ecoprog

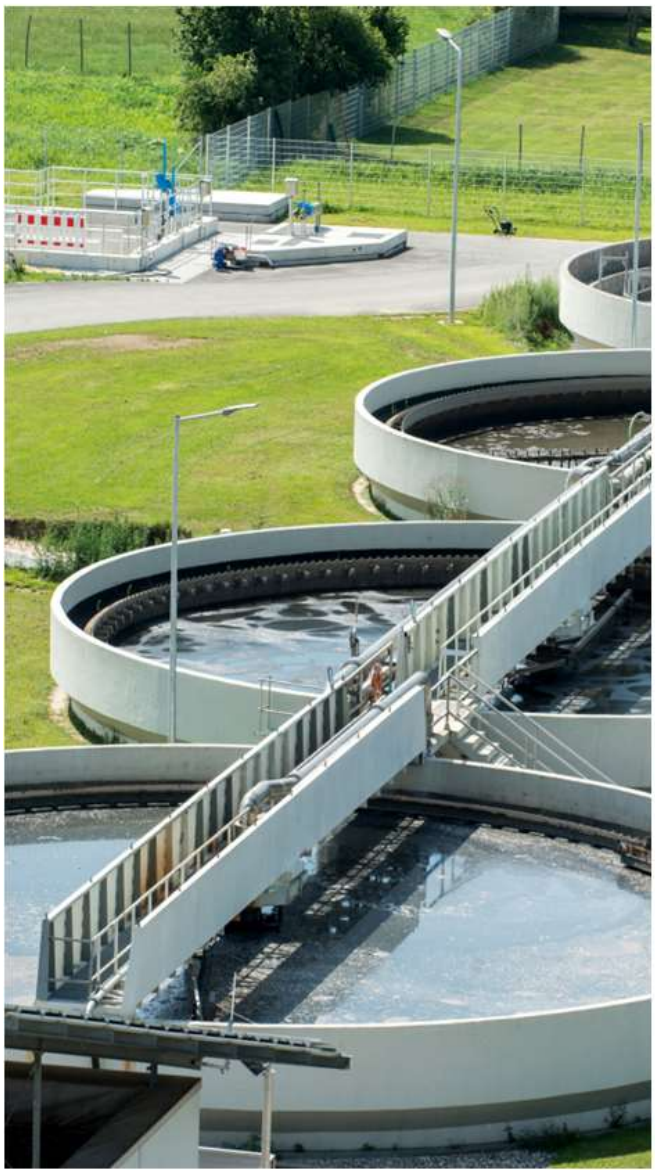


Bild links: Werner – stock.adobe.com; Bild oben rechts: VERA Klärschlammverbrennung Hamburg, Bildrechte: Heide-Daniel (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vera.jpg), „Vera“, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode; Bild unten rechts: digidreamgrafix – stock.adobe.com.

Kommunale Klärschlammentsorgung 2035

Prognosen – Projekte – Potenziale

Leseprobe

April 2023

ecoprog GmbH

Kommunale Klärschlammentsorgung 2035

Die Umstellung der Klärschlammentsorgung in Deutschland ist in vollem Gang. Wurden 2021 lediglich rund 30% des Klärschlamms in Monoverbrennungsanlagen verwertet, so wird diese Art der Entsorgung den Klärschlammmarkt ab 2029 dominieren. Im Gegenzug geht die stoffliche Verwertung weiter zurück, die Mitverbrennung von Klärschlamm scheidet fast vollständig aus dem Markt aus.

Mit den Preissteigerungen im Anlagenbau droht aktuell jedoch eine Unterversorgung in der Monoverbrennung ab 2029; gleichzeitig herrscht vor allem bei den Betreibern von kleineren Kläranlagen Unsicherheit, ob sie dauerhaft auf die Möglichkeit der stofflichen Verwertung vertrauen können.

Vor diesem Hintergrund hat ecoprog den Markt für die Klärschlammentsorgung in Deutschland im Detail untersucht und die Vorgängeruntersuchung aus 2020 aktualisiert.

