

Kuratorium für Forschung und Technik
der Zellstoff- und Papierindustrie im VDP e.V.



INFOR-Projekt Nr. 201

**Wasser- und Rückstandsumfrage
in der Deutschen Papier- und Zellstoffindustrie 2016**

Schlussbericht

November 2017

Papiertechnische Stiftung – PTS
München

Professor Dr. Frank Miletzky

Projektleiter:
Dipl.-Ing (FH) Christian Bienert



Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
Bonn

**WASSER- UND RÜCKSTANDSUMFRAGE IN DER
DEUTSCHEN PAPIER- UND ZELLSTOFFINDUSTRIE 2016**
INFOR-Projekt Nr. 201

WASSER- UND RÜCKSTANDSUMFRAGE IN DER DEUTSCHEN PAPIER- UND ZELLSTOFFINDUSTRIE 2016

**Zuwendungs-
geber** Verband Deutscher Papierfabriken e.V.
Bonn

Bearbeitung Dipl.-Ing. (FH) Christian Bienert

PTS
Heßstraße 134
80797 München

München, den 28.11.2017

Zusammenfassung

Umfang der Studie	Zur Erfassung der Daten zur Wasser- und Rückstandssituation in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie im Jahr 2016 wurden alle Hersteller von Papier, Karton, Pappe und Zellstoff in Deutschland angeschrieben. An der Umfrage beteiligten sich 77 Unternehmen, die zusammen etwa 13,9 Mio. t Papier, Karton, Pappe und Zellstoff produzierten. Dies entspricht einem Anteil von etwa 48 % der Werke in Deutschland bzw. etwa 61 % der in Deutschland produzierten Menge an Papier, Karton, Pappe und Zellstoff. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Durchschnittswerte und Datenbereiche, die aus wenigen Datensätzen gebildet werden, teilweise Schwankungen unterliegen können. Deshalb sollte auch bei den weiteren Umfragen und Erfassungen darauf geachtet werden, die Umfragebeteiligung möglichst hoch zu halten, um eine repräsentative und stabile Datenbasis zu erhalten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass gerade das Fehlen von Daten großer Papierproduzenten > 500.000 t/a zu Verschiebungen führen können.
Umweltmanagementsystem	Der Großteil der Unternehmen in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie verfügt über ein Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 oder eine EMAS-Validierung. Aufgrund der dadurch möglichen Einsparungen bei den Energiekosten hat sich der Anteil der Werke mit Energiemanagementsystem nach ISO 50001 auf mittlerweile 84 % erhöht.
Ergebnisse der Wassermfrage	Etwa 250 Millionen Kubikmeter Wasser werden als Frischwasser in der deutschen Papierindustrie eingesetzt. Der überwiegende Anteil des eingesetzten Frischwassers ist Oberflächenwasser, das 2016 einen Anteil von 71,6 % am Prozesswasser aufwies. Zur Aufbereitung des Brauchwassers werden in erster Linie mechanische bzw. chemisch-mechanische Verfahren eingesetzt. Eine Desinfektion erfolgt entweder mit Mikrobiziden oder durch den Einsatz von Chlor. Die fortschreitende Einengung der Wasserkreisläufe hat in der Vergangenheit den spezifischen Abwasseranfall erheblich reduziert. In den letzten Jahren konnte ein stabiler Wert von im Mittel etwa 9 - 11 l/kg erreicht werden. Wie 2013 zeigt die aktuelle Umfrage mit 8,6 l/kg wieder eine leicht reduzierte spezifische Abwassermenge. Ein gewisser Anteil an dieser Entwicklung ist dem abermals etwas höheren Anteil an Verpackungspapieren aus Altpapier zuzuschreiben, da in diesem Segment die jeweils niedrigste spezifische Abwassermenge beobachtet wird. Im Bereich der Abwasserreinigung und der Wasserkreisläufe besteht für einige Betriebe weiterhin die Herausforderung, die geforderten Einleitegrenzwerte einzuhalten. Dabei spielen schwankende bzw. zu hohe Temperaturen und Kalkkonzentrationen im Betrieb und in der Abwasserreinigungsanlage die wesentlichen Rollen.

Ergebnisse der Rückstandsumfrage

Bei der aktuellen Umfrage wurde die Unterteilung der Rückstände, wie schon in den Jahren 2010 und 2013, gemäß den Abfallschlüsselnummern der Abfallverzeichnis-Verordnung für Abfälle aus der Herstellung und Verarbeitung von Zellstoff, Papier, Karton und Pappe durchgeführt. Eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den Umfragen vor 2010 ist somit nicht in allen Fällen möglich.

Nach einem stetigen Anstieg der absoluten Mengen an Rückständen (feuchte Rückstandsmenge), die in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie anfallen, konnte das Rückstandsaufkommen im Jahre 2016 etwa 3,8 Millionen Tonnen reduziert werden, so dass auch die spezifische Rückstandsmenge auf 156 kg/t gesenkt werden konnte.

