzwertes, keine "Strafe".

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Die Aussagen von Chemikalien Lieferanten schwanken oder weichen doch sehr stark voneinander ab. Gerade von Bundesland zu Bundesland.

UV - Anlage funktioniert ohne Fällmittel.

Bitte um zeitnahe Information, wenn Nachrichten verfügbar sind

Alternativprodukte vorhanden

Grenzwertaussetzung, Grenzwerverhöhung der Abwassereinleitwerte.
Finanzieller Anreiz an Industrie, um die Fällmittelproduktion als Hauptprodukt eines Prozess zu gestalten

Klare Aussage, was passiert wenn man aufgrund von nicht lieferbares Fällmittel eine Grenzwertüberschreitung hat

Dafür Sorgen dass nicht mit dem Notstand extreme Preise verlangt werden denn das können sich kleinere Kommunen wie wir nicht sehr lange leisten, dann ist mit wenigen Fuhren mein Jahres Bouquet erschöpft und vieles andere wichtige bleibt auf der Strecke.

Koordinierte Aktion zur Sonderproduktion von Fällmitteln (Extraproduktion statt Abfallprodukt);
Import aus asiatischen Erzeugerstandorten (TiO₂-Produktion hat sich nach Asien verlagert)

Wir fällen Sulfide aus dem Abwasser der Lederherstellung. Eine Sulfidoxidation (egal ob chemisch oder biologisch) ist nicht möglich aufgrund der Begrenzung der Sulfateinleitkonzentration. Unser Grenzwert für Sulfid ist aufgrund der Mischrechnung bei gemeinsamer Teilstrombehandlung 0,9 mg/l statt 2 mg/l (wie im Anhang 25 der AbwV). Hier würde eine zumindest zeitweise Außerkraftsetzung der Mischrechnung zu erheblicher Erhöhung der Sicherheit beitragen.

Die Angaben sind für eine CP Anlage gemacht. Es handelt sich nicht um eine Abwasserbehandlung. Mangel an Fällmittel führt aber zu Schwierigkeiten bei der Entsorgungssicherheit.

Klare, bundesweit einheitliche Aussagen zur Thematik Grenzwertüberschreitung, schnelleres Handeln von der Verwaltungsseite her, schnellere Rücksprachen/Absprachen mit der Chemieindustrie, Ausarbeitung Konzept für schwerpunktmäßigen Einsatz von lieferbaren Restmengen zum Einsatz in Anlagen die in umwelttechnisch kritische Gewässer einleiten

Unterstützung bezüglich der Hersteller, dass die Preise nicht weiter steigen. Denn sonst bleibt der Umweltschutz auf der Strecke.

Es sollte langfristig ganz ohne Fällmittel die Kläranlagen betrieben werden. Bio-P ist möglich 80 % nach der Filtration sogar 90% und mehr.

Zusammenarbeit mit dem Betreiber der öffentlichen Kläranlage kann optimiert werden - hier ist jedoch wenig Bereitschaft gegeben.

Hausgemachtes Problem, wie schon erwähnt es macht kein sinn den wertvollen Phosphat sehr aufwändig mit Chemieaus dem Abwasser zu holen wenn er Anschliesend Verbrannt wird wer soll diese Logig verstehen !!!!

Es würde auch völlig ausreichen den Zielwert auf 0,8mg/l anstatt auf die Utopischen 0,3 bzw. 0,5mg/l zu führen DANN WÜRDE DAS FÄLLMITTEL AUCH REICHEN:

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Die Lieferung vom Eisen(II)-Sulfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) wurde uns vom Lieferanten mündlich für das nächste Jahr zugesagt, Jedoch ist damit zu rechnen, dass eventuell Engpässe entstehen können, wodurch wir auf Aluminiumsulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ausweichen müssten.

Mehr Praxisnähe, kein Wunschdenken.

Die Verteilung von Fällmittel sollte besser geregelt werden, so dass einige Kläranlagen Fällmittel nicht mehr zur Geruchsbekämpfung einsetzen.

Im Sinne des Gewässerschutzes ist eine Anhebung der Grenzwerte nicht zielführend. Besser wäre eine Formulierung welche den Gewässerschutz berücksichtigt-also dass es akzeptiert wird mit den vorhandenen Fällmitteln den besten Wert zu erreichen.

Der Bund sollte für eine Deckelung der Fällmittelpreise sorgen.

Man sollte alles unterstützen, was die Energiekrise mindert und die Energieversorgung verbessert.

Im Bereich Abwasser heraufsetzen der Einleitwerte auf die Mindestanforderungen nach AbwV

Zurzeit haben wir noch die Info von den Lieferanten, das wir ohne Beschränkung beliefert werden. Es wäre hilfreich, wenn die hier mehr Informationen mit mehr Transparenz über die Mangellage und über die Lieferketten von neutraler Seite kommuniziert.

Bei Einsatz eines Alternativproduktes wäre die 1. Alternative Aluminiumsulfat und die 2. Alternative Aluminiumchlorid.

Umstellung des Fällmittels von FeCl_3 auf FeClSO_4 da zur Herstellung von FeClSO_4 -Lösung gerade einmal $\frac{1}{3}$ an HCl benötigt wird.

Wir benutzen kein Fällmittel. Brauchen aber Salzsäure und alkalischen Reiniger. Salzsäure ist schwer zu bekommen und kostet anstatt 18,85 €/100kg jetzt 190,00 €/100 kg. Alkalischer Reiniger wurde bei der letzten Bestellung reduziert. Wir haben nun unseren Lagerbestand bei den kritischen Chemikalien verdoppelt.

In diesem Fall handelt es sich um ein Heizkraftwerk eines kommunalen Versorgers.

Ein Chemikalienausfall würde in erster Linie zu einem Ausfall der Fernwärmeversorgung der gesamten Stadt führen (z.B. Privathaushalte, Krankenhäuser, Industriebetriebe) bedeuten, da die Ionenaustauscher nicht mehr regeneriert werden können. Die Ionenaustauscher benötigen die selben Chemikalien die auch zur Neutralisation in der Abwasserbehandlungsanlage genutzt werden.

Bei einem Ausfall der Wasseraufbereitungsanlage fällt auch kein Abwasser in der Abwasserbehandlungsanlage mehr an.

Alternative wäre eine andere Wasseraufbereitung wie z.B. Umkehrosmoseanlagen. Diese sind recht kostspielig und aktuell noch nicht wirtschaftlich. Der Abwasseranteil liegt bei ca. 15 % pro produziertem m^3 Deionat. Wobei voraussichtlich keine besondere Abwasserbehandlung erforderlich ist.

Derzeit wird eher eine Erweiterung der Lagerkapazität in Erwägung gezogen.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Zentraler Einkauf der gängigen Fällmittel mit der benötigten Reinheit aus einem Drittland (Tankschiff), damit die Dosier- und Filteranlagen in der Trinkwasserversorgung nicht umgestellt werden müssen.

Zentraler Einkauf und Verteilung

Die Hersteller von Fällmitteln sollten dazu gedrängt werden Fällmittel nicht ausschließlich mit Abfallprodukten herzustellen, sondern gezielt die Rohstoffe für die Fällmittelproduktion bereit zu stellen

Wir betreiben keine Aufbereitung

Information wegen Lieferschwierigkeiten vorab, nicht erst wenn bestellt werden muss!

Handlungskonzept Abwasser Stufe 2 ist schwierig umzusetzen. Es wird im Verhältnis viel mehr Fällmittel benötigt um die künftigen Anforderungen zu erreichen.

Was passiert bei einer deutlichen Fällmittelzugabe mit dem Vorluter?

Anstatt des Jahresmittelwert von 0,5 mg/l sollte der Überwachungswert von 1,5 mg/l gelten
Dadurch würde die angebotene verfügbare Fällmittelmenge evtl. für alle Betreiber ausreichen.

Unterstützung bei Sicherung Versorgungslage!

Priorisierung nach sensiblen Gewässern.