Die ecoprog GmbH ist ein unabhängiges Beratungsunternehmen mit einem Schwerpunkt in der Umwelt- und Energietechnik. Als anerkannter Brancheninsider begleitet ecoprog seit 2005 in- und ausländische Kunden bei Managementfragen mit umwelttechnischem oder umweltwirtschaftlichem Hintergrund. In den vergangenen Jahren hat ecoprog für unterschiedliche Kunden dabei auch verschiedene Beratungsleistungen im Markt der Klärschlammentsorgung erbracht, etwa Potenzialanalysen für Standorte von Monoverbrennungsanlagen für Klärschlamm oder Preis- und Wettbewerbsmonitoring.

Konkret enthält die Marktstudie „Kommunale Klärschlammentsorgung 2035“:

- Eine Auswertung der aktuellen Mengenströme und Entsorgungswege in der Entsorgung kommunalen Klärschlamms in Deutschland.
- Eine detaillierte Analyse aller wesentlichen politischen, wirtschaftlichen, betrieblichen und technischen Trends, die diese Entsorgung aktuell und bis 2035 beeinflussen.
- Eine Prognose dieser Mengenströme und der zu erwartenden Entsorgungspreise auf Basis einer nachvollziehbaren Methodik im Rahmen von drei Szenarien bis 2035.
- Eine Auflistung und Betrachtung von mehr als 50 Projekten zur Monoverbrennung in Deutschland. Darauf basierend die Abschätzungen von regionalen Unter- und Überkapazitäten auf Basis einer geographischen Auswertung dieser Daten in den drei Szenarien.
- Eine Übersicht über bekannte Lösungen zum Phosphorrecycling aus der Asche von Monoverbrennungsanlagen.
- Aussagen zu kommunalen Handlungsoptionen, insbesondere für die Betreiber von kleineren und mittelgroßen Kläranlagen, etwa im Hinblick auf die stoffliche Verwertung.

Die Studie ist **zu einem Preis ab 1.200,- € zzgl. MwSt.** erhältlich. Mit einem Abonnement unseres *waste & bio Infrastructure Monitors* erhalten einen Rabatt von 600,- €.

Optional können Sie einen zweistündigen Workshop buchen, in dem die wesentlichen Aussagen der Untersuchung beleuchtet und die Auswirkungen für Ihre eigene Situation diskutiert werden.

Ihr Ansprechpartner:

Johannes Eich
ecoprog GmbH
Tel. +49 (0)221 788 03 88-17
j.eich@ecoprog.com

Inhalt

1	**Vorwort**	**9**
2	**Management Summary**	**11**
3	**Abwasserentsorgung in Deutschland**	**15**
3.1	Abwasserbehandlung	15
3.2	Vorbehandlung des Klärschlamms	18
3.3	Verwertung des Klärschlamms	21
4	**Aktueller Entsorgungsmarkt**	**23**
4.1	Kläranlagen	23
4.2	Mengen	26
4.3	Art der Entsorgung	27
4.4	Preisentwicklung	29
5	**Thermische Behandlungsinfrastruktur**	**33**
5.1	Monoverbrennungsanlagen	33
5.2	Kohlekraftwerke	36
5.3	Zementwerke	39
5.4	Thermische Abfallbehandlungsanlagen	42
6	**Marktfaktoren und Annahmen**	**45**
6.1	Bevölkerungsentwicklung	45
6.2	Konjunkturentwicklung	46
6.3	Technische Maßnahmen zur Minderung des Klärschlamms	46
6.4	Ausbringungsverbot	47
6.5	Phosphor-Recycling	48
6.6	Kohleausstieg	50
6.7	**Entmischung von kommunalen und industriellen Schlämmen**	**51**
7	Projekte zur Monoverbrennung und deren Bewertung	53
7.1	Kriterien der Bewertung	53
7.2	Geplante Kapazitäten	54
7.3	Beschreibung bekannter Projekte	57
8	**Marktmodell und Prognose**	**71**
8.1	Funktionsweise des Modells	71
8.2	Klärschlammmenge	72
8.3	Stoffliche Verwertung	73
8.4	Mitverbrennung	74
8.5	Input in die Monoverbrennung	76
8.6	Mono-Verbrennung ab 2029: Über- und Unterkapazitäten	77
8.7	Preisentwicklung	79
9	**Regionale Bedarfslücken und Überkapazitäten**	**81**
9.1	Methodik	81
9.2	Ergebnisse	83
10	**Handlungsleitfaden für Kommunen**	**89**
11	**P-Recycling aus Schlacken und Aschen**	**97**
11.1	Technologie und Verfahren	97
11.2	Aktueller Umsetzungsstand	99

