

Stand der Klärschlamm-trocknung und Klärschlamm-verbrennung in Deutschland

Patric Heidecke (Dessau-Roßlau), Jörg Six (Hagen) und Falko Lehrmann (Lünen)

Zusammenfassung

Die Verteilung von stofflicher und thermischer Verwertung kommunaler Klärschlämme hat sich von 2007 bis 2016 von einer Gleichverteilung zugunsten der thermischen Behandlung verschoben. Aufgrund jüngster gesetzlicher Änderungen ist zusätzlich ein deutlicher Trend hin zur thermischen Behandlung von Klärschlamm zu erkennen. Die Autoren setzen sich mit dem Status quo der Vorbehandlungsanlagen (Trocknung) sowie den thermischen Behandlungsanlagen auseinander. Der Artikel stellt den aktuellen Stand der in Deutschland betriebenen Trocknungs- und Monoverbrennungsanlagen dar, bilanziert den Bedarf an Verbrennungsanlagen auf Länderebene und soll unter Einbeziehung der Mitverbrennungsanlagen (Kohlekraftwerke, Müllverbrennungsanlagen und Zementwerke) eine Entscheidungshilfe sein für die Errichtung neuer Monoverbrennungsanlagen. Die bekannten Projekte werden in diese Matrix mit aufgenommen.

Schlagwörter: Klärschlamm, Verwertung, Trocknung, Verbrennung, Phosphorrückgewinnung

DOI: 10.3242/kae2018.07.003

Abstract

Status of sewage sludge drying and incineration in Germany

The breakdown of recycling and energy recovery of municipal sewage sludge tipped from a balance to favour thermal treatment between 2007 and 2016. In addition, a clear trend towards the thermal treatment of sewage sludge is evident based on the latest changes in the law. The authors address the status quo of pre-treatment technology (drying) and thermal treatment plants. This article depicts that current status for drying and mono-incineration facilities operated in Germany, balances the need for incineration plants at state level and should serve as a decision-making aid for the installation of new mono-incineration plants while considering co-incineration plants (coal-fired power plants, dedicated waste-to-energy plants and cement kilns). Known projects will be included in this matrix.

Key words: sewage sludge, recovery, drying, incineration, phosphorus recycling

1 Einleitung

Die Verteilung von stofflicher und thermischer Verwertung kommunaler Klärschlämme hat sich von 2007 bis 2016 von einer Gleichverteilung (jeweils ca. 50 %) zugunsten der thermischen Behandlung (auf 65 %) verschoben (Abbildung 1). Die absolute Steigerung der thermisch behandelten Menge beträgt aufgrund des insgesamt gesunkenen Klärschlammanfalls jedoch nur ca. 13 %.

Am 3. Oktober 2017 ist die novellierte Klärschlammverordnung (AbfKlärV) in Kraft getreten. Mit den bereits vorher in Kraft getretenen Novellierungen der Düngemittelverordnung (DüMV) vom 27. Mai 2015 und der Düngeverordnung (DüV) vom 26. Mai 2017 liegt ein novelliertes Gesamtpaket für die stoffliche Nutzung kommunaler Klärschlämme vor.

Dies hat sich auf die stoffliche Nutzung der Klärschlämme ausgewirkt. Es ist ein deutlicher Trend hin zur thermischen Be-

handlung von Klärschlamm zu erkennen (Abbildung 2). Neben den verschärften Qualitätsanforderungen haben die zulässigen Ausbringungszeiten und -mengen zu diesem Trend beigetragen. Der Aspekt des Phosphorrecyclings spielt zurzeit noch eine untergeordnete Rolle.

Gleichwohl muss der Betreiber einer Kläranlage sich gegenüber den Aufsichtsbehörden bis zum Jahr 2023 erklären, welchen Weg des Phosphorrecyclings er gehen möchte. Aktuell ist ein Trend zur thermischen Behandlung in Monoverbrennungsanlagen mit dem Ziel des Phosphorrecyclings aus den Aschen erkennbar. Dies insbesondere unter den Entscheidungskriterien zurück gewinnbare Phosphormenge, mögliche Zwischenlagerung der Asche bis zur Verfügbarkeit einer technisch und wirtschaftlichen Rückgewinnungsmethode und der Kosten für das Phosphorrecycling.

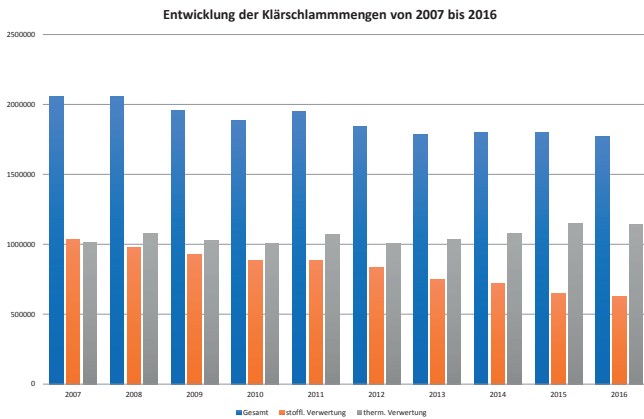


Abb. 1: Gesamtklärschlammengen und deren Verwertung von 2007 bis 2016 [1]

