Bild: Klaudia Steiner

Wasser- und Rückstandsumfrage in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie 2016

Minimaler Ressourceneinsatz für qualitativ hochwertige Papierprodukte

An der aktuellen Umfrage zur Wasser- und Rückstandssituation in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie haben sich 77 Betriebe beteiligt, die zusammen 61 % der in Deutschland produzierten Menge an Papier, Karton und Pappe repräsentieren. Zwei Ergebnisse belegen beispielhaft den nachhaltigen Erfolg der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie, qualitativ hochwertige Produkte mit minimalem Ressourceneinsatz zu produzieren. So konnte die mittlere spezifische Abwassermenge im Jahr 2016 auf 8,6 l/kg Produkt, und damit auf den niedrigsten Wert seit 1974, gesenkt werden.

Weiterhin konnte das Rückstandsaufkommen nach einem mehrjährigen stetigen Anstieg erstmals wieder deutlich reduziert werden. Bei einer Gesamtmenge von etwa 3,8 Millionen Tonnen beträgt die spezifische Rückstandsmenge 156 kg/t Produkt, der niedrigste Wert seit über 20 Jahren. Außerdem werden von den erfassten Rückständen mehr als 50 % energetisch verwertet.

Autoren: Autoren:
Christian Bienert, München, bienert.christian@gmx.net
Dr. Christoph Persin, Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP), c.persin@vdp-online.de

Ziel und Umfang der Studie

Seit Jahren erfassen die Papiertechnische Stiftung und der Verband Deutscher Papierfabriken e.V. sowohl die Wasser- und Abwassersituation als auch die Rückstandssituation in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie. Dabei zeigen die regelmäßig durchgeführten Umfragen einen guten Überblick über Entwicklungen und Leistungen der Papierindustrie für die Umwelt. Die dargestellten Ergebnisse stellen eine belastbare Argumentationsgrundlage gegenüber der Politik, den Behörden und der Öffentlichkeit dar. Außerdem lassen sich daraus spezifische Herausforderungen erkennen, Benchmarks für Optimierungen definieren und sinnvolle Maßnahmen ableiten.

Zur Erfassung der Daten wurde im Rahmen des INFOR-Projekts 201 eine qualifizierte Umfrage in der Zellstoff- und Papierindustrie für das Jahr 2016 durchgeführt[1]. Als Basis dienten die Befragungen in den vergangenen Jahren, so dass die Ergebnisse im direkten Vergleich zu früheren Daten stehen und daher auch langfristige Entwicklungen dargestellt werden können.

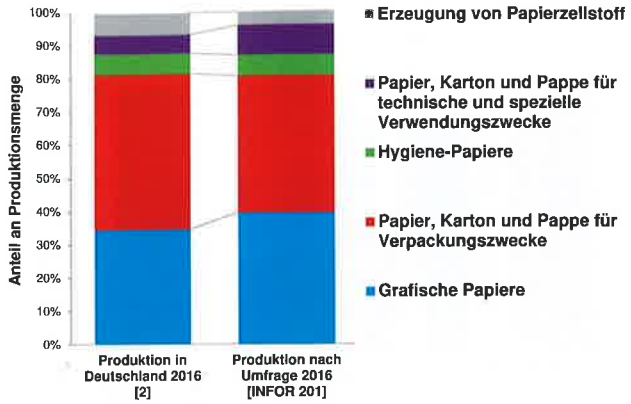

Abb. 1: Erfasstes Sortenspektrum im Vergleich zur Produktion in Deutschland[2]

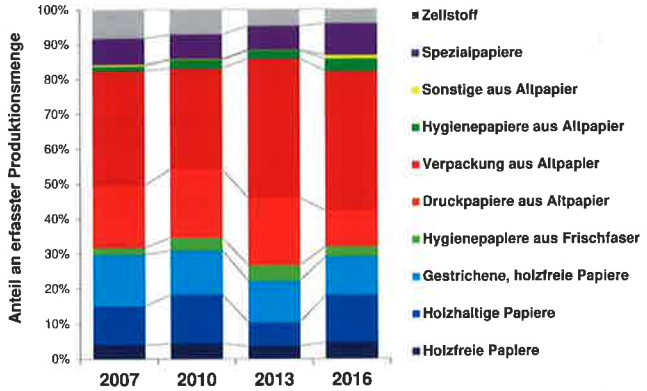

Abb. 2: Erfasste Sortenspektren der letzten Umfragen im Vergleich (Basis: Produktionsmenge der bei den Umfragen teilnehmenden Betrieben)