Berücksichtigt man die Tatsache, dass wie 2013 ein Teil der Rinden- und Holzabfälle als Nebenprodukt deklariert werden können und somit in der Rückstandsumfrage nicht mehr erfasst werden, so ist festzustellen, dass die spezifische Rückstandsmenge gegenüber 2013 um 22 % gesenkt werden konnte.

Die größten Anteile an den anfallenden Rückständen stellen weiterhin mit fast 50 % Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung (AVV 03 03 10) dar. Dieser Gruppe werden zum Teil auch Deinkingschlämme und Rückstände aus der Abwasserreinigung zugeschlagen. Über 50 % der erfassten Rückstände werden innerbetrieblich oder extern energetisch verwertet. Der Anteil der Rückstände, der deponiert wurde, ist mit 1,7 % auf einem Niveau, das seit 2007 nicht mehr signifikant gesenkt werden konnte.

Fazit

Die Wasser- und Rückstandsumfrage 2016 wurde erfolgreich durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse bieten ein repräsentatives Bild der deutschen Papierindustrie hinsichtlich der aktuellen Abwasser- und Rückstandssituation.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt den sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen aus der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie, ohne deren Unterstützung eine erfolgreiche Durchführung dieser Umfrage nicht möglich gewesen wäre. Dem Verband Deutscher Papierfabriken e.V. danken wir für die finanzielle Förderung dieser Umfrage im Rahmen des INFOR-Projekts Nr. 201.

Inhalt

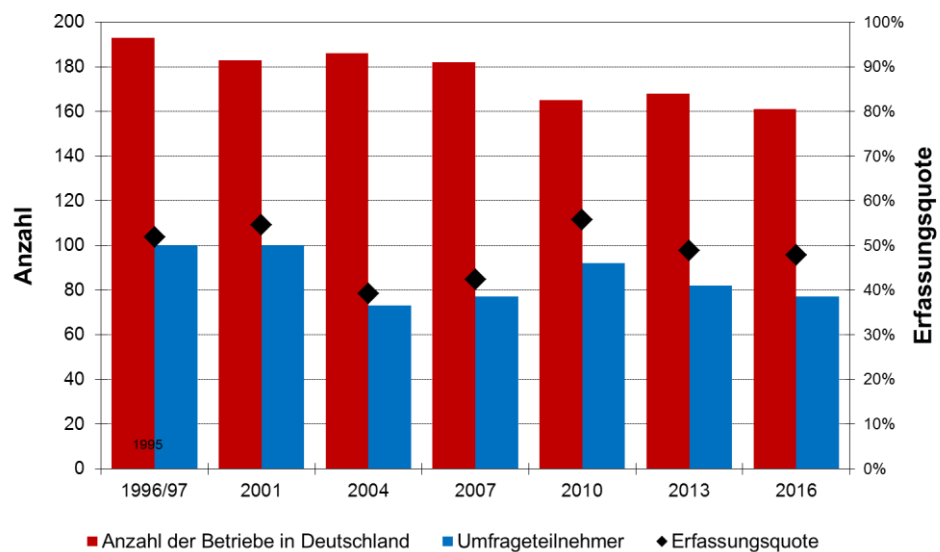
Zusammenfassung	3
1 Ziele und Inhalte der Studie	6
2 Umfang und Repräsentativität der Studie	7
3 Umweltmanagementsystem	9
4 Ergebnisse der Wasserumfrage	10
4.1 Frischwassereinsatz und -aufbereitung.....	10
4.2 Abwassersituation in der deutschen Papierindustrie.....	13
4.2.1 Abwassermenge.....	13
4.2.2 Abwasserreinigung.....	16
4.2.3 Emissionen.....	20
4.3 Wasserkreislauf und Abwasserreinigung.....	23
5 Ergebnisse der Rückstandsumfrage	24
5.1 Rückstandsgruppen.....	24
5.2 Rückstandsaufkommen.....	25
5.3 Entsorgungs- und Verwertungswege.....	27
6 Literatur	31

