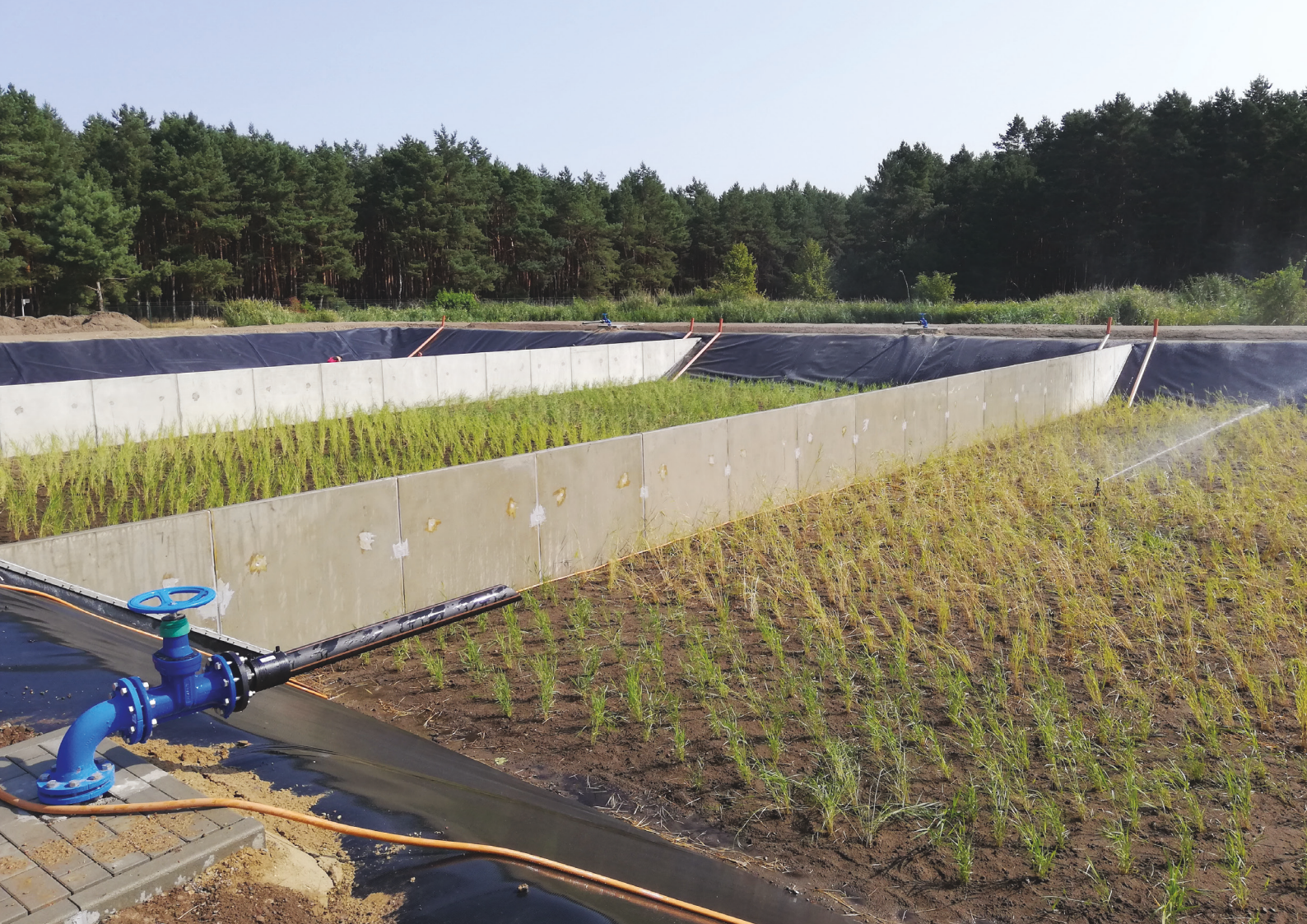


Eine Planungshilfe

KLÄRSCHLAMMENTSORGUNG UND PHOSPHORRÜCKGEWINNUNG IM LAND BRANDENBURG

mluk.brandenburg.de



Impressum

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
des Landes Brandenburg
Referat Öffentlichkeitsarbeit, Internationale Kooperation
Henning-von-Tresckow-Straße 2-13, Haus S,
14467 Potsdam
Telefon: 0331 866-7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de
Internet: mluk.brandenburg.de
agrар-umwelt.brandenburg.de

Konzept, Bearbeitung und Redaktion

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
des Landes Brandenburg

Abteilung 5 - Umwelt, Klimaschutz, Nachhaltigkeit
Referat 52

Abteilung 2 - Wasser und Bodenschutz
Referate 22 und 23

Datenerhebung und Auswertung, Text

Intecus GmbH (Jörg Wagner, Romana Richter)

Rechtsgutachten

Gaßner, Groth, Siederer & Coll. (Isabelle-Konstanze Charlier)

Die Publikation wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit wird nicht übernommen. Die in der Publikation enthaltenen Rechtsauffassungen sind allein solche des Auftragnehmers.

Fotos

Ronny Philipp (Titel)
Stefan Gloede (Seite 6)

2023

Diese Veröffentlichung ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht für Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Broschüre dem Empfänger zugegangen ist, darf sie, auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl, nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

1	Vorwort.....	6
2	Zielstellung des Gutachtens	8
3	Grundlagen.....	8
3.1	Rechtliche Grundlagen.....	8
3.2	Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm.....	17
3.2.1	Kristallisations- und Fällungsverfahren.....	18
3.2.2	Thermochemischer Aufschluss	18
3.2.3	Nasschemischer Aufschluss	19
3.2.4	Bewertung der Phosphorrückgewinnungsverfahren.....	19
4	Datengrundlagen und -erhebung.....	19
5	Situation der Klärschlamm Entsorgung im Land Brandenburg	21
5.1	Struktur der Abwasserbeseitigung	21
5.2	Verfahren der Klärschlammbehandlung auf Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg	24
5.3	Klärschlammfall.....	26
5.4	Klärschlammqualität.....	27
5.4.1	Schadstoffgehalt	28
5.4.2	Phosphorgehalt.....	28
5.5	Klärschlammfall bis 2032	30
5.5.1	Bevölkerungsentwicklung.....	30
5.5.2	Technische Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen.....	32
5.5.3	Anschlussgrad an die öffentliche Abwasserbeseitigung.....	33
5.5.4	Prognose des Klärschlammfalls	33
5.6	Klärschlamm Entsorgung	34
5.6.1	Aktueller Stand.....	34
5.6.2	Zukünftige Planungen	36
6	Situationsanalyse	39
6.1	Regionalisierte Bedarfsanalyse.....	39
6.1.1	Region Nord	42
6.1.2	Region Süd	42
6.1.3	Region Berliner Umland	43
6.2	Ableitung von Handlungsfeldern	43

7	Kooperationsmodelle zur Klärschlamm Entsorgung – rechtliche Rahmenbedingungen	44
7.1	Einleitung	44
7.2	Ebenen der Zusammenarbeit	45
7.2.1	Ebene der Kooperationspartner untereinander	45
7.2.2	Zusammenarbeit mit dem Errichter/Betreiber	45
7.3	Vergaberechtliche Anforderungen	46
7.3.1	Verfahrensvorgaben für öffentliche Ausschreibungen	46
7.3.2	Vergabefreie Kooperation	47
7.3.3	Zusammenfassung vergaberechtlicher Anforderungen	51
7.4	Anforderungen des Kommunalwirtschaftsrechts	51
7.4.1	Allgemeine Anforderungen des § 91 BbgKVerf	51
7.4.2	Gründung von Unternehmen nach § 92 BbgKVerf	53
7.4.3	Spezifische Anforderungen der §§ 94 – 97 BbgKVerf	54
7.4.4	Zwischenergebnis Kommunalwirtschaftsrecht	54
7.5	Kommunalabgabenrecht und Preisrecht	55
7.5.1	Erhebung von Benutzungsgebühren	55
7.5.2	Vermeidung von Überkapazitäten	56
7.5.3	Hochwertige Verwertung bei kleineren Anlagen	56
7.5.4	Drittbeauftragung und öffentliches Preisrecht	57
7.5.5	Zusammenfassung Kommunalabgaben und Preisrecht	58
7.6	Steuerrechtliche Rahmenbedingungen	58
7.6.1	Ertragssteuern	58
7.6.2	Umsatzsteuer	58
7.6.3	Zusammenfassung steuerrechtlicher Rahmen	60
7.7	Kartellrechtliche Fragen bei der Zusammenarbeit	60
7.7.1	Kartellverbot des § 1 GWB	60
7.7.2	Fusionskontrolle	61
7.8	Darstellung und Bewertung verschiedener Kooperationsmodelle	61
7.8.1	Ausschreibungs koordinierung nach § 4 VgV	62
7.8.2	Zweckverband gem. §§ 10 ff. GKGBbg	65
7.8.3	Gemeinsame kommunale Anstalt gem. §§ 37 ff. GKGBbg	69
7.8.4	Gemeinsame In-House-Gesellschaft (GmbH)	72
7.8.5	Gemeinsame GmbH mit privater Beteiligung (ÖPP)	77

8	Handlungs- und Maßnahmenvorschläge für die Phosphorrückgewinnung.....	79
8.1	Beschreibung möglicher Handlungsoptionen	79
8.1.1	Nutzung thermischer Klärschlammbehandlungskapazitäten in privatwirtschaftlicher oder kommunaler Trägerschaft	79
8.1.2	Schaffung von thermischen Klärschlammbehandlungskapazitäten in kommunaler Trägerschaft.....	80
8.1.3	Integration der Phosphorrückgewinnung in den Kläranlagenbetrieb	81
8.1.4	Fortführung der bodenbezogenen Verwertung.....	81
8.2	Bewertung der möglichen Handlungsoptionen.....	82
8.3	Potenzialprüfung für innovative Demonstrationsvorhaben	84
8.4	Zusammenfassung.....	85

Abbildungen

Abbildung 1:	Einteilung der P-Rückgewinnungsverfahren (nach Montag et al., 2021)	18
Abbildung 2:	Anzahl der über die Befragung erfassten Abwasserbehandlungsanlagen je Größenklasse	20
Abbildung 3:	Regionale Verteilung und GK der Kläranlagen, linke Säulen gesamt, rechte Säulen Fragebogenrücklauf	21
Abbildung 4:	Verteilung der Abwasserbehandlungsanlagen auf die unterschiedlichen Größenklassen	23
Abbildung 5:	Verfahren zur Klärschlammbehandlung auf Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg (Befragung INTECUS, 2021).....	24
Abbildung 6:	Verfahren zur Bindung des Phosphors im Klärschlamm auf Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg (Befragung INTECUS, 2021)	25
Abbildung 7:	Klärschlammmanfall nach Größenklassen 2018 – 2022.....	27
Abbildung 8:	Prozentuale Grenzwertausschöpfung bodenbezogen verwerteter Klärschlämme in den Jahren 2017 - 2019 (Lagebericht 2021).....	28
Abbildung 9:	TS-Anteil, organische Substanz und Nährstoffgehalt bodenbezogen verwerteter Klärschlämme im Land Brandenburg 2006 – 2019 (Lagebericht 2021).....	29
Abbildung 10:	Verteilung der Abwasserbehandlungsanlagen in Abhängigkeit des P-Gehaltes (n=126)	29
Abbildung 11:	Bevölkerungsprognose Land Brandenburg bis 2032 (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2021).....	31
Abbildung 12:	Angaben der befragten Betreiber zu geplanten technischen Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen (Befragung INTECUS)	32
Abbildung 13:	Entwicklung des Anschlussgrades der Bevölkerung an die verschiedenen Arten der Abwasserbeseitigung zwischen 1996 und 2019 (Lagebericht 2021, MLUK)	33
Abbildung 14:	Prognostizierter Klärschlammmanfall in [t TS] für das Land Brandenburg bis zum Jahr 2032.....	34
Abbildung 15:	Entsorgungswege für Klärschlamm 2020 (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg)	35
Abbildung 16:	Entsorgungswege für Klärschlamm 2020 (Befragung INTECUS)	36
Abbildung 17:	Angaben der Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage zu Planungen der zukünftigen Entsorgung und Phosphorrückgewinnung nach 2029/2032 (n=126) (Befragung INTECUS)	37
Abbildung 18:	Regionale Einteilung des Landes Brandenburg mit Lage der Kläranlagen sowie der regionsspezifisch anfallenden Klärschlammmenge (Stand 2020).....	40
Abbildung 19:	Geplante und in Betrieb befindliche Anlagen zur thermischen Behandlung von Klärschlämmen sowie zur Phosphorrückgewinnung in Brandenburg und den angrenzenden Bundesländern (Stand 09/2022) (kurz gestrichelt: 100 km-Radius Boxberg, lang gestrichelt: 100 km-Radius Cottbus, durchgehend: 100 km-Radius Bitterfeld-Wolfen)	41
Abbildung 20:	Modelle für Kooperationsformen.....	45
Abbildung 21:	Kooperationsformen mit Errichter/Betreiber	46

Tabellen

Tabelle 1:	Boden- und klärschlammbezogene Grenzwerte nach § 7 und 8 AbfKlärV i.V.m. Anlage 2 Tabelle 1.4 Spalte 4 DüMV sowie Anhang 2 Nr. 4.1 und 4.2 BBodSchV....	12
Tabelle 2:	Zukünftige Entsorgungsmöglichkeiten für Klärschlamm (nach DWA-Arbeitsgruppe KEK-1.5, 2018)	15
Tabelle 3:	Anzahl der Aufgabenträger der Abwasserbeseitigungspflicht (Lagebericht 2021, MLUK)	22
Tabelle 4:	Anzahl der Abwasserbehandlungsanlagen sowie genehmigte Ausbaugröße in EW (Brandenburger Anteil; Stand 2021)	22
Tabelle 5:	Größenklasse und deren Einteilung nach den genehmigten Ausbaukapazität (EW) .	23
Tabelle 6:	Berechnung des tatsächlichen Klärschlammaufkommens auf Basis der statistischen Daten zum Klärschlammfall für das Land Brandenburg und die Stadt Berlin.....	26
Tabelle 7:	Entwicklung Klärschlammfall im Land Brandenburg 2018 – 2020	26
Tabelle 8:	Durchschnittlich angegebener Phosphorgehalt je Größenklasse	30
Tabelle 9:	Direkt entsorgte Klärschlammengen gemäß Statistik und Befragung 2018 – 2020	35
Tabelle 10:	Bodenbezogen verwertete Klärschlammengen 2020 der GK 4b und GK 5 (Befragung INTECUS)	38
Tabelle 11:	Klärschlammengen > 20 g P/kg TS und Anzahl der Anlagen, welche in 2020 thermisch verwertet wurden (Befragung INTECUS)	38
Tabelle 12:	SWOT-Analyse für die Schaffung von thermischen Klärschlammbehandlungskapazitäten in kommunaler Trägerschaft.....	83
Tabelle 13:	SWOT-Analyse für die Nutzung thermischer Klärschlammbehandlungskapazitäten in privatwirtschaftlicher oder kommunaler Trägerschaft.....	83
Tabelle 14:	SWOT-Analyse für die Integration der Phosphorrückgewinnung in den Kläranlagenbetrieb.....	83
Tabelle 15:	SWOT-Analyse für die Fortführung der bodenbezogenen Verwertung.....	84

1 Vorwort



Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

der Schutz der Böden und Gewässer vor Schadstoffeintrag und die Nutzung von Klärschlamm als Sekundärquelle für den lebenswichtigen Nährstoff Phosphor sind das Ziel der geplanten Neuordnung des Umgangs mit Klärschlamm.

Künftig sollen daher alle Klärwerksbetreiber den Weg der Phosphorrückgewinnung beziehungsweise die Rückführung des gewonnenen Phosphors in den Wirtschaftskreislauf anstreben.

Das vorliegende Gutachten dient den Verantwortlichen der Abwasserbeseitigung im Land Brandenburg und weiteren relevanten Akteurinnen und Akteuren als

Informationsgrundlage und Hilfestellung im Umgang mit den gesetzlichen Bestimmungen aus der novellierten Klärschlammverordnung.

Entscheidend über das Ob und Wie sind der Phosphorgehalt im Klärschlamm, die Ausbaugröße der Kläranlage und die Einhaltung weiterer gesetzlicher Grenzwerte im Zusammenhang mit der bodenbezogenen Verwertung.

Im Land Brandenburg werden künftig mehr als die Hälfte der anfallenden Klärschlämme einen neuen Verwertungsweg einschlagen müssen. Jeder Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage sollte daher seinen derzeitigen Entsorgungsweg prüfen und die künftigen Optionen entweder individuell oder im interkommunalen Verbund ausloten und festlegen. Unabhängig von der Ausbaugröße sind für alle regulären Entsorgungswege künftig Untersuchungs- und Nachweispflichten sowie Pflichten zur Registerführung zu erfüllen. Ab einem Phosphorgehalt von über 20 Gramm je Kilogramm Trockenmasse ist der Phosphor aus dem Klärschlamm, aus der Klärschlammverbrennungsasche oder den kohlenstoffhaltigen Rückständen zurückzugewinnen. Kläranlagen unter einer Ausbaugröße von 50.000 Einwohnern können ihre Klärschlämme bei Einhaltung weiterer gesetzlicher Grenzwerte bodenbezogen verwerten und so auf diesem Weg direkt den Phosphor nutzen. Der bisher für Klärwerksbetreiber im Land Brandenburg weit verbreitete Weg der Mitverbrennung ohne anschließende Phosphorrückgewinnung wird zukünftig nicht mehr ohne behördliche Genehmigung als Ausnahmetatbestand für kleine und mittlere Kläranlagen bis zur Größenklasse 4a möglich sein.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wurden unter anderen für alle Klärschlämme, unabhängig von deren Entsorgungsweg, Untersuchungsparameter abgefragt, um abschätzen zu können, welche Mengen künftig den neuen Bestimmungen unterfallen. Unter Berücksichtigung thermischer Entsorgungsstrukturen in benachbarten Bundesländern wurden räumliche Cluster gebildet, um Potenziale für Verbundlösungen auszuloten. Das vorliegende Ergebnis berücksichtigt 80 Prozent aller im Land Brandenburg im Jahr 2019 an Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossenen Einwohnerinnen und Einwohner.

Ich freue mich, dass wir damit dank der breiten Mitwirkung der Klärwerksbetreiber ein nahezu vollständiges Bild vorliegen haben. Das Land Brandenburg wird die Klärwerksbetreiber bei der Umsetzung der Anforderungen an die Klärschlammverordnung weiterhin fachlich begleiten. Für den neu zu beschreiten-

den Weg der technischen Phosphorrückgewinnung einschließlich der vorbereitenden Schritte beabsichtigt das Land zudem, begrenzt Fördermittel zur Verfügung zu stellen. Das vorliegende Gutachten zeigt den Bedarf an weiteren Entsorgungskapazitäten für Klärschlämme mit nachgeschalteter Phosphorrückgewinnung auf.

Ich hoffe, dass Sie dem Gutachten viele hilfreiche Informationen zur Klärschlammentsorgung im Land Brandenburg entnehmen können und ihn als Wegweiser in eine ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft nutzen.



Axel Vogel

Minister für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz
des Landes Brandenburg

2 Zielstellung des Gutachtens

Das vorliegende Gutachten analysiert auf der Grundlage des Ist-Standes der Klärschlamm Entsorgung und der derzeit absehbaren regionalen Entwicklungen die Möglichkeiten der zukünftigen Klärschlamm Entsorgung im Land Brandenburg. Im Rahmen der gutachterlichen Analyse werden nachfolgend

- die gegenwärtige Situation zum Klärschlamm aufkommen und zur Klärschlamm Entsorgung im Land Brandenburg vor dem Hintergrund der künftigen Anforderungen analysiert,
- Handlungs- und Maßnahmenvorschläge inkl. Kostenabschätzung für Umsetzungsmaßnahmen zur Phosphorrückgewinnung im Land Brandenburg und unter Berücksichtigung von Kapazitäten zur Mitnutzung außerhalb Brandenburgs aufgezeigt sowie
- mögliche Organisationsmodelle unter Berücksichtigung des EU-Vergaberechts beleuchtet und Handlungsempfehlungen für verschiedene Akteure herausgearbeitet.

3 Grundlagen

3.1 Rechtliche Grundlagen

Gemäß § 66 brandenburgisches Wassergesetz (BbgWG) obliegt die Pflicht der Abwasserbeseitigung den Gemeinden. Sie haben zur Erfüllung dieser Pflicht die dazu notwendigen Anlagen zu betreiben oder diese durch einen Dritten betreiben zu lassen. Weiterhin obliegt den Gemeinden die Pflicht zur Beseitigung des in abflusslosen Gruben anfallenden Abwassers sowie des nicht getrennten Klärschlamm aus Kleinkläranlagen.

Abwasserbehandlungsanlagen im Sinne von § 64 BbgWG sind Einrichtungen, die dazu dienen, „[...] die Schädlichkeit des Abwassers zu vermindern oder zu beseitigen und den anfallenden Klärschlamm für eine ordnungsgemäße Entsorgung aufzubereiten. Eine Anlage ist öffentliche Abwasserbehandlungsanlage, wenn sie dem allgemeinen Gebrauch dient. Die Klärschlamm Entsorgung ist gemäß BbgWG nicht Gegenstand des unmittelbaren Aufgabenbereiches der Abwasserbeseitigungspflichtigen. Gemäß § 54 Absatz 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) umfasst die Abwasserbeseitigung das

- Sammeln,
- Fortleiten,
- Behandeln,
- Einleiten,
- Versickern,
- Verregnen und Verrieseln von Abwasser sowie
- das Entwässern von Klärschlamm in Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigung.

Zur Abwasserbeseitigung gehört auch die Beseitigung des in Kleinkläranlagen anfallenden Schlammes. Demnach unterliegen die Behandlungsschritte bis einschließlich der Klärschlammwässerungsverfahren auf der Kläranlage dem Anwendungs- und Geltungsbereich des Wasserrechts.

Die Entsorgung des anfallenden Klärschlammes ist demnach weder auf Bundes- noch auf Landesebene vom Wasserrecht erfasst und unterliegt den abfall- und düngerechtlichen Vorschriften. Die wichtigsten zukünftigen Anforderungen an die Klärschlamm Entsorgung werden im Folgenden beschrieben. Eine detaillierte Darstellung der gesetzlichen Anforderungen zur Klärschlamm Entsorgung und Phosphorrückgewinnung (gegenwärtig und zukünftig) kann Anhang 1 zum vorliegenden Bericht entnommen werden.

Kreislaufwirtschaftsgesetz

Das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) hat den Zweck, die Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen zu fördern und den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen sicherzustellen.

Die Vorschriften des Gesetzes gelten für

- die Vermeidung von Abfällen sowie
- die Verwertung von Abfällen,
- die Beseitigung von Abfällen und
- die sonstigen Maßnahmen der Abfallbewirtschaftung.

Für die zuvor benannten Ziele wurde durch den Gesetzgeber in § 6 Absatz 1 KrWG folgende Maßnahmenpriorisierung (Abfallhierarchie) festgelegt.

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung
3. Recycling
4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung
5. Beseitigung

Maßnahmen der Abfallvermeidung sind auf Klärschlämme bedingt anwendbar. Durch die Klärschlammfäulung wird bspw. die anfallende Abfallmenge reduziert. Die Umsetzung dieser Maßnahme ist ökonomisch jedoch nur durch größere Anlagen leistbar, da diese bei kleinen Anlagen den Gebührenhaushalt unverhältnismäßig belasten würde, diesen die notwendige Klärschlammmenge zum wirtschaftlichen Betrieb einer Faulungsanlage fehlt und der anfallende Klärschlamm (vorrangig bei Abwasserbehandlungsanlagen bis 1.000 EW) an andere Abwasserbehandlungsanlagen abgegeben wird. Eine Verringerung der schädlichen Auswirkungen des Abfalls Klärschlamm erfolgt durch die abfall- und düngerechtlichen Vorgaben zu Verwertung des Klärschlammes. So enthält die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) in § 5 klärschlammbezogene Untersuchungspflichten sowie in §§ 7, 8 i.V.m der Bundes-Boden- und Altlastenschutzverordnung (BBodSchV) sowie der Düngemittelverordnung (DüMV) Grenzwerte für die bodenbezogene Verwertung eines Klärschlammes, Klärschlammgemisch oder -kompost.

Klärschlämme können weder wiederverwendet noch für eine Wiederverwendung vorbereitet werden, da diese nicht für einen bestimmten Zweck hergestellt werden, sondern vielmehr einen Reststoff des Abwasseraufbereitungsprozesses darstellen, dessen sich der Abfallerzeuger, also der Betreiber der Abwasserbehandlungsanlage, entledigen will.

§ 3 Absatz 1 AbfKlärV adressiert eine Verwertungspflicht an den Klärschlammherzeuger. Recycling und stoffliche Verwertung des Klärschlammes werden in der Praxis durch Kompostierung, Vergärung, sonstige Verfahren, welche zur Herstellung eines Gemisches zum Einsatzzweck als Düngemittel oder Bodenhilfsstoff Klärschlamm einsetzen, sowie durch die direkte Ausbringung in der Landwirtschaft umgesetzt. Durch die Implementierung der Verpflichtung zum Phosphorrecycling aus Klärschlämmen oder Klärschlammaschen wird die Umsetzung der dritten Stufe der Abfallhierarchie durch die Vorgaben der AbfKlärV erweitert. Eine thermische Verwertung erfolgt für alle die Klärschlämme, die aufgrund der Grenzwertüberschreitung nicht bodenbezogen ausgebracht werden können (je nach P-Gehalt Mono- oder Mitverbrennung).

Die Beseitigung hat für die Klärschlammbehandlung keine praktische Relevanz. Die Deponierung unbehandelter Abfälle ist seit dem 1. Juni 2005 verboten.

Durch das Verbot der bodenbezogenen Verwertung ab 2029 bzw. 2032 für Klärschlammherzeuger, welche eine Abwasserbehandlungsanlage mit einer Ausbaugröße von mehr als 100.000 Einwohnerwerten (EW) bzw. mehr als 50.000 EW betreiben, kann die Abfallhierarchie nur beschränkt eingehalten werden. Für die genannten Betreiber bzw. Abfallherzeuger beschränkt sich die dritte Stufe der Abfallhierarchie auf die Phosphorrückgewinnung bzw. das Phosphorrecycling. Die Klärschlämme sind, entweder als Vorbehandlung zum Phosphorrecycling oder als Entsorgungsweg nach der Phosphorrückgewinnung, einer thermischen Behandlung zuzuführen.

§ 11 KrWG bildet die gesetzliche Grundlage für die Klärschlammverordnung (AbfKlärV), welche mit ihren Bestimmungen die Sicherung der ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung von Klärschlämmen umsetzt. § 22 KrWG legt fest, dass der Abfallherzeuger auch bei Beauftragung Dritter mit der Erfüllung dieser Aufgaben (bspw. durch Ausschreibung) bis zur endgültigen und ordnungsgemäßen Entsorgung seiner Abfälle für die Erfüllung der Pflichten nach dem KrWG verantwortlich bleibt. Abfallentsorgung im Sinne von § 3 Absatz 22 KrWG umfasst Verwertungs- und Beseitigungsverfahren, einschließlich der Vorbereitung zur Wiederverwendung. Zu beachten ist, dass gemäß AbfKlärV bei thermischer Vorbehandlung die Verantwortung zur technischen Umsetzung der Phosphorrückgewinnung auf den Betreiber der thermischen Behandlungsanlage übergeht.

Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung – AbfKlärV)

Mit der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverordnung vom 27. September 2017, welche am 3. Oktober 2017 in Kraft getreten ist, wurde die AbfKlärV umfassend novelliert. Neben der Anpassung der Regelungen für die bodenbezogene Verwertung von Klärschlämmen, welche unmittelbar in Kraft getreten sind (Artikel 1), soll „[...] insbesondere das Ziel, die wertgebenden Bestandteile des Klärschlammes (Phosphor) umfassender als bisher in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen [...]“ erreicht werden (BMU, 2017). Um dieses Ziel zu erreichen, wurde in Artikel 5 zu § 3a–e AbfKlärV i.V.m. Artikel 6 eine Verpflichtung zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen und/oder Klärschlammverbrennungsraschen verankert. Artikel 4 enthält eine Berichtspflicht für die Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen über die geplanten Maßnahmen zur Umsetzung der Phosphorrückgewinnungsverpflichtung.

Die Artikel zur P-Rückgewinnung treten gemäß Artikel 8 der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverordnung wie folgt in Kraft:

- Artikel 4 tritt am 1. Januar 2023 in Kraft.
- Artikel 5 tritt am 1. Januar 2029 in Kraft.
- Artikel 6 tritt am 1. Januar 2032 in Kraft.

Regelungen zur bodenbezogenen Verwertung

Die derzeit geltende Fassung der Klärschlammverordnung enthält Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Klärschlamm, eines Klärschlammgemisches und eines Klärschlammkomposts auf oder in einen Boden.

Die Verordnung gilt für Klärschlammherzeuger, Gemischhersteller, Komposthersteller, Klärschlammnutzer, Träger der Qualitätssicherungen im Sinne des § 12 Absatz 5 KrWG, Qualitätszeichennehmer im Sinne des § 12 Absatz 2 KrWG sowie Beförderer.

Im Grundsatz ist der Klärschlammherzeuger gemäß § 3 Absatz 1 AbfKlärV zur möglichst hochwertigen Verwertung des anfallenden Klärschlammes verpflichtet (vergleiche Abschnitt 3.1). Aus der AbfKlärV gehen hinsichtlich des Bodens, auf dem der Klärschlamm, das Klärschlammgemisch oder der Klärschlammkompost erstmalig ausgebracht werden soll, als auch des aufzubringenden Klärschlammes selbst, Untersuchungsverpflichtungen hervor.

Die Parameter für die bodenbezogene Untersuchung beschränken sich auf die in Anhang 2 Nr. 4.1 Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) genannten Schwermetalle, den pH-Wert des Bodens sowie auf polychlorierte Biphenyle und Benz(a)pyren, wenn der aufzubringende Klärschlamm den vorgegebenen Grenzwert zu mehr als 70 Prozent ausschöpft. Die Bodenanalyse ist alle 10 Jahre zu wiederholen. Der Klärschlammherzeuger hat gemäß § 5 Absatz 1 AbfKlärV den anfallenden Klärschlamm auf die Parameter

- Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Thallium, Zink),
- Summe der organischen Halogenverbindungen als adsorbierte organisch gebundene Halogene,
- Gesamtstickstoffgehalt,
- Phosphorgehalt,
- Trockenrückstand,
- Organische Substanz,
- Benzo(a)pyren,
- Polychlorierte Biphenyle (PCB)
- Gehalt an basisch wirksamen Stoffen (bewertet als Calciumoxid),
- Eisengehalt und
- pH-Wert

zu untersuchen.

Die Untersuchung des Klärschlammes ist je angefangene 250 Tonnen TS, jedoch höchstens einmal pro Monat durchzuführen. Die organischen Schadstoffe im Klärschlamm müssen aller zwei Jahre bestimmt werden. Eine Ausnahme wurde für Betreiber kleinerer Abwasserbehandlungsanlage geschaffen. Abwasserbehandlungsanlagen, welche jährlich weniger als 750 t TS erzeugen, müssen die Untersuchung mindestens aller drei Monate durchführen. Klärschlammherzeuger, welche eine Abwasserbehandlungsanlage mit einer Ausbaugröße < 1.000 EW betreiben, sind verpflichtet den anfallenden Klärschlamm aller zwei Jahre zu untersuchen. Die zuständige Behörde kann den Zeitraum auf minimal sechs Monate und maximal 4 Jahre verkürzen bzw. verlängern.

Die Grenzwerte für die zuvor genannten Parameter wurden durch die Novelle der AbfKlärV mit den Grenzwerten der Düngemittelverordnung (DüMV) harmonisiert (Anlage 2 Tabelle 1.4 Spalte 4 DüMV). Die nachfolgende Tabelle 1 fasst die boden- und klärschlammspezifischen Grenzwerte zusammen:

Tabelle 1: Boden- und klärschlammbezogene Grenzwerte nach § 7 und 8 AbfKlärV i.V.m Anlage 2 Tabelle 1.4 Spalte 4 DüMV sowie Anhang 2 Nr. 4.1 und 4.2 BBodSchV¹

Parameter	Boden			Klärschlamm
	Sand	Ton	Lehm/Schluff	
	[mg/kg Trockenmasse (TM)]			
Kupfer	20	60	40	900
Zink	60	200	150	4.000
Blei	40	100	70	150
Cadmium	0,4	1,5	1	1,5
Chrom	30	100	60	–
Chrom VI	–	–	–	2
Nickel	15	70	50	80
Quecksilber	0,1	1	0,5	1,0
Arsen	–	–	–	40
Thallium	–	–	–	1,0
	Humusgehalt > 8 %		Humusgehalt ≤ 8 %	
AOX	–		–	400
Polychlorierte Biphenyle (PCB, 6 Kongenere)	0,1		0,05	0,1
Summe der Dioxine und dl-PCB (WHO-TEQ 2005)	–		–	30 ng*
Benzo(a)pyren	1,0		0,3	1,0
Perfluorierte Tenside (Summe PFOA und PFOS)	–		–	0,1

* ng = Nanogramm

Die klärschlammbezogenen Untersuchungspflichten gelten ebenfalls für den Hersteller eines Klärschlammkompostes oder Klärschlammgemisch.

Die Untersuchungen sind je angefangene 500 Tonnen TS durchzuführen.

Zukünftig geltende Regelungen zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen

Die Pflicht zur Phosphorrückgewinnung ist in den Artikeln 4 bis 6 der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung geregelt und adressiert zum einen den Klärschlammherzeuger. Dieser hat den in seiner Anlage anfallenden Klärschlamm unmittelbar

- einer Phosphorrückgewinnung, wenn der Phosphorgehalt im Klärschlamm 20 Gramm pro Kilogramm Trocksubstanz (g/kg TS) (oder mehr) aufweist oder
- einer thermischen Vorbehandlung in einer Klärschlammverbrennungs- oder Klärschlammmitverbrennungsanlage

zuzuführen. Für Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von mehr als 100.000 EW bzw. von mehr als 50.000 EW geht aus der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung ab 2029 bzw. 2032 ein Verbot zur bodenbezogenen Verwertung der auf ihren Anlagen anfallenden Klärschlämme hervor. Dieses Verbot gilt unabhängig von der Einhaltung bzw. Überschreitung der Grenzwerte aus § 8 AbfKlärV. Mit dieser Vorgabe soll die bodenbezogene Verwertung der Klärschlämme deutlich begrenzt und dadurch die Schadstoffbelastung der Böden reduziert werden (BMU, 2017).

Klärschlammherzeuger, welche eine Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von weniger als 50.000 EW betreiben, können auch über 2029 bzw. 2032 hinaus die anfallenden

¹ Grenzwert für Kupfer Anlage 1 Abschnitt 4.1 Nr. 4.1.1 Spalte 6 Abs. 2 DüMV

Klärschlämme, insofern diese die Grenzwerte nach § 8 AbfKlärV i.V.m. Anlage 2 Tabelle 1.4 Spalte 4 DüMV einhalten, bodenbezogen verwerten und damit der Pflicht zur Phosphorrückgewinnung nachkommen. Die Möglichkeit der bodenbezogenen Klärschlammverwertung für Abwasserbehandlungsanlagen ≤ 50.000 EW ist unzulässig, wenn der anfallende Klärschlamm im Vorfeld bereits einer Phosphorrückgewinnung unterzogen wurde. Überschreiten die anfallenden Klärschlämme die Grenzwerte zur bodenbezogenen Verwertung, können diese nach Zustimmung der zuständigen Behörde in geprüften Einzelfällen auch ohne Phosphorrückgewinnung einer anderweitigen Abfallentsorgung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zugeführt werden.

Zur Rückgewinnung des Phosphors aus den anfallenden Klärschlämmen ist gemäß § 3a AbfKlärV ein Verfahren anzuwenden, welches den gemessenen Phosphorgehalt des behandelten Klärschlammes

1. um mindestens 50 Prozent
2. auf weniger als 20 g/kg TS

reduziert. Die Vermischung mit Klärschlämmen, welche einen P-Gehalt von < 20 g/kg TS haben, ist gemäß § 3a Absatz 2 AbfKlärV vor Abschluss des Phosphorrückgewinnungsverfahrens unzulässig (Verdünnungsverbot).

Zum anderen sind zur Phosphorrückgewinnung ebenfalls die Betreiber einer Klärschlammmono- und Klärschlammmitverbrennungsanlage zur Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlammverbrennungsasche oder den kohlenstoffhaltigen Rückständen verpflichtet. Die Betreiber haben die Klärschlammverbrennungsaschen oder kohlenstoffhaltigen Rückstände, welche nach Behandlung der Klärschlämme anfallen, unmittelbar

1. einer Phosphorrückgewinnung oder
2. einer stofflichen Verwertung unter Nutzung des Phosphorgehaltes der Klärschlammverbrennungsaschen oder kohlenstoffhaltigen Rückstände

zuführen. Zur Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlammasche oder den kohlenstoffhaltigen Rückständen muss gemäß § 3b AbfKlärV ein Verfahren eingesetzt werden, das den Phosphorgehalt in der Klärschlammverbrennungsasche oder den kohlenstoffhaltigen Rückständen um mindestens 80 Prozent reduziert. Anlagenbetreiber, welche **ausschließlich** Klärschlämme mit einem Phosphorgehalt < 20 g/kg TS einsetzen, unterliegen keiner Phosphorrückgewinnungspflicht.

Klärschlammverbrennungsaschen und kohlenstoffhaltige Rückstände können zur Erfüllung der Phosphorrückgewinnungspflicht gelagert werden (§ 3b Absatz 3). Dies ist nur möglich, wenn gewährleistet ist, dass

- eine Vermischung mit anderen Abfällen, Stoffen oder Materialien und ein oberflächiger Abfluss der Klärschlammverbrennungsasche und des kohlenstoffhaltigen Rückstandes ausgeschlossen sind und
- die Möglichkeit einer späteren Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlammverbrennungsasche und des kohlenstoffhaltigen Rückstandes oder die Möglichkeit einer stofflichen Verwertung unter Nutzung des Phosphorgehaltes der Klärschlammverbrennungsasche und des kohlenstoffhaltigen Rückstandes gewährleistet bleibt.

Zur Errichtung und den Betrieb von Langzeitlagern sind die Vorgaben aus Teil 5 der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) einzuhalten. Als wesentliche Änderung der DepV ergibt sich aus Artikel 2 der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung, dass die Berichtspflicht nach § 23 Absatz 1 DepV nicht mehr nur bei der Langzeitlagerung von Klärschlammmonoverbrennungsaschen entfallen kann, sondern vielmehr auch bei der Langzeitlagerung von Aschen aus der Klärschlammmitverbrennung sowie von kohlenstoffhaltigen Rückständen. Die

Ausnahme von der Berichtspflicht ist auf solche Aschen bzw. kohlenstoffhaltigen Rückstände beschränkt, welche zu dem Zweck einer späteren Phosphorrückgewinnung in einem Langzeitlager abgelagert wurden bzw. werden.

Tabelle 2 fasst die zukünftigen Entsorgungsmöglichkeiten für Klärschlämme in Abhängigkeit der genehmigten Ausbaugröße sowie dem Phosphorgehalt der anfallenden Klärschlämme zusammen.

Berichtspflicht für Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage (Artikel 4 zu § 3a AbfKlärV)

Der Klärschlammherzeuger, welcher im Jahr 2023 eine Abwasserbehandlungsanlage betrieben hat, hat bis zum 31. Dezember 2023 bei der zuständigen Behörde einen Bericht über die Umsetzung der Verpflichtung zur Phosphorrückgewinnung ab 2029 bzw. 2032 sowie der zukünftigen Entsorgungswege der anfallenden Klärschlämme einzureichen. Klärschlammherzeuger, welche eine Abwasserbehandlungsanlage nach dem 31. Dezember 2023 in Betrieb nehmen, sind zur Vorlage des Berichtes sechs Monate nach Inbetriebnahme der Abwasserbehandlungsanlage verpflichtet.

Neben den Entsorgungswegen ist im Rahmen des Berichtes der Phosphorgehalt sowie der Gesamtgehalt an basisch wirksamen Stoffen (angegeben als Calciumoxid) der anfallenden Klärschlämme anzugeben. Die Analyse der Klärschlämme auf den Phosphorgehalt und den Gesamtgehalt an basisch wirksamen Stoffen ist durch den Klärschlammherzeuger bzw. Betreiber der Abwasserbehandlungsanlage im Kalenderjahr 2027 zu wiederholen. Spätestens vier Wochen nach Durchführung der Analyse ist der zuständigen Behörde das Ergebnis der Untersuchung vorzulegen.

Aus der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung gehen keine konkreten inhaltlichen Anforderungen an den Inhalt der Berichte hervor. Im Rahmen der Vollzughinweise zur Umsetzung der AbfKlärV (LAGA 2020) wird durch die LAGA jedoch ein Berichtsformat empfohlen.

Das Unterlassen der Vorlage eines entsprechenden Berichtes ist eine Ordnungswidrigkeit im Sinne des Gesetzes (Artikel 4 zu § 36 AbfKlärV) und kann entsprechend geahndet werden.

Tabelle 2: Zukünftige Entsorgungsmöglichkeiten für Klärschlamm (nach DWA-Arbeitsgruppe KEK-1.5, 2018)

Übersicht Entsorgungsmöglichkeiten ab 1. Januar 2029 ⁷⁾	Kläranlagen ≤ 100.000 EW (ab 1. Januar 2029) bzw. Kläranlagen ≤ 50.000 EW (ab 1. Januar 2032)			Kläranlage > 100.000 EW (ab 1. Januar 2029) bzw. Kläranlagen > 50.000 EW (ab 1. Januar 2032)		
	< 20 g P/kg TM	≥ 20 g P/kg TM	nach P-Abreicherung des Klärschlammes	< 20 g P/kg TM	≥ 20 g P/kg TM	nach P-Abreicherung des Klärschlammes
Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemischen und -komposten auf und in Böden gemäß den gesetzlichen Vorgaben	✓	✓	x	X	x	x
Thermische Vorbehandlung in Klärschlamm-(Mono-)Verbrennung bzw. in anderweitigen thermischen Verfahren bzw. Klärschlamm-Mitverbrennung ausschließlich mit Kohlefeuerung bzw. Gasfeuerung	✓ Verbrennungssasche bzw. kohlenstoffhaltiger Rückstand: keine P-Rückgewinnung erforderlich ¹⁾ , Deponierung zulässig	✓ ³⁾ Verbrennungssasche bzw. kohlenstoffhaltiger Rückstand: entweder ≥ 80 % P-Rückgewinnung oder Langzeitlagerung oder stoffliche Verwertung unter Nutzung des Phosphorgehalts	✓ Verbrennungssasche bzw. kohlenstoffhaltiger Rückstand: keine P-Rückgewinnung erforderlich ⁵⁾ , Deponierung zulässig	✓ Verbrennungssasche bzw. kohlenstoffhaltiger Rückstand: keine P-Rückgewinnung erforderlich ¹⁾ , Deponierung zulässig	✓ ³⁾ Verbrennungssasche bzw. kohlenstoffhaltiger Rückstand: entweder ≥ 80 % P-Rückgewinnung oder Langzeitlagerung oder stoffliche Verwertung unter Nutzung des Phosphorgehalts	✓ Verbrennungssasche bzw. kohlenstoffhaltiger Rückstand: keine P-Rückgewinnung erforderlich ⁵⁾ , Deponierung zulässig
Mitverbrennungsanlage ohne Beschränkung der Brennstoffe (zum Beispiel Altholz- und Ersatzbrennstoffe)	✓	X	✓	✓	X	✓
anderweitige Abfallentsorgung (mit Zustimmung der Behörde), z. B. Zementwerk oder thermische Abfallbehandlungsanlage	✓ ²⁾	✓ ²⁾	✓ ²⁾	✓ ⁶⁾	X	✓ ⁶⁾

- 1) Artikel 5 Nr. 4 § 3 Absatz 2 zweiter Satz: „Von der Pflicht nach Satz 1 sind ausgenommen Betreiber einer Klärschlammverbrennungsanlage und Betreiber einer Klärschlammmitverbrennungsanlage, in denen ausschließlich Klärschlamm mit einem Phosphorgehalt von weniger als 20 g je Kilogramm TM eingesetzt wird.“
- 2) Artikel 5 Nr. 4 § 3 Absatz 3: „Abweichend von Absatz 1 kann der Klärschlammherzeuger, der eine Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von bis zu 100 000 Einwohnerwerten (bzw. nach Änderung mit Artikel 6: „bis zu 50 000“) betreibt, den in dieser Anlage anfallenden Klärschlamm unabhängig vom Phosphorgehalt nach Maßgabe der in den Teilen 2 und 3 genannten Anforderungen auf oder in Böden verwerten oder nach Zustimmung der zuständigen Behörde einer anderweitigen Abfallentsorgung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zuführen.“
- 3) Der Betreiber bleibt in der Pflicht bezüglich der Phosphorrückgewinnung. Er muss den beauftragten Entsorger bzw. Betreiber der Verbrennungsanlage verpflichten, eine ordnungsgemäße Phosphorrückgewinnung nach Maßgabe der AbfKlärV 2017 durchzuführen.
- 4) Artikel 5 Nr. 4 § 3 Absatz 3 letzter Satz: „Eine Verwertung des Klärschlammes auf oder in Böden ist nicht zulässig, sofern der Klärschlamm einer ordnungsgemäßen Phosphorrückgewinnung nach Absatz 1 Nummer 1 zugeführt wurde.“ Schlämme mit einem Phosphorgehalt unter 20 g P/kg TM unterliegen den Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und können stofflich oder thermisch verwertet werden ohne Pflicht zur P-Rückgewinnung
- 5) Artikel 5 Nr. 4 § 3 Absatz 2 letzter Satz: „Wurde bereits eine ordnungsgemäße Phosphorrückgewinnung aus einem Klärschlamm nach Absatz 1 Nummer 1 durchgeführt, ist im Fall einer Zuführung des Klärschlammes in eine Klärschlammverbrennungsanlage oder eine Klärschlammmitverbrennungsanlage eine Phosphorrückgewinnung nach Satz 1 nicht erforderlich.“
- 6) Artikel 5 Nr. 4 § 3 Absatz 4: „Der Klärschlammherzeuger, der eine Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von mehr als 100.000 Einwohnerwerten betreibt (bzw. nach Änderung mit Artikel 6: „bis zu 50.000“), kann den in dieser Anlage anfallenden Klärschlamm einer anderweitigen Abfallentsorgung zuführen, sofern der Klärschlamm
 - einen Phosphorgehalt von weniger als 20 Gramm je Kilogramm Trockenmasse aufweist oder
 - bereits einer Phosphorrückgewinnung nach Absatz 1 Nummer 1 unterzogen wurde.“
- 7) Zusätzlich: Artikel 4 § 3a Absatz 2 (Art. tritt am 1. Januar 2023 in Kraft)
 - Im Kalenderjahr 2023 haben alle Klärschlammherzeuger (unabhängig von der Ausbaugröße!) Proben des anfallenden Klärschlammes auf den Phosphorgehalt und den Gehalt an basisch wirksamen Stoffen insgesamt, bewertet als Calciumoxid, untersuchen zu lassen. Diese Untersuchung ist im Kalenderjahr 2027 zu wiederholen.
 - Bis spätestens 31. Dezember 2023 haben alle Klärschlammherzeuger (unabhängig von der Ausbaugröße!) der zuständigen Behörde einen Bericht über die geplanten und eingeleiteten Maßnahmen zur Sicherstellung der ab 1. Januar 2029 durchzuführenden Phosphorrückgewinnung, zur Auf- oder Einbringung von Klärschlamm auf oder in Böden oder zur sonstigen Klärschlammbehandlung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes vorzulegen.

3.2 Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm

Die Rückgewinnung kann an verschiedenen Stellen des Abwasserreinigungsprozesses erfolgen. Folgende Ansatzpunkte sind dabei zu nennen:

- Rückgewinnung aus Kläranlagenablauf,
- Schlammwasser,
- Faul-/Klärschlamm
- oder Klärschlammasche.

Die einzelnen Verfahren lassen sich verfahrenstechnisch unterteilen in

- Kristallisations- und Fällungsverfahren,
- thermochemische Verfahren und
- nasschemische Verfahren.

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die Ansatzpunkte und die dafür derzeit in Entwicklung befindlichen Verfahren.

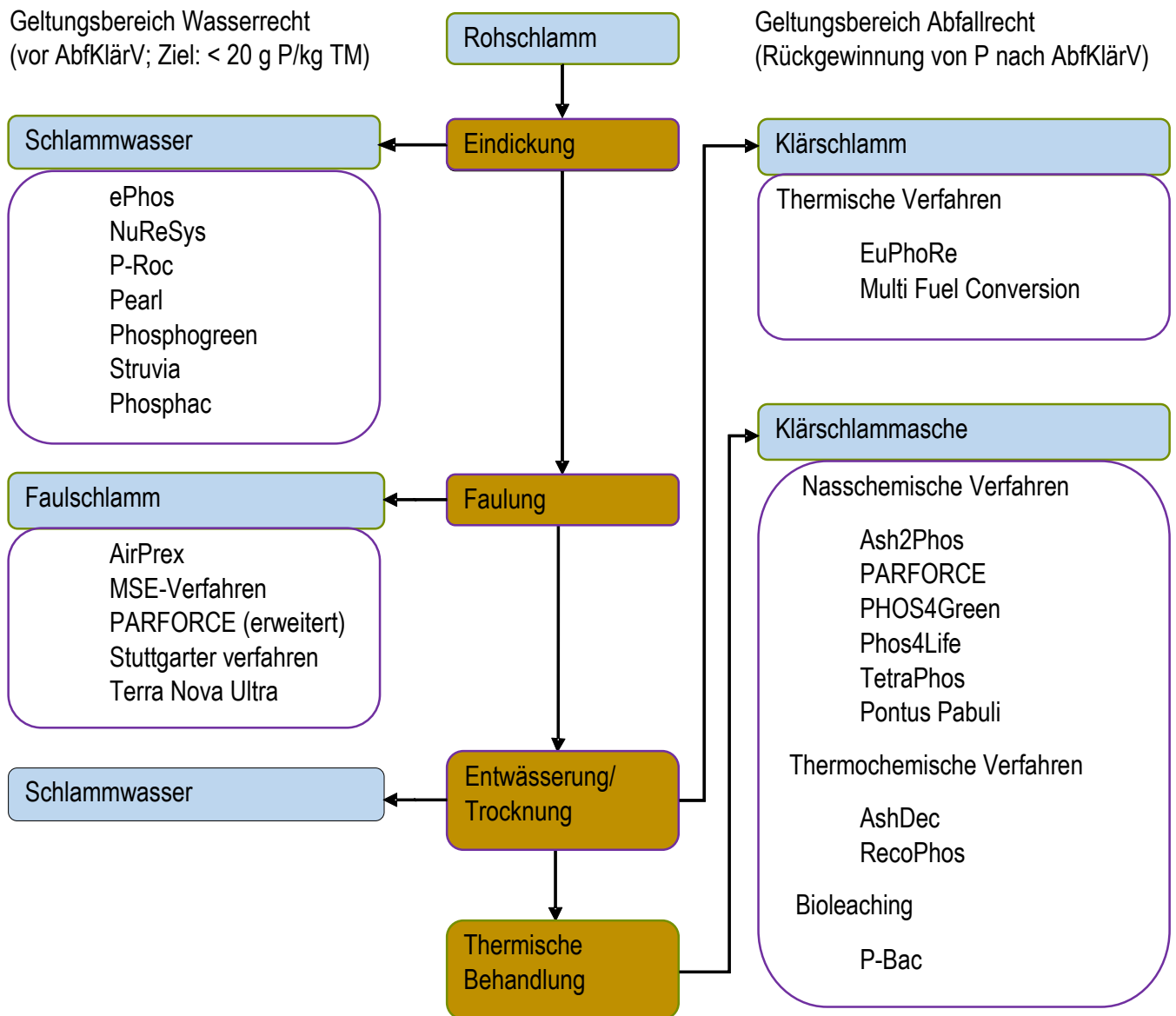


Abbildung 1: Einteilung der P-Rückgewinnungsverfahren (nach Montag et al., 2021)

3.2.1 Kristallisations- und Fällungsverfahren

Mittels Kristallisations- und Fällungsverfahren wird Phosphor aus der flüssigen Phase oder aus dem Faul-/Klärschlamm zurückgewonnen. Bezogen auf den Kläranlagenzulauf lassen sich Phosphorrückgewinnungsquoten von 5 bis 30 Prozent erreichen (UBA, 2018). Die Verfahren werden an Stellen des Abwasserreinigungsprozesses eingesetzt, welche dem Wasserrecht und nicht dem Kreislaufwirtschaftsrecht unterliegen. Insofern können sie zwar zur Minderung des Phosphorgehaltes im Klärschlamm auf unter 20 g/kg TM eingesetzt werden, allerdings lassen sich mit diesen Verfahren nicht die Anforderungen der AbfKlärV zur P-Rückgewinnung erfüllen.

3.2.2 Thermochemischer Aufschluss

Eine weitere Verfahrensart der Phosphorrückgewinnung ist der thermochemische Aufschluss, welcher bei den Faul-/Klärschlämmen bzw. der Klärschlammmasche ansetzt. Die Verfahren des thermochemischen Aufschlusses setzen in der Regel eine Monoverbrennung voraus. Sie sind technisch aufwändig und damit kostenintensiv, allerdings erreichen sie höhere Rückgewinnungsquoten von mehr als 90 Prozent. Vorteilhaft ist

zudem, dass aufgrund der bei Verbrennungsvorgängen erreichten hohen Temperaturen organische Schadstoffe zuverlässig zerstört werden. Die Pflanzenverfügbarkeit des zurückgewonnenen Phosphors variiert je nach Verfahren und ist spezifisch zu betrachten (UBA, 2018).

3.2.3 Nasschemischer Aufschluss

Klärschlammaschen können auch nasschemisch behandelt werden, wodurch Rückgewinnungsquoten von mehr als 80 Prozent erreicht werden können. Auch bei diesen werden organische Schadstoffe durch die vorgeschaltete thermische Behandlung zerstört. Vorteilhaft ist, dass einige Verfahren Phosphorsäure produzieren, welche ein breites Anwendungsspektrum aufweist, und damit nicht den Anforderungen der DüMV unterliegen. Um den Anforderungen der DüMV zu entsprechen, kann eine Schwermetallentfrachtung innerhalb der Prozesse erforderlich sein.

3.2.4 Bewertung der Phosphorrückgewinnungsverfahren

In den letzten 30 Jahren wurden 50 - 100 Phosphorrückgewinnungsverfahren entwickelt, welche sich hinsichtlich des Ansatzes und der Verfahrenstechnik sehr ähneln. Die Zahl der Verfahren, welche im Pilotmaßstab erfolgreich getestet, großmaßstäbig umgesetzt wurden oder die Chance haben, dieses Entwicklungsstadium zu erreichen, ist deutlich geringer (Kraus et al., 2019). Zahlreiche weitere Verfahren sind zwar entwickelt worden, allerdings ist entweder die Informationsverfügbarkeit sehr begrenzt oder der gegenwärtige Entwicklungsstand (nur Labormaßstab) ist zu gering.

Mit Hilfe von systematisch aufgebauten Datenblättern (siehe Anhang 2) werden diese Verfahren genauer beschrieben. Die Datenblätter enthalten Informationen zu:

- Name des Verfahrens und Name der verfahrensentwickelnden Institution,
- Input (Ansatzpunkt),
- Verfahrenstyp,
- Rückgewinnungsrate,
- Beschreibung und schematische Darstellung des Verfahrens,
- gewonnenes Produkt,
- Vor- und Nachteile des Verfahrens,
- Entwicklungsstand sowie
- gutachterliche Bewertung der Umsetzungswahrscheinlichkeit.