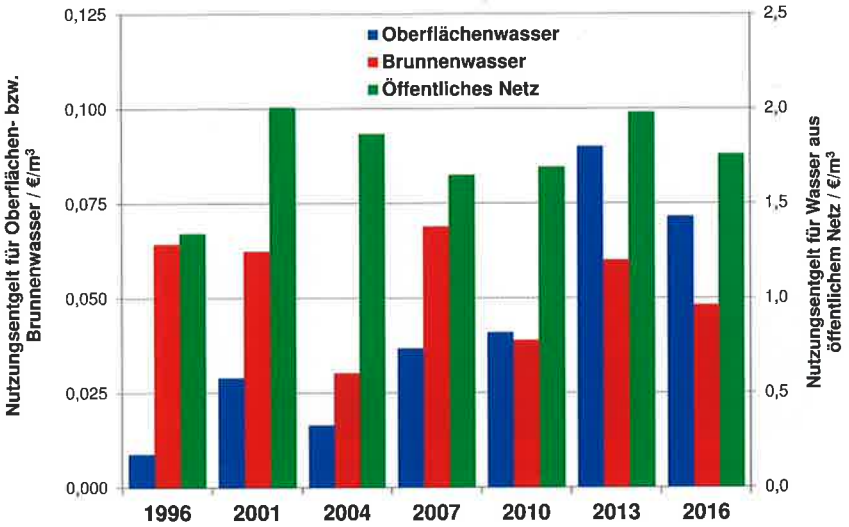

Abb. 3: Kosten für die Nutzung von Brauchwasser im Vergleich

An der Umfrage beteiligten sich 77 Unternehmen, die zusammen etwa 13,9 Mio. t Zellstoff, Papier, Karton und Pappe produzierten. Dies entspricht einem Anteil von knapp 50 % der Werke in Deutschland, bzw. gut 61 % der in Deutschland produzierten Menge an Zellstoff, Papier, Karton und Pappe. Die Beteiligungsquote konnte somit auf hohem Niveau gehalten werden und liegt im Bereich der letzten Umfragen.

Das erfasste Sortenspektrum zeigt nicht nur ein repräsentatives Bild der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie *(Abb. 1)* sondern auch eine ähnliche Verteilung wie bei den letzten Umfragen *(Abb. 2)*. Im Vergleich zur Umfrage aus dem Jahr 2013 fallen die deutliche Zunahme holzhaltiger Papiere, die Abnahme von Druckpapieren aus Altpapier, die Zunahme von Hygienepapieren aus Altpapier sowie ein gestiegener Anteil im Bereich Spezialpapiere auf.

Frischwassereinsatz und -aufbereitung

Hochgerechnet auf die gesamte Produktionsmenge setzte die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie im Jahr 2016 etwa 250 Millionen Kubikmeter Frischwasser im Prozess ein. Dabei stammt das verwendete Brauchwasser zu etwa 72 % aus Oberflächengewässern und zu 27 % aus Brunnen oder Quellen. Mit 1 % spielt der Wasserbezug aus der öffentlichen Wasserversorgung (Trinkwasser) nur eine untergeordnete Rolle.

Zur Aufbereitung des eingesetzten Frischwassers werden wie in der Vergangenheit in erster Linie mechanische bzw. chemisch-mechanische Verfahren eingesetzt. Nur 6 % des zur Produktion eingesetzten Oberflächenwassers und 25 % des eingesetzten Brunnenwassers wurden nicht aufbereitet. Als wesentliche Reinigungsverfahren werden weiterhin Filtrationsverfahren verwendet. Zur Desinfektion werden überwiegend Mikrobizide und Chlorprodukte (Chlor, Chlordioxid) eingesetzt. Daneben kommen in einzelnen Werken Ozon und UV-Strahlung zum Einsatz. Ein steigender Anteil an Frischwasser wird auch mit enthärtenden Verfahren behandelt.

