



# **Wasser- und Rückstandsumfrage der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie 2023**

**Optimierter Ressourceneinsatz für nachhaltig produzierte, hochwertige Produkte**

Claudia Weßel<sup>1</sup>, Katrin Brabender<sup>2</sup>, Dr. Hans-Jürgen Öller<sup>3</sup>, Marcin Preidl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grafschaft, wru.wessel@gmail.com, <sup>2</sup>DIE PAPIERINDUSTRIE e.V., <sup>3</sup>Dr. 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 2023 in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie beteiligten sich 96 Werke, die zusammen etwa 18,3 Mio. t Zellstoff, Papier, Karton und Pappe produzierten. Dies entspricht einem Anteil von 91 % der in Deutschland produzierten Menge an Zellstoff, Papier, Karton, und Pappe.**

**Der Großteil der teilnehmenden Unternehmen (86 %) 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, bei 92 %.**

**Die mittlere spezifische Abwassermenge des Vorjahres ist mit 8,9 l/kg nahezu bestätigt worden.**

**Das in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie im Jahr 2023 angefallene Rückstandsaufkommen (feuchte Rückstandsmenge) beträgt 3,4 Millionen Tonnen. Die spezifische Rückstandsmenge beträgt ähnlich wie im letzten Jahr 169 kg/t Produkt.**

**Ca. 67 % der erfassten Rückstände werden innerbetrieblich oder extern energetisch verwertet. Der Anteil der deponierten Rückstände liegt wie in den Vorjahren bei 1,0 %.**

## 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. Seit 2019 erfolgt die Erfassung der Daten jährlich.

Dabei stellen die 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 dient der bewährte Online-Fragebogen, dessen Ergebnisse einen direkten Vergleich zu früheren Daten erlauben. Die langfristigen Entwicklungen demonstrieren deutlich die Aufwendungen der Papierindustrie für die Umwelt.

An der Umfrage beteiligten sich 96 Werke, die zusammen etwa 18,3 Mio. t Zellstoff, Papier, Karton und Pappe produzierten. Dies entspricht einem Anteil von 68 % der Verbandsmitglieder in Deutschland und 91 % der hier produzierten Mengen. Die Beteiligungsquote konnte somit trotz konjunkturell bedingtem Produktionsrückgang gegenüber den Vorjahren nahezu gehalten 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, wobei ein deutlich wachsender Anteil an Verpackungspapieren aus Altpapier zu beobachten ist.

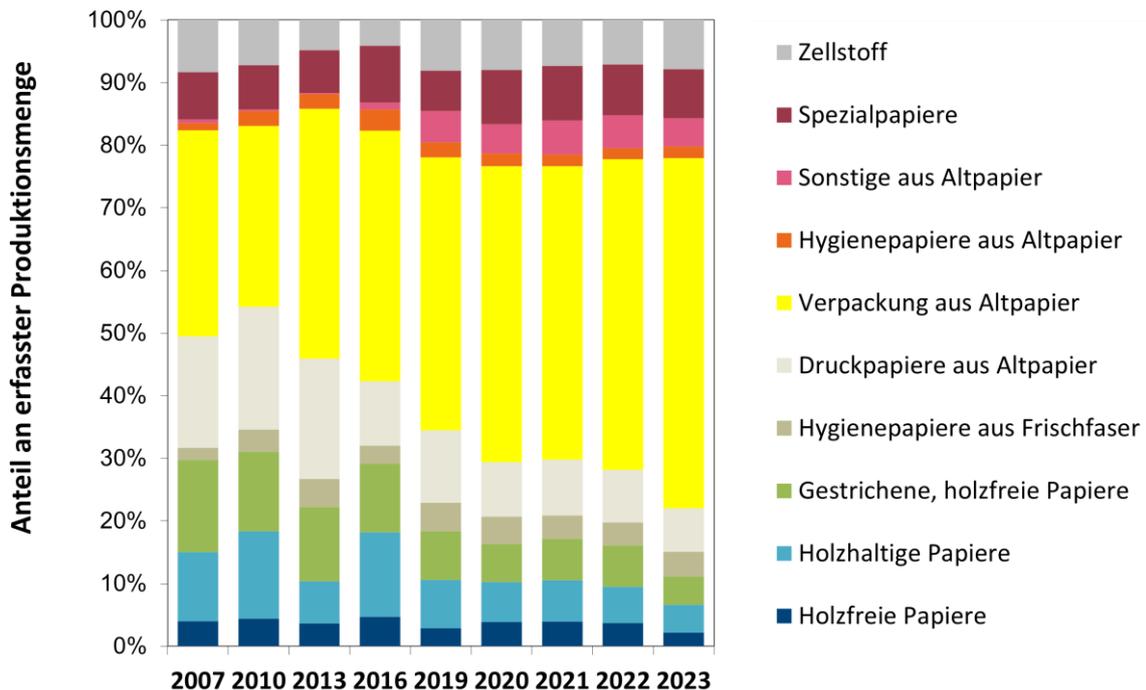


Abb. 1: Erfasstes Sortenspektrum der Produktion in Deutschland

## Frischwassereinsatz und -aufbereitung

Hochgerechnet auf die gesamte Produktionsmenge hat die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie im Jahr 2023 etwa 179 Millionen Kubikmeter Frischwasser als Prozesswasser eingesetzt. Das verwendete Frischwasser stammt zu etwa 80 % aus Oberflächengewässern und zu 18 % 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 nur 7 % des Oberflächenwassers und ca. 25 % 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.