1 Ziele und Inhalte der Studie

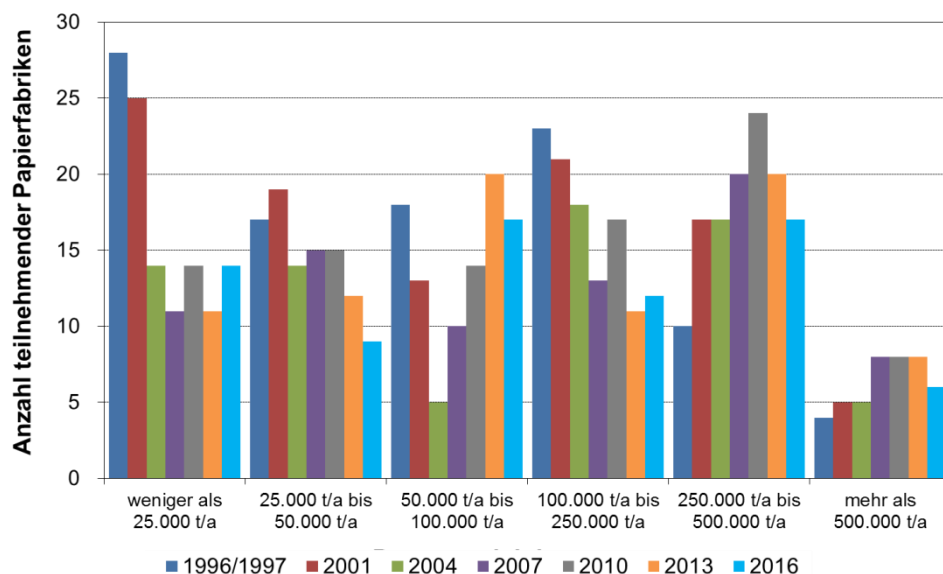
Einleitung	VDP und PTS erfassen seit 1996 in regelmäßigen Abständen sowohl die Wasser- und Abwassersituation als auch die Rückstandssituation in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie. Dabei wurde die letzte Umfrage für das Jahr 2013 durchgeführt [1, 2, 3, 4]. Zur Erweiterung und Aktualisierung der Datenbasis wurde eine Umfrage mit Bezugsjahr 2016 durchgeführt, die abermals vom VDP finanziert wurde (INFOR-Projekt Nr. 201).
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. Die ausgewerteten Daten dienen den Papierfabriken als Benchmarks, um die eigenen Verfahren und Anlagen oder Verwertungswege für Abfälle zu optimieren.
Ziel	Ziel des INFOR-Projekts Nr. 201 war es, die Wasser- und Rückstandssituation in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie mit Hilfe einer bundesweiten Umfrage für das Jahr 2016 detailliert zu erfassen und auszuwerten.
Vorgehen	Die Grundlage des Projektes war eine qualifizierte Befragung in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie für das Bezugsjahr 2016. Dazu wurde der letzte Fragebogen für das Jahr 2013 überarbeitet, aktualisiert und an alle deutschen Papier- und Zellstofffabriken versandt. Die mit dem Fragebogen erhobenen und anschließend verifizierten Daten wurden in der von der PTS entwickelten Datenbank erfasst, die alle Ergebnisse der letzten Umfragen beinhaltet, die in Zusammenarbeit von VDP und PTS durchgeführt wurden. Die spezifische, anonyme Auswertung und Darstellung der Ergebnisse in der Datenbank ermöglicht es, die aktuelle Situation in der Papierindustrie mit den Ergebnissen vergangener Umfragen in anonymisierter Form zu vergleichen und damit Entwicklungen und Trends darzustellen.
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 2016.
Inhalte der Studie	Die Studie gliedert sich in folgende Inhalte: • Umfang und Repräsentativität der Studie • Ergebnisse der Wassermfrage • Ergebnisse der Rückstandsumfrage

2 Umfang und Repräsentativität der Studie

Erfassungsquote Mit der Umfrage wurden sowohl die Wasser- und Abwassersituation als auch die Rückstandssituation in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie erfasst. Hierzu wurden alle VDP-Mitgliedsunternehmen sowie die weiteren im Birkner [5] gelisteten Hersteller von Papier, Karton, Pappe und Zellstoff in Deutschland angeschrieben (161 Werke [6]). An der Umfrage beteiligten sich 77 Werke, darunter 70 VDP-Mitgliedsunternehmen. Damit haben sich bei dieser Umfrage erneut rund 50 % der in Deutschland angesiedelten Werke an der Umfrage beteiligt. Die Erfassungsquote konnte somit auf hohem Niveau gehalten werden und liegt wieder im üblichen Bereich der letzten Umfragen.

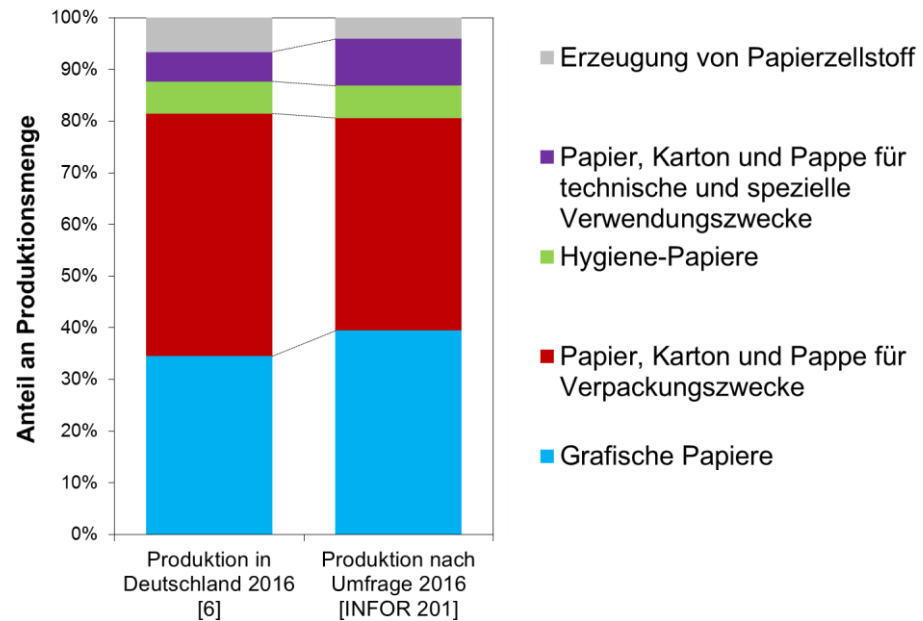


Die sich an der Umfrage beteiligenden Werke repräsentieren ein breites Spektrum der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie. Es sind sowohl kleine, mittlere als auch große Papierfabriken vertreten, wie in nachfolgender Abbildung zu sehen ist.