Wie in den vergangenen Jahren sind die Nutzungsentgelte sehr unterschiedlich. So müssen einzelne Werke für die Entnahme von Frischwasser für die Produktion kein Entgelt zahlen, während andere Werke, insbesondere wenn Wasser aus öffentlichen Netzen bezogen wird, zum Teil erhebliche Kosten haben *(Abb. 3)*. Außerdem sind Kosten für die Brauchwasseraufbereitung zu entrichten, die seit 2007 von 0,24 €/m³ auf durchschnittlich 0,13 €/m³ im Jahr 2016 reduziert werden konnten. Dabei reichte die Spannweite der Kosten von 0,02 €/m³ bis 0,57 €/m³.

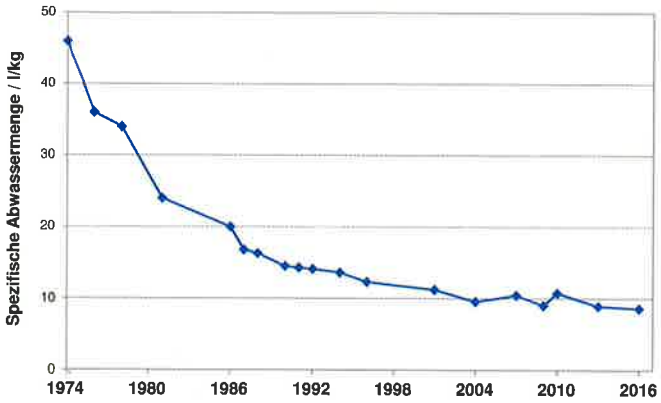

Abb. 4: Mittlere spezifische Abwassermengen in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie

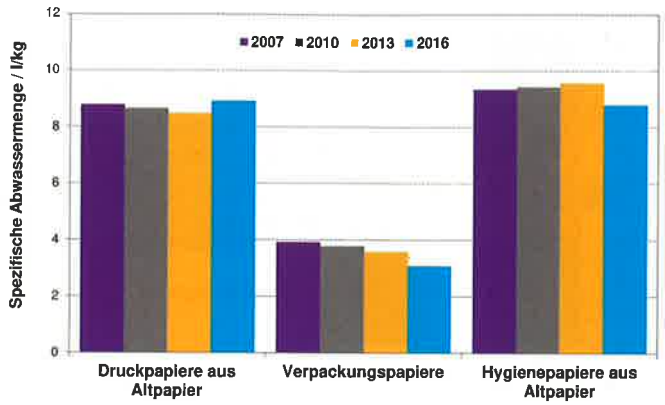

Abb. 6: Mittlere spezifische Abwassermengen der Papiere aus Altpapier

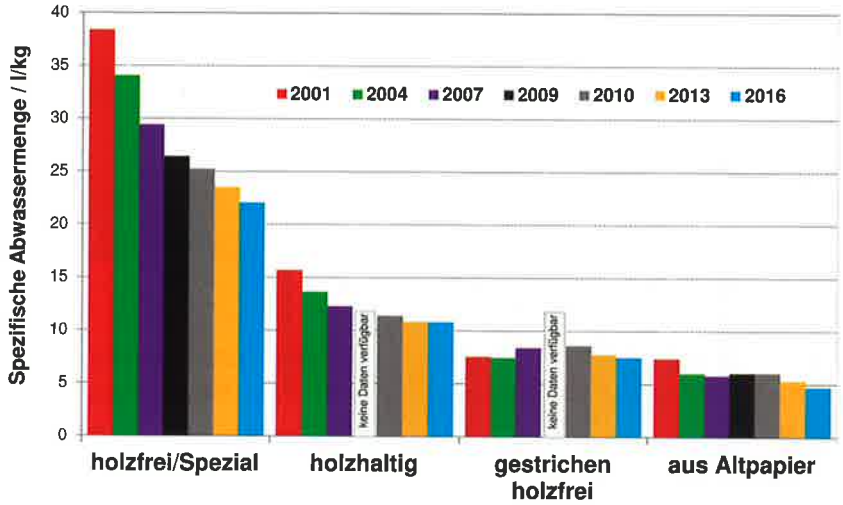

Abb. 5: Mittlere spezifische Abwassermengen der Produktionsgruppen

Spezifische Abwassermenge

Die mittlere auf die Bruttoproduktionsmenge bezogene spezifische Abwassermenge (über Produktionsmenge gewichteter Mittelwert) der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen lag im Jahr 2016 bei 8,6 l/kg Produkt. Hochgerechnet auf die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie bedeutet dies eine Gesamtabwassermenge von etwa 210 Millionen Kubikmetern im Jahr. Damit konnte im Vergleich zu den letzten Umfragen, bei denen die mittlere spezifische Abwassermenge zwischen 9 und 11 l/kg lag, eine weiterhin leicht reduzierte spezifische Abwassermenge ermittelt werden *(Abb. 4)*. Diese Entwicklung ist abermals vermutlich dem höheren Anteil an Verpackungspapieren aus Altpapier zuzuschreiben, da in diesem Sortenbereich traditionell die niedrigsten spezifischen Abwassermengen vorliegen.

Die spezifischen Abwassermengen der einzelnen Werke hängen neben den eingesetzten Rohstoffen, der produzierten Papiersorte und der Anlagenstruktur auch von lokalen Gegebenheiten, wie z. B. den Bedingungen zur Abwassereinleitung, ab. Im Vergleich zu den letzten Umfragen ist bei allen Hauptproduktionsgruppen (holzfrei/Spezial, holzhaltig, gestrichen holzfrei und aus Altpapier) abermals ein niedrigerer Mittelwert zu verzeichnen *(Abb. 5)*.

Die Produktionsgruppe „aus Altpapier" hat mit durchschnittlich 4,7 l/kg die geringste spezifische Abwassermenge. Innerhalb dieser Gruppe weisen, mit weiter fallender Tendenz, die Hersteller von Verpackungspapieren, Karton und Pappe die niedrigste spezifische Abwassermenge auf. Einzelne Werke produzieren hier sogar mit geschlossenem Wasserkreislauf. Die Kategorie enthält aber auch Betriebe, die Druckpapiere oder Hygienepapiere aus Altpapier produzieren und bei nahezu gleichbleibender Tendenz eine höhere spezifische Abwassermenge aufweisen *(Abb. 6)*.

Abwasserreinigung

Von 49 % der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen, die zusammen 75 % der Bruttoproduktionsmenge erzeugen, wird das Abwasser vollbiologisch in betriebseigenen Kläranlagen gereinigt. 32 % der Werke leiten ihr Abwasser als Indirekteinleiter in kommunale Abwasserreinigungsanlagen und Zweckverbandskläranlagen ein. Sie repräsentieren etwa 18 % der erfassten Produktionsmenge. Weniger als 1 % der Papiermenge wird in Werken produziert, die über betriebseigene Abwasserreinigungsanlagen ohne biologische Stufe verfügen. Mehrere Werke, die etwa 3 % der erfassten Produktionsmenge erzeugen, sind sowohl Indirekt- als auch