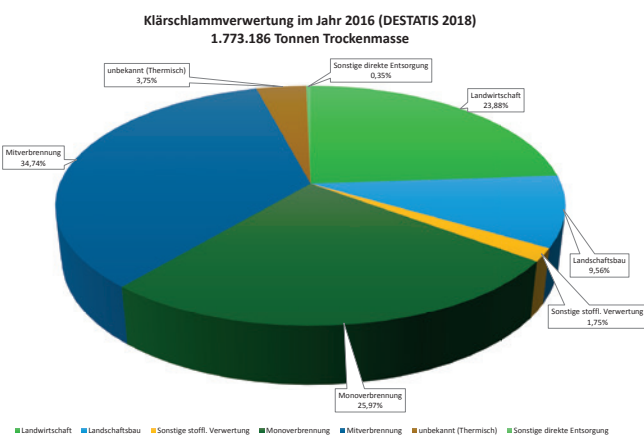


Abb. 2: Prozentuale Aufteilung der verschiedenen Verwertungswege [1]

Im Folgenden setzen sich die Autoren mit dem Status quo der Vorbehandlungsanlagen (Trocknung) sowie den thermischen Behandlungsanlagen auseinander. Dieser Artikel stellt den aktuellen Stand der in Deutschland betriebenen Trocknungs- und Monoverbrennungsanlagen dar, bilanziert den Bedarf an Verbrennungsanlagen auf Länderebene und soll unter Einbeziehung der Mitverbrennungsanlagen (Kohlekraftwerke, Müllverbrennungsanlagen und Zementwerke) eine Entscheidungshilfe sein für die Errichtung neuer Monoverbrennungsanlagen. Die bekannten Projekte werden in diese Matrix mit aufgenommen.

2 Klärschlamm-trocknung

2.1 Grundsätzliches zur Datenlage

Eine Zusammenstellung von Daten zur kommunalen Klärschlamm-trocknung wurde vom Umweltbundesamt in den Jahren 2004, 2012 und Ende 2017 durchgeführt [2]. Bei der Erhebung wurden neben standortbezogenen Daten die installierte Technologie, genutzte Kapazität, erreichbarer Trockenrückstand (TR) sowie der praktizierte Verwertungsweg durch Hersteller- bzw. Anwenderbefragungen erfasst. Dabei ist anzunehmen, dass die angegebenen Durchsätze nicht grundsätzlich auf den Trockenmassegehalt bezogen wurden. Weiterhin wurden bei Technologiekombinationen aus mehreren Trocknern die angegebene

nen Durchsätze mehrfach den Technologien zugeordnet, sodass Unschärfen bei den Mengenangaben vorlagen. Die Plausibilität der Rechercheergebnisse soll in Kürze im Rahmen eines vom UBA initiierten Forschungsprojektes zum Stand der Technik von Klärschlamm-trocknungsanlagen untersucht werden.

2.2 Aktueller Stand der kommunalen Klärschlamm-trocknung

In Deutschland wurden an 175 Standorten insgesamt 203 Trocknungsanlagen für kommunale Klärschlamm bis Ende 2017 errichtet, wovon einige Anlagen momentan nicht betrieben werden. Die Abbildungen 3 und 4 geben einen Überblick über die Anzahl bzw. die kumulierte Durchsatzleistung der eingesetzten Trocknungsverfahren. Solartrockner, mit und ohne Abwärmenutzung, stellen mit 44 % (entspricht 90 Anlagen) aller installierten Trocknungssysteme den Hauptanteil, erbringen aber kumuliert lediglich etwa 9 % des in Deutschland getrockneten Klärschlammes. Bandtrockner (34), Scheibentrockner (32) und Dünnschichttrockner (14) werden ebenfalls verhältnismäßig häufig eingesetzt und behandeln insgesamt etwa 65 % des gesamten Durchsatzes. Die Klärschlamm-trocknung nach dem Wirbelschichtprinzip (eine Linie) wird wie auch die Schaufeltrocknung (2-linig) an nur einem Standort betrieben, wobei mit 16 000 bzw. 17 500 t/TM im Jahr jedoch sehr hohe Durchsätze je Linie erreicht werden können. An insgesamt zwölf Standorten wird in zwei Linien, an vier Standorten in drei Linien und an jeweils einem Standort wird in vier bzw. sechs Linien getrocknet. Die dabei mehrlinig ausgeführten Trocknungstechnologien beziehen sich im Wesentlichen auf Scheiben-, Schnecken- und Dünnschichttrockner.

2.3 Entwicklung der kommunalen Klärschlamm-trocknung

Bei der Erhebung im Jahr 2004 wurden insgesamt 74 Trocknungsanlagen erfasst, die in Summe fast 360 000 t Klär-

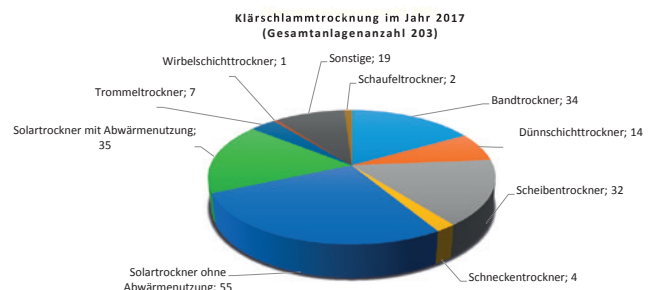


Abb. 3: Anzahl der Klärschlamm-trockner aufgeteilt nach Trocknungstechnologie [3]