Der Einsatz von Mikrobiziden und der Einsatz von Chlor sowie Chlordioxid ist seit 2019 gleichbleibend. Sonstige, nicht weiter benannte Verfahren, sind seit 3 Jahren deutlich rückläufig. Ein steigender Anteil an Frischwasser wird auch mit enthärtenden Verfahren behandelt.

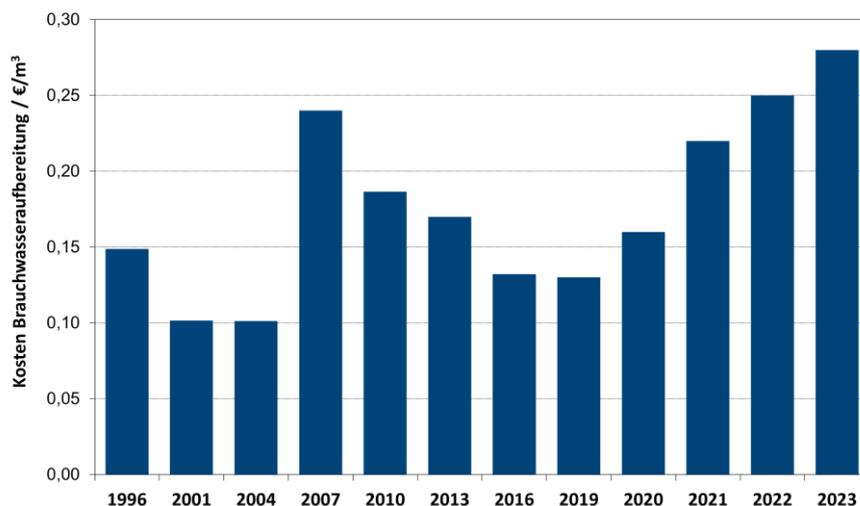
## Kosten für Frischwasserentnahme und Frischwasseraufbereitung

Die Nutzungsentgelte für den Bezug von Frischwasser sind wie in den vergangenen Jahren sehr unterschiedlich. Die maximalen Kosten für Oberflächenwasser sind im Jahr 2023 um 0,14 €/m<sup>3</sup> gestiegen und der finanzielle Aufwand für Brunnenwasser ist im Maximum sogar 0,25 €/m<sup>3</sup> höher. Der Preis für Wasser des öffentlichen Netzes ist im Jahr 2023 im Mittelwert um 0,19 €/m<sup>3</sup> auf 2,00 €/m<sup>3</sup> gestiegen. (Tab. 1).

Kosten 2023	Mittelwert	Maximum
Oberflächenwasser	0,06 €/m <sup>3</sup>	0,60 €/m <sup>3</sup>
Brunnenwasser	0,10 €/m <sup>3</sup>	0,63 €/m <sup>3</sup>
Öffentliches Netz (Trinkwasser)	2,00 €/m <sup>3</sup>	4,53 €/m <sup>3</sup>

Tab. 1: Nutzungsentgelte Frischwasserentnahme

Die Kosten für die Brauchwasseraufbereitung steigen seit dem Jahr 2020 deutlich an. Im Jahr 2023 liegen die Kosten für die Brauchwasseraufbereitung bei durchschnittlich 0,28 €/m<sup>3</sup> mit einem Maximum von 1,17 €/m<sup>3</sup>. (Abb. 2). Damit erreichen die Kosten den bislang höchsten Wert seit 1996.



## Spezifische Abwassermenge

Die mittlere auf die Bruttoproduktionsmenge bezogene spezifische Abwassermenge (über die Produktionsmenge gewichteter Mittelwert) der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen liegt im Jahr 2023 bei 8,9 l/kg Produkt (Abb. 3). Hochgerechnet auf die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie bedeutet dies eine Gesamtabwassermenge von etwa 191 Mio. m<sup>3</sup>/a.

