



Wasser- und Rückstandsumfrage der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie 2022

Optimierter Ressourceneinsatz für nachhaltig produzierte, hochwertige Produkte

Claudia Weßel¹, Katrin Brabender², Dr. Hans-Jürgen Öller³, Marcin Preidl²

¹Grafschaft, wru.wessel@gmail.com, ²DIE PAPIERINDUSTRIE e.V., ³Dr. Öller Umweltberatung

Inhalt

Ziele und Umfang der Studie

Frischwassereinsatz und -aufbereitung

Kosten für Frischwasserentnahme und Frischwasseraufbereitung

Spezifische Abwassermenge

Abwasserreinigung

Wasserkreislauf und Abwasserreinigung

Aufkommen und Verteilung an Rückständen

Entsorgungs- und Verwertungswege

Quellenangaben

An der Umfrage zur Wasser- und Rückstandssituation 2022 in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie beteiligten sich 99 Werke, die zusammen etwa 21,2 Mio. t Zellstoff, Papier, Karton und Pappe produzierten. Dies entspricht einem Anteil von 92 % der in Deutschland produzierten Menge an Zellstoff, Papier, Karton, und Pappe.

Der Großteil der teilnehmenden Unternehmen verfügt über ein Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 oder eine EMAS-Validierung. Ebenfalls liegt der Anteil der Werke, die erfolgreich ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001 implementiert haben, wiederholt bei 90 %.

Die mittlere spezifische Abwassermenge des Vorjahres ist mit 8,7 l/kg bestätigt worden.

Das Rückstandsaufkommen hat sich im Jahre 2022, bedingt durch eine höhere Teilnehmeranzahl, auf 4 Millionen Tonnen erhöht. Die spezifische Rückstandsmenge beträgt 172 kg/t Produkt.

66 % der erfassten Rückstände werden innerbetrieblich oder extern energetisch verwertet. Durch die Einführung des Kreislaufwirtschaftsgesetz gibt es einen Trend zur Weiternutzung von Nebenprodukten aus der Papierherstellung, wodurch weitere Abfälle vermieden werden.

Ziel und Umfang der Studie

Seit vielen Jahren erfasst und dokumentiert DIE PAPIERINDUSTRIE e.V. die Wasser- und Abwassersituation sowie das Aufkommen an Rückständen in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie.

Dabei stellen die jährlich durchgeführten Umfragen einen guten Überblick über Entwicklungen und Leistungen der Papierindustrie für die Umwelt dar. Die Ergebnisse dienen als belastbare Argumentationsgrundlage in Gesprächen mit Politikern, Behörden und der Öffentlichkeit. Außerdem lassen sich daraus frühzeitig spezifische Herausforderungen für eine nachhaltige Produktion von Papier und Pappe aus verschiedensten Rohstoffen und für eine möglichst gewässerschonenden Nutzung erkennen.

Als Basis der Umfrage diente der bewährte Online-Fragebogen, dessen Ergebnisse einen direkten Vergleich zu früheren Daten erlauben. So können auch langfristige Entwicklungen weiterhin dargestellt werden.

An der Umfrage beteiligten sich 99 Werke, die zusammen etwa 21,2 Mio. t Zellstoff, Papier, Karton und Pappe produzierten. Dies entspricht einem Anteil von 69 % der Verbandsmitglieder in Deutschland und 92 % der hier produzierten Mengen. Die Beteiligungsquote konnte somit gegenüber den Vorjahren nochmal gesteigert werden.

Das erfasste Sortenspektrum gibt ein repräsentatives Bild der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie wieder (Abb. 1). Die Anteile an den erfassten Produktionsmengen entsprechen im Wesentlichen der Verteilung des Vorjahres.

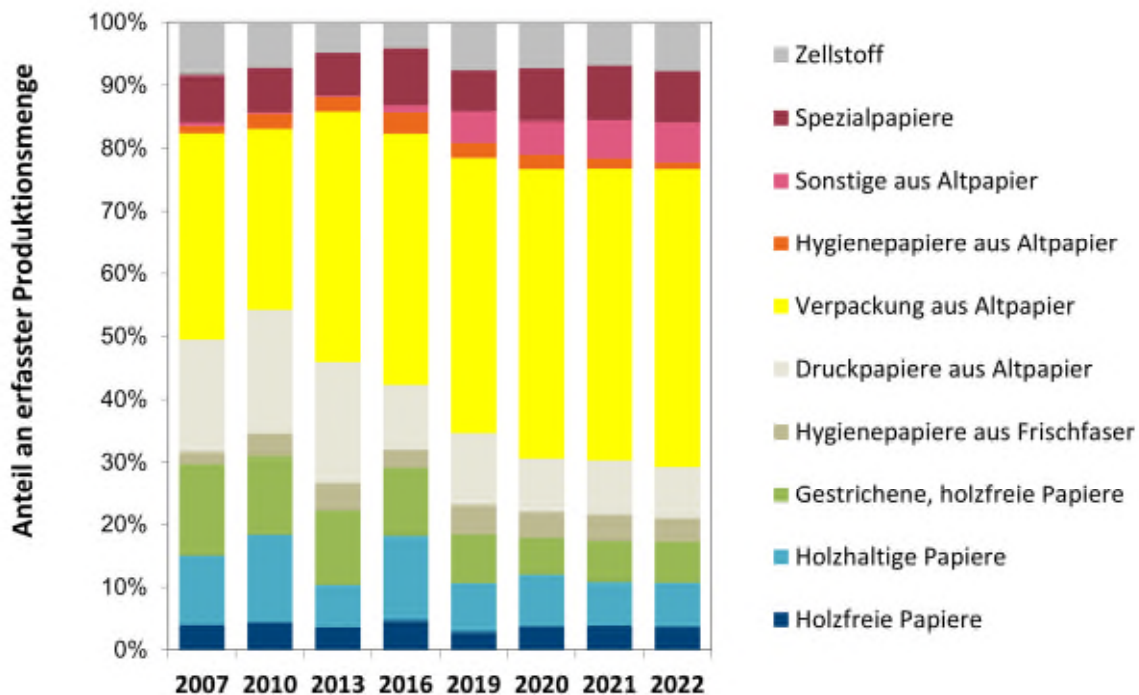


Abb. 1: Erfasstes Sortenspektrum der Produktion in Deutschland

Frischwassereinsatz und -aufbereitung

Hochgerechnet auf die gesamte Produktionsmenge hat die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie im Jahr 2022 etwa 213 Millionen Kubikmeter Frischwasser als Prozesswasser eingesetzt. Das verwendete Frischwasser stammt zu etwa 78 % aus Oberflächengewässern und zu 21 % aus Brunnen oder Quellen. Der Wasserbezug aus der öffentlichen Wasserversorgung (Trinkwasser) spielt mit ca. 1 % nur eine untergeordnete Rolle.