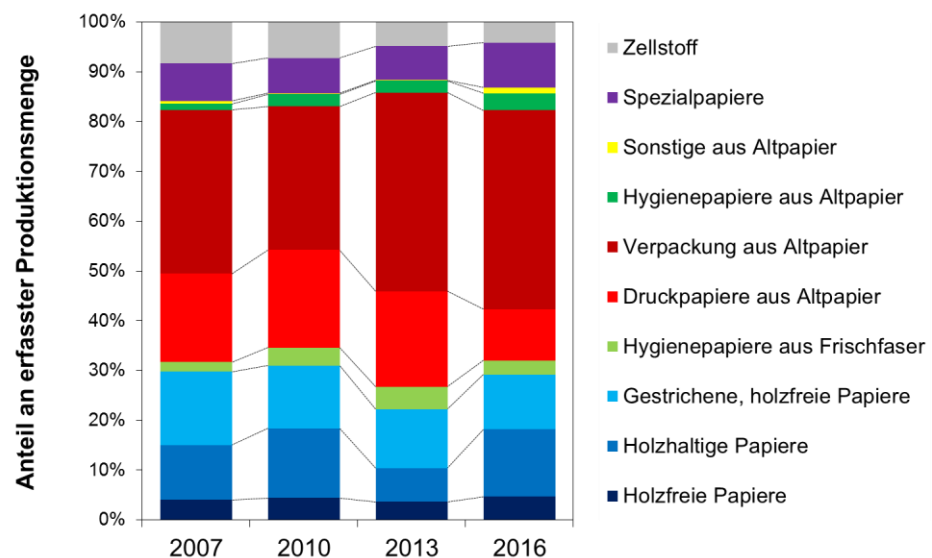
Erfasste Produktionsmenge

Die teilnehmenden Unternehmen repräsentieren mit 13.875.265 t produziertem Papier, Karton und Pappe 61,3 % der in Deutschland produzierten Menge von 22.630.485 t im Jahr 2016 [6, 7]. Dabei konnten von zwei Betrieben keine Produktionsmengen genannt werden. Bei der Zellstoffproduktion entspricht die mit der Umfrage erfasste Menge von 605.058 t einem Anteil von 37,5 % der erzeugten Menge von 1.611.849 t [6]. Das erfasste Sortenspektrum gibt ein repräsentatives Bild der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie wider.



Sortenspektrum

Dabei zeigt das Sortenspektrum eine ähnliche Verteilung wie bei den letzten Umfragen. Wie 2013 ist ein größerer Anteil an Verpackungspapieren aus Altpapier und an Spezialpapieren zu beobachten, während 2016 der Anteil an Druckpapieren aus Altpapier deutlich geringer ist.

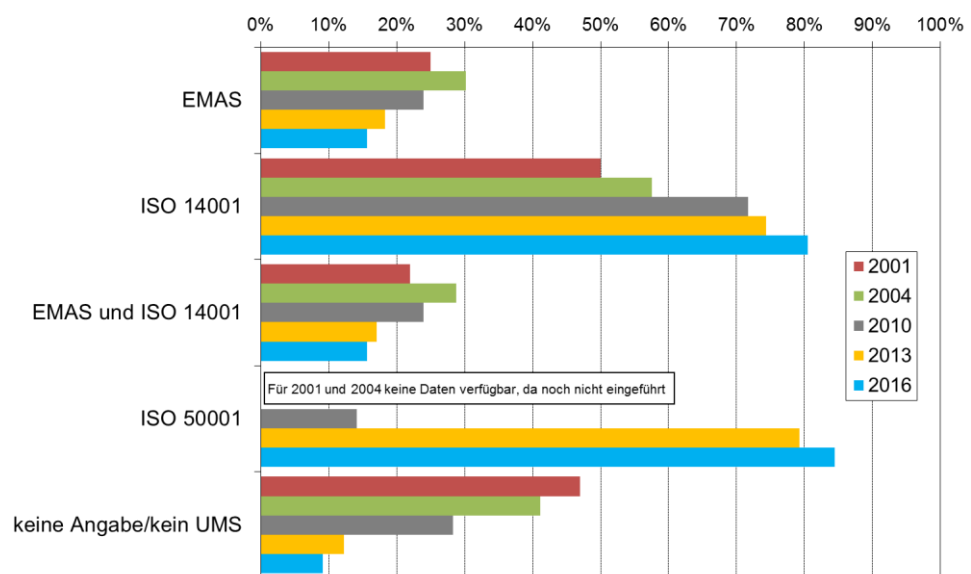


3 Umweltmanagementsystem

Umweltmanagement-system

Bereits 81 % der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen haben ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 im Unternehmen eingeführt. 16 % besitzen eine Validierung nach der EG-Öko-Audit-Verordnung (EMAS). Die meisten dieser Werke haben zusätzlich auch eine Zertifizierung nach ISO 14001.