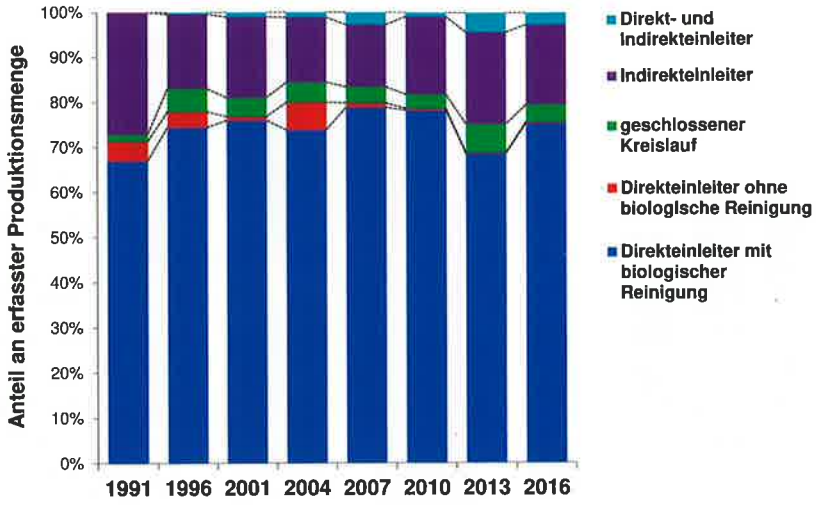

Abb. 7: Abwassereinleitung

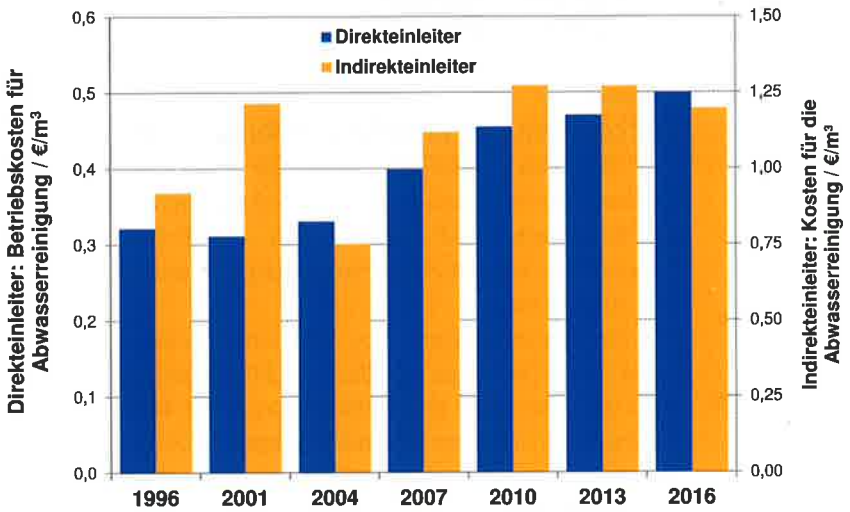

Abb. 8: Kosten für die Abwasserreinigung bei Direkteinleitern und Einleitekosten bei Indirekteinleitern

Direkteinleiter. Das heißt, sie geben einen Teilstrom ihrer Abwassermenge an eine kommunale Kläranlage ab und behandeln den Rest in einer betriebseigenen mechanischen und/oder biologischen Kläranlage. 4 % der Produktion kommen aus Werken mit geschlossenem Wasserkreislauf.

Die erfasste Einleitung von Abwasser ist unter Berücksichtigung gewisser Schwankungen seit 20 Jahren in etwa gleich geblieben. Dabei dürften die beobachtbaren Veränderungen im Wesentlichen durch Verschiebungen bei den Umfrageteilnehmern zu erklären sein.

Der Vergleich zeigt aber auch deutlich, dass seit ca. 10 Jahren nur noch sehr geringe Papiermengen in Werken produziert werden, die über betriebseigene Abwasserreinigungsanlagen ohne biologische Stufe verfügen *(Abb. 7)*.

Etwa 60 % der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen verfügen über eine biologische Abwasserreinigung, wobei etwa 60 % dieser Unternehmen nur eine aerobe Behandlung (ein- oder mehrstufig) und 40 % auch eine anaerobe Stufe betreiben. Bei den aeroben Verfahren werden weiterhin vorwiegend klassische Belebungsverfahren (Belebung und Belebungskaskade) eingesetzt. Daneben finden Schwebebettreaktoren (MMBR) als aerobe Hochlaststufe sowie Biofilter und Tropfkörper eine Anwendung. Bei den anaeroben Verfahren werden hauptsächlich EGSB- und UASB-Reaktoren betrieben. Vereinzelt sind auch Reaktoren, die nach dem Kontaktschlammverfahren arbeiten, im Einsatz.

Wie in den letzten Jahren ist bei Direkteinleitern ein kontinuierlicher geringer Anstieg der spezifischen Betriebskosten für die Abwasserreinigung zu verzeichnen. Im Jahr 2016 lagen sie im Mittel bei 0,50 €/m³ und einer großen Schwankungsbreite von 0,01 €/m³ und 3,00 €/m³.

Die spezifischen Einleitekosten der Indirekteinleiter haben sich in den letzten Jahren auf ein konstantes Niveau eingestellt. Bei einer Spannweite von 0,13 €/m³ bis 2,88 €/m³ lagen 2016 die Kosten im Mittel bei 1,20 €/m³ *(Abb. 8)*.