Die Datenblätter enthalten Informationen aus verschiedenen Quellen (Angaben der Verfahrensentwickler, Sekundärliteratur, Datenbanken (z. B. der DPP e.V.)).

4 Datengrundlagen und -erhebung

Zur Erhebung der Daten wurden im Wesentlichen folgende Quellen genutzt:

- Statistische Daten
- Behördendaten (wie zum Beispiel der Lagebericht des MLUK)
- Befragung der Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage im Land Brandenburg (siehe Anhang 3)
- Gespräche mit Anlagenbetreibern und Entsorgungsunternehmen
- Sekundärliteratur

In den Bereichen, in denen den statistischen Daten und weiteren Veröffentlichungen keine, unvollständige oder unzureichende Aussagen/Angaben entnommen werden konnten, wurden diese durch die Ergebnisse der Befragung ersetzt. Die nachfolgenden Ausführungen basieren hinsichtlich der Datenquellen auf dem Kenntnisstand zum 31. Oktober 2022. Die Ergebnisse der Befragung geben den Stand auf den Abwasserbehandlungsanlagen bzw. der Maßnahmen und Planungen der Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage im Januar 2022 wieder.

Befragung der Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg

In einer Online-Befragung wurden die Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen in Brandenburg Ende Oktober/November 2021 zur aktuellen Klärschlammensorgung, den Klärschlammengen der letzten Jahre und zukünftig geplanten Änderungen der Klärschlammensorgung befragt. Insgesamt 239 Fragebögen wurden an 77 Kläranlagenbetreiber versendet².

Der Rücklauf der Fragebögen war zunächst verhalten, durch telefonische Nachfragen und Nachfassung im Dezember 2021 und Januar 2022 lagen abschließend 126 Fragebögen für die Auswertung vor, welche von 49 Betreibern ausgefüllt wurden. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 52,7 Prozent. An die Abwasserbehandlungsanlagen, welche an der Befragung teilgenommen haben, waren im Jahr 2020 etwa 1,8 Mio. Einwohner angeschlossen. Das entspricht etwa 80 Prozent aller im Land Brandenburg im Jahr 2019 an Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossenem Einwohner (Lagebericht 2021).

Die nachfolgenden Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen den Rücklauf im Vergleich zur Gesamtanlagenanzahl der einzelnen Größenklasse sowie die Beteiligung an der Befragung in Anhängigkeit des jeweiligen Landkreises bzw. kreisfreien Stadt:

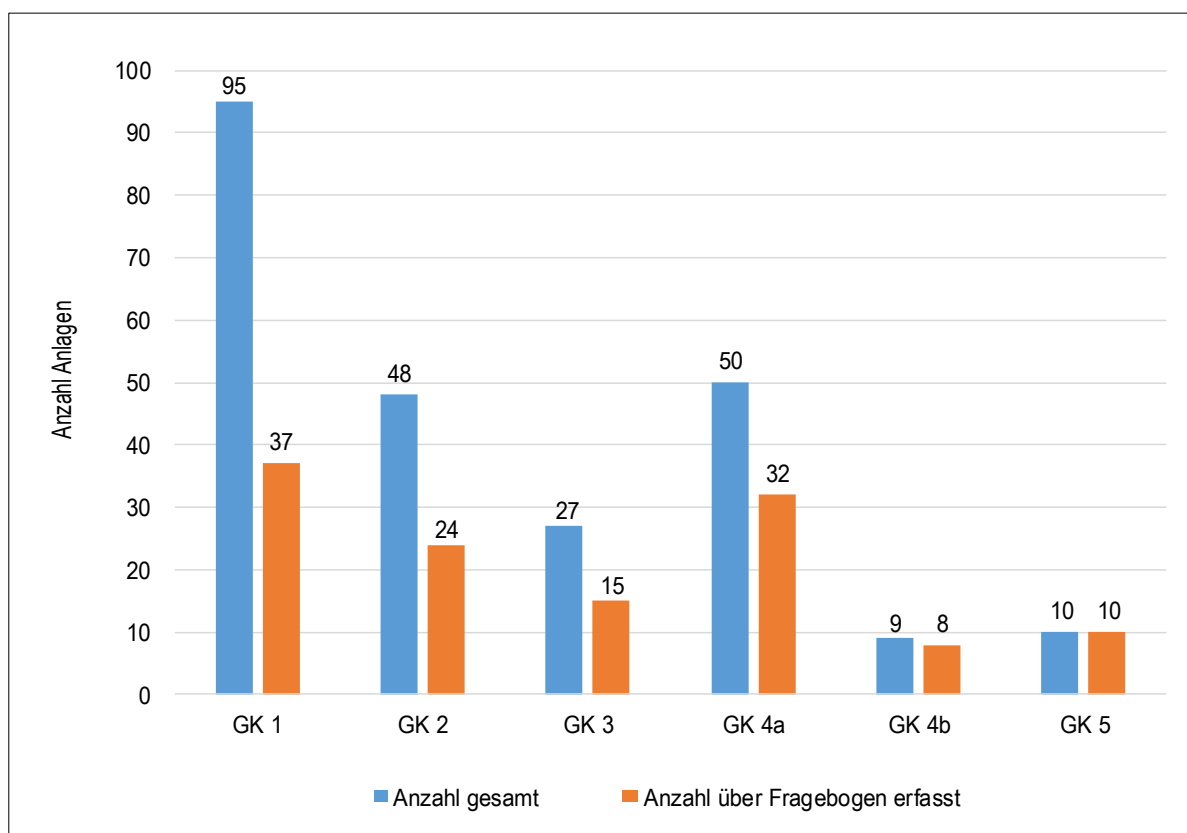


Abbildung 2: Anzahl der über die Befragung erfassten Abwasserbehandlungsanlagen je Größenklasse

² Von zwei Kläranlagen (GK1) waren keine Kontaktdaten verfügbar.

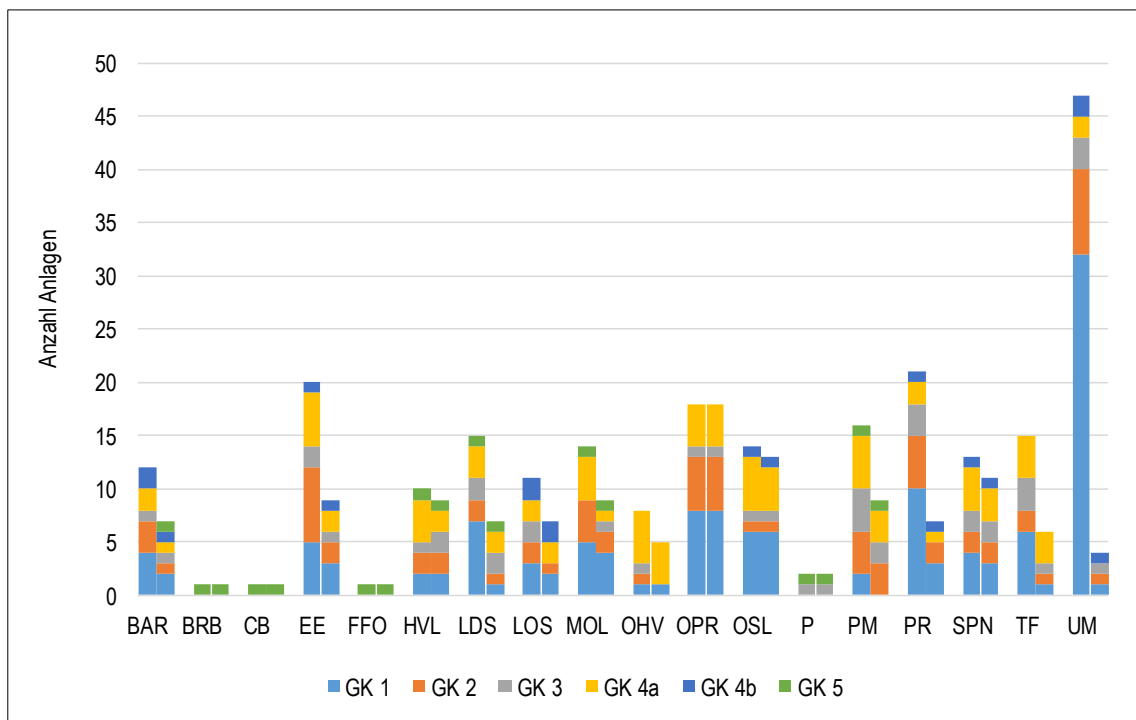


Abbildung 3: Regionale Verteilung und GK der Kläranlagen, linke Säulen gesamt, rechte Säulen Fragebogenrücklauf

Aus Abbildung 2 geht hervor, dass in der GK 5, welche einen Anteil von etwa 43 Prozent am Gesamtklärschlammaufkommen im Land Brandenburg hat, alle Anlagen über die Befragung erfasst wurden. Auch für die weiterhin mengenrelevanten Größenklassen 4a und 4b, welche einen Anteil am Gesamtklärschlammaufkommen von 30 Prozent bzw. 20 Prozent haben, konnte eine sehr gute Rücklaufquote von 64 bzw. 80 Prozent erzielt werden. Der geringste Rücklauf mit etwa 39 Prozent wurde in der GK 1 verzeichnet.

Durch die über die Befragung erfassten Anlagen konnten demnach Informationen für den überwiegenden Teil der im Land Brandenburg anfallenden Klärschlämme gewonnen werden. Die Ergebnisse der Befragung fließen in die folgenden Ausführungen vorrangig dort ein, wo keine validen Daten über statistische Erhebungen und/oder weitere Veröffentlichungen vorlagen. Da über die Befragung jedoch nicht alle Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg erfasst werden konnten, sind die Ergebnisse der Befragung als Richtwert zu betrachten.

5 Situation der Klärschlammmentsorgung im Land Brandenburg

5.1 Struktur der Abwasserbeseitigung

Die Aufgabenträger der Abwasserbeseitigung sind nach dem BbgWG die zuständigen Gemeinden. Diese nehmen ihre Pflicht zum Teil selbst wahr, teils erfolgt die Aufgabenübertragung an einen Zweckverband. Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt die Anzahl der Städte, Gemeinden und Zweckverbände im Land Brandenburg je Landkreis:

Tabelle 3: Anzahl der Aufgabenträger der Abwasserbeseitigungspflicht (Lagebericht 2021, MLUK)

Landkreis/kreisfreie Stadt	Zweckverbände	Gemeinden	Städte
Spree-Neiße und die kreisfreie Stadt Cottbus	4	1	4
Märkisch-Oderland	5	-	-
Oberspreewald-Lausitz	2	-	-
Teltow-Fläming	8	-	2
Ostprignitz-Ruppin	4	2	1
Potsdam Mittelmark, Stadt Potsdam und Brandenburg an der Havel	13	6	4
Prignitz	3	1	2
Uckermark	4	-	1
Barnim	6	2	1
Oder-Spree und Frankfurt (Oder)	7	2	3
Oberhavel	6	4	6
Havelland	4	1	1
Elbe-Elster	8	1	2
Dahme-Spreewald	7	9	1
Land Brandenburg	81	29	28

Die Abwasserbeseitigungspflicht im Land Brandenburg wird insgesamt von 81 Zweckverbänden, 29 Gemeinden und 28 Städten wahrgenommen. Im Jahr 2019 wurden durch die zuvor genannten 138 Aufgabenträger im Land Brandenburg 239 Abwasserbehandlungsanlagen betrieben, an welche 2,2 Millionen Einwohner angeschlossen waren. Dies entspricht einem Anschlussgrad von 89 Prozent. Das Abwasser von etwa 8,4 Prozent der Bevölkerung wurde in abflusslosen Gruben gesammelt. Weitere 3,1 Prozent der Bevölkerung behandelten ihr anfallendes Abwasser in Kleinkläranlagen³.

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die Anzahl der Abwasserbehandlungsanlagen sowie die Ausbaugröße (Brandenburger Anteil) in Einwohnerwerten [EW] je Landkreis:

Tabelle 4: Anzahl der Abwasserbehandlungsanlagen sowie genehmigte Ausbaugröße in EW (Brandenburger Anteil; Stand 2021⁴)

Landkreis/ kreisfreie Stadt	Anzahl	Ausbaugröße [EW]
Spree-Neiße und die kreisfreie Stadt Cottbus	14	379.036
Märkisch-Oderland	14	217.008
Oberspreewald-Lausitz	14	184.705
Teltow-Fläming	15	199.511
Ostprignitz-Ruppin	18	135.845
Potsdam Mittelmark, Potsdam und Brandenburg an der Havel	19	597.698
Prignitz	21	190.922
Uckermark	47	236.470
Barnim	12	202.771
Oder-Spree und Frankfurt (Oder)	12	304.705
Oberhavel	8	115.620
Havelland	10	386.993
Elbe-Elster	20	229.805
Dahme-Spreewald	15	253.447
Land Brandenburg	239	3.468.536

³ MLUK, 2021: „Kommunale Abwasserbeseitigung im Land Brandenburg – Lagebericht 2021“

⁴ Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK)

Die Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg weisen eine Gesamtausbaugröße von rund 5,9 Millionen EW auf. Die Abwasserbehandlungsanlagen

- Waßmannsdorf,
- Stahnsdorf,
- Münchehofe,
- Schönerlinde sowie
- Wansdorf

behandeln Abwasser aus Berlin und Brandenburg und werden durch die Berliner Wasserbetriebe (BWB) betrieben. Demnach stellt die Gesamtausbaugröße von rund 5,9 Millionen EW die Kapazitäten für Brandenburg und einen Teil Berlins dar.

Der Brandenburger Anteil an der Gesamtausbaukapazität beläuft sich auf etwa 3,5 Millionen EW. Auf die Behandlung von kommunalem Abwasser entfallen davon etwa 2,6 Millionen EW. Die übrigen Kapazitäten von 0,9 Millionen EW werden für die Behandlung von Abwasser aus Industrie und Gewerbe vorgehalten. Abwasserbehandlungsanlagen werden in Abhängigkeit der genehmigten Ausbaupazität bzw. Ausbaugröße in die folgenden sechs Größenklassen (GK) eingeteilt:

Tabelle 5: Größenklasse und deren Einteilung nach den genehmigten Ausbaupazität (EW)

Größenklasse (GK)	Ausbaugröße [EW]
GK 1	< 1.000
GK 2	1.000 bis 5.000
GK 3	> 5.000 bis 10.000
GK 4a	> 10.000 bis 50.000
GK 4b	> 50.000 bis 100.000
GK 5	> 100.000

Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg auf die unterschiedlichen Größenklassen (GK):

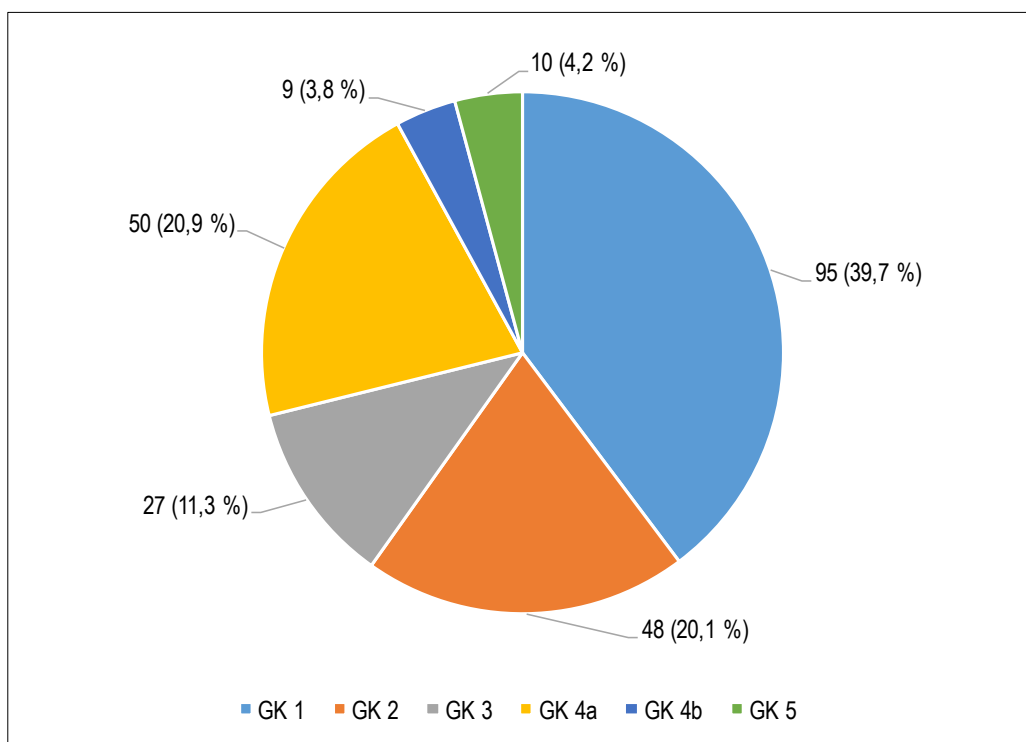


Abbildung 4: Verteilung der Abwasserbehandlungsanlagen auf die unterschiedlichen Größenklassen

Die größte Anzahl der Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg hat eine genehmigte Ausbaupkapazität von < 1.000 EW, gefolgt von der GK 2 und 4a. Unter den neun Anlagen, welche der GK 5 zuzuordnen sind, befinden sich auch die fünf Abwasserbehandlungsanlagen der BWB, welche ebenfalls einen Anteil Abwasser aus Berlin behandeln.

5.2 Verfahren der Klärschlammbehandlung auf Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg

Im Rahmen der Befragung wurden die Aufgabenträger gebeten zu benennen, welches Verfahren zur Klärschlammbehandlung auf der Abwasserbehandlungsanlage / den Abwasserbehandlungsanlagen angewendet wird. Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt das Ergebnis der Befragung:

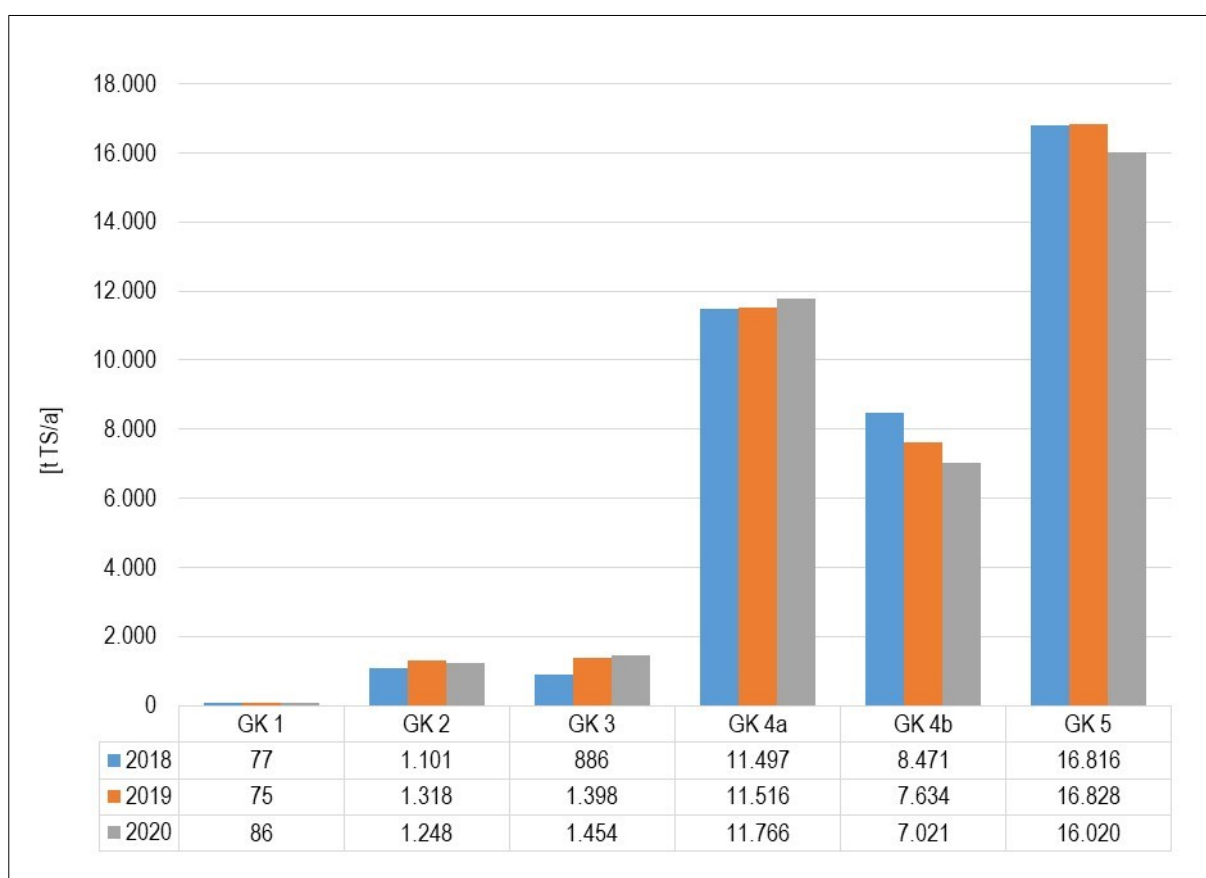


Abbildung 5: Verfahren zur Klärschlammbehandlung auf Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg (Befragung INTECUS,2021))

Aus Abbildung 5 geht hervor, dass alle Abwasserbehandlungsanlagen der GK 5 eine Klärschlammmentwässerung sowie eine Klärschlammfäulung durchführen. Bei einer der neun GK 5 Anlagen wird der Klärschlamm ebenfalls getrocknet. Der Einsatz einer Fäulungsanlage nimmt mit der Größenklasse ab. Dies resultiert daraus, dass zum wirtschaftlichen Betrieb einer Klärschlammfäulungsanlage ein vergleichsweise hohes Klärschlammaufkommen notwendig ist und der Bau einer Fäulungsanlage hohe Investitionen bedeutet.

Ein großer Teil der Anlagen entwässert den Klärschlamm vor Abgabe. Die Reduzierung des Wassergehaltes der Klärschlämme wird vorrangig durchgeführt, um die Transportaufwendungen auf das

Notwendigste zu reduzieren. Ob und auf welchen Wassergehalt der Klärschlamm entwässert wird, richtet sich nach den Anforderungen der Abnehmer in Hinblick auf das eingesetzte Verwertungsverfahren.

Eine Relevanz für die Wahl des Verfahrens zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm bildet das Phosphor-Eliminationsverfahren. Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt die Angaben der Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage auf die Frage, welches Verfahren zur Bindung des Phosphors im Klärschlamm auf der Abwasserbehandlungsanlage eingesetzt wird:

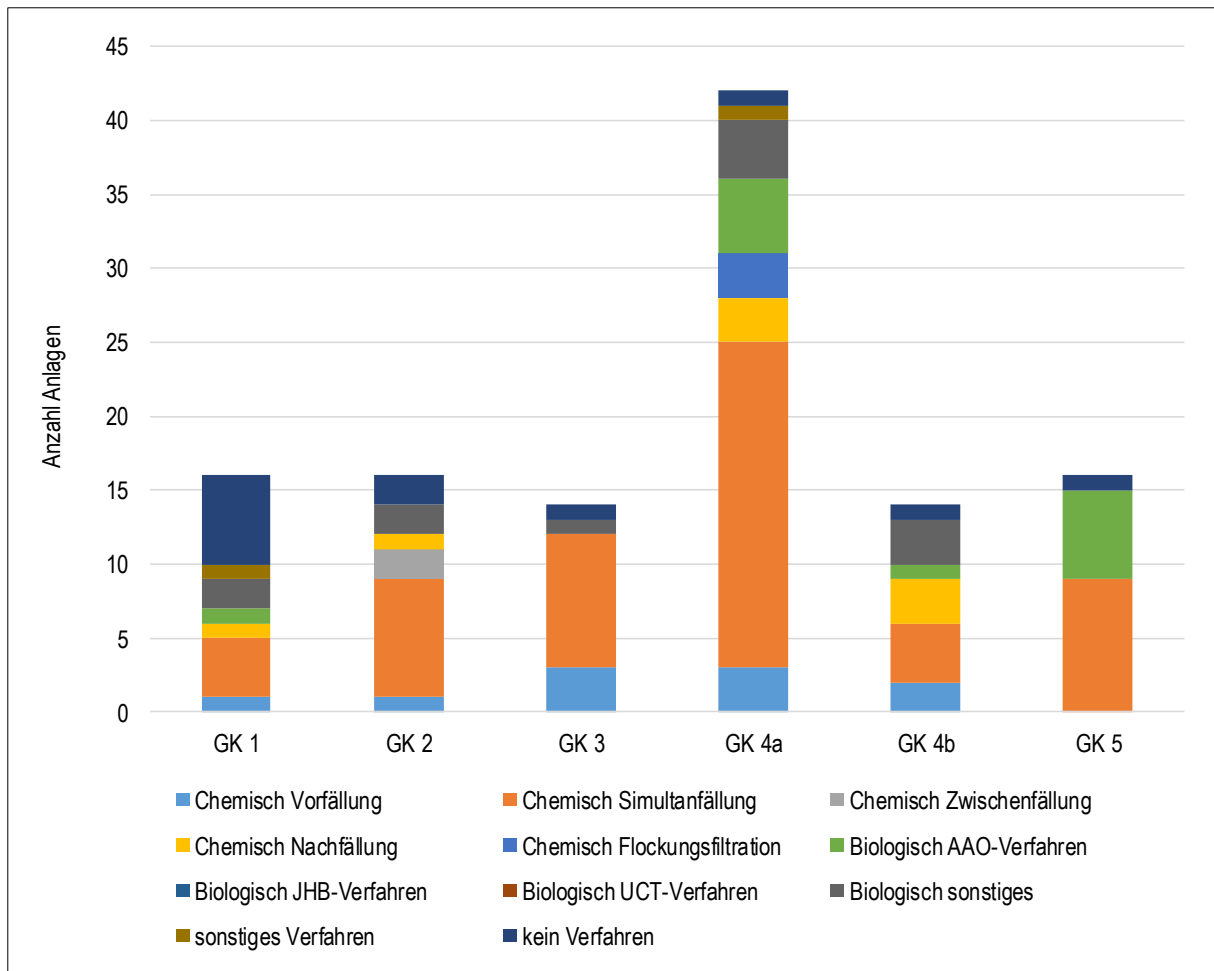


Abbildung 6: Verfahren zur Bindung des Phosphors im Klärschlamm auf Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg (Befragung INTECUS, 2021)

Auf Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg wird zur Bindung des Phosphors im Klärschlamm überwiegend die chemische Simultanfällung eingesetzt. Auf den meisten Abwasserbehandlungsanlagen wird eine Kombination von verschiedenen Verfahren eingesetzt. In der GK 5 gaben bspw. alle Anlagen eine chemische Simultanfällung an. Sechs der insgesamt neun Anlagen in der GK 5 haben ebenfalls das biologische AAO-Verfahren im Fragebogen ausgewählt.

Die Art der Fällung (chemisch oder biologisch) hat zum Teil Auswirkungen darauf, welche Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm angewendet werden können. Welches Verfahren definierte Anforderungen an den Input bzw. die P-Elimination hat, kann den Datenblättern zu Verfahren des Phosphorrecyclings im Anhang 2 zu diesem Bericht in der Spalte „Voraussetzungen“ entnommen werden.

5.3 Klärschlammanfall

Im Rahmen der Befragung wurden die Aufgabenträger gebeten, den Klärschlammanfall für die Jahre 2018 – 2020 anzugeben. Durch das Ergebnis der Befragung wurde eine hohe Abweichung zum Klärschlammanfall, welcher durch das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg veröffentlicht wird, festgestellt. Der Vergleich beider Datenquellen zeigte eine Abweichung von etwa 36 Prozent.

Nach Auswertung weiterer statistischer Erhebungen wurde deutlich, dass die statistische Veröffentlichung zum Klärschlammanfall im Land Brandenburg zu einem Teil die Klärschlämme der Stadt Berlin einschließt. Dies resultiert daraus, dass die fünf großen Abwasserbehandlungsanlagen der BWB auf Brandenburger Boden stehen und sowohl Abwasser aus dem Land Brandenburg als auch aus der Stadt Berlin behandeln (siehe Abschnitt 5.1). Im Rahmen der statistischen Erhebungen werden die Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg lediglich zum Klärschlammanfall befragt. Eine Unterscheidung der Herkunft des behandelten Abwassers erfolgt nicht.

Zur Ermittlung des tatsächlichen Klärschlammaufkommens im Land Brandenburg für die Jahre 2018–2020 wurden die statistischen Daten zum Klärschlammanfall im Land Brandenburg mit den statistischen Erhebungen zum Klärschlammaufkommen der Stadt Berlin verrechnet. Die nachfolgende Tabelle 6 zeigt exemplarisch die Berechnung des tatsächlichen Klärschlammaufkommens im Land Brandenburg für das Jahr 2020:

Tabelle 6: Berechnung des tatsächlichen Klärschlammaufkommens auf Basis der statistischen Daten zum Klärschlammanfall für das Land Brandenburg und die Stadt Berlin

Alle Angaben bezogen auf das Jahr 2020	Brandenburg [t TS/a]	Berlin [t TS/a]
direkte Entsorgung nach Statistik	69.087	56.848
Abgabe an andere Abwasserbehandlungsanlagen in anderen Bundesländern nach Statistik	10.991	
Klärschlammanfall (gesamt)	80.078	56.848
- Bezug aus Brandenburg nach Statistik		10.942
= Klärschlammanfall nur KA Ruhleben		45.906
Klärschlammanfall der fünf KA der BWB (lt. Befragung)	46.165	
davon Berliner Anteil nach EW (79,08 % lt. Befragung)		36.506
davon Brandenburger Anteil nach EW (20,92 % lt. Befragung)	9.659	
Klärschlammanfall nach EW	43.572	82.412
Klärschlammanfall bei Zuordnung der BWB-Mengen zum Land Berlin	33.913	92.071

Der Klärschlammanfall für das durch Brandenburger Einwohner erzeugte Abwasser im Jahr 2020 beläuft sich auf 43.572 Tonnen TS. Da davon 9.659 t TS in Kläranlagen der BWB anfallen und durch diese entsorgt werden, ergibt sich eine verbleibende Menge von 33.913 Tonnen TS an Klärschlämmen im Land Brandenburg, die einer anderweitigen Entsorgung zugeführt werden müssen.

Die Entwicklung des Klärschlammanfalls in den Jahren 2018 – 2020 auf Basis der korrigierten statistischen Erhebung des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg zeigt die nachfolgende Tabelle 7:

Tabelle 7: Entwicklung Klärschlammanfall im Land Brandenburg 2018–2020

Jahr	Klärschlammanfall in [t TS/a]
2018	43.533
2019	44.438
2020	43.572

Im Vergleich zum Jahr 2018 wurde für das Jahr 2020 ein marginaler Anstieg des Klärschlammaufkommens verzeichnet (39 Tonnen TS bzw. 0,09 Prozent).

Im Rahmen der Befragung wurde für etwa 53 Prozent aller Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg, welche das Abwasser von 80 Prozent aller angeschlossenen Einwohner behandelten, ein Klärschlammanfall für das Jahr 2020 von 37.595 Tonnen TS erhoben. Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt den Klärschlammanfall in Abhängigkeit der unterschiedlichen Größenklassen:

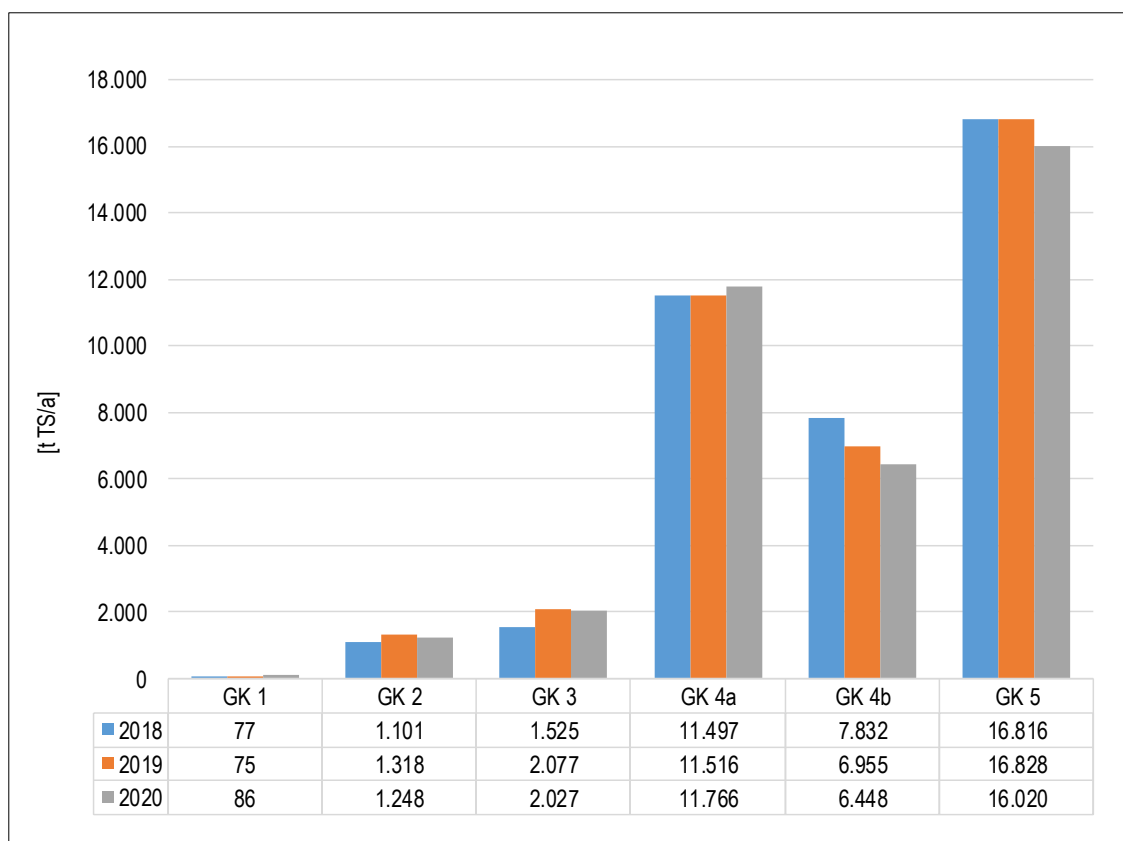


Abbildung 7: Klärschlammanfall nach Größenklassen 2018 – 2022

Etwa die Hälfte der Klärschlämme fällt in den Anlagen der GK 5 an. Das zweithöchste Aufkommen wurde in der GK 4 verzeichnet. Das geringste Aufkommen haben erwartungsgemäß die Anlagen der GK 1.

5.4 Klärschlammqualität

Gemäß den Vorgaben aus § 8 AbfKlärV müssen Klärschlämme vor Abgabe auf die in § 5 Absatz 1 und 2 AbfKlärV aufgeführten Parameter untersucht werden. Die Untersuchungsergebnisse sind an die zuständige Behörde zu übermitteln (§ 5 Absatz 4 AbfKlärV).

Für Klärschlämme, welche einer thermischen Verwertung zugeführt werden, gibt es keine gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungspflichten. Ob Analysen durchgeführt werden oder werden müssen, ist abhängig von den Vorgaben der Betreiber der thermischen Behandlungsanlage(n). Demnach liegen für rund 67 Prozent (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2021) der angefallenen und entsorgten Klärschlämme keine Daten zur Qualität vor.

Bei der Befragung der Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg wurden zum einen der P-Gehalt und zum anderen die Grenzwertüberschreitung für die bodenbezogene Verwertung der Klärschlämme erfragt. Werden die Grenzwerte überschritten, war durch die Betreiber anzugeben, welche Parameter für die Überschreitung verantwortlich waren.

5.4.1 Schadstoffgehalt

Im Lagebericht 2021 wurden die Schwermetalle

- Zink,
- Kupfer,
- Cadmium und
- Blei

aufgeführt. Die nachfolgende Abbildung 8 zeigt die prozentuale Grenzwertausschöpfung bodenbezogen verwerteter Klärschlämme gemäß Lagebericht 2021 für die zuvor aufgeführten Schwermetalle:

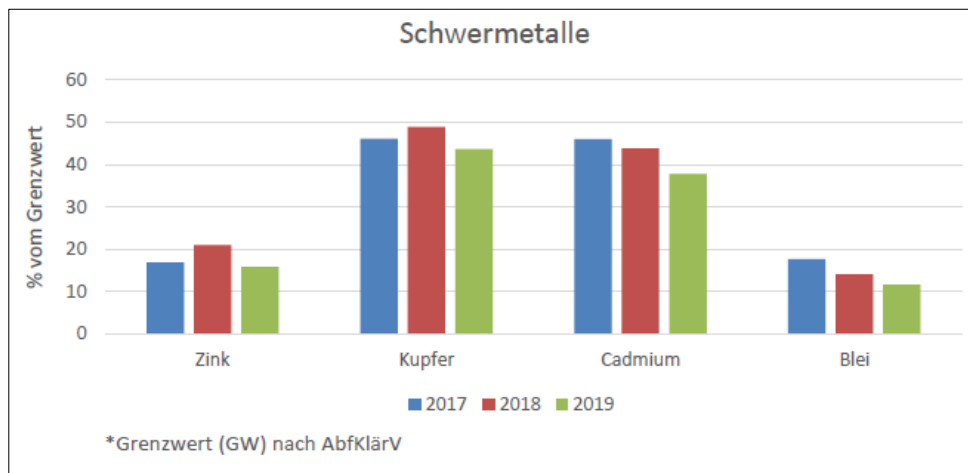


Abbildung 8: Prozentuale Grenzwertausschöpfung bodenbezogen verwerteter Klärschlämme in den Jahren 2017– 2019 (Lagebericht 2021)³

Hierfür kann angegeben werden, dass alle Schwermetalle den gesetzlichen Grenzwert für die bodenbezogene Verwertung deutlich unterschreiten. Die durchschnittliche Grenzwertausschöpfung liegt z.B. für die Parameter Blei bei 18 Prozent, für Cadmium bei 45 Prozent, für Kupfer bei 49 Prozent sowie Zink bei 35 Prozent.

Auch bei den anorganischen und organischen Untersuchungsparametern

- Nickel,
- Quecksilber,
- Chrom,
- polychlorierte Biphenyle,
- polychlorierte Dibenzodioxine/-furane und
- adsorbierte organisch-gebundene Halogene (AOX)

wurde eine deutliche Unterschreitung der gesetzlichen Grenzwerte registriert.

Im Rahmen der Befragung der Aufgabenträger bzw. Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage gaben Betreiber von 24 Anlagen, welche die angefallenen Klärschlämme bodenbezogen verwerten, eine Grenzwertüberschreitung bei den Parametern Cadmium, Quecksilber, AOX und Zink an. 15 der 24 Anlagen gaben ebenfalls eine Überschreitung des Kupfergrenzwertes an.

5.4.2 Phosphorgehalt

Die Kenntnis des P-Gehaltes der anfallenden Klärschlämme ist von großer Bedeutung, da hierdurch abgeschätzt werden kann, wie viele der im Land Brandenburg anfallenden Klärschlämme den Grenzwert von 20 g P/ kg TS überschreiten und demnach zu einer Phosphorrückgewinnung gesetzlich verpflichtet

sind. Aus dem Lagebericht 2021 geht folgende Entwicklung des P-Gehaltes bodenbezogen verwerteter Klärschlämme hervor (Abbildung 9):

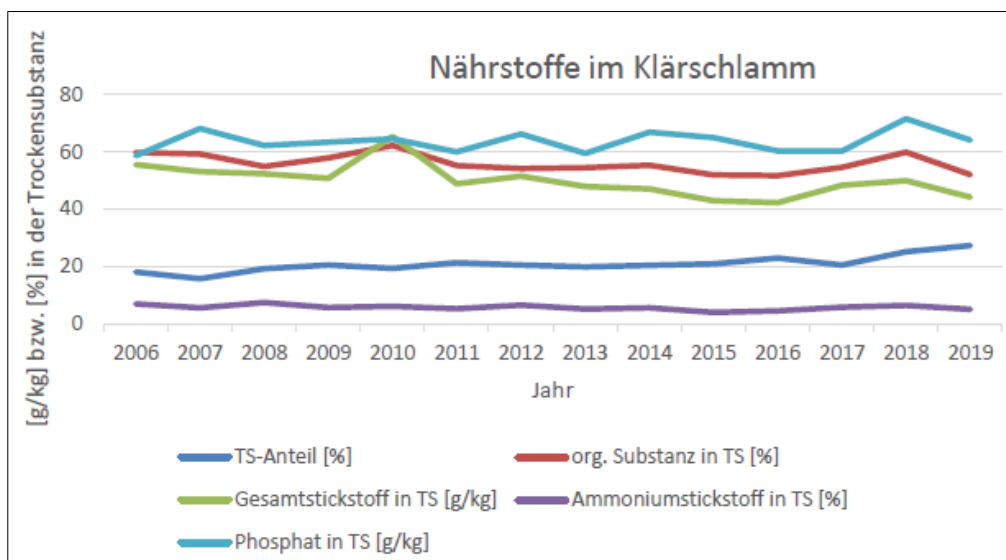


Abbildung 9: TS-Anteil, organische Substanz und Nährstoffgehalt bodenbezogen verwerteter Klärschlämme im Land Brandenburg 2006 – 2019 (Lagebericht 2021)

Klärschlämme, welche im Jahr 2019 bodenbezogen verwertet wurden, hatten einen durchschnittlichen P-Gehalt von etwa 70 g/kg TS.

Um auch von den Klärschlämmen, welche nicht bodenbezogen verwertet werden, Kenntnis zum P-Gehalt zu erlangen, wurden im Rahmen der Befragung alle Aufgabenträger gebeten, einen P-Gehalt des anfallenden Klärschlammes anzugeben. Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt, wie viele Anlagen je Größenklasse einen P-Gehalt > 20 g/kg TS oder < 20 g/kg TS angegeben haben und wie viele Anlagen keinen Wert angegeben haben:

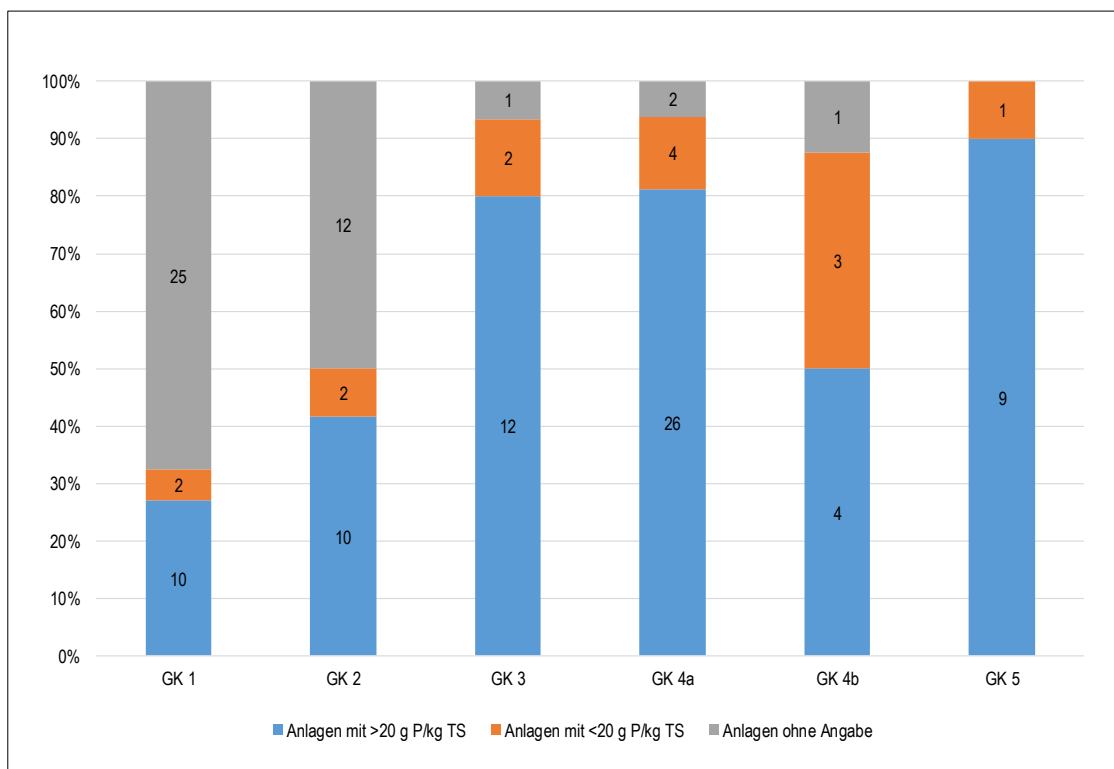


Abbildung 10: Verteilung der Abwasserbehandlungsanlagen in Abhängigkeit des P-Gehaltes (n=126)

Für 85 Abwasserbehandlungsanlagen wurde in der Befragung ein Wert für den P-Gehalt des anfallenden Klärschlammes angegeben. Den je Größenklasse durchschnittlich angegebenen P-Gehalt zeigt die nachfolgende Tabelle 8:

Tabelle 8: Durchschnittlich angegebener Phosphorgehalt je Größenklasse

	durchschnittlich angegebener Phosphorgehalt in g P / kg TS
GK 1	20,1
GK 2	19,9
GK 3	25,2
GK 4a	28,3
GK 4b	22,1
GK 5	37,9
Ø gesamt	30,9

Die angefallenen Klärschlämme im Land Brandenburg haben einen mittleren P-Gehalt (über alle Größenklassen) von etwa 31 g/kg TS. Da nicht alle Betreiber an der Befragung teilgenommen haben und 41 Betreiber im Rahmen der Befragung keinen P-Gehalt angeben konnten, ist der durchschnittliche P-Gehalt als Richtwert zu sehen.

5.5 Klärschlammfall bis 2032

Bei der Prognoseerstellung des zukünftigen Klärschlammfalls im Land Brandenburg haben drei Faktoren einen relevanten Einfluss auf die zukünftig anfallenden Klärschlammengen. Dies sind:

1. die Bevölkerungsentwicklung
2. technische Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen
3. Veränderung des Anschlussgrades an die öffentliche Abwasserbeseitigung.

Im Folgenden werden die drei Einflussfaktoren sowie deren Auswirkungen auf den Klärschlammfall im Land Brandenburg bis zum Jahr 2032 näher erläutert.

5.5.1 Bevölkerungsentwicklung

Zum Stichtag 31. Dezember 2021 lebten 2.537.868 Einwohnerinnen und Einwohner im Land Brandenburg. Im Vergleich zum Vorjahr war ein Bevölkerungsanstieg um 6.797 Einwohnerinnen und Einwohner bzw. um 0,3 Prozent zu verzeichnen.

Die Prognose zur Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2032 basiert auf der „Bevölkerungsvorausberechnung für das Land Brandenburg 2020 bis 2030“ des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg. Die Bevölkerungsvorausberechnung wurde in drei Varianten (untere, mittlere und obere Variante) erstellt, um zukünftigen Unsicherheiten in der Wanderungsbewegung Rechnung zu tragen (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg). Die mittlere Variante wird auch als Hauptvariante bezeichnet und hat die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Basis für alle drei Prognosevarianten ist die Bevölkerungszahl zum Jahresende 2019.

Die Bevölkerungszahl zum Jahresende 2021 entspricht jedoch am ehesten der Prognose in der oberen Variante. Aufgrund dessen wird die Bevölkerungsentwicklung sowie nachfolgend auch der Klärschlammfall bis zum Jahr 2032 auf Basis der mittleren als auch der oberen Variante dargestellt (Abbildung 11):

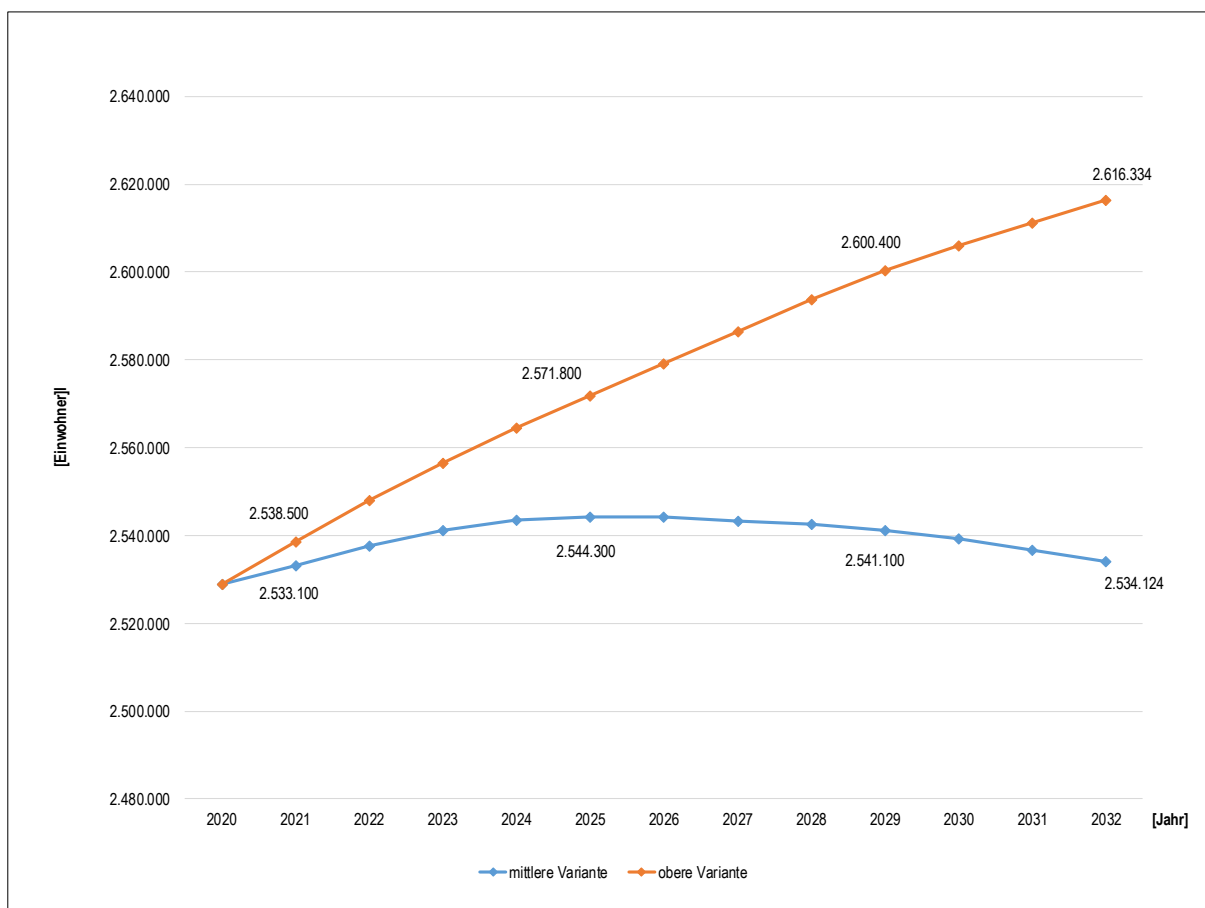


Abbildung 11: Bevölkerungsprognose Land Brandenburg bis 2032⁵ (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2021)

Die mittlere Variante prognostiziert für das Land Brandenburg bis zum Jahr 2025 eine Bevölkerungszunahme um 0,1 Prozent (Mittelwert). Ab dem Jahr 2026 wird eine rückläufige Bevölkerungsentwicklung vorausgesagt. Für das Jahr 2032 wird der Bevölkerungsstand auf 2.534.124 Einwohnerinnen und Einwohner prognostiziert. Dies entspricht einem Bevölkerungsrückgang ab dem Jahr 2026 um 0,4 Prozent.

Bei der oberen Variante steigt die Bevölkerungszahl ab dem Jahr 2020 jährlich an. Für das Jahr 2032 wird auf Basis der oberen Variante eine Bevölkerungszahl von 2.616.334 Einwohner prognostiziert. Dies entspricht einem Bevölkerungszuwachs (ausgehend vom Stand 2021) bis zum Jahr 2032 von 77.834 Einwohnerinnen und Einwohnern bzw. 3,1 Prozent.

Es ist davon auszugehen, dass sich die tatsächliche Bevölkerungsanzahl im Korridor beider Prognosevarianten bewegen wird.

⁵ Die Bevölkerungsvorausberechnung wurde im Jahr 2021 veröffentlicht. Aufgrund dessen wurde die Prognose mit dem Bevölkerungsstand zum Jahresanfang 2021 erstellt.

5.5.2 Technische Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen

Technische Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen können die anfallenden Klärschlammengen maßgeblich beeinflussen. Die größte Mengenrelevanz hat die Errichtung und Inbetriebnahme von Klärschlammfaulungsanlagen (Vergärungsanlage). Durch die anaerobe Behandlung des Klärschlammes kann eine Reduktion der anfallenden Klärschlammengen von 30 – 40 Prozent erreicht werden. Ob technische Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen geplant sind und wenn ja, welche Änderungen das sind, war Gegenstand der Befragung. Die Angaben der befragten Betreiber zeigt die nachfolgende Abbildung 12:

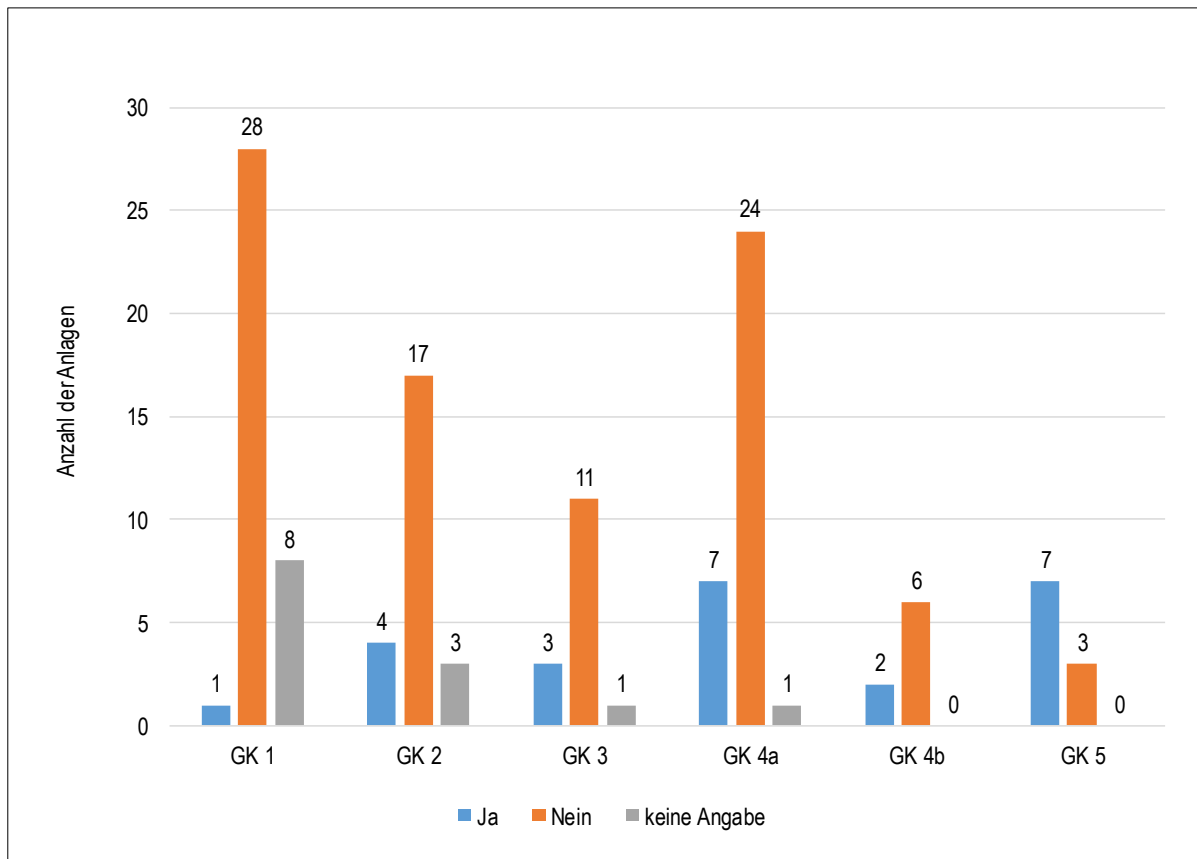


Abbildung 12: Angaben der befragten Betreiber zu geplanten technischen Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen (Befragung INTECUS)

24 der 126 Betreiber gaben an, dass zukünftig technische Änderungen geplant sind. Ein Anlagenneubau wurde von keinem Betreiber angegeben. 89 Betreiber gaben an, zukünftig keine technischen Änderungen geplant zu haben, 13 Betreiber machten keine Angabe.

