

**Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
Bonn**

**WASSER- UND RÜCKSTANDSUMFRAGE IN DER
DEUTSCHEN PAPIERINDUSTRIE 2007**

INFOR-Projekt Nr. 124

WASSER- UND RÜCKSTANDSUMFRAGE IN DER DEUTSCHEN PAPIERINDUSTRIE 2007

Zuwendungsgeber Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
Bonn

Bearbeitung Dipl.-Ing. Holger Jung
Dipl.-Ing. (FH) Corinna Hentschke
Johann Pongratz M.B.A. and Eng.

PTS
Heißstraße 134
80797 München

München, den 09.12.2008



Dipl.-Betriebsw. (FH) Bernd Maur



Dipl.-Ing. Holger Jung

Zusammenfassung

Umfang der Studie	Zur Erfassung der Daten zur Wasser- und Rückstandssituation in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie im Jahr 2007 wurden 187 Hersteller von Zellstoff, Papier und Pappe in der Bundesrepublik Deutschland angeschrieben. An der Umfrage beteiligten sich 77 Unternehmen, die zusammen 16.787.857 t Papier, Karton, Pappe und Zellstoff produzierten. Dies entspricht einem Anteil von 41 % der angeschriebenen Papierfabriken bzw. 68 % der in Deutschland produzierten Menge an Papier, Pappe und Zellstoff.
Ergebnisse der Auswertung Wasser	• Der Anteil des Oberflächenwassers am als Brauchwasser eingesetzten Frischwasser hat in den letzten Jahren auf heute 77 % stetig zugenommen. • Zur Aufbereitung des Brauchwassers werden in erster Linie mechanische bzw. chemisch-mechanische Verfahren eingesetzt. Deutlich angestiegen im Vergleich zu den letzten Umfragen ist der Anteil des Brauchwassers, das mit Mikrobiziden behandelt wird. • Bei den Verfahren zur Kreislaufwasserreinigung stellen die Flotations- und Filtrationsanlagen den überwiegenden Anteil. Weitergehende Reinigungsverfahren, wie integrierte biologische Reinigungsstufen, Membrantechnologien oder Ozon spielen noch eine untergeordnete Rolle. • Die fortschreitende Einengung der Wasserkreisläufe hat in der Vergangenheit den spezifischen Abwasseranfall erheblich reduziert. Die aktuelle Umfrage zeigt, dass der in den letzten Jahren erreichte Wert von im Mittel etwa 10 l/kg stabilisiert werden konnte. • Akute Probleme im Bereich der Abwasserreinigung und der Wasserkreisläufe treten durch Nichteinhaltung von Einleitegrenzwerten, hier insbesondere Temperatur und CSB-Wert, sowie durch Geruchs- und Kalkprobleme im Betrieb und in der Abwasserreinigungsanlage auf. Verstärkt haben die Fabriken aber auch mit Problemen durch Schlammmentartung und Schaumbildung zu kämpfen.
Ergebnisse der Auswertung Rückstände	• Die absolute Menge (Iutro) an Rückständen, die in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie anfällt, hat in den letzten Jahren aufgrund der gestiegenen Produktionsmengen stetig zugenommen und betrug im Jahr 2007 4,1 Millionen Tonnen. Die spezifische Rückstandsmenge betrug im Jahr 2007 167 kg/t. • 55 % der lufttrockenen, in der Papier- und Zellstoffindustrie anfallenden Rückstände kommen aus der Altpapieraufbereitung (Deinkingrückstände und Sortierrückstände Altpapieraufbereitung). • Über 50 % der erfassten Rückstände werden innerbetrieblich oder extern energetisch verwertet. Der Anteil der Rückstände, der deponiert wurde, ist mit 1,7 % im Vergleich zur letzten Untersuchung noch einmal deutlich zurückgegangen. • Probleme bereiten den Unternehmen insbesondere die hohen bzw. steigenden Verwertungs- und Entsorgungskosten.

Fazit

Die Wasser- und Rückstandsumfrage 2007 wurde erfolgreich durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse bieten ein repräsentatives Bild der deutschen Papierindustrie hinsichtlich der aktuellen Abwasser- und Rückstandssituation.

Inhalt

Zusammenfassung	3
1 Ziele und Inhalte der Studie	6
2 Umfang und Repräsentativität der Studie.....	8
3 Ergebnisse der Wassenumfrage	11
3.1 Frischwassereinsatz	11
3.2 Brauchwasseraufbereitung.....	12
3.3 Kreislaufwasserreinigung	14
3.4 Abwassersituation in der deutschen Papierindustrie	16
3.4.1 Abwassermengen.....	16
3.4.2 Abwasserreinigung	18
3.4.3 Emissionen.....	22
3.5 Probleme im Wasserkreislauf und der Abwasserreinigung	23
4 Ergebnisse der Rückstandsumfrage	25
4.1 Rückstandsaufkommen	25
4.2 Entsorgung- und Verwertungswege.....	27
5 Literatur	31

1 Ziele und Inhalte der Studie

Einleitung	Seit 1996/97 wurden in regelmäßigen Abständen sowohl die Wasser- und Abwassersituation als auch die Rückstandssituation in der deutschen Papierindustrie in Kooperation zwischen VDP und PTS erfasst und ausgewertet. Die letzte Untersuchung wurde für das Jahr 2004 durchgeführt [1, 2, 3].
Motivation	Die regelmäßig durchgeführten Umfragen stellen die Entwicklung der Papierindustrie und ihrer Leistungen für die Umwelt dar. Die spezifischen Ergebnisse sind daher eine wesentliche Argumentationsgrundlage gegenüber der Politik, den Behörden und der Öffentlichkeit. Darüber hinaus sind die Umfrageergebnisse eine wichtige Grundlage, um übergreifende Problemfelder und Handlungsbedarf zu identifizieren und zu verifizieren. Die ausgewerteten Daten dienen den Papierfabriken als Benchmarks, um die eigenen Verfahren und Anlagen oder Verwertungswege für Abfälle zu verbessern und zu optimieren.
Ziel	Ziel der Studie ist es, die Wasser- und Rückstandssituation in der deutschen Papierindustrie mit Hilfe einer bundesweiten Umfrage für das Jahr 2007 detailliert zu erfassen und auszuwerten.
Vorgehen	Es wurden 187 Hersteller von Zellstoff, Papier und Pappe in der Bundesrepublik Deutschland zur Wasser- und Rückstandssituation mit Hilfe eines umfangreichen Fragebogens befragt. Hierfür wurde der bewährte Fragebogen gemäß den Anregungen der sich an der letzten Umfrage beteiligenden Unternehmen überarbeitet. Erstmals wurden auch ein Download des Fragebogens von der PTS-Homepage und eine elektronische Bearbeitung angeboten. Basierend auf der Fragebogen gestützten Erhebung der Wasser- und Rückstandssituation sowie der telefonischen bzw. persönlichen Verifizierung der ermittelten Daten erfolgte die Erfassung in der von der PTS neu gestalteten Datenbank sowie die spezifische, anonyme Auswertung und Darstellung der Ergebnisse.
Datengrundlage	Grundlage der Studie sind die in den zurückgesandten Fragebögen gemachten Angaben der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen. Alle Angaben beziehen sich auf das Jahr 2007.
Inhalte der Studie	Die Studie gliedert sich in folgende Inhalte: • Umfang und Repräsentativität der Studie • Ergebnisse der Wassermfrage • Ergebnisse der Rückstandsumfrage

Projektbeteiligte **VDP:**

- Dr. Reinhard Thiel
- Dr. Bernd Götz

PTS

- Dipl.-Ing. Holger Jung
 - Dipl.-Ing. (FH) Corinna Hentschke
 - Johann Pongratz M.B.A. and Eng.
-

2 Umfang und Repräsentativität der Studie

Umfang der Studie

Mit der Umfrage wurde die aktuelle Rückstands- sowie die Wasser- und Abwassersituation in der deutschen Papierindustrie erfasst. Es wurden 187 Hersteller von Zellstoff, Papier und Pappe in der Bundesrepublik Deutschland angeschrieben. Datenquellen für die Auswahl waren die im Internet veröffentlichte Liste der VDP-Mitglieder [4] sowie die CD-ROM Birkner 2008 [5].

An der Erhebung beteiligten sich 77 Werke, darunter 67 Mitgliedsunternehmen des VDP. Das entspricht 41 % der angeschriebenen Werke. Erstmals beteiligten sich auch die in Deutschland ansässigen Zellstofffabriken. Die teilnehmenden Unternehmen repräsentieren mit 15.386.850 t produziertem Papier, Karton und Pappe etwa 66 % der in Deutschland produzierten Menge von 23.172.135 t/a [6]. Bei der erzeugten Zellstoffmenge (1.401.007 t) liegt der mit der Umfrage erfasste Anteil sogar bei über 90 % (erzeugte Menge im Jahr 2007: 1.545.372 t/a [6]).

Die erfasste Produktionsmenge und die Anzahl der Datensätze lassen ein für die deutsche Papier- und Zellstoffindustrie aussagekräftiges und repräsentatives Ergebnis der Studie zu. Es ist zu beachten, dass nicht alle Werke Datenmaterial zu sämtlichen Fragen zur Verfügung stellten, so dass eine Auswertung aufgrund der geringen Datendichte in einzelnen Bereichen erschwert wurde.