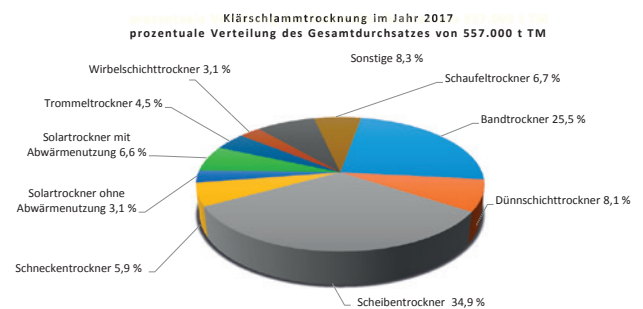


Abb. 4: kumulierte Durchsatzleistung nach Trocknungstechnologie [3]

	2004		2012		2017	
	Anzahl [-]	Durchsatz [t TM/]	Anzahl [-]	Durchsatz [t TM]	Anzahl [-]	Durchsatz [t TM]
Bandrockner	16	29 086	20	45 001	34	133 206
Dünnschichtrockner	7	38 092	7	40 982	14	42 162
Scheibentrockner	14	183 087	14	179 587	32	182 420
Schneckenrockner	–	–	1	30 000	4	30 780
Solartrockner	10	9 440	55	19 521	55	16 333
Solartrockner mit Abwärme	–	-	20	23 178	35	34 554
Trommelrockner	18	83 460	16	65 400	7	23 250
Wirbelschichtrockner	6	13 590	6	22 500	1	16 000
Schaufelrockner	–	–	–	–	2	35 000
Andere	3	300	4	25 500	21	43 500
Gesamt	74	357 055	143	451 669	203	557 205

Tabelle 1: Entwicklung der installierten Trocknungsanlagen und Durchsatzmengen für die Jahre 2004, 2012 und 2017

schlammtrockenmasse behandeln. Bis zum Jahr 2012 hat sich diese Anzahl nahezu verdoppelt, wobei der Gesamtdurchsatz mit rund 450 000 t TM nicht in gleichem Maß anstieg, was hauptsächlich auf die verstärkte Installation von Solartrocknern zurückzuführen ist. Seit 2012 hat sich die Anzahl der Solartrockner im Wesentlichen nur durch solche Anlagen erhöht, die zur Unterstützung des solaren Trocknungsprozesses Abwärme (insbesondere von Kraftwerken) nutzen, was vergleichsweise höhere Durchsätze bei gleichem Flächenbedarf ermöglicht. Generell ist zu verzeichnen, dass neue Trocknungsanlagen häufig an Standorten mit Abwärmenutzungspotenzial (Abfallverbrennungsanlagen, Kohle- bzw. Ersatzbrennstoffkraftwerke) realisiert wurden. In den folgenden Jahren bis 2018 nahm vor allem die Trocknungskapazität der Bandrocknung zu, die aktuell fast ein Viertel an der Gesamtkapazität von ca. 560 000 t TM pro Jahr ausmachen. Dagegen verringerten sich die Anlagenanzahl und die Kapazität der Trommel- und Wirbelschichtrockner vorrangig aus betriebswirtschaftlichen Gründen in letzten Jahren deutlich. Neben den genannten gängigen Trocknungsverfahren fanden seit 2012 nennenswerte Anlagenneueinstellungen der Hallen- oder Containertrocknung – zumeist mit Abwärmenutzung von Biogasanlagen – statt, die aktuell 18 Anlagen mit einem kumulierten Durchsatz von 43 500 t TM je Jahr ausmachen.

Tabelle 1 zeigt in Abhängigkeit von der Trocknungstechnologie die installierte Anlagenanzahl sowie die aufsummierten Durchsätze.

Neben dem genutzten Trocknungsverfahren unterscheiden sich die Trocknungsanlagen auch in ihren eingesetzten Leistungsbereichen sowie im mittleren Durchsatz, was in Abbildung 5 dargestellt wird. Die angegebenen minimalen und maximalen Durchsatzleistungen sind modulbasiert und beziehen sich auf alle Anlagen, die seit 2004 erfasst wurden. Dabei sind solche Systeme nicht aufgeführt, deren Betrieb bzw. Weiterentwicklung in der Zwischenzeit gänzlich eingestellt wurde (zum Beispiel Centridry).

Von allen Trocknerarten werden Bandrockner im breitesten Leistungsbereich eingesetzt, der von 140 bis 25 000 t TS reicht. Kleinere Systeme werden dabei häufig mit Kaltluft betrieben, während größere Anlagen Abwärme nutzen. Am Beispiel der Solartrockner wird der Zusammenhang zwischen Abwärmenutzung und erreichbaren Durchsatzleistungen besonders