Bei den geplanten technischen Änderungen handelt es sich vorrangig um die Modernisierung und/oder Sanierung bestehender Anlagenkomponenten (Befragung INTECUS). Aufgrund dessen ist nach derzeitigem Kenntnisstand davon auszugehen, dass zukünftige technische Änderungen auf den Abwasserbehandlungsanlagen keinen mengenrelevanten Einfluss auf den Klärschlammfall haben werden.

5.5.3 Anschlussgrad an die öffentliche Abwasserbeseitigung

Zum 31. Dezember 2018 waren gemäß Lagebericht 2021 (MLUK, 2021) 88,8 Prozent der Bevölkerung über eine öffentliche Kanalisation an kommunale Kläranlagen angeschlossen. 8,1 Prozent der Bevölkerung sammeln das anfallende Abwasser in abflusslosen Gruben. Dieses Abwasser wird allerdings in regelmäßigen Abständen durch die Aufgabenträger der kommunalen Abwasserbeseitigungspflicht abgefahren und auf öffentlichen Kläranlagen behandelt. Demnach wird im Land Brandenburg das Abwasser von 96,9 Prozent der Bevölkerung auf öffentlichen Kläranlagen behandelt. Die verbleibenden 3,1 Prozent behandelt das anfallende Abwasser in Kleinkläranlagen.

Mit einem Anschlussgrad von 88,1 Prozent und einem Behandlungsgrad des anfallenden Abwassers auf öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen von 96,9 Prozent ist von einer bedeutenden Steigerung oder Abnahme bis 2032 nicht zu rechnen.

Dies geht ebenfalls aus den Ausführungen zur Entwicklung des Anschlussgrades, des Behandlungsgrades sowie der Behandlung in Kleinkläranlagen im Lagebericht 2021 (MLUK) hervor, da sich seit dem Jahr 2011 diesbezüglich keine wesentlichen Änderungen ergeben haben (Abbildung 13):

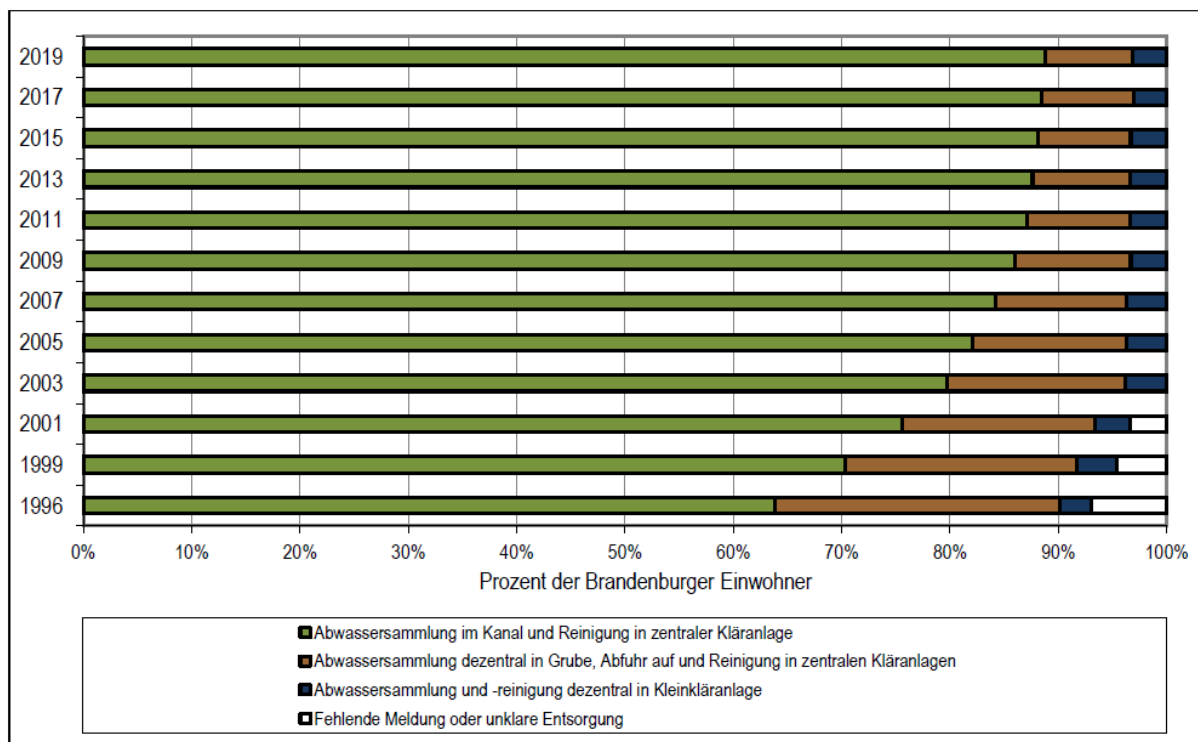


Abbildung 13: Entwicklung des Anschlussgrades der Bevölkerung an die verschiedenen Arten der Abwasserbeseitigung zwischen 1996 und 2019 (Lagebericht 2021, MLUK)

Eine Veränderung des Anschluss- bzw. Behandlungsgrades wird demnach für die Prognose des Klärschlammanfalls bis 2032 als nicht relevant bzw. vernachlässigbar angenommen.

5.5.4 Prognose des Klärschlammanfalls

Da auf den Abwasserbehandlungsanlagen, soweit durch die Befragung bekannt, keine für den Klärschlammanfall relevanten Änderungen geplant oder durchgeführt werden sowie keine bedeutenden Veränderungen des Anschlussgrades an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen im Land Brandenburg zu erwarten sind, wird der Klärschlammanfall maßgeblich durch die Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2032 beeinflusst. Bei der Erstellung der Prognose wurde die

Annahme getroffen, dass sich der Klärschlammanfall direkt proportional zur Bevölkerungsentwicklung verhält. Startwert der Prognose ist das Klärschlammaufkommen im Jahr 2020 von 43.572 Tonnen TS.

Die nachfolgende Abbildung 14 zeigt den prognostizierten Klärschlammanfall für das Land Brandenburg bis zum Jahr 2032 in der mittleren und oberen Variante (vgl. Abschnitt 5.5.1):

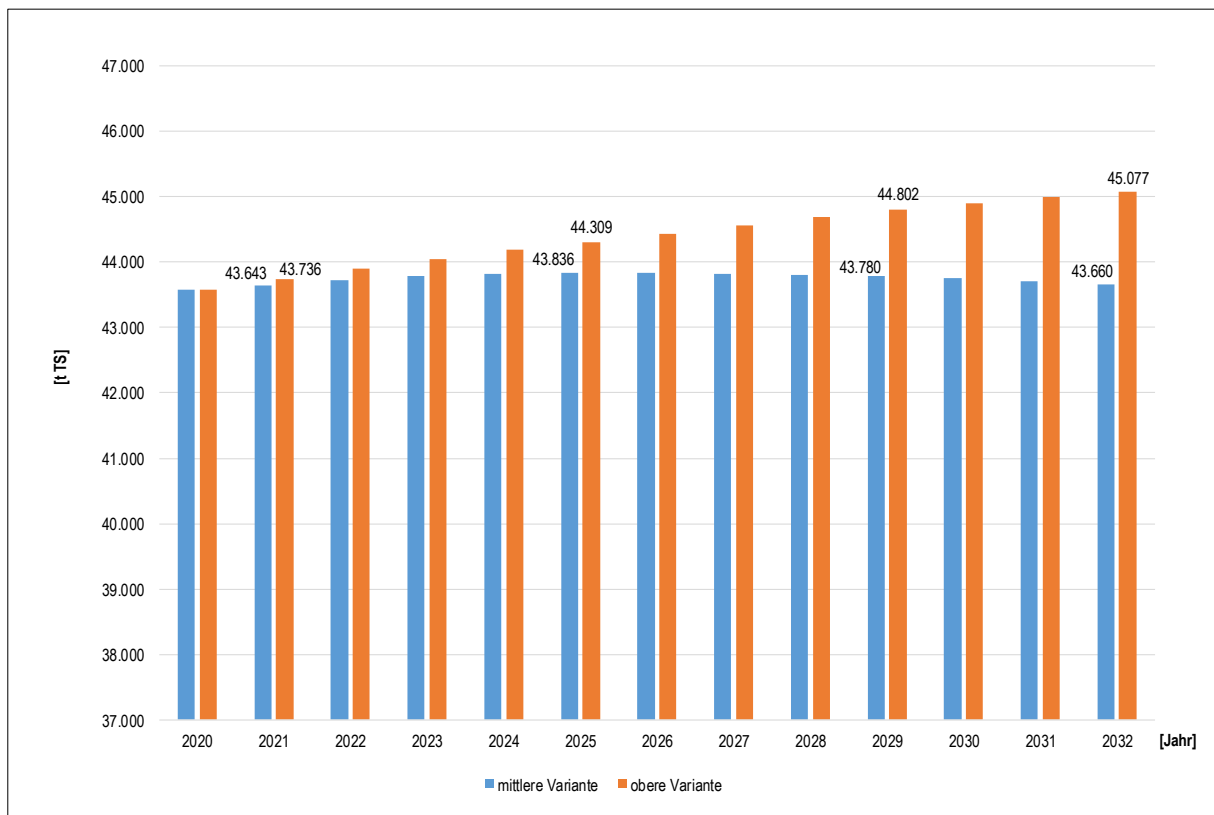


Abbildung 14: Prognostizierter Klärschlammanfall in [t TS] für das Land Brandenburg bis zum Jahr 2032

Analog der Bevölkerungsentwicklung in der mittleren Variante steigt bis zum Jahr 2026 das Klärschlammaufkommen leicht um 291 Tonnen TS bzw. 0,7 Prozent an. Bis zum Ende des Prognosezeitraums geht die anfallende Klärschlammmenge aufgrund der Bevölkerungsentwicklung auf 43.660 Tonnen TS zurück. Dies entspricht einen Rückgang im Vergleich zum Jahr 2025 um 176 Tonnen TS bzw. 0,4 Prozent.

Die obere Variante prognostiziert bis zum Jahr 2032 einen jährlichen Anstieg der anfallenden Klärschlammengen. Im Vergleich zum Jahr 2021 steigt der Klärschlammanfall bis zum Jahr 2032 um 1.341 t TS bzw. 3,1 % auf 45.077 t TS an.

Analog der Bevölkerungsentwicklung ist zu erwarten, dass der tatsächliche Klärschlammanfall im Korridor beider Prognosevarianten liegen wird.

5.6 Klärschlamm Entsorgung

5.6.1 Aktueller Stand

Zur Ermittlung der in den Jahren 2018 – 2020 entsorgten Klärschlammmenge wurde das Ergebnis der Befragung hochgerechnet, da die statistische Erhebung zur Entsorgung von Klärschlämmen im Land Brandenburg (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg), analog zu Klärschlammanfall (vgl. Abschnitt 5.3), die entsorgten Klärschlammengen der Stadt Berlin mit ausweist. Die entsorgten Klärschlammengen für die Jahre 2018 – 2020, statistische Erhebung sowie Befragung, zeigt die nachfolgende Tabelle 9:

Tabelle 9: Direkt entsorgte Klärschlammengen gemäß Statistik und Befragung 2018 – 2020

Jahr	Statistik [t TS/a]	Befragung (hochgerechnet) [t TS/a]
2018	71.087	43.232
2019	70.063	47.607
2020	69.087	49.557

Die Statistik zeigt bis zum Jahr 2020 einen leichten Rückgang der Entsorgungsmenge um 2.000 Tonnen TS bzw. 2,8 Prozent⁶. Die Ergebnisse der Befragung, welche ausschließlich den Brandenburger Anteil einschließt, zeigt hingegen einen deutlichen Anstieg der Klärschlamm Entsorgungsmenge seit dem Jahr 2018 um 6.325 Tonnen TS bzw. 14,6 Prozent.

Im Jahr 2020 wurden etwa 5.985 Tonnen TS mehr entsorgt als angefallen sind (43.572 Tonnen TS). Dies lässt auf eine Zwischenlagerung der Klärschlämme auf Abwasserbehandlungsanlagen schließen. Die Betreiber wurden im Rahmen der Befragung ebenfalls nach der Menge, welche auf der Abwasserbehandlungsanlage zwischengelagert wurde, gefragt. Von der Mehrzahl der Betreiber wurde die Frage jedoch verneint oder keine Angaben gemacht, so dass über die Befragung zu den zwischengelagerten Mengen keine validen Daten gewonnen werden konnten.

Die nachfolgenden Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen die genutzten Entsorgungswege auf Basis der Statistik sowie der Angaben der Anlagenbetreiber in der Befragung:

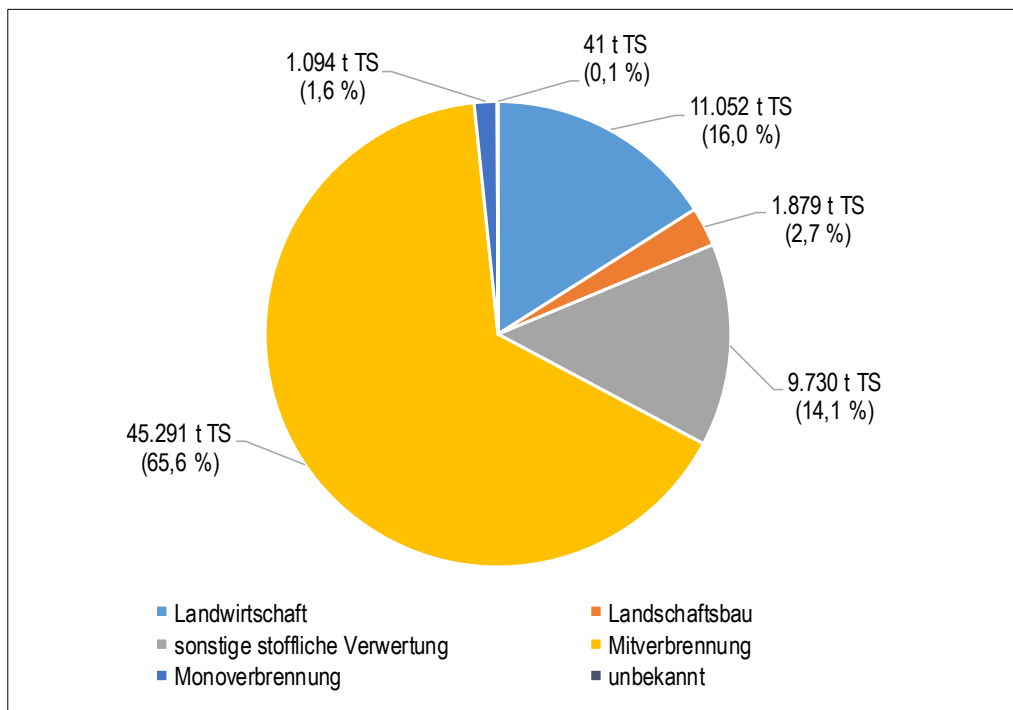


Abbildung 15: Entsorgungswege für Klärschlamm 2020 (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg)

⁶ Im Vergleich zum Jahr 2018 ist die Klärschlamm Entsorgungsmenge der Stadt Berlin im Jahr 2020 um 1.039 t TS bzw. 1,8 % gesunken.

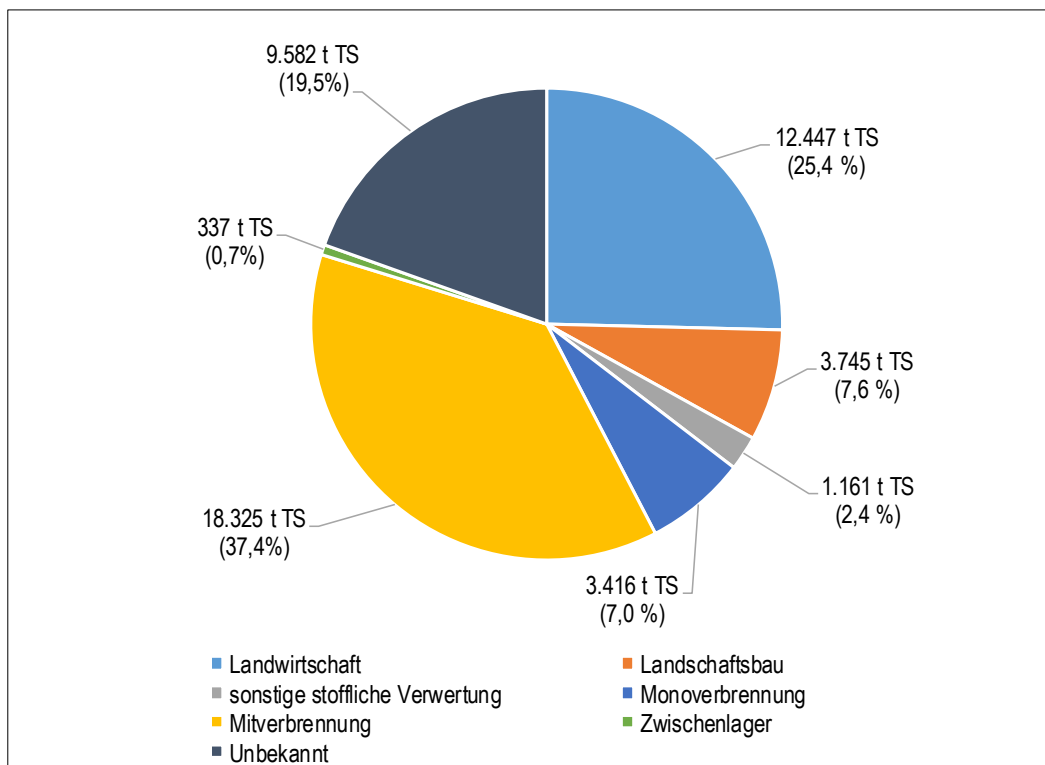


Abbildung 16: Entsorgungswege für Klärschlamm 2020 (Befragung INTECUS)

Im Jahr 2020 wurden gemäß Befragung rund 44 Prozent der zu Entsorgung abgegebenen Klärschlämme einer thermischen Behandlung zugeführt. 85 Prozent der im Jahr 2020 thermisch behandelten Klärschlämme wurden in einer Mitverbrennungsanlage entsorgt.

In der statistischen Erhebung liegt der Anteil der thermischen Behandlung deutlich darüber, da die hier mit einbezogenen Klärschlammengen der Stadt Berlin im Jahr 2020 vollständig thermisch behandelt wurden.

Einen weiteren relevanten Entsorgungsweg stellt die direkte Entsorgung in der Landwirtschaft mit 25,4 Prozent im Jahr 2020 dar. Im Landschaftsbau wurden etwa 7,6 Prozent der Klärschlämme verwertet, 2,4 Prozent wurden einer sonstigen stofflichen Entsorgung zugeführt.

5.6.2 Zukünftige Planungen

Im Rahmen des Fragenbogens wurden die Betreiber der Abwasserbehandlungsanlagen gefragt, ob bereits Planungen zur Entsorgung der anfallenden Klärschlämme und Phosphorrückgewinnung nach 2029 bzw. 2032 vorliegen. Das Ergebnis der Befragung zeigt die nachfolgende Abbildung 17:

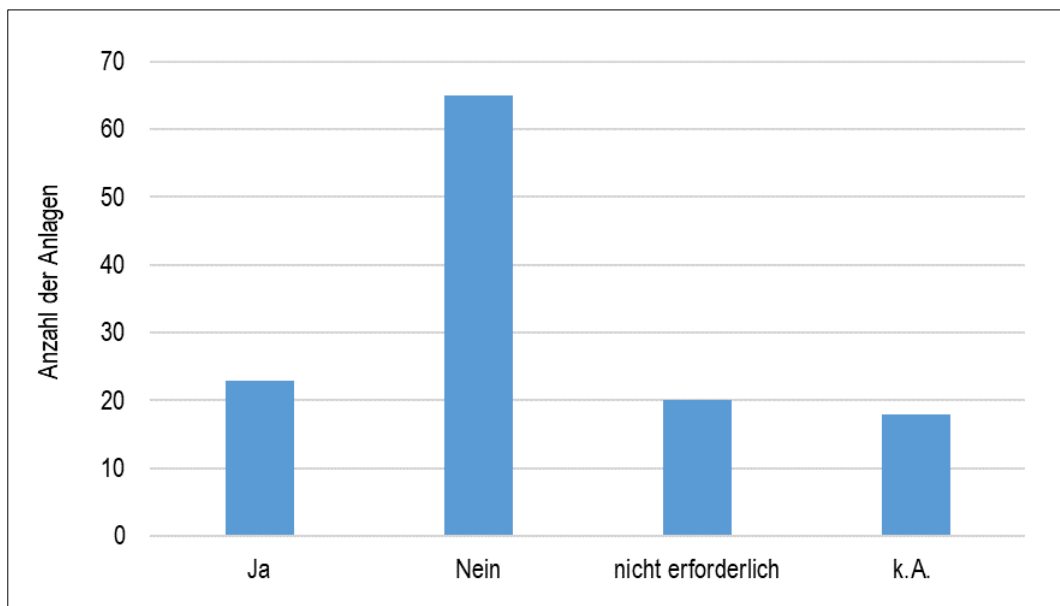


Abbildung 17: Angaben der Betreiber einer Abwasserbehandlungsanlage zu Planungen der zukünftigen Entsorgung und Phosphorrückgewinnung nach 2029/2032 (n=126) (Befragung INTECUS)

Bei etwa 52 Prozent der Anlagen bestehen noch keine Planungen, welche über das Jahr 2029 bzw. 2032 hinausgehen. Etwa 18 Prozent der Anlagen, für welche der Fragebogen beantwortet wurde, gaben an, bereits Planungen über das Jahr 2029 bzw. 2032 hinaus getroffen zu haben. Am häufigsten wurde angegeben, dass die anfallenden Klärschlämme ab diesem Zeitpunkt einer thermischen Behandlung zugeführt werden.

Von den BWB ist bekannt, dass zur thermischen Behandlung ihrer Klärschlämme eine Klärschlammmonoverbrennungsanlage mit einer Kapazität von 64.000 Tonnen TS/a am Standort Waßmannsdorf errichtet wird.

Im Süd-Osten Brandenburgs hat sich eine Interessengemeinschaft (IG Süd-Ost) aus den Betreibern der Abwasserbehandlungsanlagen in Cottbus, Eisenhüttenstadt und Frankfurt (Oder) gebildet. Ziel der Interessengemeinschaft ist der Bau einer thermischen Klärschlammbehandlungsanlage mit einer Kapazität von 20.000 Tonnen TS mit anschließender Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlammmasche. Als Phosphorrückgewinnungsverfahren wird das TetraPhos®-Verfahren favorisiert. Der Standort der Anlage wurde noch nicht benannt.

Für etwa 16 Tonnen der Anlagen sind diesbezüglich keine Planungen erforderlich, da diese weder der GK 4b oder 5 angehören, den Grenzwert zur Phosphorrückgewinnung und/oder die Grenzwerte zur bodenbezogenen Verwertung der Klärschlämme nicht überschreiten.

5.6.2.1 Mögliche Mengenverschiebungen

Unter Einhaltung der Anforderungen der AbfklärV (siehe Abschnitt 3.1) dürfen Klärschlammherzeuger, welche eine Abwasserbehandlungsanlage mit mehr als 100.000 EW bzw. 50.000 EW betreiben, ab dem Jahr 2029 bzw. 2032 die anfallenden Klärschlämme nicht mehr bodenbezogen verwerten. Dies bedeutet, dass alle Klärschlämme der GK 4b und 5, welche laut Befragung im Jahr 2020 einer bodenbezogenen Verwertung zugeführt wurden, spätestens ab 2029 bzw. 2032 thermisch behandelt werden müssen. Die nachfolgende Tabelle 10 zeigt die Klärschlammengen, welche im Jahr 2020 auf Abwasserbehandlungsanlagen der GK 4b und GK 5 angefallen sind und einer bodenbezogenen Verwertung zugeführt wurden:

Tabelle 10: Bodenbezogene verwertete Klärschlammengen 2020 der GK 4b und GK 5 (Befragung INTECUS)

GK	bodenbezogene Verwertung [t TS/a]	Anteil am Gesamtaufkommen der GK [%]	Anteil am Gesamtaufkommen Land Brandenburg [%]
GK 4b	7.085	85 %	19 %
GK 5	1.673	13 %	5 %
Gesamt	8.758		24 %

Ab 2029 müssen 1.673 Tonnen TS zusätzlich thermisch verwertet werden. Für das Jahr 2032 erhöht sich die thermisch behandelte Klärschlammmenge im Land Brandenburg nochmals um 7.085 Tonnen TS. Demnach stehen ab dem Jahr 2029 bzw. 2032 insgesamt 8.758 Tonnen TS für die bodenbezogene Verwertung nicht mehr zur Verfügung. Der Anteil der thermisch behandelten Klärschlämme steigt dann von mindestens 21.741 Tonnen TS im Jahr 2020 (siehe Abbildung 16) auf mindestens 30.499 Tonnen pro Jahr im Jahr 2032 (Davon werden etwa 10.000 Tonnen durch die BWB entsorgt werden). Je nach P-Gehalt der anfallenden Klärschlämme ist eine Mono- und/oder Mitverbrennung möglich.

5.6.2.2 Theoretisches Phosphorrückgewinnungspotential gemäß Befragung

Von den insgesamt 8.758 Tonnen TS, welche ab 2029/32 nicht mehr bodenbezogen verwertet werden dürfen, haben laut Befragung 5.582 Tonnen TS einen Phosphorgehalt von > 20 g/kg TS.

Hinzukommend müssen Klärschlämme, welche in 2020 bereits einer Mono- oder Mitverbrennung zugeführt wurden und den Grenzwert zur Phosphorrückgewinnung von 20 g/kg TS überschreiten, ebenfalls ein Phosphorrecyclingverfahren durchlaufen. Die nachfolgende Tabelle 11 fasst die in 2020 thermisch behandelten Klärschlämme mit einem P-Gehalt > 20 g/kg je Größenklasse zusammen:

Tabelle 11: Klärschlammengen > 20 g P/kg TS und Anzahl der Anlagen, welche in 2020 thermisch verwertet wurden (Befragung INTECUS)

GK	Monoverbrennung		Mitverbrennung	
	Klärschlammengen [t TS]	Anzahl Anlagen	Klärschlammengen [t TS]	Anzahl Anlagen
GK 1	0	0	0	0
GK 2	0	0	353	4
GK 3	0	0	452	6
GK 4a	0	0	3.181	8
GK 4b	0	0	716	2
GK 5	2.546	4	12.334	8
Gesamt	2.546	4	17.036	28

In Addition der Mengen, welche ab 2029 bzw. 2032 nicht mehr bodenbezogen verwertet werden dürfen sowie einen P-Gehalt von > 20 g/kg TS haben und der Mengen, welche den Grenzwert zur Phosphorrückgewinnung überschreiten und in 2020 bereits thermisch verwertet wurden, ergibt sich ein theoretisches zusätzliches Mengenpotential zur Phosphorrückgewinnung von 25.164 Tonnen TS. Dies entspricht einem Anteil von etwa 58 Prozent der im Jahr 2020 im Land Brandenburg angefallenen Klärschlammmenge.

6 Situationsanalyse

6.1 Regionalisierte Bedarfsanalyse

Das Land Brandenburg lässt sich für die Betrachtung der Klärschlamm Entsorgung in folgende drei Regionen einteilen:

- Region Nord
- Region Süd
- Berliner Umland

Die Region Nord umfasst die Landkreise Prignitz, Ostprignitz-Ruppin, Oberhavel, Havelland, Uckermark und Barnim. Die Region Süd umfasst die Landkreise Märkisch-Oderland, Oder-Spree, Potsdam-Mittelmark, Teltow-Fläming, Dahme-Spreewald, Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz und Spree-Neiße sowie die Städte Potsdam, Brandenburg an der Havel, Frankfurt (Oder) und Cottbus. Der Region Berliner Umland werden die an Berlin grenzenden Bereiche der Landkreise Oberhavel, Barnim, Märkisch-Oderland, Oder-Spree, Dahme-Spreewald, Teltow-Fläming, Potsdam-Mittelmark und Havelland, insoweit die Abwasserentsorgung durch die auf Brandenburger Gebiet befindlichen Kläranlagen der Berliner Wasserbetriebe (BWB) erfolgt.

Abbildung 18 zeigt die Einteilung als kartografische Übersicht mit den regional insgesamt anfallenden Klärschlamm mengen sowie den anteilig in den Kläranlagen der GK4b und GK5 anfallenden und damit zukünftig zwingend thermisch zu behandelnden Mindestmengen.

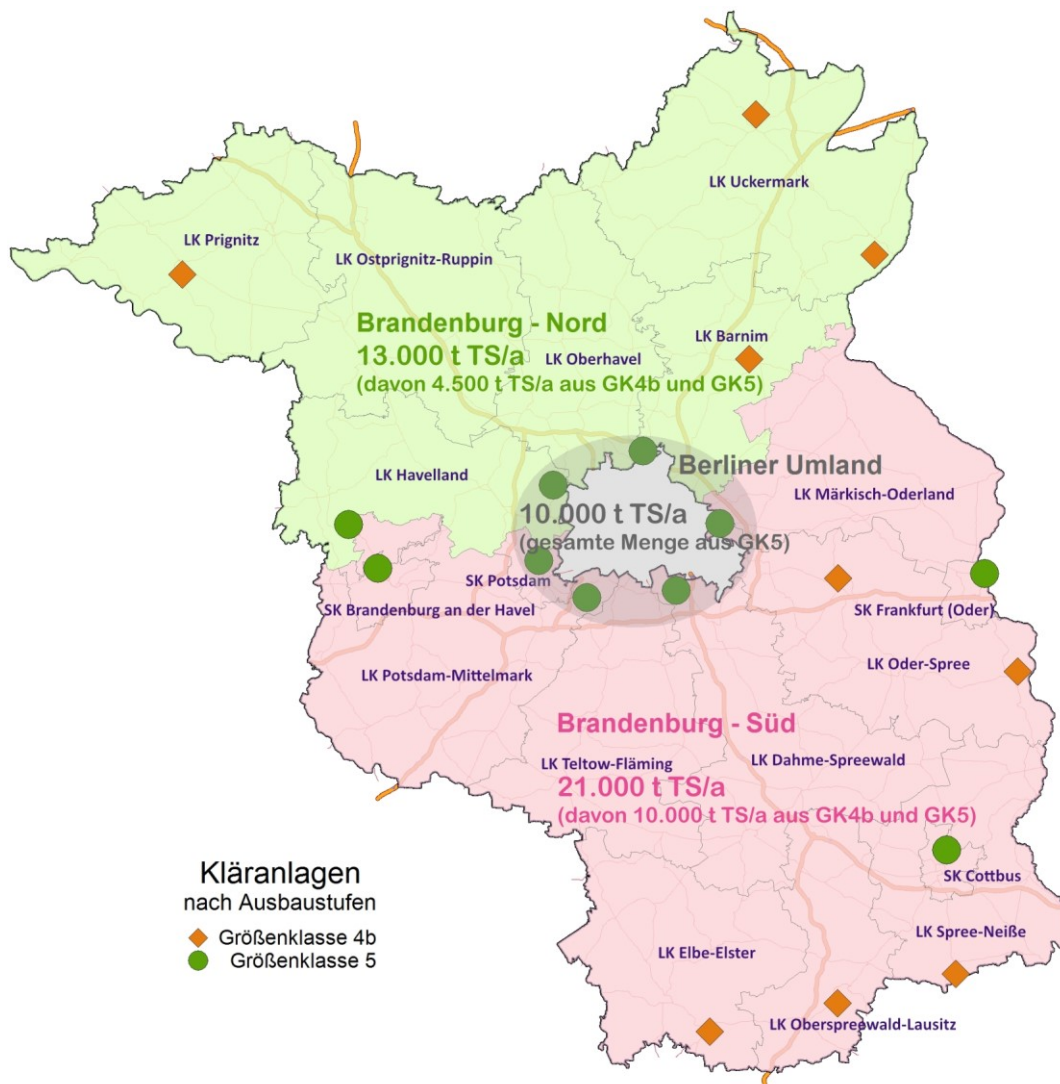


Abbildung 18: Regionale Einteilung des Landes Brandenburg mit Lage der Kläranlagen sowie der regionspezifisch und davon in den Kläranlagen der GK4b und GK5 anfallenden Klärschlammmenge (Stand 2020)

Abbildung 19 zeigt die in Betrieb und in Planung bzw. Diskussion befindlichen Anlagen zur thermischen Behandlung von Klärschlämmen und zur Phosphorrückgewinnung in Brandenburg und den angrenzenden Bundesländern. Die mögliche Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken wurde vor dem Hintergrund des geplanten Kohleausstiegs nicht berücksichtigt. Ebenso nicht berücksichtigt wurde die Mitverbrennung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen, da dieser Entsorgungsweg bereits aktuell nur eine geringe Bedeutung hat, die vor dem Hintergrund der zukünftig geltenden Verpflichtungen zur Phosphorrückgewinnung weiter abnehmen wird.

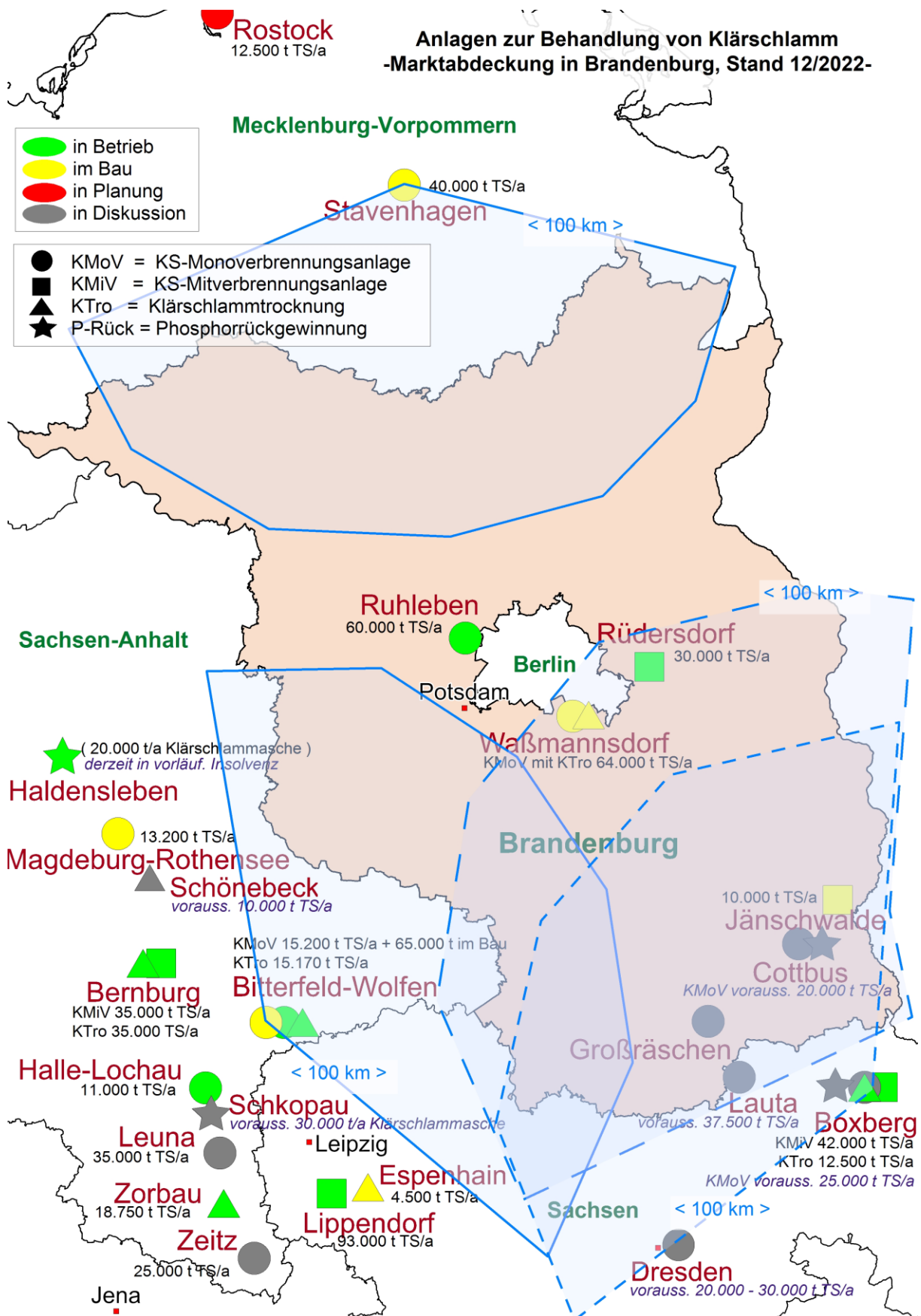


Abbildung 19: Geplante und in Betrieb befindliche Anlagen zur thermischen Behandlung von Klärschlämmen sowie zur Phosphorrückgewinnung in Brandenburg und den angrenzenden Bundesländern (Stand 09/2022) (kurz gestrichelt: 100 km-Radius Boxberg, lang gestrichelt: 100 km-Radius Cottbus, durchgehend: 100 km-Radius Bitterfeld-Wolfen)

Nachfolgend wird die Situation in den drei Regionen beschrieben und Handlungsfelder für die zukünftige Klärschlamm Entsorgung abgeleitet.

6.1.1 Region Nord

Die Region Nord ist gekennzeichnet durch eine insgesamt geringe Bevölkerungsdichte. Insgesamt leben in den sechs Landkreisen 862.275 Einwohner (Stand 31.12.2021) auf 12.757 km². Dies entspricht einer Bevölkerungsdichte von 68 Einwohnern pro km².

Entsprechend gering ist die Anzahl größerer Kläranlagen. In der Region Nord befinden sich lediglich fünf Kläranlagen der GK4b sowie zwei Kläranlagen der GK5, welche allerdings durch die Berliner Wasserbetriebe betrieben werden und damit dem Berliner Umland zuzurechnen sind.

In der Region Nord fallen jährlich ca. 13.000 Tonnen TS an Klärschlamm an. Diese werden derzeit insbesondere bodenbezogen verwertet. Einige Kläranlagen betreiben Vererdungsanlagen. Größere Kläranlagen (GK4b) nutzen den Entsorgungsweg der Mitverbrennung.

In der Region ist die Interessengemeinschaft ReTec aktiv. Die ReTec Research and Development GmbH entwickelt ein mobiles Fällungsverfahren zur Behandlung von Überschuss- oder Faulschlamm für Kläranlagen < 50.000 EW unter Nutzung von chemisch-physikalischen Separationsmechanismen. Ziel des Verfahrens ist die Abtrennung von Mikroplastik und organischen Schadstoffen ohne die Verwendung polymerer Fällungsmittel sowie die Rückgewinnung von Phosphor mittels MAP-Kristallisation und ggf. der Gewinnung von Phosphorsäure unter Anwendung des PARFORCE-Verfahrens. Bislang ist die Technologie im Pilotmaßstab in Zinnowitz (Usedom) umgesetzt. Folgende Aufgabenträger der öffentlichen Abwasserbeseitigung haben sich zu einer Zusammenarbeit im Rahmen der Interessengemeinschaft zusammengeschlossen: ZV Kremmen, TAV Liebenwalde, TAV Lindow-Gransee, Stadtwerke Neuruppin, WAV Dosse (Neustadt), WAV Wittstock, Stadtwerke Zehdenick. Aufgrund des fehlenden Nachweises der großtechnischen Umsetzbarkeit lässt sich derzeit noch keine Aussage über die Marktchancen dieses technisch ambitionierten Verfahrens treffen.

Die Region befindet sich innerhalb des 100 Kilometer-Radius der im Bau befindlichen Klärschlammmonoverbrennungsanlage in Stavenhagen (Mecklenburg-Vorpommern).

6.1.2 Region Süd

In der Region Süd leben insgesamt 1.675.593 Einwohner (Stand 31.12.2021) auf einer Fläche von 16.897 km², was einer Bevölkerungsdichte von 99 Einwohnern pro km² entspricht. Damit ist die Region Süd dichter besiedelt als die Region Nord. Dies resultiert insbesondere aus der Zuordnung der vier Stadtkreise, die mit 315 – 973 Einwohnern pro km² eine deutlich höhere Bevölkerungsdichte aufweisen als die Landkreise.

In der Region Süd befinden sich fünf Kläranlagen der GK4b und sieben Kläranlagen der GK5, von denen drei den Berliner Wasserbetrieben und demzufolge dem Berliner Umland zuzurechnen sind.

Auf den Kläranlagen der Region Süd fallen ca. 21.000 Tonnen TS an Klärschlamm pro Jahr an. Die Klärschlämme kleinerer Kläranlagen werden kompostiert oder mitverbrannt. Die größeren Kläranlagen (GK4b und GK5) entsorgen die anfallenden Klärschlämme vor allem in der Mitverbrennung oder bodenbezogen, wobei die Klärschlämme teilweise vorher kompostiert werden.

In der Region haben sich drei kommunale Aufgabenträger (LWG mbH & Co. KG (Cottbus), FWA GmbH (Frankfurt/Oder), TAZV Oderaue (Eisenhüttenstadt)) zur Interessengemeinschaft Südost-Brandenburg zusammengeschlossen. Ziel der Interessengemeinschaft ist die Errichtung einer

Klärschlammmonoverbrennungsanlage (Wirbelschicht) mit Phosphorrückgewinnung. Die Anlage soll über eine Kapazität von 20.000 t TS an Klärschlamm verfügen. Derzeit werden im südlichen Brandenburg und den angrenzenden Bundesländern weitere Aufgabenträger akquiriert, welche sich an der zu gründenden Gesellschaft beteiligen und ihre Klärschlammengen in das Entsorgungskonzept einbringen sollen.

Die Region befindet sich zudem innerhalb des 100 Kilometer-Radius der in Betrieb befindlichen Klärschlammmonoverbrennungsanlagen in Bitterfeld-Wolfen (Sachsen-Anhalt). Die Unternehmen LEAG und Veolia haben zudem die Errichtung einer Klärschlammmonoverbrennungsanlage in Boxberg (Sachsen) angekündigt (LEAG, 2022). Die weitere Konkretisierung der Ankündigung bleibt abzuwarten. Sollte dieses Vorhaben angegangen und realisiert werden, so erstreckt sich der 100 Kilometer-Radius dieser Anlage auch auf die Region Süd. Ob sich die anvisierte Kapazität auf die Klärschlammengen der im Radius befindlichen sächsischen Anlagenbetreiber beziehen wird oder auch mit Mengen der im Radius befindlichen Brandenburger Anlagen kalkuliert wird, ist nicht bekannt.

6.1.3 Region Berliner Umland

Die Region Berliner Umland umfasst insbesondere die Brandenburger Bereiche der Einzugsgebiete der Kläranlagen

- Wansdorf,
- Schönerline,
- Münchehofe,
- Waßmannsdorf und
- Stahnsdorf,

die durch die Berliner Wasserbetriebe betrieben werden und vor allem Abwasser aus dem Land Berlin und untergeordnet auch Abwasser aus Brandenburger Kommunen behandeln. Zudem kann die Kläranlage der Stadt Potsdam dem Berliner Umland zugerechnet werden, da sich die Behandlung der dort anfallenden Klärschlämme in der zukünftigen Klärschlammmonoverbrennungsanlage der BWB in Waßmannsdorf anbietet.

Die fünf genannten Kläranlagen der BWB erzeugen bezogen auf den Brandenburger Anteil der angeschlossenen Einwohner ca. 10.000 Tonnen TS an Klärschlamm pro Jahr, welche derzeit thermisch entsorgt (durch Mono- und Mitverbrennung) werden.

Die BWB betreiben derzeit eine Klärschlammmonoverbrennungsanlage in Ruhleben (Berlin), welche auf eine Kapazität von 60.000 Tonnen TS ertüchtigt werden soll. Zudem wird in Waßmannsdorf (Brandenburg) eine Klärschlammmonoverbrennungsanlage mit einer Kapazität von 64.000 Tonnen TS errichtet. Beide Anlagen verfügen über eine Kapazität, welche einen Bevölkerungsanstieg im Land Berlin berücksichtigt und insofern zumindest mittelfristig ausreicht, um neben den in den Anlagen der BWB anfallenden Klärschlämmen auch weitere Klärschlämme aus dem Berliner Umland (bspw. Stadt Potsdam) zu behandeln. Nach vorliegendem Kenntnisstand ist eine Phosphorrückgewinnungsanlage seitens der BWB derzeit nicht in Planung. Die Klärschlammaschen sollen zunächst deponiert werden.

Im Berliner Umland befindet sich zudem das Zementwerk Rüdersdorf, welches im Jahr 2020 ca. 30.000 Tonnen TS an Klärschlämmen verwertet hat.

6.2 Ableitung von Handlungsfeldern

Derzeit ist die Verwertung der anfallenden Klärschlämme in den Regionen Nord und Süd nicht gesichert. Lediglich im Berliner Umland werden durch die Berliner Wasserbetriebe Lösungen geschaffen, die den

Bevölkerungszuwachs im Großraum Berlin und Berliner Umland berücksichtigen und demzufolge zumindest mittelfristig Überkapazitäten aufweisen. Diese Überkapazitäten können durch Brandenburger Kläranlagen mitgenutzt werden, solange sie nicht durch Klärschlämme der BWB ausgelastet werden.

In der Region Nord besteht zwar kein akuter Handlungsbedarf, da davon ausgegangen werden kann, dass die thermisch zu behandelnden Klärschlämme aus der Region in der KMV Stavenhagen behandelt werden können. Allerdings ist auch festzustellen, dass diese Anlage die einzige Option zur thermischen Behandlung in der Region ist und demzufolge im Grunde kein Wettbewerb besteht. Die Auslastung der KMV Stavenhagen hängt zudem von der Errichtung der geplanten KMV in Rostock zusammen. Wird die Anlage in Rostock errichtet, dürfte die Anlage in Stavenhagen über größere freie Behandlungskapazitäten verfügen, was sich günstig auf die Behandlungspreise auswirken dürfte. Vor diesem Hintergrund ist die Prüfung anderer Optionen, wie bspw. das Verfahren der ReTec (siehe Abschnitt 6.1.1) oder die Errichtung einer dezentralen thermischen Behandlungsanlage (bspw. Drehrohrverfahren) zu empfehlen.

In der Region Süd existieren derzeit ebenfalls noch keine standortkonkreten Planungen, welche mindestens den Stand einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung aufweisen. Inwieweit ein Export in andere Bundesländer möglich ist, hängt von der Realisation der dort geplanten Vorhaben ab. Beispielsweise ist die Realisierung der diskutierten Anlagen in Leuna und Zeitz (beide Sachsen-Anhalt) sowie Boxberg, Dresden und Chemnitz (alle Sachsen) nicht gesichert. Vor diesem Hintergrund besteht dringender Handlungsbedarf für die Interessengemeinschaft Südost (siehe Abschnitt 6.1.2) zur schnellstmöglichen Konkretisierung ihrer Planungen und der Akquise der erforderlichen Klärschlammengen. Die geplante Anlagenkapazität sollte nochmals mit den im Rahmen des Gutachtenprozesses ermittelten Mengen und Analyseergebnissen abgeglichen werden. Ein zeitlicher Vorlauf gegenüber den anderen in Diskussion befindlichen Anlagen ist für die Umsetzung des Vorhabens von entscheidender Bedeutung.

Im Berliner Umland werden durch die BWB Behandlungskapazitäten geschaffen, welche über freie Kapazitäten für Brandenburger Kläranlagen aus dem Berliner Umland verfügen. Daraus leitet sich für logistisch günstig gelegene Kläranlagen (bspw. Kläranlage Potsdam) die Option ab, sich um die zukünftige Behandlung der anfallenden Klärschlämme insbesondere in der KMV Waßmannsdorf zu bemühen.

7 Kooperationsmodelle zur Klärschlammmentsorgung – rechtliche Rahmenbedingungen

7.1 Einleitung

Zur Erfüllung ihrer Pflichten nach der AbfKlärV können die Klärschlammherzeuger auch zusammenarbeiten. Dies bietet sich an, soweit der Aufbau eigener technischer und ggf. personeller Kapazitäten zur Klärschlammverwertung erst ab einer bestimmten Größenordnung des Klärschlammaufkommens wirtschaftlich darstellbar ist. Naturgemäß müssen hierfür in einem ersten Schritt die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen geklärt sein. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass sich Betreiber unterschiedlich großer Abwasserbehandlungsanlagen mit dementsprechend unterschiedlichen Pflichten hinsichtlich der Qualität der Klärschlammverwertung nach der AbfKlärV zusammenschließen möchten. Erweist sich auf dieser Grundlage und im Ergebnis entsprechender Prüfungen die Zusammenfassung von Mengen verschiedener Klärschlammherzeuger als sinnvoll, stellt sich die Frage nach einer geeigneten Kooperationsform. Hierfür stehen verschiedene Möglichkeiten zur

Verfügung. Deren Eignung im Einzelfall hängt neben rechtlichen auch von weiteren Faktoren ab, wie z.B. der Entwicklung von Entsorgungskapazitäten am Markt.

Das vorliegende Kapitel 7 soll einen Überblick insbesondere zu den rechtlichen Fragestellungen liefern, die im Vorfeld der Entscheidung für eine Kooperation bei der Klärschlamm Entsorgung im Land Brandenburg zu berücksichtigen sind. Konkrete rechtliche Fragestellungen bedürfen jedoch einer juristischen Prüfung im Einzelfall.

Nachfolgend werden zunächst einige Erläuterungen zu denkbaren Organisationsstrukturen sowie zentralen rechtlichen Rahmenbedingungen für eine Kooperation vorgestellt (Abschnitte 7.2 bis 7.7). Im Weiteren werden davon ausgehend mögliche in Betracht kommende Kooperationsformen untersucht und bewertet (hierzu Abschnitt 7.8).

7.2 Ebenen der Zusammenarbeit

Für die Auswahl geeigneter Kooperationsmöglichkeiten ist zwischen verschiedenen Ebenen der Zusammenarbeit wie folgt zu unterscheiden:

7.2.1 Ebene der Kooperationspartner untereinander

Zum einen stellt sich die Frage, in welcher Form die Klärschlammherzeuger als Kooperationspartner untereinander zusammenarbeiten möchten bzw. können. Hierfür sind grundsätzlich verschiedene Kooperationsformen denkbar.

Diese unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der Verfestigung der Zusammenarbeit (institutionalisierte Formen zur eigenen operativen Leistung gegenüber nur vertraglichen Bindungen z.B. zum Zwecke der Koordinierung einer Ausschreibung). Sie können sich aus dem öffentlichen Recht, z.B. dem Gesetz über kommunale Gemeinschaftsarbeit im Land Brandenburg (GKGBbg) ergeben oder aus privat-rechtlichem Rahmen (z.B. in gesellschaftsrechtlichen Formen der Zusammenarbeit).

Nachfolgend werden im Wesentlichen die folgenden drei Modelle unterschieden:

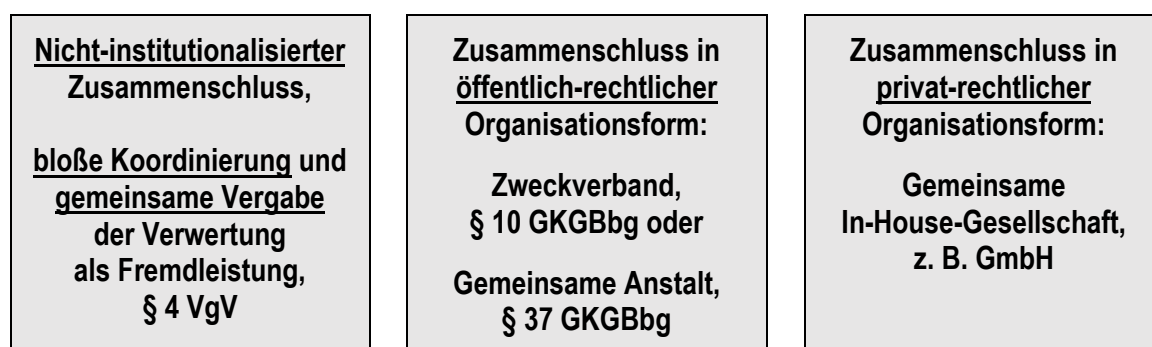


Abbildung 20: Modelle für Kooperationsformen

7.2.2 Zusammenarbeit mit dem Errichter/Betreiber

Anknüpfend an die Zusammenarbeit der (kommunalen) Partner untereinander stehen verschiedene Möglichkeiten für die Zusammenarbeit mit einem Dritten als Errichter und ggf. Betreiber der Verwertungsanlage zur Verfügung. Dieser wird gerade angesichts der noch neuen Technologien vermutlich das erforderliche Know-How für die Errichtung und ggf. auch den Betrieb einer Anlage mitbringen. Je nach fachlicher und wirtschaftlicher Ausgangslage der Aufgabenträger können sich diese aber auch mehr oder weniger intensiv am Betrieb beteiligen.

Auf dieser nachgelagerten Ebene können die Aufgabenträger insbesondere zwischen folgenden Modellen wählen:

<p>Beauftragung eines Dritten mit der Verwertungsleistung</p> <p>in einer von diesem zu stellenden Anlage,</p> <p>ggf. auch verbunden mit der Vorgabe, dass die Anlage auf die Beteiligten auszulegen ist und von diesen späterhin erworben wird (z.B. mit Blick auf einen späteren eigenen Betrieb)</p> <p>In dieser Variante trifft die Beteiligten das geringste Vorfinanzierungsrisiko.</p>	<p>Beauftragung mit Errichtung einer Anlage und Erwerb</p> <p>sowie</p> <p>Beauftragung des/eines Dritten mit der Betriebsführung</p> <p>Den Partnern stünde der spätere eigene Betrieb der Anlage offen, sie würden sie aber sofort erwerben, wären also (v.a. finanziell) stärker engagiert.</p>	<p>Beauftragung eines Dritten mit der Errichtung der Anlage und Erwerb</p> <p>sowie eigenständiger Betrieb durch die kommunalen Partner</p> <p>oder gemeinsamer Betrieb mit dem Dritten, z.B. im Rahmen einer öffentlich-privaten Gesellschaft (ÖPP)</p> <p>Auch hier würde eine Vorfinanzierung der Baukosten/ des Anlagenerwerbs erforderlich.</p>
--	---	---

Abbildung 21: Kooperationsformen mit Errichter/Betreiber

Die Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit dem Errichter/ Betreiber werden im Folgenden nur am Rande beleuchtet. Vorrangig werden Formen für einen Zusammenschluss der Klärschlammerzeuger sowie zentrale rechtliche Rahmenbedingungen dargestellt und bewertet.

Einschlägige rechtliche Rahmenbedingungen folgen dabei insbesondere aus

- dem Vergaberecht,
- dem Kommunalwirtschaftsrecht im Land Brandenburg
- und dem Kommunalabgabenrecht.

Steuerrechtliche Folgen der Entscheidung für eine bestimmte Organisationsform bleiben im Einzelfall ebenso zu berücksichtigen wie mögliche kartellrechtliche Pflichten. Der diesbezügliche Rahmen ist in den folgenden Abschnitten 7.3 bis 7.7 im Überblick aufgezeigt.