Es zeichnen sich ein rückläufiger Trend bei EMAS und ein weiterhin steigender Trend bei ISO 14001 und ISO 50001 ab. Inzwischen haben weniger als 10 % der Umfrageteilnehmer entweder kein Umweltmanagementsystem oder keine Angaben zu diesem Punkt gemacht.



Energie-management-system

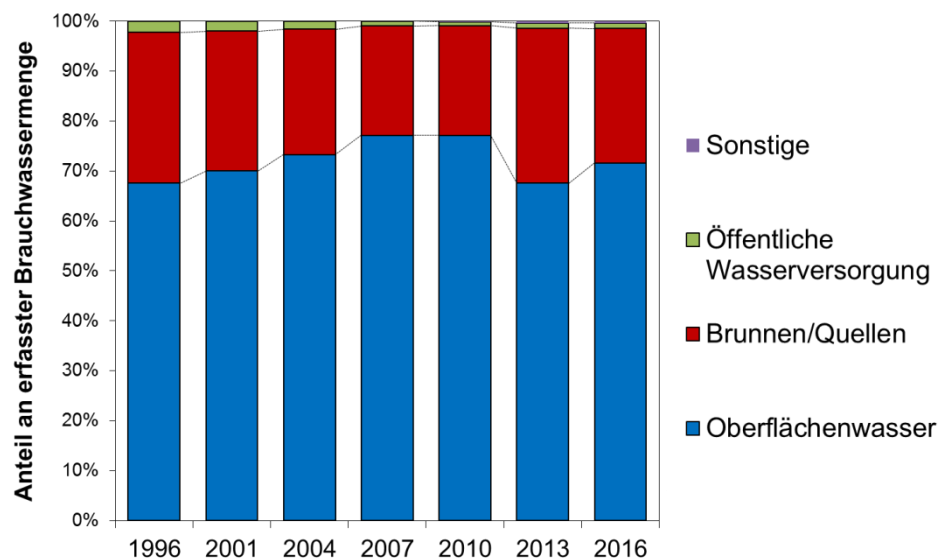
Während bei der Umfrage für das Jahr 2010 nur etwa 15 % ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001 eingeführt hatten, stieg der Anteil vor drei Jahren auf beinahe 80 % und erreichte laut aktueller Umfrage bereits 84 %. Wesentlicher Treiber für die Einführung ist die gesetzliche Regelung, nach der die Antragstellung auf Begrenzung der EEG-Umlage sowie zur Erlangung des Spitzenausgleichs bei der Strom- und Energiesteuer auch ein Energiemanagementsystem notwendig ist [8].

4 Ergebnisse der Wasserumfrage

4.1 Frischwassereinsatz und -aufbereitung

Frishwasser-einsatz

Hochgerechnet auf die gesamte Produktionsmenge hat die deutsche Papier- und Zellstoffindustrie im Jahr 2016 etwa 250 Millionen Kubikmeter Frischwasser als Brauchwasser im Prozess eingesetzt. Das verwendete Brauchwasser kommt zu etwa 72 % aus Oberflächengewässern und zu 27 % aus Brunnen oder Quellen. Der Wasserbezug aus der öffentlichen Wasserversorgung (Trinkwasser) spielt mit ca. 1 % nur eine untergeordnete Rolle. Der spezifische Frischwasserbedarf für die Produktion (Brauchwasser) lag im Jahr 2016 bei etwa 10 l/kg Produkt.

