



# Zukunft der Klärschlammverwertung

Entwicklungen in Deutschland bis 2030 (3. Aufl.)

Die aktuell erstellte Studie umfasst **370 Seiten** und ist **ab sofort** verfügbar.

ndresearch.de

- (Regulatorische) Rahmenbedingungen
- Entwicklung der Stoffströme
- Entwicklung der Entsorgungskosten
- Verfahren und Pilotprojekte zur Phosphorrückgewinnung

- Marktpotenziale und Entwicklungen bei der Klärschlammverwertung
- Handlungsoptionen für Kläranlagenbetreiber und Klärschlammverwerter
- Profile und Kennzahlen von Verbrennungsanlagen

Der geplante Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung stellt sowohl Betreiber von Kläranlagen als auch von Verwertungsanlagen vor große Herausforderungen.

Bereits das für 2017 vorgesehene Verbot synthetischer Polymere kommt einem indirekten Verbot für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm gleich; der überwiegende Teil der aktuell landwirtschaftlich verwerteten Klärschlämme wird durch den Zusatz solcher synthetischer Polymere entwässert.

Den geplanten zehnjährigen Übergangszeitraum zum gänzlichen Ausstieg aus der bodenbezogenen Klärschlammverwertung sehen Experten der Branche als nicht ausreichend. Es wird zukünftig teilweise von einem Entsorgungseingpass und steigenden Kosten ausgegangen. Zahlreiche Branchenvertreter fordern statt der geplanten Bagatellregelung für kleine Kläranlagen auch qualitätsgesicherte Klärschlämme vom Ausstieg der bodenbezogenen Klärschlammverwertung auszunehmen.

Aufgrund der Verknappung der weltweiten Phosphorressourcen wird die Forschung und Entwicklung im Bereich des Phosphorrecyclings eine maßgebliche Rolle in der zukünftigen Entwicklung des Marktes spielen. Mit dem Verbot der bodenbezogenen Klärschlammverwertung muss der Klärschlamm in Mono- und Mitverbrennungsanlagen verbrannt werden. Mit dem Einsatz in Mitverbrennungsan-

lagen ist jedoch der Phosphor des Klärschlammes unwiederbringlich verloren. Potenzial für die Phosphorrückgewinnung zeigt daher v.a. die Monoverbrennung von Klärschlämmen. Jedoch erstreckt sich die Genehmigungs- und Bauphase dieser Anlagen über mehrere Jahre, so dass Kapazitäten in ausreichendem Umfang nur über einen langfristigen Zeitraum aufgebaut werden können.

Ausgehend von diesen Entwicklungen werden in der Studie:

- Aktuelle und geplante gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Entsorgungswege analysiert
- Aufkommen und Entsorgungswege von Klärschlämmen in Deutschland sowie bundeslandspezifische bzw. regionale Entwicklungen aufgezeigt
- Neue technologische Entwicklungen und Pilotprojekte in den Bereichen thermische Verwertung und Phosphorrecycling (bspw. Hydrothermale Carbonisierung) sowie deren Erfolgsaussichten dargestellt
- Entwicklungen der Verwertungswege bis 2030 in vier Szenarien prognostiziert
- Der Ausbau der thermischen Verwertungsanlagen szenariospezifisch ermittelt
- Handlungsoptionen für Betreiber von Kläranlagen und Verwerter von Klärschlämmen beschrieben und bewertet



# Zukunft der Klärschlammverwertung

## Inhalt der Studie

### Ziel und Nutzen der Studie

Die Studie gibt Antworten auf wichtige Fragen, die bei der Entsorgung und der Verwertung von Klärschlämmen zu stellen sind. Sie vergleicht die Kostenstruktur der verschiedenen Verwertungsmöglichkeiten und analysiert Vor- und Nachteile der Handlungsoptionen für Erzeuger und Verwerter von Klärschlämmen, die sich im Zuge der Aufbereitung, des Transportes und der Verwertung energetischer wie stofflicher Art ergeben.