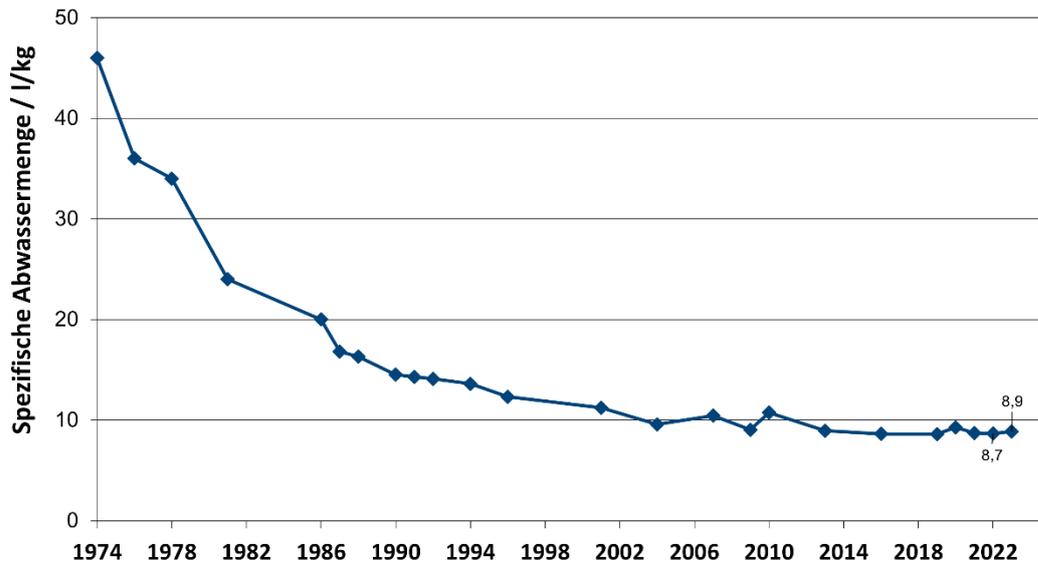


Abb. 3: Spezifische Abwassermenge

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).

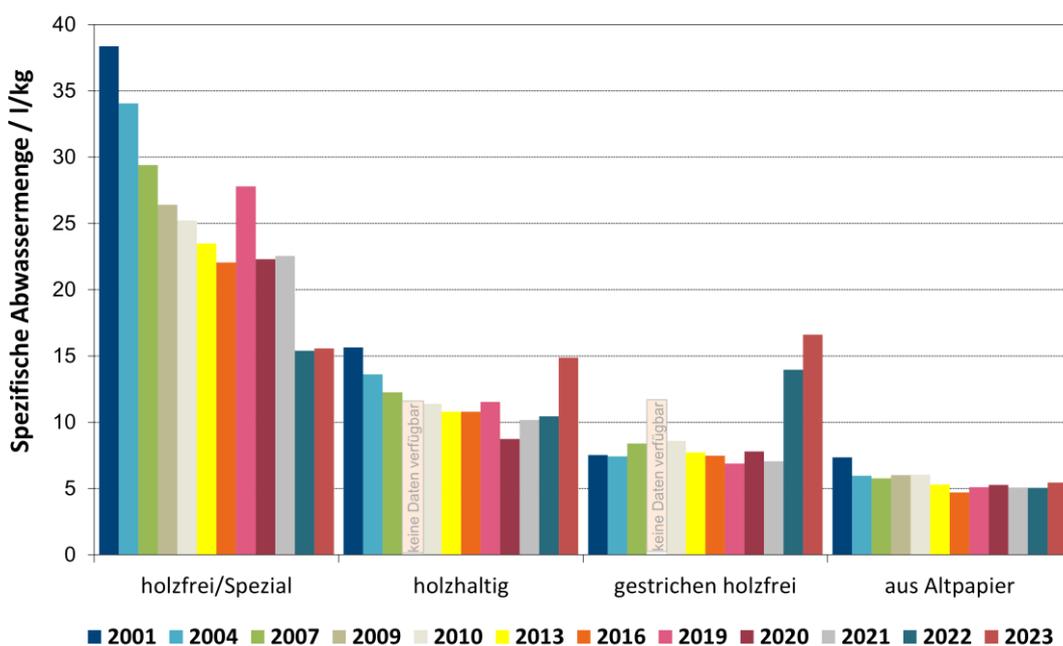


Abb. 4: Spezifische Abwassermenge der Hauptproduktionsgruppen

Die Produktionsgruppe „aus Altpapier“ weist mit durchschnittlich 5,5 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 (12,3 l/kg) oder Hygienepapiere aus Altpapier (17,4 l/kg) produzieren und eine höhere spezifische Abwassermenge aufweisen (Abb. 5).