Wasserkreislauf und Abwasserreinigung

Wie in den letzten Umfragen wurde bei der Umfrage auch nach den derzeit bestehenden Themen und Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Kreislaufwasser bzw. Abwasser gefragt. Dabei stellen weiterhin hohe bzw. schwankende Abwassertemperaturen und CSB-Konzentrationen eine Herausforderung dar, deren Einhaltung der Einleite- bzw. Überwachungswerte eine besondere Sorgfalt gilt. Darüber hinaus fällt auf, dass Kalkablagerungen in der Abwasserreinigungsanlage immer mehr im Fokus der Zellstoff- und Papierfabriken stehen.

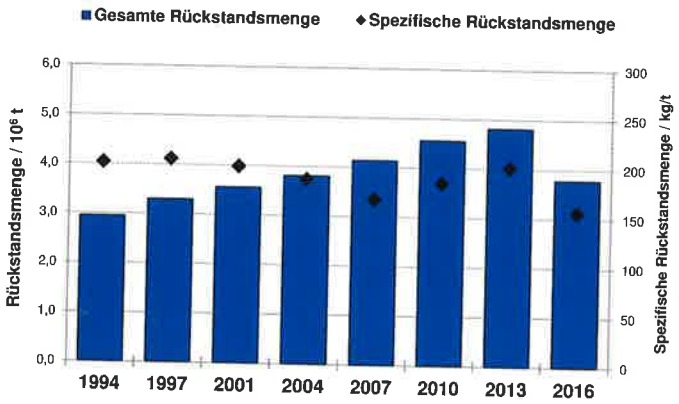

Abb. 9: Rückstandsaufkommen seit 1994

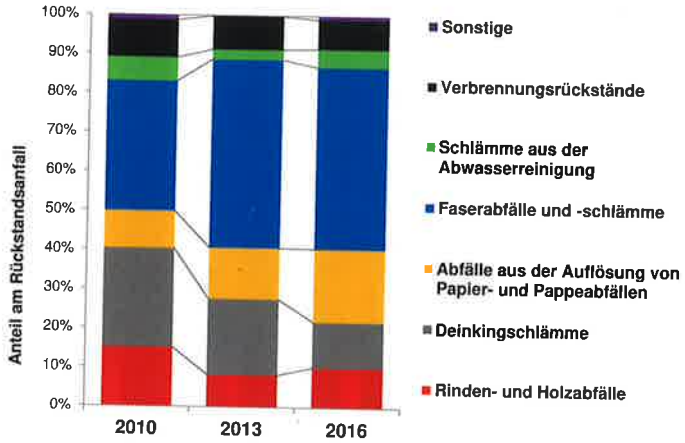

Abb. 10: Rückstandsgruppen im Vergleich

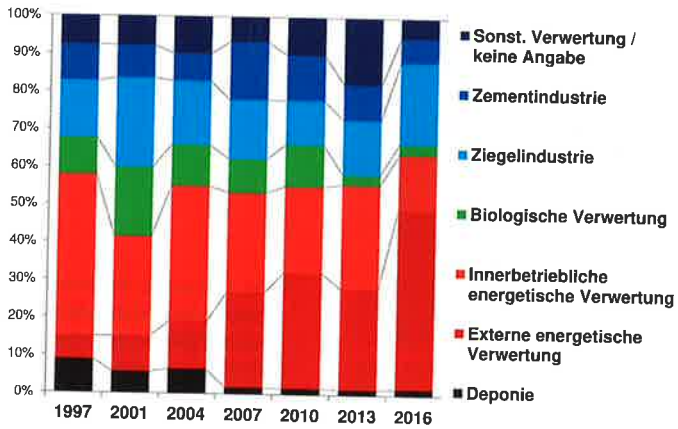

Abb. 11: Entsorgungs- und Verwertungswege seit 1997

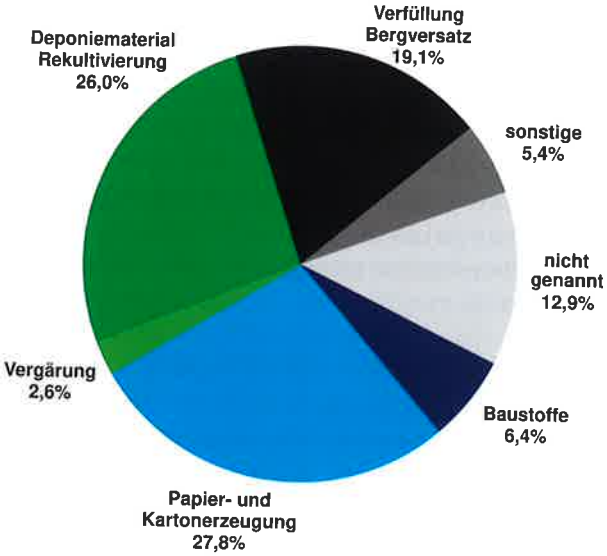

Abb. 12: Sonstige Verwertungswege

Aufkommen und Verteilung an Rückständen

Die Rückstände wurden seit der Umfrage im Jahr 2010 gemäß den Abfallschlüsselnummern der Abfallverzeichnis-Verordnung für Abfälle aus der Herstellung und Verarbeitung von Zellstoff, Papier, Karton und Pappe erfasst. Dadurch ist eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse erst ab 2008 möglich.

Für das Jahr 2016 wurde eine Rückstandsmenge von insgesamt etwa 2,244 Millionen t/a (feuchte Rückstandsmenge) erfasst. Dies bedeutet einen spezifischen Rückstandsanfall von 156 kg/t. Hochgerechnet auf die gesamte Papierproduktion in Deutschland entspricht dies einer Menge an Rückständen von etwa 3,8 Millionen Tonnen *(Abb. 9)*.