Ausgehend von der aktuellen Situation der Klärschlamm Entsorgung in den Bundesländern und den zu erwartenden Entwicklungen liefert die Studie Strategieoptionen, Einschätzungen zu Chancen und Risiken sowie zu Trends. Die Analyse erfolgt durch eine konkrete Darstellung von Mengen und Kapazitäten, Stoffströmen und Qualitäten sowie Kosten. Basierend auf diesen Einschätzungen wird aufgezeigt, wo die Marktteilnehmer ansetzen können, um sich kostengünstiger bzw. gewinnbringender in dem Markt zu behaupten.

### Methodik

trend:research setzt verschiedene Field- und Desk-Research Methoden ein. Neben umfangreichen Intra- und Internet-Datenbank-Analysen (inkl. Zeitschriften, Publikationen, Konferenzen, Geschäftsberichten, usw.) fließen die Ergebnisse von 73 im Rahmen dieser Potenzialstudie geführten strukturierten Interviews sowie weiterer thematisch angrenzender aktueller Befragungen ein, die mit folgenden Zielgruppen geführt wurden:

- Kläranlagenbetreiber
- Klärschlammverwerter
- Verbände, Behörden, Forschungseinrichtungen und sonstige Experten

### An wen sich die Studie richtet

Die Potenzialstudie richtet sich zum einen an Kläranlagenbetreiber als Basis für die Entscheidung über einen geeigneten Entsorgungsweg der anfallenden Schlämme. Zum anderen liefert die Studie einen Marktüberblick für Verwerter und Entsorger von Klärschlämmen, die vor dem Hintergrund der neuen regulatorischen Anforderungen ihre Unternehmensstrategie überarbeiten und vor neuen Investitionsentscheidungen stehen. Zudem können Anlagenbauer und Komponentenhersteller, die ihre Position im Zuge der neuen Marktentwicklungen überprüfen und ggf. ausbauen wollen, die Studie als Grundlage nutzen. Der Nutzen ergibt sich für Vorstände, Geschäftsführung, Strategie-, Unternehmens- und Konzernplanung sowie Marketing und Vertrieb.