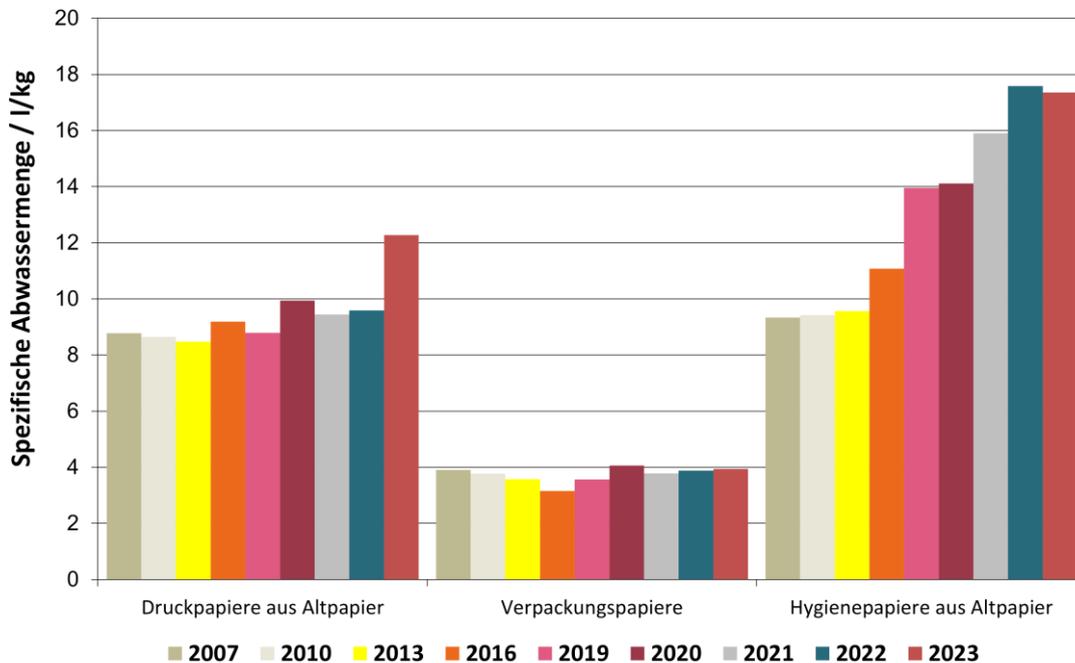


Abb. 5: Spezifische Abwassermengen der aus Altpapier hergestellten Papiere

## Abwasserreinigung

34 % der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen leiten ihr Abwasser als Indirekteinleiter in kommunale Abwasserreinigungsanlagen oder Verbandskläranlagen ein. Sie repräsentieren 23 % der erfassten Produktionsmenge. 54 % der Werke, die zusammen 68 % 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. 8,7 % 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.

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).

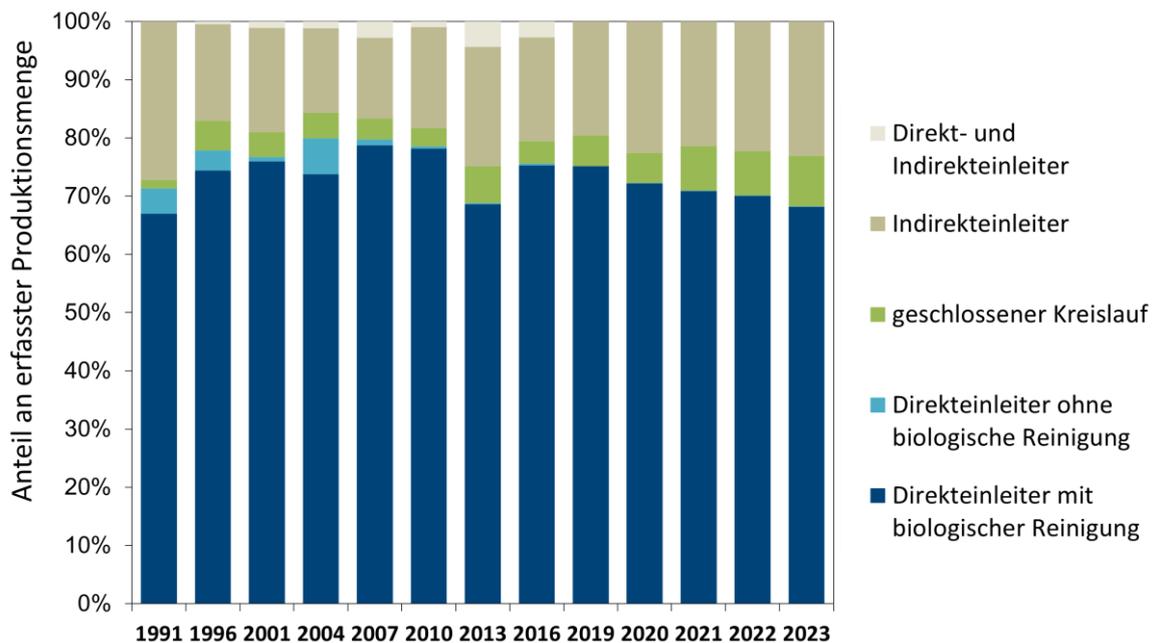


Abb. 6: Einleiteart bezogen auf die Produktionsmenge

Etwa 62 % der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen betreiben eine biologische Abwasserreinigung, wobei 29 % dieser Unternehmen nur eine aerobe Behandlung (ein- oder mehrstufig) und 32 % zusätzlich 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 76 % auf 87 % im Jahr 2023 gestiegen. Das entspricht 28 % der Anzahl der teilnehmenden Werke.

Die spezifischen Betriebskosten der Direkteinleiter für die Abwasserreinigung liegen im Vergleich 2023 zu 2022 (Mittelwert 0,62 €/m<sup>2</sup>) wesentlich höher. Im Jahr 2023 liegen die Betriebskosten der Direkteinleiter im Mittel bei 0,79 €/m<sup>3</sup> mit einer Schwankungsbreite von 0,04 €/m<sup>3</sup> und 3,38 €/m<sup>3</sup>.

Auch die spezifischen Einleitekosten der Indirekteinleiter sind deutlich gestiegen. Bei einer Spanne von 0,25 €/m<sup>3</sup> bis 5,70 €/m<sup>3</sup> lagen die Kosten 2023 im Mittel bei 1,76 €/m<sup>3</sup> gegenüber 1,59 €/m<sup>3</sup> im Jahr 2022.

## 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 sind leicht gestiegen, bei den CSB-, TOC-, BSB<sub>5</sub>- und AOX-Werten sind gegenüber den Vorjahren annähernd gleichgeblieben.

Die Herausforderungen bei der Einhaltung von Stickstoff- und Phosphorparametern entsprechen in etwa dem Vorjahr, wobei deutlich weniger Werke Herausforderungen bei der Einhaltung der Phosphat- und Ammonium-Werte haben.