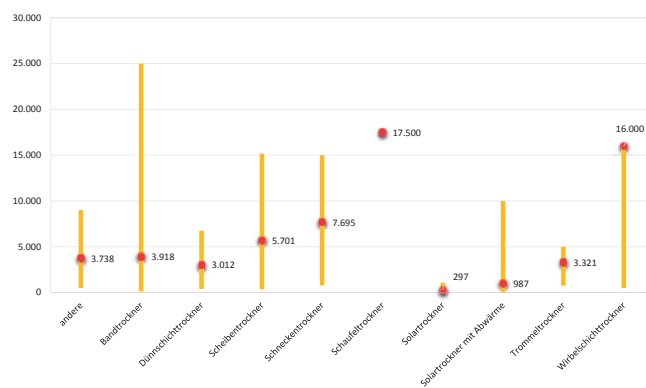


Abb. 5: Leistungsbereiche der Trocknerarten und mittlerer KlärschlammDurchsatz

deutlich. Rein solar betriebene Trockner arbeiten mit 21 bis 1100 t TM/a im unteren Leistungsbereich, während abwärmegestützte Systeme im Bereich von 88 bis 10 000 t TM/a eingesetzt werden. Die höchsten Durchsatzleistungen werden von Bandrocknern (25 000 t TM/a), Schaufelrocknern (17 500 t TM/a) sowie von Scheiben- bzw. Schneckenrocknern (je 15 000 t TM/a) gestellt. Die vergleichsweise hohen mittleren Durchsatzleistungen der Schneckenrockner lassen sich auf die modulbasierte Betrachtung zurückführen. Schneckenrocknermodule bestehen häufig aus mehreren Schnecken, so sind beispielsweise in Altstadt je 16 Schnecken in einem Trocknermodul zusammengefasst.

Entsprechend dem vorgesehenen Klärschlamm Entsorgungsweg ist der erreichbare Heizwert bzw. Trockenmassegehalt eine wichtige Zielgröße. Die Mitverbrennung in Zementwerken erfordert im Normalfall ebenso eine Volltrocknung des Klärschlammes wie der Einsatz in alternativen thermo-chemischen Konversionsverfahren (Vergasung, Pyrolyse, Schmelzvergasung etc.). Die Volltrocknung des Klärschlammes kann dabei technisch durch nahezu alle Trocknungstechnologien erreicht werden. Unter den solaren Trocknungsanlagen mit Volltrocknung dominiert der Entsorgungspfad in die Zementproduktion. Insgesamt macht die Volltrocknung gut 60 % des Gesamtdurchsatzes aus.

Vereinzelt werden für die bodenbezogene Verwertung (Landwirtschaft, Landschaftsbau, Rekultivierung) Klärschlamm-

me voll getrocknet. Üblicherweise wird hierfür jedoch eine Teiltrocknung auf 75 % TS praktiziert.

Zur thermischen Behandlung in Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen auf Basis der Wirbelschichttechnologie ist üblicherweise eine Teiltrocknung bis zu 42 % TS von Vorteil, da hierbei die Leimphase nicht durchfahren wird. Für diesen Entsorgungsweg werden aufgrund der erforderlichen Massenströme vorrangig Scheibentrockner, vereinzelt aber auch Dünnschicht- oder Schneckentrockner eingesetzt. Bezogen auf den Gesamtdurchsatz werden für diesen Entsorgungsweg knapp 30 % (entspricht ca. 165 000 t TM) getrocknet.

3 Klärschlammverbrennung

3.1 Klärschlammengen

Eine wichtige Grundlage für den Bau und Betrieb neuer Klärschlammverbrennungsanlagen ist der Standort und die Klärschlammverfügbarkeit im Umkreis von 100 bis maximal 150 km.

Für einen ersten Überblick werden hierzu die Klärschlammengen, die in den einzelnen Bundesländern anfallen, den Verbrennungskapazitäten der Monoverbrennungsanlagen sowie der Mitverbrennungskapazitäten in Braunkohlekraftwerken gegenübergestellt (Tabelle 2).

Die angegebene genehmigte Kapazität der Monoverbrennungsanlagen steht technisch nicht in vollem Umfang zur Verfügung. Die Kapazität aller existierenden Monoverbrennungsanlagen ist bei einer technischen Verfügbarkeit von 90 % mit ca. 600 000 t TM/a als möglich anzusehen. In den vergangenen Jahren wurden diese technisch möglichen Kapazitäten aber

nur zu ca. 75 % – 460 000 t TM/Jahr – genutzt. Dies liegt unter anderem daran, dass an manchen Standorten nicht alle vorhandenen Linien gleichzeitig betrieben werden können und auch teils keine Genehmigungen und/oder technische Ausrüstungen vorhanden sind, um externe Klärschlämme anzunehmen.

Bei den Mitverbrennungskapazitäten in der Braunkohle kann die Menge von 330 000 t als tatsächliche technische Kapazität angesetzt werden, da die genehmigten Kapazitäten deutlich höher sind.

Interessant für die weiteren Schlussfolgerungen ist auch die Exportbilanz der Bundesländer (Tabelle 3). Diese Bilanz gibt Hinweise darauf, dass einerseits keine Verbrennungskapazitäten in dem eigenen Bundesland vorhanden sind oder über die räumliche Nähe von Verbrennungskapazitäten der Export in ein anderes Bundesland möglich und wirtschaftlich ist. Dies gilt insbesondere für die großen Behandlungskapazitäten der Mitverbrennung in den Braunkohlekraftwerken in Sachsen und Nordrhein-Westfalen.