Sowohl das zur Produktion eingesetzte Oberflächenwasser als auch das Brunnenwasser werden aufbereitet. Ohne Aufbereitung wird weniger als 10 % des Oberflächenwassers und ca. 35 % des Brunnenwassers verwendet.

Zur Aufbereitung des eingesetzten Frischwassers werden in erster Linie mechanische bzw. chemisch-mechanische Verfahren genutzt, häufig auch in Kombination. Filtrationsverfahren, Sedimentation und der Einsatz von Flockungsmitteln stellen weiterhin die wesentlichen Reinigungsverfahren dar.

Daneben kommen in einzelnen Werken weiterhin Ozon und UV-Strahler zum Einsatz. Ein steigender Anteil an Frischwasser wird auch mit enthärtenden Verfahren behandelt.

Kosten für Frischwasserentnahme und Frischwasseraufbereitung

Wie bereits in den vergangenen Jahren sind die Nutzungsentgelte für den Bezug von Frischwasser sehr unterschiedlich. So brauchen einzelne Werke für die Entnahme von Frischwasser für die Produktion kein Entgelt zu zahlen, während anderen Werken, insbesondere wenn dort Wasser aus öffentlichen Netzen bezogen wird, zum Teil erhebliche Kosten entstehen (Tab. 1).

Kosten 2022	Mittelwert	Maximum
Oberflächenwasser	0,05 €/m ³	0,46 €/m ³
Brunnenwasser	0,07 €/m ³	0,38 €/m ³
Öffentliches Netz (Trinkwasser)	1,81 €/m ³	3,66 €/m ³

Tab. 1: Nutzungsentgelte Frischwasserentnahme

Die Kosten für die Brauchwasseraufbereitung steigen seit dem Jahr 2020 wieder deutlich an. Auch im Jahr 2022 ist ein deutlicher Anstieg auf durchschnittlich 0,25 €/m³ mit einer Spanne von 0,06 - 1,17 €/m³ erfolgt (Abb. 2). Damit erreichen die Kosten den bislang höchsten Wert seit 1996.

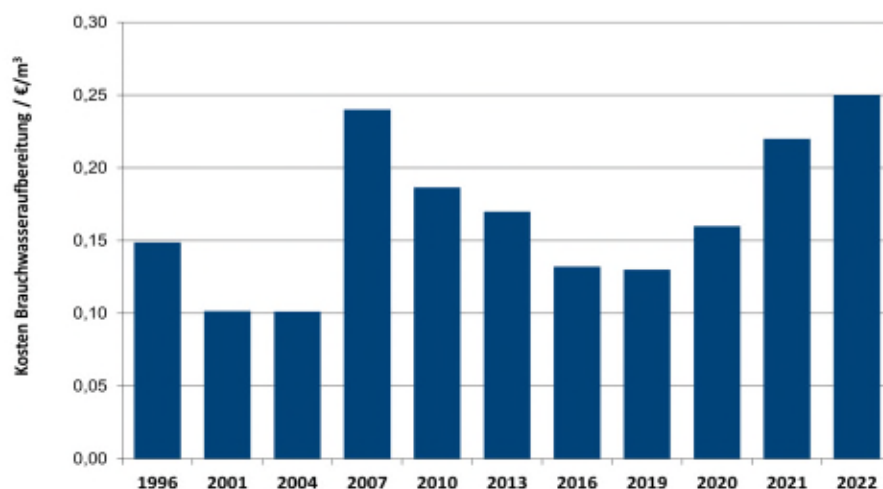


Abb. 2: Kosten Brauchwasseraufbereitung

Spezifische Abwassermenge

Die mittlere auf die Bruttoproduktionsmenge bezogene spezifische Abwassermenge (über die Produktionsmenge gewichteter Mittelwert) der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen lag im Jahr 2022 bei 8,7 l/kg Produkt (Abb. 3). Hochgerechnet auf die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie bedeutet dies eine Gesamtabwassermenge von etwa 215 Mio. m³/a. Dieser Wert ist gegenüber dem Vorjahr leicht gesunken.

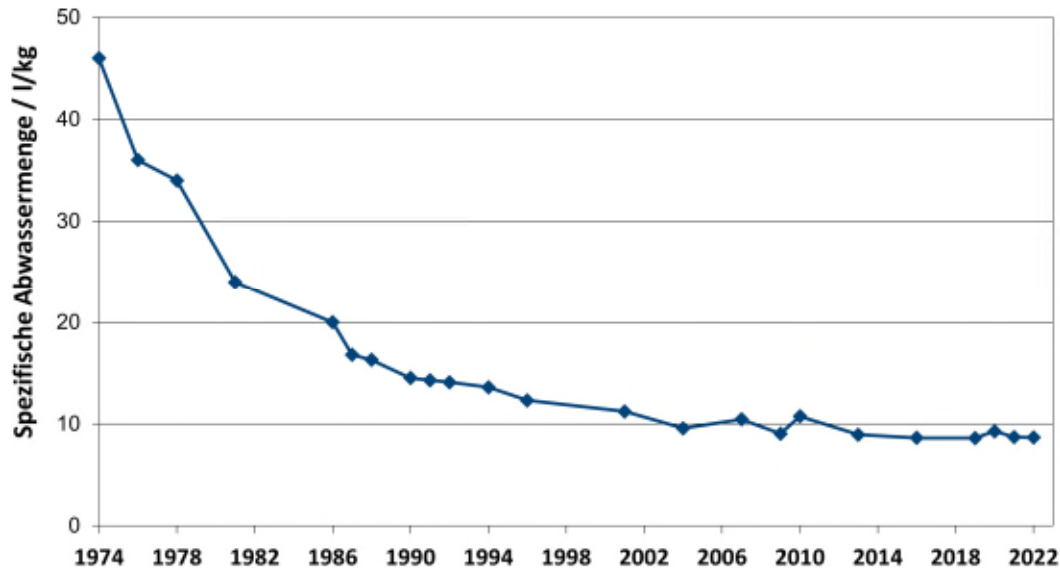


Abb. 3: Spezifische Abwassermenge

Die spezifischen Abwassermengen der einzelnen Werke hängen neben den eingesetzten Rohstoffen, den produzierten Sorten und den Anlagenstrukturen auch von lokalen Gegebenheiten, wie z. B. den Bedingungen zur Abwassereinleitung, ab (Abb. 4).