Bei pH-Wert, Temperatur und Färbung sinken die Herausforderungen erfreulicherweise seit einigen Jahren. Bei Feststoffen und sonstigen Herausforderungen haben wir im Jahr 2023 eine leicht steigende Tendenz.

Die Herausforderungen bei der Geruchsbildung bei den Abwasserreinigungsanlagen sind erfreulicherweise gesunken, während die Herausforderungen der Entartung anaerober Schlämme gestiegen sind. Auch scheinen die Herausforderungen bei den Kalkablagerungen in Abwasserreinigungsanlagen für viele Unternehmen noch ein bedeutendes Thema zu sein (Abb. 7).

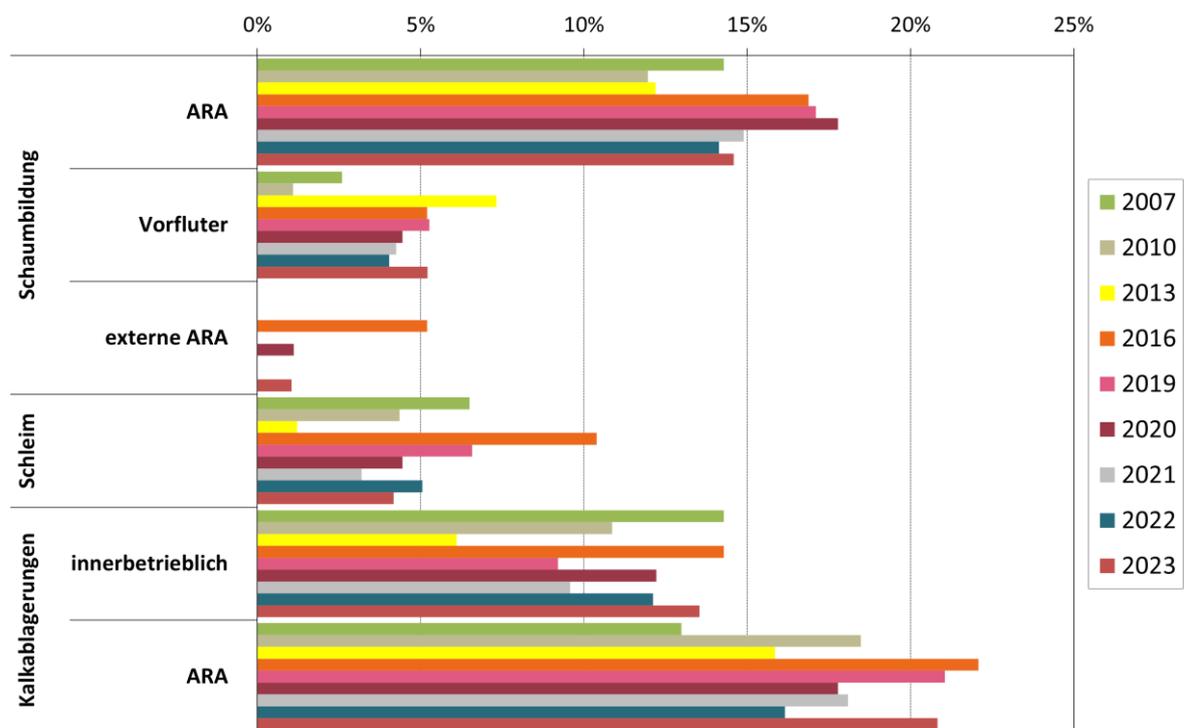


Abb. 7: Herausforderungen bei Einleitewerten (hier: Schaumbildung, Schleim, Kalkablagerungen, sonst.)

## Aufkommen und Verteilung an Rückständen

Die Rückstände werden 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 2023 wurde eine Rückstandsmenge von insgesamt 3,012 Millionen t/a (feuchte Rückstandsmenge) erfasst. Das entspricht einem spezifischen Rückstandsanfall von 169 kg/t Produkt. Hochgerechnet auf die gesamte Papierproduktion in Deutschland entspricht dies einer Gesamtmenge an Rückständen von etwa 3,4 Millionen Tonnen (Abb. 8).