7.3 Vergaberechtliche Anforderungen

Die aus dem Europarecht folgenden Vorgaben des Vergaberechts für öffentliche Aufträge (dazu Abschnitt 7.3.1) finden grundsätzlich auch für die Kooperation öffentlicher Aufgabenträger untereinander Anwendung. Allerdings sind nach geltendem Vergaberecht und nach dem Stand der Rechtsprechung auch sogenannte vergabefreie Kooperationsformen denkbar (dazu Abschnitt 7.3.2).

7.3.1 Verfahrensvorgaben für öffentliche Ausschreibungen

Für die Erteilung öffentlicher Bauaufträge (z.B. zur Errichtung einer Verwertungsanlage) oder öffentlicher Dienstleistungsaufträge (z.B. zur Vergabe von Verwertungsleistungen an Dritte) haben öffentliche Auftraggeber grundsätzlich die jeweils einschlägigen Anforderungen des Vergaberechts zu beachten. Diese folgen oberhalb der sogenannten Schwellenwerte vor allem aus den Regelungen

- im Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB)
- in der Vergabeverordnung (VgV)
- und der darin in Bezug genommenen Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB).

Die Schwellenwerte für die Anwendung des EU-Vergaberechts werden in regelmäßigen Abständen neu von der EU-Kommission festgelegt.

Eine Ausschreibung nach den Verfahrensvorschriften des Vergaberechts ist jedenfalls für die Auswahl und Beauftragung eines privaten Dritten erforderlich, wenn dieser die Verwertungsanlage errichten und/oder betreiben soll. Ein solches Vergabeverfahren kann dann z.B. der Zusammenschluss der Klärschlammherzeuger als Auftraggeber durchführen.

Mehrere Klärschlammherzeuger können alternativ die gemeinsame Ausschreibung der Beauftragung eines Dritten mit Verwertungsleistungen auch nur gemeinsam koordinieren, ohne dass sie sich vorher gesondert zusammengeschlossen haben. Dies ist z. B. im Rahmen der „gelegentlichen gemeinsamen Beschaffung“ nach § 4 VgV möglich.

7.3.2 Vergabefreie Kooperation

Für ihre organisatorisch verfestigte Zusammenarbeit bei der Leistungserbringung (v.a. beim Anlagenbetrieb) können die (kommunalen) Partner grundsätzlich auch eine vergaberechtskonforme Konzeption ohne Ausschreibungspflicht wählen. Keine Verpflichtung zur Anwendung des Vergaberechts besteht nämlich für öffentliche Auftraggeber insbesondere in den beiden Fallkonstellationen

- der sog. Aufgabenübertragung und
- der sog. In-House-Beauftragung.

Auf den Fall der vergabefreien horizontalen Zusammenarbeit nach § 108 Absatz 6 GWB wird im Weiteren nicht eingegangen. Dieser wird sich für die Ausgangslage der kommunalen Klärschlammherzeuger voraussichtlich nur selten als sinnvoller Weg erweisen. Zwar steht den Beteiligten unter den dortigen Voraussetzungen auch eine rein vertragliche, nicht institutionalisierte Zusammenarbeit vergabefrei offen, sobald allerdings Errichtung und Erwerb einer Anlage in Betracht gezogen werden, wird dies im Einklang mit dem Kommunalwirtschaftsrecht vorzugsweise durch mehrere Auftraggeber in institutionalisierter Form erfolgen.

7.3.2.1 Aufgabenübertragung

Eine zulässige vergabefreie Aufgabenübertragung muss allerdings die in der Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) konkretisierten Anforderungen erfüllen. Danach ist erforderlich, dass

- die Übertragung der Aufgabe auch die mit der übertragenen Kompetenz verbundenen Zuständigkeiten und Befugnisse umfassen muss,
- der neue Aufgabenträger über eigene Entscheidungsbefugnisse verfügt
- und die Übertragung zu einer finanziellen Unabhängigkeit des neuen Aufgabenträgers von seinen Mitgliedern führt, die es erlaubt, die Finanzierung dieser Aufgabe sicherzustellen.

(so die Grundsätze des EuGH, Urteil vom 21.12.2016, Rs. C-51/15 „Remondis GmbH & Co. KG Region Nord/Region Hannover“).

Diese Anforderungen wurden im Einzelfall bislang für die Gründung eines Abfallzweckverbandes bejaht, dem die öffentliche Entsorgungszuständigkeit umfassend übertragen worden war. Der dortige Verband verfügte über eigene Entscheidungsbefugnisse sowie über die Zuständigkeit für den Erlass von Satzungen und für die Erhebung von Gebühren (vgl. OLG Celle, Beschluss vom 3.8.2017, Az.: 13 Verg

3/13, im Anschluss an o.g. Urteil des EuGH vom 21.12.2016, Rs. C-51/15). Auch die Übertragung von Aufgaben der umfassenden Organisation des öffentlichen Nahverkehrs sowie von Sozial- und Gesundheitsdienstleistungen verschiedener Kommunen auf eine einzige künftig verantwortliche Gemeinde gegen Kostenbeteiligung der ursprünglichen Aufgabenträger erfüllte diese Voraussetzungen (vgl. EuGH, Urt. v. 18.06.2020, Rs. C-328/19 – „Porin kaupunki“).

Ob sich eine gleichermaßen zulässige „Übertragung“ der Pflichten der Klärschlammherzeuger nach der Klärschlammverordnung als vergabefreie Aufgabenübertragung ausgestalten lässt, ist bislang nicht geklärt:

Die Pflichten zur hochwertigen Verwertung von Klärschlamm einschließlich Rückgewinnung von Phosphor ähneln einer Entsorgung von Reststoffen. Sie stellen daher nur einen sehr kleinen Teilausschnitt des Aufgabenspektrums der Abwasserbeseitigungspflichtigen dar. Insbesondere gehören sie nicht zu den gesetzlich definierten Aufgaben der Abwasserbeseitigungspflicht: In § 54 Absatz 2 des Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) werden wie oben in Kapitel 1 dargestellt im Rahmen der Pflicht zur Abwasserbeseitigung ausdrücklich nur die Schritte bis zur Entwässerung des Klärschlammes genannt. Das dabei entstehende Produkt (entwässerter Klärschlamm) ist wiederum nach Maßgabe des Abfallrechts zu verwerten. Die Verwertung des Klärschlammes stellt damit als Annex (Anhängsel) zur öffentlich-rechtlichen Abwasserbeseitigungspflicht (nur) eine zwangsläufige bzw. denknotwendige Folge der öffentlichen Abwasserbeseitigung dar (Queitsch in: Queitsch/ Koll-Sarfeld/ Wallbaum, § 46 LWG, Rn. 7).

Mit dieser Pflicht zur Verwertung des Klärschlammes sind dann aber voraussichtlich keine weiteren Befugnisse (wie z.B. das Recht zum Erlass von Satzungen oder zur Erhebung von Gebühren) verbunden, die übertragen werden könnten. Der kommunale Anschluss- und Benutzungszwang z.B. kann grundsätzlich nur gegenüber den Nutzern der Abwasserbeseitigungseinrichtung erlassen werden. Der organisatorische Spielraum im Übrigen ist ebenfalls begrenzt, wenn auch die Zuständigkeit für die Sicherstellung und Ausgestaltung sowie Organisation der Aufgabe dann jedenfalls beim neuen Aufgabenträger liegen.

Ungeklärt ist auch, ob sich die nach den o.g. Kriterien erforderliche eigenständige Finanzierung bei der Aufgabenübertragung auf einen Zweckverband oder eine Anstalt für die Klärschlammverwertung belastbar darstellen und bewirken ließe. Eine gesonderte Gebührenerhebung gegenüber den Anschlusspflichtigen wird realistischer Weise kaum in Betracht kommen. Wiederum offen ist nach dem Stand der Rechtsprechung des EuGH, ob die Erhebung von Umlagen für sich genommen der geforderten autonomen – von den Mitgliedern gerade unabhängigen – Finanzierung genügt. Eine bloße Kostenbeteiligung der ursprünglichen Aufgabenträger genügt zwar in dem o.g. Beispiel der Übertragung von Nahverkehrsaufgaben. Dem lagen jedoch deutlich komplexere Zuständigkeitsverlagerungen mit umfassenden Aufgaben zugrunde.

Zusammengefasst bleiben letzte Unsicherheiten, ob sich bei einer Übertragung von Aufgaben der Klärschlammverwertung z.B. auf eine neue Organisation der Aufgabenträger die vom EuGH gestellten Anforderungen rechtsicher und belastbar umsetzen lassen. Ansätze dafür lassen sich aber anführen.

7.3.2.2 Gemeinsame In-House-Beauftragung

Mehrere Aufgabenträger können aber alternativ auch eine neue juristische Person als neues Rechtssubjekt gründen und dieses mit der Erbringung der Verwertungsleistungen vertraglich beauftragen.

Für die vergabefreie Beauftragung einer solchen gemeinsamen neuen „Organisation“ (z.B. einer gemeinsamen Gesellschaft wie der GmbH aber auch eines Zweckverbandes oder einer Anstalt

öffentlichen Rechts) sind die Anforderungen aus § 108 Absatz 4 und 5 GWB zu berücksichtigen. Danach ist die Einhaltung folgender drei Kriterien sicherzustellen:

- eine gemeinsame Kontrolle der Gesellschaft durch die öffentlichen Auftraggeber wie über eigene Dienststellen (sog. „Kontrollkriterium“)
- die neue Person (z.B. Gesellschaft) wird auf der Grundlage entsprechender Betrauungen bzw. Aufträge im Wesentlichen für die Auftraggeber einschließlich der von diesen kontrollierten weiteren Auftraggebern tätig (grundsätzlich muss sie dafür mehr als 80 Prozent der Gesamtumsätze mit diesen Auftraggebern erwirtschaften, sog. „Wesentlichkeitskriterium“)
- an der neuen Einheit (z.B. Gesellschaft) darf grundsätzlich kein privates Kapital direkt beteiligt sein. Für die in § 108 Absatz 4 Nr. 3 i.V.m. Absatz 1 Nr. 3 GWB hierzu zugelassenen Ausnahmen (nicht beherrschende Formen der privaten Kapitalbeteiligung und Formen der privaten Kapitalbeteiligung ohne Sperrminorität, die durch *gesetzliche Bestimmungen vorgeschrieben* sind und weitere Anforderungen erfüllen müssen) ist mangels entsprechender gesetzlicher Regelungen im Land Brandenburg kein Anwendungsfall im Bereich der Klärschlamm Entsorgung ersichtlich.

Diese drei Anforderungen (gemeinsame Kontrolle, Wesentlichkeit, keine private Beteiligung) lassen sich grundsätzlich wie folgt erfüllen:

Kontrollkriterium: Gemeinsame Kontrolle
<p>Die erforderliche gemeinsame Kontrolle wird nach § 108 Absatz 5 GWB angenommen, wenn</p> <ul style="list-style-type: none">• sich die beschlussfassenden Organe der Gesellschaft aus Vertretern sämtlicher teilnehmender öffentlicher Auftraggeber zusammensetzen; ein einzelner Vertreter kann dabei mehrere oder alle teilnehmenden öffentlichen Auftraggeber vertreten,• die öffentlichen Auftraggeber gemeinsam einen ausschlaggebenden Einfluss auf die strategischen Ziele und die wesentlichen Entscheidungen der Gesellschaft ausüben können und• die Gesellschaft keine Interessen verfolgt, die den Interessen der öffentlichen Auftraggeber zuwiderlaufen. <p>Diese drei Unterkriterien lassen sich grundsätzlich durch geeignete Regelungen im Gesellschaftsvertrag und in Verträgen zur Zusammenarbeit zwischen den Gesellschaftern absichern:</p> <ul style="list-style-type: none">• Die Beteiligung an den beschlussfassenden Organen der Gesellschaft wird sichergestellt, wenn sämtliche teilnehmenden Kommunen darin vertreten sind. Bezogen auf eine GmbH wird als derart „beschlussfassendes Organ“ die Gesellschafterversammlung verstanden (vgl. Ziekow in Ziekow/Völlink, § 108 GWB, Rn. 65 sowie OLG Düsseldorf, Beschluss vom 02.11.2016, Az.: VII - 23/16). Eine Beteiligung sämtlicher Partner an der Geschäftsführung ist dagegen nicht erforderlich.• Für eine effektive Einflussnahme auf Ziele und strategische Entscheidungen ist ferner sicherzustellen, dass jeder Gesellschafter über Stimmrechte verfügt und diese auch als Minderheitsgesellschafter geltend machen kann. Dabei bedarf es ausgewogener Regelungen im Gesellschaftsvertrag sowie ggf. zusätzlicher Regeln zur Koordination zwischen den beteiligten Körperschaften (Ziekow a.a.O. Rn. 64), gerade bei unterschiedlicher Stärke der Geschäftsanteile an einer GmbH.• Schließlich darf die gemeinsame GmbH keine Interessen verfolgen, die den Interessen der öffentlichen Auftraggeber zuwiderlaufen. Zur Vermeidung eines solchen Konfliktes lassen sich Vorgaben im Gesellschaftsvertrag aufnehmen (konkrete Beispiele geben z.B. Ziekow, a.a.O. Rn. 67 und Portz in: Röwekamp/Kus/Portz/Prieß, § 108 GWB Rn. 195).

Wesentlichkeitskriterium: Wesentliche Tätigkeit für die Auftraggeber

Ferner muss für die vergabefreie In-House-Beauftragung z.B. einer gemeinsamen Gesellschaft oder eines Zweckverbandes das sog. Wesentlichkeitskriterium erfüllt sein. Dafür ist nach § 108 Absatz 4 Nr. 2 GWB erforderlich,

- dass mehr als 80 Prozent der Tätigkeiten dieser Gesellschaft der Ausführung von Aufgaben dienen,
- mit denen sie von den öffentlichen Auftraggebern oder von einer anderen juristischen Person, die von diesen Auftraggebern kontrolliert wird, betraut wurde.

Für diesen Nachweis ist grds. auf die Umsätze der letzten drei Jahre vor der Beauftragung abzustellen (vgl. § 108 Absatz 7 GWB). Bei der Bewertung neu gegründeter Gesellschaften genügt mangels bisheriger Umsätze jedoch eine Glaubhaftmachung der künftigen Tätigkeit (vgl. Art. 12 Abs. 5 Unterabsatz 2 der Richtlinie 2014/24/EU und Deutscher Bundestag, Drucksache 18/6281, Seite 82). Die Erfüllung des „Wesentlichkeitskriteriums“ lässt sich also bei einer künftigen Tätigkeit belegen, indem der perspektivische Umfang und der voraussichtliche Umsatz für die beteiligten Auftraggeber abgeschätzt und dargestellt werden und diese einen Anteil von 80 Prozent voraussichtlich überschreiten wird.

Keine direkte Beteiligung privaten Kapitals

Die letzte In-House-Anforderung – grundsätzlich keine direkte Beteiligung privaten Kapitals – lässt sich jedenfalls sicherstellen, wenn an der neu gegründeten, zu beauftragenden Organisation ausschließlich öffentliche Auftraggeber beteiligt werden, an denen keine privaten Unternehmen beteiligt sind. Das Kriterium der privaten Beteiligung knüpft dabei nicht an die Rechtsform, sondern an die Wettbewerbsstellung eines beteiligten Unternehmens an.

Die Beteiligung rein kommunaler Eigengesellschaften der öffentlichen Hand in privater Rechtsform (z.B. als GmbH) ist daher unschädlich (so auch Ziekow in Ziekow/Völlink, § 108 GWB, Rn. 48 mit Verweis auf OLG Düsseldorf, Beschluss vom 2.11.2016, Az.: Verg 23/16; Voll in: Gabriel/Mertens/Prieß/Stein, § 108 GWB Rn. 37).

Mitunter sind die Klärwerksbetreiber und damit Klärschlammzeuger aber als sog. gemischtwirtschaftliche Unternehmen organisiert: Neben einem kommunalen Mehrheitsgesellschafter ist z.B. ein privater Minderheitsgesellschafter beteiligt. Auch in diesen Fällen soll eine In-House-Beauftragung nicht per se ausgeschlossen sein: Zumindest die (Minderheits-) Beteiligung eines Privaten an einer juristischen Person, die an der gegründeten Organisation beteiligt werden soll, soll kein Hindernis darstellen (Voll in: Gabriel/Mertens/Prieß/Stein, § 108 GWB Rn. 38). Die Beteiligung eines gemischtwirtschaftlichen Unternehmens wird aber jedenfalls dann als in-house-schädliche private Kapitalbeteiligung zu betrachten sein, wenn der private Gesellschafter einen beherrschenden Einfluss auf das gemischtwirtschaftliche Unternehmen ausüben kann, das sich am künftigen „Auftragnehmer“ beteiligen soll (so Voll a.a.O. Rn. 39). Rechtsprechung ist zu dieser Frage jedoch bislang nicht ersichtlich.

Voraussichtlich können sich daher auch gemischtwirtschaftlich organisierte Klärwerksbetreiber und damit Klärschlammzeuger in einer In-House-Gesellschaft zusammenschließen, wenn sie nach § 99 Nr. 2 GWB als öffentliche Auftraggeber qualifiziert werden können (so auch von Engelhardt/Kaelble in Müller-Wrede, § 108 GWB, Rn. 43). Es sollte sichergestellt sein, dass die an der gemischtwirtschaftlichen Gesellschaft beteiligten öffentlichen Aufgabenträger auf die gemischtwirtschaftliche Gesellschaft einen maßgeblichen Einfluss ausüben können. Dann steht das dritte In-House-Kriterium auch in dieser Konstellation voraussichtlich nicht im Weg.

7.3.3 Zusammenfassung vergaberechtlicher Anforderungen

Jede mögliche Kooperationsform bleibt mit Blick auf die Anwendung des Vergaberechts zu überprüfen. Dabei lässt das europäische Vergaberecht durchaus Spielräume für vergabefreie Formen der Zusammenarbeit. Allerdings sind jeweils die ausdifferenzierten Anforderungen, bei deren Vorliegen ein Vorgang ohne vorheriges Vergabeverfahren umgesetzt werden kann, zu beachten.

Während speziell für die Aufgabe der Klärschlammverwertung zum jetzigen Stand der Rechtsprechung fraglich ist, ob sich eine echte vergabefreie Aufgabenübertragung im Sinne der Rechtsprechung des EuGH realisieren lässt, bietet die sog. In-House-Beauftragung (v.a. einer gemeinsamen Gesellschaft, aber auch eines Zweckverbandes) bei entsprechender Ausgestaltung dieser regelmäßig erst zu gründenden und dann zu beauftragenden Organisation durchaus eine belastbare Option.

Schließlich bleibt als Alternative die Möglichkeit der Ausschreibung der Leistung am Markt zur Erbringung durch einen Dritten – dann jedoch unter Beachtung der einschlägigen Verfahrensregeln des Vergaberechts.

7.4 Anforderungen des Kommunalwirtschaftsrechts

Um die Kommunen vor einer wirtschaftlichen Überforderung zu bewahren, setzt das Kommunalwirtschaftsrecht der Kommunalverfassung des Landes Brandenburg (BbgKVerf) der sog. wirtschaftlichen Betätigung von Kommunen einen Rahmen. Soweit die zuständigen Aufgabenträger ihren Verwertungsbedarf im Sinne der AbfklärV nicht über Angebote Dritter am Markt decken können, weil z.B. in vertretbarer Entfernung noch keine entsprechenden Verwertungskapazitäten bestehen, kann ein eigenes Tätigwerden im Sinne der Errichtung und des Betriebes einer kommunalen Anlage sinnvoll sein. Unabhängig von der gewählten Rechtsform sind dafür jedenfalls die allgemeinen Anforderungen aus § 91 BbgKVerf zu beachten (dazu Abschnitt 7.4.1). Für bestimmte Unternehmensformen gelten auch die Anforderungen aus § 92 BbgKVerf (dazu Abschnitt 7.4.2).

Der Begriff der wirtschaftlichen Betätigung i. S. v. § 91 Abs. 1 BbgKVerf ist dabei denkbar weit und dürfte zum jetzigen Stand auch Verwertungsleistungen für Klärschlamm umfassen, jedenfalls wird der Abfallsektor durchaus zu den wirtschaftlichen Tätigkeiten gezählt (vgl. Wagner, in: Potsdamer Kommentar, § 91 BbgKVerf, Rn. 11).

7.4.1 Allgemeine Anforderungen des § 91 BbgKVerf

Die zur Abwasserbeseitigung verpflichteten kommunalen Aufgabenträger dürfen die Klärschlammverwertung als eine solche, wirtschaftliche Tätigkeit grundsätzlich dann aufnehmen, wenn die folgenden, allgemeinen Voraussetzungen dafür nach § 91 Absatz 2 BbgKVerf eingehalten werden können. Es muss sich sicherstellen lassen, dass

- der öffentliche Zweck diese Tätigkeit rechtfertigt und
- die Betätigung nach Art und Umfang in einem angemessenen Verhältnis
 - zur Leistungsfähigkeit der Kommunen und
 - zum voraussichtlichen Bedarf steht.

Ferner stellt § 91 Absatz 3 BbgKVerf Anforderungen an eine Überprüfung der Wirtschaftlichkeit der beabsichtigten Betätigung, insbesondere im Vergleich zu privaten Anbietern. Schließlich bedarf es eines sog. Örtlichkeitsbezuges. Eine wirtschaftliche Betätigung außerhalb der Versorgung der örtlichen Gemeinschaft ist nach § 91 Absatz 4 BbgKVerf aber unter den dortigen Voraussetzungen zulässig.

7.4.1.1 Rechtfertigung durch einen öffentlichen Zweck

Von der Rechtfertigung durch einen öffentlichen Zweck kann ausgegangen werden, wenn die in Aussicht genommene Tätigkeit bzw. die dafür zu erbringenden Leistungen im Aufgabenbereich der Gemeinde liegen und eine im Interesse der Allgemeinheit gebotene Versorgung der Einwohner zum Ziel haben (vgl. Tomerius, in: PdK § 91 BbgKVerf, Erl. 3.2). Da die Leistung der Klärschlammverwertung untrennbar mit der kommunalen Abwasserbeseitigung und damit der örtlichen Daseinsvorsorge verbunden ist, dient diese Tätigkeit durchaus einem zulässigen Gemeinwohlbelang im Sinne eines öffentlichen Zwecks.

7.4.1.2 Angemessenes Verhältnis zu Leistungsfähigkeit und Bedarf

Die Forderung nach einem angemessenen Verhältnis der Tätigkeit zu Leistungsfähigkeit und Bedarf wiederum soll die jeweilige Kommune vor Aktivitäten schützen, die ihre Verwaltungs-/Finanzkraft überschreiten (Tomerius, a.a.O. Erl. 3.3). Danach ist im Einzelfall

- vorab abzuschätzen, welcher Bedarf für die Leistungserstellung besteht, wobei absehbare künftige Entwicklungen zu berücksichtigen sind,
- sowie zwischen der finanziellen Leistungsfähigkeit einer Gemeinde und den mit der wirtschaftlichen Betätigung verbundenen wirtschaftlichen Risiken abzuwägen. Zu berücksichtigen sind dabei etwa der Kapitalbedarf, Gewinn- und Verlussterwartungen sowie mögliche Finanzierungs- und Haftungsrisiken (Tomerius a.a.O.).

Diese Anforderungen lassen sich u.a. durch die Erarbeitung einer entsprechenden Bedarfsprognose und Risikoabwägung absichern.

7.4.1.3 Wirtschaftlichkeitsvergleich mit privaten Anbietern

Nach § 91 Absatz 3 BbgKVerf hat die Kommune grundsätzlich im Interesse einer sparsamen Haushaltsführung dafür zu sorgen, dass Leistungen, die von privaten Anbietern wirtschaftlicher erbracht werden können, grundsätzlich diesen Anbietern übertragen werden. Für eine solche Beurteilung sind Angebote einzuholen oder Vergleichsberechnungen vorzunehmen, welche auch den zuständigen kommunalen Gremien für ihre Beschlussfassung vorzulegen sind.

Zur Beurteilung dieses Wirtschaftlichkeitskriteriums wird der Kommune allerdings ein weiter Spielraum eingeräumt. Der Begriff der Wirtschaftlichkeit umfasst dabei nicht nur den Preis, sondern auch Merkmale wie Qualität und Zuverlässigkeit (Gesetzesentwurf der Landesregierung, Gesetz zur Stärkung der kommunalen Daseinsvorsorge, Landtags-Drucksache 5/3023, Begründung S. 5).

Schließlich erlaubt die Regelung des § 91 Absatz 3 Satz 3 BbgKVerf, dass sich die zuständigen kommunalen Gremien im Ausnahmefall trotz Vorliegens wirtschaftlicherer bzw. günstigerer Angebote aus der Privatwirtschaft für eine Eigenerstellung der Leistung entscheiden (Tomerius a.a.O. Erl. 4.), wenn sie eine eigene Betätigung „im öffentlichen Interesse für erforderlich halten“. Dies muss im Rahmen der Beschlussfassung begründet werden.

Die Beurteilung der beiden vorgenannten Anforderungen, sowohl der Wirtschaftlichkeit der eigenen Leistung im Vergleich zu privaten Anbietern wie auch des öffentlichen Interesses, werden in hohem Maße von den jeweiligen wirtschaftlichen und tatsächlichen Rahmenbedingungen im Land Brandenburg und angrenzenden Regionen abhängen, wie sie in Kapitel 6 skizziert wurden:

- Ist z.B. in bestimmten Teilen des Landes zu erwarten, dass Anlagenbetreiber aus angrenzenden Regionen aufgrund dortiger Überkapazitäten freie Verwertungskapazitäten anbieten, kann ein Ausschreibungswettbewerb für attraktive Preise sorgen. Diese könnten möglicherweise sogar

unter den Vollkosten einer eigenen Leistungserbringung durch die Kommunen liegen. Sind also wirtschaftlichere Entsorgungsmöglichkeiten Dritter verfügbar, kann die Entsorgungssicherheit durchaus über die am Markt bestehenden Lösungen gewährleistet werden. Für die Errichtung eigener Verwertungskapazitäten sind dann nicht ohne weiteres durchgreifende öffentliche Interessen ersichtlich.

- Anders kann die Beurteilung bzw. Einschätzung ggf. ausfallen, wenn sich die Kommunen einem einzigen privaten Anbieter gegenübersehen. In diesem Fall könnten – trotz ggf. vordergründig wirtschaftlicherer Angebote eines Dritten – auf lange Sicht u.U. dennoch Vorzüge mit der Eigenleistung verbunden sein, die als öffentliche Interessen angeführt werden können: So kann z.B. die Sicherstellung der Leistungserbringung unabhängig von den Forderungen des einzigen potentiellen Auftragnehmers erstrebenswert sein.
- Sind in vertretbarer Entfernung und absehbarer Zukunft keine Verwertungskapazitäten zu verzeichnen, dürfte ein öffentliches Interesse an der Eigenorganisation der Verwertung noch deutlich näher liegen, z.B. wenn nur so die Verwertung mit Blick auf die gesteigerten rechtlichen Anforderungen gesichert werden kann.

Unabhängig vom etwaigen Vorliegen eines öffentlichen Interesses ist eine Vergleichsberechnung im Sinne von § 91 Absatz 3 BbgKVerf jedenfalls zur Absicherung der wirtschaftlichen Vertretbarkeit eines Tätigwerdens und mit Blick auf die finanzielle Leistungsfähigkeit der beteiligten Kommunen wichtig.

7.4.1.4 Örtlichkeitsprinzip

Nach § 91 Absatz 2 Satz 1 BbgKVerf darf sich die Gemeinde nur zur „Erledigung von Aufgaben der örtlichen Gemeinschaft“ wirtschaftlich betätigen. Dies betont auch das Rundschreiben des Ministeriums des Innern zu den Regelungen der Kommunalverfassung über die wirtschaftliche Betätigung von Kommunen vom 13.11.2013 (dort unter Ziffer 2.5, 1). § 91 Absatz 4 Satz 1 Nr. 2 BbgKVerf erlaubt es Kommunen jedoch, „im Rahmen von Vereinbarungen“ auch außerhalb des Gemeindegebiets ansässige Personen oder Unternehmen mit Leistungen zu versorgen (Tomerius a.a.O. Erl. 5.3). Der Begriff der „Vereinbarung“ ist dabei weit zu verstehen: Erfasst sind davon zunächst Vereinbarungen i. S. d. GKGBbg, mit dem eine gemeinsame Aufgabenerledigung vereinbart wird und die den spezifischen Anforderungen des GKGBbg genügen. Ebenso zulässig sind privatrechtliche Vereinbarungen, beispielsweise die gemeinsame Gründung eines Unternehmens auf gesellschaftsrechtlicher Grundlage (Tomerius a.a.O. Erl. 5.3.). Bei einer von allen Beteiligten gewünschten öffentlichen oder privatrechtlichen Zusammenarbeit stellt der Örtlichkeitsgrundsatz daher kein Hindernis dar.

7.4.1.5 Zwischenergebnis Anforderungen nach § 91 BbgKVerf

Zur Absicherung der eigenen Leistungsfähigkeit haben die kommunalen Partner im Vorfeld bzw. im Zuge der Prüfung von Organisationsvarianten die Erfüllbarkeit der allgemeinen Anforderungen an eine wirtschaftliche Betätigung nach § 91 BbgKVerf zu prüfen. Je nach regionaler Ausgangslage zum Zeitpunkt der Entscheidung lassen sich durchaus gute Gründe für ein eigenes Tätigwerden anführen. Sind die Aufgabenträger dabei nicht als Stadt oder Gemeinde, sondern bereits als Zweckverband verfasst, sind die Bestimmungen der BbgKVerf über § 12 Absatz 1 GKGBbg entsprechend anzuwenden.

7.4.2 Gründung von Unternehmen nach § 92 BbgKVerf

Ist eine kommunalwirtschaftliche Tätigkeit nach obigen Maßstäben vertretbar und soll diese in der Form eines (gemeinsamen) Unternehmens, d.h.

- einer gemeinsamen Anstalt öffentlichen Rechts (AöR) oder
- einer gemeinsamen Gesellschaft (z.B. GmbH)

erbracht werden, sind nach § 92 Absatz 3 Satz 1 BbgKVerf zusätzlich folgende Schritte zu beachten:

- Das Vorhaben der Gründung ist entweder in geeigneter Form öffentlich bekannt zu machen, verbunden mit der Aufforderung an private Anbieter, eigene Angebote vorzulegen.
- Alternativ zu dieser Abfrage können in einer „unabhängigen, sachverständigen Wirtschaftlichkeitsanalyse“ Vor- und Nachteile der Unternehmensgründung durch die Kommunen einerseits und Privatisierungsmöglichkeiten andererseits verglichen und bewertet werden.
- Zwar kann auf vorgenannte Schritte verzichtet werden, wenn die kommunale Unternehmensgründung im öffentlichen Interesse für erforderlich gehalten wird. Zur Selbstvergewisserung über die künftigen Kosten ist die Wirtschaftlichkeitsanalyse jedoch dessen ungeachtet unbedingt ratsam.
- Schließlich muss nach § 92 Absatz 3 Satz 3 BbgKVerf der örtlichen Industrie- und Handelskammer beziehungsweise Handwerkskammer Gelegenheit zur Stellungnahme zur beabsichtigten Unternehmensgründung gegeben werden.

Diese Anforderungen lassen sich in einem geordneten Verfahren bis zur Gründung einer Anstalt oder einer Gesellschaft (wie z.B. der GmbH) sicherstellen. Die grundsätzlich eröffnete Möglichkeit der Bekanntmachung verbunden mit der Aufforderung an private Anbieter, eigene Angebote vorzulegen (1. Anstrich) lässt sich im Einklang mit Vergaberecht in der hiesigen Ausgangslage kaum umsetzen. Zielführender wird daher die Variante der Wirtschaftlichkeitsanalyse sein, die auch mit einer Markterkundung im Sinne des Vergaberechts verbunden werden könnte.

7.4.3 Spezifische Anforderungen der §§ 94 – 97 BbgKVerf

Schließlich stellt das Kommunalwirtschaftsrecht spezifische Anforderungen an die Errichtung und Ausgestaltung verschiedener Unternehmensformen auf und enthält Vorgaben für die Vertretung in den Gremien der Unternehmen. In diesem Sinne

- stellen §§ 94, 95 BbgKVerf i.V.m. § 38 Absatz 1 GKGBbg Anforderungen an die Gründung und Organisation der gemeinsamen Anstalt,
- legt § 96 BbgKVerf Mindestvorgaben fest, welche insbesondere im Gesellschaftsvertrag eines privatrechtlichen Unternehmens zu verankern sind,
- macht § 97 BbgKVerf Vorgaben zur Vertretung der Kommunen in rechtlich selbständigen Unternehmen (z.B. einer gemeinsamen GmbH).

Hierauf wird später bei den einschlägigen Organisationsformen im Abschnitt 7.8 Bezug genommen.

7.4.4 Zwischenergebnis Kommunalwirtschaftsrecht

Die Tätigkeit der Klärschlammverwertung dürfte nach aktuellem Stand als wirtschaftliche Betätigung im Sinne der BbgKVerf einzustufen sein, auch wenn sie einen zwingenden Annex zur hoheitlichen Abwasserbeseitigung darstellt. Die Einhaltung der allgemeinen Anforderungen des Kommunalwirtschaftsrechts in § 91 BbgKVerf sollte daher regelmäßig geprüft und sichergestellt werden.

Einen besonderen Schwerpunkt bildet dabei der Schutz der Leistungsfähigkeit der Kommunen durch eine fundierte Bedarfsprognose. Soweit angemessene privatwirtschaftliche Verwertungskapazitäten zur Verfügung stehen, ist der Wirtschaftlichkeitsprüfung (Abwägung Ausschreibung ggü. Eigenerbringung) besonderes Gewicht zuzumessen. Wiederum anders kann sich die Beurteilung darstellen, wenn in zumutbarer Transportentfernung gar keine Verwertungsmöglichkeiten vorortet werden können. In diesem Fall lässt sich ein öffentliches Interesse für die Eigenerbringung wohl durchaus anführen.

Besondere Anforderungen des Kommunalwirtschaftsrechts gelten bei der geplanten Gründung eines Unternehmens in den Rechtsformen der Anstalt öffentlichen Rechts oder der GmbH.

7.5 Kommunalabgabenrecht und Preisrecht

Die möglichen Organisationsformen unterscheiden sich schließlich darin, wie, von wem und nach welchen Grundsätzen die Kosten der Leistungserbringung vorfinanziert und refinanziert werden. Fragen der Vorfinanzierung eines Projekts bedürfen je nach Konstellation einer gesonderten wirtschaftlichen, kommunal- und beihilferechtlichen Würdigung. So kann für die Beteiligung am Erwerb einer Anlage z.B. die Aufnahme eines Investitionskredits nötig sein, welche den diesbezüglichen kommunalrechtlichen Anforderungen genügen muss. Nachfolgend werden allgemeine Grundsätze dargestellt, über wen und auf welche Weise die Kosten der Verwertungsleistungen refinanziert werden können. Besondere rechtsformspezifische Möglichkeiten der Refinanzierung (wie die Umlage eines Zweckverbandes) werden später bei den jeweiligen Rechtsformen angeführt.

7.5.1 Erhebung von Benutzungsgebühren

Die Aufgabenträger der Abwasserbeseitigungseinrichtung werden daran interessiert sein, die Kosten der hochwertigen Klärschlammverwertung einschließlich Phosphorrückgewinnung im Ergebnis über Benutzungsgebühren für die Abwasserbeseitigung zu refinanzieren. Bislang wird durchaus davon ausgegangen, dass die Kosten der Klärschlammverwertung als Kosten im Zusammenhang der Abwasserbeseitigung in der Abwasserbeseitigungsgebühr angesetzt werden dürfen (vorausgesetzt z.B. bei Queitsch in: Queitsch/ Koll-Sarfeld/ Wallbaum, § 46 LWG NRW, Rn. 30 h; sowie bei OVG Berlin-Brandenburg, Beschluss vom 13.09.2011, Az.: OVG 9 S 13.11). Daran ändert sich voraussichtlich auch dann grundsätzlich nichts, wenn hierzu künftig aufwändigere und v.a. kostenintensivere Verfahren erforderlich werden. Dies gilt zumindest, solange diese auf verpflichtende rechtliche Anforderungen – hier der AbfklärV – zurückzuführen sind. In diesem Sinne äußert sich z.B. auch das Staatsministerium des Innern des Freistaates Sachsen (in einem Schreiben vom 29.08.2018); ebenso das Bayerische Staatsministerium für Umwelt (Schreiben vom 03.04.2018). Gehen also mit den gesteigerten Anforderungen an die zwingend erforderliche Klärschlammverwertung höhere Kosten einher, ist deren Ansatz in der Gebührenkalkulation nicht ausgeschlossen.

Die Ansatzfähigkeit von Verwertungskosten in den Abwassergebühren wird jedoch durch den Grundsatz der Erforderlichkeit als ungeschriebene Voraussetzung begrenzt (Kluge, in: PdK § 6 KAG, Erl. 4.6 Grundsatz der Erforderlichkeit, Rn. 354). Die Grenze der Erforderlichkeit ist hiernach jedoch (erst) dann überschritten, wenn ein öffentlich-rechtlicher Aufgabenträger

- keinerlei Erwägungen über die Notwendigkeit einer (Teil-) Einrichtung angestellt hat,
- sich erkennbar von tatsächlich oder rechtlich unhaltbaren Prognosen leiten ließ oder
- sachfremde Erwägungen den Ausschlag gegeben haben,

so dass sich die im Einzelfall gewählte Lösung, sei es die Herstellung einer bestimmten Anlage überhaupt oder auch deren Umfang, sachlich als schlechthin unvertretbar darstellt (vgl. OVG Berlin-Brandenburg, Beschluss vom 16.07.2015, Az.: 9 N 67.13 u. a.; VG Cottbus, Urteil vom 08.11.2012, Az.: VG 6 K 598/10).

Der Grundsatz der Erforderlichkeit kann hinsichtlich der Nutzung von Verwertungskapazitäten vor allem unter drei Aspekten von besonderer Relevanz sein:

- bei der Frage der Dimensionierung einer selbst errichteten oder in Auftrag gegebenen Anlage (dazu Abschnitt 7.5.2),

- bei der Entscheidung für die Anwendung besonders hochwertiger Verwertungswege, die im Einzelfall über die jeweilige Verpflichtung nach der AbfKlärV hinausgehen (dazu Abschnitt 7.5.3),
- bei der Beurteilung der Leistungsentgelte drittbeauftragter Betreiber (dazu Abschnitt 7.5.4).

7.5.2 Vermeidung von Überkapazitäten

Bei der Errichtung neuer Anlagen wie etwa von Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen ist mit Blick auf den Grundsatz der Erforderlichkeit insbesondere darauf zu achten, dass keine Anlagenkapazität aufgebaut wird, die nach ihrer Errichtung und Inbetriebnahme nicht ausgelastet ist und Überkapazitäten aufweist (Queitsch a.a.O. Rn. 30f). Kosten für sog. echte Überkapazitäten, die von einem pflichtgemäß prognostizierten Entsorgungsbedarf einschließlich zulässiger Reservekapazität nicht veranlasst sind und auf zurechenbaren Planungsfehlern beruhen, können bei der Kalkulation der Benutzungsgebühren nicht angesetzt werden. Dies wurde in der Rechtsprechung so bereits entschieden (vgl. nur OVG NRW, Urteil vom 27.04.2015, Az.: 9 A 2813/12; VG Osnabrück, Urteil vom 10.08.2010, Az.: 1 A 146/09).

Eine pflicht- und ordnungsgemäße Prognose des Bedarfes der beteiligten Klärschlammherzeuger einschließlich Reservekapazitäten für Schwankungen und Spitzen ist daher erforderlich. Dies setzt in der Regel voraus, dass der Kreis der an der Kooperation beteiligten Klärschlammherzeuger bei der Planung abschätzbar ist.

7.5.3 Hochwertige Verwertung bei kleineren Anlagen

Wie eingangs angeführt, wird die explizite Pflicht zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm nach dem künftigen § 3 a AbfKlärV nicht alle Klärwerksbetreiber betreffen, sondern sozusagen nur für den Klärschlamm aus „größeren“ Anlagen gelten. Fraglich ist daher, ob auch diejenigen Klärschlammherzeuger, welche keiner ausdrücklichen Pflicht für die Zeit ab 2029 bzw. 2032 unterliegen, aber dennoch gemeinsam mit solchen Partnern ambitionierte Projekte umsetzen möchten, diese Maßnahmen ebenfalls über die Benutzungsgebühren refinanzieren können. Entgegenstehen könnte dem der Grundsatz der Erforderlichkeit, wonach die Gebührensuldner auch vor unnötigen und überflüssigen Kosten bewahrt werden sollen.

Allerdings werden schon derzeit und auch künftig für Kläranlagen geringerer Ausbaugröße nach § 3 Absatz 1 AbfKlärV an die Verwertung von Klärschlamm besondere Anforderungen gestellt: Der erzeugte Klärschlamm ist wie in Kapitel 1 eingangs dargestellt möglichst hochwertig zu verwerten, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Hierbei sind eine Rückgewinnung von Phosphor und eine Rückführung des gewonnenen Phosphors oder der phosphorhaltigen Klärschlammverbrennungsrückstände in den Wirtschaftskreislauf anzustreben.

Vor diesem Hintergrund wurde z.B. vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt die Auffassung geäußert, dass Kosten für solche Maßnahmen in Umsetzung der AbfKlärV über die Abwassergebühren refinanziert werden können (s.o.). Dennoch bleibt für die Beachtung des Grundsatzes der Erforderlichkeit sicherzustellen, dass verfügbare Varianten der Entsorgung und Rückgewinnung mit Blick auf die mittelfristig damit verbundenen Kosten und weiteren Folgen verglichen werden. Das berechnete Interesse der Abgabenschuldner, nicht unnötig mit Kosten belastet zu werden, kann dann gewahrt werden, wenn die höheren Kosten zur Verfolgung eines legitimen Zwecks aufgewendet werden, der nicht jede Beziehung zum Wirtschaftlichkeitsgebot vermissen lässt (VG Köln, Urteil vom 10.06.2014, Az.: 14 K 502/13). Dieser Grundsatz lässt sich auch für die der Ressourcenschonung dienende Phosphorrückgewinnung aus der Abwasserbehandlung heranziehen. Je höher jedoch im Einzelfall die Mehrkosten einer Variante ausfallen, umso gewichtiger und überzeugender müssen sich dann die vom

Aufgabenträger darzulegenden Argumente für die kostspieligere Variante der Verwertung und Rückgewinnung darstellen (vgl. auch Kluge in: PdK § 6 KAGBbg, Erl. 4.6, Rn. 359a).

7.5.4 Drittbeauftragung und öffentliches Preisrecht

Beauftragen die Abwasserbeseitigungspflichtigen wiederum Dritte (Eigengesellschaften oder auch externe Dienstleister) mit der Verwertungsleistung, sind die diesen gezahlten Entgelte unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls in der Abwassergebühr nach § 6 Absatz 2 Satz 2 KAGBbg ansatzfähig. Ganz überwiegend wird für die Ansatzfähigkeit solcher Fremdleistungsentgelte in der Gebühr verlangt, dass diese ebenfalls dem Grundsatz der Erforderlichkeit entsprechen. Dies soll in der Regel der Fall sein, wenn sie den Vorgaben des öffentlichen Preisrechts genügen.

Die maßgeblichen Anforderungen des allgemeinen öffentlichen Preisrechts ergeben sich aus der Verordnung VO PR Nr. 30/53. Danach dürfen die für Leistungen aufgrund öffentlicher Aufträge vereinbarten Preise nicht höher sein, als es diese preisrechtlichen Vorschriften zulassen. Dabei sind vorrangig sog. Marktpreise zu vereinbaren, nachrangig können unter bestimmten Voraussetzungen sog. Selbstkostenpreise zur Anwendung kommen.

Drittleistungsentgelte lassen sich nach der Rechtsprechung ohne größere Risiken in der Benutzungsgebühr ansetzen, wenn diese in einem funktionierenden Preiswettbewerb ermittelt wurden. Dann soll schon aus dem Preiswettbewerb quasi eine „Legitimationswirkung“ für die Leistungspreise folgen (so u.a. VG Potsdam, Urteil vom 06.09.2018, Az.:VG 8 K 148/12 mit weiteren Nachweisen). Vergleichbar regelt dies nun auch § 4 Absatz 2 und 4 VO PR Nr. 30/53 zum Begriff der verkehrsüblichen Preise für marktgängige Leistungen. Ein solcher Wettbewerb lässt sich künftig aber wohl am ehesten im Südwesten Brandenburgs aufgrund verschiedener Verwertungskapazitäten in angrenzenden Bundesländern erwarten.

Beteiligt sich dagegen mangels mehrerer in der Region ansässiger Anlagenbetreiber nur ein einziger Bieter an einer Ausschreibung (eine Situation, die im Norden Brandenburgs auftreten könnte), bedarf es u.U. gesteigerten Aufwandes zur Begründung der Erforderlichkeit der Drittentgelte. Ist eine entsprechende Situation schon im Voraus bei der Konzeption eines Vergabeverfahrens zu erwarten, sollte mit den Möglichkeiten des Vergaberechts (z.B. Setzen einer Preisobergrenze, Prüfung der Urkalkulation des Bieters o.ä.) Vorsorge getroffen werden.

Mangels Bieterwettbewerbes kann schließlich (z.B. bei Beauftragung einer kommunalen Gesellschaft ohne vorheriges Vergabeverfahren) nach der VO PR Nr. 30/53 im gegebenen Fall auch die Vereinbarung von sog. Selbstkostenpreisen angezeigt sein. Diese sind nach Maßgabe der „Leitsätze für die Preisermittlung aufgrund von Selbstkosten“ (LSP) zur o.g. VO PR Nr. 30/53 zu ermitteln. Dabei dürfen nur die in den LSP zugelassenen Kostenarten angesetzt werden. Ferner ist der Ansatz von allgemeinem Wagnis und Gewinn nach den LSP bei gebührenfinanzierten Leistungen nach der Rechtsprechung begrenzt, wenn nicht sogar ausgeschlossen: Verbreitet ist insofern die Auffassung, ein kommunaler Gesellschafter habe Überschüsse, welche auf kalkulierten Gewinn zurückzuführen sind und nicht allein auf kalkulatorischer Verzinsung sowie Abschreibungen beruhen, in die Gebührenkalkulation zurückzuführen (so z.B. VGH Kassel, Beschluss vom 27.09.2006, Az.: 5 N 358/04 m. V. a. OVG Mecklenburg-Vorpommern, Urteil vom 07.11.1996, Az.: 4 K 11/96, und weitere Urteile).

Ähnliches wird auch für das KAGBbg mittlerweile zumindest vom VG Potsdam vertreten (Urteil vom 22.05.2019, Az.: 8 K 6/14). Die Entscheidung des Oberverwaltungsgerichtes Berlin-Brandenburg hierzu steht jedoch noch aus.

Fungiert eine von den Aufgabenträgern beauftragte gemeinsame Organisation (z.B. GmbH, Anstalt oder Zweckverband) dagegen im Wesentlichen nur als Mittler, der die eigentliche Verwertungsleistung an

einen Dritten unterbeauftragt, kann auch hins. dieses Dritten die Einhaltung der Anforderungen des öffentlichen Preisrechts nach Maßgabe von § 2 Absatz 4 VO PR Nr. 30/53 vereinbart werden.

7.5.5 Zusammenfassung Kommunalabgaben und Preisrecht

Nach aktuellem Stand wird durchaus vertreten, dass sich die Kosten der pflichtgemäßen Klärschlammverwertung einschließlich Phosphorrecycling als Teil der Kosten der Abwasserbeseitigungseinrichtung in der Abwassergebührenkalkulation ansetzen lassen.

Bei der Beauftragung eines gemeinsamen Unternehmens der Klärschlammherzeuger wie auch bei Beauftragung eines Dritten mit der Erbringung dieser Leistungen sind Entgelte jedenfalls dann gebührenfähig, wenn die Grundsätze des öffentlichen Preisrechts beachtet werden.

7.6 Steuerrechtliche Rahmenbedingungen

Die steuerrechtlichen Rahmenbedingungen unterscheiden sich ebenfalls von einer Organisationsform zur anderen. Die jeweiligen steuerlichen Folgen einer gewählten Organisationsstruktur sind daher jeweils im Einzelfall unter Berücksichtigung aller Umstände und der aktuellen Rechtslage gesondert zu prüfen und abzuwägen.

7.6.1 Ertragssteuern

Je nach Organisationsform ist dabei die Besteuerung nach Ertragsteuern zu berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere die Körperschaftsteuer und die Gewerbesteuer. Juristische Personen des Privatrechts und insbesondere Kapitalgesellschaften wie z.B. eine gemeinsame GmbH sind nach § 1 KStG unbeschränkt körperschaftsteuerpflichtig. Als Gewerbebetriebe im Sinne von § 2 Absatz 2 GewStG unterliegen Kapitalgesellschaften darüber hinaus auch der Gewerbesteuer.

7.6.2 Umsatzsteuer

Die möglichen umsatzsteuerlichen Folgen können durchaus einen Ausschlag bei der Entscheidung für eine Organisationsform geben. Dabei ist nicht zwingend derjenigen Organisationsform der Vorzug zu geben, in der sich bestimmte steuerliche Privilegierungen der öffentlichen Hand oder bestimmte Sondertatbestände einer Steuerbefreiung nutzen lassen: Vielmehr ist aufgrund der konkreten Ausgestaltung zu überprüfen, ob die Steuerbarkeit und die spiegelbildlichen Möglichkeiten des Vorsteuerabzuges im Sinne des Umsatzsteuergesetzes (UStG) nicht vielmehr auch Vorteile bieten können: Diese Erwägung kann zumindest bei großer Investitionstätigkeit und geringen eigenen Personalkosten angezeigt sein.

Die umsatzsteuerrechtliche Beurteilung sollte daher jeweils mit Blick auf die anvisierte Ausgestaltung im Einzelfall vorgenommen werden. Bei Zweifelsfragen sollte vorab eine verbindliche Auskunft des Finanzamtes nach § 89 Absatz 2 Abgabenordnung (AO) eingeholt werden.

Bereits jetzt lässt sich festhalten, dass umsatzsteuerliche Privilegierungen der öffentlichen Hand unter Geltung des § 2b UStG nach Wegfall des alten § 2 Absatz 3 UStG voraussichtlich nur in geringem Umfang zum Tragen kommen. Die für die Umsatzsteuerbarkeit einer Leistung maßgebliche Unternehmereigenschaft hängt für juristische Personen des öffentlichen Rechts (jPdöR) dann nicht (mehr) von der Zuordnung der Tätigkeit zu einem Betrieb gewerblicher Art im Sinne des Körperschaftsteuergesetzes ab. Vielmehr wird sie grds. nach den Anforderungen des § 2 UStG beurteilt.

Ausnahmen sind für Juristische Personen des öffentlichen Rechts (also namentlich Zweckverbände und Anstalten des öff. Rechts) dann im Wesentlichen nur bei Vorliegen der Voraussetzungen des § 2b UStG sowie von Sondertatbeständen wie § 4 Nr. 29 UStG denkbar.

7.6.2.1 Privilegierung nach § 2b UStG

Liegen im Ausnahmefall die Voraussetzungen des § 2 b Absatz 1 UStG vor, gilt die juristische Person des öffentlichen Rechts (JPdÖR) nicht als Unternehmer. Ihre Leistungen sind dann nicht steuerbar. Zentrale Voraussetzungen dafür sind, dass

- sie Tätigkeiten ausübt, die ihr im Rahmen der öffentlichen Gewalt obliegen, und
- eine Behandlung als Nichtunternehmer nicht zu größeren Wettbewerbsverzerrungen führen würde.

Wie diese Anforderungen im Einzelnen auszulegen sein werden, begegnet trotz Vorliegens mehrerer Schreiben des Bundesfinanzministeriums (BMF) weiterhin Unsicherheiten.

Jedenfalls aber soll die privatrechtliche Ausgestaltung eines Leistungsaustausches stets dazu führen, dass kein Handeln im Rahmen der öffentlichen Gewalt im Sinne des § 2b Absatz 1 Satz 1 UStG vorliegt (BMF, Schreiben vom 09.07.2020, dort Ziffer 2. Absatz 7). Das Handeln auf der Grundlage eines privatrechtlichen Vertrages soll danach zwangsläufig zur Umsatzbesteuerung führen (BMF-Schreiben vom 20.02.2020). Insofern sind also alle privatrechtlichen Beauftragungen einer gemeinsamen Organisationsform – und sei es die Beauftragung einer öffentlichen Anstalt – grds. steuerbar.

Dagegen kommen als nichtsteuerbare Leistungen, die einer jPÖR im Rahmen der öffentlichen Gewalt obliegen, nur solche in Betracht, bei denen die jPÖR auf Grundlage einer öffentlich-rechtlichen Sonderregelung tätig wird. (Vgl. BMF-Schreiben vom 16.12.2016, Ziffer 3.) Dazu können neben Satzungen grds. auch öffentlich-rechtliche Verträge gehören.

Hinsichtlich des (als Korrektiv zu berücksichtigenden) Merkmales der „größeren Wettbewerbsverzerrungen“ kommt es darauf an, ob der kommunale Zusammenschluss als juristische Person des öffentlichen Rechts bei der fraglichen Leistung in marktrelevanter Weise auf private Anbieter trifft. Dem ursprünglich für die interkommunale Kooperation konzipierten Regelbeispiel des § 2b Absatz 3 Nr. 2 UStG, bei dessen Vorliegen eine Wettbewerbsverzerrung regelmäßig ausscheiden sollte, kommt dabei mittlerweile keine ernstzunehmende Bedeutung mehr zu: Auch bei Vorliegen der dortigen Voraussetzungen soll nunmehr in eine gesonderte Prüfung auf mögliche schädliche Wettbewerbsverzerrungen nach § 2b Abs. 1 Satz 2 UStG einzutreten sein (BMF-Schreiben vom 14.11.2019). Hierfür ist insbesondere zu prüfen, ob private Unternehmer potentiell in der Lage sind, vergleichbare Leistungen wie die öffentliche Hand zu erbringen.

Eine umsatzsteuerliche Privilegierung wird daher wohl (nur noch) bei einer Aufgabenübertragung und einem dem gegenüberstehenden Benutzungszwang in Betracht kommen.

Klärende gerichtliche Entscheidungen zur Anwendung des § 2b UStG stehen aber noch aus.

7.6.2.2 Steuerbefreiung nach § 4 Nr. 29 UStG

Für die von Zweckverband und Anstalt öffentlichen Rechts an ihre Mitglieder erbrachten Verwertungsleistungen kann aber ggf. die Umsatzsteuerbefreiung nach § 4 Nr. 29 UStG in Betracht kommen.

Diese Regelung kommt zur Anwendung, wenn ein selbständiger, im Inland ansässiger Personenzusammenschluss (z.B. Zweckverband, AÖR) Leistungen an seine Mitglieder erbringt und

steuerpflichtige Umsätze nach § 1 Absatz 1 UStG erzielt, die oben genannte Privilegierung nach § 2b UStG also nicht eingreift. Dann gelten folgende Anforderungen:

- Die Mitglieder müssen eine dem Gemeinwohl dienende nichtunternehmerische Tätigkeit oder eine dem Gemeinwohl dienende steuerbefreite Tätigkeit ausüben (dazu werden vom BMF alle hoheitlichen Pflichtaufgaben der Kommunen gezählt).
- Außerdem müssen die Leistungen des Zusammenschlusses für unmittelbare Zwecke der Ausübung dieser Tätigkeiten verwendet werden (dies wäre bei der Klärschlammverwertung als Reststoffentsorgung zur Abwasserbeseitigung ggf. begründbar).
- Ferner bleibt für jedes Mitglied eine Vereinbarung zur anteiligen reinen Kostenerstattung zu treffen. Überschüsse dürfen nicht erzielt werden.
- Schließlich darf die Umsatzsteuerbefreiung nicht zu einer Wettbewerbsverzerrung führen, wobei diese hier vom BMF abweichend von § 2 b UStG verstanden wird.