<b>1</b>	<b>Summaries</b>	<b>13</b>	5.2.2.2	Tropfkörperanlagen	139
1.1	Executive Summary	13	5.2.2.3	Nachklärung	140
1.2	Management Summary	20	5.2.2.4	Exkurs: Nitrifikation, Denitrifikation, Phosphatfällung	141
<b>2</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b>	<b>83</b>	5.2.3	Chemische Wasserbehandlung (Chemische Phosphatfällung)	142
2.1	Einleitung	83	5.2.4	Filtration, Elimination von Spurenstoffen	143
2.2	Methodik und Studiendesign	84	5.3	Schlammbehandlung/-aufbereitung	144
2.2.1	Methodik	84	5.3.1	Schlammeindickung	145
2.2.2	Studiendesign	86	5.3.2	Desintegration	145
<b>3</b>	<b>Regulatorische Rahmenbedingungen</b>	<b>89</b>	5.3.2.1	Mechanische Verfahren	146
3.1	Rahmenbedingungen in Deutschland (Übersicht)	89	5.3.2.2	Thermische Verfahren	149
3.2	Wasser/Abwasser	89	5.3.2.3	Chemische Verfahren (Oxidation/Hydrolyse)	150
3.2.1	Wesentliche Vorgaben der EU	89	5.3.2.4	Biologische/Biochemische Verfahren	150
3.2.2	Nationale Gesetzgebung	91	5.3.3	Faulung (Stabilisierung)	151
3.3	Abfall/Dünger	93	5.3.4	Schlamm Speicher	152
3.3.1	Wesentliche Vorgaben der EU	93	5.3.5	Schlamm entwässerung	153
3.3.2	Nationale Gesetzgebung	95	5.3.6	Schlamm trocknung	155
3.4	Luft	99	5.3.6.1	Thermische Trocknung	157
3.4.1	Wesentliche Vorgaben der EU	99	5.3.6.1.1	Konvektionstrocknung	157
3.4.2	Nationale Gesetzgebung	100	5.3.6.1.2	Kontaktstrocknung	158
3.5	Energiewirtschaft	105	5.3.6.2	Solare Trocknung	159
3.5.1	Strommarktdesign und Entwicklung des Kraftwerk parks in Deutschland	105	5.3.6.3	Weitere	165
3.5.2	Auswirkungen der Energiewende	109	5.3.7	Hydrothermale Carbonisierung (Biokohle)	165
3.6	Wesentliche Rahmenbedingungen aus Sicht der Marktteilnehmer (Befragungsergebnis)	110	5.4	Verwertung	167
<b>4</b>	<b>Strukturdaten der Abwasserbehandlung</b>	<b>115</b>	5.4.1	Energetische Verwertung	167
4.1	Bevölkerungsentwicklung	115	5.4.1.1	Monoverbrennung	167
4.2	Kläranlagen und Kanalnetze	118	5.4.1.1.1	Stationäre Wirbelschicht-Technik	169
4.2.1	Übersicht über Kläranlagen in Deutschland	118	5.4.1.1.2	Etagenofen	170
4.2.2	Organisation der Abwasserentsorgung in Deutschland	120	5.4.1.1.3	Etagenwirbler	170
4.2.3	Anschlussgrad	121	5.4.1.1.4	Rostfeuerung	171
4.2.4	Kanalnetz	121	5.4.1.1.5	Vergasung und Pyrolyse	171
4.2.5	Systemgruppen und Stofftrennung	122	5.4.1.1.6	Neue Entwicklungen	175
4.2.6	Ziele neuartiger Sanitärsysteme	123	5.4.1.1.7	Stärken/Schwächen der Monoverbrennung	176
4.2.7	Energieverbrauch und Energieerzeugung in Kläranlagen	125	5.4.1.2	Mitverbrennung	176
4.2.7.1	Energieverbrauch	125	5.4.1.2.1	Kohlekraftwerke	176
4.2.7.2	Energieerzeugung	126	5.4.1.2.2	Müllverbrennungsanlagen	177
4.2.8	Kosten der Abwasserbehandlung	129	5.4.1.2.3	Zementwerke	179
<b>5</b>	<b>Technologien</b>	<b>133</b>	5.4.1.2.4	Stärken/Schwächen der Mitverbrennung	180
5.1	Aufbau einer Kläranlage	133	5.4.2	Stoffliche Verwertung	180
5.2	Abwasserreinigung	133	5.4.2.1	Landwirtschaft	180
5.2.1	Mechanische Reinigung	134	5.4.2.1.1	Status quo	180
5.2.1.1	Rechen und Siebe	135	5.4.2.1.2	Stärken und Schwächen	182
5.2.1.2	Fett- und Sandfang	136	5.4.2.2	Landschaftsbau und Rekultivierung	182
5.2.1.3	Vorklärung	137	5.4.2.2.1	Status quo	182
5.2.2	Biologische Reinigung	138	5.4.2.2.2	Stärken und Schwächen	183
5.2.2.1	Belebungsbecken	139	5.4.2.3	Ziegelindustrie	183
			5.5	Folgen für Anlagenbetreiber durch neue Rahmenbedingungen im Markt (Befragungsergebnis)	184