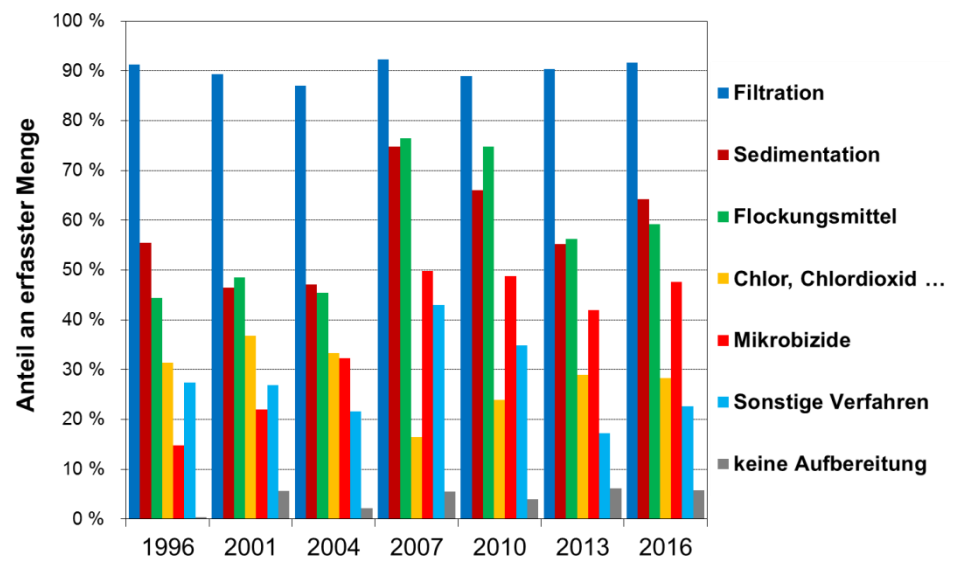


Darüber hinaus entsteht in einem Teil der Werke ein zusätzlicher Wasserbedarf zur Kühlung. Dieses Kühlwasser wird nach rein thermischer Nutzung direkt wieder in ein Oberflächengewässer eingeleitet ohne anderweitig genutzt zu werden. Hochgerechnet auf die gesamte Produktionsmenge in Deutschland wurden im Jahr 2016 etwa 80 Millionen Kubikmeter Wasser als Kühlwasser eingesetzt. Hierfür wird vorwiegend Oberflächenwasser eingesetzt.

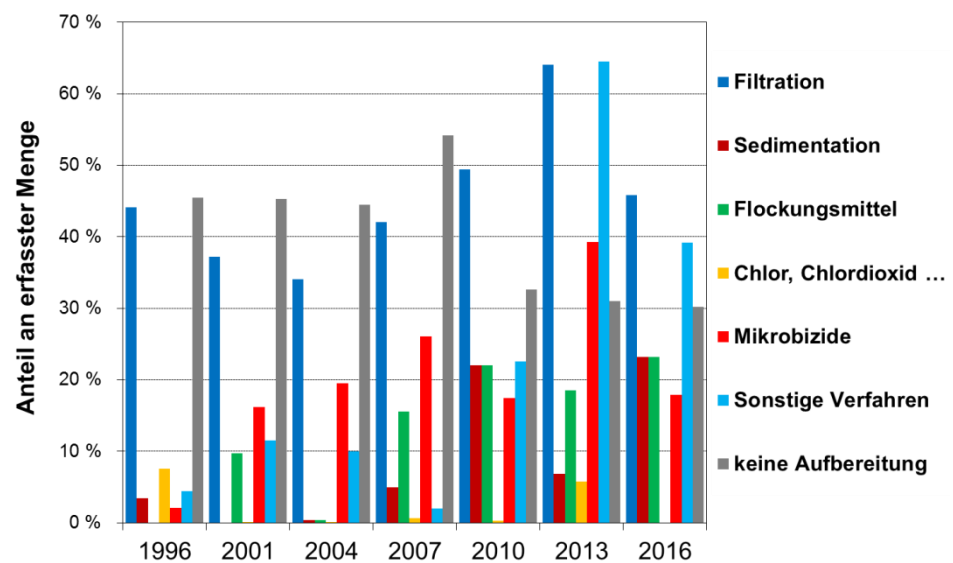
Frishwasser-aufbereitung

Zur Aufbereitung des eingesetzten Frischwassers werden in erster Linie mechanische bzw. chemisch-mechanische Verfahren eingesetzt, häufig auch Kombinationen (siehe nachfolgende Abbildungen). Nur 6 % des zur Produktion eingesetzten Oberflächenwassers und 25 % des eingesetzten Brunnenwassers wurden nicht aufbereitet. Filtrationsverfahren stellen nach wie vor die wesentlichen Reinigungsverfahren dar. Zur Desinfektion werden überwiegend Mikrobi-zide und Chlorprodukte (Chlor, Chlordioxid) eingesetzt. Daneben kommen in einzelnen Werken Ozon und UV zum Einsatz. Ein steigender Anteil an Frischwasser wird auch mit enthärtenden Verfahren behandelt.