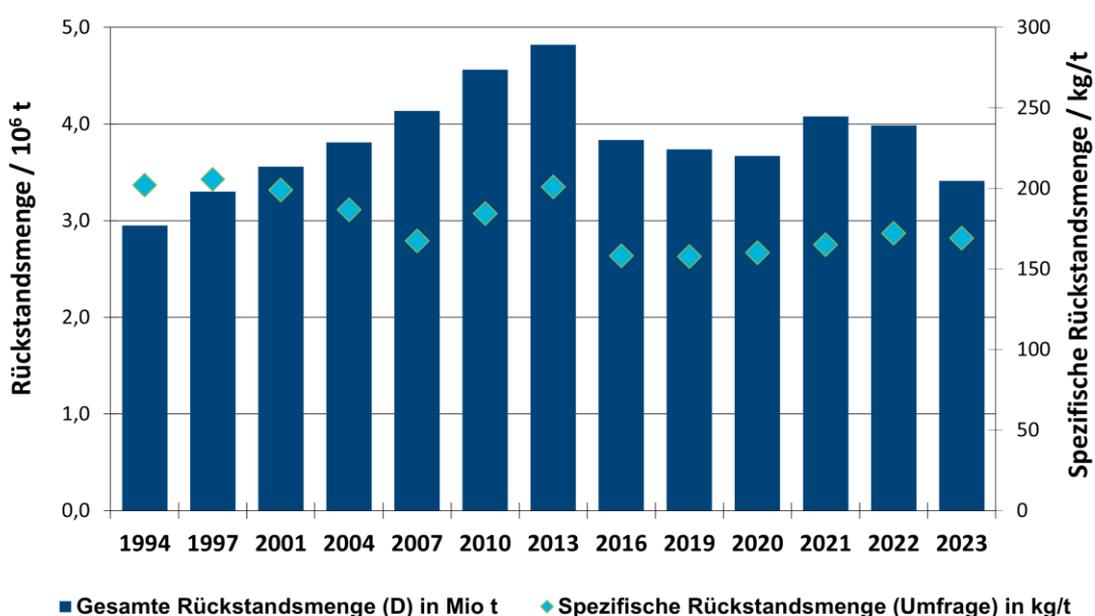


Abb. 8: Rückstandsmengen

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

Mit 46 % wird der größte Anteil der anfallenden Rückstände (feuchte Rückstandsmenge) auch 2023 als Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung ausgewiesen (AVV 03 03 10). Die zweitgrößte Gruppe stellen mit 21,7 % die Abfälle aus der Auflösung von Papier und Pappe, dar, dicht gefolgt von als Deinking-Schlämme ausgewiesenen Rückständen mit 11,2 %. Der Anteil der Rinden- und Holzabfälle stieg wieder leicht auf 6,3 %, während die Nutzung von Rinde und Holz laut §4 KrWG auf 2,7% gesunken ist. (Abb. 9).

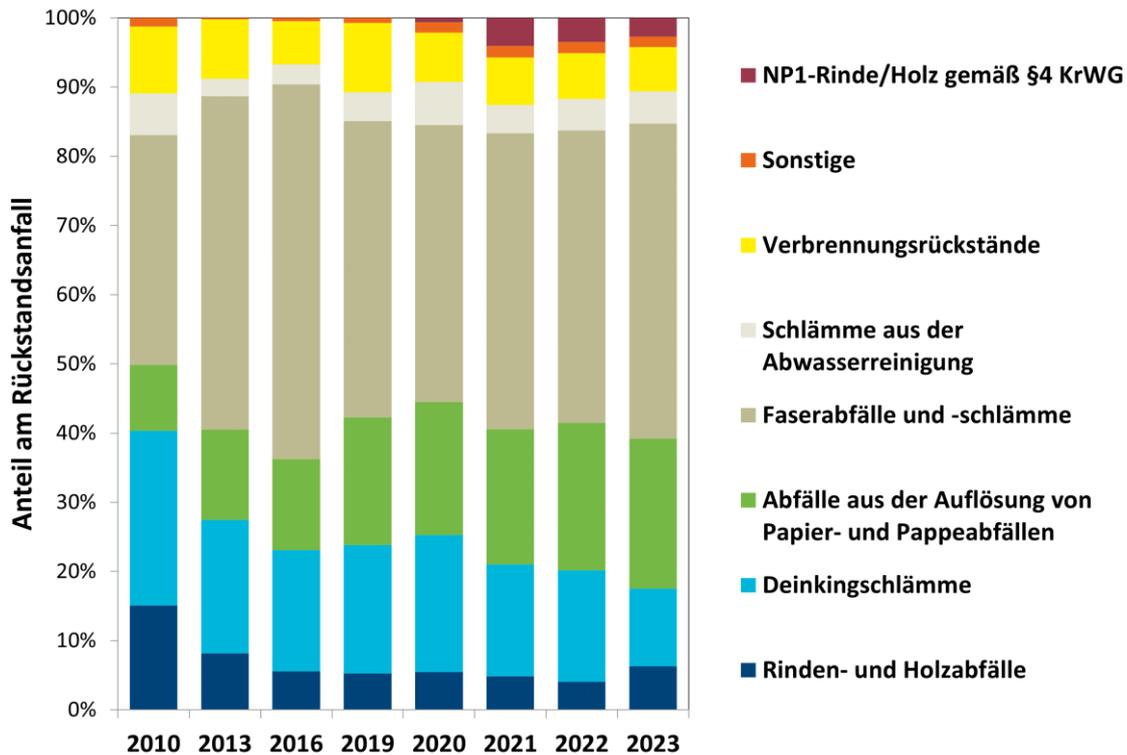


Abb. 9: Rückstandsgruppen im Vergleich

## Entsorgungs- und Verwertungswege

Mit weiterhin leicht steigender Tendenz werden im Jahr 2023 in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie 67 % der 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 16 % erneut niedriger als im Vorjahr (2022 18 %).

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

Die sonstigen Verwertungswege werden mit knapp 14 % angegeben. Dazu kommt eine sonstige biologische Verwertung von knapp 3 % im Jahr 2023, die sich aus dem Verkauf von Rinde und Holz als Nebenprodukte nach § 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ergeben. Außerdem werden im Jahr 2023 knapp 4 % der sonstigen baustofflichen Verwertung zugeführt (Abb. 10).