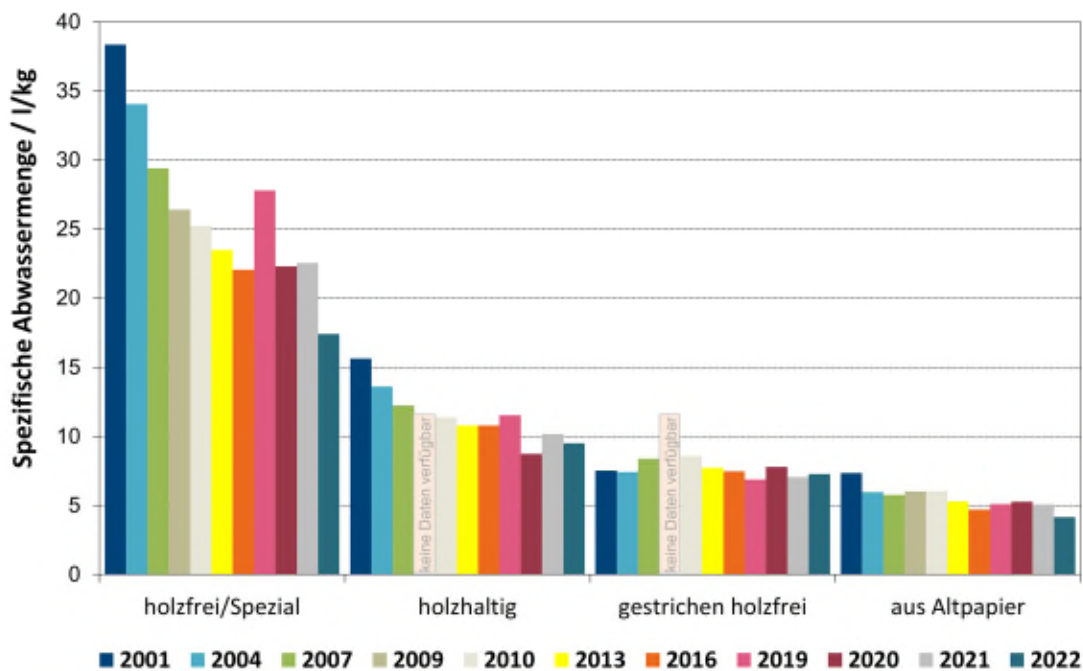


Abb. 4: Spezifische Abwassermenge der Hauptproduktionsgruppen

Bedingt durch die erstmalige Abfrage der Daten im Jahr 2019 per Online-Fragebogen sind Unschärfen aufgetreten, die aber im Jahr 2020 wieder bereinigt werden konnten.

Die Produktionsgruppe „aus Altpapier“ weist mit durchschnittlich 4,2 l/kg die geringste spezifische Abwassermenge auf. Innerhalb dieser Gruppe weisen die Hersteller von Verpackungspapieren, Karton und Pappe die niedrigste spezifische Abwassermenge auf (3,9 l/kg). Einige Werke produzieren mit geschlossenem Wasserkreislauf. Diese Kategorie beinhaltet auch Standorte, die Druckpapiere (9,6 l/kg) oder Hygienepapiere aus Altpapier (17,6 l/kg) produzieren und eine höhere spezifische Abwassermenge aufweisen (Abb. 5).

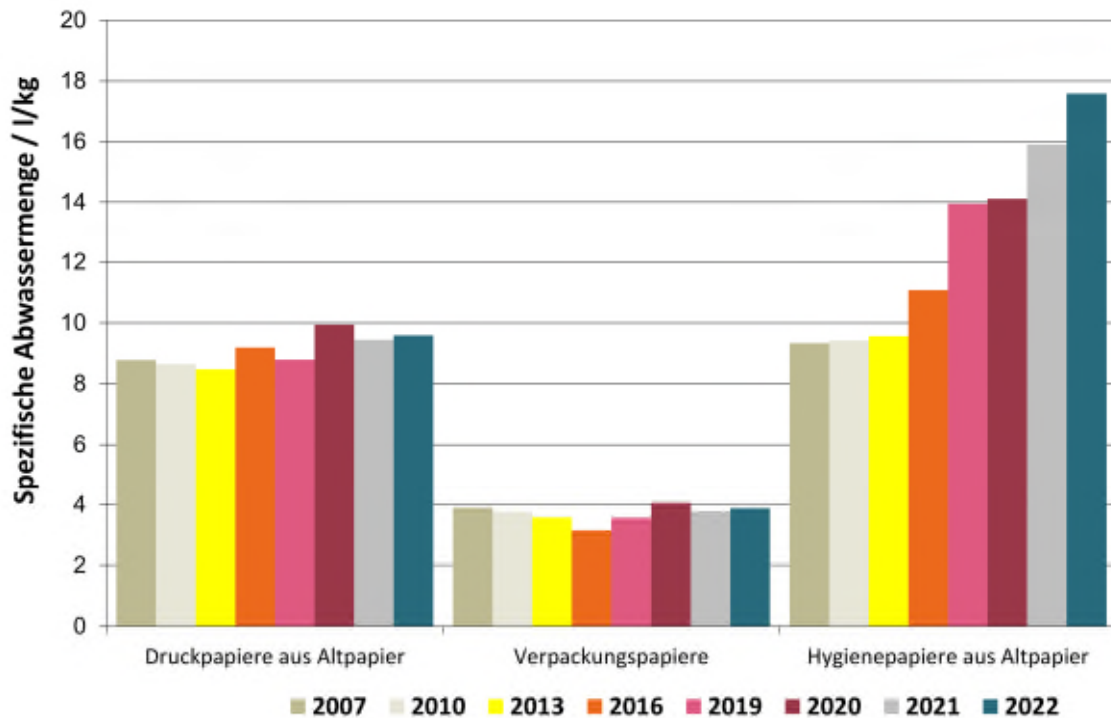


Abb. 5: Spezifische Abwassermengen der aus Altpapier hergestellten Papiere

Abwasserreinigung

35 % der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen leiten ihr Abwasser als Indirekteinleiter in kommunale Abwasserreinigungsanlagen oder Verbandskläranlagen ein. Sie repräsentieren 22 % der erfassten Produktionsmenge. 54 % der Werke, die zusammen 70 % der Bruttoproduktionsmenge erzeugen, reinigen ihr Abwasser vollbiologisch in betriebseigenen Kläranlagen. Weniger als 0,1 % der Papiermenge wird in Werken produziert, die über betriebseigene Abwasserreinigungsanlagen ohne biologische Stufe verfügen. 8 % der Produktion kommen aus Werken mit geschlossenem Wasserkreislauf.