Mit 46,4 % wird der größte Anteil der anfallenden Rückstände (feuchte Rückstandsmenge) auch 2016 als Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung ausgewiesen (AVV 03 03 10). Die zweitgrößte Gruppe stellen mit 18,6 % die Abfälle aus der Auflösung von Papier und Pappe dar. Die als Deinkingschlämme ausgewiesenen Rückstände sind von 25 % auf 11,7 % gesunken. Wie 2013 kann ein Teil der Rinden- und Holzabfälle als Nebenprodukt deklariert werden, so dass deren Anteil sinkt *(Abb. 10)*.

Entsorgungs- und Verwertungswege

Wie in den letzten Jahren werden über 50 % der in der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie anfallenden Rückstände innerbetrieblich oder extern energetisch verwertet, Tendenz weiter steigend. Bei der stofflichen Verwertung sind nach wie vor die Ziegel- und Zementindustrie die Hauptabnehmer. Der Anteil deponierter Rückstände hat sich über den Zeitraum der letzten vier Umfragen auf einen Wert von 1,4 bis 1,7 % eingependelt und kann offensichtlich systembedingt nicht weiter reduziert werden *(Abb. 11)*.

Unter den sonstigen Verwertungswegen (Anteil: 5,2 %) wird vor allem ein Einsatz bei Rekultivierungsmaßnahmen, im Bergversatz sowie in anderen Papier- und Kartonfabriken genannt. Nur zu 0,1 % der anfallenden Rückstände wurden keine Angaben zu den Entsorgungswegen gemacht *(Abb. 12)*.