**Verfahren zur
Aufbereitung von
Oberflächen-
wasser**



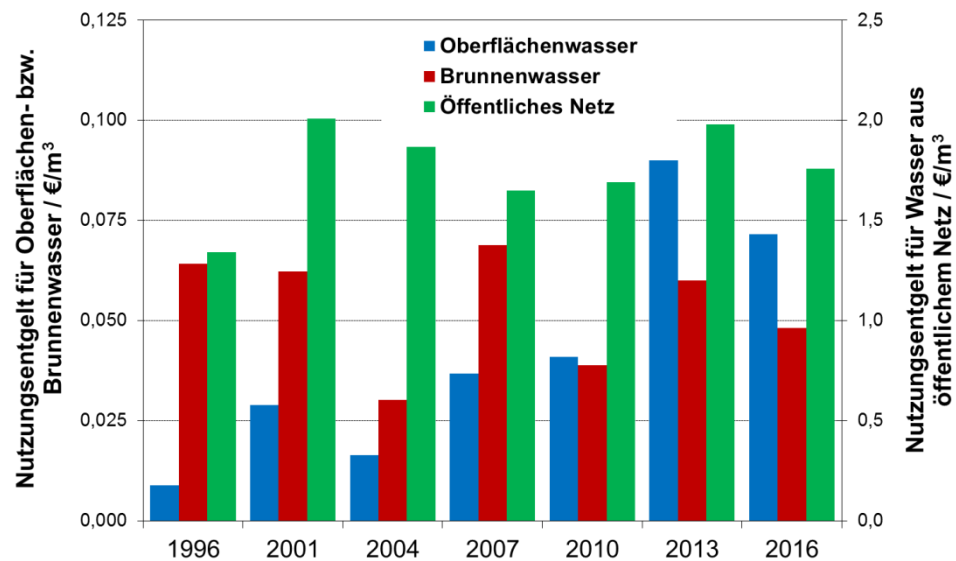
**Verfahren zur
Aufbereitung von
Brunnenwasser**



Kosten

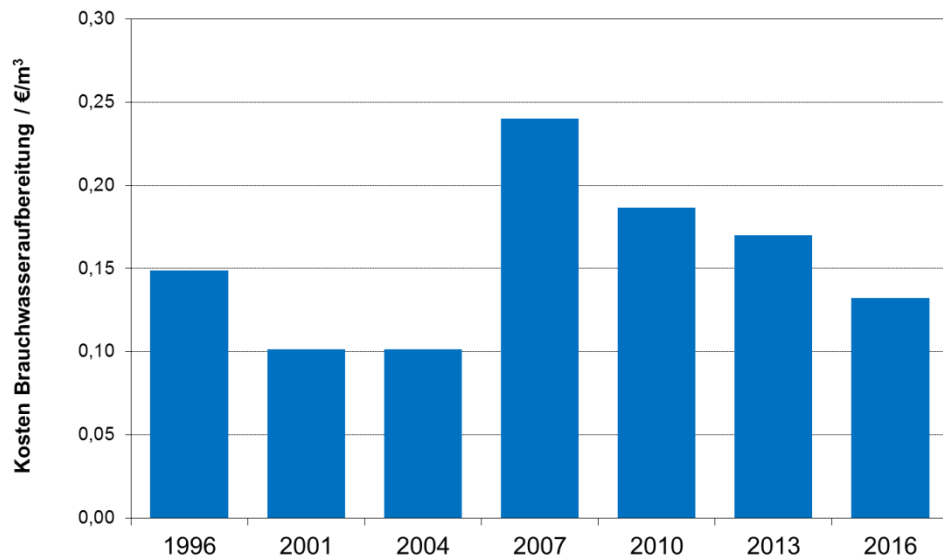
Wie in den vergangenen Jahren sind die Nutzungsentgelte sehr unterschiedlich. So müssen einzelne Werke für die Entnahme von Frischwasser für die Produktion kein Entgelt zahlen, während andere Werken, insbesondere wenn Wasser aus öffentlichen Netzen bezogen wird, zum Teil erhebliche Kosten haben.

	Mittelwert	Maximum
Oberflächenwasser	0,07 €/m ³	0,91 €/m ³
Brunnenwasser	0,05 €/m ³	0,14 €/m ³
Öffentliches Netz (Trinkwasser)	1,76 €/m ³	4,70 €/m ³



Kosten für die Brauchwasseraufbereitung

Seit 2007 konnten die spezifischen Kosten für die Brauchwasseraufbereitung kontinuierlich auf durchschnittlich 0,13 €/m³ im Jahr 2016 reduziert werden. Dabei reichte die Spannweite der Kosten von 0,02 €/m³ bis 0,57 €/m³.