In diesem Sinne hat das BMF zuletzt (Schreiben vom 19.07.2022) Anhaltspunkte erkennen lassen, nach denen die Leistungserbringung z.B. eines Zweckverbandes zur Klärschlammverwertung an seine Mitglieder für Zwecke der Abwasserbeseitigung gegen strikte Kostenteilung als steuerbefreite Leistung anzusehen sein könnte. Dies ließe sich womöglich für die Gestaltung nutzen.

7.6.3 Zusammenfassung steuerrechtlicher Rahmen

Die Entscheidung für eine Organisationsform anhand steuerlicher Aspekte hat die Besonderheiten der Organisationsform und der einschlägigen Tätigkeiten bzw. Leistungsbeziehungen zu berücksichtigen. Die Umsatzsteuerpflichtigkeit muss nicht per se als Nachteil zu werten sein, sondern kann sich im Einzelfall wegen der Möglichkeiten des Vorsteuerabzuges auch als vorteilhaft erweisen. Der Rahmen steuerlicher Privilegierungen der öffentlichen Hand ist unter Geltung des § 2b UStG voraussichtlich eng. Ansätze für eine Umsatzsteuerbefreiung kann aber § 4 Nr. 29 UStG bieten.

Vor der Entscheidung für die Umsetzung einer bestimmten Rechtsform gerade aus umsatzsteuerlichen Erwägungen sollte in jedem Fall eine verbindliche Auskunft nach § 89 Absatz 2 Abgabenordnung (AO) beim zuständigen Finanzamt beantragt werden.

7.7 Kartellrechtliche Fragen bei der Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit mehrerer Aufgabenträger kann insbesondere bei der (lediglich) gemeinsam durchgeführten Vergabe von Verwertungsleistungen im Sinne einer Nachfragebündelung (Stichwort Kartellverbot) kartellrechtliche Fragen aufwerfen. Ebenso können auch bei der Gründung von gemeinsamen Unternehmen, zumal mit privaten Dritten, kartellrechtliche Vorschriften (Fusionskontrolle) zu prüfen sein.

7.7.1 Kartellverbot des § 1 GWB

Kartellrechtlich relevant kann z.B. die Bündelung des Beschaffungsbedarfes mehrerer Auftraggeber werden. Sog. Einkaufsgemeinschaften mehrerer Aufgabenträger werden – auch wenn sie vergaberechtlich grds. zugelassen sind (siehe dazu oben) – in der deutschen Kartellrechtspraxis grds. als Ausdruck einer unternehmerischen Tätigkeit angesehen und am Maßstab des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) überprüft (Bechtold/Bosch, § 1 GWB Rn. 104.).

Grds. kann für sie dann auch das sog. Kartellverbot des § 1 GWB gelten. Dieses verbietet „Vereinbarungen zwischen Unternehmen, Beschlüsse von Unternehmensvereinigungen und aufeinander

abgestimmte Verhaltensweisen, die eine Verhinderung, Einschränkung oder Verfälschung des Wettbewerbes bezwecken oder bewirken“.

In der vertraglichen Koordinierung z.B. einer gemeinsamen Ausschreibung durch mehrere Auftraggeber kann eine solche Vereinbarung liegen: Schließen sich mehrere Auftraggeber in diesem Sinne zusammen, um eine gemeinsame Lösung zur hochwertigen Verwertung zu beschaffen, schränken sie jedenfalls faktisch den Wettbewerb auf der Nachfrageseite ein, da der Nachfragebedarf gebündelt wird.

Anerkannt ist jedoch, dass das Kartellverbot nur auf sog. spürbare Wettbewerbsbeschränkungen anwendbar ist (Bechtold/Bosch, § 1 GWB Rn. 43). Bei Zugrundelegen der sogenannten de-minimis-Bekanntmachung der EU-Kommission (Amtsblatt 2014 C 291,1) kommt es für horizontale Kooperationen dann v.a. darauf an, ob der Marktanteil der Beteiligten auf den betroffenen Märkten 10 Prozent überschreitet.

Ist der Teilnehmerkreis im Einzelfall größer bzw. wird der vorgenannte Marktanteil durch den Zusammenschluss überschritten, sind zur Vermeidung eines Kartellverstoßes Ausnahmen nach §§ 2 oder 3 GWB zu prüfen.

7.7.2 Fusionskontrolle

Je nach gewählter Organisationsstruktur und den Umständen des Einzelfalles kann eine Kooperation auch als Zusammenschluss im Sinne der Regelungen zur Fusionskontrolle nach §§ 35 ff GWB beim Bundeskartellamt anmeldepflichtig sein.

Ungeachtet der Frage, ob die betroffenen Kommunen bzw. Unternehmen bei der Klärschlammverwertung überhaupt Leistungen auf dem betroffenen Markt neben anderen anbieten oder nachfragen, kommt eine Fusionskontrolle nur in Betracht, wenn die Beteiligten die hoch gesetzten Umsatzschwellen aus § 35 GWB erreichen. Danach müssen die beteiligten Unternehmen insgesamt weltweit Umsatzerlöse von mehr als 500 Millionen Euro erzielen (§ 35 Abs. 1 Nr. 1 GWB). Ferner müsste mindestens ein beteiligtes Unternehmen im Inland Umsatzerlöse von mehr als 50 Mio. Euro und ein anderes beteiligtes Unternehmen Umsatzerlöse von mehr als 17,5 Millionen Euro erzielen.

Weiter muss die beabsichtigte Form der Kooperation einen Zusammenschlusstatbestand im Sinne von §37 GWB erfüllen. Auch dies wird nur in besonderen Fallkonstellationen zu bejahen sein, insbesondere dann, wenn nach § 37 Absatz 1 Nr. 3 GWB ein Gesellschafter einen Anteil in Höhe von 25 Prozent oder 50 Prozent erreicht. Bei Zusammenschluss zahlreicher kleiner Klärschlammherzeuger wird ein Partner jedoch schon selten zu einem Anteil von 25 Prozent oder höher beteiligt sein.

Auch andere, wettbewerbsrechtlich erhebliche Einflussnahmemöglichkeiten im Sinne der weiteren Tatbestände nach § 37 GWB erscheinen beim Zusammenschluss einer Vielzahl Beteiligter mit jeweils geringen Beteiligungen eher unwahrscheinlich. Dies sollte jedoch stets im Einzelfall geprüft werden.

Insbesondere ist die Anwendung bei Kooperation mit einem privaten Dritten zu prüfen. In Zweifelsfällen bleibt die Möglichkeit der vorsorglichen Anmeldung beim Bundeskartellamt.

7.8 Darstellung und Bewertung verschiedener Kooperationsmodelle

Für die Zusammenarbeit der Aufgabenträger stehen verschiedene Modelle zur Verfügung. Diese unterscheiden sich nicht nur hins. des Grades der Verfestigung der Zusammenarbeit. Auch Entscheidungswege, Flexibilität, Gründungsaufwand sowie weitere Faktoren fallen je nach Organisationsstruktur verschieden aus. Insbesondere können sich die rechtlichen Anforderungen aus den

vorherigen Ausführungen unterschiedlich niederschlagen, wie schon bei den dortigen Ausführungen deutlich wurde.

Die Kooperation der Kommunen untereinander kann wiederum mit einem Modell und Verfahren kombiniert werden, welches den Errichter und/oder Betreiber einer Anlage einbezieht. Den nachfolgenden Ausführungen liegt die Annahme zu Grunde, dass die Kooperationsform der Kommunen darauf zielt, einen Dritten mit Errichtung und/ oder Betrieb einer den Anforderungen der AbfklärV entsprechenden Klärschlammverwertungsanlage zu beauftragen bzw. diesen soweit zulässig ggf. in die Organisationsform mit einzubeziehen.

Nachfolgend werden Möglichkeiten der Zusammenarbeit unter diesen Aspekten dargestellt, bewertet und verglichen. Am Anfang steht das Modell, das die geringste Intensität in der Zusammenarbeit beinhaltet, anschließend werden die institutionalisierten Formen berücksichtigt:

- Ausschreibungskoordination nach § 4 VgV
- Zweckverband nach §§ 10 ff. GKGBbg
- gemeinsame Anstalt des öffentlichen Rechts nach §§ 37 ff. GKGBbg
- gemeinsame GmbH im Sinne des GmbHG
- und gemeinsame GmbH mit privater Beteiligung (sog. ÖPP).

Zweckvereinbarungen im Sinne von §§ 5 ff. GKGBbg wurden außer Betrachtung gelassen. Diese bieten ggü. den weiteren verfügbaren öffentlich-rechtlichen Kooperationsformen (Zweckverband und Anstalt) u.E. keinen nennenswerten Vorzug. Überdies ist die Einhaltung der oben angeführten vergaberechtlichen Anforderungen in diesen Konstellationen voraussichtlich schwieriger begründbar: Bei der sog. mandatierenden Vereinbarung muss grds. ein In-House-Verhältnis für die Mandatierung, also die Beauftragung vorliegen – dies ist zwischen verschiedenen Kommunen nicht der Fall. Für sog. delegierende Vereinbarungen wiederum muss eine echte Aufgabenübertragung im oben dargestellten vergaberechtlichen Sinne begründbar sein. Deren Darstellung liegt bereits bei Zweckverbänden nicht auf der Hand, umso weniger gilt dies für die Zweckvereinbarung.

7.8.1 Ausschreibungskoordination nach § 4 VgV

Die schlichteste Form der Zusammenarbeit und Nachfragebündelung lässt sich erzielen durch eine koordinierte Vergabe der Mengen mehrerer Aufgabenträger zur Verwertung durch einen oder mehrere Dritte.

Die Eignung dieses Modells der gemeinsamen Beschaffung setzt voraus, dass in angemessener Entfernung zu den Anfallstellen der Partner eines regionalen Clusters ausreichende Verwertungsanlagen entstehen, deren Betreiber als potentielle Bieter und Wettbewerber für ein Vergabeverfahren in Betracht kommen. Ist mit ausreichendem Wettbewerb bestehender Anbieter zu rechnen, kann das Modell grundsätzlich in Betracht gezogen werden. Dies wird sich für Brandenburg vermutlich v.a. für den Südwesten so darstellen. Aber auch im Norden Brandenburgs kann es dazu kommen, dass der dort angesiedelte nächste Anlagenbetreiber ggf. freie Kapazitäten anbietet, zumal wenn der Bedarf in der dortigen Region durch Errichtung einer weiteren Anlage sinken sollte.

7.8.1.1 Rechtsnatur / Organisationsstruktur

Die Ausschreibungskoordination führt nicht zur Gründung einer neuen Organisationsform mit eigenen Organen. Handelnde bleiben die Auftraggeber. Sie führen lediglich ein gemeinsames Vergabeverfahren durch. Dieses lässt sich in zwei verschiedenen Varianten ausgestalten:

Variante 1: Organisatorische Bündelung der Einzelmengen der Auftraggeber

- in einem gemeinsamen Verfahren,
- jedoch mit losweiser Vergabe, im Sinne jeweils
- eigener Verträge für die jeweilige Klärschlammmenge.

Variante 2: Gemeinsame Ausschreibung und Beauftragung der Gesamtmenge

- durch alle beteiligten Auftraggeber insgesamt
- mit ergänzenden Vereinbarungen zum Vertragsvollzug,
- insbesondere zur Kostenteilung u.ä.

7.8.1.2 Vergaberechtliche Anforderungen

Die Ausschreibung der Verwertungsleistung in diesem Modell richtet sich nach den allgemeinen Vorgaben für ein Vergabeverfahren. Besonderes Augenmerk kommt in diesem Zusammenhang der Losbildung zu: Nach § 97 Absatz 4 GWB sind Leistungen grds. in Teillöse aufzuteilen, soweit nicht wirtschaftliche oder technische Gründe die gemeinsame Vergabe erfordern.

Der Grundsatz der Losbildung wird bei einer Koordinierung der Aufträge für die einzelnen beteiligten Auftraggeber – also bei Beibehaltung der Einzelmengen als Teillöse in Variante 1 - grds. erfüllt.

Die Zusammenfassung der Mengen aller Auftraggeber mit dem Ziel des Abschlusses eines gemeinsamen Vertrages in Variante 2 dagegen widerspricht an sich dem Grundsatz der Bildung von Teillosen. Allerdings können wirtschaftliche Gründe dafürsprechen, Mengen zu bündeln, um angesichts der erforderlichen Dimensionierung von ggf. erst neu zu errichtenden Anlagen auf Bieterseite wirtschaftliche Angebotspreise zu ermöglichen. Denn durch die Mengenbündelung wird diesen eine langfristige und möglichst weitgehende Auslastung angeboten. Die wirtschaftlichen und /oder technischen Gründe für das Absehen von der Losbildung einschließlich der wirtschaftlichen Nachteile getrennter Einzelvergaben sind dann zu dokumentieren.

7.8.1.3 Haftung

Die Haftung der Beteiligten untereinander wie auch gegenüber dem beauftragten Dritten unterscheidet sich je nach Variante:

- Im Fall der losweisen Vergabe der Variante 1 haftet jeder Auftragnehmer in seinem individuellen Vertragsverhältnis gegenüber dem beauftragten Dritten selbst.
- Bei der gemeinsamen Vergabe in Variante 2 haften die Beteiligten ggü. dem Dritten in der Regel gesamtschuldnerisch, wobei die Haftungsanteile untereinander im Innenverhältnis festgelegt werden können.

7.8.1.4 Kommunalwirtschaftsrecht

Die koordinierte bzw. gemeinsame Ausschreibung nach § 4 VgV unterliegt keinen kommunalwirtschaftsrechtlichen Anforderungen. Die beteiligten Kommunen werden nicht selbst wirtschaftlich tätig, sondern beschaffen eine Leistung am Markt.

Es bedarf auch keiner besonderen Rechtsform für die Koordinierung der Ausschreibung. Eine Vereinbarung der Grundsätze und Regeln z.B. zur Kostentragung bleibt jedoch erforderlich.

7.8.1.5 Steuerrecht, Gebührenrecht und Preisrecht

Die im Zuge der Ausschreibung erzielten Verwertungspreise als Fremdleistungskosten sind grds. in der Benutzungsgebühr ansatzfähig, wenn sie aus einem funktionierenden Wettbewerb hervorgegangen sind – dafür sind im Grundsatz mindestens zwei Angebote erforderlich, vgl. § 4 Absatz 4 VO PR Nr. 30/53. Ist

dagegen nur von einem Bieter auszugehen, bedarf die Sicherung der Erforderlichkeit der Preise unter Umständen wie oben schon angeführt besonderer Vorkehrungen schon im Vergabeverfahren (z.B. durch die Vorgabe von Preisobergrenzen, Überprüfung der Preise des einzigen Bieters, wenn ungewöhnlich hoch, u.a.).

Die auf die Vergütung der Leistungen anfallende Umsatzsteuer kann ebenfalls in der Gebühr angesetzt werden.

7.8.1.6 Eignung für die Erweiterung um zusätzliche Partner

Die gemeinsame Ausschreibung mit dem Ziel der Erteilung einzelner Aufträge für jeden Beteiligten oder aber eines gemeinsamen Auftrages über die Gesamtmenge eignet sich nicht für die mögliche Erweiterung um zusätzliche Partner:

Bei den ausgeschriebenen Verträgen handelt es sich um öffentliche Aufträge, welche nach § 132 GWB nur unter engen Voraussetzungen abgeändert werden können. Ferner muss der Beschaffungsbedarf bei Bekanntmachung der Ausschreibung definiert sein, um vergleichbare Angebote einholen zu können.

Jeder weitere interessierte neue Partner müsste seinen Verwertungsbedarf dann wiederum nach den allgemeinen vergaberechtlichen Anforderungen selbst ausschreiben. Eine Direktvergabe an das von anderen Partnern im Vergabeverfahren ausgewählte Unternehmen scheidet grds. aus.

7.8.1.6.1 Kartellrechtliche Anforderungen

Bei der Nachfragebündelung gem. § 4 VgV stellt sich aus kartellrechtlicher Sicht vor allem die Frage, ob eine Wettbewerbsbeschränkung i.S.v. § 1 GWB vorliegt. Die Vorschrift des § 4 VgV zur gelegentlichen gemeinsamen Beschaffung lässt die kartellrechtlichen Grenzen der Zusammenarbeit unberührt (vgl. Fandrey in: Röwekamp/Kus/Marx/ Portz/Prieß, § 4 VgV, Rn. 2.).

Zwar wird die kartellrechtliche Zulässigkeit einer Ausschreibungskonzeption von den Vergabekammern in der Regel nicht überprüft (vgl. nur VK Bund, Beschluss vom 27.07.2016, Az.: VK 2-63/16.). Dennoch sind die allgemeinen Anforderungen aus § 1 ff. GWB, wonach wettbewerbsbeschränkende Vereinbarungen zwischen Unternehmen unzulässig sind, wie oben dargestellt auch von öffentlichen Auftraggebern einzuhalten.

Kartellrechtliche Konflikte ergeben sich nicht in der Variante, dass die Mengen der Auftraggeber von vornherein als Lose ausgeschrieben werden.

Die zweite Variante einer gemeinsamen Beauftragung durch alle beteiligten Kommunen wiederum bleibt im Einzelfall anhand der beteiligten Kommunen und deren Mengen nach den oben dargestellten Grundsätzen zu beurteilen.

7.8.1.7 Zusammenfassende Bewertung der Ausschreibungs koordinierung

Die gemeinsame Ausschreibung ohne organisatorisch verfestigte Grundlage eignet sich für alle Auftraggeber unabhängig von ihrer Organisationsform. Sie bietet sich aber (nur) in den Ausgangssituationen an, in denen ausreichende Kapazitäten am Markt verfügbar sind. Dies kommt im Land Brandenburg womöglich für den Verwertungsbedarf aus dem Südwesten des Landes in Betracht, wenn in Grenznähe in Sachsen-Anhalt Anlagen entstehen.

Bei diesem Organisationsmodell steht die Zusammenarbeit mit dem bzw. den im Vergabeverfahren ermittelten Auftragnehmer(n) im Rahmen des Auftragsverhältnisses im Vordergrund. Abstimmungen der

Auftraggeber untereinander finden in nicht-institutionalisierter Form statt, sollten aber vertraglich abgesichert werden. Die Möglichkeiten der Steuerung und Einflussnahme ggü. dem Auftragnehmer sind vergleichsweise gering und auf die vertraglichen Mechanismen der Beauftragung beschränkt. Das Modell bietet aber – entsprechende Bieter vorausgesetzt – eine gute Verwertungsmöglichkeit bei gleichzeitig geringem Haftungsrisiko der Auftraggeber ohne die Last der Vorfinanzierung. Letztere liegt in dieser Variante in der Regel beim Auftragnehmer.

7.8.2 Zweckverband gemäß §§ 10 ff. GKGBbg

Mehrere Aufgabenträger können sich auch in der institutionalisierten, öffentlich-rechtlichen Form eines Zweckverbandes im Sinne der §§ 10 ff. GKGBbg zusammenschließen. Dieser kann dann operativ die gemeinsame Verwertung der Klärschlämme selbst übernehmen oder aber einen Dritten beauftragen.

7.8.2.1 Rechtsnatur des Zweckverbandes/Organisationsstruktur

Der Zweckverband als neues Rechtssubjekt ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. Er kann zur gemeinsamen Erfüllung öffentlicher Aufgaben gegründet werden. Dabei kann er nach § 10 Absatz 1 GKGBbg

- mit der Durchführung einzelner Aufgaben **beauftragt** werden (Variante 1)
- oder einzelne Aufgaben **übertragen** erhalten (Variante 2).

Als „einzelne Aufgabe“ zur gemeinsamen Erfüllung öffentlicher Aufgaben kommt dann grds. auch die Erfüllung der Verwertungspflichten nach der AbfKlärV im Ergebnis der Abwasserbeseitigung in Betracht. Im Übrigen wird in der Praxis zum GKGBbg der Begriff der öffentlichen Aufgabe, welche Gegenstand kommunaler Zusammenarbeit sein kann, offenbar weit gefasst und auch auf Hilfsleistungen wie z.B. IT-Dienstleistungen erstreckt (Vergleiche z.B. Zweckverband „Digitale Kommunen Brandenburg“).

7.8.2.2 Gründung des Verbandes und Mitgliedschaft

Für die Gründung des Zweckverbandes ist die Vereinbarung einer Verbandssatzung durch mindestens zwei Mitglieder erforderlich. Diese Vereinbarung bedarf der Genehmigung durch die Kommunalaufsichtsbehörde, welche die Verbandssatzung schließlich öffentlich bekannt zu machen hat (§ 14 Absatz 1 GKGBbg).

Am Zweckverband können sich neben Kommunen im Sinne von § 1 Absatz 3 Satz 1 GKGBbg auch die diesen nach dortigem Satz 2 gleichgestellten Körperschaften oder Anstalten des öffentlichen Rechts beteiligen. Daher können sich z.B. mehrere Gemeinden und Abwasserzweckverbände auch zusammen mit Anstalten zu einem neuen, größeren Zweckverband für die Klärschlammverwertung zusammenschließen.

Daneben dürfen natürliche oder juristische Personen des Privatrechts beteiligt sein. Dies gilt jedoch nur, wenn die Erfüllung der Verbandsaufgaben dadurch gefördert wird und Gründe des öffentlichen Wohls nicht entgegenstehen (§ 11 Abs. 1 Satz 2 GKGBbg). In diesem Sinne wäre es daher denkbar, ein Unternehmen, welches für den Verband die Verwertungsanlage errichtet bzw. betreibt oder verpachtet, als Mitglied in den Verband aufzunehmen. Erforderlich ist dies aber nicht, da die Beziehung des Verbandes zu diesem Unternehmen ohnehin jedenfalls auch vertraglich geregelt sein muss – regelmäßig im Rahmen eines ausgeschriebenen Auftrages. Außerdem kann sich die Beteiligung eines Privaten auf die vergaberechtliche Beurteilung auswirken und z.B. der vergabefreien Beauftragung durch den Verband im Wege stehen. Geeignet ist die Kooperation in einem Zweckverband damit im Ergebnis v.a. für die öffentlich-rechtlich verfassten Klärschlammherzeuger (d.h. Gemeinden, Städte, Ämter, Zweckverbände).

7.8.2.3 Organe / Entscheidungsstrukturen

Der Zweckverband trifft die Entscheidungen in seinen Angelegenheiten weitgehend selbständig. Er verfügt dafür über eigene Organe, mindestens gehören dazu nach § 17 GKGBbg

- die Verbandsversammlung und
- die Verbandsleitung (Verbandsvorsteher oder Verbandsvorsteherin).

In der Verbandsversammlung werden die Interessen der Verbandsmitglieder in der Regel durch die Hauptverwaltungsbeamtin bzw. den Hauptverwaltungsbeamten als Mitglieder vertreten. Die Verbandsversammlung trifft Entscheidungen grundsätzlicher Art und kann der Verbandsleitung Richtlinien und Weisungen erteilen.

Die Verbandsleitung wiederum vollzieht die Beschlüsse der Verbandsversammlung und erledigt die Geschäfte der laufenden Verwaltung.

Die kommunalen Klärschlammzeuger wirken demnach im Wesentlichen über die Mitarbeit ihrer Vertreter in der Verbandsversammlung auf die Aufgabenerfüllung ein. Die Ausgestaltung der Verbandsleitung als ehrenamtlich oder hauptamtlich (§§ 22 und 23 GKGBbg) kann mit Blick auf die jeweiligen Kosten, aber auch die erforderliche Qualifikation entschieden werden. Fakultativ ist die Einrichtung eines sog. Verbandsausschusses als weiteres Organ möglich, zur Absicherung des Einflusses aber nicht erforderlich.

7.8.2.4 Haftung

Über das Vermögen des Zweckverbandes findet ein Insolvenzverfahren nicht statt, § 29 Absatz 6 GKGBbg. Der Zweckverband haftet nach außen grundsätzlich unbeschränkt. Im Innenverhältnis haften dafür die Verbandsmitglieder im Rahmen der Umlagenerhebung.

7.8.2.5 Refinanzierung von Kosten des Zweckverbandes

Die Möglichkeiten der Refinanzierung der Kosten des Zweckverbandes sind zunächst abhängig von seinem Aufgabenzuschnitt und der Frage, inwieweit ihm Befugnisse z.B. zur Gebührenerhebung übertragen werden (können):

Für die Tätigkeit der Klärschlammverwertung erweist sich die Übertragung eines eigenen Teil-Gebührenerhebungsrechts ggü. den Nutzern der Abwasserbeseitigungseinrichtung aus den oben schon genannten Gründen als eher fernliegend.

Jedenfalls aber verfügt der Zweckverband über die Befugnis, zur Deckung seines Finanzbedarfes sogenannte Umlagen von seinen Mitgliedern zu erheben, § 29 GKGBbg. Die Umlage soll in der Regel nach dem Verhältnis des Nutzens bemessen werden, den die einzelnen Verbandsmitglieder aus der Erfüllung der Aufgaben des Zweckverbandes haben. Für die Klärschlammverwertung liegt es dabei nahe, bei der Festlegung des Umlageschlüssels auf das Verhältnis der jeweils prognostizierten Mengen an Klärschlamm der Mitglieder zueinander abzustellen. Diese Möglichkeit der Refinanzierung über Umlagen besteht unabhängig davon, ob dem Zweckverband eine Aufgabe übertragen oder er nur mit deren Wahrnehmung beauftragt wurde. Bei Beauftragung des Zweckverbandes wiederum kann alternativ auch vereinbart werden, dass dem Zweckverband im Rahmen der Beauftragung von den jeweiligen Mitgliedern Entgelte gezahlt werden.

7.8.2.6 Vergaberechtliche Anforderungen

Ob die kommunalrechtliche Übertragung der Pflicht zur Klärschlammverwertung auf den Zweckverband (oben Variante 2) ohne zugehörige weitergehende Befugnisse auch den Anforderungen der Rechtsprechung des EuGH an eine vergabefreie Aufgabenübertragung genügen kann, lässt sich wie oben dargestellt zum jetzigen Stand nicht mit Sicherheit feststellen. Immerhin bietet die Möglichkeit der Refinanzierung des Verbandes über Umlagen der Mitglieder eine gewisse finanzielle Autonomie, zusätzlich zu den ohnehin bestehenden eigenen Entscheidungsbefugnissen der dortigen Organe.

Die Variante 1 einer vergaberechtskonformen Beauftragung bzw. Mandatierung des Zweckverbandes wiederum setzt voraus, dass im Verhältnis der Verbandsmitglieder zum Zweckverband eine In-House-Konstellation nach § 108 Abs. 4 und 5 GWB bejaht werden kann. Dafür müssen die Verbandsmitglieder über weitgehende Einwirkungsbefugnisse verfügen. Strukturell sind diese dadurch angelegt, dass die Verbandsversammlung der Leitung Richtlinien und Weisungen erteilen kann. Es bleibt ferner abzusichern, dass auch Verbandsmitglieder mit einer geringen Beteiligung Einfluss nehmen können. Insofern kann z.B. ein Einstimmigkeitsprinzip in wesentlichen Fragen dafür sorgen, dass stets alle Auftraggeber auf die Entscheidung einwirken können. Außerdem muss der Zweckverband dann über 80 Prozent seiner Umsätze mit der Erfüllung der Verbandsaufgaben für die Mitglieder erzielen.

Jedenfalls die Beauftragung des Zweckverbandes dürfte daher – je nach Ausgestaltung der Verbandssatzung – im Einklang mit dem Vergaberecht ausschreibungsfrei möglich sein. Ein privatwirtschaftlicher Dritter kann dann allerdings nicht am Verband beteiligt werden (Stichwort: Keine direkte private Kapitalbeteiligung nach § 108 Absatz 4 Nr. 3 GWB).

7.8.2.7 Kommunalwirtschaftsrechtliche Anforderungen

Auf die Gründung des Zweckverbandes finden die Vorgaben zur wirtschaftlichen Betätigung in Form von Unternehmen aus § 92 BbgKVerf keine Anwendung. Der Zweckverband ist in diesem Sinne kein Unternehmen. Er kann aber im Sinne von § 91 BbgKVerf wirtschaftlich tätig sein (vgl. § 28 Satz 1 GKGBbg). Dies wäre – entsprechend den obigen Ausführungen – bei der Klärschlammverwertung voraussichtlich auch der Fall. Insofern sollte vor der Gründung sichergestellt sein, dass die allgemeinen Anforderungen an eine wirtschaftliche Betätigung nach § 91 BbgKVerf erfüllt werden können.

7.8.2.8 Kartellrechtliche Anforderungen

Die Gründung eines Zweckverbandes wird in der Praxis bislang nicht unter kartellrechtlichen Aspekten diskutiert. An sich ist aber auch eine öffentlich-rechtliche Handlungsform nicht von vornherein vom Anwendungsbereich des GWB ausgenommen. Nur der Zusammenschluss öffentlicher Einrichtungen und Betriebe auf gesetzlicher Grundlage in Fällen einer Gebietsreform ist ausdrücklich nicht von der Zusammenschlusskontrolle erfasst, § 35 Absatz 2 Satz 1 GWB. Insofern bleiben die diesbezüglichen Grundsätze im Prinzip zu berücksichtigen, auch wenn ihm wie oben dargestellt voraussichtlich geringe praktische Bedeutung zukommen dürfte.

7.8.2.9 Eignung für eine Erweiterung/Beitritt

Der Beitritt weiterer Kommunen zum Zweckverband ist auch nach dessen Gründung grds. möglich. Er setzt einen Antrag beim Zweckverband voraus einschließlich einer Erklärung darüber, welche Vermögensgegenstände, Verbindlichkeiten und Forderungen mit dem Beitritt auf den Zweckverband übergehen sollen. Über den Antrag entscheidet nach § 32 GKGBbg die Verbandsversammlung durch Beschluss über die Änderung der Verbandssatzung. Zur Wirksamkeit des Beitritts bedarf es der öffentlichen Bekanntmachung der – geänderten – Verbandssatzung durch die zuständige Kommunalaufsichtsbehörde.

Oben wurde allerdings schon herausgestellt, dass die Erweiterung des Kreises der Beteiligten und damit auch des Leistungsumfanges aus verschiedenen Gründen nur bedingt möglich ist:

- Schon aus kommunalwirtschaftsrechtlichen wie auch aus kommunalabgabenrechtlichen Gründen sollte die Entsorgungskapazität am voraussichtlichen Bedarf der beteiligten Kommunen ausgerichtet sein. Eine Planung auf Vorrat für den unsicheren Fall, dass sich weitere Partner beteiligen wollen, begegnet daher Risiken.
- Aus vergaberechtlichen Gründen wiederum ist der Leistungsvertrag mit dem jeweils beauftragten Dritten ebenfalls nur in Grenzen - nach Maßgabe von § 132 GWB - abänderbar. Der bloße Beitritt weiterer Partner rechtfertigt danach keine Änderung.

Sollte sich allerdings langfristig eine unerwartete Bedarfsänderung bei den beteiligten Mitgliedern ergeben, bestünde die Möglichkeit, neue Mitglieder zum Ausgleich z.B. eines Mengenrückganges aufzunehmen.

7.8.2.10 Steuerliche Besonderheiten

In umsatzsteuerrechtlicher Hinsicht wird der Leistungsaustausch zwischen Zweckverband und Auftraggebern nach den obigen Ausführungen jedenfalls dann umsatzsteuerpflichtig sein, wenn die Beauftragung über einen privatrechtlichen Vertrag geschlossen wird. Die Beurteilung dürfte kaum anders ausfallen, wenn Regelungsgrundlage für die Leistungserbringung ein öffentlich-rechtlicher Vertrag im Sinne des GKGBbg ist, jedenfalls soweit wegen möglichen Wettbewerbs mit anderen Verwertern eine Marktverzerrung zu befürchten ist. Eine Besonderheit kann womöglich in der Beurteilung der Umlagen liegen: Da diese ähnlich wie die Erhebung von Gebühren auf einer hoheitlichen Grundlage beruhen und per Verwaltungsakt festgesetzt werden können, wird hierin die Tätigkeit aufgrund öffentlich-rechtlicher Sonderregelung besonders deutlich. Auch hier wird sich jedoch die Frage der möglichen Wettbewerbsverzerrung stellen. Diese lässt sich voraussichtlich nur bei Übertragung der Aufgabe und spiegelbildlicher Andienungspflicht ausschließen.

Anhaltspunkte für eine Umsatzsteuerbefreiung der Leistungen des Zweckverbandes an seine Mitglieder kann wie oben angedeutet zum jetzigen Stand der Hinweise des BMF allerdings § 4 Nr. 29 UStG bieten.

7.8.2.11 Zusammenfassende Bewertung des Zweckverbandes

Die Rechtsform des Zweckverbandes eignet sich vornehmlich für den Zusammenschluss von Klärschlammzeugern, die als juristische Personen des öffentlichen Rechts organisiert sind (v.a. Kommunen, Zweckverbände). Dies gilt insbesondere, wenn diese bereits Erfahrung mit dieser Organisationsform gesammelt haben und sich z.B. unter Nutzung von Ressourcen der Mitglieder eine schlanke Verwaltungsstruktur aufbauen ließe.

Die ergänzende Mitgliedschaft durch juristische Personen des Privatrechts ist zwar möglich. Sie würde aber jedenfalls die vergaberechtskonforme Beauftragung des Zweckverbandes hindern, wenn dieser lediglich als Erfüllungsgehilfe eingesetzt werden soll.

Inwieweit dem Zweckverband die Aufgabe der Klärschlammverwertung dagegen in einer Weise übertragen werden kann, die zur vergabefreien Aufgabenerfüllung führt, ist nicht abschließend geklärt: Die Erhebung der Umlage spricht zwar für die erforderliche finanzielle Autonomie im Sinne der Rechtsprechung des EuGH. Die bloße Übertragung der Pflichten nach der Klärschlammverwertung ist jedoch den bislang in der Rechtsprechung (positiv) entschiedenen Fällen nicht vergleichbar.

Eine bloße Beauftragung des Zweckverbandes unter Einhaltung der In-House-Kriterien kann sich dagegen durchaus rechtskonform gestalten lassen. Schon nach der im Gesetz angelegten Struktur haben

die Mitglieder des Zweckverbandes über die Verbandsversammlung deutliche Einwirkungsmöglichkeiten auf die Leitung. Die perspektivischen Umsätze aus der Aufgabenerfüllung müssten dann bei über 80 Prozent der erwarteten Gesamtumsätze liegen.

Die Haftung des Zweckverbandes ist allerdings nicht begrenzt, die Mitglieder haften über die Umlage zur Deckung des Finanzbedarfes. Kommunalwirtschaftsrechtliche Prüfungen nach § 92 BbgKVerf erübrigen sich im Gegensatz zur Anstalt und GmbH. Umsatzsteuerliche Vorteile lassen sich nach aktuellem Stand der Schreiben des BMF ggf. bei Berufung auf die Sondernorm des § 4 Nr. 29 UStG ausmachen.

7.8.3 Gemeinsame kommunale Anstalt gem. §§ 37 ff. GKGBbg

Eine weitere Möglichkeit des institutionalisierten Zusammenschlusses in öff.-rechtlicher Form bietet die gemeinsame kommunale Anstalt im Sinne von §§ 37 ff. GKGBbg, eine Anstalt öffentlichen Rechts (AÖR).

7.8.3.1 Rechtsnatur / Organisationsstruktur

Mit der Errichtung der gemeinsamen Anstalt entsteht ein neues Rechtssubjekt mit eigenen Organen. Das Verhältnis zu den Aufgabenträgern sowie die Art und Weise der Aufgabenwahrnehmung lassen sich wie beim Zweckverband in zwei Varianten unterscheiden:

- Variante 1: Beauftragung der Anstalt mit der Durchführung einzelner Aufgaben
- Variante 2: Übertragung von einzelnen Aufgaben auf die Anstalt

Bei bloßer Beauftragung der gemeinsamen Anstalt bleiben die Rechte und Pflichten der beauftragenden Kommunen unberührt, diese bleiben Aufgabenträger, vgl. § 3 Absatz 2 Satz 1 GKGBbg. Bei der Aufgabenübertragung hingegen gehen mit der Übertragung grds. alle mit der Trägerschaft der Aufgabe verbundenen Rechte und Pflichten auf die gemeinsame Anstalt über, vgl. § 3 Absatz 3 GKGBbg sowie speziell für die Anstalt § 94 Absatz 5 Satz 2 BbgKVerf.

7.8.3.2 Errichtung der gemeinsamen Anstalt und mögliche Träger

Eine gemeinsame Anstalt wird durch Vereinbarung einer Anstaltssatzung durch die zukünftigen Träger gem. § 37 GKGBbg i.V.m. § 94 BbgKVerf errichtet.

Träger der gemeinsamen Anstalt können sowohl die Kommunen im Sinne von § 1 Absatz 3 Satz 1 GKGBbg selbst sein, also Gemeinden, Verbandsgemeinden und Landkreise. Anerkanntermaßen gilt dies auch für die diesen nach § 1 Absatz 3 Satz 2 GKGBbg grds. gleichgestellten Einrichtungen. Hierauf wurde schon in der Gesetzesbegründung hingewiesen (Landtag Brandenburg, Drucksache 5/8411.). Es können sich also jedenfalls Gemeinden, Ämter wie auch Abwasserzweckverbände als Träger einer AÖR zusammenschließen. Anders als bei einem Zweckverband ist die Beteiligung von natürlichen sowie juristischen Personen des Privatrechts nicht möglich. Damit kommt die Gründung einer Anstalt unter Beteiligung von Klärwerksbetreibern, die ihrerseits in der Rechtsform z.B. einer GmbH organisiert sind, nicht in Betracht.

In der für die Errichtung erforderlichen Anstaltssatzung sind nach § 39 GKGBbg in Verbindung mit § 94 BbgKVerf bestimmte Mindestangaben zu regeln. Dazu gehören unter anderem auch die Höhe des Stammkapitals und der Betrag, der von jedem Träger auf das Stammkapital zu leistenden Einlage (Stammeinlage). Die Anstaltssatzung ist durch die Kommunalaufsichtsbehörde öffentlich bekanntzumachen und bedarf ihrer Genehmigung.

7.8.3.3 Organe / Entscheidungsstrukturen

Die gemeinsame AöR verfügt über eigene Entscheidungsorgane und kann eigene Entscheidungen über die Belange der Anstalt treffen. Dies gilt unabhängig davon, ob sie nur beauftragt oder selbst Aufgabenträger ist.

Diese Organe sind

- der Verwaltungsrat im Sinne von § 95 Absatz 2 BbgKVerf und
- der Vorstand im Sinne von § 95 Absatz 1 BbgKVerf.

Im Verwaltungsrat sind die Trägerkommunen jeweils mindestens durch ihren Hauptverwaltungsbeamten oder die Hauptverwaltungsbeamtin vertreten, § 39 GKGBbg. Die jeweilige Gemeindevertretung kann den Vertretern im Verwaltungsrat nach § 95 Absatz 2 Satz 2 i.V.m. § 97 Absatz 1 BbgKVerf Richtlinien und Weisungen erteilen. Auf diese Weise kann sie also auf die Beschlussfassung des Verwaltungsrates Einfluss nehmen. Die Sitz- und Stimmenverteilung der Träger im Verwaltungsrat ist in der Anstaltssatzung zu regeln.

Dem Vorstand obliegt die Leitung der Anstalt in eigener Verantwortung, soweit in der Anstaltssatzung nichts Anderes geregelt ist. Überdies vertritt er die Anstalt gerichtlich und außergerichtlich. Er wird für jeweils fünf Jahre durch den Verwaltungsrat bestellt. Im Übrigen hat der Vorstand die Beschlüsse des Verwaltungsrates zu vollziehen.

Trotz organisatorischer Verselbständigung der Anstalt und eigener Entscheidungsbefugnisse ihrer Organe verfügen die Träger also über gewisse Einwirkungsmöglichkeiten über den Verwaltungsrat.

Der Vorstand ist im Übrigen hauptamtlich tätig. Lediglich bei bloßer Mandatierung der Anstalt kann der Vorstand ehrenamtlich ausgeübt werden (vgl. § 39 Absatz 4 GKGBbg).

7.8.3.4 Haftung

Die Organisationsform der Anstalt öffentlichen Rechts ist gekennzeichnet durch die sog. Gewährträgerhaftung (§ 94 Absatz 9 BbgKVerf i.V.m. § 38 GKGBbg):

Die Anstaltsträger haften im Außenverhältnis ggü. Dritten unbeschränkt für Verbindlichkeiten der Anstalt als Gesamtschuldner, § 39 Absatz 6 Satz 1 GKGBbg. Das bedeutet, dass jeder Gläubiger die Leistung von jedem der Anstaltsträger ganz oder zum Teil fordern kann, weil die gemeinsame Anstalt nicht insolvenzfähig ist (*Jänicke*, in: Potsdamer Kommentar, § 39 GKGBbg, Rn. 30.)

Im Innenverhältnis zwischen den Trägern ist allerdings für den Ausgleich grds. das Verhältnis der Stammeinlagen zueinander maßgeblich. Es kann nach § 39 Absatz 6 S. 2 GKGBbg aber auch ein abweichender Maßstab geregelt werden.

7.8.3.5 Refinanzierung von Kosten der Anstalt

Die Refinanzierung der Kosten der gemeinsamen Anstalt richtet sich grds. danach, ob sie von den Trägern beauftragt wurde (Variante 1) oder ihr die Erfüllung der Aufgaben übertragen wurde (Variante 2).

Bei Variante 1, der Beauftragung der Anstalt durch die Träger, haben diese als Auftraggeber voraussichtlich ein nach den Vorschriften des öffentlichen Preisrechts zu kalkulierendes Entgelt an die Anstalt zu leisten. Sie refinanziert sich also über Leistungsentgelte der Träger und gleicht in dieser Struktur einer beauftragten GmbH.

Bei Variante 2 kann im Fall einer „echten“ Aufgabenübertragung eine Anstalt zwar grds. auch die zur Ausübung der Aufgabe erforderlichen Satzungen einschließlich solcher zur Gebührenerhebung erlassen und die Gebühren selbst geltend machen. Angesichts der oben geschilderten Schwierigkeiten, entsprechende Befugnisse für die Klärschlammverwertung auszumachen, ist die Variante (2) der Aufgabenübertragung hinsichtlich einer möglichen Gebührenerhebung mit Vorsicht zu betrachten. Auch im Fall der Gründung einer gemeinsamen Anstalt, welcher die Aufgabe der Klärschlammverwertung übertragen würde, bliebe daher voraussichtlich eine irgendwie geartete Entgeltvereinbarung oder Kostenteilungsregelung zu treffen, da die Anstalt nicht über eigenständige Möglichkeiten der Refinanzierung bei Dritten verfügt.

7.8.3.6 Vergaberechtliche Anforderungen

Die Gründung der Anstalt ist an sich kein vergaberechtlich relevanter Vorgang. Allerdings kann die Aufgabenübertragung im Sinne der o.g. Variante 2 einen (an sich ausschreibungspflichtigen) öffentlichen Auftrag darstellen, wenn sie nicht den Anforderungen der Rechtsprechung an die vergabefreie Aufgabenübertragung (s. o.) entspricht. Wie oben dargestellt ist mit Blick auf die Klärschlammverwertung als bloßer Anhang zur Abwasserbeseitigung, vergleichbar etwa einer Reststoffverwertung, eine solche umfassende Kompetenzverlagerung nicht offenkundig. Es handelt sich der Sache nach eher um eine punktuelle Hilfstätigkeit, die den bislang vom EuGH entschiedenen Fällen nicht vergleichbar ist. Verbleibende Risiken lassen sich jedenfalls zum jetzigen Stand der Rechtsprechung nicht ausschließen.

Wird die Anstalt wiederum von ihren Trägern mit der Durchführung der Klärschlammverwertung nur beauftragt (Variante 1), muss diese Beauftragung den oben vorgestellten Anforderungen an eine In-House-Beauftragung genügen. Hierfür kommt es wiederum darauf an, die Satzung so auszugestalten, dass den beteiligten Trägern gemeinsam ein entscheidender Einfluss zukommt. Ergänzend ist ein Konzept zur Absicherung des Einflusses bei Stimm-Minderheiten erforderlich, s.o. Auch müssten erwartete Fremdotsätze dann weniger als 20 Prozent ausmachen.

Eine vergabefreie Beauftragung /Mandatierung wäre – bei Einhaltung der In-House-Anforderungen – daher grundsätzlich denkbar.

7.8.3.7 Kommunalwirtschaftsrechtliche Anforderungen

Auf die gemeinsame Anstalt sind nach § 38 GKGBbg die Rechtsvorschriften, die für die kommunale Anstalt eines einzigen Trägers gelten, entsprechend anzuwenden. Damit finden neben den speziellen Vorgaben der §§ 94 und 95 BbgKVerf, welche die Organisationsstruktur der Anstalt betreffen, auch die Vorgaben zur wirtschaftlichen Betätigung aus §§ 91, 92 BbgKVerf Anwendung.

Dementsprechend ist wie oben beschrieben im Vorfeld der Anstaltsgründung grds. auch das vorgesehene Verfahren nach § 92 BbgKVerf einschließlich Marktabfrage bzw. fundierter Wirtschaftlichkeitsanalyse sowie Beteiligung der IHK durchzuführen.

7.8.3.8 Steuerliche Besonderheiten

Auch hins. der steuerrechtlichen Beurteilungen ist die AöR dem Zweckverband voraussichtlich weitgehend gleichzustellen. Eine Grundlage für die Umsatzsteuerbefreiung der Leistungserbringung der AöR ggü. ihren Mitgliedern kann – wie oben angeführt – voraussichtlich § 4 Nr. 29 UStG bieten. Die gewählte Organisationsvariante sollte jedoch im gegebenen Fall – soweit hierzu keine weiteren Konkretisierungen der Finanzverwaltung vorliegen – möglichst zum Gegenstand einer verbindlichen Auskunft gemacht werden.

7.8.3.9 Eignung für eine Erweiterung/Beitritt

Der Beitritt einer Kommune zu einer bestehenden gemeinsamen Anstalt anderer Träger als neuer Träger ist nach § 37 Absatz 2 Nr. 3 GKGBbg durchaus möglich. Er setzt einen Antrag an die kommunale Anstalt, der beigetreten werden soll, voraus. Über den Antrag entscheidet der dortige Verwaltungsrat durch Beschluss über die Änderung der Anstaltssatzung. Zur Wirksamkeit des Beitritts bedarf es wiederum der öffentlichen Bekanntmachung der Änderung der Anstaltssatzung durch die zuständige Kommunalaufsichtsbehörde.

Wie oben schon zur Organisationsform des Zweckverbandes ausgeführt, dürften einer deutlichen Veränderung der Anzahl der Träger aber v.a. kommunalrechtliche und vergaberechtliche Bedenken entgegenstehen, sofern die Anstalt einen Dritten mit der Verwertung beauftragt hat: Dann kann die Auftragsmenge aus vergaberechtlichen Gründen nicht späterhin erweitert werden. Betreibt die Anstalt die Verwertung selbst, sollte diese aus kommunalabgabenrechtlichen Gründen an sich nicht auf zusätzliche, vorsorgliche Kapazitäten für Dritte ausgelegt sein, sofern diese nicht schon bei der Planung ihre Beteiligung zugesagt haben. Etwas anderes kann gelten, wenn neue Träger im späteren Zeitverlauf aufgenommen werden, um die zunächst prognostizierten, aber späterhin nicht realisierten Leistungsmengen an Klärschlamm „aufzufüllen“.

7.8.3.10 Kartellrechtliche Anforderungen

Diese entsprechen denen des Zweckverbandes.

7.8.3.11 Zusammenfassende Bewertung der gemeinsamen Anstalt

Die gemeinsame Anstalt eignet sich für Klärschlammherzeuger, welche in öffentlich-rechtlicher Form insbesondere als Gemeinde, Stadt, Amt oder Zweckverband organisiert sind. Sie ist überdies grds. offen für den Beitritt weiterer kommunaler Träger, v.a. wenn spätere Bedarfsänderungen hierfür Anlass geben.

Aufgrund der Besonderheiten der „Aufgabe“ der Klärschlammverwertung kann der Anstalt zwar in kommunalrechtlicher Hinsicht diese Aufgabe übertragen werden, eine vergabefreie Aufgabenübertragung im Sinne der Anforderungen des EuGH ist damit zum jetzigen Stand der Rechtsprechung jedoch nicht zweifelsfrei verbunden.

Jedenfalls aber kann die Anstalt in der Variante des „mandatierten Dienstleisters“ - also bei Beauftragung gemäß In-house-Kriterien - in vergaberechtskonformer Weise eingesetzt werden.

Da ihr eigene Refinanzierungsmöglichkeiten über Benutzungsgebühren oder Umlagen nicht zur Seite stehen, wird eine irgendwie geartete Kostenteilungs- oder Entgeltvereinbarung zwischen den Trägern und der AöR erforderlich sein.

Auch die mit der Rechtsform verbundenen Haftungsrisiken namentlich der Gewährträgerhaftung sollten bei der Formenwahl gut abgewogen werden, ebenso wie eine etwaige Umsatzsteuerbefreiung nach § 4 Nr. 29 UStG.

7.8.4 Gemeinsame In-House-Gesellschaft (GmbH)

Die Klärschlammherzeuger können sich zum Zwecke der Organisation und Beschaffung von geeigneten Verwertungskapazitäten auch in einer Juristischen Person des Privatrechts wie z.B. einer GmbH zusammenschließen.

7.8.4.1 Rechtsnatur / Organisationsstruktur

Mit der Gründung einer Juristischen Person des Privatrechts entsteht ein neuer Rechtsträger (vgl. beispielhaft § 13 Absatz 1 GmbHG für die GmbH). Im Folgenden wird exemplarisch die Rechtsform der GmbH zugrunde gelegt.

Die Rechtsform der Aktiengesellschaft (AG) kommt demgegenüber nur nachrangig in Betracht: Sie soll nach § 96 BbgKVerf nur gewählt werden, wenn der öffentliche Zweck nachweislich nicht in einer anderen privaten Rechtsform erfüllt werden kann. Eine solche andere Rechtsform liegt aber gerade in der GmbH.

Da der GmbH keine Aufgabe übertragen werden kann, muss sie von den Gesellschaftern als Auftraggeber mit der Erbringung der Leistungen der Klärschlammverwertung beauftragt werden. Die Klärschlammverwertung wird daher über eine gemeinsame oder mehrere einzelne Beauftragungen der gemeinsamen Gesellschaft in (zivilrechtlichen) Leistungsverträgen gesichert.

7.8.4.2 Gründung und Mitglieder

Die Klärschlammherzeuger schließen sich im Gesellschaftsvertrag als Gesellschafter zusammen. Erforderlich sind für die Gründung der GmbH u.a. der notarielle Abschluss des Gesellschaftsvertrages (vgl. § 2 Absatz 1 GmbHG) und die Anmeldung der Gesellschaft zum Handelsregister nach § 7 GmbHG.

Gesellschafter der GmbH können

- juristische Personen des öffentlichen Rechts (Kommunen, Zweckverband, u.a.)
- wie auch juristische Personen des Privatrechts (z.B. eine andere GmbH) sein

(vgl. Fastrich in: Baumbach/Huck, § 1 GmbHG, Rn. 30.)

Daher steht die Rechtsform der GmbH einer Aufnahme auch derjenigen Klärschlammherzeuger offen, welche als Betreiber eines Klärwerkes ihrerseits schon als GmbH organisiert sind. Im Ergebnis bietet die GmbH daher die flexibelste Form des Zusammenschlusses, was den möglichen Kreis der beteiligten „Mitglieder“ bzw. Gesellschafter angeht.

Die Gründung einer gemeinsamen Gesellschaft i.d.F. einer GmbH ist im Übrigen nach § 100 Absatz 1 BbgKVerf der Kommunalaufsichtsbehörde lediglich anzuzeigen – einer Genehmigung bedarf es nicht.

Besonderer Sorgfalt bedarf jedoch bei zahlreichen beteiligten Gesellschaftern die Ausgestaltung des Gesellschaftsvertrages in inhaltlicher Hinsicht mit Blick auf die Beachtung der vergabe- sowie kommunal(wirtschafts-)rechtlichen Anforderungen (dazu noch in den folgenden Punkten).

7.8.4.3 Organe / Entscheidungsstruktur

Die Entscheidungen betreffend die Angelegenheiten der GmbH werden von deren eigenen Organen getroffen, namentlich von

- der Geschäftsführung (§ 35 GmbHG)
- und der Gesellschafterversammlung (§ 48 GmbHG).

Hins. der Führung der Geschäfte können die Gesellschafter im Gesellschaftsvertrag grds. weitreichende Zuständigkeiten zu Gunsten der Gesellschafterversammlung in der Gesellschaftssatzung regeln (vgl. § 45 Absatz 1 GmbHG). Daneben sind ihr nach dem Gesetz bestimmte Zuständigkeiten vorbehalten, so in grundlegenden Fragen des § 46 GmbHG. Nach ganz überwiegender Meinung steht der Gesellschafterversammlung ferner ein Weisungsrecht ggü. der Geschäftsführung zu (Beurskens in: Baumbach/Hueck, § 37 GmbHG Rn.35.)

Auf die Geschäftsführung wirken die Gesellschafter daher vornehmlich über die Gesellschafterversammlung ein. Die Beteiligungsverhältnisse und Stimmrechte lassen sich auch hier nach einer für die Mitglieder und die für sie zu erbringende Leistung repräsentativen Kenngröße ausrichten, z.B. nach der Einwohnerzahl oder einer Prognose der jeweils benötigten Entsorgungskapazität (Verhältnis der voraussichtlich zu verwertenden Jahresmengen an Klärschlamm zueinander).

Inwieweit die zusätzliche Einrichtung eines Aufsichtsrates als weiterem Organ zur Kontrolle sinnvoll ist, bleibt im Einzelfall, auch unter Berücksichtigung der Anzahl der Gesellschafter, zu entscheiden.

Die Organisations- und Entscheidungsstruktur in der GmbH erlaubt insgesamt eine weitgehende Einflussnahme der Gesellschafter über die Gesellschafterversammlung auf die Geschäftsführung und damit auf die Leitung der Gesellschaft und die Leistungserbringung.

7.8.4.4 Haftung

Die Haftung der Gesellschafter ist bei der Rechtsform der GmbH – anders als bei den öffentlich-rechtlichen Organisationsformen – begrenzt: Für die Verbindlichkeiten der Gesellschaft haftet den Gläubigern derselben nur das Gesellschaftsvermögen, § 13 Absatz 2 GmbHG. Damit ist eine persönliche Haftung der Gesellschafter für Verbindlichkeiten der Gesellschaft grundsätzlich ausgeschlossen (Merk in: Münchener Kommentar, § 13 GmbHG Rn. 340.) Die GmbH ist insolvenzfähig.

7.8.4.5 Refinanzierung /Kommunalabgabenrecht und Preisrecht

Wird die GmbH von ihren Gesellschaftern mit der Erbringung von Leistungen beauftragt, stellen diese Beauftragungen – soweit sie von Kommunen ausgehen – auch ohne vorherige Ausschreibung voraussichtlich sog. öffentliche Aufträge im Sinne des öffentlichen Preisrechts dar. Es sind dann die Anforderungen der VO PR Nr. 30/53 in Verbindung mit den LSP zu beachten und die Preise nach diesen Maßgaben zu vereinbaren. Voraussichtlich können dabei sogar Selbstkostenpreise zum Zuge kommen.

Soweit die gemeinsame GmbH nur als Mittler zur Beschaffung der Verwertungsanlage bzw. der Beauftragung eines externen Betreibers auftritt, werden sich die Selbstkosten der GmbH in Grenzen halten, gleichzeitig hat sie keinen nennenswerten Vorfinanzierungsaufwand. Letzterer dürfte in der Variante der weiteren Beauftragung eines Dritten regelmäßig bei diesem liegen. Die Leistungsentgelte der eingeschalteten GmbH der Klärschlammherzeuger dürften dann maßgeblich von den Leistungspreisen des Drittbeauftragten für den Betrieb der Anlage abhängen. Da letztere Leistung voraussichtlich im Wettbewerb ausgeschrieben wird, sollten die daraus resultierenden Kosten in der Regel auch in der Gebührenkalkulation angesetzt werden können. Diese Annahme setzt aber (s.o.) einen funktionierenden Wettbewerb voraus.