Die erfasste Einleitung von Abwasser ist seit gut 30 Jahren im Wesentlichen gleichgeblieben. Änderungen lassen sich am ehesten durch unterschiedliche Produktportfolios der Umfrageteilnehmer erklären. Tendenziell werden mehr Werke mit geschlossenem Kreislauf betrieben.

Der Vergleich zeigt deutlich, dass seit über 10 Jahren nur noch geringe Papiermengen in Werken produziert werden, deren betriebseigene Abwasserreinigungsanlagen ohne biologische Stufe arbeitet (Abb. 6).

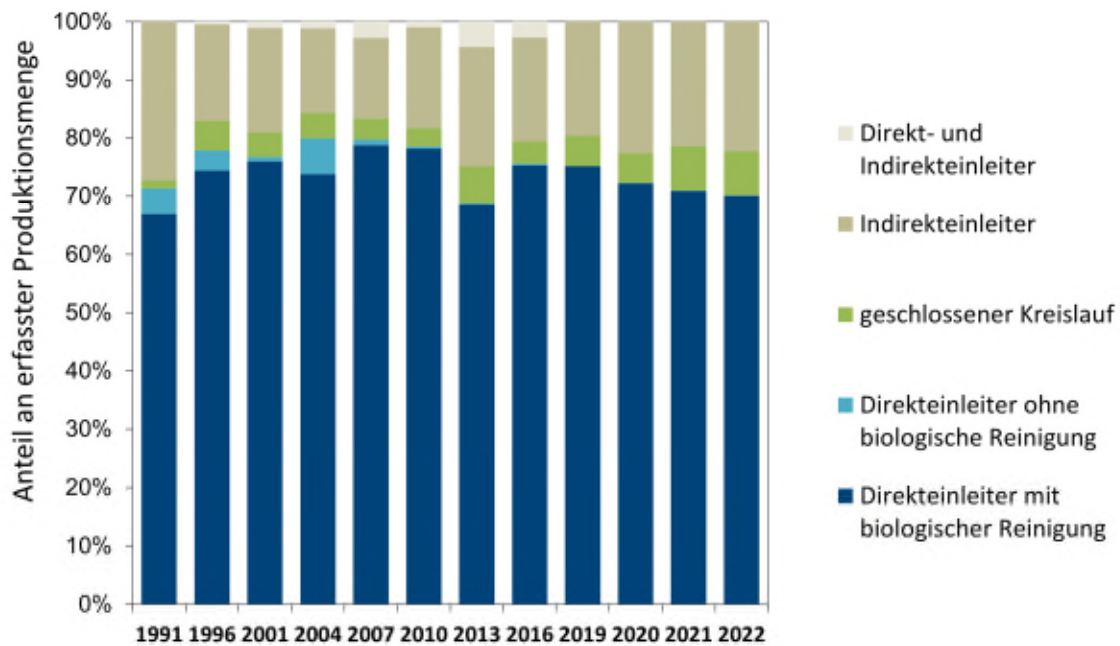


Abb. 6: Einleiteart bezogen auf die Produktionsmenge

Etwa 68 % der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen betreiben eine biologische Abwasserreinigung, wobei 31 % dieser Unternehmen nur eine aerobe Behandlung (ein- oder mehrstufig) und mit steigender Tendenz 37 % auch eine anaerobe Stufe betreiben. Bei den aeroben Verfahren sind klassische Belebungsverfahren (Belebung und Belebungskaskade) nach wie vor die vorwiegend eingesetzten Verfahren. Daneben werden Schwebebettreaktoren (Moving-Bed-Biofilm-Reactors) als aerobe Hochlaststufe eingesetzt, in Einzelfällen noch Tropfkörper als erste aerobe Stufe und Biofilter für schwach belastete Abwässer sowie zur abschließenden Reinigung bei strengen Anforderungen.

Bei den Anaerobreaktoren sind die Extended-Granular-Sludge-Blanket (EGSB) - und Upflow-Anaerobic-Sludge-Blanket (UASB)-Reaktoren derzeit die am häufigsten verwendeten Reaktortypen, wobei tendenziell die effektiveren EGSB-Reaktoren zunehmen, darunter auch neue Reaktortypen wie z.B. das R2S-Verfahren (2-stufiger Hochleistungsreaktor).

Der Anteil von Anaerob-Anlagen mit Vorversäuerung ist seit 2016 von 16 % auf 24 % im Jahr 2022 gestiegen.

Die spezifischen Betriebskosten der Direkteinleiter für die Abwasserreinigung liegen im Vergleich 2022 zu 2021 (Mittelwert 0,49 €/m²) deutlich höher. Im Jahr 2022 lagen sie im Mittel bei 0,62 €/m³ mit einer Schwankungsbreite von 0,03 €/m³ und 2,12 €/m³.

Im Gegensatz hierzu sind die spezifischen Einleitkosten der Indirekteinleiter nur leicht gestiegen. Bei einer Spanne von 0,25 €/m³ bis 4,84 €/m³ lagen die Kosten 2022 im Mittel bei 1,59 €/m³ gegenüber 1,55 €/m³ im Jahr 2021.

Wasserkreislauf und Abwasserreinigung

Wie in den letzten Umfragen wurde auch wieder nach wichtigen Themen und aktuellen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Kreislauf- bzw. Abwasser gefragt.