Organisation einer Ersatzproduktion um die angespannte Marktlage aufzulösen

Wir haben keine Fällmittel im Einsatz, Angaben nur der Vollständigkeit halber. Der Beitrag kann gelöscht werden, wenn unangebracht.

weniger Abfragen, mehr tatsächliche Hilfsansätze (wir haben zusammenfassend für die Kläranlagen im Kreis geantwortet)

schnellere Entscheidungen z.B. bzgl. Abwasserabgabe

Wir brauchen keine Zusatzstoffe für unsere Wasseraufbereitung.

Prüfen inwieweit Firmen entsprechende Fällmittel als Abfallprodukt besitzen und ob diese ohne Produktausweisung eingesetzt werden dürfen. Dabei ist der Transport und die Langlebigkeit des Fällmittels zu klären (Gefahrstofftransport)

keine Fällmittel notwendig

Preise für den Bezug von Fällmittel sollten schnell wieder sinken.

Wir benötigen Fällmittel um unsere Anlage grundsätzlich betreiben zu können. Entfällt dieses, kann das Rohabwasser mit ~ 8000 mg/l CSB nicht mehr aufbereitet werden. Parameter P und N sind kaum im Abwasser enthalten

Keine Wasseraufbereitung - wir müssen unser Trinkwasser nicht aufbereiten und sind daher unabhängig von Aufbereitungsmitteln.

Leider ist dieser Fragenkatalog nicht für solche Versorger ausgerichtet!!! Hier besteht ein Änderungs- bzw. Ergänzungsbedarf.

Bitte schreiben Sie uns nicht mehr an, da wir nicht betroffen sind.

10. Haben Sie weitere Anmerkungen / Hinweise / Wünsche an den Bund oder Ihr Bundesland hinsichtlich des Themas Fällmittelnotstand?

Im Rahmen des Möglichen Verfügbarkeit sicherstellen

Kompetente Beratung bei der Auswahl von Alternativen. Als kleine Kommune fehlt das Fachwissen über den Einsatz von Fällmitteln und der Möglichkeiten auf andere Mittel auszuweichen

Produzenten sollten finanziell unterstützt werden, um die Produktion nicht einzustellen.

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 54: Antworten letzte Frage Umfrage 2: Do you have any further comments / advice / requests regarding the issue of the precipitant emergency?

9. Do you have any further comments / advice / requests regarding the issue of the precipitant emergency?

For own production we don't expect any change in quality when rumping up again, Yet can't change that in Point 7 to <No>

Aluminum-based precipitants can be provided in sufficient quantities. It is of particular importance that the iron-based precipitants are used in a targeted manner. In many wastewater treatment plants, aluminum-iron mixed products can also be used, for example, to ensure H₂S bonding. From the existing iron products, as much mixed products as possible must be produced!!

Our production capacity for precipitants is steady and the increased raw materials prices as well as increased energy costs are managed accordingly in order to fullfill delivery requirements.

Precipitants production is strictly connected with other industries: circularity is a must from many years. In the current situation, electricity costs cutted both steel production, having a huge impact on the availability of pickling acids, one of the main raw material for iron salts, and caused the stop of production of polyurethane resins, TDI/MDI and other chemicals that have HCl as by-product. HCl is one of the main raw material for both Iron and Aluminium salts and its lack caused the absence of coagulants. The situation seems to get better and better in the last weeks

It's very difficult to answer the above questions related to volumes, we have a network of production units, in Germany and the surrounding countries and we supply from the best suitable plant into German customers depending on the different products and availability. Despite the shortness of Raw-materials and high energy costs we have not yet let down any contracted customer in Germany. But we have lost a lot of our margins as we have been supplying from longer distance plants at much higher cost. And this is of course not sutainable as we would like to to be a relaibale partner for the future.

It's also difficult for us to know exactly how much is going to waste water vs drinking water. We supply high volumes thru distributers, and we don't know where the products end up. But in the numbers above I have been calculated that about 25% goes into drinking water. If neede we will always priority's drinking water first

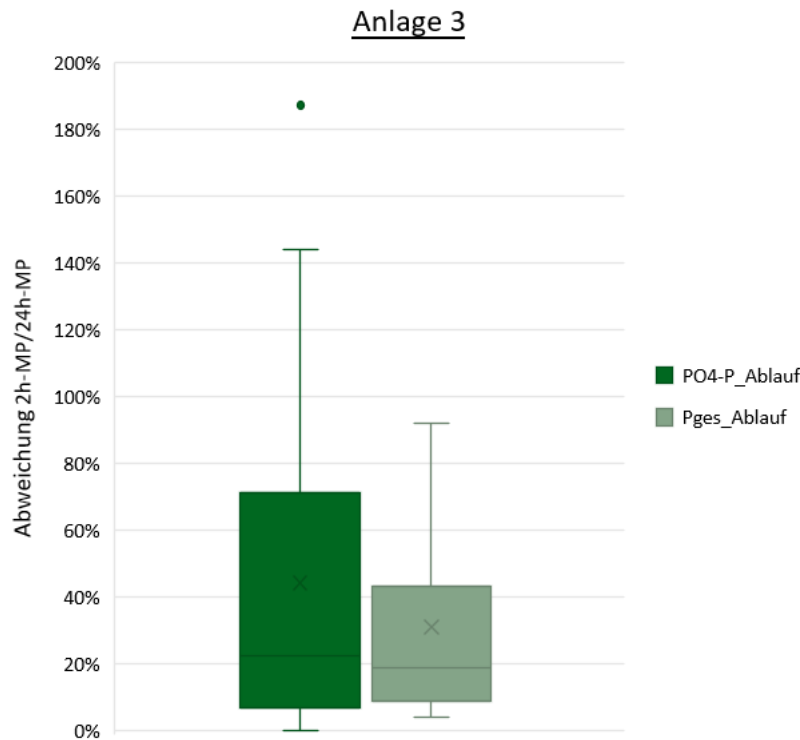
Some of the main raw-materials for Coagulant production especially Hydrochloric acid and Ferrous Sulfate (Copperas) is coming as By-products from other processes. E.g. Ferrous Sulfate is a By-product from Titanium dioxide production and a lot of Hydrochloric acid is coming from polyurethan production. During the crises, high energy cost, less demand etc. those production units has closed down or curtailed their production, hence the availability of the By-products has been much less, so

9. Do you have any further comments / advice / requests regarding the issue of the precipitant emergency?

there is a shortness in the market, harder to find raw-material. So to get back to a more "normal" situation those industries needs to ramp up production again, and the demand of their core products needs to increase. It's a complex situation where everything is connected. As an example, people need to start purchase cars again, then polyurethan production will increase, then more hydrochloric acid will be available.....When will people start to purchase cars again?

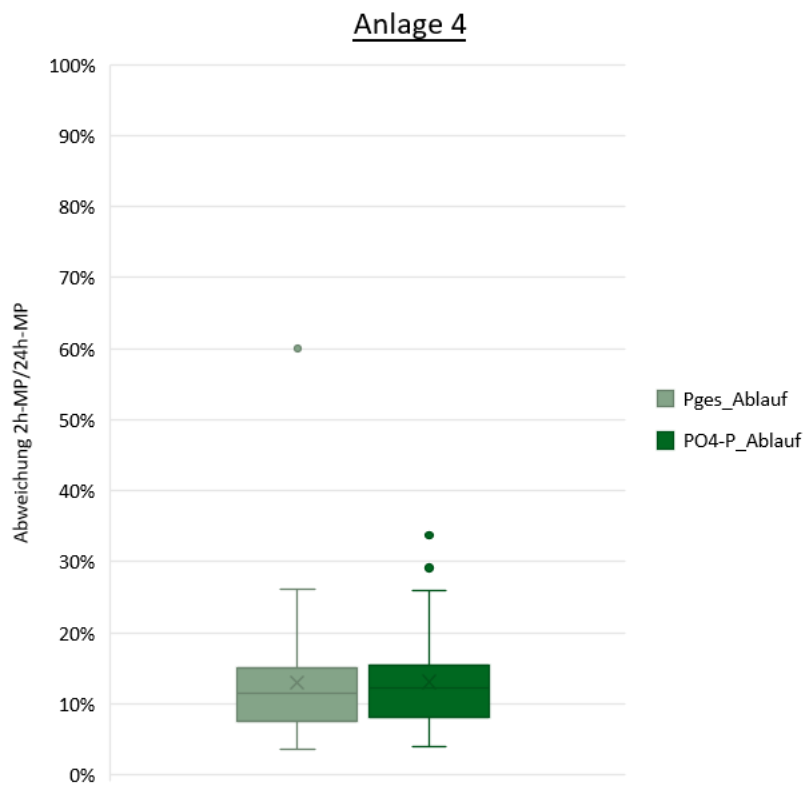
Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 66: Box-Whisker-Plot Anlage 3 Abweichung 2h-MP zu 24h-MP