7.8.4.6 Vergaberechtliche Anforderungen

Eine gemeinsame GmbH lässt sich gemäß den obigen Ausführungen grds. im Einklang mit dem Vergaberecht und ohne Ausschreibung mit Leistungen der Klärschlammverwertung beauftragen, wenn die Kriterien des sogenannten In-House-Geschäfts erfüllt sind. Einen In-House-Auftrag können nur öffentliche Auftraggeber im Sinne von § 99 Nr. 1 bis 3 GWB erteilen. Daher müssten die beteiligten Klärwerksbetreiber sämtlich als öffentliche Auftraggeber nach § 99 Nr. 1 bis 3 GWB eingestuft werden können. Dies ist der Fall bei Gebietskörperschaften, Zweckverbänden, aber auch kommunalen Gesellschaften sowie ggf. gemischt-wirtschaftlichen Gesellschaften, welche eine den Kriterien aus § 99 Nr. 2 GWB entsprechende Nähe zu einer Kommune aufweisen.

Für die Erfüllung des sog. Kontrollkriteriums müssten - wie oben schon angeführt – alle öffentlichen Auftraggeber an der GmbH als Gesellschafter beteiligt, in der Gesellschafterversammlung vertreten sein und über Stimmrechte verfügen. Durch einen entsprechend austarierten Gesellschaftsvertrag oder ein ergänzendes Konzept muss sichergestellt sein, dass auch Mitglieder mit geringerem Stimmengewicht über Minderheitenrechte verfügen oder z.B. für zentrale Entscheidungen ein Einstimmigkeitserfordernis besteht.

Auch die Anforderungen des Wesentlichkeitskriteriums als zweites maßgebliches in-House-Kriterium können sichergestellt werden, z.B. indem eine Tätigkeit für Dritte schon im Gesellschaftsvertrag beschränkt wird und eine zu mindestens 80 prozentige Tätigkeit für die Auftraggeber prognostiziert werden kann. Privatwirtschaftliche Anlagenbetreiber dürfen an der GmbH dann nicht unmittelbar beteiligt werden.

7.8.4.7 Anforderungen des Kommunalrechts

Vor der Gründung einer gemeinsamen GmbH ist das oben näher beschriebene Verfahren nach § 92 BbgKVerf durchzuführen. Danach bliebe grundsätzlich eine unabhängige vergleichende Wirtschaftlichkeitsanalyse einzuholen sowie der örtlichen Industrie- und Handelskammer Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben. Zusätzlich zu beachten sind für die Gestaltung des Gesellschaftsvertrages die besonderen Anforderungen des Kommunalwirtschaftsrechts, insbesondere

- für die Ausgestaltung des Gesellschaftsvertrages nach § 96 BbgKVerf
- sowie für die Vertretung der Gesellschafter, sofern es sich um Kommunen handelt, in den Organen der GmbH nach § 97 BbgKVerf.

Die Anforderungen nach § 96 Absatz 1 BbgKVerf zielen darauf, einen ausreichenden Einfluss der Kommune sowie die Leistungsfähigkeit und Kontrollmöglichkeiten abzusichern. Hierzu gehören unter anderem

- die Ausrichtung des Unternehmens auf den öffentlichen Zweck
- die Sicherung eines der Beteiligung nach angemessenen Einflusses der kommunalen Vertreter in den satzungsgemäßen Aufsichtsgremien (d.h. insbesondere in einem Aufsichtsrat oder gleichgestellten Organ),
- die Verankerung von Prüfungsrechten und weitere Mechanismen.

§ 97 BbgKVerf stellt im Wesentlichen zusätzliche Anforderungen an die Vertretung einer Kommune in den Gremien eines Unternehmens wie der GmbH und ergänzt insoweit die obigen Ausführungen zur Entscheidungsfindung. Auch dort ist – ähnlich den öff.-rechtlichen Organisationsformen – nach § 97 Absatz 1 BbgKVerf grds. vorgesehen, dass der Hauptverwaltungsbeamte die Gemeinde in der Gesellschafterversammlung oder in dem der Gesellschafterversammlung entsprechenden Organ vertritt; allerdings kann er einen Beschäftigten der Gemeinde mit der Wahrnehmung dieser Aufgabe dauerhaft betrauen. Im Übrigen sind auch die weiteren Vorgaben aus § 97 BbgKVerf bei der Ausgestaltung der Satzung der gemeinsamen GmbH zu berücksichtigen, so z.B. Teilnahmerechte der jeweiligen Beteiligungsverwaltung im Sinne von § 98 BbgKVerf.

Sämtliche Anforderungen der BbgKVerf lassen sich im Ergebnis bei Ausgestaltung des Gesellschaftsvertrages einer GmbH gut berücksichtigen. Die kommunalrechtlichen Vorgaben stärken zugleich die Kontrolle der Gesellschafter über die GmbH. Dies ist der Absicherung des vergaberechtlichen Kontrollkriteriums durchaus förderlich. Gleichzeitig verfügen die Gesellschafter trotz Auslagerung der Tätigkeiten in einen eigenständigen, gemeinsamen Akteur über angemessenen Einfluss auf dessen Entscheidungen.

7.8.4.8 Steuerrechtliche Besonderheiten

Die Organisationsform der GmbH ist qua ihrer Rechtsform unbeschränkt körperschaftssteuerpflichtig (§ 1 Absatz 1 Nr. 1 KStG).

Die Beauftragung der GmbH durch ihre Gesellschafter bzw. deren Leistungen an die Gesellschafter unterliegen zweifelsfrei der Umsatzsteuerpflicht im Sinne des UStG, da sie auf privatrechtlicher Grundlage (Vertrag) erbracht werden. Gleichzeitig wird die GmbH bei Bezug von Lieferungen und Leistungen für diese Tätigkeit vorsteuerabzugsberechtigt sein nach § 15 UStG.

Eine Berufung auf die Ausnahmen nach § 2b UStG scheidet für die Leistungen in Rechtsform der GmbH daher von vornherein aus. Gleichzeitig besteht aber größere Sicherheit, was die Auslegung und Anwendung der steuerrechtlichen Grundlagen der Tätigkeit angeht.

7.8.4.9 Eignung für Erweiterung / Beitritt

Auch die Rechtsform der GmbH ist für einen Wechsel von Gesellschaftern oder das Hinzutreten neuer Gesellschafter grds. offen. Insbesondere sind die Geschäftsanteile an der GmbH nach § 15 GmbHG veräußerlich. Ferner können später neue Anteile begründet und neue Gesellschafter aufgenommen werden.

Im Ergebnis ist aber auch bei der GmbH eine nachträgliche Veränderung des Kreises der Beteiligten mit Hürden verbunden: Wie oben schon ausgeführt wirkt sich das Hinzutreten weiterer Beteiligter auf den Beschaffungsbedarf aus und kann zu (unzulässigen) Änderungen des bestehenden Auftrages mit dem von der GmbH ggf. beauftragten Dritten führen. Daher sollte der Kreis der künftigen Gesellschafter jedenfalls im Zeitpunkt der Ausschreibung der Errichtung der Anlage bzw. des Betriebes absehbar sein.

Etwas anderes gilt dann, wenn die GmbH die Anlage selbst erworben hat und damit ggf. entsprechende Erweiterungen neu ausschreiben und beauftragen kann.

7.8.4.10 Anforderungen des Kartellrechts

Die Gründung der GmbH unterliegt unter bestimmten Umständen der sog. Fusionskontrolle der §§ 35 ff GWB. Dafür muss wie oben angeführt ein einschlägiger Zusammenschlusstatbestand vorliegen und die dortigen Umsatzschwellen für die Anwendung der Vorschriften müssten von den Beteiligten erreicht werden. Dies wird bei rein kommunalen Zusammenschlüssen in Brandenburg voraussichtlich selten in Betracht kommen, bleibt aber im jeweiligen Fall zu prüfen.

7.8.4.11 Zusammenfassende Bewertung

Die Organisationsform der GmbH eignet sich gut für den Zusammenschluss mehrerer Klärschlammherzeuger zur Organisation der gemeinsamen Verwertung der Mengen:

Sie steht allen Klärschlammverwertern unabhängig von deren Organisationsform offen, solange diese als öff. Auftraggeber gem. § 99 Nr. 1 bis 3 GWB einzustufen sind. Auch privatrechtlich organisierte Klärwerksbetreiber können sich also grds. beteiligen. Positiv hervorzuheben ist überdies die mit der Organisationsform verbundene Haftungsbeschränkung. Die gemeinsame vergabefreie In-House-Beauftragung der gemeinsamen GmbH wiederum kann sich angesichts der Konkretisierungen in § 108 GWB auf eine belastbare Rechtsgrundlage stützen. Hohe Aufmerksamkeit erfordert zwar die Ausgestaltung des Gesellschaftsvertrages zur Wahrung der Anforderungen an die gemeinsame Kontrolle im Sinne des Vergaberechts. Die Anforderungen des Kommunalrechts wiederum lassen sich darin ohne Weiteres verankern und unterstützen die gesellschaftsrechtlichen Kontrollmechanismen.

Der Gründungsaufwand fällt nicht zwingend deutlich höher aus als bei anderen Rechtsformen. Neben dem Aufwand der Gründung einschl. Satzungsgestaltung, Aufbringen Stammkapital, Anmeldung bei Handelsregister etc. ist zwar auch hier grds. eine Wirtschaftlichkeitsanalyse sowie die Stellungnahmen der Kammern (insbesondere wohl IHK) einzuholen. Die Gründung der GmbH ist der Kommunalaufsicht allerdings nur anzuzeigen und bedarf keiner Genehmigung.

Die Umsatzsteuerpflichtigkeit der Leistungserbringung der GmbH ist zwar unumgänglich, geht aber grds. mit der Möglichkeit des Vorsteuerabzuges einher.

Kartellrechtliche Anforderungen, insbesondere der Fusionskontrolle, bleiben schließlich im Einzelfall zu prüfen.

Zusammengefasst stellt die GmbH eine für alle Klärschlammherzeuger unabhängig von ihrer eigenen Rechtsform gut geeignete Organisationsform für die Verwertung der Klärschlammengen dar.

7.8.5 Gemeinsame GmbH mit privater Beteiligung (ÖPP)

Die (kommunalen) Partner können sich auch für die Kooperation mit einem privatwirtschaftlichen Unternehmen in einer gemeinsamen GmbH entscheiden. Dabei wird es sich regelmäßig um einen Dritten handeln, der über Erfahrung in der Errichtung und dem Betrieb einer Verwertungsanlage verfügt. Soll dieser an der gemeinsamen Organisation der Klärschlammherzeuger beteiligt werden, bietet sich hierfür ebenfalls eine privatrechtliche Gesellschaftsform wie die GmbH in abgewandelter Form an.

7.8.5.1 Rechtsform / Organisationsstruktur / Mitglieder

Wie oben gezeigt, ist die Rechtsform der GmbH uneingeschränkt für die Aufnahme juristischer Personen des Privatrechts offen. Für die gesellschaftsrechtliche Zusammenarbeit mit einem privatwirtschaftlichen Anlagenbetreiber in einer gemeinsamen GmbH sind dann insbesondere zwei Konstellationen denkbar:

- einstufiges Modell: die gemeinsam gegründete GmbH der Klärschlammherzeuger wird um einen privaten Partner erweitert:
- zweistufiges Modell: die gemeinsam gegründete GmbH der Klärschlammherzeuger gründet zusammen mit einem privaten Partner eine Beteiligungsgesellschaft. Dabei entstünde ein gestuftes Auftrags- und Beteiligungsverhältnis. Vorteilhaft ist in diesem Fall, dass die Klärschlammherzeuger sich in der kommunalen GmbH abstimmen und in deren Tochter- bzw. Beteiligungsgesellschaft ggü. dem privaten Partner als „ein“ Gesellschafter auftreten können.

7.8.5.2 Refinanzierung / Kommunalabgabenrecht / Preisrecht

Die Finanzierungs- und Refinanzierungsstruktur gleicht im Wesentlichen der oben schon dargestellten Struktur bei der gemeinsamen GmbH.

Im einstufigen Modell vergüten die Klärschlammherzeuger als Auftraggeber der Gesellschaft deren Leistungen über vertragliche Leistungsentgelte, die dem öff. Preisrecht entsprechen müssen.

Im gestuften Modell erhält die gemeinsame GmbH der Klärschlammherzeuger zunächst die Aufträge ihrer Gesellschafter und stellt dafür ein Entgelt in Rechnung. Dieses berücksichtigt wiederum neben deren Selbstkosten auch die Leistungsentgelte der auf der zweiten Stufe beauftragten Betreiber-GmbH. Auch diese Entgelte können den Anforderungen des öff. Preisrechts unterworfen werden. Mit dem öff. Preisrecht vereinbarte Entgelte können nach den obigen Ausführungen grundsätzlich in der Gebührenkalkulation der abwasserbeseitigungspflichtigen Körperschaften angesetzt werden.

7.8.5.3 Vergaberechtliche Anforderungen

Die Beauftragung einer GmbH im In-House-Wege ist wie dargestellt grundsätzlich nur möglich, solange daran kein privates Kapital beteiligt ist.

Soll dagegen ein privates Unternehmen als Errichter/ Betreiber an der GmbH der Klärschlammherzeuger beteiligt werden, müsste diese Partnersuche verbunden mit der Veräußerung von Anteilen an der GmbH und der gewünschten Beauftragung der GmbH ausgeschrieben werden.

Vorzugswürdig kann sich unter vergaberechtlichen Aspekten das oben angeführte zweistufige Modell darstellen, bestehend aus

- der Gründung der GmbH der Klärschlammherzeuger in einem ersten Schritt
- sowie der Gründung einer weiteren gemeinsamen GmbH (z.B. Besitz- und Betriebs-GmbH) unter Beteiligung eines geeigneten Dritten in einem zweiten Schritt.

Wird die Suche nach einem privaten Partner verbunden mit der Beauftragung im Sinne eines Verwertungsauftrages und stellt diese letztlich den Hauptbestandteil dar, ist der gesamte Vorgang (Gesellschaftsgründung bzw. Anteilswerb sowie Beauftragung) nach Maßgabe des Vergaberechts auszuschreiben (vgl. EuGH Urteil vom 22.12.2010, Rs. C-215/09, Rn. 36 – Oulun kaupunki; OLG Rostock, Beschluss vom 30.09.2021, Az.: 17 Verg 3/21.). Ergebnis eines solchen komplexen Vergabeverfahrens ist dann also nicht nur die Gründung einer gemeinsamen GmbH, sondern auch die vergaberechtskonforme Beauftragung dieser gemeinsamen Gesellschaft. Dafür kann nach Maßgabe von § 14 Absatz 3 VgV ein Verhandlungsverfahren in Betracht kommen, so z.B. auch im Fall der Vergabekammer Westfalen, VK 1, Az.: 6/21, Beschluss vom 29.04.2021, ebenso bei OLG Rostock, Beschluss vom 30.09.2021, Az.: 17 Verg 3/21.

7.8.5.4 Kommunalwirtschaftsrecht

Hinsichtlich der kommunalrechtlichen Anforderungen aus § 97 BbgKVerf gilt grundsätzlich dasselbe wie für die gemeinsame rein öffentliche GmbH und die Vertretung ihrer kommunalen Gesellschafter.

Die Anforderungen aus § 96 BbgKVerf zur Absicherung des kommunalen Einflusses v.a. im Gesellschaftsvertrag bleiben ebenfalls zu beachten.

7.8.5.5 Steuerrecht

Die steuerlichen Anforderungen unterscheiden sich ebenfalls nicht grundlegend von den Ausführungen zur GmbH. Aufgrund der Komplexität der Konstruktion sollte für die vertragliche und gesellschaftsrechtliche Ausgestaltung im Einzelfall jedoch stets eine steuerrechtliche Beratung eingeholt werden.

7.8.5.6 Kartellrecht

Für die Beteiligung eines privaten Partners an einer bestehenden GmbH oder aber die Gründung einer gemischt-wirtschaftlichen GmbH kann eine Anmeldung zur Fusionskontrolle nach §§ 35 ff GWB in Betracht kommen. Dies kann jedenfalls beim Erwerb eines Anteils von mehr als 25 Prozent der Fall sein, wenn es sich beim Erwerber und der beteiligten GmbH der Klärschlammherzeuger um Unternehmen handelt, deren Umsätze die Schwellen aus § 35 GWB übertreffen.

7.8.5.7 Variantenbewertung der ÖPP-Gesellschaft

Auch die Einbindung einer GmbH mit einem privatwirtschaftlichen Mitgesellschafter ist grundsätzlich gut umsetzbar.

Gegenüber der bloßen Drittbeauftragung eines Betreibers kann die eigene Beteiligung am operativen Betrieb die Möglichkeit eröffnen, entsprechende Erfahrungen mit Blick auf eine spätere eigene Betriebsführung zu sammeln. Gleichzeitig wird sich die GmbH der Klärschlammherzeuger in diesem Fall vermutlich stärker in der Vorfinanzierung beteiligen müssen als bei bloßer Beauftragung eines Dienstleisters.

8 Handlungs- und Maßnahmenvorschläge für die Phosphorrückgewinnung

8.1 Beschreibung möglicher Handlungsoptionen

8.1.1 Nutzung thermischer Klärschlammbehandlungskapazitäten in privatwirtschaftlicher oder kommunaler Trägerschaft

In den an Brandenburg angrenzenden Bundesländern sind in unterschiedlichem Maße Klärschlammmonoverbrennungsanlagen durch privatwirtschaftliche Träger in Betrieb, im Bau, in Planung oder in Diskussion. Während sich in Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern im Vergleich zu den jeweils anfallenden Klärschlammengen Überkapazitäten abzeichnen, ist die Situation in Sachsen diesbezüglich noch unklar. Einige dieser Anlagen decken mit einem angenommenen Einzugsradius von 100 Kilometer Teile des Bundeslandes Brandenburg ab (siehe Abbildung 19).

Grundsätzlich ist die Nutzung vorhandener Überkapazitäten eine sinnvolle Option, da sie sich sowohl in wirtschaftlicher als auch ökologischer Hinsicht als vorteilhaft erweisen können. Ein intensiver Wettbewerb bei vorhandenen Überkapazitäten lässt wirtschaftliche Behandlungspreise erwarten, während die Auslastung vorhandener Kapazitäten in vertretbarer Transportentfernung unter Umweltsichtspunkten sinnvoll ist.

Die Region Nord liegt im Einzugsbereich der KMV Stavenhagen, deren Auslastungsgrad von der Umsetzung der KMV-Planungen in Rostock abhängt. Nach den Aussagen des Anlagenbetreibers sollen auch Klärschlämme im Norden Brandenburgs für die Anlage akquiriert werden. Festzustellen ist allerdings, dass es aufgrund nur einer vorhandenen Anlage keinen wirklichen Wettbewerb zwischen Behandlungsanlagen in der Region gibt. In der Region Süd liegt der westliche Teil im Einzugsbereich der KMV in Bitterfeld-Wolfen, während für den östlichen Teil bislang Anlagenstandorte (Cottbus, Boxberg, Dresden, Lauta, Großräschen) lediglich diskutiert werden. Die genannten bereits vorhandenen Behandlungskapazitäten werden privatwirtschaftlich betrieben, wodurch deren Nutzung nur unter Beachtung vergaberechtlicher Vorgaben möglich ist. Insofern weitere bislang nur diskutierte Anlagen auch umgesetzt werden, entsteht in der Region auch ein Wettbewerb innerhalb des Entsorgungsmarktes für Klärschlämme.

Im Berliner Umland schaffen die BWB Kapazitäten auch für Brandenburger Klärschlämme, welche bspw. im Rahmen interkommunaler Zusammenarbeit nutzbar wären.

Für Kläranlagen, die sich im Einzugsbereich von KMV mit Überkapazitäten befinden, ist deren Nutzung eine wesentliche Handlungsoption.

Derzeit existieren in der Region keine Anlagen zur Phosphorrückgewinnung aus den anfallenden Klärschlammaschen. Grund ist der mangelnde Reifegrad der entsprechenden Technologien. Aus diesem Grund sind verstärkt Anstrengungen in die Entwicklung entsprechender Verfahren zu legen. Da der verfügbare Zeitraum bis zum Inkrafttreten der Verpflichtung zur P-Rückgewinnung aus den Klärschlammaschen am 01.01.2029 vor dem Hintergrund üblicher Planungs-, Genehmigungs-, Errichtungs- und Inbetriebnahmezeiten als kurz einzuschätzen ist, muss die Option der Langzeitlagerung von Klärschlammaschen bei der Errichtung von Klärschlammmonoverbrennungsanlagen mitgedacht werden. Da allerdings die Kosten für die rückholbare Lagerung, die Rückholung und Aufbereitung der rückgeholtten Aschen für die P-Rückgewinnung erheblich sind (deutlich höher als übliche Deponiekosten) und auch Flächen für die Langzeitlagerung kaum zur Verfügung stehen, ist diese Option zu vermeiden und darf nur den absoluten Ausnahmefall darstellen.

8.1.2 Schaffung von thermischen Klärschlammbehandlungskapazitäten in kommunaler Trägerschaft

Im Land Brandenburg mangelt es derzeit noch an thermischen Klärschlammbehandlungskapazitäten. Weder in der Region Nord noch in der Region Süd sind bislang standortkonkret Anlagen genehmigt. Lediglich in Berlin und dem Berliner Umland werden durch die Berliner Wasserbetriebe Kapazitäten geschaffen, die auch in gewissem Umfang für Brandenburger Klärschlämme zur Verfügung stehen. In der Region Süd wird die Errichtung einer Klärschlammmonoverbrennungsanlage mit Phosphorrückgewinnung diskutiert (siehe Abschnitt 6.1).

Die Schaffung thermischer Behandlungskapazitäten im Zusammenschluss mehrerer Aufgabenträger der öffentlichen Abwasserbehandlung ist aus diesem Grund eine mögliche Handlungsoption, um den Kapazitätsbedarf der Klärschlammbehandlung zu decken. Die in diesem Zusammenhang zu beachtenden rechtlichen Fragestellungen wurden vorstehend in den Abschnitten 7.8.2 bis 7.8.5 erläutert.

Bei der Wahl verfahrenstechnischer Lösungen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Grundsätzlich ist zu entscheiden, ob die Verfügbarkeit an Klärschlamm und die zurückzulegenden Transportentfernungen eine zentrale Anlage rechtfertigen oder ob aufgrund geringer Mengen und großer Transportentfernungen eher eine oder mehrere dezentrale Anlagen in Frage kommen. Für beide Optionen sind verfahrenstechnische Lösungen nach dem Stand der Technik verfügbar. Welche Option die günstigste ist, ist mittels einer Machbarkeitsstudie im Einzelfall zu entscheiden.

Grundsätzlich lässt sich anhand der Rahmenbedingungen feststellen, dass eine zentrale Anlage in der Region Nord aufgrund der verfügbaren Klärschlammengen eher ausscheidet, während in der Region Süd eine zentrale Lösung sinnvoll ist. Allerdings ist dafür die Bündelung eines Großteils der in der Region Süd anfallenden Klärschlämme, ggf. die Akquise von Klärschlämmen aus angrenzenden Bundesländern erforderlich.

Da es derzeit bundesweit an solitär betriebenen Anlagen, die Phosphor aus Klärschlammasche zurückgewinnen, mangelt, sollten neue Klärschlammmonoverbrennungsanlagen grundsätzlich in Verbindung mit Anlagen zur Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlammasche geplant werden.

8.1.3 Integration der Phosphorrückgewinnung in den Kläranlagenbetrieb

Unter bestimmten Bedingungen kann die Phosphorrückgewinnung aus der flüssigen Phase (meist Schlammwasser) im Rahmen der Abwasserreinigung sinnvoll sein. Dafür existieren mehrere bereits großtechnisch ausgereifte Verfahren (siehe Anhang 2). Voraussetzung für diese Verfahren ist eine Bio-P-Elimination sowie eine Faulung, da die in der Biomasse angereicherten Phosphate unter anaeroben Bedingungen in Lösung gehen und im Gegensatz zu den schwer löslichen Fe- und Al-Phosphaten der chemischen Fällung leicht ausgefällt werden können. Die P-Rückgewinnungsraten sind mit 25 - 40 Prozent in der Praxis geringer als die Raten der P-Rückgewinnung aus der Klärschlammmonoverbrennungssasche. Dies liegt insbesondere an den Spezifika eines biologischen Prozesses, insbesondere dessen mangelnder Steuerbarkeit. Allerdings reichen die Rückgewinnungsraten oft aus, um den P-Gehalt in den anfallenden Klärschlämmen unter 20 g/kg TS zu senken und damit die Verpflichtung zur Phosphorrückgewinnung gemäß AbfKlärV zu umgehen. Damit ist die anschließende Klärschlammverwertung in der kostengünstigeren Mitverbrennung möglich.

Grundsätzlich ist diese Option insofern nicht im Sinne der Zielsetzung der AbfKlärV, einen möglichst hohen Anteil des im Klärschlamm enthaltenen Phosphors zurückzugewinnen. Allerdings sind die Verfahren technisch etabliert und kostengünstiger als die Rückgewinnung aus der Klärschlammmasche. Zudem lassen sich unerwünschte MAP-Ablagerungen in den Rohrleitungen durch Einsatz dieser Verfahren vermeiden, was auch das ursprüngliche Ziel der Entwicklung dieser Verfahren gewesen ist.

Es ist im Einzelfall zu prüfen, ob die auf der Kläranlage vorhandenen Bedingungen den Einsatz dieser Verfahren rechtfertigen.

8.1.4 Fortführung der bodenbezogenen Verwertung

Die bodenbezogene Verwertung in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau war lange Zeit die vorherrschende Form der Klärschlammverwertung. Die Diskussion um die Anreicherung von Schadstoffen im Boden hat dazu geführt, dass die Grenzwerte für die bodenbezogene Klärschlammverwertung verschärft wurden. Zudem führten der zunehmende Anteil ökologisch wirtschaftender Betriebe und die Flächenkonkurrenz mit anderen organischen Düngemitteln (bspw. Gülle, landwirtschaftliche Gärsubstrate) sowie die Einschränkungen von Ausbringungszeiten und geeigneten Flächen durch das Düngerecht zu einer Abnahme der bodenbezogenen Verwertung zugunsten der thermischen Klärschlammverbrennung.

Insoweit die anfallenden Klärschlämme die Grenzwerte für die bodenbezogene Verwertung einhalten, ist die bodenbezogene Klärschlammverwertung gemäß der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung für Kläranlagen mit weniger als 50.000 Einwohnerwerten auch über das Jahr 2032 hinaus eine zulässige Option. Die aufgrund steigender Energiekosten und zunehmender Rohstoffverknappung steigenden Mineraldüngerpreise lassen zudem die direkte Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft wieder attraktiver erscheinen. Vor diesem Hintergrund sollten Kläranlagen, die diese Voraussetzungen erfüllen, die bodenbezogene Klärschlammverwertung als kostengünstige Option weiterhin nutzen.

Allerdings sollten die Betreiber dieser Kläranlagen die Diskussionen um die in den Klärschlämmen enthaltenen Arzneimittelrückstände und Mikroplastik aufmerksam verfolgen, um bei einer auf Basis dieser Diskussionen zu erwartenden weiteren Verschärfung der Grenzwerte für die bodenbezogene Verwertung rechtzeitig reagieren zu können.

8.2 Bewertung der möglichen Handlungsoptionen

Nachfolgend werden die im Abschnitt 8.1 beschriebenen Handlungsoptionen aus Sicht der Aufgabenträger der kommunalen Abwasserbehandlung mittels einer SWOT-Analyse bewertet. Dabei werden die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken einer Handlungsoption einander gegenübergestellt.

Tabelle 12: SWOT-Analyse für die Schaffung von thermischen Klärschlammbehandlungskapazitäten in kommunaler Trägerschaft

Ressourcenanalyse (interne Einflussfaktoren)	
Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> + Kostenkontrolle + Auslastung kann durch interkommunale Kooperation dauerhaft abgesichert werden + Wertschöpfung bleibt bei Kommune + Planungssicherheit durch dauerhafte Kooperationen 	<ul style="list-style-type: none"> - Verantwortung für Anlagenauslastung - Verantwortung für Phosphorrückgewinnung - Ausfallverbund für Anlagenausfall muss geschaffen werden - Vermarktungsweg für phosphorhaltiges Produkt muss organisiert werden - Last der Vorfinanzierung
Umweltanalyse (externe Einflussfaktoren)	
Chancen (Opportunities)	Risiken (Risks)
<ul style="list-style-type: none"> + Unabhängigkeit von Marktschwankungen 	<ul style="list-style-type: none"> - regionale Verfügbarkeit von Klärschlammengen vor Inbetriebnahme - geringe Verfügbarkeit großtechnisch ausgereifter P-Rückgewinnungsverfahren - Unsicherheit bzgl. zukünftiger Kostenentwicklungen für Energie und Material - Fachkräftemangel - Standortverfügbarkeit - Dauer von Genehmigungsverfahren

Tabelle 13: SWOT-Analyse für die Nutzung thermischer Klärschlammbehandlungskapazitäten in privatwirtschaftlicher oder kommunaler Trägerschaft

Ressourcenanalyse (interne Einflussfaktoren)	
Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> + Verantwortung für technische Umsetzung der Phosphorrückgewinnung liegt beim Dienstleister + bei langfristigen Verträgen: Planungssicherheit + Vorfinanzierung kann je nach Vertragsgestaltung beim Auftragnehmer liegen 	<ul style="list-style-type: none"> - Klärschlammherzeuger bleibt abfallrechtlich für ordnungsgemäßen Abschluss der Verwertung (Phosphorrückgewinnung) verantwortlich - bei kurzfristigen Verträgen: fehlende Planungssicherheit - Abhängigkeit von Initiativen Privater
Umweltanalyse (externe Einflussfaktoren)	
Chancen (Opportunities)	Risiken (Risks)
<ul style="list-style-type: none"> + günstige Behandlungspreise durch Wettbewerb im Entsorgungsmarkt 	<ul style="list-style-type: none"> - Abhängigkeit vom Marktgeschehen - Risiko des Marktversagens - geringe Verfügbarkeit großtechnisch ausgereifter P-Rückgewinnungsverfahren

Tabelle 14: SWOT-Analyse für die Integration der Phosphorrückgewinnung in den Kläranlagenbetrieb

Ressourcenanalyse (interne Einflussfaktoren)	
Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> + kostengünstige Option durch geringen anlagentechnischen Aufwand und anschließender Mitverbrennung der Klärschlämme + Verringerung von MAP-Ablagerungen in den Rohrleitungen + leicht in den Klärwerkbetrieb integrierbar + Wertschöpfung bleibt bei Kommune 	<ul style="list-style-type: none"> - Bio-P-Elimination und Faulung sind Voraussetzung - zusätzliche technische Anlage im Klärwerkbetrieb - Ausfallrisiko
Umweltanalyse (externe Einflussfaktoren)	
Chancen (Opportunities)	Risiken (Risks)
<ul style="list-style-type: none"> + etablierte verfahrenstechnische Lösungen verfügbar + Unabhängigkeit von Marktschwankungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Unsicherheit bzgl. zukünftiger Kostenentwicklungen für Energie und Material - Fachkräftemangel - geringe P-Rückgewinnungsraten - umweltpolitisch nicht gewollte Umgehung der Regelungen der AbfKlärV zur P-Rückgewinnung

Tabelle 15: SWOT-Analyse für die Fortführung der bodenbezogenen Verwertung

Ressourcenanalyse (interne Einflussfaktoren)	
Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> + kostengünstiger Verwertungsweg + regionale Wertschöpfung 	<ul style="list-style-type: none"> - zukünftig nur für Kläranlagen mit bis zu 50.000 EW möglich - Abhängigkeit von verlässlicher, dauerhafter Einhaltung der Grenzwerte
Umweltanalyse (externe Einflussfaktoren)	
Chancen (Opportunities)	Risiken (Risks)
<ul style="list-style-type: none"> + steigende Nachfrage nach organischen Düngern aufgrund steigender Preise für Mineraldüngemittel 	<ul style="list-style-type: none"> - weitere gesetzliche Verschärfung bestehender Grenzwerte für die bodenbezogene Verwertung - Etablierung neuer Grenzwerte vor dem Hintergrund der Diskussion um Arzneimittelrückstände und Mikroplastik

8.3 Potenzialprüfung für innovative Demonstrationsvorhaben

Unter Innovation (lateinisch innovare ‚erneuern‘) werden üblicherweise Neuerungen oder Erfindungen verstanden. Eine Innovation findet allerdings erst dann tatsächlich statt, wenn eine solche Neuerung oder Erfindung eine Marktgängigkeit erreicht, also als Produkt, Dienstleistung oder Verfahren auch Anwendung findet (Müller-Prothmann u. Dörr (2009)). Innovationsförderung dient der Unterstützung von Unternehmen, um Innovationsprozesse, also den Schritt von der Idee zur Innovation, leisten zu können.

Die Abwasser- und Klärschlammbehandlung mit dem Ziel der Phosphorrückgewinnung gliedert sich grundsätzlich in zwei Teilprozesse, der üblichen Behandlung von Abwasser und Klärschlämmen sowie nachgeschalteten Verfahren zur Rückgewinnung des Phosphors. Während die Verfahren des ersten Schrittes (bspw. Wirbelschichtverbrennung von Klärschlamm) Stand der Technik sind und insofern keinen innovativen Charakter tragen, befindet sich derzeit eine große Anzahl von Phosphorrückgewinnungsverfahren noch im Entwicklungszustand des Labor- oder Pilotmaßstabs (siehe Abschnitt 3.2).

Förderfähig im Sinne innovativer Demonstrationsvorhaben sind also insbesondere die Phosphorrückgewinnungsverfahren, nicht unbedingt die Verfahren zur Vorbehandlung der Klärschlämme. Diese sind es nur, wenn sie gegenüber dem Stand der Technik eine Weiterentwicklung beinhalten.

Als innovative Demonstrationsvorhaben können demzufolge folgende Verfahren gelten:

- Phosphorrückgewinnungsverfahren, die nicht bereits großtechnisch umgesetzt sind
- zentrale Vorbehandlungstechnologien, die bislang nicht großtechnisch umgesetzt sind
- dezentrale Lösungen unter Verwendung bislang nicht üblicher Verfahrenskombinationen

Da in Brandenburg bislang keine Anlagen zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen betrieben werden, ist durchaus Potenzial für Demonstrationsvorhaben vorhanden. Unter Anwendung der Kriterien für den innovativen Charakter eines Demonstrationsvorhabens ist die Förderwürdigkeit im Einzelfall zu prüfen.

8.4 Zusammenfassung

Die im Jahr 2017 in Kraft getretene Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung ändert die Art und Weise der Entsorgung von Klärschlämmen aus der öffentlichen Abwasserbehandlung grundlegend. Aufgrund der Verschärfung der Grenzwerte für die bodenbezogene Verwertung in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau ist bereits jetzt ein Rückgang der bodenbezogenen Verwertung zu beobachten. Zudem wurde eine Verpflichtung zur Rückgewinnung von Phosphor aus den anfallenden Klärschlämmen eingeführt. Ab dem Jahr 2029 dürfen Abwasserbehandlungsanlagen mit einer genehmigten Ausbaugröße von mehr 100.000 EW (GK5) und ab dem Jahr 2032 Abwasserbehandlungsanlagen mit einer genehmigten Ausbaugröße von mehr als 50.000 EW (GK4b) die anfallenden Klärschlämme nicht mehr bodenbezogen verwerten. Es sind zudem zu erreichende Zielgrößen für die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen bzw. Klärschlammaschen vorgeschrieben. Wie die P-Rückgewinnung technisch umgesetzt werden soll, ist den Betreibern der Abwasserbehandlungsanlagen dabei weitgehend freigestellt. Die Betreiber der Abwasserbehandlungsanlagen haben der zuständigen Behörde bis zum 31.12.2023 zu berichten, welche Maßnahmen sie zur Umsetzung dieser Verpflichtungen geplant haben.

Das vorliegende Gutachten analysiert die Situation der Klärschlammentsorgung im Land Brandenburg. Auf Basis einer regionalisierten Betrachtung wurden Handlungsempfehlungen für die Betreiber öffentlicher Abwasserbehandlungsanlagen abgeleitet. Umfassend wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine mögliche interkommunale Zusammenarbeit bei der Umsetzung der Verpflichtungen betrachtet.

Von den 235 öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen, die derzeit in Brandenburg betrieben werden, sind neun der GK5 (mehr als 100.000 EW) und zehn der GK4b (mehr als 50.000 bis 100.000 EW) zuzuordnen. Der Betrieb der Anlagen erfolgt durch 138 Aufgabenträger.

Die Statistik des Klärschlammanfalls ist im Zusammenhang mit dem durch Berliner Einwohner erzeugten Abwasser zu betrachten. Fünf große Kläranlagen (GK5) der Berliner Wasserbetriebe (BWB) befinden sich auf Brandenburger Gebiet im Berliner Umland. Diese Kläranlagen behandeln zusammen ca. 80 Prozent Berliner und 20 Prozent Brandenburger Abwasser. Die Klärschlammstatistik des Statistischen Landesamtes weist für Brandenburg inklusive des Klärschlammes aus diesen fünf Anlagen für das Jahr 2020 69.087 Tonnen TS an direkt entsorgten Klärschlamm sowie 10.991 Tonnen TS an Klärschlamm, der an Abwasserbehandlungsanlagen in anderen Bundesländern abgegeben wurde, aus. Insgesamt fielen demzufolge in den Kläranlagen auf dem Gebiet des Landes Brandenburg 80.078 Tonnen TS an Klärschlämmen an. Abzüglich der bei der Behandlung des durch Berliner Einwohner erzeugten Abwassers anfallenden Klärschlämme ergeben sich 43.572 Tonnen TS an Klärschlämmen, welche ausschließlich durch die Behandlung des Abwassers der Brandenburger Einwohner erzeugt werden. Zudem ist zu berücksichtigen, dass der Klärschlamm, welcher den an Kläranlagen der BWB angeschlossenen Brandenburger Einwohnern zuzurechnen ist (rechnerisch 9.659 Tonnen TS), auch zukünftig durch die BWB entsorgt wird. Aus diesem Grund verringert sich die letztlich zu entsorgende Klärschlammmenge der Brandenburger Kläranlagen auf 33.913 Tonnen TS.

Aufgrund der dargestellten statistischen Besonderheiten zeichnet auch die Statistik der Klärschlammentsorgung in Brandenburg ein falsches Bild hinsichtlich der genutzten Verwertungswege. Unter Einbezug der Berliner Mengen, die ausschließlich in der Mono- oder der Mitverbrennung entsorgt werden, ergibt sich ein Anteil der thermischen Behandlung von über 67 Prozent. Tatsächlich ist dieser Anteil wesentlich geringer. Die Befragung der Brandenburger Kläranlagenbetreiber im Rahmen des vorliegenden Gutachtens ergab lediglich einen Anteil von knapp 45 Prozent, während der Anteil der bodenbezogenen Verwertung mit über 35 Prozent höher ist als in der Statistik ausgewiesen. Bei den

Befragungsdaten ist zu beachten, dass bezogen auf die erzeugte Klärschlammmenge fast 20 Prozent der Anlagen nicht geantwortet haben, so dass sowohl die thermische Behandlung, insbesondere aber auch die bodenbezogene Verwertung noch höhere Anteile aufweisen dürften.

Die Prognose der Klärschlammmenge bis zum Jahr 2032 ergibt einen leichten Anstieg um 0,7 Prozent bis zum Jahr 2026 und anschließend einen leichten Rückgang um 0,4 Prozent.

Mit Ausnahme der Klärschlammmonoverbrennungsanlage der BWB in Waßmannsdorf, die anteilig auch Brandenburger Klärschlämme entsorgen wird, gibt es in Brandenburg noch keine standortkonkreten, immissionsschutzrechtlich genehmigten Anlagenplanungen. Lediglich das Zementwerk Rüdersdorf bietet Kapazitäten zur Mitverbrennung von Klärschlämmen an. Insofern besteht offensichtlich Bedarf an Kapazitäten zur Klärschlammbehandlung mit Phosphorrückgewinnung.

Dieser Bedarf wurde im Rahmen einer regionalisierten Betrachtung konkretisiert. Dafür wurde das Land Brandenburg in drei Regionen (Nord, Süd und Berliner Umland) unterteilt. Die Regionen können wie folgt beschrieben werden:

Region Nord:

In der Region Nord befinden sich fünf Kläranlagen der GK4b sowie zwei Kläranlagen der BWB, welche der GK5 zuzuordnen sind. Abzüglich der beiden GK5-Anlagen werden in der Region Nord ca. 13.000 Tonnen TS an Klärschlämmen erzeugt. Die Verwertung dieser Klärschlämme erfolgt überwiegend bodenbezogen. Lediglich die Kläranlagen der GK4b verwerten die anfallenden Klärschlämme in der Mitverbrennung.

In der Region ist die Interessengemeinschaft ReTec aktiv. Der Verfahrensentwickler ReTec Research and Development GmbH plant mit Unterstützung mehrerer Kommunen die Entwicklung eines Verfahrens zur Verwertung von Klärschlämmen inklusive Phosphorrückgewinnung für Kläranlagen der GK1 bis GK4a. Die Chancen für eine Marktreife dieses Verfahrens können zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht bewertet werden.

Die Region befindet sich im Einzugsbereich der KMV Stavenhagen. Da dies die einzige KMV ist, welche Kapazitäten für den Norden Brandenburgs zur Verfügung stellt, fehlt es an Wettbewerb. Die Auslastung der Anlage in Stavenhagen hängt wesentlich von der Umsetzung der Planungen der KMV Rostock ab. Neben dieser Option der Monoverbrennung wird die bodenbezogene Verwertung eine wesentliche Bedeutung behalten. Zudem ist zu empfehlen, die Wirtschaftlichkeit dezentraler Ansätze (bspw. ReTec, falls Marktreife erreicht wird, oder kleine Drehrohranlagen) zu prüfen.

Region Süd:

In der Region Süd werden fünf Kläranlagen der GK4b und sieben Kläranlagen der GK5 betrieben. Von letzteren sind drei den Berliner Wasserbetrieben und demzufolge dem Berliner Umland zuzurechnen.

In der Region Süd werden abzüglich der Mengen aus den BWB-Kläranlagen ca. 21.000 Tonnen TS an Klärschlamm pro Jahr erzeugt. Die Klärschlämme werden kompostiert oder mitverbrannt.

Die Interessengemeinschaft Südost-Brandenburg als Zusammenschluss von drei kommunalen Aufgabenträgern plant die Errichtung einer Klärschlammmonoverbrennungsanlage mit Phosphorrückgewinnung und strebt dabei nach eigenen Aussagen derzeit die Nutzung des TetraPhos®-Verfahrens an. Die Kapazität soll 20.000 Tonnen TS/a betragen. Für den Erfolg des Projektes ist vor dem Hintergrund der Planungen in den angrenzenden Bundesländern die Zeitschiene relevant. Die Region befindet sich innerhalb des 100 Kilometer-Radius der in Betrieb befindlichen Klärschlammmonoverbrennungsanlagen in Bitterfeld-Wolfen (Sachsen-Anhalt) sowie der bislang lediglich angekündigten Projekte für Klärschlamm-monoverbrennungsanlagen in Boxberg und Dresden (Sachsen). Es muss schnell gelingen, ausreichend

kommunale Aufgabenträger mit ihren Klärschlammengen für das Projekt zu gewinnen. Alternativ sollte zudem über eine Verringerung der geplanten Durchsatzmenge nachgedacht werden.

Region Berliner Umland:

Im Berliner Umland betreiben die Berliner Wasserbetriebe fünf Kläranlagen der GK5, welche vor allem Abwasser aus dem Land Berlin und untergeordnet auch Abwasser aus Brandenburger Kommunen behandeln. In diesen Anlagen fallen bezogen auf den Brandenburger Anteil der angeschlossenen Einwohner ca. 10.000 Tonnen TS an Klärschlamm pro Jahr an, welche derzeit thermisch entsorgt (Mono- und Mitverbrennung) werden.

Neben der Klärschlammmonoverbrennungsanlage in Ruhleben (Berlin, 60.000 Tonnen TS/a) errichten die BWB in Waßmannsdorf (Brandenburg) derzeit eine Klärschlammmonoverbrennungsanlage mit einer Kapazität von 64.000 Tonnen TS an Klärschlämmen. Die Kapazität dieser beiden Anlagen ist ausreichend für alle in den Kläranlagen der BWB anfallenden Klärschlämme. Darüber hinaus können zumindest mittelfristig (in Abhängigkeit des Berliner Bevölkerungswachstums) auch Klärschlämme aus anderen Brandenburger Anlagen aus dem Berliner Umland (beispielsweise Potsdam) mitbehandelt werden.

Neben der Bewertung verfügbarer Klärschlammengen und der Klärung technologischer Fragestellungen sind auch die rechtlichen Gegebenheiten zu bewerten, insbesondere wenn Klärschlammherzeuger zur Erfüllung ihrer Pflichten nach der AbfKlärV zusammenarbeiten wollen. Dabei stellt sich die Frage nach einer geeigneten Kooperationsform. Hierfür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Im Rahmen des Vergleichs der rechtlichen Varianten zur Bildung kommunaler Kooperationen ist folgendes festzustellen:

Die Wahl einer geeigneten Kooperationsform hängt zunächst ganz maßgeblich vom Kreis der Beteiligten ab: Sollen sich neben Kommunen auch privatrechtlich organisierte Anlagenbetreiber beteiligen können, kommt im Ergebnis nur die Rechtsform der GmbH in Betracht.

Eine Zusammenarbeit im Zweckverband und in der AöR ist dagegen für rein kommunal verfasste Klärschlammherzeuger ebenfalls als Organisationsmodell geeignet. Diese beiden Formen weisen allerdings keine Haftungsbeschränkung auf. Eine Aufgabenübertragung an diese Organisationen kann überdies u.a. vergaberechtlichen Risiken begegnen, so dass sich eine jeweilige Mandatierung / Beauftragung nach In-House-Grundsätzen als vorzugswürdig erweisen kann. Die früher für die Zeit vor dem 01.01.2023 für diese Rechtsformen ausgemachten Vorzüge im Punkt Umsatzsteuer werden unter der künftigen umsatzsteuerlichen Bewertung des § 2 b UStG nicht mehr in gleicher Weise bestehen. Ansätze für eine Steuerbefreiung kann jedoch ggf. § 4 Nr. 29 UStG bieten. Die weitere Entwicklung zu diesen noch neuen Regelungen bleibt zu beachten.

Die rein vertragliche Kooperation verschiedener Partner oder der Zusammenschluss nur für Zwecke eines Vergabeverfahrens sind wiederum für alle Partner unabhängig von ihrer eigenen Rechtsform möglich. Allerdings bieten sich diese reinen Marktansprachen nur an, wenn auch ein entsprechend großer Kreis potentieller Bieter zu erwarten ist. Dies ist derzeit zumindest für den Südwesten Brandenburgs nicht ganz fernliegend. Die Entwicklung im Norden kann sich ggf. ebenfalls dafür anbieten. Keine belastbaren Perspektiven bestehen derzeit wohl im Südosten Brandenburgs, soweit es dort bislang bei Ankündigungen möglicher Projekte geblieben ist. Insoweit bleibt die Prüfung einer eigenen Betätigung der Aufgabenträger relevant.

Folgende Empfehlungen können aus den Analysen der Studie abgeleitet werden:

- Vor dem Hintergrund der bis zum 31.12.2023 anstehenden Berichtspflicht müssen die Betreiber der öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen, sofern noch nicht geschehen, zeitnah

konzeptionelle Überlegungen zur Umsetzung der aus der novellierten AbfKlärV resultierenden Verpflichtungen entwickeln.

- Die bodenbezogene Verwertung bleibt für Kläranlagen, welche die Bedingungen nach AbfKlärV für diesen Entsorgungsweg erfüllen, eine kostengünstige Option. Allerdings sollten Aufgabenträger bzw. Betreiber, die diesen Entsorgungsweg nutzen, die Diskussionen um mögliche Grenzwertverschärfungen, Arzneimittelrückstände sowie Mikroplastik verfolgen, um rechtzeitig auf veränderte Rahmenbedingungen für die bodenbezogene Verwertung reagieren zu können.
- Langfristige Entsorgungsverträge bieten Planungssicherheit für Auftraggeber und Auftragnehmer.
- Die Möglichkeit der Phosphorrückgewinnung im Rahmen des Klärwerksprozesses kann im Einzelfall und bei vorhandenen Voraussetzungen (Bio-P, Faulung) eine sinnvolle Option sein. Dies ist im Einzelfall zu prüfen.
- Die Beauftragung eines Dienstleisters mit der Klärschlammbehandlung und Phosphorrückgewinnung bietet je nach Ausgangslage durchaus Vorteile. Die technische Umsetzung der Phosphorrückgewinnung und den Vertrieb der erzeugten phosphorhaltigen Produkte liegt in der Verantwortung des Dienstleisters. Der Aufgabenträger bzw. Betreiber der Kläranlage ist allerdings im abfallrechtlichen Sinne bis zum Abschluss der Verwertung (Phosphorrückgewinnung) verantwortlich für die ordnungsgemäße Verwertung der Klärschlämme und muss diese überwachen. Bei der Beauftragung Dritter ist das Vergaberecht zu beachten. Die Aufgabenträger profitieren davon, dass der beauftragte Dritte die Vorfinanzierung der Errichtungs- und Betriebskosten übernimmt.
- Auch für die Beauftragung Dritter kann sich vorab ein Zusammenschluss der Aufgabenträger in einer neuen Organisation anbieten, um die Planung und Abwicklung der Drittbeauftragung zu erleichtern.
- Die Förderung von Demonstrationsvorhaben ist an den innovativen Charakter zu koppeln. Da die thermische Behandlung weitgehend Stand der Technik ist, ist die Innovation insbesondere im Bereich der Phosphorrückgewinnung zu suchen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Entsorgungssicherheit für die in Brandenburg anfallenden Klärschlämme noch nicht gesichert ist. Da derzeit noch zahlreiche Projekte in den angrenzenden Bundesländern in Diskussion sind, kann nicht abschließend beurteilt werden, ob die Entsorgung der Brandenburger Klärschlämme in anderen Bundesländern möglich ist, falls in Brandenburg kein Projekt zur Klärschlammmonoverbrennung zustande kommt.

Literaturverzeichnis

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2021): Bevölkerungsvorausberechnung für das Land Brandenburg 2020 bis 2030. https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/2d433971f996bdf4/ec5cead7539c/SB_A01-08_2021_BB.pdf

(letzter Zugriff am 01.07.2022)

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2021): Statistischer Bericht Q I 9 - j / 20 Entsorgung von Klärschlamm im Land Berlin 2020. https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/3dfb6044b653ac31/3510e2b527b8/SB_Q01-09-00_2020j01_BE.pdf

(letzter Zugriff am 20.06.2022)

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2021): Statistischer Bericht Q I 9 - j / 20 Entsorgung von Klärschlamm im Land Brandenburg 2020. https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/8cae7d40933b32e5/eb39bde83d32/SB_Q01-09-00_2020j01_BB.pdf

(letzter Zugriff am 20.06.2022)

Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Schreiben vom 3.4.2018 – 78-U8755.0-2018/1-5

Bechtold/Bosch, Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen, Kommentar, 10. Auflage, München 2021.

Bertau, M.; Fröhlich, P.; Gellermann, C.; Maurer, A.; Vohrer, U. u. K. Wendler (2017): Phosphatrückgewinnung - Statuspapier der ProcessNet-Fachgruppe „Rohstoffe“.

https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/Statuspap_Phosphat_2017_FINAL_NOV-p-20003290.pdf (letzter Zugriff am 22.12.2022)

BMF, Anwendungsfragen des § 2b Umsatzsteuergesetz (UStG),
Geschäftszeichen III C 2 - S 7107/19/10009 :003, Schreiben vom 20.02.2020

BMF, Einführungsschreiben zur Befreiung der Leistungen von selbstständigen
Personenzusammenschlüssen an ihre Mitglieder, § 4 Nr. 29 UStG,
Geschäftszeichen III C 3 - S 7189/20/10001 :001, vom 19.07.2022

BMF, Schreiben (koordinierter Ländererlass), Anwendungsfragen des § 2b UStG,
Geschäftszeichen III C 2 – S-7107 / 19 / 10005 :014 vom 09.07.2020

BMF, Umsatzbesteuerung der Leistungen der öffentlichen Hand; Anwendungsfragen des § 2b UStG,
Geschäftszeichen III C 2 - S 7107/16/10001, Schreiben vom 16.12.2016

BMF, Umsatzsteuer; Gesonderte Prüfung möglicher größerer Wettbewerbsverzerrungen bei § 2b Abs. 3
Nr. 2 UStG, Geschäftszeichen III C 2 -S 7107/19/10005 :011, Schreiben vom 14.11.2019

BMU (2017): Neue Klärschlammverordnung in Kraft. <https://www.bmuv.de/gesetz/verordnung-zur-neuordnung-der-klaerschlammverwertung> (letzter Zugriff am 03.03.2023)

Deutscher Bundestag, Drucksache 18/6281, Gesetzentwurf der Bundesregierung: Entwurf eines
Gesetzes zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsgesetz –
VergRModG),

DWA-ARBEITSGRUPPE KEK-1.5 (2018): Auswirkungen der neuen Klärschlammverordnung auf die
Klärschlamm Entsorgung - Erster Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe KEK-1.5, Korrespondenz
Abwasser, Abfall, 2018 (65), Nr. 8, S. 703-709

EU-Kommission (2014): MEMO The European Critical Raw Materials review.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_14_377 (letzter Zugriff am 22.12.2022)

Gabriel/Mertens/Prieß/Stein (Hrsg.), BeckOK Vergaberecht, 22. Edition, Stand: 31.07.2021, beck-online.

Kraus, F., Zamzow, M., Conzelmann, L., Remy, Ch., Kleyböcker, A., Seis, W., Miehe, U., Hermann, L., Hermann, R. u. Ch. Kabbe (2019): Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-19_texte_13-2019_phorwaerts.pdf (letzter Zugriff am 29.10.2022)

Landtag Brandenburg, Drucksache 5/3023, Gesetzentwurf der Landesregierung, Gesetz zur Stärkung der kommunalen Daseinsvorsorge

Landtag Brandenburg, Drucksache 5/8411, Gesetzentwurf der Landesregierung für ein Gesetz über kommunale Gemeinschaftsarbeit im Land Brandenburg (GKGBbg)

LEAG (2022): LEAG und Veolia planen Großinvestition am Kraftwerksstandort Boxberg, Pressemitteilung der LEAG AG vom 12.05.2022. <https://www.leag.de/de/news/details/leag-und-veolia-planen-grossinvestition-am-kraftwerksstandort-boxberg/> (letzter Zugriff am 22.12.2022)

Ministerium des Innern des Landes Brandenburg, Rundschreiben zu den Regelungen der Kommunalverfassung über die wirtschaftliche Betätigung von Kommunen (§§ 91 – 100) vom 13.11.2013, Gesch.Z.: 33-360-00

MLUK (2021): Kommunale Abwasserbeseitigung im Land Brandenburg – Lagebericht 2021. <https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Lagebericht-Abwasserbeseitigung2021.pdf> (letzter Zugriff am 01.03.2023)

Montag, D., Allwicher, I., Ehm, J.-H. u. L. Hiep (2021): Stand der Umsetzung der Phosphorrückgewinnung in Deutschland. Vortrag auf dem 33. Aachener Kolloquium für Abfall- und Ressourcenwirtschaft am 25.11.2021

Müller-Prothmann, T. u. N. Dörr (2009): Innovationsmanagement. Strategien, Methoden und Werkzeuge für systematische Innovationsprozesse. Hanser, München

Müller-Wrede, Malte (Hrsg.), GWB Vergaberecht, Kommentar, 1. Auflage, Berlin 2016.