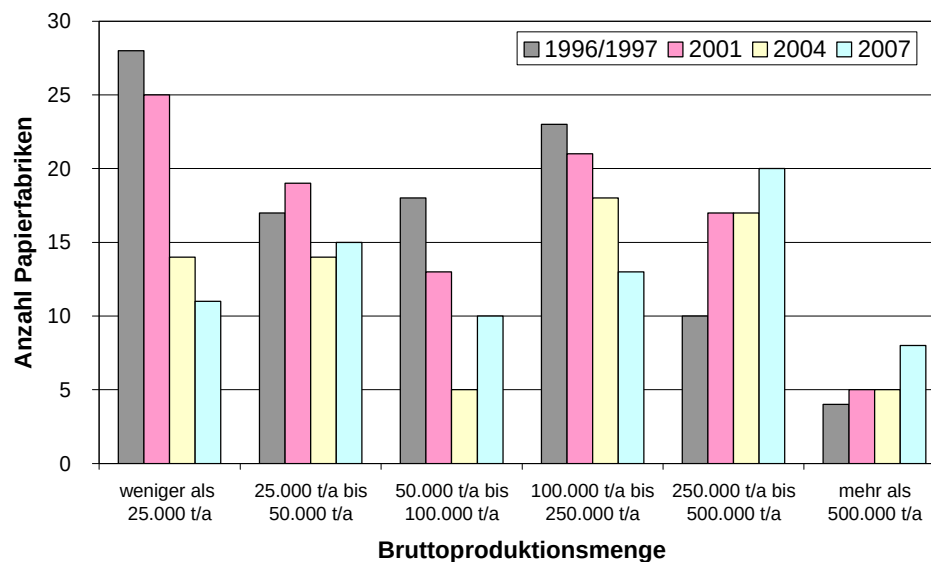
Produktion in Deutschland

Produktion in Deutschland 2007			
	Prod.menge [6]	erfasste Prod.menge	erfasster Anteil
Holzhaltige Papiere	7.002.260		
Gestrichene holzfreie Druckpapiere	2.075.575		
Ungestrichene holzfreie Druck- und Büropapiere	1.665.252		
Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke	9.577.343		
Hygiene-Papiere	1.325.540		
Papier, Karton und Pappe für techn. u. spez. Verwendungszw.	1.526.165		
Papier, Karton und Pappe gesamt	23.172.135	15.386.850	66,4%
Erzeugung von Papierzellstoff	1.545.372	1.401.007	90,7%
Gesamt	24.717.507	16.787.857	67,9%

Teilnehmer nach Produktionsmenge

Im Vergleich zur letzten Umfrage aus dem Jahr 2004 nahmen mehr Unternehmen an der aktuellen Umfrage teil, jedoch konnten die Zahlen aus den Umfragen 2001 bzw. 1996/1997 nicht erreicht werden. Es sind sowohl kleine, mittlere als auch große Papierfabriken vertreten. Insbesondere bei den ganz kleinen (Produktionsmenge kleiner als 25.000 t/a) und mittelgroßen (Produktionsmenge 50.000 bis 250.000 t/a) Papierfabriken sind jedoch im Vergleich zu den früheren Umfragen zum Teil drastische Rückgänge der Teilnehmerzahlen zu verzeichnen.

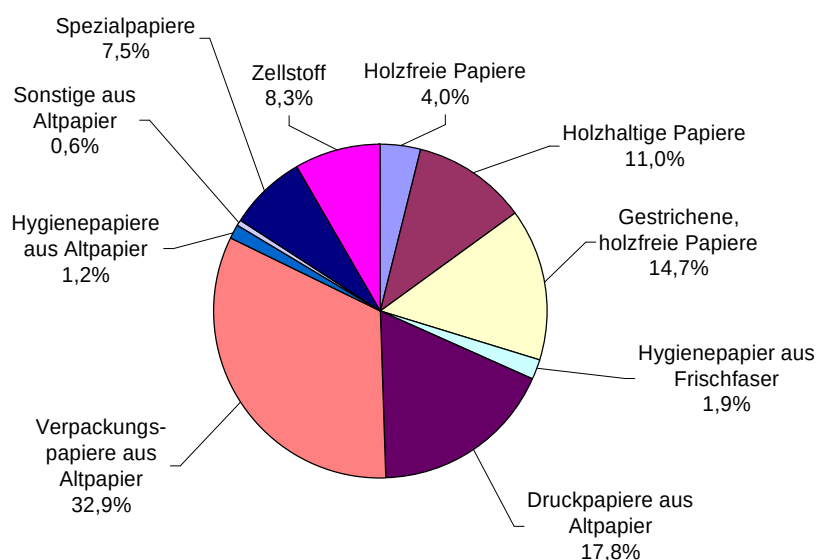
Vergleich mit den Vorjahren



Sortenspektrum

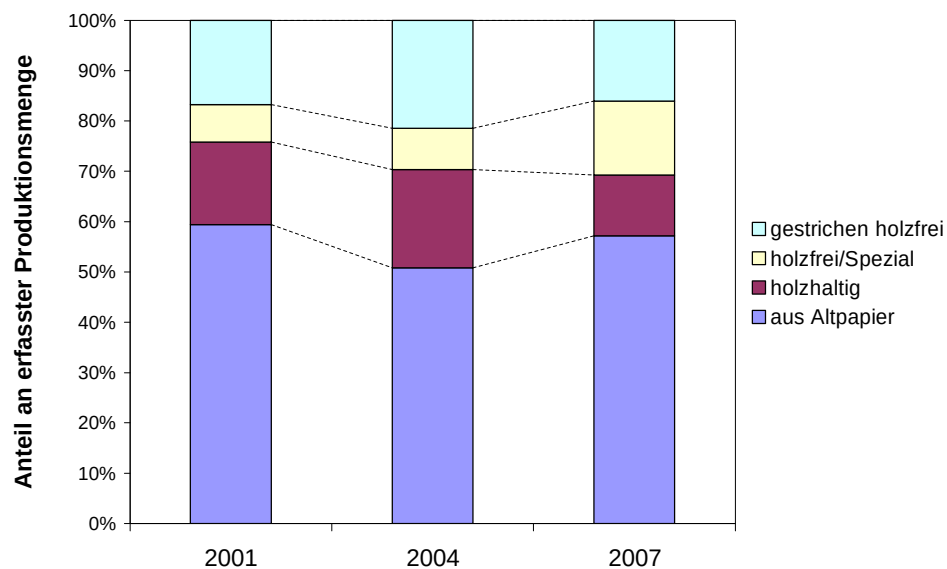
Etwa 33 % der erfassten Brutto-Produktionsmenge stammt aus Werken, die Verpackungspapiere aus Altpapier herstellen. Weitere 18 % sind Druckpapiere aus Altpapier. Insgesamt stellen überwiegend aus Altpapier hergestellte Papiere mit 52 % den überwiegenden Anteil der erfassten Produktionsmenge. 15 % sind gestrichene holzfreie Papiere. 11 % stellen holzhaltige Papiere dar. Die restlichen etwa 20 % verteilen sich auf Zellstoff, Spezialpapiere, holzfreie Papiere sowie Hygienepapiere. Das in der Umfrage erfasste Sortenspektrum gibt ein repräsentatives Bild der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie wider.

Sortenanteile



**Vergleich mit
den Vorjahren**

Die Verteilung der vier Produktgruppen „aus Altpapier“, holzhaltig, gestrichen holzfrei und „holzfrei/Spezial“ ist ähnlich der der letzten drei Umfragen. Somit kann die Studie als vergleichbar mit den letzten Umfragen angesehen werden. Die Produktgruppe „holzfrei/Spezial“ umfasst dabei die Sorten holzfreie Papiere, Hygienepapier (überwiegend aus Frischfaser) sowie Spezialpapiere.



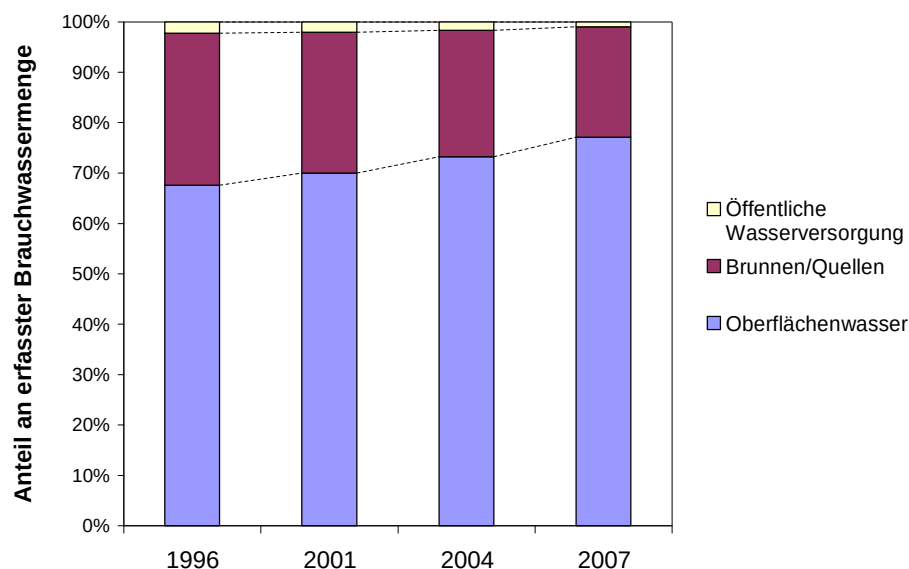
3 Ergebnisse der Wasserumfrage

3.1 Frischwassereinsatz

Brauchwasser-herkunft

Hochgerechnet auf die gesamte Produktionsmenge Deutschlands hat die deutsche Papier und Zellstoffindustrie im Jahr 2007 knapp 331 Millionen Kubikmeter Frischwasser als Brauchwasser im Prozess eingesetzt. Das verwendete Brauchwasser kommt zu 77 % aus Oberflächengewässern und zu 22 % aus Brunnen oder Quellen. Im Vergleich zu den Vorjahren ist ein stetiger Rückgang des Anteils an Brunnen- bzw. Quellwasser zugunsten des Oberflächenwassers zu beobachten. Der Wasserbezug aus der öffentlichen Wasserversorgung (Trinkwasser) hat wie schon in den letzten Umfragen nur eine untergeordnete Rolle gespielt. 2007 lag der Anteil bei etwa 1 %.