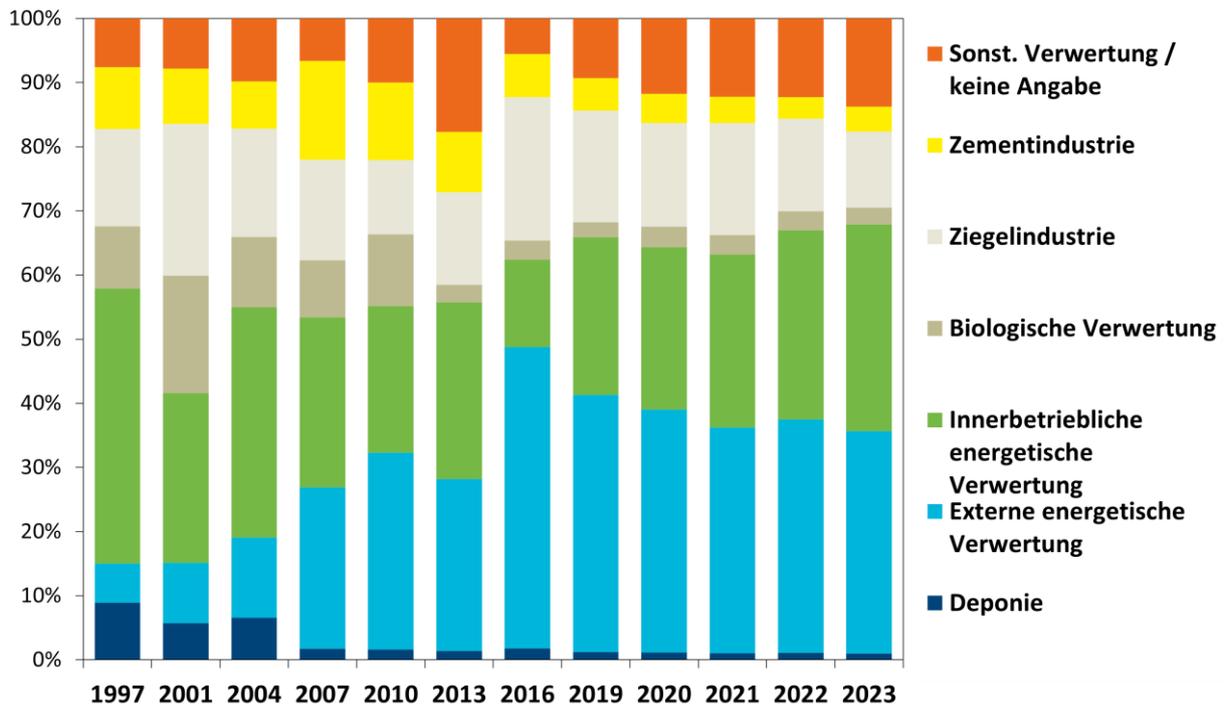


Abb. 10: Entsorgungs- und Verwertungswege seit 1997

In einigen deutschen Zellstoff- und Papierfabriken wird ein Großteil der Rückstände innerbetrieblich energetisch verwertet.

Die mengenmäßig größte Fraktion der so genutzten Rückstände bildeten im Jahr 2023 die Faserabfälle, gefolgt von den Deinking-Schlämmen und den mechanisch abgetrennten Abfällen aus der Auflösung von Papier- und Pappeabfällen. Auffällig ist, dass die innerbetriebliche energetische Verwertung von Rinden- und Holzabfällen im Jahr 2023 wieder deutlich gestiegen ist (Abb. 11).

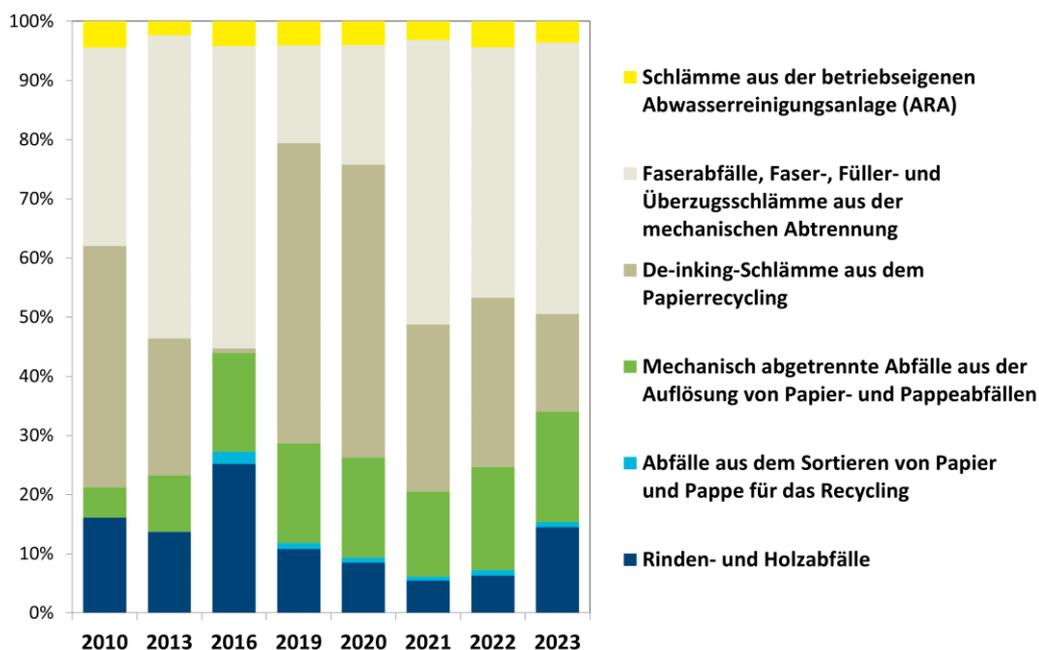


Abb. 11: Innerbetriebliche energetische Verwertung der Rückstände

Die Verwertung der Schlämme zeigt über die letzten 13 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. Im Jahr 2023 werden mittlerweile 70 % der Schlämme energetisch und nur noch 16 % in der Ziegelindustrie genutzt.