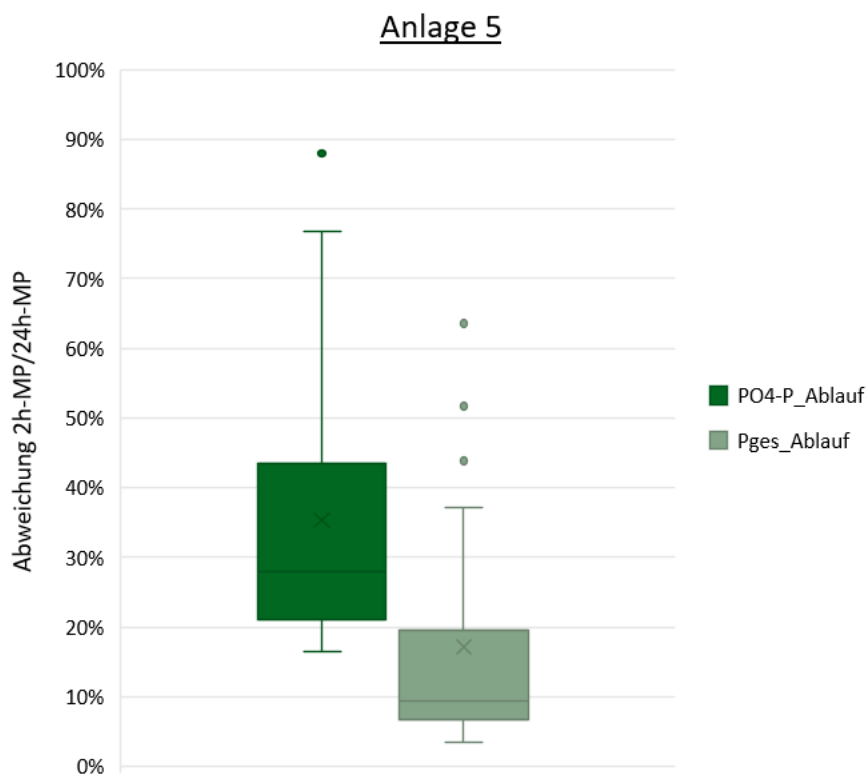
Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 67: Box-Whisker-Plot Anlage 4 Abweichung 2h-MP zu 24h-MP



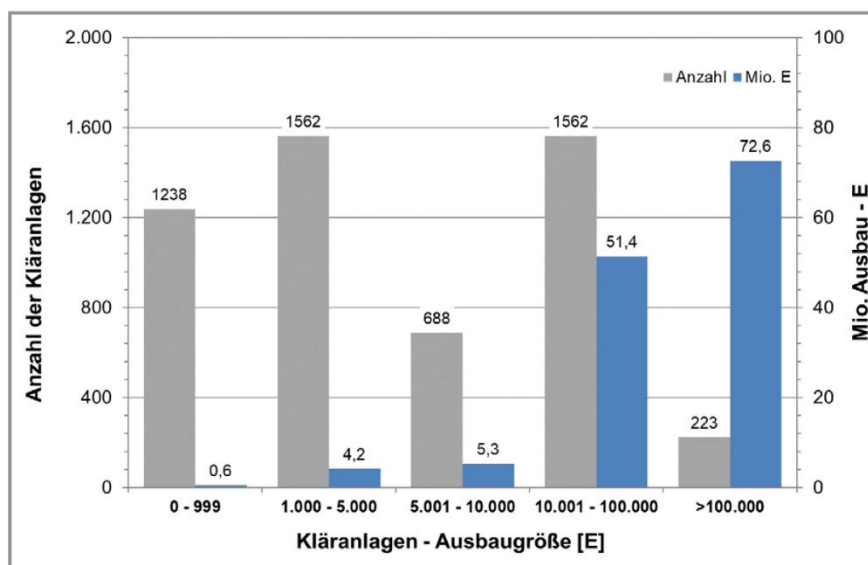
Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 68: Box-Whisker-Plot Anlage 5 Abweichung 2h-MP zu 24h-MP



Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Abbildung 69: Anzahl und Ausbaugröße der am DWA-Leistungsnachweis 2021 beteiligten Kläranlagen nach Größenklassen



Quelle: [DWA-Leistungsvergleich, 2021]

Tabelle 55: Wie viele Anlagen haben in Baden-Württemberg niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

Aufsummierte EW	Gestattungswert P ges in [mg/l] gerundet auf eine NK Stelle	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
250	17	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
300	16	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
800	14	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
4.100	11	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
7.475	10	Einleitung in oberirdische Gewässer	13
2.070	9	Einleitung in oberirdische Gewässer	3
250	8	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
1.650	7,5	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
17.010	7	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 1 KA mit 300 EW Versickerung ins Grundwasser	15
40.309	6	Einleitung in oberirdische Gewässer	23
10.216	5,5	Einleitung in oberirdische Gewässer	3

Aufsummierte EW	Gestattungswert P ges in [mg/l] gerundet auf eine NK Stelle	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
56.670	5	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 1 KA mit 2330 EW Versickerung ins Grundwasser	36
4.700	4,5	Einleitung in oberirdische Gewässer	3
4.500	4,2	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
49.653	4	Einleitung in oberirdische Gewässer	27
950	3,8	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
2.000	3,6	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
5.225	3,5	Einleitung in oberirdische Gewässer	6
450	3,2	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
2.850	3	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
48.990	3	Einleitung in oberirdische Gewässer	16
4.500	2,8	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
17.600	2,5	Einleitung in oberirdische Gewässer	6
5.600	2,4	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
9.000	2,3	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 1 KA mit 1000 EW Versickerung ins Grundwasser	2
155.000	2	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 1 KA mit 700 EW Versickerung ins Grundwasser	36
4.900	1,8	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
10.000	1,7	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
18.000	1,6	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
576.200	1,6	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 1 KA mit 5.500 EW Versickerung ins Grundwasser	20
3.050	1,5	Einleitung in oberirdische Gewässer	2
566.480	1,5	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 2 KA mit gesamt 12.400 EW Versickerung ins Grundwasser	33
42.000	1,4	Einleitung in oberirdische Gewässer	3

Aufsummierte EW	Gestattungswert P ges in [mg/l] gerundet auf eine NK Stelle	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
69.800	1,3	Einleitung in oberirdische Gewässer	3
348.000	1,2	Einleitung in oberirdische Gewässer	13
37.800	1,1	Einleitung in oberirdische Gewässer	3
69.720	1	Einleitung in oberirdische Gewässer	10
1.705.430	1	Einleitung in oberirdische Gewässer	68
360.168	0,8	Einleitung in oberirdische Gewässer	51
1.796.732	0,8	Einleitung in oberirdische Gewässer	24
70.000	0,7	Einleitung in oberirdische Gewässer	7
65.000	0,7	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
42.350	0,6	Einleitung in oberirdische Gewässer	4
355.000	0,6	Einleitung in oberirdische Gewässer	4
4.909.078	0,5	Einleitung in oberirdische Gewässer	130
361.000	0,5	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 2 KA mit gesamt 10.500 EW Versickerung ins Grundwasser	13
1.531.700	0,4	Einleitung in oberirdische Gewässer	6
13.000	0,4	Einleitung in oberirdische Gewässer	1
1.446.240	0,3	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 1 KA mit 35.000 EW Versickerung ins Grundwasser	49
115.200	0,3	Einleitung in oberirdisches Gewässer mit Ausnahme von 1 KA mit 2.000 EW Versickerung ins Grundwasser	4
1.938.000	0,2	Einleitung in oberirdische Gewässer	5