Vergleich mit den Vorjahren

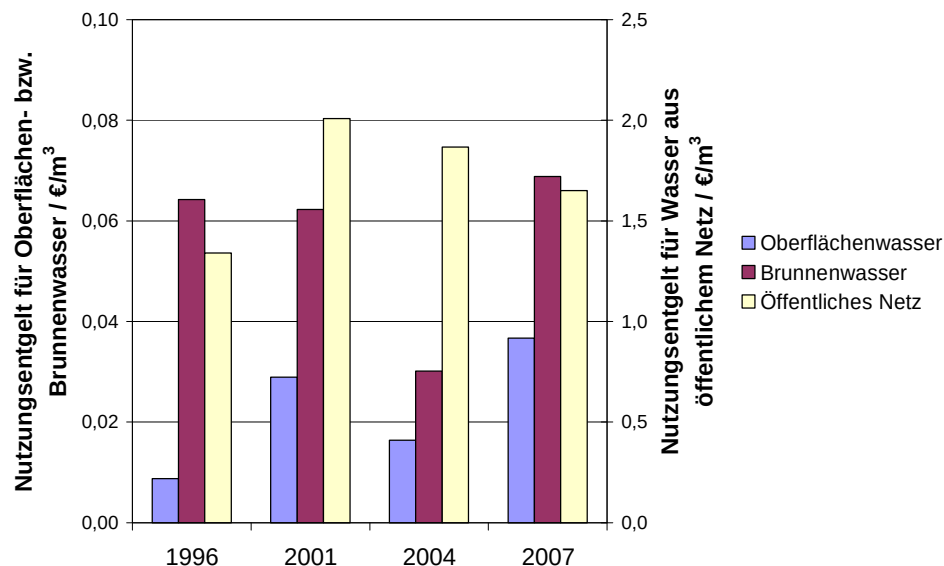


Kosten

Das Nutzungsentgelt für Oberflächenwasser lag im Jahr 2007 im Mittel bei 0,04 €/m³. Während einzelne Werke gar nichts für die Entnahme von Oberflächenwasser bezahlen mussten, lag der maximale Wert bei 0,25 €/m³. Bei Brunnenwasser lag das Nutzungsentgelt im Jahr 2007 im Bereich von 0,00 €/m³ bis 1,00 €/m³. Im Mittel betrugen die Kosten 0,07 €/m³. Die Wasserentnahme aus dem öffentlichen Netz (Trinkwasser) ist mit den deutlich höchsten spezifischen Kosten verbunden. Im Mittel lagen die Kosten hier bei 1,65 €/m³.

Im Vergleich zu den letzten Untersuchungen sind die im Mittel anfallenden Kosten für Oberflächen- und Brunnenwasser gestiegen. Bei Wasserentnahme aus dem öffentlichen Netz zeichnet sich ein leichter Kostenrückgang ab.

Vergleich mit
den Vorjahren



3.2 Brauchwasseraufbereitung

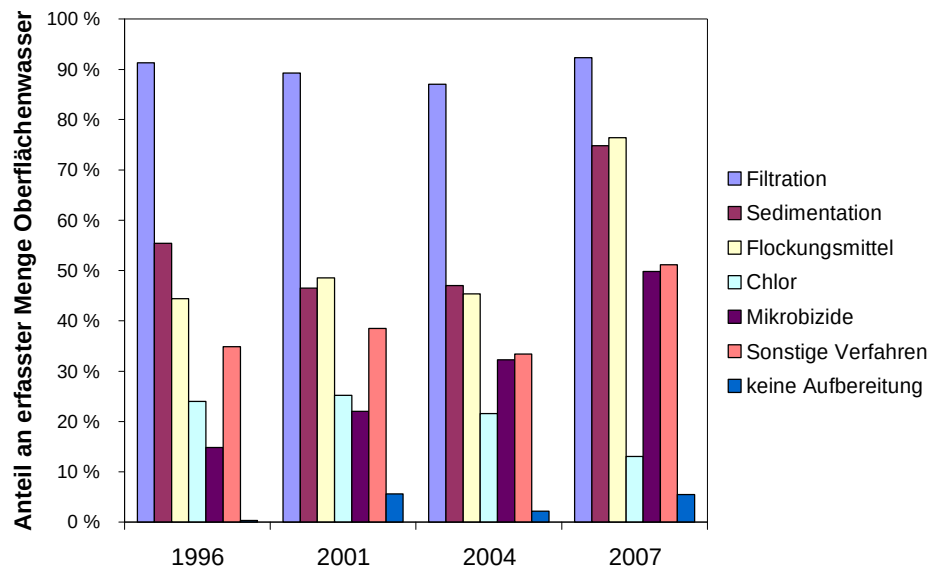
Verfahren zur Aufbereitung von Oberflächen- wasser

Zur Aufbereitung des als Prozesswasser eingesetzten Oberflächenwassers werden in erster Linie mechanische bzw. chemisch-mechanische Verfahren eingesetzt, häufig auch Kombinationen. Nur etwa 5 % des zur Produktion eingesetzten Oberflächenwassers wurden nicht aufbereitet.

2007 wurden 92 % der erfassten Menge an für die Produktion verwendetem Oberflächenwasser durch Filtration gereinigt, 75 % durch Sedimentation. Bei 76 % wird Flockungsmittel zugesetzt. Der Einsatz von Flockungsmittel und Sedimentationsanlagen bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser hat dabei im Vergleich zu den Vorjahren deutlich zugenommen.

Der Anteil (51 %) des Oberflächenwassers, der mit Mikrobiziden behandelt wird, nimmt im Vergleich zu den letzten Untersuchungen stetig zu. Dagegen ist der Einsatz von Chlor bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser rückläufig. Nur noch 13 % der Oberflächenwassers wurden mit Chlor behandelt.

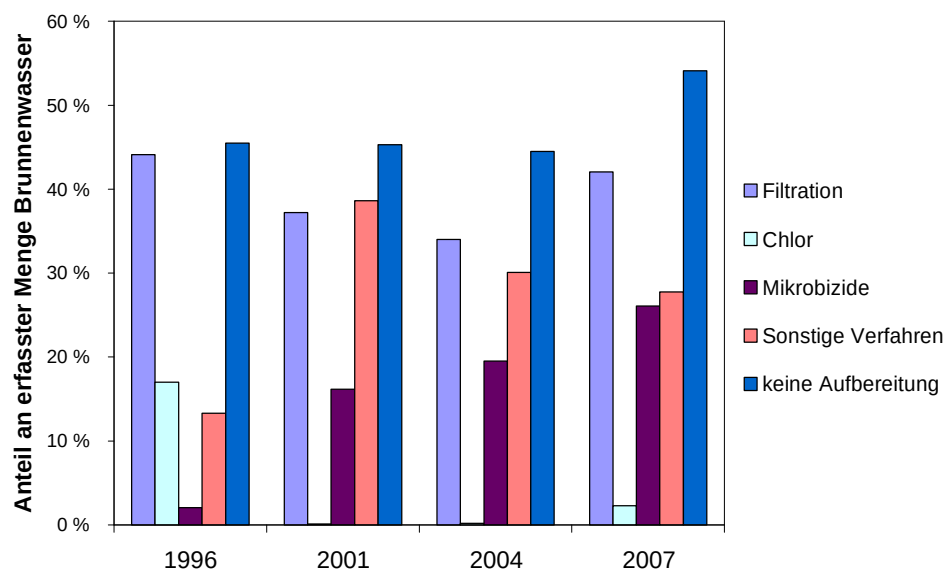
**Vergleich mit
den Vorjahren**



**Verfahren zur
Aufbereitung von
Brunnenwasser**

Zur Aufbereitung von Brunnen- und Quellwasser werden in erster Linie Filtrationsverfahren eingesetzt. So wurden 2007 etwa 42 % des eingesetzten Brunnenwassers filtriert. 26 % werden mit Mikrobiziden versetzt. Dieser Anteil nimmt, wie auch bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser, in den letzten Jahren stetig zu. Chlor spielt bei der Aufbereitung von Brunnen- und Quellwasser keine Rolle. 54 % des in der Papier- und Zellstoffproduktion eingesetzten Brunnen- und Quellwassers bedürfen keiner weiteren Aufbereitung.

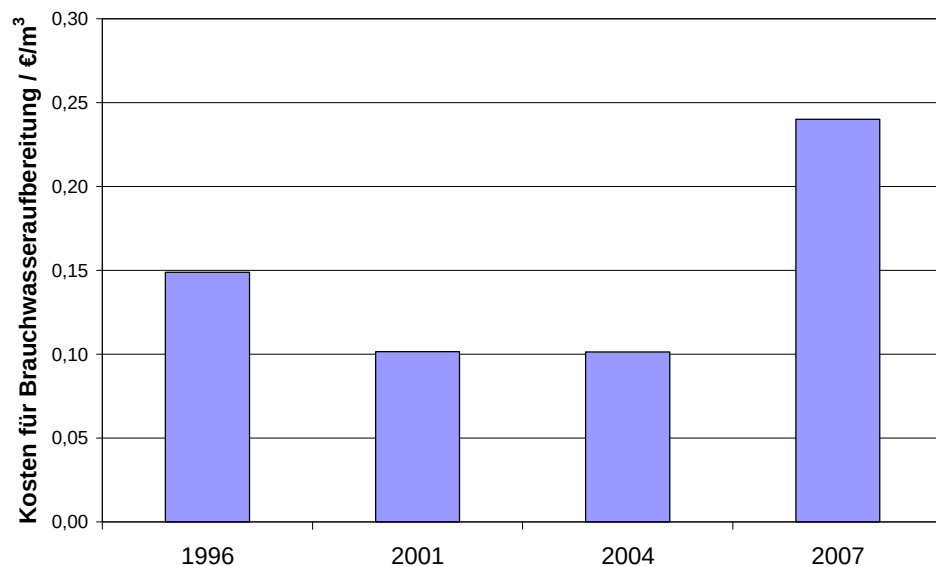
**Vergleich mit
den Vorjahren**



Kosten

Die spezifischen Kosten für die Brauchwasseraufbereitung lagen im Jahr 2007 bei 0,24 €/m³. Die Spannweite der Kosten reichte von 0,01 €/m³ bis 2,40 €/m³. Im Vergleich zu den Vorjahren zeigt sich hier ein signifikanter Anstieg der Aufbereitungskosten, der zum Teil auf den verstärkten Einsatz von Flockungsmitteln und Mikrobiziden zurückzuführen sein dürfte.