3.2 Kapazität der Klärschlammmonoverbrennungsanlagen (Bestands- und Neuanlagen)

In Tabelle 4 ist die genehmigte Kapazität der bestehenden Monoverbrennungsanlagen dargestellt. Wie die Aufstellung zeigt, werden aktuell in Deutschland 20 Monoverbrennungsanlagen betrieben. Bei einer internen Umfrage der DWA-Arbeitsgruppe KEK-3 wurden 19 Anlagen erfasst. Diese Umfrage wies aus, dass 50 % der Anlagen älter als 20 Jahre sind. Die Kapazität dieser älteren Anlagen liegt bei 46,5 % der Gesamtkapazität der thermischen Verwertung. Dies hat zur Folge, dass sich meh-

Bundesland	Gesamtaufkommen Klärschlamm	stoffliche Verwertung	Thermische Behandlung	Gesamtkapazität thermisch	Monoverbrennung	Mitverbrennung
Baden-Württemberg	223.523	8.274	211.452	53.200	53.200	–
Bayern	290.306	95.690	194.304	105.500	105.500	–
Berlin	50.871	–	50.871	84.100	84.100	–
Brandenburg	74.015	28.881	45.134	–	–	–
Bremen	20.031	7.113	12.918	–	–	–
Hamburg	50.619	–	50.619	78.840	78.840	–
Hessen	156.282	67.606	88.676	52.560	52.560	–
Mecklenburg-Vorpommern	34.508	26.404	8.104	2.500	2.500	–
Niedersachsen	143.951	102.377	41.424	–	–	–
Nordrhein-Westfalen	383.341	66.204	317.137	476.520	276.520	200.000
Rheinland-Pfalz	86.162	60.013	26.149	–	–	–
Saarland	19.022	9.870	9.152	–	–	–
Sachsen	70.108	35.445	34.663	105.000	–	105.000
Sachsen-Anhalt	57.775	38.218	17.889	40.200	15.200	25.000
Schleswig-Holstein	75.622	52.544	22.712	–	–	–
Thüringen	37.050	25.361	11.689	–	–	–
Gesamt	1.773.186	624.000	1.142.893	998.420	668.420	330.000

Tabelle 2: Klärschlammengen und deren Verwertung/Kapazitäten der thermischen Behandlung in Mono- und Mitverbrennungsanlagen (Braunkohlekraftwerke) 2016 [1]

2016	Klärschlamm-mengen gesamt	davon in anderes Bundesland verbracht	davon ins Ausland verbracht	Prozentualer Anteil der externen Verbringung
Baden-Württemberg	223.523	79.486	592	35,83%
Bayern	290.306	107.946	–	37,18%
Berlin	50.871	–	–	0,00%
Brandenburg	74.015	31.419	–	42,45%
Bremen	20.031	17.040	–	85,07%
Hamburg	50.619	–	–	0,00%
Hessen	156.282	26.282	–	16,82%
Mecklenburg-Vorpommern	34.508	4.920	–	14,26%
Niedersachsen	143.951	64.807	–	45,02%
Nordrhein-Westfalen	383.341	52.007	–	13,57%
Rheinland-Pfalz	86.162	22.407	–	26,01%
Saarland	19.022	2.075	4.783	36,05%
Sachsen	70.108	25.479	–	36,34%
Sachsen-Anhalt	57.775	3.450	–	5,97%
Schleswig-Holstein	75.622	6.709	–	8,87%
Thüringen	37.050	15.666	–	42,28%
Deutschland	1.773.186	459.693	5.375	26,23%

Tabelle 3: Exportmengen der Bundesländer bei der Klärschlamm-sorgung 2016 [1]

Anlage	Bundesland	Kapazität in t TM/a
Berlin-Ruhleben	BE	84.100
Balingen	BW	1.200
Karlsruhe	BW	20.000
Stuttgart	BW	32.000
Altenstadt	BY	55.000
Gendorf	BY	10.000
München	BY	22.000
Neu-Ulm	BY	16.000
Straubing	BY	2.500
Frankfurt a.M.	HE	52.560
Hamburg	HH	78.840
Rügen	MV	2.500
Bonn	NW	8.000
Bottrop	NW	44.000
Düren	NW	14.000
Werdohl-Elverlingsen	NW	61.320
Herne	NW	22.200
Lünen	NW	95.000
Wuppertal	NW	32.000
Bitterfeld-Wolfen	ST	15.200
Gesamt		668.420

Tabelle 4: Monoverbrennungsanlagen für kommunale Klärschlamm-e in Deutschland ([4], eigene Erhebungen)

rere Anlagenbetreiber mit der Sanierung/Neubau oder Erweiterungsmassnahmen beschäftigen. Diese Überlegungen und/oder konkreten Planungen gibt es zum Beispiel in Berlin, Bonn, Frankfurt, Hamburg, Herne, München, Stuttgart und Wuppertal. Im Allgemeinen ist dann auch mit einer Kapazitätserweiterung zu rechnen. Dies könnte im Ergebnis zu einer Kapazitätssteigerung von ca.125 000 t TM/Jahr führen. Neben diesen Er-

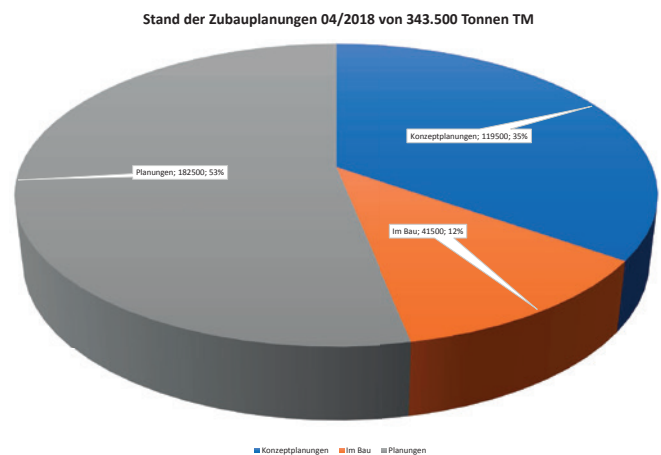


Abb. 6: Stand der Neuplanungen und deren Status (eigene Erhebungen)

neuerungen befinden sich derzeit auch einige Anlagen in Planung bzw. schon in der Umsetzung (Tabelle 5).