<b>6</b>	<b>Status quo der Klärschlammverwertung</b>	<b>188</b>	8.3.1	Befragungsergebnisse zur Entwicklung im Markt	248	10.2.4	Risiken für Klärschlammverwerter	304
6.1	Aufkommen	189	8.3.2	Basisprämissen	252	10.2.5	Chancen für Anlagenbauer	305
6.2	Verfügbare Qualitäten	190	8.3.3	Szenariospezifische Entwicklungen	254	10.2.6	Risiken für Anlagenbauer	307
6.2.1	Aktuelle Qualität der Abwässer	190	8.3.3.1	Szenario 1: „Verbot der landwirtschaftlichen Verwertung und Verpflichtung zur Phosphorrückgewinnung (Phosphorrückgewinnung vollständig aus Klärschlammaschen)“	254	<b>11</b>	<b>Strategien und Handlungsoptionen</b>	<b>309</b>
6.2.2	Qualitätsanforderungen der Verwerter (Befragungsergebnis)	194	8.3.3.2	Szenario 2: „Verbot der landwirtschaftlichen Verwertung und Verpflichtung zur Phosphorrückgewinnung, (Phosphorrückgewinnung teilweise aus Klärschlamm)“	255	11.1	Aktuelle Reaktionen der Marktteilnehmer auf Veränderungen im Markt (Befragungsergebnis)	311
6.2.3	Energiepotenzial im Klärschlamm	195	8.3.3.3	Szenario 3: „Einschränkung der landwirtschaftliche Verwertung, Verpflichtung zur Phosphorrückgewinnung“	256	11.1.1	Aktuelle Reaktionen der Klärwerksbetreiber	312
6.3	Verwertungswege	197	8.3.3.4	Szenario 4: „Verzögerte Einschränkung der landwirtschaftlichen Verwertung und verzögerte Verpflichtung zur Phosphorrückgewinnung“	257	11.1.2	Aktuelle Reaktionen der Klärschlammverwerter	316
6.3.1	Energetische Verwertung	202	8.3.4	Zukünftige Marktentwicklungen bis 2030	257	11.2	Allgemeine Handlungsoptionen zur Positionierung im Markt	317
6.3.1.1	Monoverbrennung	203	8.3.4.1	Szenario 1	257	11.2.1	Kläranlagenbetreiber	317
6.3.1.2	Mitverbrennung	205	8.3.4.2	Szenario 2	260	11.2.1.1	Optionen bei der Abwasserreinigung	317
6.3.1.2.1	Braunkohlekraftwerke	206	8.3.4.3	Szenario 3	261	11.2.1.2	Optionen bei der Aufbereitung	319
6.3.1.2.2	Steinkohlekraftwerke	207	8.3.4.4	Szenario 4	263	11.2.1.3	Optionen bei der Verwertung	321
6.3.1.2.3	Zementwerke	208	8.4	Preise für die Verwertung von Klärschlämmen	264	11.2.1.4	Optionen bei der Finanzierung und im Anlagenbetrieb für Kommunen	324
6.3.1.2.4	Müllverbrennungsanlagen	209	8.5	Prognose und Bewertung der zukünftigen Bedeutung der Phosphorrückgewinnung	268	11.2.1.4.1	Zweckverbände	324
6.3.2	Stoffliche Verwertung	209	<b>9</b>	<b>Wettbewerb</b>	<b>270</b>	11.2.1.4.2	Public-Privat-Partnership (PPP)	325
6.3.2.1	Landwirtschaft	210	9.1	Wettbewerb und Wettbewerbsentwicklung	270	11.2.2	Verwerter	327
6.3.2.2	Landschaftsbau und Rekultivierung	211	9.1.1	Kläranlagenbetreiber	271	11.2.2.1	Optionen der verwendeten Technologien	327
6.3.2.3	Sonstige stoffliche Verwertung	212	9.1.2	Klärschlammverwerter	272	11.2.2.2	Kooperationen	330
6.3.3	Beseitigung	212	9.1.2.1	Mitverbrennung	272	ANHANG 1 – Klärschlamm-Mono- und Mitverbrennungsanlagen in Deutschland (Karte)	333	
6.3.4	Verbringung von Klärschlamm	212	9.1.2.2	Monoverbrennung	277	ANHANG 2 – Klärschlamm-Mono- und Mitverbrennungsanlagen in Deutschland (Liste)	334	
6.4	Kosten für Aufbereitung, Transport und Entsorgung	214	9.1.2.3	Stoffliche Verwertung	278	ANHANG 3 – Kurzprofile Monoverbrennungsanlagen	336	
6.5	Klärschlamm-trocknungskapazitäten	216	9.2	Erfolgsfaktoren und Markteintrittsbarrieren	279	ANHANG 4 – Kurzprofile Mitverbrennungsanlagen – Kohlekraftwerke	344	
<b>7</b>	<b>Phosphorrückgewinnung</b>	<b>220</b>	9.2.1	... für Kläranlagenbetreiber	279	ANHANG 5 – Kurzprofile Mitverbrennungsanlagen – Zementwerke	351	
7.1	Grundlagen	220	9.2.2	... für Verwerter	281	ANHANG 6 – Kurzprofile Mitverbrennungsanlagen – Müllverbrennungsanlagen	352	
7.2	Stand der Technik und Innovationen	221	<b>10</b>	<b>Trends, Chancen und Risiken</b>	<b>288</b>	ANHANG 7 – Kurzprofile Kläranlagenbetreiber (Auswahl)	353	
7.2.1	Phosphorrückgewinnung aus dem Abwasser/Prozesswasser und aus Faulschlamm	224	10.1	Trends	288	ANHANG 8 – Glossar	355	
7.2.2	Phosphorrückgewinnung aus getrocknetem Klärschlamm/Klärschlammasche	225	10.1.1	Markttrends	289	Abbildungsverzeichnis	358	
7.3	Vergleich der Technologien	230	10.1.2	Technologietrends	292	Tabellenverzeichnis	368	
7.3.1	Wirtschaftlichkeit	231	10.1.3	Wettbewerbstrends	295			
7.3.2	Rückgewinnungspotenzial für Phosphor	232	10.2	Chancen und Risiken	296			
7.3.3	Stärken und Schwächen	233	10.2.1	Chancen für Kläranlagenbetreiber	296			
7.4	Zwischenlagerung der Aschen (zur späteren Phosphorrückgewinnung)	234	10.2.2	Risiken für Kläranlagenbetreiber	299			
7.5	Prognose und Bewertung der zukünftigen Bedeutung	237	10.2.3	Chancen für Klärschlammverwerter	301			
<b>8</b>	<b>Markt und Marktpotenziale</b>	<b>243</b>						
8.1	Methodik	243						
8.2	Klärschlammaufkommen	245						
8.2.1	Prämissen zur Entwicklung des Klärschlammaufkommens	245						
8.2.1.1	Bevölkerungsentwicklung	245						
8.2.1.2	Technische Entwicklungen	246						
8.2.2	Prognose - Entwicklung des Klärschlammaufkommens bis 2030	247						
8.3	Klärschlammverwertung	247						