Vergleich mit den Vorjahren

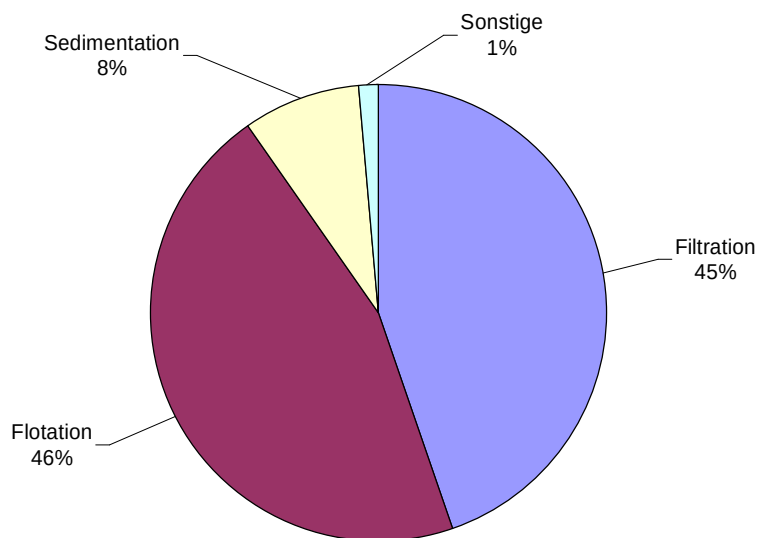


3.3 Kreislaufwasserreinigung

Kreislaufwasserreinigung

Das Ziel der Kreislaufwasserreinigung war zu Beginn der Entwicklung hauptsächlich auf die Rückgewinnung von Faserstoffen aus den Abwässern der Papierherstellung gerichtet. Unter dem wirtschaftlichen und umweltpolitischen Zwang, die Abwassermengen und -frachten zu vermindern, kommt den Verfahren zur Kreislaufwasserreinigung eine erweiterte Bedeutung und Funktion zu. Im Zusammenhang mit einer Optimierung der Schaltung von Wasserkreisläufen muss eine Kreislaufwasserreinigung einerseits Klarwasser definierter Qualitäten zur Verfügung stellen, andererseits störende Wasserinhaltsstoffe aus dem System entfernen. Dabei kommt den Verfahren in immer stärkerem Maße die Aufgabe zu, neben ungelösten und kolloidalen Bestandteilen auch echt gelöste Stoffe zu entfernen. Die Kreislaufwasserreinigung leistet damit einen nennenswerten Beitrag zur Stabilisierung der Produktion und Sicherung der Produktqualität.

Verfahren zur Kreislaufwasser- reinigung



Bewertung

Den überwiegenden Anteil der Verfahren zur Kreislaufwasserreinigung stellen Filtrations- und Flotationsanlagen. Sedimentationsanlagen spielen nur noch eine untergeordnete Rolle. Diese Ergebnisse spiegeln auch die Erfahrungen der PTS wider, dass Sedimentationen überwiegend in Altanlagen zu finden sind, während Scheibenfilter heutzutage insbesondere bei großen Papiermaschinen Stand der Technik sind.

Ausblick

Aufgrund immer knapper werdender Wasservorräte und steigendem Wasserverbrauch ist auch in Zukunft mit weiteren Einschränkungen der industriellen Nutzung von Frischwasser zu rechnen. Die mechanische Kreislaufwasserreinigung beruht auf ausgereiften und langjährig bewährten Verfahren und erfüllt eine wichtige Aufgabe bei der Einengung von Wasserkreisläufen. In stark eingegengten Systemen reicht aufgrund des hohen Anteils gelöster Stoffe im Wasserkreislauf eine mechanische Reinigung allein nicht mehr aus. Aus diesem Grund ist zukünftig mit einer zunehmenden Anzahl an weitergehenden Reinigungsverfahren, wie integrierten biologischen Reinigungsstufen, der Membrantechnologie oder dem Einsatz von Ozon zu rechnen.

3.4 Abwassersituation in der deutschen Papierindustrie

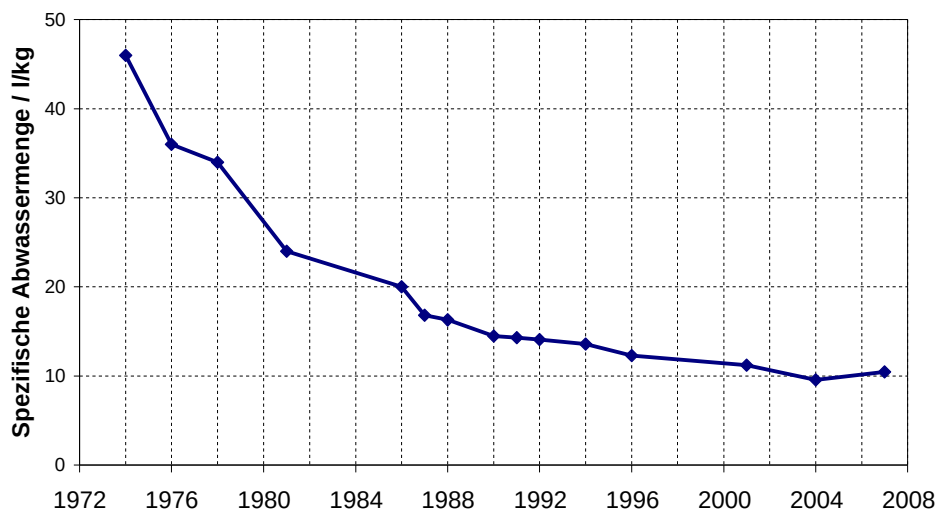
3.4.1 Abwassermengen

Spezifische Abwassermenge

Die Papierindustrie hat unter dem Druck der Wirtschaftlichkeit und der Gesetzgebung in den letzten Jahrzehnten den zur Herstellung einer Tonne Papier benötigten spezifischen Wasserbedarf deutlich reduzieren können. Die Herausforderung einer vollständigen Kreislaufschließung ist jedoch nach wie vor groß und wird nur von wenigen Betrieben bewältigt.

Die mittlere auf die Brutto-Produktionsmenge bezogene spezifische Abwassermenge (über Produktionsmenge gewichteter Mittelwert) der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen lag im Jahr 2007 bei 10,4 l/kg Papier. Damit konnte der in den letzten Jahren erreichte Wert stabilisiert werden. Hochgerechnet auf die deutsche Papierindustrie bedeutet dies eine Gesamtabwassermenge von 258 Millionen Kubikmetern im Jahr 2007.

Verlauf seit 1974



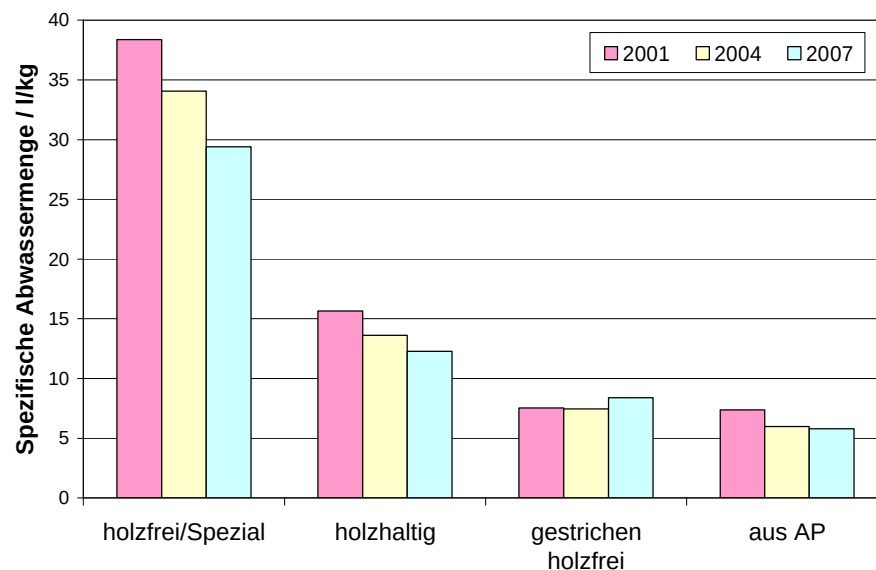
Produktions- gruppenbezoge- ne Abwasser- menge

Die spezifischen Abwassermengen der einzelnen Werke hängen neben den eingesetzten Rohstoffen, der produzierten Sorte und der Anlagenstruktur auch von lokalen Gegebenheiten ab, wie z. B. den Bedingungen zur Abwassereinleitung. Im Vergleich zu den Vorjahren ergaben sich bei den einzelnen Produktionsgruppen nur geringe Änderungen bei der spezifischen Abwassermenge.

Die Produktionsgruppe „aus Altpapier“ hat mit durchschnittlich 5,8 l/kg, wie schon in den letzten Jahren, die geringste spezifische Abwassermenge. Innerhalb der Gruppe der aus Altpapier hergestellten Papiere befindet sich die Gruppe der Verpackungspapiere (Wellpappenrohapiere, Karton, ...). Bei diesen Verpackungspapieren sind zum Teil deutlich niedrigere Verbräuche möglich als der dargestellte Mittelwert ausweist. Die Kategorie enthält aber auch Werke, die Zeitungsdruckpapiere und ähnliche wesentlich „hochwertigere“ Papiere, produzieren und einen höheren Frischwasserbedarf haben.

Den höchsten Verbrauch weist, wie schon in den Vorjahren, mit durchschnittlich 29,4 l/kg die Produktionsgruppe „holzfrei/Spezial“ auf. Gerade im Bereich Spezialpapiere sind häufig strukturelle Nachteile wirksam, die eine erhöhte spezifische Abwassermenge bewirken. Beispiele hierfür sind: ältere und schmale Papiermaschinen, geringe Produktionsmengen, häufigere Sortenwechsel und zum Teil äußerst hohe Anforderungen an die Produktqualität.