Methodik, Abgrenzung **101**

Glossar **103**

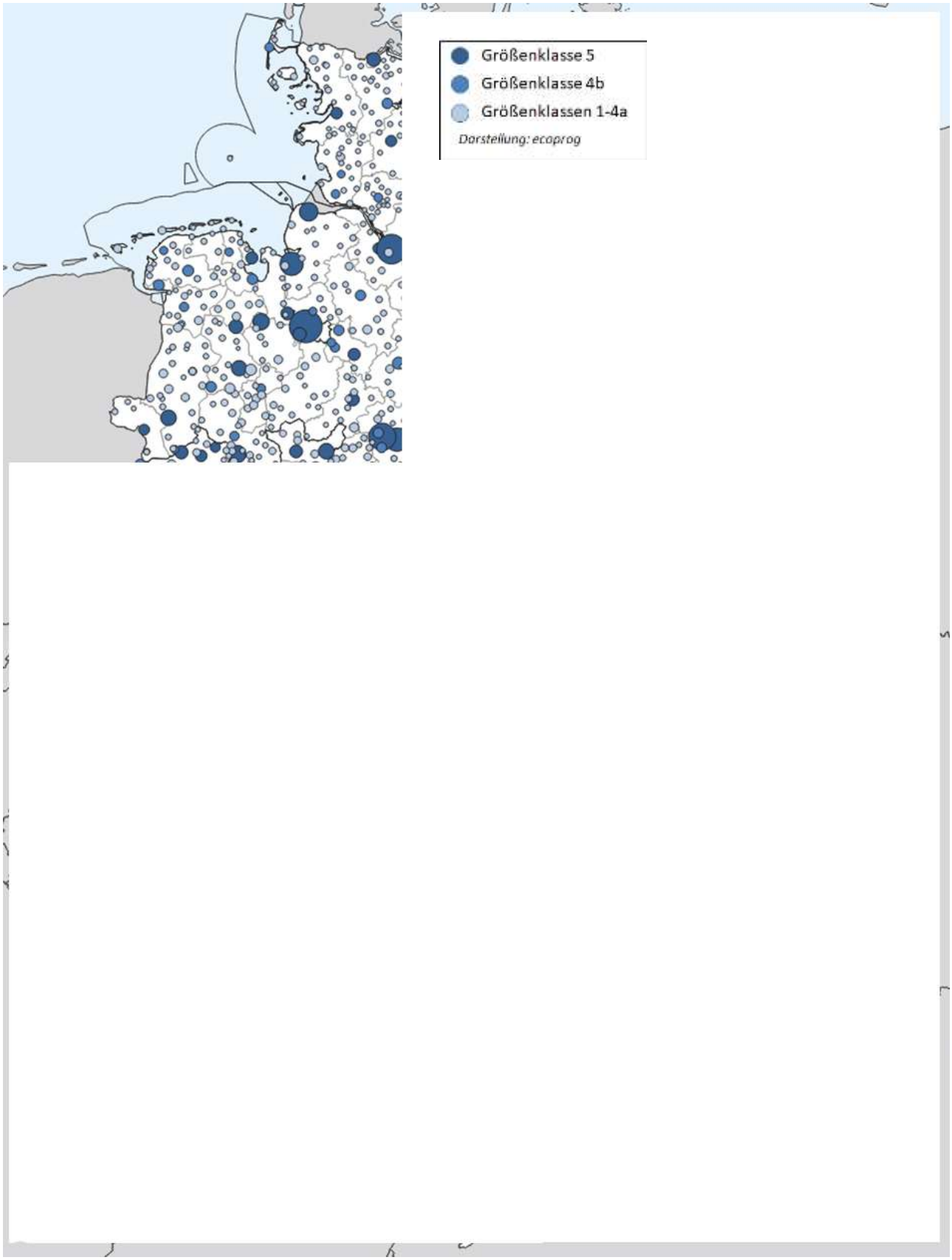
Anhang **105**
Aktive Monoverbrennungsanlagen für Klärschlamm 105
Kohlekraftwerke in der Mitverbrennung von Klärschlamm 111
Zementwerke in der Mitverbrennung von Klärschlamm 114
TAB-Anlagen 119