Münchener Kommentar zum GmbHG, Hrsg. Fleischer/Goette, Band 1, 4. Auflage 2022, beck-online

Muth, Michael (Hrsg.), Potsdamer Kommentar – Kommunalrecht und Kommunales Finanzrecht in Brandenburg, Stand Juni 2021, Loseblatt.

Noack/Servatius/Haas, GmbH-Gesetz, Kommentar, 23. Auflage 2022, beck-online.

Praxis der Kommunalverwaltung, Kommunalabgabengesetz für das Land Brandenburg (PdK Br B-6), Kommentar, Kluge, Johannes et al., Stand September 2022, beck-online.

Praxis der Kommunalverwaltung, Kommunalverfassung für das Land Brandenburg (PdK Br B-1), Kommentar, Tomerius, Stephan et. al., Kommentar, Stand Juni 2021, beck-online.

Queitsch/ Koll-Sarfeld/ Wallbaum, Praxis der Kommunalverwaltung, Landeswassergesetz NRW, Stand: 18. Aktualisierung 2022, beck-online.

Röwekamp/Kus/Marx/ Portz/Prieß (Hrsg.), Kommentar zur VgV, 2. Auflage, Hürth 2022.

Röwekamp/Kus/Portz/Prieß (Hrsg.), Kommentar zum GWB-Vergaberecht, 5. Auflage Hürth 2020.

Staatsministeriums des Innern des Freistaates Sachsen, Erlass zur Umsetzung der Klärschlammverordnung (AbfKlärV), Gebührenfähigkeit der Kosten für Klärschlammverwertung, Schreiben an das SMUL vom 29.08.2018

UBA (2018): Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2018_10_08_uba_fb_klaerschlamm_bf_low.pdf (letzter Zugriff am 22.11.2022)

Ziekow/Völlink (Hrsg.), Vergaberecht, Kommentar, 4. Aufl. 2020, beck-online.

Abkürzungsverzeichnis

AAO	anaerobic anoxic oxidation
a.a.O.	am angegebenen Ort
AbfKlärV	Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung)
ABl.	Amtsblatt
AfS	Amt für Statistik
AG	Aktiengesellschaft
AO	Abgabenordnung
AöR	Anstalt des öffentlichen Rechts
Az.	Aktenzeichen
BB	Brandenburg
BbgKVerf	Kommunalverfassung des Landes Brandenburg
BbgWG	Brandenburgisches Wassergesetz
BE	Berlin
Beschl.	Beschluss
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BWB	Berliner Wasserbetriebe
Bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
EU	Europäische Union
EuGH	Europäischer Gerichtshof
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
ggü.	gegenüber
GKGBbg/ GKG	Gesetz über kommunale Gemeinschaftsarbeit im Land Brandenburg
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GmbHG	Gesetz betreffend die Gesellschaften mit beschränkter Haftung

GmbH & Co. KG	Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft
GmbHG	Gesetz betreffend die Gesellschaft mit beschränkter Haftung
grds.	grundsätzlich
GVBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
hins.	hinsichtlich
i.d.F.	in der Form
IHK	Industrie- und Handelskammer
IT	Informationstechnik
jPdöR	Juristische Person des öffentlichen Rechts
KAGBbg	Kommunalabgabengesetz für das Land Brandenburg
KMV	Klärschlammmonoverbrennungsanlage
KStG	Körperschaftssteuergesetz
LfU	Landesamt für Umwelt
LSP	Leitsätze für die Preisermittlung auf Grund von Selbstkosten – Anlage zur Verordnung PR Nr. 30/53 vom 21. November 1953 (PreisLS)
LWG	Landeswassergesetz
Mio.	Millionen
MLUK	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (Bezeichnung seit 20.11.2019)
Nr.	Nummer
NRW	Nordrhein-Westfalen
o.ä.	oder ähnliche
öff.	öffentlich
o.g.	oben genannt
OLG	Oberlandesgericht
OVG	Oberverwaltungsgericht
ÖPP	Öffentlich-private Partnerschaft
PPP	Public-Private-Partnership
Rdnr.	Randnummer
Rn.	Randnummer

Rs.	Rechtssachse
t TS/a	Tonnen Trockensubstanz pro Jahr
TS	Trockensubstanz
u.a.	unter anderem/ und andere
u.ä.	und ähnliche
Urt.	Urteil
UStG	Umsatzsteuergesetz
u.U.	unter Umständen
s.	siehe
s.o.	siehe oben
sog.	sogenannt
v.	vom
v.a.	vor allem
VG	Verwaltungsgericht
VGH	Verwaltungsgerichtshof
vgl.	vergleiche
VgV	Vergabeverordnung
VK	Vergabekammer
VKU	Verband kommunaler Unternehmen
VO	Verordnung
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen
VO PR 30/53	Verordnung PR Nr. 30/53 über die Preise bei öffentlichen Aufträgen (PreisV 30/53)
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)
z.B.	zum Beispiel

Anhang 1: Rechtsgrundlagen

Rechtsgrundlage	Schwerpunkte
Kreislaufwirtschaftsrecht	
Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ § 11 bildet die gesetzliche Grundlage für die AbfKlärV ▪ § 22 erlaubt die Übertragung der Entsorgungsverpflichtung auf einen Dritten; bis zu dem ordnungsgemäßen und endgültigen Abschluss der Entsorgung bleibt die Verantwortlichkeit zur Erfüllung der Verwertungs- bzw. Beseitigungspflicht beim Abfallerzeuger
Abfallklärslammverordnung (AbfKlärV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mit der Novelle der AbfKlärV unterliegen nun mehr auch Maßnahmen des Landschaftsbaus der Verordnung <i>Anforderungen an die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost auf und in Böden</i> ▪ grundsätzliche Verpflichtung der Klärschlammherzeuger zur hochwertigen Klärschlammverwertung (§ 3 Absatz 1) ▪ Pflicht zur Untersuchung des Bodens auf die Bodenart und die Parameter <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cadmium ▪ Blei ▪ Chrom ▪ Kupfer, ▪ Quecksilber ▪ Nickel und ▪ Zink ▪ vor erstmaligem Ein- oder Aufbringen von Klärschlämmen (§ 4 Absatz 1) ▪ klärschlammbezogene Untersuchungspflichten für Abwasserbehandlungsanlagen > 1.000 EW je angefangener 250 Gramm Trockenmasse auf die Parameter <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Thallium, Zink) ▪ Gesamtstickstoffgehalt ▪ Phosphorgehalt, ▪ Trockenrückstand ▪ organische Substanz

Rechtgrundlage	Schwerpunkte
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gehalt an basisch wirksamen Stoffen (bestimmt als Calciumoxid) ▪ Eisengehalt ▪ pH-Wert <p>→ Abwasserbehandlungsanlagen < 1.000 EW haben die Untersuchungen lediglich aller 2 Jahre durchzuführen (§ 5). Zusätzlich ist gemäß § 5 Absatz 2 AbfKlärV die Untersuchung der abzugebenden Klärschlämme auf die organischen Schadstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ polychlorierte Biphenyle, ▪ polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF), einschließlich dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle, ▪ Benzo(a)pyren und ▪ polyfluorierte Verbindungen mit den Einzelsubstanzen Perfluoroctansäure (PFOA) und Perfluoroctansulfonsäure (PFOS) <p>durch den Klärschlammzeuger mindestens aller zwei Jahre durchzuführen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wird aus Klärschlamm ein Gemisch oder ein Kompost hergestellt, gelten gemäß § 5 Absatz 3 AbfKlärV die zuvor genannten boden- und klärschlammbezogenen Untersuchungspflichten ebenfalls für den Gemisch- und/oder Komposthersteller. Die Untersuchungen sind je angefangene 500 Gramm Trockenmasse durchzuführen. <p>Die bodenbezogenen und klärschlammbezogenen Grenzwerte gemäß § 7 und 8 AbfKlärV i.V.m. Anhang 2 Nr. 4.1 und 4.2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sowie der DüMV können Tabelle 1 entnommen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärschlammzeuger, welche im Kalenderjahr 2023 eine Abwasserbehandlungsanlage betrieben haben, müssen der zuständigen Behörde bis spätestens 31.12.2023 einen Bericht über die zukünftigen Maßnahmen zur Erfüllung der ab 2029 bzw. 2032 gelten Phosphorrückgewinnungspflicht, zum Ein- und Aufbringen des Klärschlammes in den Boden sowie des sonstigen Entsorgungsweg im Sinne des KrWG vorlegen (Artikel 4 zu § 3a AbfKlärV). ▪ Neben den zukünftigen Entsorgungswegen und den Maßnahmen der Phosphorrückgewinnung haben die Klärschlammzeuger in dem Bericht den Phosphorgehalt sowie den Gesamtgehalt an basisch wirksamen Stoffen (angegeben als Calciumoxid) der anfallenden Klärschlämme, aus Untersuchungen, welche im Kalenderjahr 2023 oder maximal ein Jahr zuvor durchgeführt wurden, anzugeben. ▪ Für die Berichtserstellung gibt es in der AbfKlärV kein Berichtsformat. Um landes- bzw. bundesweit vergleichbare Angaben zu erhalten, wird von der LAGA im Rahmen der Vollzugshinweise zur Umsetzung der AbfKlärV ein Berichtsformat empfohlen (LAGA, 2020). ▪ Pflicht zur Registerführung gemäß § 34 Abs. 1 Nr. 3 und 4 <p>Phosphorrückgewinnungspflicht (Artikel 5 zu § 3a–e AbfKlärV i.V.m Artikel 6 und 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Klärschlammzeuger hat den in seiner Abwasserbehandlungsanlage anfallenden Klärschlamm unmittelbar

Rechtsgrundlage	Schwerpunkte
	<ol style="list-style-type: none"> 1. einer Phosphorrückgewinnung, wenn der Phosphorgehalt im anfallenden Klärschlamm 20 g/kg TM aufweist oder 2. einer thermischen Vorbehandlung in einer Klärschlammverbrennungs- oder Klärschlammmitverbrennungsanlage zuzuführen. Die Vorgabe gilt für Klärschlammherzeuger, welche eine Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von mehr 100.000 EW (GK 5) betreiben, ab dem Jahr 2029 und für Klärschlammherzeuger, welche eine Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von mehr als 50.000 EW (GK 4b) betreiben, ab dem Jahr 2032. <ul style="list-style-type: none"> ▪ durch die in § 3 Absatz 1 Nr. 1 und 2 genannten Vorgaben dürfen Klärschlammherzeuger mit Abwasserbehandlungsanlagen einer genehmigten Ausbaugröße von 100.000 bzw. 50.000 EW ab dem Jahr 2029 bzw. 2032 die anfallenden Klärschlämme nicht mehr bodenbezogen verwerten ▪ unter Einhaltung der Grenzwerte nach § 8 AbfKlärV dürfen Abwasserbehandlungsanlagen mit einer genehmigten Ausbaukapazität von < 50.000 EW auch über das Jahr 2032 hinaus die in ihren Anlagen anfallenden Klärschlämme bodenbezogen verwerten oder mit Zustimmung der zuständigen Behörde einem anderen geeigneten Entsorgungsverfahren zuführen. ▪ unzulässig ist die bodenbezogene Verwertung für Abwasserbehandlungsanlagen < 50.000 EW erst dann, wenn der Klärschlamm zuvor einer Phosphorrückgewinnung unterzogen wurde ▪ zur Phosphorrückgewinnung ist gemäß § 3a AbfKlärV ein Verfahren anzuwenden, dass den gemessenen Phosphorgehalt des behandelten Klärschlammes <ol style="list-style-type: none"> 1. um mindestens 50 Prozent oder 2. auf weniger als 20 g/kg TM reduziert. <ul style="list-style-type: none"> ▪ die Vermischung mit Klärschlämmen, welche einen geringeren Gehalt als 20 g/kg Phosphor aufweisen, ist gemäß § 3a Absatz 2 AbfKlärV vor Abschluss des Phosphorrückgewinnungsverfahrens nicht zulässig (Verdünnungsverbot). ▪ eine Pflicht zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammverbrennungsaschen oder kohlenstoffhaltigen Rückständen besteht ebenfalls für Betreiber einer Klärschlammverbrennungs- oder Klärschlammmitverbrennungsanlage ▪ es ist ein Verfahren anzuwenden, dass mindestens 80 Prozent des Phosphorgehalts der Klärschlammverbrennungsasche oder den kohlenstoffhaltigen Rückständen zurückgewinnt ▪ die Pflicht zur Phosphorrückgewinnung gilt nicht, wenn ausschließlich Klärschlämme mit einem Phosphorgehalt von < 20 g/kg in der Klärschlammverbrennungs- oder Klärschlammmitverbrennungsanlage eingesetzt werden ▪ gemäß § 3b Absatz 2 müssen Klärschlammmitverbrennungsanlagen weiterhin mit Kohle oder Gas befeuert werden ▪ gemäß § 3b Absatz 3 kann vor der Phosphorrückgewinnung die Lagerung der Klärschlammverbrennungsaschen oder kohlenstoffhaltigen Rückstände erfolgen, wenn

Rechtsgrundlage	Schwerpunkte
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ eine Vermischung mit anderen Abfällen, Stoffen oder Materialien und ein oberflächiger Abfluss der Klärschlammverbrennungasche und des kohlenstoffhaltigen Rückstandes ausgeschlossen sind und ▪ die Möglichkeit einer späteren Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlammverbrennungasche und den kohlenstoffhaltigen Rückstand oder die Möglichkeit einer stofflichen Verwertung unter Nutzung des Phosphorgehaltes der Klärschlammverbrennungasche und des kohlenstoffhaltigen Rückstandes gewährleistet bleibt. ▪ Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Langzeitlagern richten sich nach Teil 5 der Verordnung über Deponien und Langzeitlager <p>Eine Zusammenfassung der nach geltender Rechtslage zukünftig möglichen Entsorgungsmöglichkeiten für Klärschlämme in Abhängigkeit der genehmigten Ausbaugröße kann Tabelle 2 entnommen werden.</p>
Abfall- und Bodenschutz-Zuständigkeitsverordnung - AbfBodZV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ In der Anlage zur Abfall- und Bodenschutz-Zuständigkeitsverordnung sind unter den lfd. Nr. 1.1 sowie 9 ff. die Zuständigkeiten zur Durchführung der derzeit und zukünftig geltenden Regelungen der AbfKlärV im Land Brandenburg geregelt.
Deponieverordnung (DepV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ § 2 Nr. 22 DepV legt fest, dass Langzeitlager eine Anlage zur Lagerung von Abfällen nach § 4 Absatz 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) i.V.m. Anhang 1 Nummer 8.14 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) sind ▪ Die Anforderungen an Langzeitlager werden durch Teil 5 der DepV festgeschrieben. Gemäß § 23 Absatz 1 gelten für die Errichtung und den Betrieb von Langzeitlagern die Vorschriften entsprechend: <ul style="list-style-type: none"> ▪ für die Klassen 0, I, II oder III der § 3 Absatz 1, 3 und 4, die §§ 4 bis 6, § 7 Absatz 1 sowie die §§ 8, 9, 12, 13 und 18, ▪ für die Klasse IV der § 3 Absatz 2 und 3, die §§ 4 bis 6, § 7 Absatz 2 sowie die §§ 8, 9, 12, 13 und 18 ▪ § 23. Absatz 1 Satz 2: auf Antrag kann eine Ausnahme von der Nachweispflicht (befristet für fünf Jahre), darüber, dass die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung oder gemeinwohlverträgliche Beseitigung gesichert ist, erfolgen ▪ § 24 Absatz 2 DepV regelt die Anforderungen an einen Sachverständigen für die Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen des § 5 Absatz 3 Nr. 1 BImSchG
Düngerecht	
Düngegesetz (DüngG)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ § 3 Abs. 2 DüngG schreibt vor, dass Stoffe nach § 2 DüngG nur nach guter fachlicher Praxis angewendet werden dürfen ▪ Zur guten fachlichen Praxis gehört dabei, dass Art, Menge und Zeitpunkt der Anwendung von Stoffen nach § 2 DüngG am Bedarf der Pflanze und des Bodens ausgerichtet werden. ▪ Grundlage für nach für den Erlass konkreter Verordnungen wie der Dünge- und Düngemittelverordnung

Rechtgrundlage	Schwerpunkte
Düngverordnung (DüV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ konkretisiert die Vorgaben des Düngegesetzes hinsichtlich der guten fachlichen Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen (§ 1 Absatz 1 Nr.1) ▪ Das Aufbringen von Düngemitteln ist gemäß § 3 Absatz 4 nur zulässig, wenn vor dem Aufbringen die Gehalte an Gesamtstickstoff, verfügbarem Stickstoff oder Ammoniumstickstoff und Gesamtphosphat <ul style="list-style-type: none"> ▪ auf Grund vorgeschriebener Kennzeichnung dem Betriebsinhaber bekannt sind, ▪ auf der Grundlage von Daten der nach Landesrecht zuständigen Stelle vom Betriebsinhaber ermittelt oder ▪ auf Grundlage wissenschaftlich anerkannter Messmethoden vom Betriebsinhaber oder dessen Auftrag festgestellt worden sind. ▪ gemäß § 3 Absatz 2 i.V.m § 4 DüV muss der Betriebsinhaber vor dem Aufbringen wesentlicher Stickstoff- und Phosphatmengen den Düngbedarf der Bewirtschaftungseinheit ermitteln. Der ermittelte Düngbedarf darf im Rahmend er Düngemaßnahme nicht überschritten werden ▪ bei der Aufbringung bzw. Verwendung von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln, einschließlich Klärschlamm, darf gemäß § 6 Absatz 4 die aufgebrachte Menge einen Gesamtstickstoff von 170 Kilogramm je Hektar und Jahr nicht überschreiten. ▪ bei Klärschlammkompost: maximale Gesamtstickstoffmenge, bezogen auf den Durchschnitt aller landwirtschaftlich genutzten Flächen des Betriebes, in einem Zeitraum von drei Jahren von 510 Kilogramm je Hektar ▪ phosphathaltige Düngemittel, einschließlich Klärschlämme, dürfen auf hochversorgten Böden (> 20 mg P₂O₅/100 g Boden CAL-Methode) nur in Höhe der Phosphatabfuhr durch die Ernteprodukte für maximal drei Jahre aufgebracht werden (§ 3 Absatz 6 DüV) ▪ gemäß § 6 Abs. 8 und 9 dürfen stickstoffhaltige Düngemittel, einschließlich Klärschlamm, <ul style="list-style-type: none"> ▪ auf Ackerland ab dem Zeitpunkt, ab dem die Ernte der letzten Hauptfrucht abgeschlossen ist, bis zum Ablauf des 31. Januar, ▪ auf Grünland, Dauergrünland und Ackerland mit mehrjährigem Feldfutterbau bei der Aussaat bis zum Ablauf des 15. Mai in der Zeit vom 1. November bis zum Ablauf des 15. Januar <p>nicht aufgebracht werden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gemäß § 5 Absatz 1 dürfen stickstoff- oder phosphathaltige Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel nicht aufgebracht werden, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder schneebedeckt ist ▪ seit dem 1. Januar 2021 gelten besondere Regelungen in nitratbelasteten Gebieten: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verringerung der zulässigen Höchstmenge für Stickstoff um 20 Prozent im Vergleich zum ermittelten Bedarf,

Rechtsgrundlage	Schwerpunkte
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obergrenze für die Ausbringung von organischen und organisch-mineralischen Düngern in Höhe von 170 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr gilt flächengenau und nicht für den Durchschnitt aller Flächen, ▪ Erweiterung der Sperrfrist für die Ausbringung von Kompost vom 01.11 bis 31.01. ▪ Stickstoffdüngung im Spätsommer/Herbst zu Wintererbsen (nur wenn Stickstoffgehalt im Boden 45 kg/ha überschritten wird), Wintergerste oder Zwischenfrüchte ohne Nutzung ist verboten ▪ Stickstoffdüngung zu Sommerkulturen (Aussaat im Frühjahr) darf nur erfolgen, wenn im Herbst des Vorjahres eine Zwischenfrucht angebaut wurde
Brandenburgische Düngerverordnung (BbgDüV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verordnung gilt für alle im Digitalen Feldblockkataster des Landes Brandenburg erfassten Feldblöcke, welche zu > 50 Prozent ihrer Flächen in Gebieten oder Teilgebieten im Sinne von § 13a Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 bis 3 DüV und gemäß § 2 Absatz 1 BbgDüV bekannt gemacht werden ▪ das Aufbringen von Wirtschaftsdüngern sowie organisch und organisch-mineralischen Düngemitteln aus Biogasanlagen darf gemäß § 1 Nr. 1 nur erfolgen, wenn vor dem Aufbringen ihre Gehalte an Gesamtstickstoff, verfügbarem Stickstoff oder Ammoniumstickstoff und Gesamtphosphat auf der Grundlage wissenschaftlich anerkannter Messmethoden vom Betriebsinhaber oder in dessen Auftrag festgestellt worden ist (Bezug zu § 3 Absatz 4 Satz 1 DüV) ▪ vor dem Aufbringen wesentlicher Mengen an Stickstoff ist der im Boden verfügbare Stickstoff vom Betriebsinhaber auf jedem Schlag oder jeder Bewirtschaftungseinheit – außer auf Grünlandflächen, Dauergrünlandflächen und Flächen mit mehrschnittigem Feldfutterbau – für den Zeitpunkt der Düngung, mindestens aber einmal jährlich, durch Untersuchung repräsentativer Proben zu ermitteln (Bezug zu § 4 Absatz 4 Satz 1 Nummer 1 DüV)
Düngemittelverordnung (DüMV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ regelt insbesondere, unter welchen Voraussetzungen Klärschlamm als Düngemittel in Verkehr gebracht werden darf ▪ Vorgaben zur Herstellung von Phosphatdünger aus Aschen der Klärschlammverbrennung (Anlage 2 Tabelle 6.2 Nr. 6.2.3 DüMV) sowie der direkten stofflichen Verwertung der Klärschlämme (Anlage 2 Tabelle 7 Nr. 7.4.3 und Tabelle 8 Nr. 8.1.3 DüMV): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zugabe von Kalk nur in einer Qualität, die zugelassenen Düngemitteln entspricht. ▪ Zugabe von Bioabfällen, nur im Rahmen der Aufbereitung (z. B. im Faulturn) und nur in einer Qualität, die der Bioabfallverordnung entspricht. ▪ Aufbereitung der Ausgangsstoffe nur mit Stoffen, die der notwendigen Abwasser- und Schlammbehandlung einschließlich Hygienisierung oder sonstigen notwendigen Behandlung dienen. ▪ Werden Polymere eingesetzt, die sich um weniger als 20 Prozent in zwei Jahren abbauen, gilt eine Obergrenze von 45 Kilogramm Wirksubstanz je Hektar innerhalb von 3 Jahren. Der so behandelte Klärschlamm ist mit einer entsprechenden Anwendungsvorgabe zu kennzeichnen. Für Polymere auf Basis von Chitin oder Stärke gelten diese Anwendungs- und Kennzeichnungsvorgaben nicht.

Rechtsgrundlage	Schwerpunkte
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Rückführung von Rechengut, Sandfanggut; keine Rückführung von Flotaten oder Fettabscheiderinhalten aus fremden Kläranlagen (jeweils auch nicht im Rahmen der Schlammaufbereitung). ▪ Angabe der bei der Aufbereitung zugegebenen Stoffe und des jeweiligen Zwecks der Zugabe (z. B. zur Konditionierung, Hygienisierung, Fällung), bei der Zugabe von Kalken Angabe des zugegebenen Anteils in Prozent.
Düngozuständigkeits-Verordnung (DüngeZV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ legt die Zuständigkeit für die Überwachung der Einhaltung des Düngerechts im Sinne von § 12 Absatz 1 des DüngG auf dem Gebiet des Landes Brandenburg durch die Landkreise und kreisfreien Städte fest ▪ die Landkreise und kreisfreien Städte nehmen diese Aufgaben nach Absatz 1 als Pflichtaufgaben zur Erfüllung nach Weisung wahr (§ 1 Absatz 2) ▪ die Aufsicht führt das für Landwirtschaft zuständige Ministerium. Für die Durchführung der Aufsicht über die Landkreise und kreisfreien Städte gilt § 121 der Kommunalverfassung des Landes Brandenburg (§ 1 Absatz 3) ▪ enthält in § 1 Absatz 4 konkrete Vorgaben, für welche Angelegenheiten des Vollzugs ausschließlich das Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung zuständig ist
Stoffstrombilanzierungsverordnung (StoffBilV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ regelt die Anforderungen für die gemäß § 11a Absatz 2 DüngG zu erstellenden betrieblichen Stoffstrombilanzen ▪ zu bilanzieren sind die Nährstoffmengen an Stickstoff und Phosphor, die dem Betrieb durch die verschiedenen Einsatzstoffe, Tiere, Saatgut usw. zugeführt werden und die er als landwirtschaftliche und tierische Erzeugnisse, Düngemittel usw. abgibt ▪ die mit Klärschlämmen oder Klärschlammkomposten dem landwirtschaftlichen Betrieb zugeführte Nährstoffmenge ist in der Stoffstrombilanz zu berücksichtigen
Immissionsschutzrecht	
Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlagen zur Behandlung von Klärschlämmen (Mono- und Mitverbrennungsanlagen, Kompostierungs- und Vergärungsanlagen) sowie Langzeitlager sind nach Immissionsschutzrecht zu genehmigen ▪ Das BImSchG unterscheidet in Genehmigungsverfahren mit und ohne Öffentlichkeitsbeteiligung (vereinfachtes Verfahren). In der 4. BImSchV ist in Abhängigkeit von Anlagenart sowie Durchsatz- bzw. Gesamtlagerkapazität festgelegt, welches Verfahren anzuwenden ist ▪ Anlagen bzw. Langzeitlager ab einer bestimmten in der 4. BImSchV festgelegten Kapazität unterliegen der Industrieemissions-Richtlinie (IED-Anlage). IED-Anlagen haben insbesondere die Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT), die das zu berücksichtigende, branchenbezogene BVT-Merkblatt zusammenfasst, einzuhalten ▪ aus der Einstufung als IED-Anlage resultieren zudem erweiterte Berichts- und Kontrollpflichten
Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ stellt Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Anlagen, in denen u.a. Klärschlämme verbrannt bzw. mitverbrannt werden

Rechtgrundlage	Schwerpunkte
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ die Verordnung legt Grenzwerte für die Emissionen an Gesamtstaub, Schwefeloxiden, Halogenen, Stickstoffoxiden, Quecksilber, Kohlenmonoxid, organische Verbindungen und Schwermetallen fest ▪ weiterhin sind Emissionen kontinuierlich zu überwachen und an die zuständige Behörde zu übermitteln ▪ um eine sichere Zerstörung organischer Schadstoffe zu gewährleisten, ist beim Verbrennungsvorgang eine Nachverbrennungstemperatur von 850 °C für zwei Sekunden (nach der letzten Verbrennungsluftzuführung) einzuhalten ▪ der Organikgehalt der Verbrennungsaschen muss 3 Prozent TOC bzw. 5 Prozent Glühverlust unterschreiten ▪ weiterhin enthalten sind Anforderungen an <ul style="list-style-type: none"> ▪ die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, ▪ die Bekämpfung von Brandgefahren, ▪ die Behandlung von Abfällen und ▪ die Nutzung der entstehenden Wärme
Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ enthält Anforderungen an die Durchführung von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren sowie die Immissionen und Emissionen von Luftschadstoffen durch immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen ▪ enthält Regelungen für bestimmte Anlagenarten; in Bezug auf die Klärschlamm Entsorgung sind dies: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbrennungsanlagen ▪ Anlagen zur Erzeugung von Kompost aus organischen Abfällen ▪ Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen (insbesondere Vergärungsanlagen) ▪ Anlagen zum Trocknen von Klärschlamm ▪ Langzeitlager

....

Anhang 2: Datenblätter Verfahren

Fällungs- und Kristallisationsverfahren

DHV CRYSTALCATOR® DER FIRMA ROYAL HASKONING DHV

Name des Verfahrens	DHV Crystalactor® (Wirbelbettreaktor)
Unternehmen	Royal HaskoningDHV (Niederlande)
Input	Schlammwasser
Verfahren	Kristallisationsverfahren
Rückgewinnungsrate	bis 40 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> beruht auf der Enthärtung von Trink- und Prozesswasser, infolge der Zugabe von Natronlauge oder Kalk Calciumcarbonat (CaCO_3) mit Filtersand oder Mineralien gefüllter Reaktor (Impfmaterial) Schlammwasser wird für Rücklösung des Phosphors mit Essigsäure versetzt anionen- oder metallhaltiges Abwasser sowie Reaktionsmittel (z.B. Kalkmilch) wird über Verteilboden Reaktor zugeführt Abwasser durchströmt von unten nach oben mit einer Geschwindigkeit von 40 bis 120 m/h den Reaktor dadurch wird das im Reaktor befindliche Material aufgeschwemmt somit wird dem Abwasser eine sehr große Kontaktfläche mit dem im Reaktor befindlichen Material gegeben Hinzugabe von Impfmaterial (Filtersand oder Mineralien) sorgt für Kristallisation → Bildung Wirbelschichtbett Hinzugabe von Kalkmilch → Calcium-Phosphat Hinzugabe von Natronlauge und Magnesiumchlorid → Magnesium-Ammonium-Phosphat das Salz kann vollständig, schnell und kontrolliert kristallisieren entstehenden Kristalle gewinnen immer weiter an Größe, bis sie schließlich aufgrund ihres Gewichts auf den Reaktorboden sinken und abgezogen werden können
Schematische Darstellung	
Produkt	<ul style="list-style-type: none"> Zugabe von Kalkmilch: Calciumphosphat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) Zugabe von Magnesium oder Natronlauge: Magnesium-Ammonium-Phosphat außerdem möglich: Magnesium-Phosphat, Kalium-Magnesium-Phosphat

Name des Verfahrens	DHV Crystalactor® (Wirbelbettreaktor)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ durch Enthärtung: weniger Kupfer- und Bleiablagerungen in Trinkwasserleitungen, weniger Kalkablagerungen, Bildung von Schlamm wird vermieden, Ausfällungen können zur Schlammkonditionierung oder als Viehfutter verwendet werden ▪ kein Schlamm, welcher anschließend einer mechanischen Entwässerung zugeführt werden muss, sondern Körner bzw. Kristalle, die wiederverwendet werden können ▪ Vermeidung von Produktverunreinigungen bzw. Nebenverunreinigungen ▪ Anforderungen an die AbklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ Einhaltung Grenzwerte nicht für alle Kläranlagen möglich ▪ bis 35 g P/kg KS TM ▪ hohen Betriebs- und Investitionskosten
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung
Bewertung Einsatzfähigkeit	Anforderungen der AbklärV können eingehalten werden (Rückgewinnung Kläranlagen mit Bio-P-Elimination und P-Gehalt von bis zu 3,5 %)

PEARL®-VERFAHREN DER FIRMA OSTARA NUTRIENT RECOVERY TECHNOLOGIES INC.

Name des Verfahrens	PEARL®-Verfahren
Unternehmen	Ostara Nutrient Recovery Technologies Inc.
Input	Schlammwasser oder Faulschlamm (auch Industrieabwässer)
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Beschreibung	30 % bezogen auf Kläranlagenzulauf 50 % bezogen auf Kläranlagenzulauf bei Erweiterung mit WASSTRIP®
Schematische Darstellung	
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ leichte Integration an Schlammmentwässerung ▪ Struvitablagerungen in Leitungen werden vermieden ▪ Ammoniumkonzentration sinkt ▪ Rückbelastung (Stickstoff, Phosphor) sinkt ▪ Anforderungen an die AbklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ Einsatz von Chemikalien

Name des Verfahrens	PEARL®-Verfahren
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ P im Zulauf > 75 mg/l
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung in Nordamerika und Europa (Großbritannien: Slough, Niederlande: Amersfoort)
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen der AbfKlärV können eingehalten werden (Rückgewinnung Kläranlagen mit Bio-P-Elimination und P-Gehalt von bis zu 3,5 %) ▪ Mit WASSTRIP® Anforderungen unabhängig vom P-Gehalt einhaltbar

PHOSNIX®-VERFAHRENS DER FIRMA UNITIKA

Name des Verfahrens	Unitika Phosnix®
Unternehmen	Unitika Ltd.
Input	Schlammwasser
Verfahren	Kristallisationsverfahren
Rückgewinnungsrate	bis 50 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ im Nebenstrom kommunaler oder Hauptstrom industrieller Kläranlagen integrierbar ▪ zu behandelndes Abwasser durchläuft Reaktionsbehälter ▪ Einleitung von Magnesiumionen und Natronlauge zur Regulierung des pH-Wertes ▪ MAP kristallisiert, weitere Kristalle heften sich an und sinken auf Boden des Reaktors
Schematische Darstellung	
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ leichte Integration ▪ MAP-Kristalle können als Düngemittel-Rohstoff eingesetzt werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ Einsatz von Chemikalien
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung (überwiegend in Japan)
Bewertung Einsatzfähigkeit	keine Umsetzung im Europa

NuReSys®-VERFAHREN DER FIRMA NUTRIENTS RECOVERY SYSTEMS

Name des Verfahrens	NuReSys®
Unternehmen	Nutrients Recovery Systems (Belgien)
Input	Filtrat nach Schlammwässerung (NuReSys I), Faulschlamm (NuReSys II)
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	circa 30 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Filtrat oder Faulschlamm wird in Stripper belüftet (Luft) um Kohlenstoffdioxid auszutreiben + pH-Wert zu erhöhen Crystallizer: Zugabe von Magnesiumsalzen sorgt für Kristallisation zu Magnesium-Ammonium-Phosphat
Schematische Darstellung	<p>NuReSys I:</p> <p>NuReSys II:</p>
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> marktfähiges Produkt Produkt enthält keine Reststoffe Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Voraussetzung: Bio-P Einhaltung Grenzwerte nicht für alle Kläranlagen möglich
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung (3x) in Belgien und Niederlande
Bewertung Einsatzfähigkeit	Anforderungen der AbfklärV können eingehalten werden (Rückgewinnung Kläranlagen mit Bio-P-Elimination und P-Gehalt von bis zu 3,5 %)

MAP KRISTALLISATION AUF DER KLÄRANLAGE TREVISO

Name des Verfahrens	MAP Kristallisation Treviso
Unternehmen	keine Angabe
Input	Schlammwasser Nebenstrom
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	keine Angabe
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rücklösung des Phosphors steigern: Klärschlamm im Fermenter zusammen mit festen, organischen Abfällen vermischt ▪ MAP Kristallisationsanlage aus zwei Bauteilen: Stripper und Fließbettreaktor ▪ Stripper: pH- Wert auf 8,3 bis 8,7 einstellen durch CO₂-Stripping mithilfe von Luft ▪ Fließbettreaktor: zwei Verfahren möglich → MAP Kristallisation über Vorlage von Keimlingen aus Quarzsand und die spontane MAP Kristallisation ▪ Maße Fließbettreaktor: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Durchmesser: 0,6 m ▪ Höhe: 3 m ▪ Volumen: 0,85 m³
Schematische Darstellung	<pre> graph TD A[Vorratstank] --> B[Dekanter] B --> C[Mixer] C --> D[Stripper] D --> E[Entlüftung] E --> F[Fließbettreaktor] </pre>
Produkt	Struvit (MAP) oder Hydroxylapatit (HAP)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ Quarzsand begünstigt heterogene Keimbildung ▪ wenig Chemikalien
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ verfahrenstechnische Probleme
Entwicklungsstand	Pilotanlage
Bewertung Einsatzfähigkeit	weiterführende Versuche aufgrund der verfahrenstechnischen Probleme notwendig

SYDNEY WATERBOARD REAKTOR

Name des Verfahrens	Sydney Water Board Reactor
Unternehmen	Sydney Waterboard
Input	Schlammwasser
Verfahren	Kristallisationsverfahren
Rückgewinnungsrate	bis 45 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Abwasser wird Entkohlung unterzogen Zugabe von Gips + Einstellung pH-Wert Abwasser gelangt in Reaktor mit Magnesium Bildung von Calciumphosphat
Schematische Darstellung	
Produkt	Calciumphosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> marktfähiges Produkt leichte Integration
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Voraussetzung: Bio-P Einsatz von Chemikalien
Entwicklungsstand	Pilotanlage auf Kläranlage Warriewood
Bewertung Einsatzfähigkeit	verschiedene Aspekte in Pilotanlage unterschieden sich von Laborversuch → weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich

FESTBETTREAKTOR DER FIRMA KURITA WATER

Name des Verfahrens	Kurita Festbettreaktor
Unternehmen	Kurita Water Industries (Tokyo)
Input	Schlammwasser
Verfahren	Kristallisationsverfahren
Rückgewinnungsrate	bis 45 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Festbettreaktor mit 0,5 – 1,0 mm Rohphosphat-Partikeln gefüllt Festbett mit Calciumchlorid (CaCl₂) und Natronlauge (NaOH) beladen Phosphorkristallisation im Nebenstrom Rohphosphat als Impfmateriale Abwassernebenstrom aufwärts durch Reaktor gepumpt Reaktorsäule mit Calciumchlorid und Natronlauge
Schematische Darstellung	
Produkt	Hydroxylapatit
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> marktfähiges Produkt
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Voraussetzung: Bio-P Einhaltung Grenzwerte nicht für alle Kläranlagen möglich
Entwicklungsstand	Pilotanlage Kläranlage Osaka (Japan)
Bewertung Einsatzfähigkeit	Großtechnische Umsetzung in Europa fraglich

Name des Verfahrens	Nishihara
Unternehmen	Nishihara Environment Technology Inc.
Input	Schlammwasser Nebenstrom
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	35 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zylinder mit innerem Zylinder ▪ oberer Teil breiter → dient als Absetzbereich → Trennung Abwasser und MAP-Kristalle ▪ im inneren Teil wird Schlammwasser, Meerwasser und Luft eingeleitet und nach oben befördert ▪ Feststoffe vermischen sich → MAP-Kristalle entstehen ▪ Suspension gelangt in Absetzbereich → MAP-Kristalle sedimentieren und behandeltes Abwasser läuft über, in Hauptstrom zurück ▪ MAP-Kristalle in Reaktor-Unterseite mit Wasser abgezogen → ▪ werden mithilfe eines Siebs (0,2 – 0,3 mm) vom Wasser getrennt
Schematische Darstellung	
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ geringere Betriebskosten durch Verwendung von Meerwasser als ▪ Magnesium-Quelle
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ verfahrenstechnische Probleme möglich ▪ Meerwasser nicht überall leicht zugänglich
Entwicklungsstand	Pilotversuche an der Hiagari Kläranlage in Kytakyushu (Japan)
Bewertung Einsatzfähigkeit	Großtechnische Umsetzung in Europa fraglich

P-ROC-VERFAHREN VOM KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE

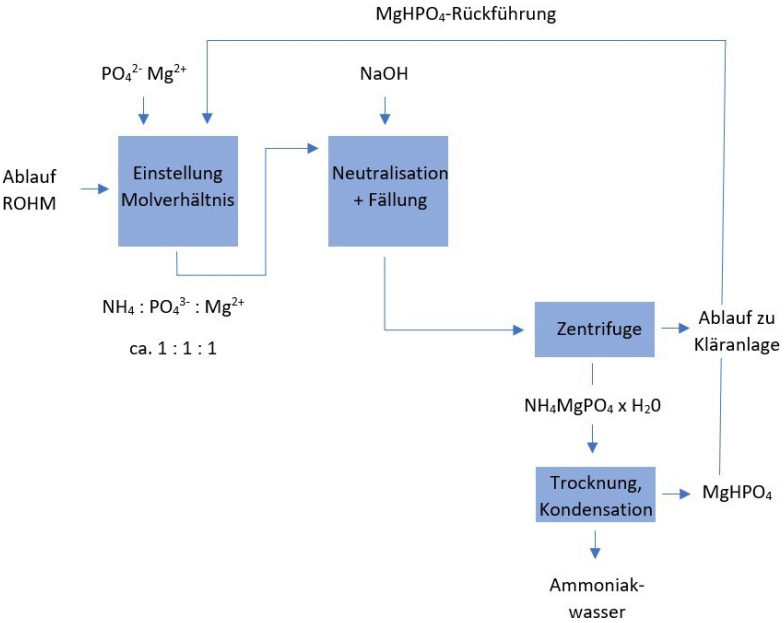
Name des Verfahrens	P-RoC
Unternehmen	Karlsruher Institut für Technologie
Input	Schlammwasser und Faulschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	30 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> in Kristallisationsreaktor (betrieben als Schwebebett- oder Rührreaktor) wird zunächst Calcium-Silikat-Hydrat eingeleitet durch Einleitung des Abwassers kommt es zur Reaktion mit dem bereits im Reaktor befindlichen Calcium-Silikat-Hydrats Freisetzung von Hydroxidionen führt zu Erhöhung des pH-Wertes calciumphosphathaltige Mineralien fallen aus → anschließend abgezogen und getrocknet
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[Abwasser] --> B[Vorreinigung] B --> C[Kristallisationsreaktor] C --> D[gereinigtes Wasser] C -- "P-haltiges Produkt" --> E[Absetzbecken] E --> F[Trocknung] </pre>
Produkt	MAP (Struvit) oder Calcium-Siliko-Phosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> marktfähiges Produkt Produkt erfüllt Anforderungen der Phosphorindustrie leichte Integration Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Voraussetzung: Bio-P Einsatz von Chemikalien Toxensubstanzgehalt Zulauf muss unter 1 % liegen Grenzwerte nicht für alle Kläranlagen einhaltbar
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Großostheim, großtechnische Umsetzung in Neuburg an der Donau geplant
Bewertung Einsatzfähigkeit	Anforderungen AbfKlärV können eingehalten werden (Rückgewinnung Kläranlagen mit Bio-P-Elimination und P-Gehalt von bis zu 2,9 %)

CSIR-WIRBELSCHICHTREAKTOR-VERFAHREN DES COUNCIL FOR SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH

Name des Verfahrens	CSIR Wirbelschichtreaktor
Unternehmen	Council for Scientific and Industrial Research (Südafrika)
Input	Schlammwasser
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	bis 45 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kristallisation und Fällung durch Zugabe von Magnesium und der Veränderung des pH-Wertes durch die verschiedenen Belüftungsbereiche ▪ Anschließend Klärung und Fermenter ▪ nach Fermentation wird Struvit und Hydroxylapatit (HAP) abgezogen
Schematische Darstellung	<pre> graph LR In(()) --> Ana[anaerob] Ana --> Anox[anoxisch] Anox --> Aer[aerob] Aer --> Klar[Klärung] Klar --> Fer[Fermenter] Fer --> Aus[Ablauf] Fer --> Schl[Schlamm] Fer --> RL[Rücklauf] RL --> Ana Fer --> Str[Struvit] Fer --> HAP[HAP] </pre>
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ Einsatz von Chemikalien
Entwicklungsstand	Labormaßstab
Bewertung Einsatzfähigkeit	keine Hinweise zu einer geplanten Pilotanlage oder großtechnischen Umsetzung

SEABORNE-VERFAHREN DER SEABORNE EPM AG – ENGINEERING & PROJECTMANAGEMENT UND DER SEABORNE ERL GMBH – ENVIRONMENTAL RESEARCH LABORATORY

Name des Verfahrens	Seaborne-Verfahren
Unternehmen	Seaborne EPM AG – Engineering & Projectmanagement und der Seaborne ERL GmbH – Environmental Research Laboratory
Input	Klärschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	70 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prozess besteht aus drei Vorgängen: der Extraktion, der Schwermetallfällung und der Nährstoffrückgewinnung (NRS) ▪ Zunächst anaerobe Schlammbehandlung in einem Vergärungsreaktor ▪ zusätzlich an erstes Modul Blockheizkraftwerk integriert → Energiegewinnung und -erzeugung ▪ im Prozess der integrierten Biogasreinigung werden Schwefelwasserstoff und Siloxane mithilfe eines nasschemischen Prozesses minimiert, wobei das Gas verdichtet wird ▪ an Vergärung schließt ROHM Modul an ▪ durch die Zugabe von reaktivem Sauerstoff oder Schwefelsäure werden Schwermetalle und enthaltene Nährstoffe rückgelöst ▪ nachfolgend werden alle sonstigen festen Inhaltsstoffe vom Wasser mittels Zentrifuge abgeschieden, getrocknet und als Brennstoff verwendet ▪ entstandenes Biogas wird zu Prozessbehälter geführt, in dem Schwefelwasserstoffe aus Biogas mit Schwermetallionen aus Prozess- bzw. Schlammwasser reagieren ▪ durch diesen Prozess und der Erhöhung des pH-Wertes durch Natronlauge werden Schwermetallsulfide gebildet, welche nach der Ausfällung entsprechend abgetrennt werden können ▪ anschließend NRS-Prozess ▪ zunächst Molverhältnis von Ammonium, Phosphat und einem zweiwertigen Metall (z.B. Magnesium) angepasst ▪ nach Erhöhung des pH-Wertes Bildung des Produktes Ammonium-Metall-Phosphat ▪ abschließend wird das erhaltene Produkt durch Prozess der Trocknung in Ammoniak und Metallphosphat getrennt ▪ Metall-Phosphat wird zu einem Teil wieder dem Kreislauf zugeführt, während der größere Teil als Phosphordünger oder Düngerrohstoff Anwendung findet ▪ durch Prozess der Kondensation wird erhaltenes Ammoniak in Ammoniakwasser umgewandelt
Schematische Darstellung	<p>ROHM:</p> <pre> graph LR A[ausgefaulter Klärschlamm] --> B[Extraktion] B --> C[Zentrifuge] C --> D[organische Reststoffe] D --> E[Trocknung, Verbrennung] B --> F[Fällung] F --> G[Biogas (entschwefelt)] G --> H[BHKW] F --> I[Zwischenspeicher] I --> J[NRS] F --> K[Zentrifuge] K --> L[Schwermetallsulfide] </pre>

Name des Verfahrens	Seaborne-Verfahren
	<p>NRS:</p>  <p>Weiterentwicklung zu Gifhorer Verfahren: Gifhorn Anpassungen: Ersatz der Trocknung und Entgasung zur Calciumchloridproduktion und Stickstoffelimination durch einen Strippingprozess aufgrund verschiedener Betriebsprobleme durchgeführt</p>
Produkt	MAP (Struvit) oder Diammoniumsulfat (DAS)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ Produkt enthält keine Reststoffe ▪ Anforderungen an die AbklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ Einhaltung Grenzwerte nicht für alle Kläranlagen möglich
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versuchsanlage in Owschlag ▪ Großtechnische Umsetzung in Gifhorn (Niedersachsen, Deutschland)
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen AbklärV können eingehalten werden ▪ aufgrund der hohen Investitions- und Betriebskosten weitere Verfahrensanpassungen realisieren, wodurch es abzuwarten gilt, ob sich dieses Verfahren weiter etablieren lässt (Forschung durch Universität Braunschweig)

AIR-PREX VERFAHREN DER NP – TECHNOLOGY WATER AND BIOSOLIDS GMBH

Name des Verfahrens	AirPrex
Unternehmen	Technology Water and Biosolids GmbH
Input	Klärschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	24 % bezogen auf Klärschlamm
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ der aus Faulungsprozess stammende Schlamm wird Luftstrippungsreaktor zugeführt ▪ durch Prozess wird CO₂ aus Schlamm entfernt ▪ Folge: Anstieg des pH-Wertes ▪ Zugabe Magnesiumsalz in Reaktor → Magnesium-Ammonium-Phosphate (MAP) fallen aus ▪ Kristallbildung kann durch die im MgPlus enthaltenen Additive deutlich verbessert werden
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[Rohschlamm] --> B[Faulbehälter] B --> C[Schlammvorlage] C --> D[Reaktor 1] D --> E[Reaktor 2] E --> F[Entwässerung] G[Faulgas] --> B H[Luftstripping] --> D I[Luftstripping] --> E </pre>
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ Produkt enthält keine Reststoffe ▪ Phosphorrückbelastung deutlich minimiert ▪ Verbesserung der Entwässerungseigenschaften des Schlammes ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ Einhaltung Grenzwerte nicht für alle Kläranlagen möglich
Entwicklungsstand	großtechnische Umsetzung in Mönchengladbach 2009, Waßmannsdorf 2011, Uelzen 2014, Salzgitter 2012, Steinhof 2015
Bewertung Einsatzfähigkeit	Anforderungen AbfklärV können eingehalten werden

PECO-VERFAHREN DER TU-BRAUNSCHWEIG

Name des Verfahrens	PECO-Verfahren
Unternehmen	TU-Braunschweig
Input	Überschussschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	35 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ im Überschussschlamm befindlicher Phosphor wird kristallisiert ▪ als MAP zurückgewonnen ▪ Meerwasser als Magnesiumquelle
Schematische Darstellung	
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ infolge der biologischen Phosphorremobilisierung können Chemikalien – wie sie für die physikalische oder chemische Eliminierung notwendig wären – vermieden werden ▪ für hochkonzentrierte Teilströme mit hohem Phosphatanteil ▪ Anforderungen an die AbklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ Einhaltung Grenzwerte nicht für alle Kläranlagen möglich
Entwicklungsstand	Pilotanlage
Bewertung Einsatzfähigkeit	Anforderungen AbklärV können eingehalten werden

EXTRAPHOS® (BUDENHEIMER-VERFAHREN) VON DER CHEMISCHEN FABRIK BUDENHEIM KG, DER INGENIEURGESELLSCHAFT STEINBURG MBH UND DER ROTARIA ENERGIE- UND UMWELTECHNIK GMBH

Name des Verfahrens	ExtraPhos® (auch Budenheimer-Verfahren genannt)
Unternehmen	Chemische Fabrik Budenheim KG, die Ingenieurgesellschaft Steinburg mbH und die Rotaria Energie- und Umwelttechnik GmbH
Input	Klärschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	45 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aus Faulturm stammende Klärschlamm wird unter Druck stehenden Rohrreaktor zugeführt ▪ gleichzeitig wird Kohlenstoffdioxid eingeblasen → pH-Wert sinkt durch Bildung von Kohlensäure ▪ im Klärschlamm befindlichen Phosphate werden herausgelöst und gehen in Schlammwasser ▪ durch nachfolgende Zentrifuge wird phosphatarmer Klärschlamm vom phosphatreichen Schlammwasser getrennt ▪ anschließend Schlammwasser in einen Behälter mit einem Rührwerk ▪ Zugabe Kalkmilch → pH-Wert Erhöhung → Dicalciumphosphat fällt aus ▪ ausgefallenes Phosphat mit Filterpresse zurückgewonnen
Schematische Darstellung	
Produkt	Calciumphosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ vergleichsweise hohe Rückgewinnungsquote → Mitverbrennung in Zementindustrie möglich ▪ verbessert Entwässerung Klärschlamm ▪ Steigerung Heizwert Klärschlamm ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden ▪ geringer Energiebedarf ▪ kaum bis keine Abfälle
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Bio-P ▪ keine Schwermetallabtrennung (Düngemiteleinsetz fragwürdig) ▪ Kosten ungewiss ▪ komplexes Verfahren
Entwicklungsstand	Pilotanlage
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ großtechnische Umsetzung + Wirtschaftlichkeit fraglich ▪ Produkt muss abgesichert/ als Düngemittel einsetzbar sein ▪ Anforderungen AbfKlärV können eingehalten werden

STUTTGARTER-VERFAHREN DER INGENIEURBERATUNG GMBH UND MSE GMBH

Name des Verfahrens	Stuttgarter-Verfahren und MSE-Verfahren
Unternehmen	Stuttgarter-Verfahren: Ingenieurberatung GmbH mobile Schlammwässerung: MSE GmbH
Input	Faulschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	43 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aus Faulturm stammender Schlamm wird in Reaktor mit Schwefelsäure versetzt → pH-Wert Senkung ▪ Entwässerung: Trennung des Schlammes vom Filtrat ▪ abgeschiedener Filterkuchen wird Mitverbrennung zugeführt ▪ zurückbleibendes Filtrat wird mittels Ultrafiltration von verbliebenen Feststoffen befreit ▪ Filtrat zuvor mit Zitronensäure, Magnesiumoxid und Natronlauge versetzt ▪ Zitronensäure: Komplexierung von Schwermetallen und Eisen ▪ Magnesiumoxid: Gleichgewichtseinstellung der Edukte ▪ Natronlauge: Erhöhung des pH-Wertes für den Kristallisationsvorgang ▪ danach gelangt gefiltriertes Permeat in einen zweiten Reaktor → Kristallisation ▪ MAP-Kristalle abgezogen und entwässerter Klärschlamm wird wieder Kläranlage zugeführt
Schematische Darstellung	
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ vergleichsweise hohe Rückgewinnungsquote ▪ einfache Integration ▪ Einhaltung AbfKlärV bei beiden Verfahren ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden ▪ Produkt mit geringem Schadstoffgehalt + hoher Pflanzenverfügbarkeit
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bisher nur im Teilstrom erprobt ▪ Einsatz Chemikalien
Entwicklungsstand	Pilotanlage
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Großtechnische Umsetzung fraglich ▪ als dezentrale Lösung möglich ▪ Anforderungen AbfKlärV können eingehalten werden

Name des Verfahrens	PRISA-Verfahren
Unternehmen	Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen
Input	Klärschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	45 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rückgewinnung Phosphat und Ammonium aus Schlammwasser ▪ Phosphorrückgewinnung sowohl mit Schlamm aus der Voreindickung als auch mit Schlamm aus der Nacheindickung und dem Wasser aus Entwässerung ▪ in Voreindickung gelangt Überschussschlamm aus Kläranlage mit biologischer Phosphoreliminierung ▪ Voreindickung mit Rührwerk für Vermischung ausgestattet → begünstigt Rücklösung des Phosphats im anaeroben Bereich und Übergang ins Schlammwasser ▪ um keine Rückbelastung zu befürchten, wird bereits entwässerter Klärschlamm aus System entfernt ▪ Gemisch aus Überstandswasser aus dem Voreindicker, dem Nacheindicker und der Schlammmentwässerung wird für Entfernung von Feststoffen durch Filter (hier Tuchfilter) gereinigt ▪ im Mischbehälter wird Schlammwasser mit Magnesiumoxid als Fällmittel und Natronlauge zur Einstellung des pH-Wertes vermischt ▪ durch Fällmittel gebildete Magnesium-Ammonium-Kristalle sinken zu Boden und werden abgezogen ▪ da Ammoniumkonzentration in meisten Fällen deutlich höher ist als Phosphatkonzentration, wird meist Phosphorsäure zur Einstellung des notwendigen Verhältnisses (Mg: NH₄: PO₄ = 1:1:1) zugegeben
Schematische Darstellung	
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ vergleichsweise hohe Rückgewinnungsquote ▪ einfach Integration ▪ Verfahrensprobleme wie sie bei Nebenstromverfahren (beispielsweise Phostrip-Verfahren) bekannt sind, werden vermieden ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die ▪ Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	Voraussetzung: Bio-P und anaerobe Schlammstabilisierung
Entwicklungsstand	Pilotanlage
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ großtechnische Umsetzung fraglich ▪ Anforderungen AbfklärV können eingehalten werden