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 56: Wie viele Anlagen haben in Bayern niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
1	30,00	1
1	25,00	1
1	20,00	5
1	18,00	3
1	17,00	2
1	16,00	2
1	15,00	19
1	14,50	1
1	14,00	2
1	13,00	5
1	12,50	1
1	12,00	21
1	11,50	1
1	11,00	4
1	10,00	67
1	9,80	1
1	9,50	2
1	9,00	22
1	8,60	1
1	8,50	4
1	8,00	75
1	7,80	1
1	7,50	1
1	7,40	1
1	7,00	54

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
1	6,50	5
1	6,30	1
1	6,00	120
1	5,80	1
1	5,60	1
1	5,50	3
1	5,20	1
1	5,00	121
1	4,70	2
1	4,50	18
1	4,20	1
1	4,15	1
1	4,10	1
1	4,00	108
1	3,90	1
1	3,80	2
1	3,50	18
1	3,30	1
1	3,20	1
1	3,00	73
1	2,90	1
1	2,70	1
1	2,50	19
1	2,20	2
1	2,10	1
1	2,00	50
1	1,60	1

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
1	1,50	4
1	1,00	6
1	0,60	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 57: Sensible Gewässer in Bayern - alle GK 1

Sensibles Einleitgewässer
Achelbach
Adelshausener Bach
Aichabach
Ailsbach
Aisch
Aitnach
Albach
Allbach
Almosbach
Alster
Altbach
Altenbrunnenbach
Altmühl
Altvils
Ambacher Bach
Ammer
Amper
Anhauser Bach
Appenbach

Sensibles Einleitgewässer

Arrabach

Arzbacher Mühlbach

Asbacher Bach

Ascha

Aschbach

Aschenbach

Attel

Aubach

Auenzeller Bach

Auerbach (See)

Aurach

Bachenbach

Bächlesgraben

Bachwiesengraben

Bahra

Balbach

Balzhofer Bach

Bankertsgraben

Bauerngraben

Baunach

Bermuthgraben

Bibart

Bibert

Bieberswöhrbach

Blättlbach

Blumenaubach

Bodenmühlbach

Bodenpassage

Bogenbach (Mühlbach)

Sensibles Einleitgewässer

Bolitzgraben

Borsbach

Brandbach

Breitbach

Breitenseer Dorfbach

Breitenwiesengraben

Breithausbach

Brend

Brüllgraben

Brünner Dorfbach

Buchbach

Buchenbach

Chambach

Deinbacher Bach

Detterbach

Dinkelshausener Arrondierungskanal

Dippbach

Dobrach

Donau

Dorfwiesengraben

Dünzelbach

Dürrbach

Dürrnbucher Graben

Dürrfarnbach

Ebelsbach

Ebenreuther Bach

Eberhardsbühler Bach

Eger

Ehenbach

Sensibles Einleitgewässer

Eichelbach

Eichhofner Bach

Eigelbach

Eisengraben

Elbbach

Elisabethszeller Bach

Ellenbach

Elsenbach

Engelbach

Engelsbach

Entenaubach

Erlach

Erlau

Erlbach

Erlbacher Mühlbach

Eschelbach

Eschlbach

Falkenfelser Bach

Felchbach

Feldbach

Fendelbach

Fimbach

Finsterbach

Fitzendorfer Bach

Flachsbach

Fleischbrücker Bach

Flembach

Flußgraben

Forellenbach

Sensibles Einleitgewässer

Fränkische Saale

Frauendorfer Bach

Frauengraben

Freihaslacher Bach

Fuschbach

Gailnauer Graben

Gangkofener Graben

Ganswiesbach

Gaßgraben

Gennach

Geratskirchner Bach

Geretsbach

Geßnachbach

Gießgraben

Gleiritsch

Glött

Gollach

Gönzer Bach

Gräfwiesenbach

Große Laber

Große Ohe

Große Vils

Großer Regen

Großer Steinbach

Großer Weihergraben

Gruberbach

Grundbach

Grundgraben

Gründleinsbach

Sensibles Einleitgewässer

Grundmühler Bach

Grundwasser

Günz

Gutnach

Haager Bach

Haarbach

Hagenicher Mühlbach

Haidbach

Haimbach

Hammersbach

Happurger Bach

Harbach

Hardgraben

Hasel

Haselbach

Haslochbach

Haubach

Haunkenzeller Bach

Hechelbach

Heglauer Mühlbach

Heidgraben

Heiligenbächl

Heistingergaben

Herrenseegraben

Herrnsheimer Bach

Hesselbrunngraben

Hickerbach

Hintergartgraben

Höcherlbach

Sensibles Einleitgewässer

Hochwegener Bach

Hochwiesenbach

Hofleitenbach

Höhenberger Graben

Hohenmühlbach

Hohlgraben

Höllensteiner Bach

Holzbach

Holzlenzenbach

Horatzbach

Hörmoosbach

Hundsbach

Hüthausbach

Hüttenbach

Hüttinger Bach

Hutwiesengraben

Ickbach

Inn

Insinger Bach

Irlerbach

Isinger Bach

Kabisbach

Kagenbach

Kagergraben

Kainzbach

Kalchenbach

Kalkofenbach

Kandelbach

Katterbach

Sensibles Einleitgewässer

Katzbach

Katzenbächl

Kauerlacher Weiherbach

Kemmathbach

Kenzenbach

Kesselbach

Kesslerbach

Kettlichsgraben

Kindlasbrunnenbach

Kindlbach

Kinsach

Kirchfarnbach

Kleine Ohe

Kleine Paar

Kleine Roth

Kleine Rottach

Kleine Vils

Klingenbach

Klingengraben

Klinglbach

Kneißbächlein

Kohlbach

Kollbach

Krebsgraben

Kremnitz

Kröttenbach

Krumbach

Krummbach

Kühbach

Sensibles Einleitgewässer

Kuhhutbach

Kühpicklgraben

Kulzerbach

Kupferbach

Kürnach

Lachgraben

Laimbach

Lämmersdorfer Graben

Langenbach

Längenmühlbach

Lanzingerwiesbach

Lappach

Lausgraben

Lauter

Lauterbach

Lech

Lehstenbach

Leiseweierbach

Leitenbach

Lentersheimer Mühlbach

Leppachsgraben

Lernerbach

Leuchsenbach

Leuzendorfer Graben

Limbachsgraben

Linksseitiger Grimmgraben

Linz

Lobach

Lochau

Sensibles Einleitgewässer

Löchergraben

Lohbach

Lohrbach

Loisach

Losnitz

Lückengraben

Lumbach

Mahlbach

Mailheimer Graben

Main-Donau-Kanal

Marbach

Matzengraben

Mauch

Mauchgraben

Mehlbach

Mertseebach

Mettlachbach

Metzlersreuther Bach

Minbach

Mitternacher Ohe

Mittlere Aurach

Moorholzgraben

Moosgraben

Mösleinsgraben

Mühlbach

Mühlbach (Ohlach)