Abbildungen

Abbildung 1: Beispiel einer Kläranlage 16
Abbildung 2: Kapazität kommunaler Kläranlagen in Deutschland nach Größenklassen 23
Abbildung 3: Kommunale Kläranlagen in Deutschland, 2.000 EW und größer 24
Abbildung 4: Durchsatz kommunaler Kläranlagen in Deutschland nach Größenklassen 26
Abbildung 5: Aufkommen an Klärschlamm in Deutschland 27
Abbildung 6: Marktanteile nach Entsorgungsart 28
Abbildung 7: Entsorgungsart nach Bundesländern 29
Abbildung 8: Vergabepreise für Klärschlamm in Deutschland 30
Abbildung 9: Lage der Monoverbrenner in Deutschland 34
Abbildung 10: Struktur der Monoverbrenner in Deutschland 35
Abbildung 11: Mitverbrennung in Kohlekraftwerken in Deutschland 37
Abbildung 12: Mitverbrennung in Zementwerken in Deutschland 39
Abbildung 13: Mitverbrennung in Zementwerken in Deutschland 40
Abbildung 14: Müllverbrennungsanlagen in Deutschland 43
Abbildung 15: Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung 45
Abbildung 16: Bekannte Projekte für Monoverbrennungsanlagen in Deutschland 55
Abbildung 17: Annahmen zur Entwicklung der verfügbaren Kapazität in der Monoverbrennung 56
Abbildung 18: Prognosemodell 71
Abbildung 19: Prognose der zukünftigen Klärschlammmenge 73
Abbildung 20: Prognose der Mengen zur stofflichen Verwertung 73
Abbildung 21: Prognose der Mengen zur Mitverbrennung 75
Abbildung 22: Prognose der Mengen zur Monoverbrennung 76
Abbildung 23: Angebot und Nachfrage in der Monoverbrennung bis 2035, Base Case 77
Abbildung 24: Angebot und Nachfrage in der Monoverbrennung bis 2035, Low Case 78
Abbildung 25: Angebot und Nachfrage in der Monoverbrennung bis 2035, High Case 78
Abbildung 26: Zukünftige Preisentwicklung in der thermischen Behandlung im Modell 80
Abbildung 27: Zuweisung von Referenzwerten 81
Abbildung 28: Berechnung der Referenzsummen 82
Abbildung 29: Abdeckung in der Monoverbrennung, Base Case 85
Abbildung 30: Abdeckung in der Monoverbrennung, Low Case 86
Abbildung 31: Abdeckung in der Monoverbrennung, High Case 87
Abbildung 32: Entscheidungsbaum Art der Entsorgung 91
Abbildung 33: Vor- und Nachteile verschiedener Organisationsformen 92
Abbildung 34: Mögliche Verfahren der Phosphor-Rückgewinnung 98