Die Herausforderungen bei der Einhaltung der maximalen Abwassermenge, bei den CSB-, TOC-, BSB₅- und AOX-Werten sind gegenüber den Vorjahren erfreulicherweise zum Teil deutlich geringer geworden.

Die Herausforderungen bei der Einhaltung von Stickstoff- und Phosphorparametern nehmen aufgrund strenger gewordener Anforderung entsprechend zu.

Neben den nach wie vor hohen bzw. schwankenden Abwassertemperaturen zählen auch der pH-Wert, die Färbung und die Feststoffe im Abwasser weiterhin zu den aktuellen Herausforderungen.

Neben der Geruchsbildung bei den Abwasserreinigungsanlagen sind die Herausforderungen der Entartung aerober Schlämme leicht gestiegen, während die Entartung anaerober Schlämme sich deutlich reduziert hat. Auch scheinen die Schleimbildung und die Kalkablagerungen in Abwasserreinigungsanlagen für viele Unternehmen noch ein bedeutendes Thema zu sein (Abb. 7).

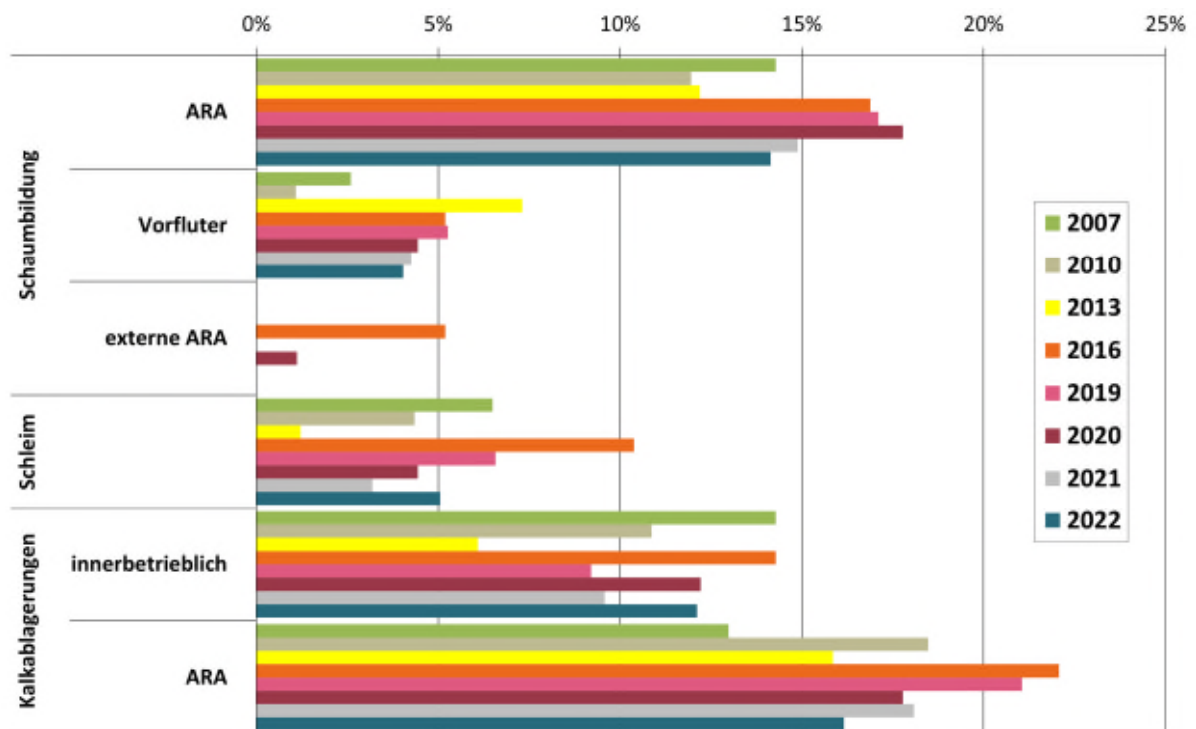


Abb. 7: Herausforderungen bei Einleitewerten (hier: Schaumbildung, Schleim, Kalkablagerungen, sonst.)

Aufkommen und Verteilung an Rückständen

Die Rückstände wurden seit der Umfrage im Jahr 2010 gemäß den Abfallschlüsselnummern (Tab. 2) der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) für Abfälle aus der Herstellung und Verarbeitung von Zellstoff, Papier, Karton und Pappe erfasst. Eine direkte Vergleichbarkeit mit Ergebnissen früherer Umfragen ist nur bedingt möglich, da die Systematik der Abfallgruppen zwischenzeitlich angepasst worden ist. Die dadurch resultierenden Unschärfen haben auch dazu beigetragen, dass die Zuordnung der in den Fabriken anfallenden Rückstände nicht einheitlich erfolgte. So werden zum Beispiel Deinking-Rückstände und Rückstände aus der Abwasserreinigung in einigen Fällen den Faserabfällen zugeschlagen. Darüber hinaus ist nicht sichergestellt, dass alle Rückstände, die in den bis 2007 durchgeführten Umfragen erfasst wurden, auch durch diese neue Einteilung berücksichtigt werden.

AVV 03 03 01	Rinden- und Holzabfälle
AVV 03 03 02	Sulfitschlämme aus Rückgewinnung von Kochlauge
AVV 03 03 05	De-inking-Schlämme aus dem Papierrecycling
AVV 03 03 07	Mechanisch abgetrennte Abfälle aus der Auflösung von Papier- und Pappeabfällen
AVV 03 03 08	Abfälle aus dem Sortieren von Papier und Pappe für das Recycling
AVV 03 03 10	Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung
AVV 03 03 11	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage (ARA)
AVV 10 bzw. 19	Verbrennungsrückstände
AVV 03 03 99	Abfälle anderweitig nicht genannt
NP1-Rinde/Holz	Nebenprodukte nach §4 Kreislaufwirtschaftsgesetz

Tab. 2: Abfallgruppenschlüssel

In der aktuellen Umfrage für das Jahr 2022 wurde eine Rückstandsmenge von insgesamt 3,475 Millionen t/a (feuchte Rückstandsmenge) erfasst. Das entspricht einem spezifischen Rückstandsanfall von 172 kg/t Produkt. Hochgerechnet auf die gesamte Papierproduktion in Deutschland entspricht dies einer Gesamtmenge an Rückständen von etwa 4 Millionen Tonnen (Abb. 8).