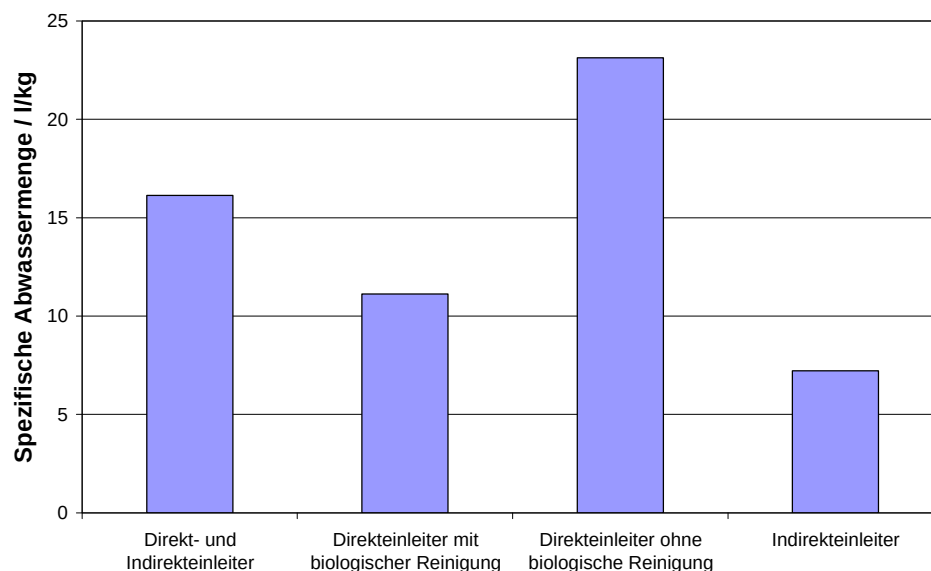
Vergleich mit den Vorjahren



Aufgrund einer Anpassung der Zuordnung eines Werkes weichen die für das Jahr 2004 angegebenen Werte von den in der letzten Umfrage ausgewiesenen Werten für die Produktionsgruppen „holzfrei/Spezial“ und gestrichen holzfrei ab.

Einleiteartbezogene Abwassermenge

Betrachtet man die spezifische Abwassermenge bezogen auf die Art der Abwassereinleitung so sieht man, dass Direkteinleiter ohne biologische Reinigung im Mittel den größten Wasserbedarf haben. Die niedrigsten spezifischen Abwassermengen weisen Indirekteinleiter auf. Ein Grund hierfür dürfte der deutlich höhere Kostendruck für die Abwasserreinigung und -einleitung sein (siehe nächstes Kapitel).



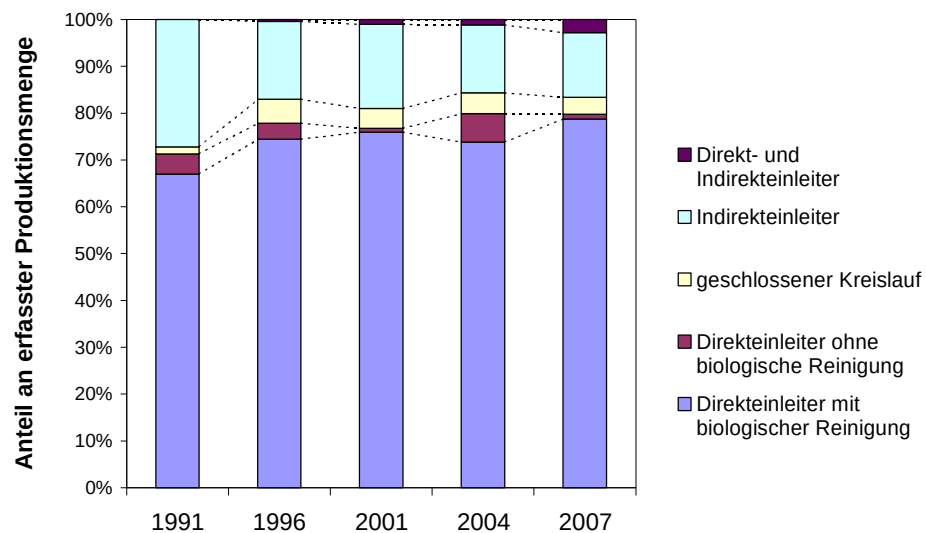
3.4.2 Abwasserreinigung

Einleitung von Abwässern

26 % der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen leiten ihr Abwasser in kommunale Abwasserreinigungsanlagen ein. Sie repräsentieren 14 % der erfassten Produktionsmenge. 56 % der Werke, die zusammen 79 % der Bruttoproduktionsmenge erzeugen, reinigen ihr Abwasser in betriebseigenen Kläranlagen vollbiologisch. 1 % der Papiermenge wird in Werken produziert, die über betriebseigene Abwasserreinigungsanlagen ohne biologische Stufe verfügen. Werke, die 3 % der erfassten Produktionsmenge erzeugen, sind sowohl Indirekt- als auch Direkteinleiter. Das heißt sie geben einen Teilstrom ihrer Abwassermenge an eine kommunale Kläranlage ab und behandeln den Rest in einer betriebseigenen biologischen Kläranlage. 4 % der Produktion kommen aus Werken mit geschlossenem Wasserkreislauf.

Vergleich mit den Vorjahren

Im Vergleich zu den Umfragen aus den letzten Jahren ergeben sich bei der Verteilung der Einleiteweise (Prozentsatz an der Papierherstellung) nur geringe Veränderungen, die auf statistische Schwankungen aufgrund der sich ändernden Umfrageteilnehmer zurückzuführen sein dürften. Der Datensatz von 1991 repräsentiert nur die alten Bundesländer und kann somit nicht für einen direkten Vergleich herangezogen werden.



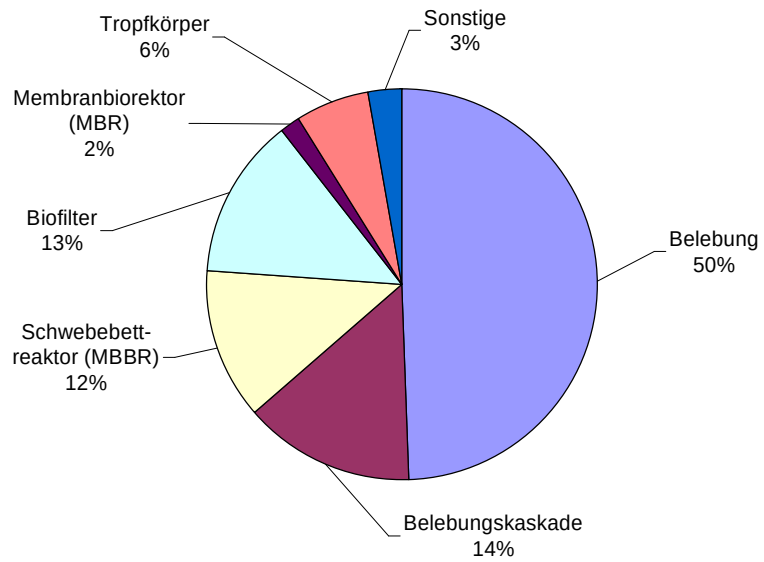
Biologische Ab- wasserreinigung

56 % der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen betreiben eine biologische Abwasserreinigung, wobei knapp 60 % dieser Unternehmen nur eine aerobe Behandlung (ein- oder zweistufig) und 40 % auch eine anaerobe Stufe betreiben.

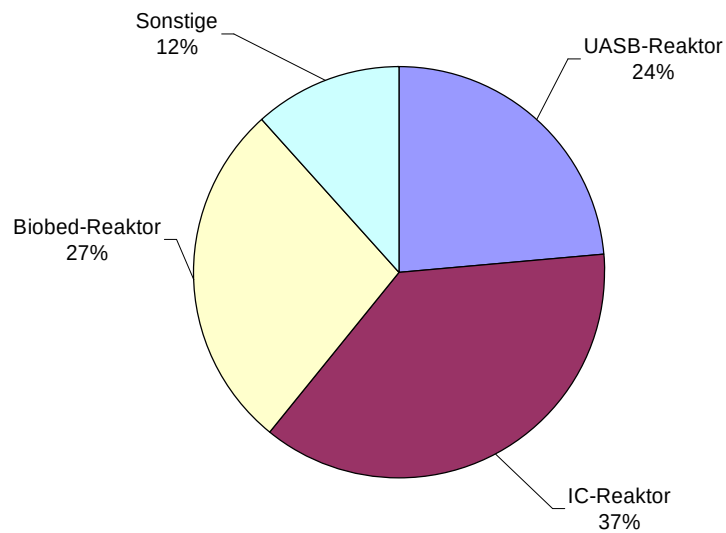
Bei den aeroben Verfahren repräsentieren die klassischen Belebungsbecken (Belebung und Belebungskaskade) mit fast zwei Drittel den überwiegenden Anteil. Schwebebettreaktoren und Biofilter repräsentieren jeweils knapp über 10 % der eingesetzten Reaktoren.

Bei den Anaerobreaktoren sind mit etwa 37 % die IC-Reaktoren derzeit immer noch die häufigste verwendete Technologie. Den restlichen Marktanteil teilen sich derzeit noch die UASB- und Biobedreaktoren sowie Reaktoren, die nach dem Kontaktschlammverfahren arbeiten. Hier ist in Zukunft durch Einführung neuer Technologien, wie den R2S- und AHP-Reaktoren, mit einer Verschiebung zu rechnen.