Für die weitere Gesamtbilanz haben die Autoren nur die Anlagen im Bau und in der Planung/Genehmigung mit ihren Mengen zu 100 % einbezogen. Bei den Konzeptplanungen sind die Autoren von einer 50%igen Umsetzung ausgegangen. Dies führt in Summe zu einer Zubaukapazität von insgesamt 343 500 t TM (Abbildung 6).

Werden die Planungen, wie oben beschrieben, umgesetzt, resultiert mit den vorhandenen Anlagen eine gesamte Verbrennungskapazität in Monoverbrennungsanlagen von 1 137 000 t TM/Jahr. Unterstellt man für diese gesamte Kapazität auch die technische Verfügbarkeit von 90 % stünde damit zukünftig eine Verbrennungskapazität von insgesamt 1 025 000 t TM/Jahr zur Verfügung (Tabelle 6).

Aus Abbildung 7 geht hervor, dass sich die meisten Neuanlagenplanungen schon in den Bundesländern stattfinden, in denen auch der größte Bedarf ist. Es gibt aber durchaus auch

noch „weiße“ Flecken, die sicherlich noch einer eingehenden Analyse unterzogen werden müssten.

Neben den Monoverbrennungsanlagen in denen nach Destatis im Jahr 2016 460 411 t TM verbrannt wurden, stehen aktuell noch Kapazitäten von rund 125 520 t TM in den Zementwerken, 42 320 t TM in Müllverbrennungsanlagen sowie 449 088 t TM in der Mitverbrennung in Steinkohle- sowie Braunkohle – Kraftwerken zur Verfügung. Dies ergibt die Summe von 615 928 t TM für die Mitverbrennung im Jahr 2016.

Für die Zukunft (ab 2029) muss davon ausgegangen werden, dass die Kapazitäten der Mitverbrennung nicht vorbehandelter Klärschlämme in Müllverbrennungsanlagen und in Zementwerken aufgrund der fehlenden Möglichkeiten eines Phosphorrecyclings aus der Klärschlammasche nicht mehr zur Verfügung stehen. Eine Option könnte noch die Mitverbrennung solcher Schlämme sein, die bereits auf der Kläranlage dem Phosphorrecycling unterzogen wurden bzw. solche Klärschlämme, die die Grenze von 20 g P/kg TM unterschreiten und damit nicht dem P-Recycling unterzogen werden müssen.

Die Mitverbrennung in Steinkohlekraftwerken wird aufgrund der Auswirkungen der Energiewende (Stilllegung von Steinkohlekraftwerken) nach 2029 ebenfalls nicht mehr zur Verfügung stehen.

Unter dem Vorbehalt einer nachfolgenden Phosphorrückgewinnung aus den Aschen ist die Mitverbrennung nach der AbklärV auch über 2029 hinaus noch zulässig. Eine wesentliche Rolle könnte hierbei der Aschegehalt des Hauptbrennstoffs in der Mitverbrennungsanlage sein, der aber nicht für alle Kraftwerkstandorte gegeben ist. Eine weitere Einschränkung der Mitverbrennung in Großfeuerungsanlagen entsteht durch die anstehende Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Großfeuerungsan-

Stand der Klärschlamm Verbrennungsanlagen in Deutschland; April 2018



Abb. 7: Verteilung der Bestandsanlagen und der Neuanlagen in Deutschland

gen, hier speziell Quecksilber. Diese resultiert aus der Umsetzung der europäischen Vorgaben aus dem Best Available Techniques Reference Document (BREF) Large Combustion Plants (LCP).

Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen wird die Kapazität in der Mitverbrennung durch die Autoren mittelfristig noch mit 300 000 t TM/Jahr angenommen.

Standort	Bundesland	Kapazität	Status
alle Angaben in Tonnen TM/Jahr			
Bremen	HB	45.000	Planung
Böblingen	BW	30.000	Konzeptplanung
Mannheim	BW	37.500	Genehmigung beantragt
Gießen	HE	20.000	Konzeptplanung
Rostock	MV	25.000	Planung
Bonn (MVA Standort)	NW	35.000	Konzeptplanung *1)
STEB, WVER, Erftverband, Bonn	NW	60.000	Konzeptplanung *1)
Saerbeck	NW	15.000	Genehmigung liegt vor
Hannover	NS	30.000	Konzeptplanung
Helmstedt	NS	32.000	Konzeptplanung
Wolfsburg	NS	30.000	Konzeptplanung
Koblenz	RP	4.000	im Bau
Mainz	RP	37.500	im Bau
Trier	RP	20.000	Konzeptplanung
Kiel	SH	35.000	Konzeptplanung
Stapelhof	SH	32.000	Konzeptplanung
Bitterfeld-Wolfen	ST	60.000	in Planung
Halle/Lochau	ST	10.000	Konzeptplanung
* 1)	Bonn oder die Verbändelösung sind als Alternativen anzusehen; bei Bau einer der Alternativen entfällt die Bestandsanlage Bonn mit 8.000 t TM/Jahr.		
Die Neuplanung Berlin Waßmannsdorf mit 72.000 t TM/a ist bei der Bestandsanlage Berlin berücksichtigt.			
Summe		463.000	