PHOSFORCE-VERFAHREN DER VEOLIA WASSER DEUTSCHLAND GMBH

Name des Verfahrens	PhosForce-Verfahren
Unternehmen	Veolia Wasser Deutschland GmbH
Input	Klärschlamm
Verfahren	Kristallisations- und Fällungsverfahren
Rückgewinnungsrate	50 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärschlamm (Primärschlamm aus Vorklärung oder Überschussschlamm aus Nachklärung) wird in Reaktor zur biologischen Versauerung eingebracht → Senkung pH-Wert ▪ Entwässerung der Feststoffanteil des Klärschlamm ▪ Filtrerrückstand wird Faulungsprozess unterzogen und nochmals entwässert ▪ phosphorreiche Filtrat wird Struvia™-Reaktor zugeführt ▪ Zugabe von Calciumchlorid oder Magnesiumchlorid und einer Base ▪ Phosphat fällt in Form von Struvit (Ammonium- magnesiumphosphat) oder als Brushit (Calcium- hydrogenphosphat) aus ▪ gereinigtes Wasser wird über Ablauf aus System geleitet ▪ Struvit-Partikel werden durch Lamellenabscheider entfernt ▪ Produkt am Boden des Reaktors entfernt ▪ Struvit-Partikel werden Entwässerung bzw. Trocknung ▪ unterzogen
Schematische Darstellung	<pre> graph LR Schlamm --> Versauerung Chemikalien[Chemikalien/Co-Substrat] --> Versauerung Versauerung --> Entwässerung1[Entwässerung] Entwässerung1 --> Mischbehälter[Mischbehälter] Mischbehälter --> Faulung Faulung --> Entwässerung2[Entwässerung] Entwässerung2 --> Schlamm Entwässerung1 --> Struvia[Struvia™-Reaktor] CaCl2[CaCl2 oder MgCl2] --> Struvia Base --> Struvia Struvia --> Entwässerung3[Entwässerung Trocknung] Entwässerung3 --> Produkt[Struvit oder Brushit] </pre>
Produkt	MAP (Struvit) oder Brushit
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ marktfähiges Produkt ▪ vergleichsweise hohe Rückgewinnungsquote ▪ einfache Integration ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	Voraussetzung: Bio-P
Entwicklungsstand	Pilotanlage auf Kläranlage in Schönebeck an der Elbe
Bewertung Einsatzfähigkeit	Anforderungen AbfklärV können eingehalten werden

Thermochemische Verfahren

PYREG® VERFAHREN DER PYREG GMBH

Name des Verfahrens	PYREG®
Unternehmen	PYREG GmbH
Input	Klärschlamm
Verfahren	Vergasungs-, Pyrolyse- oder Karbonisierungsverfahren (HTC)
Rückgewinnungsrate	mindestens 90 % bezogen auf Klärschlamm
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärschlamm in Doppelschneckenreaktor bei Temperaturen von 500 bis 700 °C karbonisiert → alle organischen Schadstoffe werden vollständig vernichtet ▪ bei der Verbrennung entstehenden Gase werden in Brennkammer nach dem FLOX®-Verfahren bei 1.000 °C nachverbrannt ▪ in der Brennkammer zurückbleibende Gasphase wird durch alkalischen Rauchgaswäscher zur Abscheidung der sauren Gase und durch einen Aktivkohlefilter zur Abscheidung von Quecksilber geleitet ▪ Produkt wird aus dem PYREG®-Reaktor abgezogen
Schematische Darstellung	
Produkt	phosphathaltiges Karbonisat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Karbonisierung autotherm → Wärmenutzung für Trocknung ▪ Phosphor im Produkt pflanzenverfügbar
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voraussetzung: Klärschlammaufkommen von 1.400 t/a, TM- Gehalt mindestens 80 %, Mindestheizwert 10 MJ/kg ▪ hoher Chemikalieneinsatz ▪ Nutzung des Produkts als Düngemittel fraglich
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung in Linz-Unkel und Homburg
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verwendung des Produktes als Düngemittel klären ▪ Weiterverarbeitung des Produktes für düngerechtliche Zulassung → Wirtschaftlichkeit fraglich

Name des Verfahrens	EuPhoRe®
Unternehmen	EuPhoRe® GmbH
Input	Klärschlamm, andere Biomassen (Wirtschaftsdünger, Gärrest, Kompost)
Verfahren	Thermochemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	98 % bezogen auf Klärschlamm
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teilchengröße von unter 10 mm notwendig, gegebenenfalls Zerkleinerung notwendig ▪ Alkali- und/oder Erdalkalichloride oder -sulfate werden hinzugegeben ▪ diese dissoziieren im Schlamm → Phosphorlöslichkeit wird verbessert und Schwermetalle werden ausgetragen ▪ anschließend erfolgt Trocknung ▪ durch Reduktion im Drehrohreaktor (650 – 750 °C) wird Biomassekoks und Pyrolysekoks gebildet ▪ Schwermetalle werden in Form von Chloriden in der Gasphase ausgeschleust
Schematische Darstellung	<p>Das Diagramm zeigt den Prozessfluss des EuPhoRe® Verfahrens. Biomasse Klärschlamm + Additive werden in Stufe 1: Thermisches Reduktionsverfahren (+Klärschlamm-trocknung) verarbeitet. Die Energiegase/Brüden werden in eine Heizkraft-/Kohle oder Biomassekraftwerk (+ Brennkammer) geleitet. Von dort gehen Abgasreinigung, Energievermarktung und Rauchgas aus. Das Rauchgas fließt zurück zu Stufe 2: Thermisches Oxidationsverfahren, welches Phosphatdünger produziert.</p>
Produkt	phosphathaltige Asche
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ Einsatz entwässerter bis getrockneter Klärschlamm ▪ Anforderungen an Düngemittelverordnung werden eingehalten ▪ Kaum bis kein Chemikalieneinsatz ▪ geringer Reststoffanteil → kaum Abfall ▪ Nutzung Pyrolysegas ▪ Synergien mit Feststoffverbrennungsanlage ▪ Energieeffizient
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hoher technischer Aufwand → Wirtschaftlichkeit ▪ Produkt: geringer Phosphorgehalt, geringe Pflanzenverfügbarkeit ▪ Schwermetallanreicherung möglich
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung in Oftringen und Urvier (Schweiz) Großtechnische Umsetzung in Mannheim, Offenbach am Main und TREA Leuna Pilotanlage in Dinslaken
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an Düngemittelverordnung werden eingehalten ▪ Wirtschaftlichkeit hinsichtlich technischen Aufwands prüfen

Name des Verfahrens	TerraNova® Ultra-Verfahren
Unternehmen	TerraNova Energy GmbH
Input	Klärschlamm
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	60–80 % bezogen auf Klärschlamm
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ entwässertes Klärschlamm wird über eine Hochdruckpumpe in Eintragswärmetauscher geleitet ▪ Klärschlamm wird in diesem für 5 Stunden bei 180 °C erwärmt ▪ Zugabe von Schwefelsäure als Katalysator für die hydrothermale Karbonisierung → führt zur Bildung einer kohlehaltigen Suspension und enthaltenes Phosphat geht in Lösung ▪ im Austragswärmetauscher wird die Suspension abgekühlt ▪ Suspension wird entwässert und phosphatarmer regenerativer Kohle vom phosphatreichen Filtrat getrennt ▪ im Filtrat vorhandenes Phosphat wird mit Calcium-Silikat-Hydrat kristallisiert und abschließend abgeschieden
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[Klärschlamm] --> B[Wärmetauscher] B --> C[Reaktor] C --> D[Wärmetauscher] D --> E[Entwässerung] E --> F[HTC-Kohle] E --> G[phosphor- und stickstoffreiches Filtrat] </pre>
Produkt	phosphatbeladene Calcium-Silikat-Hydrat-Partikel oder Magnesiumphosphat-kristallisiert
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen der AbfklärV werden eingehalten ▪ mit allen Schlammarten durchführbar ▪ geringer Schadstoffgehalt → Schwermetalle werden an Kohle gebunden und können mit Sulfiden ausgefällt werden ▪ hohe Energieeffizienz ▪ Phosphor hoch pflanzenverfügbar ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden ▪ geringe Kosten
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ noch nicht genügend Daten bezüglich der Betriebsweise
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Düsseldorf
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Großtechnische Umsetzung fraglich → Datengrundlagen ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ Wirtschaftlichkeit prüfen

KREPRO®-VERFAHREN VON DER FIRMA KEMIRA OY, ALPHA LAVAL UND EINER KLÄRANLAGE IN HELSINGBORG ÖSTERSUNDVERKET

Name des Verfahrens	KREPRO®
Unternehmen	Firma KEMIRA OY, Alpha Laval, Kläranlage in Helsingborg Östersundverket
Input	Klärschlamm
Verfahren	Thermochemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	68 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ankommender Faul- oder Rohschlamm wird mit Zentrifuge auf einen Trockensubstanzgehalt von 5 bis 7 % gebracht eingedickter Schlamm gelangt in Mischbehälter Zugabe von Säure → pH-Wert von 1 bis 3 Schwermetalle auch im Schlamm → enthaltener Phosphor geht in Lösung unter hohem Druck und Temperaturen von 140 °C werden 40 % der im Schlamm enthaltenen organischen Säuren in Reaktor hydrolysiert und in biologisch abbaubaren Zustand überführt anorganische Substanzen gehen in flüssige Phase über organischen Inhaltstoffe können in anschließender Zentrifuge leicht entwässert werden aus Zentrifuge kann Schlamm mit Trockensubstanzgehalt von 50 % und hohem Heizwert (vergleichbar mit Holzpellets) abgezogen und als Brennstoff verwendet werden aus phosphathaltigem Schlammwasser wird Phosphor durch Zugabe von Eisen ausgefällt um Fällung optimale Bedingungen zu bieten, wird Alkali für Erhöhung des pH-Wertes hinzugegeben
Schematische Darstellung	<p>Zulaufschlamm → Zentrifuge → Zentrat</p> <p>Säure → Mischbehälter</p> <p>Mischbehälter → Reaktor</p> <p>Reaktor → Dampf → Entspannungstank</p> <p>Entspannungstank → Zentrifuge → Organschlamm 50 % TS</p> <p>Zentrifuge → Eisenphosphat 35 % TS</p> <p>Phosphatfällung → Eisen, Alkali</p> <p>Kohlenstoffquelle, Rückführung von Fällmittel z.B. zum Einlauf der Kläranlage</p>
Produkt	Eisenphosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> zurückbleibendes Schlammwasser dient als Kohlenstoffquelle + Nährstoffeliminierung auf Kläranlage
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Vermarktung des entstehenden Eisenphosphats fraglich
Entwicklungsstand	Pilotanlage
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> keine großtechnische Umsetzung aufgrund fehlender Vermarktungsmöglichkeit des Produktes Weiterverarbeitung des Produktes für düngerechtliche Zulassung → Wirtschaftlichkeit fraglich

Name des Verfahrens	KRN Mephrec-Verfahren
Unternehmen	ingitec Engineering GmbH
Input	Klärschlamm, Klärschlammasche, unterschiedliche phosphathaltige Abfallprodukte
Verfahren	Thermochemisches Verfahren (metallurgisch)
Rückgewinnungsrate	60 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärschlamm wird in ungetrockneter Form allein oder zusammen mit Tiermehlen und/oder phosphorpentoxidhaltigen Aschen zu Briketts verarbeitet ▪ Vorgang geschieht in Form einer Schmelzvergasung (2000 °C) ▪ als Produkt wird flüssige Schlacke erhalten, welche anschließend in Wasserbad abgekühlt wird ▪ Metalle mit hoher Schmelztemperatur – wie Eisen, Kupfer, Chrom und Nickel – liegen anschließend zu großen Teil als Legierung vor ▪ → wird abgezogen ▪ Metalle mit niedriger Schmelztemperatur - wie Zink, Cadmium und Quecksilber – gehen in gasförmige Phase über → über Gasreinigungssystem abgezogen ▪ geringer restlicher Anteil der Metalle geht in Schlacke über ▪ entstandene Brenngase wird in Nachbrennkammer verbrannt → phosphorhaltige Stäube entstehen → werden abgeschieden und zusammen mit entstandener Schlacke zu Düngemittel aufbereitet ▪ Stäube werden auch für Phosphorsäureherstellung + Schlacke für Baustoffe angewandt
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[entwässerter Klärschlamm] --> B[Schlamm-trocknung] B --> C[Brikettierung] C --> D[Schmelze] D --> E[P-Schlacke] D --> F[Metalllegierung Fe] </pre>
Produkt	phosphathaltige Schlacke
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ energetische Nutzung des Synthesegases ▪ Rückgewinnung von Metallen
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ komplexe Verfahrensweise ▪ hoher Platzbedarf ▪ hohe Betriebs- und Investitionskosten
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Nürnberg
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dauerbetrieb der Anlage kaum/nicht erprobt → für großtechnische Umsetzung Anpassungen und Nachrüstungen für optimale Betriebsführung notwendig → Großtechnische Umsetzung fraglich ▪ erst ab Klärschlammmengen von 15.000 t TM/a wirtschaftlich ▪ sinnvoll

P-XTRACT® DER WEHRLE-WERK AG, DEM ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN- WÜRTTEMBERG (ZSW) UND DER UNIVERSITÄT FREIBURG

Name des Verfahrens	P-XTRACT®
Unternehmen	WEHRLE-WERK AG, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Universität Freiburg
Input	Klärschlamm
Verfahren	Thermochemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	80 % bezogen auf Klärschlamm
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erweiterung der K3-Wirbelschichttechnologie von WEHRLE ▪ Klärschlamm wird bei 700 – 750 °C verbrannt (Wirbelschicht) ▪ Zugabe von Additiven → Schwermetallabtrennung + Phosphor wird besser pflanzenverfügbar
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[Klärschlamm] --> B[Verbrennung (Wirbelschicht)] C[Zugabe von Additiven] --> B B --> D[Heißgaszyklon] D --> E[flughfähige phosphathaltige Asche] D --> F[Rauchgasreinigung] F --> G[flüchtige Schwermetalle] F --> H[phosphorhaltige Asche] </pre>
Produkt	phosphathaltige Asche
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ Schadstoffeliminierung, Schwermetallabtrennung ▪ Produkt mit hoher P-Verfügbarkeit für Pflanze ▪ Abtrennung der Phosphorasche bei 700 - 750 °C (meisten Schadstoffe noch gasförmig) ▪ phosphorhaltige Asche für Düngemittelherstellung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Betriebs- und Investitionskosten ▪ Chemikalieneinsatz
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Breisach-Grezhausen
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dauerbetrieb der Anlage noch nicht erprobt ▪ Großtechnische Umsetzung vielversprechend ▪ Anforderungen der AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden

ATZ-EISENBADREAKTOR VERFAHREN VOM ATZ ENTWICKLUNGSZENTRUM

Name des Verfahrens	ATZ-Eisenbadreaktor Verfahren
Unternehmen	ATZ Entwicklungszentrum
Input	Klärschlamm, Klärschlammasche, unterschiedliche phosphathaltige Abfallprodukte
Verfahren	Thermochemisches Verfahren (metallurgisch)
Rückgewinnungsrate	90 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ entwässertes Klärschlamm oder Klärschlammasche werden mit Zement und anderen zusätzlichen Substanzen zu Briketts geformt ▪ über Boden des Konverters werden alle notwendigen Stoffe für Reaktion – wie Sauerstoff, Methan, Phosphorabfälle, Zuschläge, Kohle und der Klärschlamm – eingebracht ▪ Heißluft wird im oberen Bereich eingeblasen ▪ zusätzlich wird Schlacke und Roheisen zugeführt ▪ Briketts werden im Ofen mit Temperaturen von 1.500 °C verbrannt → Zerlegung organischer Verbindungen ▪ Schwermetalle gehen in Gas- (Cadmium, Quecksilber, Blei, Zink) oder in Flüssigphase (Eisen, Chrom, Kupfer, Nickel) über ▪ gasförmige Metalle gehen in Prozessstaub über und werden durch Filtersystem zurückgewonnen ▪ zurückbleibende Schlacke enthält gesamten Phosphor des Klärschlammes oder der Klärschlammasche → Einsatz als Düngemittel ▪ Metallschlacke wird nach carbothermischer Schwermetallreduktion in Stahlwerken oder Gießereien verwendet ▪ als endotherme Reaktion benötigt Verfahren sowohl für Aufheizen als auch für Schmelze und für Reduktion der Metalloxide Energie → im Klärschlamm enthaltener Kohlenstoff als Quelle, als auch eine spezielle Nachverbrennungstechnik verwendet ▪ Prozessgase Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff werden mithilfe eines Heißluftstrahls nachverbrannt ▪ die dabei entstehende Energie wird für Betrieb des Eisenbades zurückgeführt ▪ durch Zugabe von Sauerstoff zum Eisenbad, wird zunächst Kohlenstoff und anschließend Phosphor ausgetrieben (Entphosphorung) → Prozess kann durch Zugabe von Feinkalk deutlich verbessert werden ▪ gelangen Metalle in die Endschlacke, so können diese vorher durch Zugabe von Ferrosilicium und/oder Aluminium entfernt werden ▪ wird phosphorhaltige Schlacke abgezogen, muss für nächsten Prozess Aufkohlung durch Zugabe von Feinkohle stattfinden ▪ entstandener Sekundärstaub wird Metallbad wieder zugeführt → Zinkoxid und Bleioxid werden so weit aufkonzentriert, dass diese bei der Nichteisenmetallurgie zum Einsatz kommen könnten
Schematische Darstellung	
Produkt	phosphathaltige Schlacke
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ selektive Rückgewinnung von Phosphor ▪ Schadstoffentfernung (Metalloxide werden vollständig reduziert) + Rückgewinnung von Metallen ▪ effiziente Nutzung der im Klärschlamm enthaltenen Energie

Name des Verfahrens	ATZ-Eisenbadreaktor Verfahren
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produkte mit hoher Pflanzenverfügbarkeit ▪ Art der Phosphoreliminierung nicht relevant
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ komplexe Verfahrensweise ▪ hoher Platzbedarf ▪ hoher Einsatzstoffbedarf ▪ mittelmäßige Energieeffizienz ▪ geringe Entwicklungsreife ▪ bestimmter Eisengehalt notwendig
Entwicklungsstand	Labormaßstab
Bewertung Einsatzfähigkeit	Großtechnische Umsetzung fraglich → weitere Forschung + Entwicklung notwendig

SERAPLANT (EHEMALS RECOPHOS®) DER SERAPLANT GMBH, DER MATERIALFORSCHUNGS- UND PRÜFSTELLE DER BAUHAUS- UNIVERSITÄT WEIMAR UND DER GLATT INGENIEURTECHNIK GMBH

Name des Verfahrens	SeraPlant (ehemals RecoPhos®; beruht auf Phos4green)
Unternehmen	SeraPlant GmbH, Materialforschungs- und Prüfstelle der Bauhaus-Universität Weimar und Glatt Ingenieurtechnik GmbH
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Thermochemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	100 % bezogen auf Klärschlammasche
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärschlammasche wird mithilfe von Phosphorsäure (oder Schwefelsäure) aufgeschlossen ▪ Zugabe von weiteren Nährstoffen wie Harnstoff, Kaliumsulfat Ammoniumsulfat und -phosphat ▪ Lösung wird homogenisiert und getrocknet
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[Asche] --> B[Aufschluss] C[Phosphorsäure oder Schwefelsäure] --> B B --> D[Nährstoff-zugabe] E[Harnstoff, Kaliumsulfat, Ammoniumsulfat und -phosphat] --> D D --> F[Homogenisieren + Trocknen] F --> G[aufgeschlossene phosphorhaltige Klärschlammasche] </pre>
Produkt	aufgeschlossene phosphathaltige Klärschlammasche
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ einfache technische Umsetzung ▪ keine Reststoffe → kein weiterer Abfall ▪ geringer Energieverbrauch ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ Aschen müssen Anforderungen der Düngemittelverordnung einhalten ▪ keine Schwermetallabtrennung
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung in Tangermünde, Halle-Lochau und Haldensleben
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen der AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ aufgrund fehlender Schwermetallabtrennung müssen die Aschen die Anforderungen an die Düngemittelverordnung einhalten können

Name des Verfahrens	Ash Dec®
Unternehmen	Outotec GmbH & Co. KG
Input	Klärschlammasche, getrockneter Klärschlamm
Verfahren	Thermochemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	>95 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärschlammasche wird mithilfe von Additiven (Calciumchlorid/Magnesiumchlorid, Natriumhydrogencarbonat, Natriumsulfat) aufgeschlossen ▪ wird im Drehrohröfen erhitzt (1.00 °C) ▪ Schwermetallentfernung über Rauchgas ▪ phosphathaltige Asche wird durch mechanische Nachbehandlung zu Düngemittel aufbereitet
Schematische Darstellung	
Produkt	aufgeschlossene phosphathaltige Klärschlammasche mit Calcium-Alkali-Phosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geringer Schadstoffgehalt ▪ Phosphor hoch pflanzenverfügbar ▪ Anforderungen an Düngemittelgesetz werden eingehalten ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnung eingehalten werden ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ Asche-zu-Düngemittel-Anlage ▪ Produkte enthalten 99 % weniger Cadmium und 90 % weniger Uran ▪ vor allem für große Aschemengen geeignet
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ kaum wirtschaftlich ▪ Kosten für Chemikalien und Erdgas ▪ Klärschlamm muss getrocknet vorliegen ▪ Reststoffe → weitere Abfälle
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Loeben (Österreich)
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Großtechnische Umsetzung fraglich ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ in der Nähe von bestehenden Monoverbrennungsanlagen umsetzbar

Nasschemische Verfahren

AQUA RECI VERFAHREN VON FERALCO AB UND CHEMATUR ENGINEERING AB

Name des Verfahrens	Aqua Reci Verfahren
Unternehmen	Feralco AB (Helsingborg, Schweden) und Chematur Engineering AB (Karlskoga, Schweden)
Input	Klärschlamm
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	85 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ überkritische Wasseroxidation ▪ Ziel: Eliminierung organischer Stoffe in Schlämmen ▪ Wasser mit einer Temperatur von 375 °C und einem Druck von über 220 bar über eine Pumpe in System gebracht ▪ bei dieser Temperatur und diesem Druck befindet sich Wasser in einer überkritischen Phase → Eigenschaften liegen zwischen einer Flüssigkeit und einem Gas ▪ unter diesen Bedingungen gehen organische Stoffe nahezu vollständig in die Lösung über, während anorganische unlöslich sind ▪ Wasser besitzt in überkritischer Phase geringere Dichte sowie höhere Diffusionseigenschaft und Mobilität der Ionen ▪ infolge der hohen Temperatur und der herrschenden Eigenschaften des Wassers werden organische Stoffe sehr schnell oxidiert ▪ durch Zugabe von Sauerstoff zum Wasser werden organische Substanzen in Kohlenstoffdioxid, organischer/anorganischer Stickstoff in Stickstoff, Halogene zu Fluoriden/Chloriden, Sulfone in Schwefelsäure und Phosphor zu Phosphorpentoxid bei einer exothermen Reaktion umgewandelt ▪ die enthaltenen Metalle oxidieren zu höheren Valenz ▪ zurückbleibende anorganische Asche sehr reaktiv, wodurch Phosphor und Metalloxide in Säuren leicht löslich sind ▪ durch eine basische Extraktion kann enthaltenen Phosphor von vorhandenen Metalloxiden abgeschieden und im alkalischen Milieu durch Zugabe von Calciumhydroxid gefällt werden
Schematische Darstellung	
Produkt	Hydroxylapatit
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen der AbklärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten ▪ hohe Rückgewinnungsrate
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ Vermarktungsmöglichkeit des Produktes fraglich

Name des Verfahrens	Aqua Reci Verfahren
	<ul style="list-style-type: none"> hohe Verfahrenskosten komplexe Prozessführung
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Karlskoga (Schweden)
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Großtechnische Umsetzung fraglich → Datengrundlagen Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden Wirtschaftlichkeit prüfen Vermarktungsmöglichkeit des Produktes fraglich → eventuelle Aufbereitung bzw. Weiterverarbeitung notwendig → Wirtschaftlichkeit

TETRAPHOS®-VERFAHREN DER HAMBURGER PHOSPHORRECYCLINGGESELLSCHAFT MBH (REMONDIS)

Name des Verfahrens	TetraPhos®
Unternehmen	Hamburger Phosphorrecyclinggesellschaft mbH (Remondis)
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	86 % bezogen auf Klärschlammasche
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Asche wird zunächst mit Phosphorsäure versetzt phosphorhaltiges Eluat wird von Restasche befreit und mit Schwefelsäure vermischt → Fällung von Gips, welcher vor allem als Baustoff Verwendung findet abschließend werden aus Elution Eisen, Magnesium und Aluminium mithilfe eines Ionenaustauschers entfernt hierzu werden Chlorwasserstoff, Salpetersäure und Schwefelsäure zur Regeneration des Ionenaustauschers verwendet, wodurch die ausgefällten Metallsalze zur Phosphoreliminierung in der Abwasserbehandlung Anwendung finden abschließend wird gewonnene Phosphorsäure mithilfe eines Vakuumverdampfers aufkonzentriert und gereinigt Phosphorsäure wird zu einem Teil für die Düngemittelindustrie zur Verfügung gestellt und ein anderer Teil wird an den Anfang des Prozesses zurückgeführt Eisen- und Aluminiumsalze werden zurückgewonnen und können als Fällmittel vermarktet werden Gips findet in der Bauindustrie Anwendung
Schematische Darstellung	<pre> graph TD Asche[Asche] --> Eluat[p-haltiges Eluat+Asche] P[Phosphorsäure] --> Eluat Eluat --> Trennung1[Trennung] Trennung1 --> Restasche[Restasche] Eluat --> Angereicht[angereicherte Phosphorsäure] S[Schwefelsäure] --> Angereicht Angereicht --> Trennung2[Trennung] Trennung2 --> Gips[Gips] Angereicht --> Vorgee[vorgeereinigte Phosphorsäure] Vorgee --> Reini1[Reinigung I] Reini1 --> Ionen[Ionen-selektion] Ionen --> Metallsalze[Metallsalze] Ionen --> Reini2[Reinigung II] Reini2 --> Gereinigt[gereinigte Phosphorsäure] Gereinigt --> Konzent[Konzentrierung] Konzent --> Reine[reine Phosphorsäure] Reine --> P </pre>
Produkt	Phosphorsäure
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Anforderungen der AbfklärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten hohe Rückgewinnungsrate Kreislaufführung Vermarktung aller Produkte sowohl Klärschlammasche als auch Klärschlamm einsetzbar

Name des Verfahrens	TetraPhos®
	<ul style="list-style-type: none"> energieeffizient Produkt: hoher P-Gehalt, hohe Pflanzenverfügbarkeit, geringer Schadstoffgehalt
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Chemikalieneinsatz komplexer Verfahrensweise
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung in Hamburg
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden Einsatz des Verfahrens bei Etablierung von Monoverbrennungsanlagen in Brandenburg sinnvoll

ECOPHOS® DER ECOPHOS SA (BELGIEN)

Name des Verfahrens	Ecophos®
Unternehmen	Ecophos SA (Belgien)
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	70–90 % bezogen auf Klärschlammasche
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Salzsäureprozess: <ul style="list-style-type: none"> Klärschlammasche wird durch Zugabe von Salzsäure aufgeschlossen anschließend werden Verunreinigungen aus Lösung abgetrennt Zugabe von Kalk → Ausfällung von Di-Calciumphosphat (DCP) DCP wird von der schwermetallhaltigen Lösung getrennt Schwermetalle und Magnesium werden abgetrennt und Salzsäure sowie Gips zurückgewonnen Produkt DCP Anwendung in Dünge- und Futtermittelindustrie Phosphorsäureprozess: <ul style="list-style-type: none"> Phosphorsäure zum Aufschluss der Klärschlammasche verwendet Lösung wird von den Feststoffen befreit und die in der flüssigen Phase befindlichen Kationen (Al, Fe, Ca, Mg und Schwermetalle) mithilfe eines Ionenaustauschers abgetrennt nach Verdampfungsprozess wird als Produkt Phosphorsäure gewonnen
Schematische Darstellung	<p>Salzsäureprozess:</p> <pre> graph LR A[Asche] --> B[Aufschluss] S[Salzsäure] --> B B --> C[Entfernung Verunreinigung] C --> D[Fällung] K[Kalk] --> D D --> E[Schwermetall-abtrennung] E --> F[DCP] C --> V[Verunreinigungen] E --> SM[Schwermetalle] </pre> <p>Phosphorsäureprozess:</p> <pre> graph LR A[Asche] --> B[Aufschluss] P[Phosphorsäure] --> B B --> C[Entfernung Verunreinigung] C --> D[Ionenaustauscher] D --> E[Verdampfung] E --> F[Phosphorsäure] C --> V[Verunreinigungen] D --> I[Al, Fe, Ca, Mg und Schwermetalle] </pre>
Produkt	Di-Calciumphosphat (DCP) oder Phosphorsäure
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Anforderungen der AbfklärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten hohe Rückgewinnungsrate Schwermetallabtrennung

Name des Verfahrens	Ecophos®
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produkt: hoher P-Gehalt, hohe Pflanzenverfügbarkeit, geringer Schadstoffgehalt ▪ energieeffizient
Nachteile	Chemikalieneinsatz
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung (nicht in Deutschland)
Bewertung Einsatzfähigkeit	Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden

SUBSTITUTION IN DER DÜNGEMITTELHERSTELLUNG

Name des Verfahrens	Substitution in der Düngemittelherstellung
Unternehmen	ICL Fertilizer Deutschland GmbH
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	90 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Phosphaterze werden mit Klärschlammasche teilsubstituiert ▪ anschließend nasschemischer Aufschluss durch Zugabe von Schwefel- oder Phosphorsäure ▪ Produkt: phosphathaltiges Düngemittel, welches abschließend pelletiert wird ▪ Substitution in der Düngemittelherstellung
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[Phosphaterz] --> B[Teilsubstitution] C[Klärschlammasche] --> B B --> D[Aufschluss] E[Schwefel- oder Phosphorsäure] --> D D --> F[Pelletierung] F --> G[phosphathaltiges Düngemittel] </pre>
Produkt	phosphathaltiges Düngemittel
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen der AbfKlärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ einfacher Prozess ▪ keine weiteren Abfälle
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ keine Schwermetallabtrennung
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ Aschen müssen DüMV einhalten (aufgrund fehlender Schwermetallabtrennung) ▪ Anwendung in Düngemittelproduktionsanlagen → Wirtschaftlichkeit (Transport der Aschen) prüfen

PARFORCE-VERFAHREN DER PARFORCE ENGINEERING & CONSULTING GMBH

Name des Verfahrens	PARFORCE-Verfahren
Unternehmen	PARFORCE Engineering & Consulting GmbH
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	mindestens 80 % bezogen auf Klärschlammasche
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Aufschluss des in der Klärschlammasche befindlichen Phosphors durch Verwendung von Salz- oder Salpetersäure Phosphat geht in die Lösung über im Filtrationsprozess wird Phosphorsäure von festen Rückständen befreit und im nachfolgenden Prozess aufbereitet Phosphorsäure wird mit i-(2-Ethyhexyl)Phosphorsäure (DEHPA) vermischt, um Aluminium und Eisen zu entfernen → Fällmittel kann zurückgewonnen werden restlichen Ionen des Laugungsprozesses werden durch Elektrodialyse monoselektiv abgeschieden → Rohphosphorsäure und eine Mischung aus Salzsäure, Calciumchlorid und Natronlauge wird gewonnen abschließend wird Phosphorsäure durch Mixer-Settler und Vakuumverdampfer aufkonzentriert
Schematische Darstellung	
Produkt	Phosphorsäure
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Anforderungen der AbfklärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten hohe Rückgewinnungsrate Phosphorsäure (Produkt) unterliegt nicht der DüMV kaum Abfälle auch für Struvit möglich (erweiterter PARFOCE-Ansatz) Struvitprodukt und Phosphorsäure müssen nicht als Düngemittel verwendet werden → für Phosphorsäureherstellung + Düngemittelindustrie
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Chemikalieneinsatz energieintensiv
Entwicklungsstand	Pilotanlage (Mecklenburg-Vorpommern) Kombination erweitertes PARFOCE-Verfahren mit AirPrex-Verfahren
Bewertung Einsatzfähigkeit	<p>Klärschlammasche:</p> <ul style="list-style-type: none"> größtechnische Umsetzung abwarten Anforderungen der AbfklärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten Einsatz des Verfahrens bei Etablierung von Monoverbrennungsanlagen in Brandenburg sinnvoll <p>erweitertes PARFOCE-Verfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> größtechnische Umsetzung abwarten Anforderungen der AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden (Bio-P-Elimination und geringe P-Gehalte) Wirtschaftlichkeit prüfen

PHOS4LIFE VERFAHREN DER TÉCNICAS REUNIDAS SA (TR) (ENTWICKLUNG IN ZUSAMMENARBEIT MIT DER STIFTUNG ZENTRUM FÜR NACHHALTIGE ABFALL- UND RESSOURCENNUTZUNG)

Name des Verfahrens	Phos4Life Verfahren
Unternehmen	Técnicas Reunidas SA (TR) (Entwicklung in Zusammenarbeit mit der Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung)
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	mindestens 95 % bezogen auf Klärschlammasche
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> durch Laugung der Asche mit Schwefelsäure werden mineralische Rückstände herausgelöst → Einsatz in Zementindustrie Flüssig-Flüssig-Trennung durch Zugabe von Dampf und Salzsäure Eisen(III)-chloridlösung, Metallkonzentrat und Phosphorsäure werden abgetrennt Phosphorsäure wird durch Zugabe von Dampf aufkonzentriert
Schematische Darstellung	<pre> graph LR Asche --> Laugung H2SO4[Schwefelsäure 96%] --> Laugung Laugung --> MR[Mineralischer Rückstand] Laugung --> SE[Solvent-extraktion] Dampf[Dampf] --> SE HCl[Salzsäure 32%] --> SE SE --> AWB[Abwasserbehandlung] SE --> EKL[Eisen(III)-chlorid Lösung] AWB --> G[Gewässer] AWB --> M[Metalle] SE --> EK[Erhöhung und Konzentration] Dampf --> EK EK --> PS[Phosphorsäure] </pre>
Produkt	Phosphorsäure
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Anforderungen der AbfklärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten hohe Rückgewinnungsrate Schwermetallabtrennung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> Chemikalieneinsatz Wirtschaftlichkeit fraglich
Entwicklungsstand	Pilotanlage
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden Einsatz des Verfahrens bei Etablierung von Monoverbrennungsanlagen in Brandenburg sinnvoll

Name des Verfahrens	Ash2Phos®
Unternehmen	EasyMining Sweden AB
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	90–95 % bezogen auf Klärschlammasche
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zugabe von Salzsäure → Herauslösen des in der Klärschlammasche enthaltenen Phosphors, Eisens und Aluminiums ▪ Prozess findet bei Raumtemperaturen für 30 bis 120 Minuten statt ▪ Schwermetalle werden durch Zugabe von Sulfiden herausgelöst ▪ → Bildung von Metallsulfiden, die durch Filter und Zentrifugen entfernt werden ▪ Lösung wird mit Kalk zur Anhebung des pH-Wertes versetzt → Ausfällung der Zwischenprodukte Calciumphosphat sowie Eisen- und Aluminiumhydroxid, welche im anschließenden Prozess aufbereitet werden ▪ Produkt: Monoammoniumphosphat (MAP) oder Di- Calciumphosphat (DCP) ▪ Nebenprodukte: Phosphorsäure, Superphosphate, Eisenchlorid, Eisensulfat und Aluminiumsulfat
Schematische Darstellung	<pre> graph TD A[Säure, Asche] --> B[Auflösung Schlammasche] B --> C[Restsand] B --> D[Separation P, Fe und Al] D --> E[Neutralisierung + Entfernung Schwermetalle] E --> F[behandeltes Abwasser] D --> G[Wertstoffauftrennung] H[Kalk] --> G G --> I[Calciumphosphat] G --> J[Eisenhydroxid] G --> K[Aluminiumhydroxid] I --> L[Veredlung] J --> L K --> L L --> M[MCP/DCP, MAP/DAP, Phosphorsäure, Superphosphat] L --> N[Eisenchlorid] L --> O[Aluminiumsulfat, Aluminiumchlorid] </pre>
Produkt	MAP (Sturvit) oder Di-Calciumphosphat (DCP) oder Phosphorsäure
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ Schwermetallabtrennung ▪ energieeffizient (da geringe Temperaturerhöhung bis 40 °C) ▪ Eisen- und Aluminiumsulfat als Fällmittel in Kläranlage ▪ Restsand für Zementindustrie oder als Füllmaterial ▪ schadstoffarmes Produkt → hohe Reinheit ▪ Chemikalien = Bestandteile der Rezyklate → keine weiteren Abfälle
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ Wirtschaftlichkeit fraglich ▪ geringer Datenbestand
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Helsingborg (Schweden) und in Bitterfeld-Wolfen (Sachsen-Anhalt, Deutschland)
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden

Name des Verfahrens	Ash2Phos®
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz des Verfahrens bei Etablierung von Monoverbrennungsanlagen in Brandenburg sinnvoll ▪ City-Konzept möglich: Klärschlamm-mengen ab 10.000 t/a, Salzsäure aus Rauchgaswäschen von Verbrennungsanlagen (z.B. Müllverbrennungsanlagen) verwenden → lokale und regionale Synergien → Abfallsäuren werden weiterverwendet, keine Neutralisierung notwendig → kein erhöhter Chemikalienverbrauch + nur noch Transport von ungefährlichen Aschen

PASCH-VERFAHREN DER RWTH

Name des Verfahrens	PASCH-Verfahren
Unternehmen	RWTH Aachen
Input	Klärschlamm- asche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	70–80 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Phosphorarme Anteil der Klärschlamm- asche wird von phosphorreicher Fraktion abgetrennt ▪ phosphorreicher Anteil wird durch Zugabe von Chlorwasserstoff chemisch aufgeschlossen ▪ anschließend Feststoffabtrennung ▪ Solventextraktion: aus Lösung werden Eisen, Cadmium, Blei, Kupfer und Zink herausgelöst und abgetrennt ▪ Fällungsreaktion: durch Zugabe von Magnesiumoxid/ Magnesiumchlorid und Natronlauge (Anhebung pH-Wert) werden Calcium-, Magnesium- und Aluminiumphosphat als Düngemittel abgetrennt
Schematische Darstellung	<pre> graph TD A[Klärschlamm- asche] --> B[Nachverbr./Aufbereitung] B --> C[chemischer Aufschluss] C --> D[Feststoff- abtrennung] D --> E[Organische Phase Entfernung Fe, Pb, Cd, Cu, Zn] E --> F[Fällung] F --> G[Laugung Entfernung Al] G --> H[Rohstoff Düngemittel] I[NaOH] --> F J[MgO/MgCl2] --> F K[phosphorarme Fraktion] --- B L[phosphorreiche Fraktion] --- C M[Feststoffe] --- D N[P-Rohstoff Ca-P Mg-P Al-P] --- F </pre>
Produkt	Calciumphosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ Schwermetallabtrennung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ komplexes Verfahren ▪ neue Abfallströme
Entwicklungsstand	Technikumanlage + großtechnische Umsetzung in Straubing geplant
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an die AbfKlärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ Einsatz des Verfahrens bei Etablierung von Monoverbrennungsanlagen in Brandenburg sinnvoll

Name des Verfahrens	SEPHOS-Verfahren
Unternehmen	TU Darmstadt, Ruhrverein, westfälischen Ministerium für Umwelt und Naturschutz
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Nasschemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	90 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aluminium- und eisenhaltige Asche wird Reaktor zugeführt und mit Schwefelsäure vermischt (Senkung pH-Wertes auf kleiner als 1,5) → Phosphor und Metalle werden aus Asche herausgelöst und gehen in Lösung ▪ Reststoffe werden aus Lösung entfernt ▪ Lösung wird mit Natronlauge versetzt → Anhebung pH-Wert auf 3 bis 4 ▪ Aluminiumphosphat fällt aus → Abscheidung durch Zentrifuge ▪ gebildetes Aluminiumphosphat findet in Phosphorindustrie Anwendung ▪ zusätzlich Optimierung zur Minimierung des Schwefel- und Natriumgehaltes im Produkt ▪ beim erweiterten Verfahren wird Calciumphosphat als Produkt gewonnen ▪ Aluminiumphosphat wird durch Zugabe einer Lauge auf pH-Wert von 12 bis 14 gebracht → Aluminium und enthaltener Phosphor wird gelöst ▪ Schwermetalle gehen nicht in Lösung über → bleiben im Fällschlamm zurück ▪ durch Zentrifuge wird flüssige Phase von Schwermetallen getrennt ▪ Zugabe von Calcium → Calciumphosphat wird als Hydroxylapatit gebildet ▪ zurückbleibendes Aluminium bleibt in Lösung → Einsatz als Fällmittel ▪ gebildetes Calciumphosphat kann aufgrund geringer Löslichkeit nicht als Düngemittel angewendet werden ▪ durch anschließenden Säureaufschlussprozess würde Hydroxylapatit eine löslichere Eigenschaft erhalten
Schematische Darstellung	
Produkt	Aluminiumphosphat bzw. Hydroxylapatit
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen der AbfklärV werden in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten ▪ hohe Rückgewinnungsrate ▪ Schwermetallabtrennung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chemikalieneinsatz ▪ komplexes Verfahren ▪ neue Abfallströme ▪ kostenintensiv → großtechnische Umsetzung fraglich
Entwicklungsstand	Labormaßstab
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an die AbfklärV können in Bezug auf die Rückgewinnungsrate eingehalten werden ▪ Wirtschaftlichkeit fraglich → weitere Daten abwarten

Ionenaustauschverfahren

REM NUT® VERFAHREN DER ITALIENISCHEN UNIVERSITÄT IN BARI

Name des Verfahrens	Rem Nut®
Unternehmen	der italienischen Universität in Bari
Input	Ablauf Kläranlage
Verfahren	Ionenaustauschverfahren
Rückgewinnungsrate	bis 50 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rückgewinnung von Phosphor, Stickstoff und Kalium aus Kläranlagenablauf ▪ grundlegend zwei Verfahrensprozesse: ▪ selektiver Ionenaustausch → Elimination von Ammonium, Kalium und Phosphor + Aufkonzentrierung in Ionenaustauscher- Regenerationslösung ▪ chemische Fällung aus Regenerationslösungen durch Zugabe von ▪ Magnesium und pH-Wertanpassung
Schematische Darstellung	
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sehr gute Ablaufwerte in Bezug auf die Nährstoffe ▪ marktfähiges Produkt
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geringe Phosphor-Selektivität der Ionenaustauscherharze ▪ ineffiziente Regeneration der Ionenaustauscherharze ▪ Verlust Adsorptionskapazität der Harze durch stattfindende ▪ Faulungsprozesse
Entwicklungsstand	Pilotanlage auf Kläranlage in Bari (Italien)
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aufgrund zahlreicher Nachteile keine Durchsetzung zur groß- technischen Umsetzung ▪ Einsatz von selektiven Ionenaustauschern (HAIX – Anionen-Austauscher mit Eisenoxid-Hydrat-Nanopartikeln) könnte ▪ Besserung schaffen

PHOSIEDI VERFAHREN

Name des Verfahrens	PHOSIEDI
Unternehmen	keine Angabe
Input	Filtrat aus der Schlammentwässerung
Verfahren	Ionenaustauschverfahren
Rückgewinnungsrate	keine Angabe
Beschreibung	<p>1. Teilschritt: Ionenaustausch Separation des Phosphats mittels Ionenaustauschs (externe Beladung)</p> <p>2. Teilschritt: Elektrodeionisation Rückgewinnung des Phosphats und elektrochemische Regeneration des Ionenaustauschers</p>
Schematische Darstellung	<p>Quelle: (133)</p> <p>IA: Ionenaustauscher BM: Bipolare Membran AAM: Anionenaustauschermembran</p>
Produkt	Phosphorsäure
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laboranlage erfolgreich realisiert ▪ Einengung des zu behandelnden Volumenstroms ▪ kein Chemikalieneinsatz ▪ Phosphorsäure als Grundstoff der Düngemittelproduktion ▪ hohe Wiederverwendbarkeit des Ionenaustauschers
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ lange Standzeit der Membranen ▪ Rückgewinnungsrate ungewiss
Entwicklungsstand	Labormaßstab + halbtechnische Pilotanlage in Planung
Bewertung Einsatzfähigkeit	Erweiterung der Technologie auf z.B. Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen

BioCon®-VERFAHREN DER FIRMA PM ENERGIE (TOCHTERGESELLSCHAFT VON VEOLIA WATER)

Name des Verfahrens	BioCon®-Verfahren
Unternehmen	PM Energie (Tochtergesellschaft von Veolia Water)
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Ionenaustauschverfahren
Rückgewinnungsrate	90 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ heute: nur für Trocknung und Verbrennung von Klärschlämmen ▪ Phosphorrückgewinnung findet heute nicht mehr statt ▪ Asche wird gemahlen und Becken mit Schwefelsäure versetzt ▪ durch diesen Vorgang geht der in der Asche enthaltene Phosphor in Lösung ▪ Schwermetalle werden gelöst ▪ Lösung gelangt in mit Ionenaustauschern bestückte Kolonnen ▪ in diesen wird Eisenchlorid (FeCl_3), Kaliumhydrogensulfat (KHSO_4) und Phosphorsäure (H_3PO_4) abgeschieden ▪ in der Lösung befindlichen Schwermetalle bleiben in der Lösung zurück und müssen anschließenden Aufbereitung unterzogen werden ▪ Eisenchlorid wird nach Ausfällung wieder Fällmittelkreislauf der Abwasserbehandlungsanlage zugeführt ▪ Kaliumhydrogensulfat und die Phosphorsäure bilden einsetzbare Nährstoffe
Schematische Darstellung	<p>Das Diagramm zeigt den Prozessfluss: Asche → Asche-mühle → Lösungs-becken (mit H_2PO_4 Zuzug) → Sand (Abscheidung) → Ionenaustauscher (vier Kolonnen) → FeCl_3, KHSO_4, H_3PO Reststoff-schlamm (Abscheidung) → Wasser zur Behandlungs-anlage.</p>
Produkt	Kaliumhydrogensulfat und Phosphorsäure
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kaum Chemikalieneinsatz ▪ Phosphorsäure als Grundstoff der Düngemittelproduktion ▪ hohe Wiederverwendbarkeit der Ionenaustauscher ▪ hohe Rückgewinnungsrate
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ großtechnische Umsetzung ungewiss
Entwicklungsstand	Pilotanlage auf Kläranlage Aalborg in Dänemark
Bewertung Einsatzfähigkeit	großtechnische Umsetzung zwar geplant, aber nicht weiterverfolgt

Elektrochemische Verfahren

EPhos® DES FRAUNHOFER IGB

Name des Verfahrens	ePhos®
Unternehmen	Fraunhofer IGB
Input	Flüssige Phase
Verfahren	Elektrochemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	80 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rückgewinnung von Ammonium (NH₄) und Phosphat (PO₄) aus Filtratwasser ▪ Elektrolysezelle aus inerten Kathoden und einer Opferanode aus Magnesium ▪ durch elektrochemischen Prozess fällt Phosphat als Magnesium- Ammonium-Phosphat als MAP (Struvit) aus ▪ Kathode: Reduktion → Spaltung Wassermoleküle → pH-Wert -Erhöhung → Bildung OH-Ionen ▪ Anode: Oxidation → Magnesiumionen gehen in Lösung → Reaktion mit im Wasser enthaltenen Phosphor und Stickstoff zu Struvit
Schematische Darstellung	<p>The diagram shows an electrochemical cell with two electrodes. The left electrode is the anode, labeled 'Anode: Oxidation' and 'Mg', with a '+' sign. The right electrode is the cathode, labeled 'Kathode: Reduktion', with a '-' sign. An external circuit connects the two electrodes, with an arrow labeled 'e-' indicating electron flow from the anode to the cathode. Inside the cell, Mg²⁺ ions are shown moving from the anode towards the cathode. At the cathode, H₂ and 2 OH⁻ are produced from 2 H₂O.</p>
Produkt	MAP (Struvit)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kein Chemikalieneinsatz ▪ Lösen betrieblicher Probleme ▪ Reduktion der zu behandelnden Phosphorfracht um 37 % ▪ Reduktion Schlammproduktion um 7 % ▪ parallele Serienschaltung der Elektrolysezellen → Zellen bzw. Straßen von Zellen können bei Bedarf durch Prozessleitsystem zu- und abgeschaltet werden → effiziente Betriebsweise
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schlecht für große Aggregate geeignet
Entwicklungsstand	Großtechnische Umsetzung mit Flachreaktoren (vor allem in Nordamerika)
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zur industriellen Verwertung werden derzeit mit Interessenten Lizenzvereinbarungen getroffen ▪ weitere Prozessmodule ergänzen, um nachhaltiges Management der Nährstoffe auf Kläranlagen zu ermöglichen

Bioleaching

INOCRE P-BAC DER FRITZMEIER UMWELTECHNIK GMBH & Co. KG

Name des Verfahrens	INOCRE P-bac
Unternehmen	Fritzmeier Umwelttechnik GmbH & Co. KG
Input	Klärschlammasche
Verfahren	Bioleaching
Rückgewinnungsrate	80 % bezogen auf Klärschlammasche
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> zunächst entsteht in Fermenter durch mikrobielle Oxidation von reduzierten Schwefelverbindungen bzw. elementaren Schwefel Schwefelsäure → bildet Bioleaching-Flüssigkeit Bioleaching-Flüssigkeit wird mit Bakterien und Klärschlammasche in Kontakt gebracht durch diesen Vorgang gehen das in Klärschlammasche befindliche Phosphat und Schwermetalle in Lösung über Klärschlammasche wird abgetrennt und Phosphat in der Lösung bindet sich an Mikrobiologie und fällt infolge der Milieuänderung aus gebildetes Eisenphosphat kann abgezogen werden abschließend werden Schwermetalle aus der Lösung abgetrennt und die gereinigte Lösung wieder der Bioleaching-Flüssigkeit zugeführt
Schematische Darstellung	<pre> graph LR A[Bioleaching-Flüssigkeit] --> B[Laugung Klärschlammasche] B --> C[Selektive P-Rückgewinnung] C --> D[Schwermetallentfernung] D --> E[Schwermetalle] C --> F[Phosphat-Rohprodukt] D --> G[Schwermetalle] E --> H[Rückführung] H --> A I[Klärschlammasche] --> B B --> J[Klärschlammasche] </pre>
Produkt	Eisenphosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> kaum Chemikalieneinsatz hohe Rückgewinnungsraten zuverlässige Schwermetallabtrennung → schwermetallarmes Produkt Produkt entspricht Düngemittelverordnung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> konstanten Milieubedingungen notwendig Produkteinsatz fraglich
Entwicklungsstand	Pilotanlage in Großhelfendorf
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> hält in Bezug auf die Rückgewinnungsrate die AbfklärV ein allerdings noch Untersuchungen zum Einsatz des gewonnenen Eisenaluminiumphosphat notwendig

Kombinations- und Sonderverfahren

RECYPHOS DER TU DRESDEN

Name des Verfahrens	RECYPHOS Verfahren
Unternehmen	TU Dresden
Input	Abwasser
Verfahren	Ad-, Desorptions- und Fällungsreaktor
Rückgewinnungsrate	bis 45 % bezogen auf Kläranlagenzulauf
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vorrangig Einsatz im dezentrale Kleinkläranlagenbetrieb ▪ Einsatz in industriellen Kläranlagen ▪ Aktivtonerdeverfahren in drei Verfahrensschritten: ▪ Adsorption von Phosphor an körniger Aktivtonerde (Al_2O_3) in einem Filter ▪ Regeneration der beladenen Aktivtonerde mittels Desorption des Phosphats durch Natronlauge und anschließende Neutralisation mit Kohlensäure ▪ Wiedergewinnung des Phosphats durch Fällung aus Natronlauge mit Kalk ▪ Aktivtonerde und Natronlauge werden im Kreislauf geführt ▪ Kohlensäure und Kalk bilden Verbrauchsreagenzien
Schematische Darstellung	
Produkt	Calciumphosphat
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produkt als Rohstoff einsetzbar ▪ hohe Rückgewinnungsrate
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sehr hohe Energiekosten ▪ großtechnische Umsetzung fraglich
Entwicklungsstand	Labormaßstab
Bewertung Einsatzfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bis jetzt nur labortechnischer Maßstab ▪ aufgrund sehr hoher Energiekosten keine großtechnische Umsetzung sinnvoll

MAGNETSEPARATOR

Name des Verfahrens	Magnetseparator
Unternehmen	keine Angabe
Input	Abwasser
Verfahren	Elektrochemisches Verfahren
Rückgewinnungsrate	keine Angabe
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abwasser wird zunächst in einem Flockulationsrohr mit einem Fällmittel (Eisen- oder Aluminiumsalze) versetzt → gelöste Phosphate in feste Form überführen ▪ magnetisches Trägermaterial bildet Magnetit (Fe_2O_3) → als feinkörniges Material in Abwasser zugegeben ▪ Zugabe eines Flockungshilfsmittel sorgt für die Bildung von Makroflocken (Eisen- oder Aluminiumphosphat bildet mit Magnetit eine Verbindung) ▪ Abwasser passiert Magneten von unten nach oben → Makroflocken haften am Magneten ▪ durch Einführen einer Spülflüssigkeit mit hoher Geschwindigkeit können die Feststoffe vom Magnetit abgeschieden werden
Schematische Darstellung	
Produkt	keine Angabe
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kaum Chemikalieneinsatz
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sehr hohe Energiekosten ▪ Produkt fraglich
Entwicklungsstand	Labormaßstab
Bewertung Einsatzfähigkeit	bis jetzt nur labortechnischer Maßstab aufgrund sehr hoher Energiekosten keine großtechnische Umsetzung sinnvoll

Literaturverzeichnis Datenblätter

ASH DEC. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] April 2019. [Zitat vom: 02. Januar 2022.]
<https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/information/dokumente/>

ASH2PHOS. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] April 2019. [Zitat vom: 02. Januar 2022.]
<https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/information/dokumente/>

BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU, 2009.: Rückgewinnung von Phosphor aus der Abwasserreinigung.
www.bafu.admin.ch . [Online] [Zitat vom: 20. September 2021.]
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/rueckgewinnung-phosphor-abwasserreinigung.html>

EBP SCHWEIZ AG, 2019: Technologien zur Phosphor-Rückgewinnung. Schweiz: s.n., April 2019

EPHOS. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] [Zitat vom: 20. Januar 2022.]
<https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/project/ephos-elektrochemische-phosphorrueckgewinnung/>

EUPHORE. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] Mai 2018. [Zitat vom: 02. Januar 2022.]
<https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/information/dokumente/>

HOFFMANN, ERHARD UND LEICHT, MIRIAM, 2021: www.umweltbundesamt.de.
PHOSIEDI - Verfahren. [Online] 28. Januar 2014. [Zitat vom: 20. Oktober 2021.]
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/hoffmann_kit_phosi_edi.pdf

P-BAC. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] April 2019. [Zitat vom: 02. Januar 2022.]
<https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/information/dokumente/>

PETZOLD, 2022: Aktueller Stand und Perspektiven zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlämmen im Land Sachsen-Anhalt – Masterarbeit; Hochschule Merseburg

PHOSFORCE. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] August 2020.
[Zitat vom: 15. Dezember 2021.] <https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/information/dokumente/>

P-XTRACT®: Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm. www.wehrle-werk.de . [Online]
[Zitat vom: 02. Februar 2022.]
<https://www.wehrle-werk.de/de/energie/technologie/phosphorr%C3%BCckgewinnung>

STUTTGARTER VERFAHREN. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] Mai 2018.
[Zitat vom 02. Januar 2022.] <https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/information/dokumente/>

TERRANOVA. www.deutsche-phosphor-plattform.de . [Online] April 2019. [Zitat vom: 02. Januar 2022.]
<https://www.deutsche-phosphor-plattform.de/information/dokumente/>

WAGNER ET AL., 2020 publikationen.sachsen.de. [Online] Statusbericht Klärschlamm Entsorgung
Sachsen 2020, 26. November 2020. [Zitat vom: 06. September 2021.]
<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/36926>

**Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz
des Landes Brandenburg**

Referat Öffentlichkeitsarbeit,
Internationale Kooperation

Henning-von-Tresckow-Straße 2 - 13, Haus S
14467 Potsdam

Telefon: 0331 866-7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de



mluk.brandenburg.de
agrar-umwelt.brandenburg.de
vimeo.com/mlukbrandenburg
twitter.com/MLUKBrandenburg