**Die Studie umfasst 370 Seiten. Aufgrund der laufenden Aktualisierung können sich Inhalte sowie Seitenzahlen noch leicht ändern.**

# Faxantwort an 0421 . 43 73 0-11

oder per Post an trend:research GmbH • Parkstraße 123 • 28209 Bremen  
sowie im Internet unter www.trendresearch.de

- Hiermit bestellen wir die Potenzialstudie (Nr. 18-1398-3)  
»Zukunft der Klärschlammverwertung«  
zum Preis von ..... EUR 4.900,00  
und \_\_\_\_\_ zusätzliche Kopien..... (je EUR 400,00)

personalisiert auf\* \_\_\_\_\_

Die aktuell erstellte Studie umfasst  
370 Seiten und ist **ab sofort** verfügbar.

- Als Besteller der Studie sind wir an einer Vorstellung der Studienergebnisse im Rahmen eines persönlichen Ergebnis-Workshops (siehe rechts) interessiert..... [Preis auf Anfrage]

trend:research bietet – neben der deutschlandweiten Studie – auch detaillierte Untersuchungen von regionalen Stoffströmen, Potenzialen und Verwertungswegen an. Gern erstellen wir Ihnen ein individuelles Angebot für eine Darstellung der Entwicklungen in einem von Ihnen gewählten Untersuchungsraum.

- Nehmen Sie hierzu bitte Kontakt zu uns auf

So sind wir auf Sie aufmerksam geworden:

- Erhalt dieser Disposition  
 per Post  
 per E-Mail  
 Internet  
 Empfehlung durch \_\_\_\_\_  
 Presseartikel in \_\_\_\_\_  
 Sonstiges \_\_\_\_\_

\* Die mit einem Stern gekennzeichneten Felder müssen ausgefüllt werden.