Tabelle 5: Neuanlagenplanungen (eigene Erhebungen)

Bundesland	Bestandsanlagen	Bestandsanlagen mit Erneuerung/ Erweiterung	Neuanlagen gemäß Tabelle 5	Neuanlagen – Konzeptplanungen zu 50 % berücksichtigt	Summe der Bestandsanlagen mit Erneuerungen und Erweiterungen sowie Neuanlagen
alle Angaben in Tonnen TM/Jahr					
BB					
BE	84.100	142.000 *1)			142.000
BW	53.200	53.200	67.500	52.500	105.700
BY	105.500	144.000			144.000
HB			45.000	45.000	45.000
HE	52.560	35.000	20.000	10.000	45.000
HH	78.840	86.000			86.000
MV	2.500	2.500	25.000	25.000	27.500
NI			92.000	46.000	46.000
NW	276.520	315.820	15.000	15.000	330.820
RP			61.500	51.500	51.500
SH			67.000	33.500	33.500
SL					-
SN					-
ST	15.200	15.200	70.000	65.000	80.200
TH					-
Gesamt	668.420	651.720	463.000	343.500	995.220
*1) Bestandsanlage Berlin Ruhleben mit 70.000 t TS/a und Neuanlage Waßmannsdorf mit 72.000 t TS/a					
Gesamt (mit Verfügbarkeit 90 %)	600.000	715.000		310.000	1.025.000

Tabelle 6: Gesamtkapazität der thermischen Behandlung – Bestands- und Neuanlagen

3.3 Gesamtbilanz

Für die zukünftigen Planungen gehen wir von einer Klärschlammmenge von 1 750 000 t TM/Jahr, die verwertet werden muss. Hierfür stehen zukünftig voraussichtlich 1 025 000 t technische Verbrennungskapazität aus Monoverbrennungsanlagen zur Verfügung sowie 330 000 t TM/Jahr aus Mitverbrennungsanlagen in der Braunkohle insgesamt also 1 355 000 t TM/Jahr. Wenn die Bestandsanlagen weiterhin so betrieben werden wie bisher, reduziert sich die Kapazität auf 1 173 500 t TM/Jahr (Tabelle 7).

Für die Ermittlung der Deckungslücke werden zwei Szenarien unterstellt. Szenario 1, dass nur noch 10 % der Gesamtmenge des Klärschlammaufkommens in die stoffliche Verwertung (175 000 t TM/Jahr) gehen bzw. diese Klärschlammengen bereits die Qualitäten für die Mitverbrennung haben bzw. so aufbereitet wurden, dass sie keinem weiteren Phosphorrecycling mehr unterzogen werden müssen.

Unterstellt man im Szenario 2, dass noch ca. 20 % der Klärschlämme wie oben beschrieben einer Verwertung zugeführt werden, entspräche dies einer Menge von 350 000 t TM/Jahr.

Insgesamt stünde dem wie bereits oben abgeleitet eine Gesamtverwertungskapazität von 1 355 000 t TM/Jahr zur Verfügung. Die Deckungslücke wäre damit minimal in der Größenordnung von 45 000 t TM/Jahr.

Die maximale Deckungslücke entsteht im Szenario 1 in Verbindung damit, dass die technische Kapazität der Bestandsanlagen nicht vollständig genutzt wird. Hieraus resultiert die Deckungslücke von 401 500 t TM/Jahr.

Der prognostizierte Bedarf an neuen Monoverbrennungsanlagen wird zwischen einer und maximal acht weiterer Monoverbrennungsanlagen mit einer Durchsatzleistung zwischen 35 000 und 50 000 t TM/Jahr liegen.

Diese Prognose steht unter dem Vorbehalt der weiteren Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken, die mit aschearmen Kohlen betrieben werden, den beschriebenen Szenarien zur weiteren stofflichen Verwertung sowie der Umsetzung der Planungen für Monoverbrennungsanlagen. Werden *alle* Neubauplanungen realisiert, reduziert sich die noch thermisch zu verwertende Klärschlammmenge um weitere 100 000 t TM/Jahr.

Auf Länderebene resultiert mit diesen Annahmen in Szenario 1 die in Abbildung 8 gegebene Darstellung.

Hieraus ist zu erkennen, dass es in einigen Bundesländern zu Überkapazitäten kommt, während in anderen Bundesländern noch ein Bedarf an Verbrennungsanlagen existiert. Natürlich müssen auch die länderübergreifenden Verwertungen beachtet werden. Eine Besonderheit ist in Berlin und Brandenburg gegeben. Hier macht es Sinn, diese beiden Bundesländer gemeinsam zu betrachten.

5 Zusammenfassung

Die gesamte Kapazität der in Deutschland zur Verfügung stehenden Trocknungsanlagen liegt bei ca. 540 000 t TM/Jahr. Ungefähr 50 % der Verbrennungsanlagen für kommunale Klärschlämme betreiben eine Trocknungsanlage als Vorschaltanlage; dies entspricht einer Kapazität von 165 000 t TM/Jahr. Diese Verbrennungsanlagen repräsentieren nur ca. 36 % der Verbrennungskapazität.