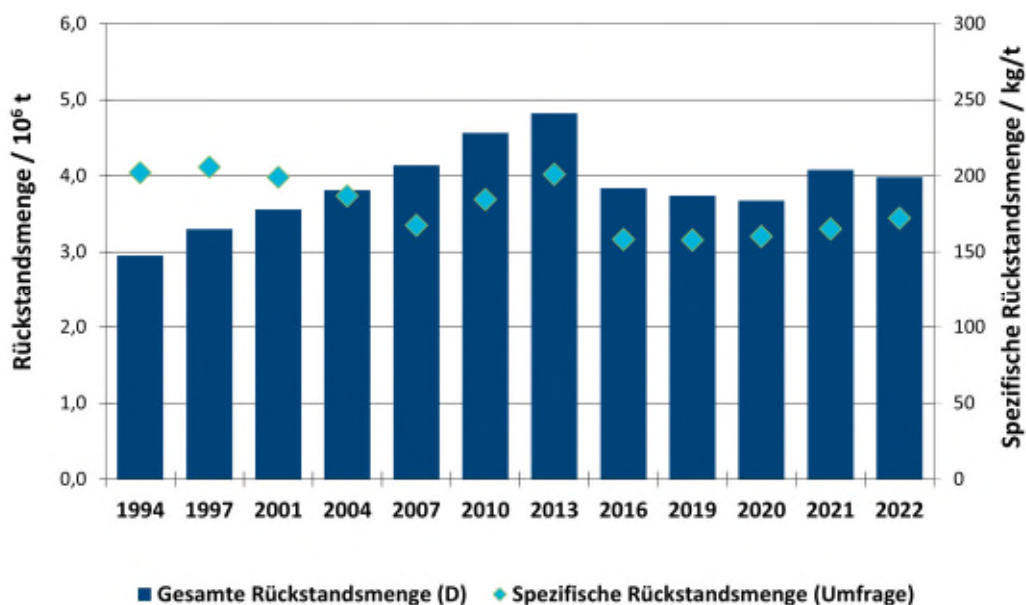


Abb. 8: Rückstandsmengen

Seit 2020 werden auch Nebenprodukte gemäß § 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ermittelt. Dabei wurde deutlich, dass große Anstrengungen bei der Abfallvermeidung sowie der Nutzung von Nebenprodukten für nachfolgende Produktionsschritte stattfinden.

Mit 42 % wird der größte Anteil der anfallenden Rückstände (feuchte Rückstandsmenge) auch 2022 als Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung ausgewiesen (AVV 03 03 10). Die zweitgrößte Gruppe stellen mit 21,3 % die Abfälle aus der Auflösung von Papier und Pappe, dar, dicht gefolgt von als Deinking-Schlämme ausgewiesenen Rückständen mit 16,1 %. Rinde und Holz werden vermehrt als Nebenprodukt deklariert, der erfasste Abfallanteil ist auf 4,1 % gesunken (Abb. 9).

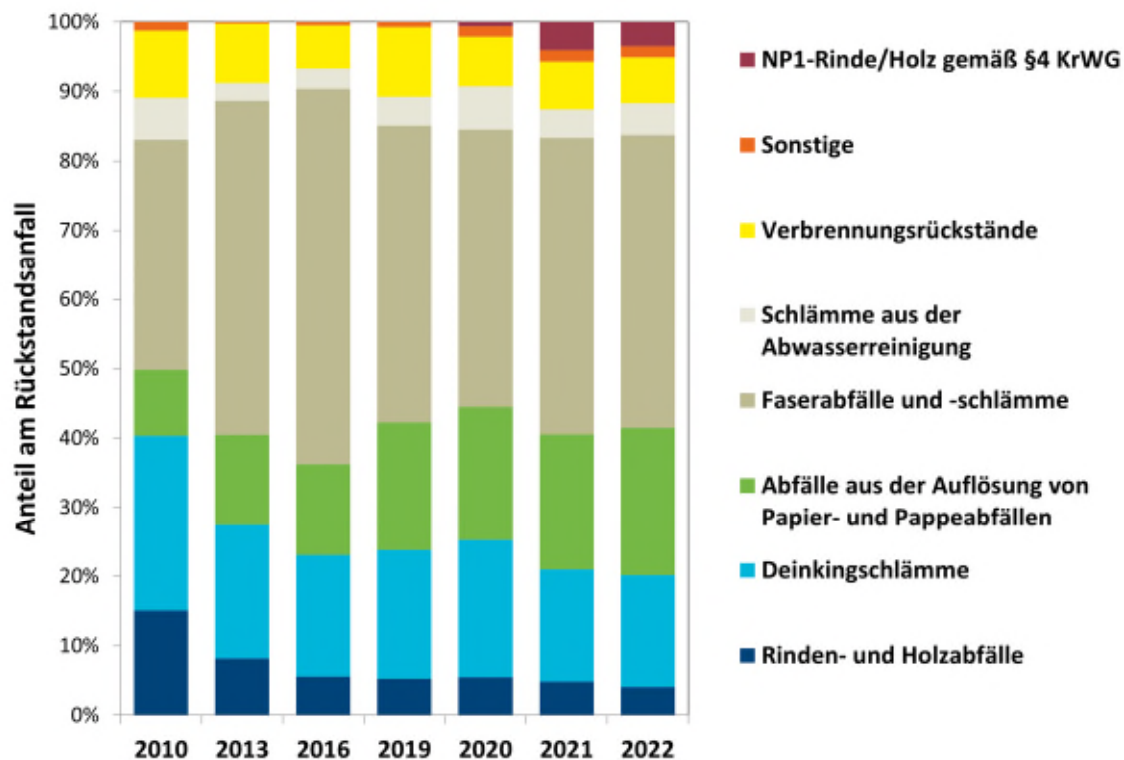


Abb. 9: Rückstandsgruppen im Vergleich

Entsorgungs- und Verwertungswege

Mit wieder leicht steigender Tendenz wurden im Jahr 2022 der in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie 66 % anfallenden Rückstände innerbetrieblich oder extern energetisch verwertet.

Bei der stofflichen Verwertung sind nach wie vor die Ziegel- und Zementindustrie die Hauptabnehmer der Rückstände. Diese stoffliche Verwertung ist mit knapp 18 % deutlich niedriger als im Jahr 2021 (22 %).