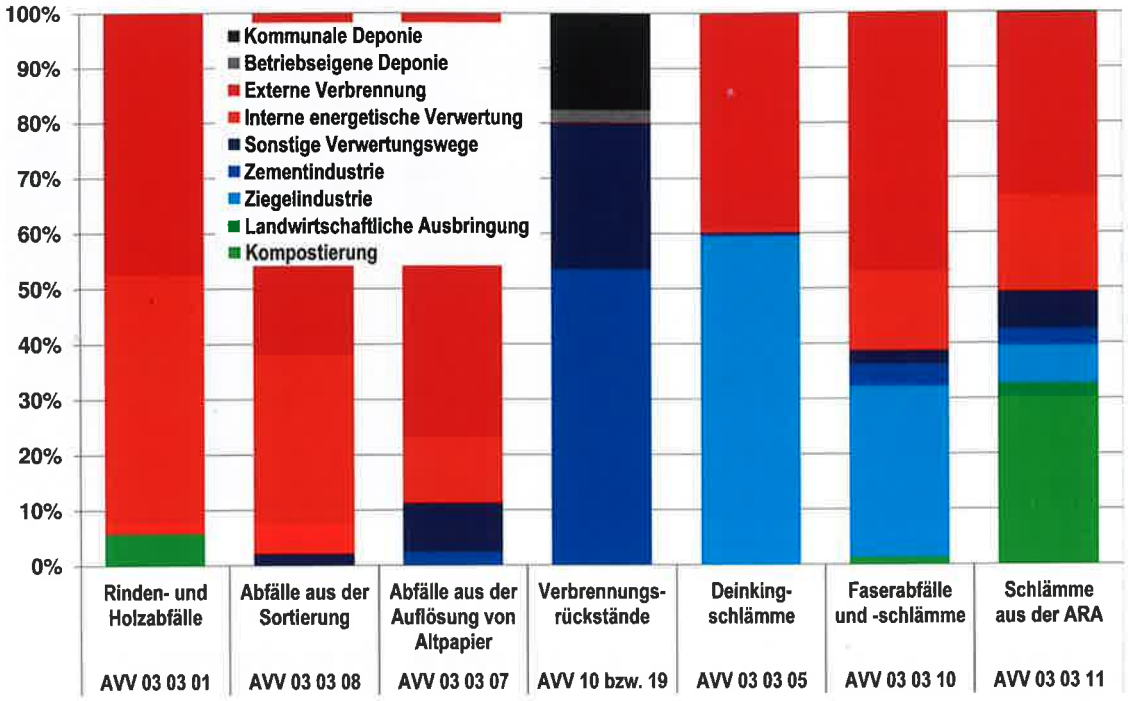

Abb. 13: Entsorgungs- und Verwertungswege der Rückstandsgruppen

Je nach den stofflichen Eigenschaften der Rückstände und den realisierbaren Entsorgungskosten können für die einzelnen Rückstandsgruppen unterschiedliche Entsorgungs- und Verwertungswege beschritten werden *(Abb. 13)*.

So ist eine energetische Verwertung insbesondere bei den Abfallgruppen Rinden- und Holzabfälle (AVV 03 03 01), mechanisch abgetrennte Abfälle aus der Auflösung von Papier- und Pappeabfällen (AVV 03 03 07) und den Abfällen aus dem Sortieren von Papier und Pappe für das Recycling (AVV 03 03 08) vorherrschend.

Verbrennungsrückstände und Deinkingschlämme (AVV 03 03 05) werden vorwiegend stofflich verwertet. Bei Faserabfällen (AVV 03 03 10) und Schlämmen aus der Abwasserreinigung (AVV 03 03 11) überwiegt, wie bei den Sortier- und Auflöserückständen, die energetische Verwertung.

Erwartungsgemäß werden nur noch Verbrennungsrückstände auf Deponien abgelagert. Eine landwirtschaftliche Ausbringung ist lediglich für einen sehr kleinen Teil der Schlämme aus der ARA möglich. Rinden, Faser- und ARA-Schlämme können darüber hinaus auch kompostiert werden.

Abbildung 14 gibt einen Überblick über die Kosten, die für die Entsorgung bzw. Verwertung einzelner Rückstandsgruppen anfallen. Dabei sind die Unterschiede in den Kosten teilweise sehr groß. So können einige wenige Werke bei der Entsorgung und Verwertung bestimmter Rückstandsgruppen einen nennenswerten Erlös erzielen, während ein kleiner Teil der Betriebe sogar mehr als 100 €/t für die Entsorgung bzw. Verwertung bezahlen muss.

Rückstandsgruppe	Entsorgungskosten in €/t			Anzahl
	Minimum	Mittelwert	Maximum	Werte
Rinden- und Holzabfälle	-30	-8	2	6
Abfälle aus dem Sortieren von Papier und Pappe für das Recycling	53	76	100	3
Mechanisch abgetrennte Abfälle aus der Auflösung von Papier- und Pappeabfällen	-42	68	150	39
Verbrennungsrückstände	34	69	161	11
Deinkingschlämme aus dem Papierrecycling	23	27	29	4
Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung	0	33	100	48
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage	0	51	145	23

Abb. 14: Entsorgungskosten der erfassten Rückstandsgruppen

Literaturhinweise

1 Bienert Ch. Wasser- und Rückstandsumfrage in der deutschen Papierindustrie 2016 Abschlussbericht zum INFOR-Projekt 201, 2017

2 Verband Deutscher Papierfabriken e. V. Papier 2017 Ein Leistungsbericht, 2017