Murach

Murn

Nassach

Sensibles Einleitgewässer

Nesselbach

Neudecker Bach

Neuselingsbach

Neustetter Bach

Neuwiesenbach

Niedernkirchner Bach

Nopplinger Bach

Nordenberggraben

Obere Argen

Oberer Grund

Ödenbach

Ohrenbach

Omersbach

Onoldsbach

Ornauer Bach

Ortsbach

Osterbach

Östheimer Mühlbach

Östliche Günz

Östliche Rohrach

Otterbach

Ottmarsfelder Graben

Paar

Pegnitz

Pentinger Bach

Pfatter

Pilsenbach

Pitzlinger Bach

Plessenbach

Sensibles Einleitgewässer

Pobenhausener Mühlbach

Rannach

Reichmannshäuser Bach

Reisbacher Bach

Reitalgraben

Rettenbacher Bach

Reutfleckgraben

Riedbach

Rimbach

Rinchnacher Ohe

Ringelbach

Ringelmühlbach

Rodach

Rödlbach

Rohrach

Rohrbach

Röllbach

Roßbach

Roßriether Bach

Rostinggraben

Rothbach

Röthenbach

Rott

Rötzbach

Ruidinger Bach

Saale

Sächsische Saale

Salzach

Sambachgraben

Sensibles Einleitgewässer

Sandbach

Saugraben

Schambach

Schellenbach

Schicherbach

Schippach

Schlattein

Schlauengraben

Schlitterbach

Schlürpf

Schmalwasserbach

Schmalzbach

Schmutter

Schneidergraben

Schondra

Schönitz

Schönsteiner Bach

Schreierbach

Schrenkgraben

Schwäbische Rezat

Schwaninger Mühlbach

Schwarzach

Schwarzbach

Schwarzbrunnenbach

Schwarzenbach

Schwarzer Regen

Schwärzgraben

Schweikartswindener Bach

Schweinbach

Sensibles Einleitgewässer

Schweinebach

Schwemmbach

Schwillach

Seebach

Seegraben

Seenheimer Mühlbach

Seeweiherbach

Serrfelder Mühlbach

Silberbach

Sindersbach

Sippach

Sockabach

Speckwiesengraben

Starzenbach

Steinach

Steinbach

Steinbacher Bächl

Steinsfelder Mühlbach

Sterzenbach

Störzelbach

Strietgraben

Sulzach

Sulzbach

Sulzberger Bach

Tälchenbach

Talsperre

Tannenreuther Bach

Tauber

Tempelgraben

Sensibles Einleitgewässer

Tettau

Teueregraben

Teuschnitz

Thalach

Thulba

Tiefenbach

Tiefentalbach

Tirschenreuther Waldnaab

Törlbach

Torstetterbach

Traugraben

Triebenbach

Triebendorfer Graben

Triechenbach

Trockengraben

Uhlagraben

Unterbürger Laber

Ussel

Viehweidbach

Vils

Vorderer Troppelgraben

Vorderscheuereckbach

Vornbacher Bach

Walberngrüner Bächlein

Waldbach

Waldberger Bach

Waldgraben

Waldhäuserbach

Wässernach

Sensibles Einleitgewässer

Weidach

Weiberbach

Weiergraben

Weihersmühlbach

Weisach

Weißach

Weißbach

Weißberger Bach

Weitbach

Wern

Wernsbach

Wertach

Weschelbach

Westenbrunnenbach

Westerbach

Westernach

Wiesengraben

Wiesent

Wieseth

Wilde Rodach

Wimberger Bach

Wimmelbach

Windischbach

Witzelbach

wNNN

Wohlbach

Wohnbach

Wolfertsbronner Bach

Wolfsauer Graben

Sensibles Einleitgewässer

Wolfsbach

Wolfsgraben

Wolfsteiner Ohe

Wörthlinger Bach

Zautendorfer Bach

Zeitelmoosbach

Zellbach

Zellwieser Mühlbach

Zenn

Zentinger Bach

Zettischmühlbach

Zettlitz

Zeußelbach

Ziegelgraben

Ziegelleitenbach

Zottbach

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 58: Sensible Gewässer in Niedersachsen aufgeschlüsselt je GK

GK 5	GK 4	GK 2+3
Aller	Abelitz	Aller
Elbe	Aller I	Aschau
Hunte	Aller II	Aue (z. Leine)
Ilmenau	Alpebach	Auter Oberlauf
Jadebusen	Aper Tief	Barkenbuschschloot
Krähenriede	Aue	Berumerfehnkanal
Vechte	Aue Mittellauf	Böhme II
Weser	Bääschloot	Bückerburger Aue (unterer Mittellauf)
	Bassener Mühlengraben II	Burgdorfer Aue
	Berger Bach	Ditzum-Bunder Sieltief

GK 5	GK 4	GK 2+3
	Bever, Süßbach	Dornumersieler Tief
	Billerbach	Drepte Mittellauf
	Blexer Sieltief	Eimbeckhäuser Bach
	Böhme II	Elbe
	Böhme III	Elbe (Geesthacht bis Rühstädt)
	Bruchgraben	Ellenserdammer Tief + NG / Marsch
	Crildumer-/Mühlentief	Else Mittellauf
	Dinklager Klunkau	Elze Unterlauf
	Dinklager Mühlenbach	Emmelke Mittel- und Unterlauf
	Düte	Ems - Salzbergen bis Lingen
	Eileringsbecke	Ems Wehr Herbrum-Papenburg
	Elbe	Euhalines Wattenmeer der Ems
	Emlichheimer Entlassungskanal	Flöte
	Emmer	Forstbach
	Emmerbach	Friedeburger Tief
	Ems	Fuhse
	Ems-Jade-Kanal	Fulda/Wahnhausen
	Este	Gelbbach
	Euhalines Wassernmeer	Gr. Graben (Alte Ilse)
	Fleckenbach	Graslebener Mühlengraben
	Fredenbecker Mühlenbach	Große Aue
	Fuhse	Große Beeke
	Geestrandtief	Großer Schloot
	Gehle	Grove
	Gr. Süderbäke	Hahnenbach
	Grawiede	Hardau (Mittellauf), Räber Spring, Stahlbach
	Große Aue	Harste
	Hakengraben	Hase Mittellauf bis Mittellandkanal

GK 5	GK 4	GK 2+3
	Harle	Haster Bach
	Hase	Hayenschlooter Sieltief / Eckwarder Sieltief Süd
	Hengstbeeke	Hohens Tief / Poggenb. Leide + NG
	Holpe-Hülse-Reeke	Holzminde
	Hunte	Horsterbeck Mittellauf
	Ilmenau	Hunte
	Innerste	Hunte ab Mittellandkanal bis Dümmer
	Johannisgraben	Hunte von Ellenbäke bis Grawiede
	Kuhbach	Ilme
	Landegger Schloot	Ilmenau (Uelzen - Lüneburg)
	Leine	Innerste
	Lesum	Katharinenbach
	Lohne	Katjefuhse
	Luhe	Knockster Tief Unterlauf
	Lühe	Krummes Wasser / Hillebach
	maade	Kuhbach Unterlauf
	Marker Sieltief	Lamme
	Mehde-Aue	Lapau
	Mittelradde	Leine
	Mittelweser	Lotter Beeke
	Moorbach	Lühe-Aue Oberlauf
	Neuharlinger Sieltief	Meiße mit Geltteichgraben
	Norder Tief	Mittelweser zwischen Aller und NRW
	Nordradde	Molberger Doosekanal
	Oder	Moore
	Oker	Neetze (Neetze - Echem)
	Örtze	Neile
	Oste	Nette, Lechtinger Bach