© ecoprog GmbH, www.ecoprog.com

Abbildung 3: Kommunale Kläranlagen in Deutschland, 2.000 EW und größer



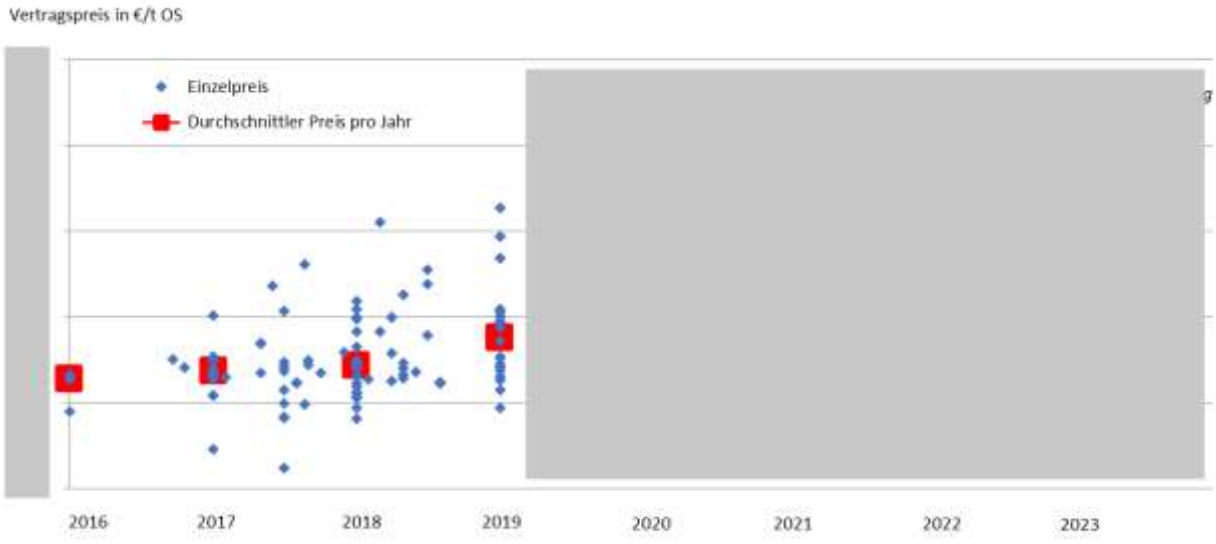
© ecoprog GmbH, www.ecoprog.com

Vor allem als Folge der Verknappung von landwirtschaftlicher Fläche sind die Vergabepreise in der Klärschlammentsorgung nach 2016 deutlich gestiegen. Betrug der mittlere Jahrespreis in 2016 noch XX Euro je Tonne entwässerten Klärschlamms (= Originalsubstanz; € / t OS), so stieg dieser bis XXXX auf XXX €/t OS. Dieser Preisanstieg hatte im Wesentlichen zwei Gründe:

- Durch die Verlagerung von der stofflichen bzw. bodenbezogenen Verwertung hin zu einer thermischen Verwertung stieg der durchschnittliche Preis, da die thermische Verwertung im Durchschnitt teurer ist als die stoffliche Verwertung.
- Die gestiegene Nachfrage in der thermischen Verwertung führte zu einem deutlichen Preisanstieg in diesem Segment. Zwar konnten vor allem in der Mitverbrennung die Kapazitäten bzw. Inputmengen gesteigert werden; insgesamt hat sich die thermische Klärschlammbehandlung in dieser Zeit allerdings klar in Richtung eines Angebotsmarktes entwickelt.

Besonders drastisch war die Preisentwicklung für Kommunen, die (notgedrungen) von der landwirtschaftlichen auf die thermische Verwertung umgestiegen sind. Diese müssen zum Teil die Umstellung von ehemals rund XX €/t OS auf bisweilen mehr als XX €/t OS schultern. In einigen Fällen konnten kommunale Ausschreibungen gar nicht vergeben werden, da es keine geeigneten Bewerber gab.

Abbildung 8: Vergabepreise für Klärschlamm in Deutschland

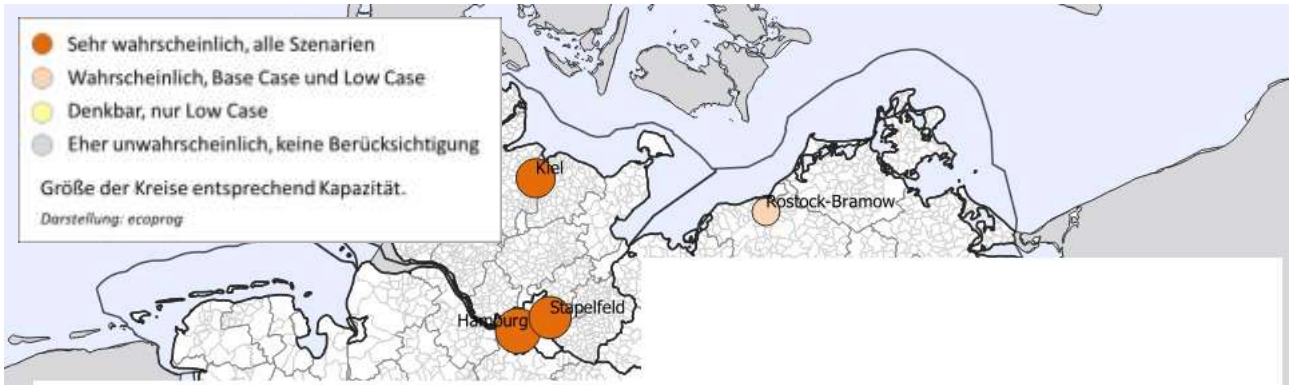


Seit XXXX ist eine Preisumkehr zu beobachten. Diese hat vor allem drei Gründe:

- (…)

© ecoprog GmbH, www.ecoprog.com

Abbildung 16: Bekannte Projekte für Monoverbrennungsanlagen in Deutschland

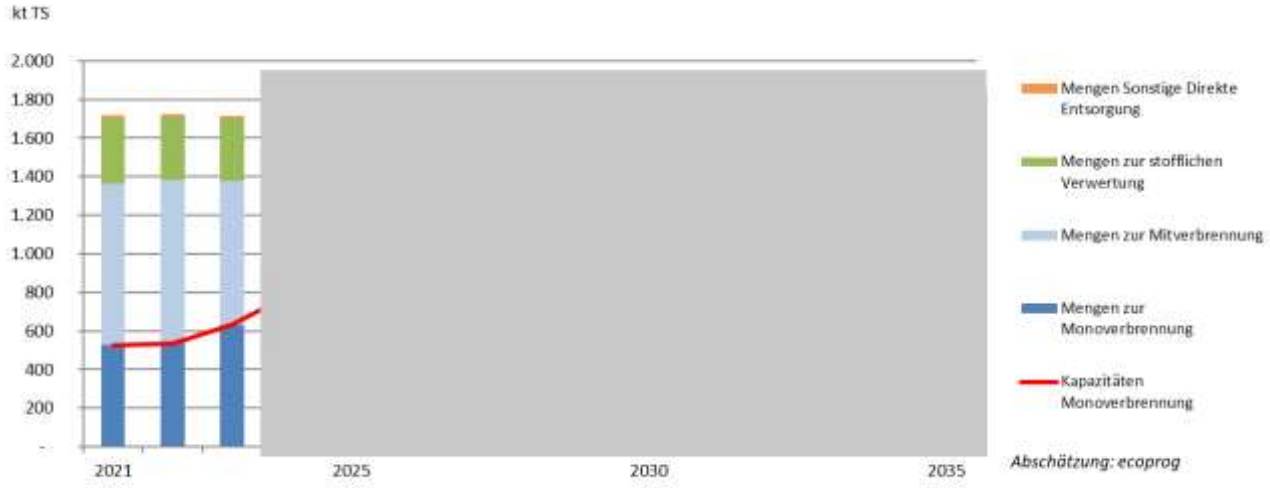


Die Einschätzung von ecoprog zur Wahrscheinlichkeit der Realisierung der jeweiligen Projekte ist weder offiziell noch verbindlich und lediglich eine Momentaufnahme von Anfang 2023 auf der Basis jener Informationen, die ecoprog bekannt sind.

© ecoprog GmbH, www.ecoprog.com

Der Grund hierfür ist ein deutlicheres Wachstum der Klärschlammmenge (vor allem als Folge eines starken Zuzugs an Menschen nach Deutschland sowie der Nicht-Realisierung weiterer Projekte in der Monoverbrennung).