Aerobe Verfahren



Anaerobe Verfahren

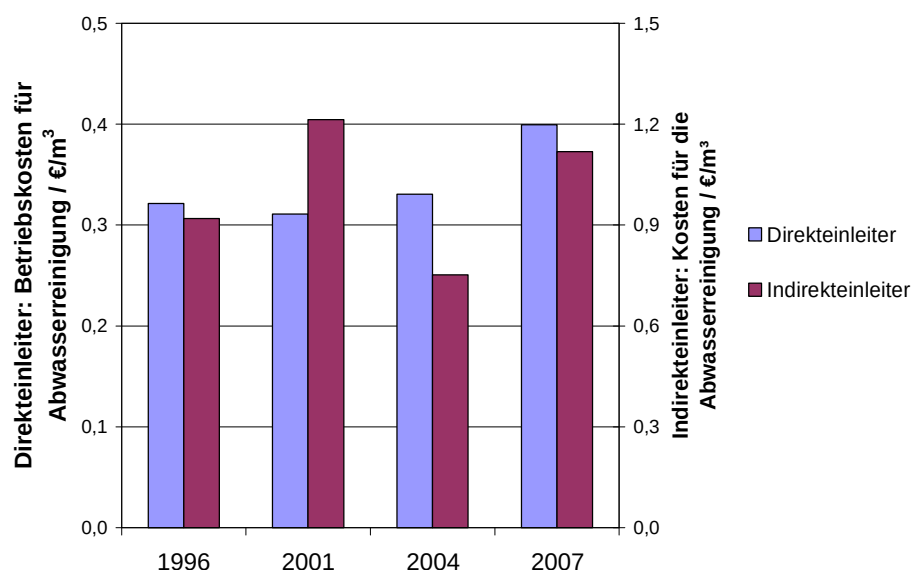


Kosten

Bei Direktteinleitern lagen die spezifischen Betriebskosten für die Abwasserreinigung im Jahr 2007 im Bereich von 0,03 €/m³ und 1,28 €/m³ (Mittelwert: 0,40 €/m³). Diese Angaben enthalten nicht die Aufwendungen für Abschreibungen, für Abfallbehandlung/-verwertung/-entsorgung und die Abwasserabgabe. Im Vergleich zu den Vorjahren kann ein leichter Anstieg der spezifischen Kosten für die Abwasserreinigung verzeichnet werden.

Die spezifischen Einleitekosten der Indirekteinleiter lagen 2007 im Mittel bei 1,12 €/m³. Die Spannweite der Kosten reichte von 0,31 €/m³ bis 2,20 €/m³. Verglichen mit den letzten drei Umfragen liegen die mittleren Kosten in ähnlichen Bereichen.

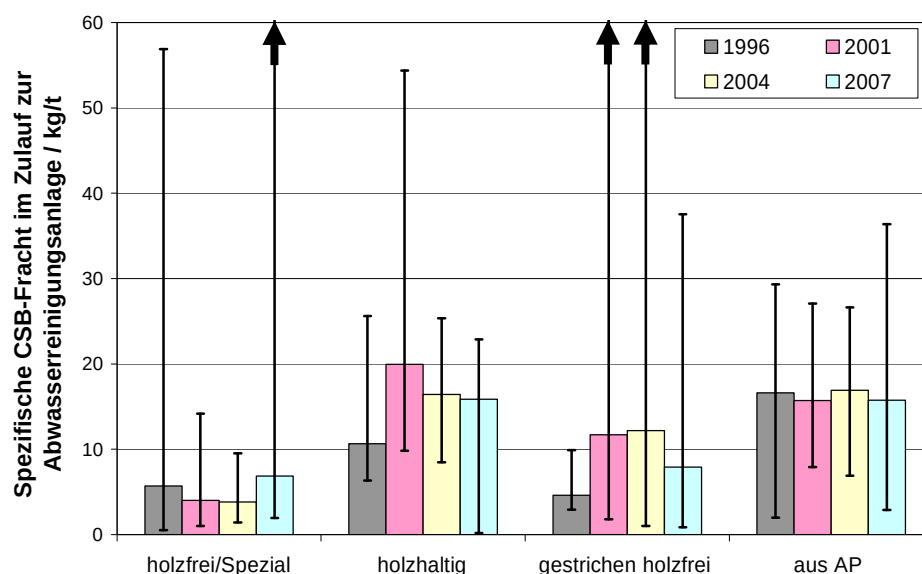
Vergleich mit den Vorjahren



3.4.3 Emissionen

CSB-Frachten im Abwasser

Nachfolgend sind die mittlere spezifische CSB-Fracht sowie die Spannweite der in den einzelnen Werken vorliegenden CSB-Frachten vor der Abwasserreinigungsanlage von Indirekt- und Direkteinleitern mit biologischer Reinigung dargestellt.



Aufgrund einer Anpassung der Zuordnung eines Werkes weichen die für das Jahr 2004 angegebenen Werte von den in der letzten Umfrage ausgewiesenen Werten für die Produktionsgruppen „holzfrei/Spezial“ und „gestrichen holzfrei“ ab.

Bewertung

Bei der Herstellung holzfreier Papiere entsteht im Mittel die geringste CSB-Fracht. Der Anstieg im Vergleich zum Vorjahr ist durch einen „Ausreißer“ zu erklären. Bei den Sortenbereichen holzhaltig sowie gestrichen holzfrei liegen eine sehr geringe Datenbasis (siehe Tabelle unten) sowie eine hohe Bandbreite der Frachten vor. Das homogenste Bild zeigt sich wie schon in den letzten Jahren im Bereich der Altpapier verarbeitenden Werke. Diese leiten im Mittel knapp 16 kg/t zur Kläranlage.

Anzahl der Werte				
	1996	2001	2004	2007
holzfrei/Spezial	15	13	12	13
holzhaltig	8	6	8	5
gestrichen holzfrei	3	4	7	7
aus AP	31	31	23	31

Umwelt- auswirkungen

Zur Bearbeitung des "2007 CEPI Annual Statistics Questionnaire" und zur Erfassung der Umweltauswirkungen der Papier- und Zellstoffindustrie wurden im Rahmen dieser Umfrage auch die Emissionen in die Umwelt mit betrachtet. In Abstimmung mit dem VDP wurde dabei wie folgt vorgegangen:

Datengrundlage bilden die Schadstoffemissionen (kg/a) im Ablauf der Direkteinleiter. Diese wurden aufsummiert und über die von den Direkteinleitern mit biologischer Reinigung erfasste Produktionsmenge auf die Gesamtproduktionsmenge in Deutschland hochgerechnet. Dazu wurde die Annahme getroffen, dass kommunale Abwasserreinigungsanlagen die gleiche Abbauleistung erbringen wie innerbetriebliche.

Emissionen

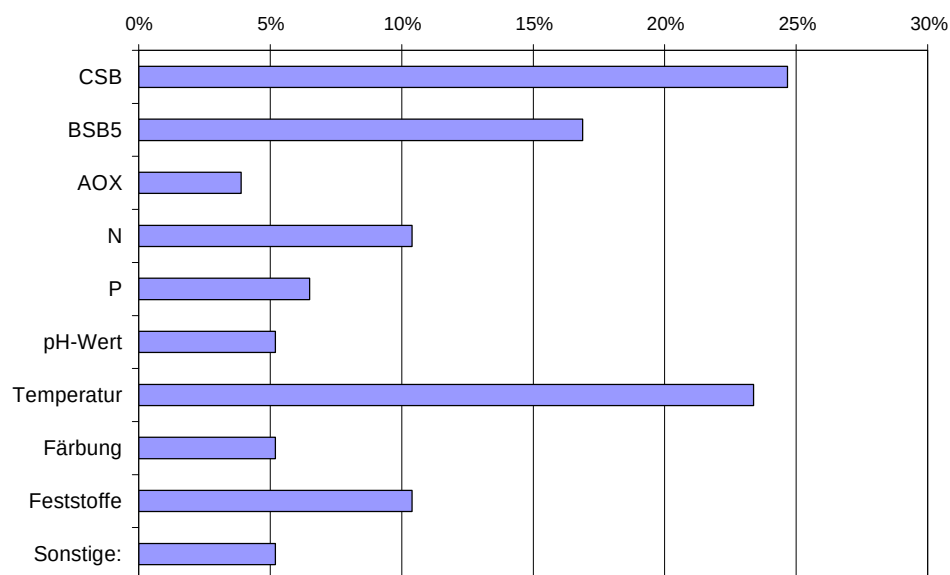
Emissionen	Anzahl Werte	zugehörige Prod.-menge	hochgerechnete Emission
CSB	50	13.175.259 t/a	46.609 t/a
TOC	11	5.135.376 t/a	13.798 t/a
BSB5	49	12.877.943 t/a	2.189 t/a
Abfiltrierbare Feststoffe (TSS)	42	10.929.308 t/a	3.512 t/a
AOX	48	12.800.911 t/a	69 t/a
AOX (nur Werke mit Zellstoffproduktion)*	4	1.182.607 t/a	34 t/a
Stickstoff	48	13.158.276 t/a	3.408 t/a
Phosphat	50	13.175.259 t/a	121 t/a

* basierend auf erzeugter Zellstoffmenge

3.5 Probleme im Wasserkreislauf und der Abwasserreinigung

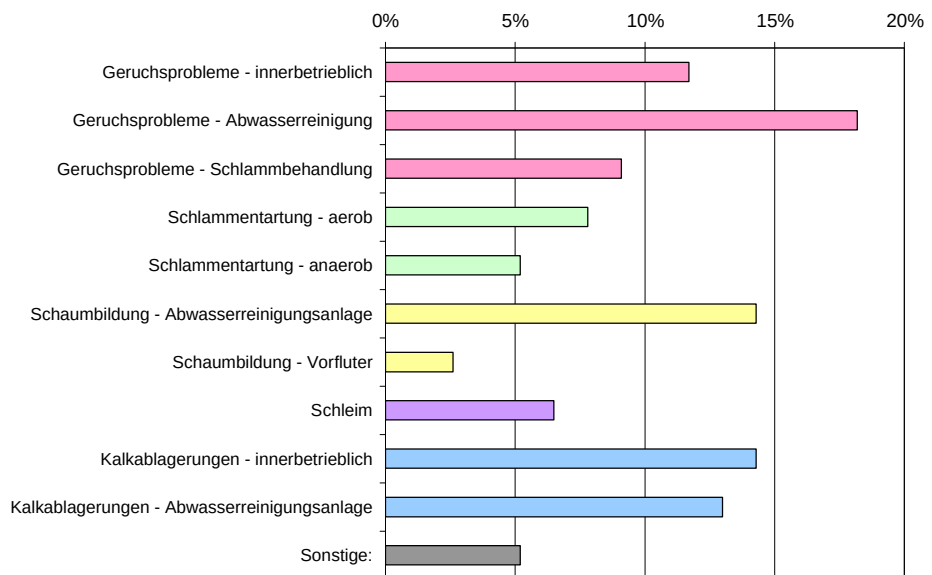
Einhaltung von Einleitegrenzwerten

Nachfolgende Abbildung zeigt den Anteil der Papierfabriken, die Schwierigkeiten bei der Einhaltung einzelner Einleitegrenzwerte haben.