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. Diese Verwertung hat sich offensichtlich bewährt und wurde im Jahr 2023 mit 27 % gleichbleibend fortgesetzt (Abb. 12).

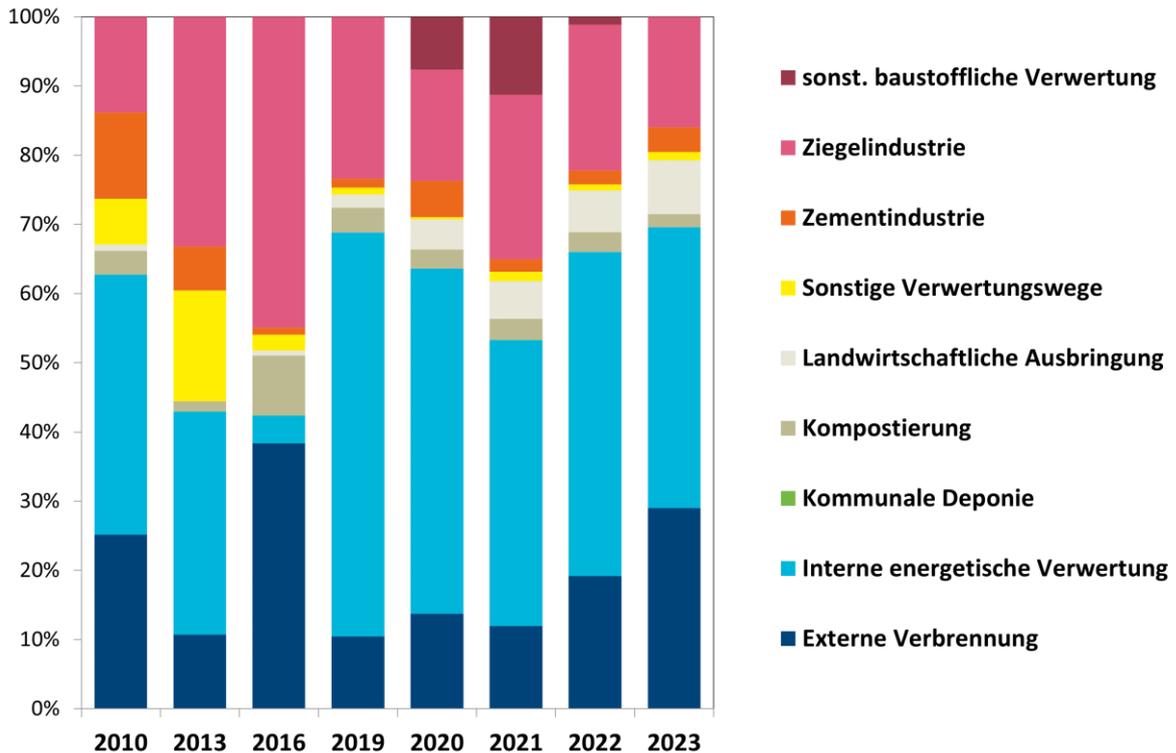


Abb. 12: Verwertung der Schlämme

Schlämme aus betriebseigenen Abwasserreinigungsanlagen und Faserabfälle (AVV 03 03 11) werden wie im Jahr 2022 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: gut die Hälfte der Schlämme werden der energetischen Verwertung zugeführt, wobei im Jahr 2023 die externe energetische Verwertung mit 26 % wieder deutlich stärker verwendet wurde. Die interne Verbrennung liegt mit 26% etwas niedriger als im Vorjahr.

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 im Jahr 2023 bis zu 185 €/t für die Entsorgung bezahlt werden.

Rückstandsgruppe	Entsorgungskosten			Anzahl Werte
	Minimum	Mittelwert	Maximum	
<b>Rinden- und Holzabfälle</b>	-33 €/t	-8 €/t	9 €/t	3
<b>Deinkingsschlämme aus dem Papierrecycling</b>	0 €/t	36 €/t	69 €/t	4
<b>Mechanisch abgetrennte Abfälle aus der Auflösung von Papier- und Pappeabfällen</b>	-15 €/t	101 €/t	159 €/t	44
<b>Abfälle aus dem Sortieren von Papier und Pappe für das Recycling</b>	-36 €/t	74 €/t	165 €/t	5
<b>Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung</b>	0 €/t	63 €/t	176 €/t	75
<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage</b>	0 €/t	73 €/t	185 €/t	16
<b>Verbrennungsrückstände</b>	53 €/t	87 €/t	130 €/t	9

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 2023)