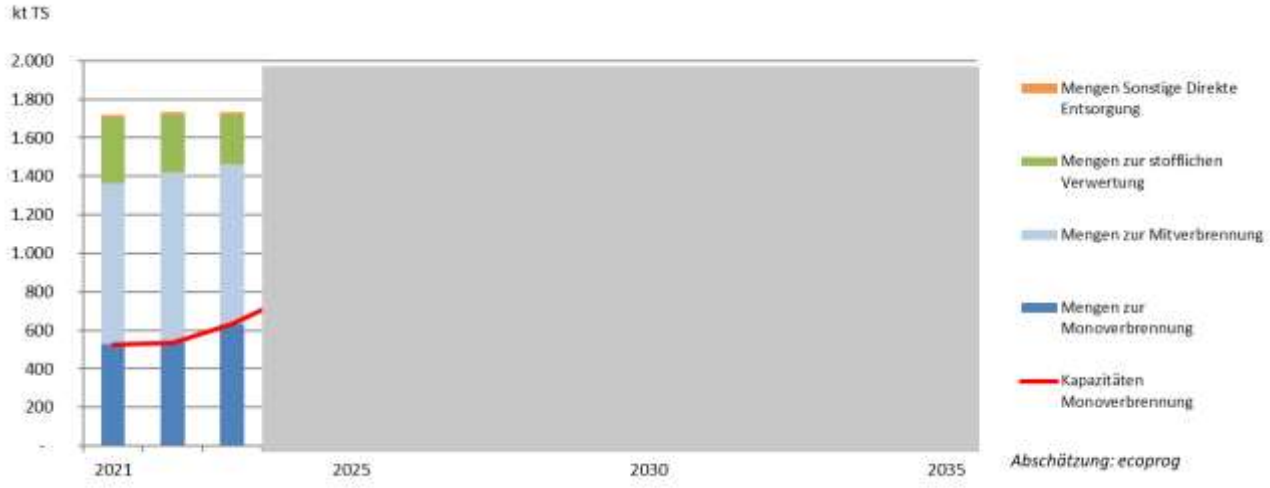
Abbildung 24: Angebot und Nachfrage in der Monoverbrennung bis 2035, Low Case



Im Gegenzug führen im Low Case niedrigere Klärschlammmengen und mehr Monoverbrennungsprojekte zu (…).

In Summe muss man sagen, dass es sich bei den vorliegenden Annahmen um eine vergleichsweise reife Prognose handelt. In Vorgängerstudien bestanden noch deutlich größere Unsicherheiten, etwa im Hinblick auf eine „nasse“ P-Abreicherung oder das Recycling von Aschen aus Kohlekraftwerken (das etwa von RWE noch vor gut zwei Jahren im großen Maßstab postuliert wurde). Zu diesem Zeitpunkt war die Bandbreite der möglichen Entwicklung deutlich größer.