Vorname:\* \_\_\_\_\_

Name:\* \_\_\_\_\_

Funktion: \_\_\_\_\_

Unternehmen:\* \_\_\_\_\_

Straße:\* \_\_\_\_\_

PLZ/Ort:\* \_\_\_\_\_

Tel./Fax:\* \_\_\_\_\_

E-Mail:\* \_\_\_\_\_

- Wir sind **nicht** damit einverstanden, den Newsletter von trend:research zu erhalten.

Datum

Unterschrift/Stempel

## trend:research

Trend- und Marktforschungsstudien werden von trend:research aktuell und exklusiv erarbeitet. Umfangreiche eigene (Primär-)Marktforschung, gemischt mit Erfahrungen und Wissen aus liberalisierten Märkten, aufbereitet mit eigener Methodik, führen zu nachvollziehbaren Aussagen mit hohem Wert. Die Schwerpunkte sind Untersuchungen in sich stark wandelnden Märkten, z. B. in den liberalisierten Energie- und Entsorgungsmärkten.

trend:research liefert Studien, Informationen und Untersuchungen an über 90 % der größeren EVU und unterstützt damit existenzielle Entscheidungen – die Referenzliste erhalten Sie auf Anfrage.

## Ergebnis-Workshop

Im Ergebnis-Workshop werden die Kernergebnisse der Studie vorgestellt und diskutiert. Eine inhaltliche Fokussierung der Vorstellung für das teilnehmende Unternehmen ist möglich. Der Ergebnis-Workshop ermöglicht darüber hinaus durch gezielten und engen Erfahrungsaustausch die Ausgestaltung und Konkretisierung von Lösungsansätzen im eigenen Unternehmen.

## Konditionen

Die Potenzialstudie »Zukunft der Klärschlammverwertung« kostet als Printversion (persönliches Exemplar) EUR 4.900,00. Zusätzliche Kopien (Verwendung nur innerhalb des Unternehmens) stellen wir Ihnen für EUR 400,00 zur Verfügung. Alle Preise verstehen sich zzgl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer. Zahlungsweise ist per Überweisung oder Scheck innerhalb von 14 Tagen nach Rechnungsstellung. Bei gleichzeitiger Bestellung anderer Studien (s. u.) bieten wir Ihnen 10% Mengenrabatt.

Die Studie ist ab **sofort** verfügbar.

## Weitere Studien

trend:research gibt weitere Studien heraus, z. B.:

- Der Markt für die Mitverbrennung alternativer Brennstoffe in Zementwerken und Kohlekraftwerken in Europa bis 2020: Marktentwicklungen, Trends, Chancen und Risiken**  
Januar 2013, 922 Seiten, EUR 6.500,00
- Rekommunalisierung in der Abfallwirtschaft: Potenziale, Herausforderungen, Strategien**  
März 2014, 606 Seiten, EUR 5.200,00
- Der Markt für Schlacken, Aschen und Filterstäube aus der Abfallverbrennung bis 2020 (2. überarbeitete Auflage): Marktentwicklung bis 2020, Wettbewerb, Trends, Chancen und Risiken**  
Juli 2014, 600 Seiten, EUR 4.600,00
- Markt für MVA- und KVA-Erneuerung und „Retrofit“ in Deutschland, Österreich und der Schweiz bis 2020: Potenziale und zukünftige Entwicklungen, Trends, Chancen, Risiken**  
April 2012, 800 Seiten, EUR 5.900,00
- Altlastensanierung in Deutschland bis 2020: Rahmenbedingungen, Potenziale und zukünftige Entwicklungen, Trends, Chancen, Risiken**  
Oktober 2015, 558 Seiten, EUR 4.700,00

Weitere Informationen können Sie mit diesem Formular anfordern oder im Internet unter [www.trendresearch.de](http://www.trendresearch.de) abrufen.