Betriebs- probleme

Nachfolgende Abbildung zeigt den Anteil der Papierfabriken, die Betriebsprobleme im Wasserkreislauf bzw. in der Abwasserreinigungsanlage haben.

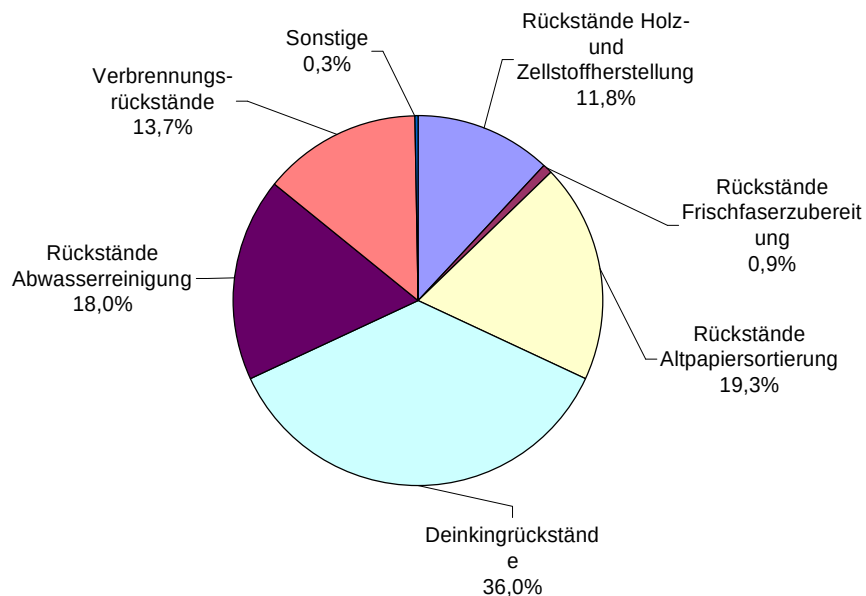


Bewertung

Bei der Einhaltung von Einleitegrenzwerten kommt es am häufigsten zu Problemen aufgrund zu hoher Abwassertemperatur und einer zu hohen CSB-Konzentration im Ablauf. Jeweils knapp 25 % der an der Umfrage teilnehmenden Werke haben Probleme mit diesen beiden Grenzwerten.

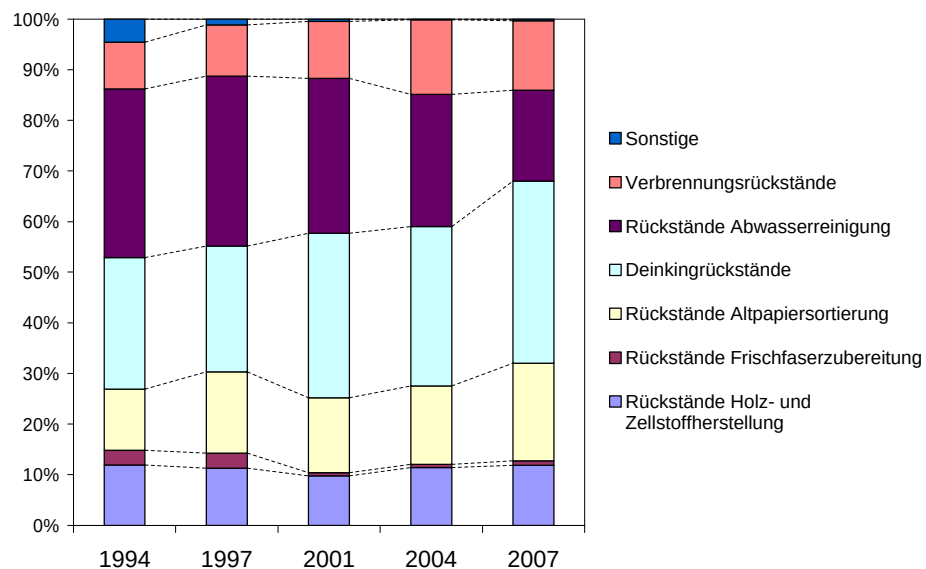
Bei den Betriebsproblemen stehen Geruchsprobleme sowie Probleme mit Kalkablagerungen sehr stark im Fokus der Papier- und Zellstofffabriken. Aber auch Schaumbildung bzw. Schlammfällflockung bereiten den Fabriken verstärkt Schwierigkeiten.

Verteilung 2007



Vergleich mit den Vorjahren

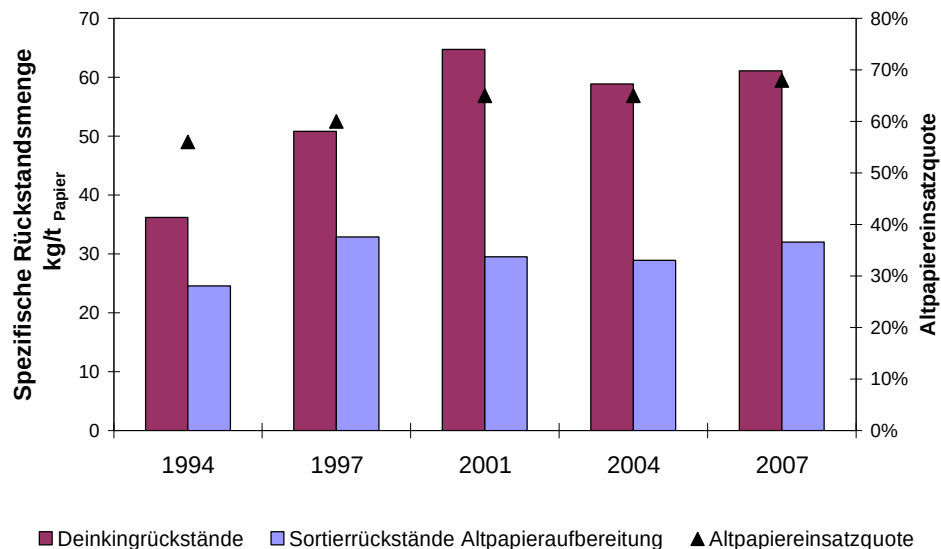
Im Vergleich zu den letzten Umfragen hat sich der Anteil der Deinkingrückstände deutlich erhöht, während der Anteil der Rückstände aus der Abwasserreinigung zurückgegangen ist. Bei den übrigen Rückstandsgruppen sind nur geringfügige Schwankungen zu erkennen.



Rückstände aus der Altpapieraufbereitung

Die deutsche Papierindustrie setzte 2007 über 15.745.816 Tonnen Altpapier ein [6]. Die Altpapiereinsatzquote ist damit auf knapp 68 % gestiegen. Die auf die Gesamtproduktionsmenge bezogene spezifische Rückstandsmenge aus der Altpapieraufbereitung der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen blieb auf vergleichbarem Niveau zu den letzten Umfragen.

Vergleich mit den Vorjahren



Trockengehalte

Der Trockengehalt variiert zwischen den einzelnen Rückstandsgruppen zum Teil sehr stark. Nachfolgende Tabelle zeigt die mittleren Trockengehalte sowie die Spannweite der von den Umfrageteilnehmern angegebenen Werte in den einzelnen Rückstandsgruppen.

Trockengehalt je Rückstandsgruppe				
	Anzahl Werte	Minimum	Mittelwert	Maximum
Rückstände Holz- und Zellstoffherstellung	7	40%	49%	61%
Rückstände Frischfaserzubereitung	5	26%	42%	65%
Rückstände Altpapiersortierung	66	15%	58%	98%
Deinkingreststoffe	10	48%	57%	65%
Rückstände Abwasserreinigung	59	3%	40%	90%
Verbrennungsrückstände	13	20%	85%	100%

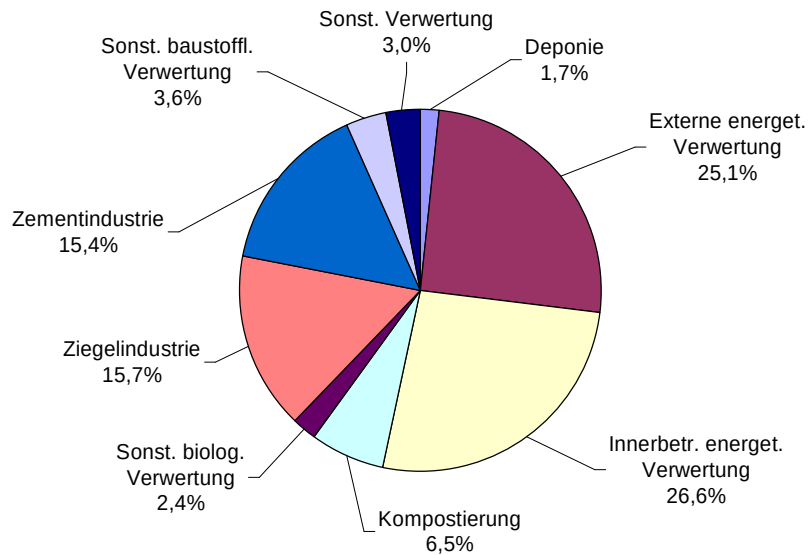
4.2 Entsorgung- und Verwertungswege

Entsorgungs- und Verwertungswege

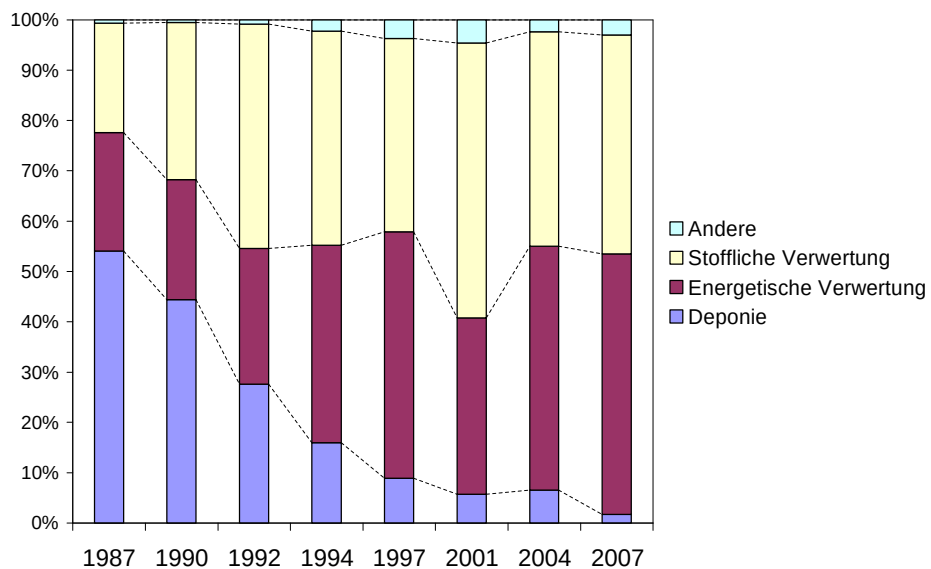
Über 50 % der lufttrockenen, in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie anfallenden Rückstände werden innerbetrieblich oder extern energetisch verwertet. Bei der stofflichen Verwertung sind die Ziegel- und Zementindustrie die Hauptabnehmer der Rückstände. Der Anteil der Rückstände, der deponiert wurde, ist mit 1,8 % im Vergleich zur letzten Untersuchung noch einmal deutlich zurückgegangen.