GK 5	GK 4	GK 2+3
	Oste-Hamme-Kanal	Neuharlinger Sieltief
	Papenbuerger Kanäle	Nieme
	Radau	Nieste
	Radewijke	Oberlauf Hase mit Flöthegraben
	Ramme	Ohe Unterlauf/Marka
	Reitbach	Oldersumer Sieltief / Fehntjer Tief
	Rhume	Örtze
	Riehe	Oste (Ramme-Bremervörde)
	Rodenberger Aue Bach	Pisserbach
	Rohder Bach	Polyhalines Wattenmeer der Ems
	Rühlermoorschloot	Rankenbach, Remseder Bach, Linksseitiger Talgraben
	Schloßbach	Rhume
	Schunter	Rorichumer Tief
	Schwülme	Rosenmühlenbach
	Sieber	Ruthenstrom
	Soeste	Saale Fluss
	Söse	Schöninger Aue - von Mühlenbach aus Völpke (Mittellauf=Kupferbach) bis Missaue
	Steinhauser Tief + NG / Marsch	Schunter
	Südaue Bach	Schwarzwasser
	Terborger Sieltief	Soeste, Nordloher-Barsseler Tief + Jümme
	Twillbäke	Speckenbach
	Übergangsgewässer der Weser	Steimbker Dorfgraben
	Unsinnbach	Stinstedter Randkanal Oberlauf
	Veerse	Südradde
	Visselbach	Suttbach
	Vördener Aue	Übergangsgewässer der Weser

GK 5	GK 4	GK 2+3
	Wabe	Uchter Mühlenbach Oberlauf und Nebengewässer
	Wagenfelder Aue	Uhlenbach
	Wathlinger Poldergraben	Uhrau
	Weser	Vechte Neuenhaus-Laar
	Wümme	Wabe/Mittelriede
	Wümme III	Wapel Unterlauf
	Wümme IV	Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte
		Werra/Niedersachsen
		Weser
		Weser / Tidebereich oberh. Brake
		Wietze Graben/Laher Gr.
		Wietze/ Ö. II
		Wischhafener Süderelbe
		Wölpe
		Wörpe II
		Wulbeck
		Zorge

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 59: Wie viele Anlagen haben in Niedersachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
5	0,8	8
4	1,95	1
4	1,8	3
4	1,7	4
4	1,6	34

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
4	1,5	26
4	1,4	3
4	1,3	1
4	1,28	1
4	1,2	14
4	1	27
4	0,9	1
4	0,8	2
4	0,6	1
4	0,4	1
2 + 3	15	1
2 + 3	12	1
2 + 3	10	3
2 + 3	9	3
2 + 3	8	5
2 + 3	7	8
2 + 3	6	7
2 + 3	5,6	1
2 + 3	5	5
2 + 3	4,8	1
2 + 3	4,5	2
2 + 3	4	8
2 + 3	3,5	1
2 + 3	3,2	1
2 + 3	3	17
2 + 3	2,5	2
2 + 3	2,4	2
2 + 3	2	42
2 + 3	1,6	2
2 + 3	1,5	6

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
2 + 3	1,2	2
2 + 3	1	6
2 + 3	0,8	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 60: Sensible Gewässer in Nordrhein-Westfalen aufgeschlüsselt je GK

GK 5	GK 4	GK 3	GK 2	GK 1
Aa	Abrooksbach	Afte	Aabach	Agger
Berkel	Agger	Ahe	Ahbach	Alme
Dalkebach	Ahauser Aa	Alme	Ahr	Altenau
Emscher	Alfterer Bornheimer Bach	Altenau	Alme	Am Vogelbruch
Erfte	Alsterbach	Amecke Bach	Alster	Armutsbach
Ibbenbürener Aa	Alter Ölloch	Axtbach	Altenau	Arpe
Lippe	Amandusbach	Beke	Bach von Kleinenberg	Aschentalbach
Lutter	Angel	Bever	Beberbach	Balde Bach
Rhein	Anger	Breitscheider Bach	Bergbach	Bewerbach
Roncevabach	Asdorfer Bach	Brucht	Bermecke	Dörschelner Bach
Ruhr	Axtbach	Dorfbach	Birgeler Bach	Düssel
Wellbach	Baaler Bach	Düssel	Borbach	Ems
Werre	Beeckbach	Eder	Brucht	Enderbach
Weser	Bega	Eisernbach	Buchholzbach	Eschweiler Bach
Wurm	Bennier Graben	Ellerbach	Derenbach	Forthbach
	Bentruper Bach	Emmer	Dickelsbach	Glanebach
	Berkel	Epscheider Bach	Dreisbach	Hewingser Schledde

GK 5	GK 4	GK 3	GK 2	GK 1
	Bever	Fliestedener Graben	Düssel	Hofferhofer Bach
	Biesterbach	Früchtebach	Effelsberger Bach	Holtheimer Bach
	Bigge	Godesberger Bach	Eifgenbach	Issel
	Bleibach	Hauptentwässerungskanal	Finkelbach	Istruper Bach
	Bocholter Aa	Holtwicker Bach	Gerlingbach	Kendel
	Boombach	Kervenheimer Mühlenfleuth	Gillesbach	Kochenbach
	Brandbach	Krumbach	Glaadtbach	Koppelsbach
	Brandenbäumer Bach	Küttelbecke	Godesberger Bach	Krummenau
	Bremer Bach	Kyll	Hausmannsgraben	Löchter Mühlenbach
	Broicher Bach	Laufenbach	Hischebach	Lützelbach
	Bröl	Lippe	Hohdahlbach	Marpe
	Dinkel	Menkebach	Hoinkhauser Bach	Melbach
	Dorfbach	Moddenbach	Holperbach	Möhne
	Dürschbach	Neffelbach	Hönne	Möllersgraben
	Düsterbach	Nethe	Hoppecke	Mühlenbach
	Düsterdieker Aa	Nuhne	Hubbelrather Bach	Netphe
	Eder	Orke	Hundem	Nonnenbach
	Eggel	Pulheimer Bach	Ibbenbürener Aa	Oester
	Eifgenbach	Rhein	Ihne	Ölfe
	Ellebach	Rur	Irsenbach/Scharfenbach	Olpe
	Emmerbach	Sandfurtbach	Itter	Reetzer Bach
	Ems	Kalflack	Jordan	Rheder Bach
	Sauer	Kalle	Rhein	Ruhr
	Schalenbach	Schermbecker Mühlenbach	Röhr	Rur

GK 5	GK 4	GK 3	GK 2	GK 1
	Emsdettener Mühlenbach	Schlebrucher Bach	Kervenheimer Mühlenfleuth	Schaafbach
	Ennepe	Schwarzbach	Kleinenbredener Bach	Schlagwasser
	Erft	Sieg	Kleuterbach	Schwarzbach
	Eschhuesbach	Sollerbach	Krummenau	Schwarze Ahe
	Eselsbach	Strothe	Lederbach	Seseke
	Ewaldibach	Sülz	Lenne	Solmbecke
	Exter	Vichtbach	Lippe	Stuberger-Bach
	Ferndorfbach	Volme	Lünerner Bach	Sülz
	Flutgraben	Wahnbach	Markelsbach	Veischede
	Freialdenhovener Fließ	Warmenau	Mehlemer Bach	Weiste
	Gereonsweiler Fließ	Werre	Mühlenbach	Wermeke
	Giegel Aa	Westkirchener Bach	Nethe	Wesebach
	Glasebach	Wiehl ⁷	Niers	Worbscheider Bach
	Glenne		Oberdüsseler Bach	Zinse
	Haarbach		Osterschledde	
	Hagenbach		Rotbach	
	Hase		Ruhr	
	Heder		Rur	
	Helpensteiner Bach		Sahrbach	
	Hemkerbach		Salweybach	
	Hesperbach		Schaler Aa	
	Hessel		Sieg	
	Hischebach		Steinagger	
	Hönne		Tilbecker Bach	
	Horne		Trotzbach	
	Ibbenbürener Aa		Vichtbach	
	Inde		Weser	

GK 5	GK 4	GK 3	GK 2	GK 1
	Issel		Westerschledde	
	Itter		Wieninger Bach	
	Jüchener Bach		Wilde Aa	
	Kall		Wissersheimer Fließ	
	Kitschbach		Wörmke	
	Kleine Aue			
	Kleine Olfe			
	Klünderbach			
	Kölner-Randkanal			
	Königsbach			
	Kranenbach			
	Kuhlenbach			
	Kuhrietsbach			
	Künsebecker Bach			
	Kürtener Sülz			
	Landerbach			
	Laubach			
	Leerbach			
	Lengericher Aa Bach			
	Lenne			
	Lennefe			
	Leppe			
	Liese			
	Lippe			
	Loddenbach			
	Mettmanner Bach			
	Möhne			
	Mühlenbach			