Der Anteil der Rückstände, der deponiert wird, beträgt weiterhin ca. 1 %. Systembedingt kann dieser Wert nicht weiter reduziert werden.

Die sonstigen Verwertungswege werden mit gut 12 % angegeben. Dazu kommt eine sonstige biologische Verwertung von 2 % im Jahr 2022, die sich aus dem Verkauf von Rinde und Holz als Nebenprodukte nach § 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ergeben. Außerdem werden im Jahr 2022 nur noch 3 % der sonstigen baustofflichen Verwertung zugeführt (Abb. 10).

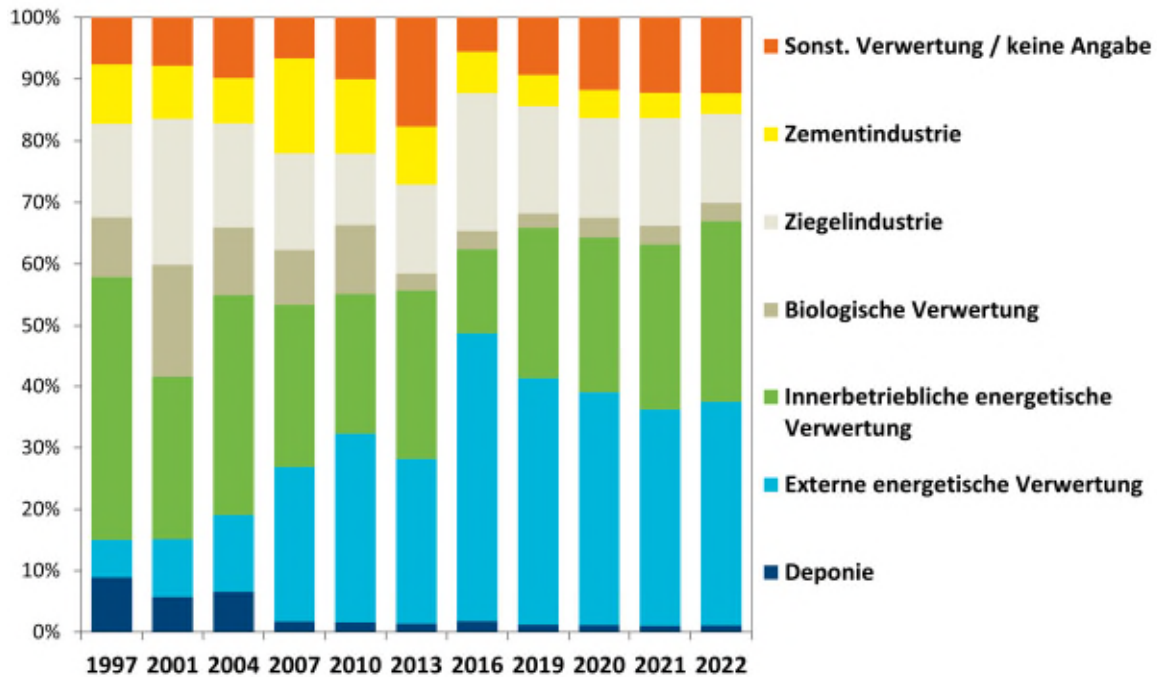


Abb. 10: Entsorgungs- und Verwertungswege seit 1997

Tendenziell wieder steigend dominierte im Jahr 2022 die interne und externe Verbrennung von Rinden- und Holzabfällen, Deinking-Schlämmen, mechanisch abgetrennten Abfällen, Faserabfällen und anderen Abfällen.

In einigen deutschen Zellstoff- und Papierfabriken wird ein Großteil der Rückstände innerbetrieblich energetisch verwertet. Die mengenmäßig größte Fraktion der so genutzten Rückstände bilden die Deinking-Schlämme nach AVV 03 03 05 (Abb. 11).

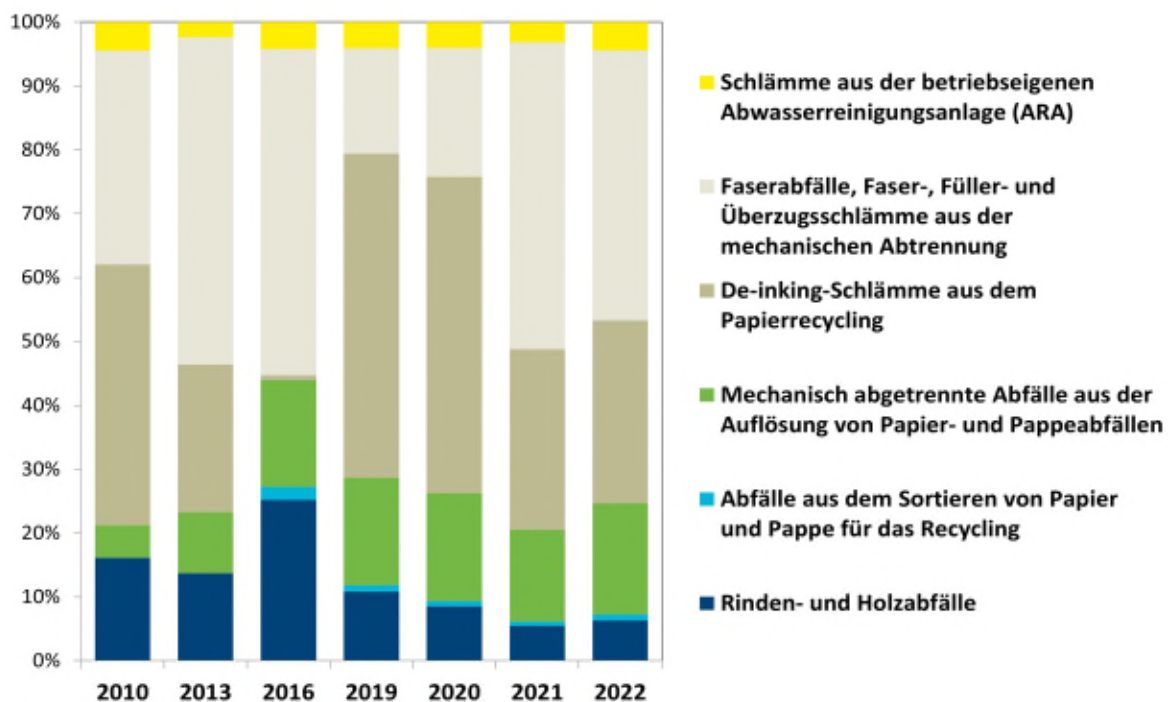


Abb. 11: Innerbetriebliche energetische Verwertung der Rückstände

Die Verwertung der Schlämme zeigt über die letzten 12 Jahre eine hohe Dynamik. Seit 2019 dominiert die interne und externe energetische Nutzung der Schlämme. Diese Verwertungsart der Schlämme ist im Jahr 2021 zugunsten der Verwendung der Schlämme in der baustofflichen Verwertung zurückgegangen. Dieser Trend hat sich im Jahr 2022 wieder umgekehrt: 66 % der Schlämme wurden energetisch und 21 % in der Ziegelindustrie genutzt.