Die Entwicklung der Entsorgungs- und Verwertungswege seit 1987 zeigt, dass sich in den letzten Jahren die Aufteilung stark verschoben hat. Die Deponierung, zunächst mit über 50 % die maßgebliche Entsorgungsmöglichkeit der Papierindustrie, hat heute nach Umsetzung der TA Siedlungsabfall nahezu keine Bedeutung mehr. Im Gegenzug hat die energetische und stoffliche Verwertung stark zugenommen.

Verteilung 2007

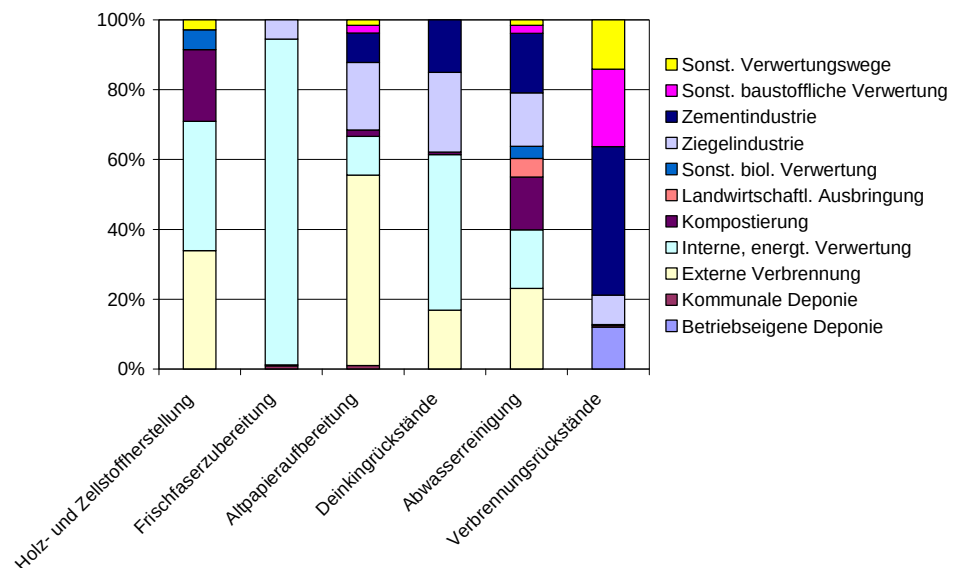


Entwicklung seit 1987



Rückstands- gruppenbezogen

Zwischen den einzelnen Rückstandsgruppen gibt es erhebliche Unterschiede in der Verteilung der Entsorgungs- und Verwertungswege. Durch die geplante Inbetriebnahme mehrerer EBS-Kraftwerke in den Jahren 2008 und 2009 dürften sich die Anteile der energetisch verwerteten Rückstände in den nächsten Jahren weiter erhöhen. Gleichzeitig dürften immer noch vorhandene Kapazitätsengpässe bei der Entsorgung von papiertechnischen Abfällen, insbesondere den Rejekten aus der Altpapieraufbereitung reduziert werden.

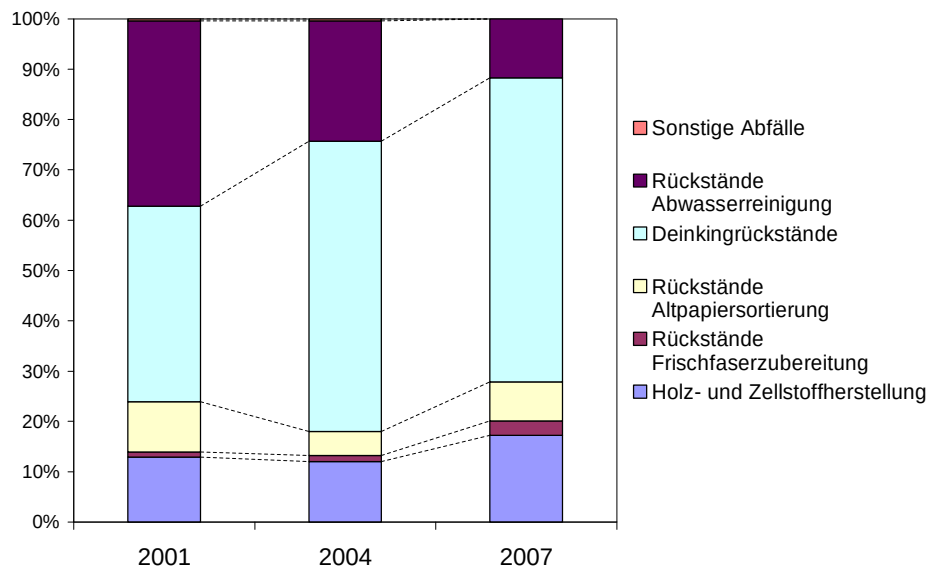


Innerbetriebliche energetische Verwertung

In verschiedenen deutschen Papierfabriken werden schon seit längerem Rückstände innerbetrieblich energetisch verwertet. Dabei werden zum Beispiel Etagenöfen, Rostfeuerungen und Wirbelschichtfeuerungen eingesetzt. Die Anlagen sind entweder auf einen Mischfeuerungsbetrieb ausgelegt oder werden als reine Rückstandsverbrennungsanlagen betrieben.

Die mengenmäßig größte Fraktion der in den innerbetrieblichen energetischen Verwertungsanlagen eingesetzten papiertechnischen Rückstände bilden wie schon in den Vorjahren die Deinkingrückstände (60 %). Dieser Anteil nimmt seit 2001 stetig zu. Dagegen hat der Anteil der Rückstände aus der Abwasserreinigung an den innerbetrieblich energetisch verwerteten Rückständen seit der Umfrage 2001 abgenommen und betrug 2007 nur noch 12 %.

Vergleich mit den Vorjahren



Kosten

Aufgrund der geringen Entsorgungskapazitäten sind die Entsorgungskosten in der Vergangenheit zum Teil gravierend gestiegen [7]. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die für die Entsorgung bzw. Verwertung anfallenden Kosten (inklusive Transportkosten) einzelner Rückstandsgruppen. Da die Werke zum Teil mehrere Entsorgungswege für einzelne Rückstandsgruppen haben, ist die Anzahl der Werte höher als die der betroffenen Werke. Während einzelne Werke bei der Entsorgung und Verwertung einzelner Rückstandsgruppen einen Erlös erzielen können, muss an anderer Stelle zum Teil deutlich über 100 €/t für die Entsorgung bzw. Verwertung bezahlt werden.

Entsorgungskosten je Rückstandsgruppe (inkl. Transportkosten)				
	Anzahl Werte	Minimum	Mittelwert	Maximum
Rückstände Abwasserreinigung	33	7 €/t	37 €/t	101 €/t
Rückstände Altpapiersortierung	62	-136 €/t	77 €/t	400 €/t
Rückstände Frischfaserzubereitung	4	26 €/t	84 €/t	180 €/t
Verbrennungsrückstände	17	0 €/t	29 €/t	100 €/t

Bei den restlichen Rückstandsgruppen wurden im Rahmen dieser Umfrage die Entsorgungskosten nur vereinzelt angegeben. Eine Auswertung kann aufgrund der geringen Datendichte nicht durchgeführt werden.

Probleme bei der Entsorgung und Verwertung von Rückständen

Bei den mit der Entsorgung und Verwertung in Zusammenhang stehenden Problemen stehen hohe bzw. steigende Kosten im Vordergrund. Die Umsetzung der TA Siedlungsabfall scheint keine Probleme mehr zu bereiten. Darüber hinaus werden vereinzelt sehr werksspezifische Probleme bei der Entsorgung bzw. Verwertung der anfallenden Rückstände genannt, die keine allgemeinen Trends erkennen lassen.

5 Literatur

- [1] I. Demel, H. Jung: Wasser- und Rückstandsumfrage in der deutschen Papierindustrie (2004); Abschlussbericht zum INFOR-Projekt 83R, 2005
- [2] H. Jung, I. Demel, B. Götz: Wasser- und Abwassersituation in der deutschen Papierindustrie – Ergebnisse der Wasserumfrage 2004; Wochenblatt für Papierfabrikation, 9, 2006, 478-481
- [3] H. Jung, I. Demel, B. Götz: Aufkommen und Verbleib der Rückstände aus der deutschen Papierindustrie – Ergebnisse der Rückstandsumfrage 2004; Wochenblatt für Papierfabrikation, 9, 2006, 482-484
- [4] www.vdp-online.de (Zugriffsdatum: 29.07.2008)
- [5] CD-ROM - Birkner 2008 - International PaperWorld, 71. Edition; Birkner GmbH & Co. KG, 2007
- [6] Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (Hrsg.): Papier 2008 Ein Leistungsbericht; VDP, Bonn, 2008
- [7] VDP-Umfrage zur Entsorgungssituation; Zellcheming FA ENVI FUA Abfall; Sitzung am 5./6. April 2006 bei der Papierfabrik Rieger in Trostberg