Anlage / Kriterium	Genehmigte Kapazität	Technische Kapazität	Wahrscheinliche Kapazität
	Angaben in Tonnen TM/Jahr		
Monoverbrennungsanlagen Bestand	668.000	600.000	460.000
Erweiterungen / Ergänzungen der Bestandsanlagen	125.000	115.000	103.500
Neuanlagen	343.500	310.000	310.000
Mitverbrennung Braunkohle	750.000	330.000	300.000
Gesamt	1.886.500	1.355.000	1.173.500
Gesamtmenge Klärschlamm zur Verwertung	1.750.000	1.750.000	1.750.000
Szenario 1 – noch 10 % der Gesamtmenge in die stoffl. Verwertung		1.575.000	1.575.000
Szenario 2 – noch 20 % der Gesamtmenge in die stoffl. Verwertung		1.400.000	1.400.000
Bedarf für weitere neue Monoverbrennungsanlagen			
Szenario 1		220.000	401.500
Szenario 2		45.000	226.500

Tabelle 7: Bilanzierung Bestands-, Neubauplanungen – Ermittlung des potenziellen Bedarfs

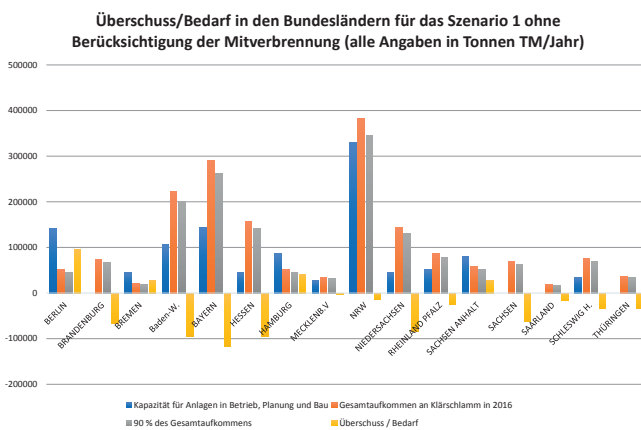


Abb. 8: Darstellung des Überschusses/Bedarfs auf Länderebene ohne Berücksichtigung der Mitverbrennungskapazität in der Braunkohle

Aus energetischen und wirtschaftlichen Gründen werden Neuanlagen für die thermische Behandlung von kommunalen Klärschlämmen bevorzugt mit Trocknungsanlagen ausgestattet. Für eine autarke Verbrennung ist je nach Faulungsgrad ein TS Gehalt von 40 bis 45 Gew.-% notwendig. Dieser kann durch Teiltrocknung der gesamten Menge oder Volltrocknung eines Teilstroms und anschließender Vermischung mit mechanisch entwässertem Klärschlamm eingestellt werden. Welches Konzept zur Anwendung kommt, hängt von den konkreten Bedingungen des Projektes und des Standorts ab.

Um die Anforderungen der AbfKlärV, aber ebenso der DüV und der DüMV zu erfüllen, müssen erhebliche Kapazitäten für die Monoverbrennung und gegebenenfalls Mitverbrennung von Klärschlamm zur Verfügung gestellt werden. Die AbfKlärV hat hierfür auskömmliche Übergangsfristen vorgesehen. Der größere Druck, der auch ohne Übergangsfristen auf die Verwertung der Klärschlämme wirkt, sind die DüV und die DüMV. Hieraus ist ein kurzfristiger Bedarf an Verbrennungskapazitäten notwendig. Eine Option könnte zum Beispiel sein, die noch vorhandenen Reservekapazitäten der Bestandsanlagen nutzbar zu machen.

Werden die heute bereits konkret bekannten Neubauprojekte, die Erneuerungs- und Erweiterungsmaßnahmen an beste-

henden Monoverbrennungsanlagen umgesetzt sowie die Mitverbrennung in der Braunkohle mit ca. 300 000 t TM/Jahr erhalten, besteht darüber hinaus eine weitere Notwendigkeit für den Zubau von Monoverbrennungsanlagen. Je nach Umfang der zukünftigen weiteren Nutzung der Klärschlämme in der stofflichen Verwertung bzw. des Phosphorrecyclings auf der Kläranlage mit der weiteren Nutzung von Mitverbrennungskapazitäten insbesondere in Zementwerken, müssten noch eine bis maximal acht weitere Monoverbrennungsanlagen gebaut werden.

Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt (Destatis): *Klärschlamm entsorgung aus der öffentlichen Abwasserbehandlung*, 2016
- [2] Umweltbundesamt (Hrsg.), A. Roskosch, P. Heidecke, P. et al: *Klärschlamm entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2018
- [3] UBA (2017) ??
- [4] J. Six, F. Lehrmann: Thermische Klärschlammverwertung in Deutschland, *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall* 2016, 63 (10), 878–885

Autoren

Patric Heidecke
Umweltbundesamt
Postfach 1406, 06813 Dessau-Roßlau

Dr. Jörg Six
Dr. Six Unternehmensberatung UG
Husterstraße 18b
58093 Hagen

Dipl.-Ing. Falko Lehrmann
Innovatherm
Gesellschaft zur innovativen
Nutzung von Brennstoffen mbH
Frydagstraße 47, 44536 Lünen

E-Mail: lehrmann@innovatherm-gmbh.de