Abbildung 25: Angebot und Nachfrage in der Monoverbrennung bis 2035, High Case



© ecoprog GmbH, www.ecoprog.com

Abbildung 29: Abdeckung in der Monoverbrennung, Base Case

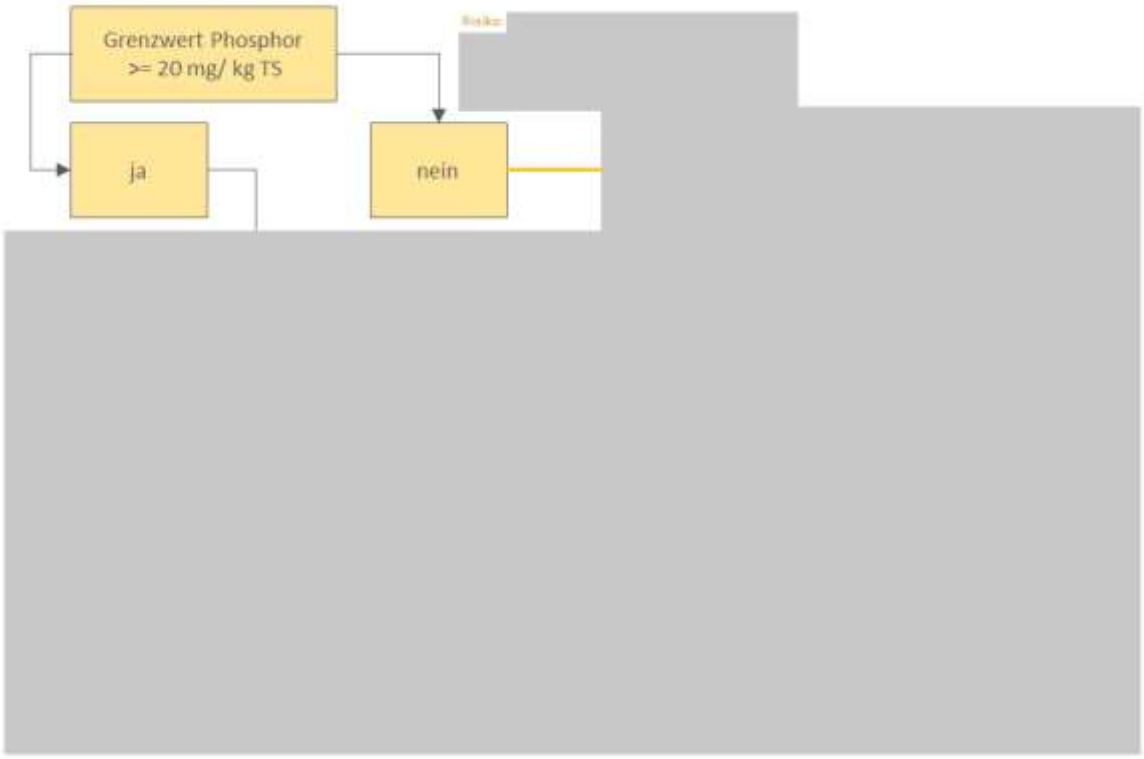
© ecoprog GmbH, www.ecoprog.com

Mit dem bevorstehenden Siegeszug der Monoverbrennung wird sich der Wettbewerb in der Vergabe der Klärschlammentsorgung deutlich verändern. Bislang dominieren vor allem zwei Arten von Lösungen:

- Die kommunale Eigenentsorgung in der Monoverbrennung, die vor allem im Falle von sehr großen Städten in dicht besiedelten Gebieten erfolgt.
- Die Entsorgung durch private Entsorger.

Bei den privaten Entsorgern existiert eine ausgeprägte Arbeitsteilung mit vielen Playern. Hierzu zählen verschiedene Landwirte, regionale Mitverbrenner wie TAB-Anlagen und Zementwerke und auch überregional die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken. Integriert werden diese Player von jenen Entsorgern, die mit der Klärschlammentsorgung der Kommunen oder Abwasserverbände in der Regel im Rahmen einer öffentlichen Vergabe beauftragt wurden. Zu den größten dieser Entsorger zählen etwa Remondis, Veolia oder die MSE Mobile Schlammentwässerung GmbH.

Abbildung 32: Entscheidungsbaum Art der Entsorgung



Die Kernkompetenz dieser Entsorger ist die logistische und administrative Organisation der Entsorgungskette, beginnend mit der Abholung (bzw. der Stellung von Containern) am Standort der Kläranlage. Dabei verhandeln sie auch Preise und Kontingente mit den finalen Entsorgern, etwa den Kohlekraftwerken oder Landwirten. Nur in Ausnahmefällen bewerben sich diese finalen Entsorger bislang direkt auf Ausschreibungen der Kommunen.

© ecoprog GmbH, www.ecoprog.com

Preis- und Produktinformation

Sie können die Marktstudie hier bestellen:

https://ecoprog.com/de/bestellung/report-muncipal-sewage-2035

Preismodelle:

- Single-User-Exemplar, 1.200,- € zzgl. MwSt.
- Company Version, 2.400,- € zzgl. MwSt.
- Corporate Version, Preis auf Anfrage

Zusätzlich können Sie die Studie als gebundenes Buch bestellen: 150,- € zzgl. MwSt.

Mit einem Abonnement unseres *waste & bio Infrastructure Monitor* (Info | Bestellung) erhalten Sie einen Rabatt von 600,- € (1.200,- € Rabatt bei Bestellung einer Company Version).

Produktinformation:

Single-User-Exemplar:	Persönliches Exemplar (personalisierte und passwortgeschützte PDF-Datei per E-Mail)
Company Version:	Unternehmensweites Exemplar (juristische Einheit) (PDF-Datei per E-Mail).
Corporate Version:	Exemplare für unterschiedliche, aber juristisch miteinander verbundene Unternehmen (z. B. Schwesterfirmen, Beteiligungen im Ausland). Der Preis richtet sich nach der Anzahl der Unternehmen und Personen.

Workshop

Optional können Sie einen Workshop in Form eines zweistündigen Webinars buchen.
Im Rahmen dieses Workshops werden die Kernaussagen der Studie erläutert. Zudem kann die individuelle Situation des Kunden in der Klärschlammentsorgung diskutiert werden. Die Kosten hierfür betragen 300,- € zzgl. MwSt., der Workshop kann auch nachträglich gebucht werden.