GK 5	GK 4	GK 3	GK 2	GK 1
	Mühlenbach Ratheim			
	Neffelbach			
	Nette			
	Nordkanal			
	Odeborn			
	Ölbach			
	Olef			
	Orke			
	Öse			
	Picksmühlenbach			
	Rahmede			
	Rapphofs Mühlenbach			
	Rehmerloh- Mennighüffer Mühlenbach			
	Rhedaer Bach			
	Rheder Bach			
	Rhein			
	Rinderbach			
	Röhr			
	Rotbach			
	Ruhr			
	Rur			
	Salzbach			
	Schermbecker Mühlenbach			
	Schlinge			
	Schlittenbach			
	Schwalm			

GK 5	GK 4	GK 3	GK 2	GK 1
	Schwarzbach			
	Schwelme			
	Selmer Bach			
	Sickingmühlenbach			
	Sieg			
	Spenger Mühlenbach			
	Steinfurter Aa			
	Steuer			
	Swistbach			
	Tengerner Bach			
	Teufelsbach			
	Tiberbach			
	Urft			
	Varlarer Mühlenbach			
	Vechte			
	Veybach			
	Volme			
	Waldbrölbach			
	Wallbach			
	Wapelbach			
	Wehebach			
	Weierbach			
	Weiß			
	Wenigerbach			
	Wenne			
	Werre			
	Werse			

GK 5	GK 4	GK 3	GK 2	GK 1
	Wester			
	Wevelinghovener Entwässerungsgrabe			
	Wiehl			
	Wisserbach			
	Wupper			
	Wurm			

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 61: Wie viele Anlagen haben in Nordrhein-Westfalen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
5	0,8	4
5	0,75	9
5	0,7	2
5	0,6	1
5	0,5	1
5	0,4	117
4	1,8	1
4	1,7	117
4	1,6	5
4	1,5	21
4	1,4	5
4	1,3	21
4	1,2	17
4	1,1	1
4	1	6

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
4	0,9	3
4	0,8	5
4	0,5	1
4	0,4	3
4	0,2	1
3	10	1
3	6	1
3	5	2
3	3	1
3	2	22
3	1,8	2
3	1,5	5
3	1,4	2
3	1,2	4
3	1	16
3	0,6	3
3	0,5	1
2	15	1
2	10	1
2	9	1
2	8	1
2	4	3
2	3,7	2

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
2	3	3
2	2	37
2	1,8	1
2	1,5	9
2	1,4	1
2	1,3	2
2	1,2	4
2	1	10
2	0,99	1
2	0,9	1
2	0,5	1
2	0,4	1
2	0,2	1
1	18	1
1	15	5
1	14	1
1	13	1
1	12,5	1
1	12	2
1	11	1
1	10	12
1	10	12
1	8	2
1	7	1

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
1	6	3
1	5	5
1	4,5	1
1	3,5	1
1	3	3
1	2,6	1
1	2,5	1
1	2	15
1	1,7	1
1	1,6	1
1	1,5	5
1	1,2	1
1	1	8
1	0,8	1
1	0,2	1
1	0,1	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 62: Wie viele Anlagen haben in Saarland niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
1	3	Gliederbach	1
1	2	Weinbach, Leuk	1
1	1,5	Dorfbach	1

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
2	7	Dorfbach	1
2	6,5	Mechnerer-Dorfbach	1
2	5	Hofbach	1
2	4	Blies	1
2	2	Kondeler-Bach, Mandelbach, Lautenbach, Lauterbach, Tümpelbach, Saarbach, Ruhbach	1
2	1,5	Etzelbach	1
3	2	Todbach, Freisbach, Heinitzbach, Nahe, Hölzbach	1
3	1,5	Prims, Wahlbach, Kommetsteiner Bach	1
3	1,2	Prims	1
4	1,5	Ellbach, Ill	1
4	1,1	Prims	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 63: Wie viele Anlagen haben in Sachsen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
4	1,6	Frohnbach-2	1
4	1,5	Große Röder-3, Große Röder-5, Lockwitzbach	3
4	1,2	Mulde-7, Rosendorfer Kanal, Weiße Elster-2	3

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
4	1,0	Zschopau-2	2
4	0,5	k.A.	1
3	15,0	Gaule	1
3	8,0	Mulde-6	1
3	7,0	Mulde-7	1
3	6,0	Pließnitz-1, Pulsnitz-2	2
3	5,0	Rödelbach-1, Schwarze Elster-3	2
3	4,0	Schwarzer Schöps-1, Schwarzwasser-1	2
3	2,0	Weißer Elster-3, Würschnitzbach, Zwönitz-1	4
3	1,2	k.A.	1
3	1,0	k.A.	1
2	4,0	Lausitzer Neiße-10	1
2	2,0	Obere Weida, Zschopau-1	3

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 64: Wie viele Anlagen haben in Sachsen-Anhalt niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
4	1,7	-	1
4	1,6	-	2
4	1,5	-	5
4	1,0	-	8
4	0,7	-	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 65: Wie viele Anlagen haben in Schleswig-Holstein niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Sensibles Einleitgewässer	Anzahl der Anlagen
5	0,6	-	1
5	0,5	-	5
4	1,6	-	5
4	1,5	-	4
4	1	-	6
4	0,9	-	1
4	0,8	-	1
4	0,7	-	1
4	0,6	-	1
4	0,5	-	30
4	0,3	-	1

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 66: Sensible Gewässer in Thüringen aufgeschlüsselt nach GK

GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
Apfelbach	Apfelstädt	Felda	Hasel	Gera
Böber	Aubach	Ilm	Hörsel	Gerstenbach
Bremenbach	Auma	Laucha	Ilm	
Elte	Bieberbach	Lemnitz	Lossa	
Erlbach	Bode	Lichtenau (Lubenbach, Floßgraben)	Ohne	
Felda	Eller	Rauda	Orla	
Fuchsbach	Erlbach	Rhedengraben (Rhädengraben, Suhl)	Rauda	
Geisa	Felda	Roda	Saale	
Gülde	Gera	Rodach	Sächsische Helbe (Seelache)	
Helme	Gleise	Saale	Sprotte	

GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
Herpf	Gramme	Schwarza	Unstrut	
Herressener Bach	Itz	Seebach	Werra	
Hörsel	Kotschau	Steinach	Wipper	
Ilm	Loquitz	Unstrut	Zorge	
Kohlbach	Lossa	Weißer Elster		
Leine	Luhne	Werra		
Lemnitz	Mahlgera			
Leuba	Nesse			
Nesse	Orla			
Öchse	Parthe (Jüchse)			
Orla	Pleißer			
Remdaer Rinne	Pöltzschbach			
Rodach	Roda			
Rotenbach	Rodach			
Saale	Saale			
Schleuse	Schleuse			
Schwarza	Schwaba (Brünn)			
Sorbitz	Sprotte			
Sprotte	Suhl			
Stedttingsbach	Triebesbach (Triebes)			
Unstrut	Ulster			
Weida	Unstrut			
Weißbach	Weißer Elster			
Weißer Elster	Werra			
Wilde Gera	Wettera			
Wilder Graben (Leinakanal)	Wilde Gera			
Wisenta	Wipfra			
	Wipper			

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

Tabelle 67: Wie viele Anlagen haben in Thüringen niedrigere Überwachungswerte aufgrund von sensiblen Gewässern?