Schlämme aus betriebseigenen Abwasserreinigungsanlagen und Faserabfälle (AVV 03 03 11) werden ähnlich wie im Jahr 2021 zu ca. 27 % der sonstigen biologischen Verwertung zugeführt. Die energetische Nutzung war seit dem Jahr 2019 rückläufig. Dieser Trend hat sich im Jahr 2022 umgekehrt: knapp die Hälfte der Schlämme werden der energetischen Verwertung zugeführt, wobei im Jahr 2022 die interne energetische Verwertung mit 28 % deutlich stärker war als die externe Verbrennung mit 18%. Eine mögliche sonstige biologische Verwertung ist z.B. auch die Weitergabe der Schlämme der betriebseigenen ARA an kommunale Kläranlagen. Es hat sich gezeigt, dass sich der Einsatz papierspezifischer Schlämme positiv auf die Prozesse in kommunalen Kläranlagen auswirken kann (Abb. 12).

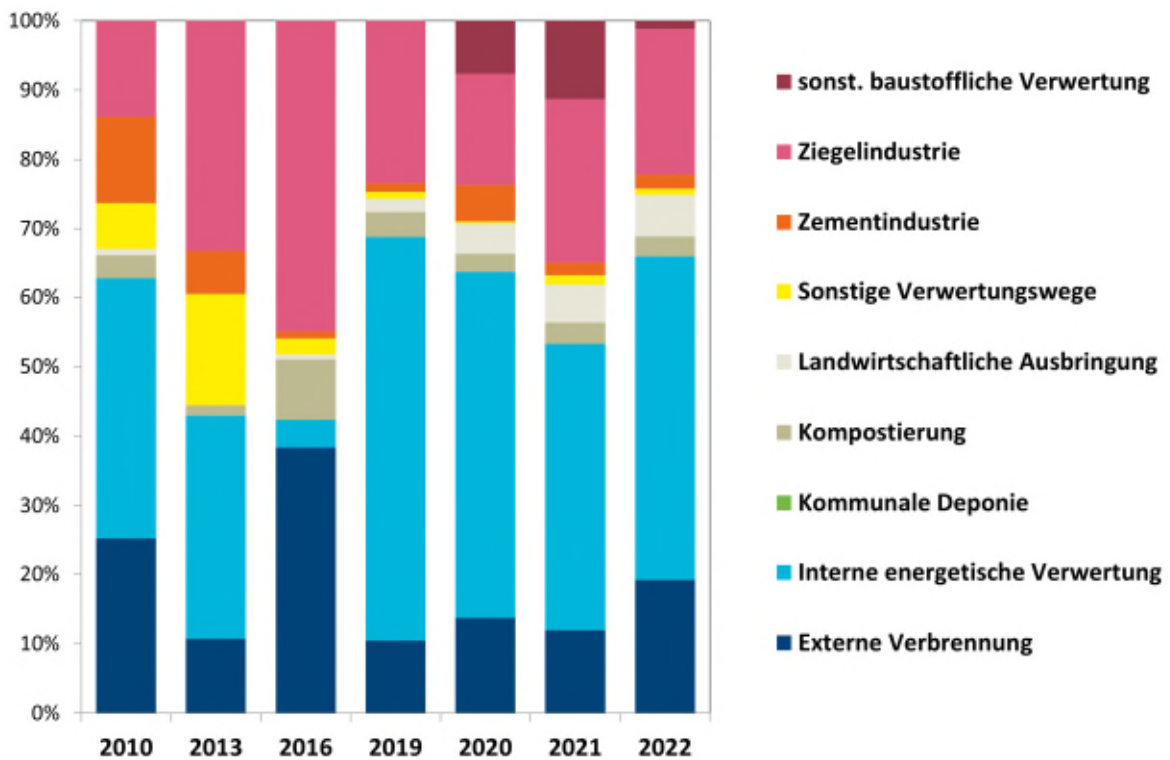


Abb. 12: Verwertung der Schlämme

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die aufzuwendenden Kosten bzw. die erzielten Einnahmen bei der Verwertung von Nebenprodukten nach § 4 KrWG. Während einzelne Werke bei der Verwertung von Nebenprodukten einen geringen Erlös erzielen können, müssen an anderer Stelle zum Teil deutlich über 200 €/t für die Entsorgung bezahlt werden.

Rückstandsgruppe	Entsorgungskosten			Anzahl Werte
	Minimum	Mittelwert	Maximum	
Rinden- und Holzabfälle	-21 €/t	-2 €/t	15 €/t	3
Deinkingsschlämme aus dem Papierrecycling	0 €/t	29 €/t	65 €/t	6
Mechanisch abgetrennte Abfälle aus der Auflösung von Papier- und Pappeabfällen	0 €/t	112 €/t	210 €/t	45
Abfälle aus dem Sortieren von Papier und Pappe für das Recycling	-30 €/t	59 €/t	165 €/t	4
Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung	0 €/t	52 €/t	208 €/t	70
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage	0 €/t	76 €/t	185 €/t	20
Verbrennungsrückstände	53 €/t	85 €/t	130 €/t	9
Abfälle anderweitig nicht genannt	103 €/t	155 €/t	188 €/t	3

Tab. 3: Kosten für Entsorgung bzw. Verwertung der Abfallgruppen

Quellenangaben:

Inhalte, Grafiken und Tabellen wurden von DIE PAPIERINDUSTRIE e.V. erstellt (siehe Bericht der Wasser- und Rückstandsumfrage 2022)