GK	Angepasster Grenzwert der Anlagen-Genehmigung [mg/l]	Anzahl der Anlagen
5	1	1
5	0,6	1
4	2	11
4	1,5	1
4	1	5
4	0,5	1
3	4	1
3	3	1
3	2	1
3	1,5	1
3	1	1
2	4	2
2	3	1
2	2	50
2	1	1
2	0,3	1
1	4	9
1	3	6
1	2	42
1	1	4

Quelle: eigene Darstellung, TU Berlin

6 Quellenverzeichnis

- ATV-DVWK-A 203 (1995): Arbeitsblatt zur "Abwasserfiltration durch Raumfilter nach biologischer Reinigung", ATV, Hennef.
- AbwV (1997): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV), vom Neugefasst durch Bek. v. 17.06.2004 I 1108, 2625;. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/abwv/BJNR056610997.html>, letzter Zugriff 28.06.2023.
- DWA-M 206 (2020): Merkblatt zur "Automatisierung der chemischen Phosphatelimination", DWA, Hennef.
- Barjenbruch, Matthias (2007): Verfahren zur Abwasserfiltration – Grundlagen, Auslegung und Betriebserfahrungen. Chemie Ingenieur Technik, 79: 1861-1870. <https://doi.org/10.1002/cite.200700117>.
- Barjenbruch, Matthias (2023): Interview telefonisch am 15.01.2023 zu "Lage bei Kronos im Januar 2023". Interview mit Thomas Kühl von Kronos.
- Barjenbruch, Matthias; Exner, Eva (2008): Leitfaden zur Verminderung des Phosphoreintrags aus Kläranlagen. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:27-dbt-20170911-1552483>, letzter Zugriff: 01.05.2023
- Baumann, P.; Jedele, K. (2019): Phosphorelimination auf Kläranlagen - Arbeitshilfe für den Betreiber. Hg. v. DWA für den DWA-Landesverband Baden-Württemberg, DWA, Hennef.
- DWA-A 202 (2011): Arbeitsblatt zur "Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser", DWA, Hennef.
- ATV-DVWK-A 202 (2002): Arbeitsblatt zur "Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser", ATV, Hennef.
- Destatis (2023a): Datenbank zur Abwasserbehandlung und -entsorgung. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Publikationen/Downloads-Wasserwirtschaft/abwasser-oeffentlich-2190212199005.xlsx?__blob=publicationFile, letzter Zugriff 27.06.2023.
- Destatis (2023b): Datenbank zur Trinkwasserversorgung und -quellen, 2023. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Publikationen/Downloads-Wasserwirtschaft/wasser-oeffentlich-2190211199005.xlsx?__blob=publicationFile, letzter Zugriff 16.06.2023.
- DWA (2021): 34. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen, DWA, Hennef. Online verfügbar unter: https://de.dwa.de/files/_media/content/06_SERVICE/Zahlen%20%7C%20Fakten%20%7C%20Umfragen/leistungsvergleich_2022_8seiter_A4_web.pdf
- DWA (2022): Auswertung Blitzumfrage zum Fällmittel-Engpass, DWA Umfrage intern September 2022, Hennef.
- DWA (2023): Betriebsinfo 01|23. Informationen für das Betriebspersonal von Abwasseranlagen. Hg. v. DWA, Hennef. Online verfügbar unter https://de.dwa.de/files/_media/content/05_PUBLIKATIONEN/Zeitschriften/Betriebs-Info/BI_2023_1.pdf.
- DWA-A 131 (2015): Arbeitsblatt zu "Einstufige Belebungsanlagen", DWA, Hennef.

EWG (1991): Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser, vom geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1137/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.10.2008. Online verfügbar unter <https://www.bmuv.de/gesetz/richtlinie-91-271-ewg-ueber-die-behandlung-von-kommunalem-abwasser>, letzter Zugriff: 01.06.2023.

Fuchs, Stephan; Brecht, Katharina; Gebel, Michael; Bürger, Stephan; Uhlig, Mario; Halbfuß, Stephan (2022): Phosphoreinträge in die Gewässer bundesweit modellieren. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt. TEXTE 142/2022. Karlsruher Institut für Technologie (KIT) / Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG).

Geyer, P.; Barjenbruch, M.; Sperlich, A.; Gnirß, R. (2015): Forschungsprojekt Raumfiltration. Untersuchungen zur Einhaltung der Überwachungswerte auf dem Klärwerk Waßmannsdorf. Abschlussbericht zugänglich in Fachgebietsbibliothek des Fachgebiets Siedlungswasserwirtschaft, TU Berlin.

Gujer, W. (2006): Siedlungswasserwirtschaft. Springer-Verlag. ISBN : 978-3-662-09886-8.

Hesse, G.; Seyfried, C. F. (1989): Literaturstudie zur Phosphatelimination mit Schwerpunkt Fällungsreinigung. Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover (Heft 73). ISBN-13: 978-3-921421-02-4

Jannasch, Nicole (2022): Fachbeitrag zu "FerroSorp. So entschwefeln Sie richtig". Abwassermeister-Tag. HeGo Biotec GmbH. DWA. Neubrandenburg, 30.11.2022, zuletzt geprüft am Dezember 2022.

Jekel, Martin; Czekalla, Christoph; S. (Hg.) (2016): Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. DVGW Lehr- und Handbuch Wasserversorgung Band 6. 2. Auflage, DIV Deutscher Industrie-Verlag. ISBN: 978-3-8356-7320-5

ATV DVWK AG 8.2 (2003): Arbeitbericht zu "Kennzahlen zur gezielten P-Elimination auf kommunalen Kläranlagen", Hennef.

DIN EN 12255-13 (Entwurf 2021): Normentwurf zu "Kläranlagen - Teil 13". Online verfügbar unter <https://www.beuth.de/de/norm-entwurf/din-en-12255-13/336228203>.

Maier, Werner (2022): Fachbeitrag zu "Maßnahmen bei der Abwasseraufbereitung". Fällmittelknappheit in Baden-Württemberg. Webseminar DWA-Landesverband Baden-Württemberg, 08.09.2022.

DWA-M 361 (2022): Merkblatt zur "Reinigung und Aufbereitung von Biogas", DWA, Hennef.

Rohn, Anja; Nahrstedt, Andreas (2023): Sachverständigengutachten zur Ermittlung der derzeitigen und zukünftigen Verfügbarkeiten von Eisenflockungsmitteln zur Trinkwasseraufbereitung mit den Qualitäten nach Typ 1 der DIN EN 888 (2005), 889 (2005), 890 (2012), 891 (2005). Hg. v. Umweltbundesamt. Durchführung der Studie durch IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser; Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Dessau-Roßlau, März 2023.

Schaeferkalk (2022): Informationen zu SCHAEFER PRECAphos. Online verfügbar unter <https://www.schaeferkalk.de/de/phossi>; <https://innovationspreis.rlp.de/de/innovationspreis-2011-2022/innovationspreis-2022/sonderpreis-industrie/>, zuletzt geprüft am 06.04.2023.

Scheer, H. (1998): "Bemessung von Kläranlagen auf Stickstoff- und Phosphorelimination im internationalen Vergleich". Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik, Hannover (Heft 102).

Scheer, H.; Wulf, P. (2023): Fachbeitrag zu "Praxisorientierte und schnell umsetzbare Optimierungsansätze für die chemische Phosphorelimination bei Fällmittelmangel. Was tun mit der Phosphorelimination bei Fällmittelmangel". Emscher Wassertechnik GmbH, Essen. WebSeminar, 17.01.2023, zuletzt geprüft am April 2023.

Schneider; Dries; Kapp, Roth; Baumann und Drobig (2005): Grundlagen für den Betrieb von Belebungsanlagen mit gezielter Stickstoff- und Phosphorelimination. Hrsg. DWA Landesverband Baden-Württemberg, Stuttgart.

van Oosterhout, Frank; Waajen, Guido; Yasseri, Said; Manzi Marinho, Marcelo; Pessoa Noyma, Julia; Mucci, Maíra et al. (2020): Lanthanum in Water, Sediment, Macrophytes and chironomid larvae following application of Lanthanum modified bentonite to lake Rauwbraken (The Netherlands) (Science of the Total Environment, 706). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135188>

VTA (Hg.) (2022): "Fällmittel sind knapp - nicht bei uns!" – Newsletter. Hrsg. VTA