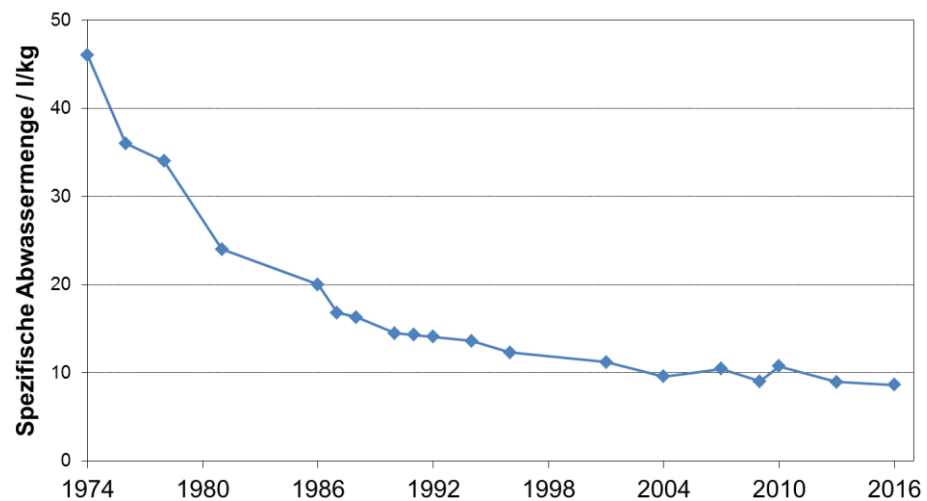


4.2 Abwassersituation in der deutschen Papierindustrie

4.2.1 Abwassermenge

Spezifische Abwassermenge

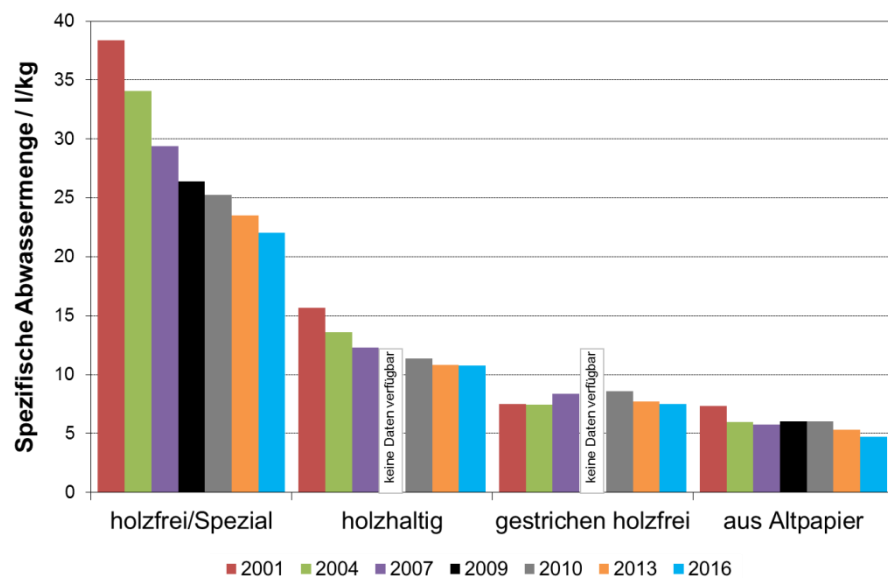
Die mittlere auf die Bruttoproduktionsmenge bezogene spezifische Abwassermenge (über Produktionsmenge gewichteter Mittelwert) der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen lag im Jahr 2016 bei 8,6 l/kg Produkt. Hochgerechnet auf die deutsche Papier- und Zellstoffindustrie bedeutet dies eine Gesamtabwassermenge 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. Ein gewisser Anteil an dieser Entwicklung ist abermals vermutlich dem höheren Anteil an Verpackungspapieren aus Altpapier zuzuschreiben, da in diesem Sortenbereich traditionell die niedrigsten spezifischen Abwassermengen vorliegen.



In der Darstellung sind zum Vergleich auch Daten für 2009 dargestellt. Diese stammen aus einer Umfrage im Rahmen eines von der PTS bearbeiteten Forschungsprojektes zum Parameter TNb [9]. In diesem Datensatz ist der Anteil derjenigen Papierfabriken, die Altpapier einsetzen, ebenfalls vergleichsweise hoch.

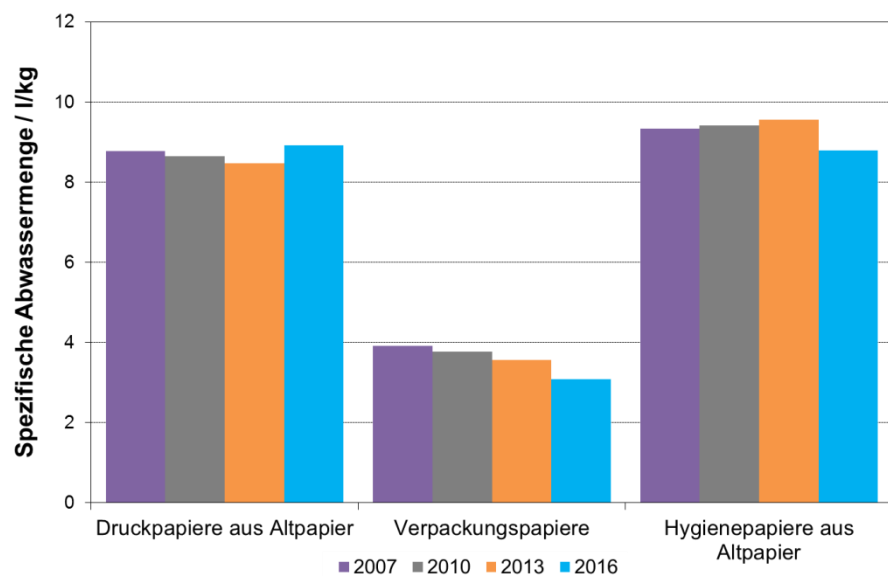
Spezifische Abwassermenge der Hauptproduktionsgruppen

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 letzten Umfragen ist bei allen Hauptproduktionsgruppen (holzfrei/Spezial, holzhaltig, gestrichen holzfrei und aus Altpapier) abermals ein niedrigerer Mittelwert zu verzeichnen.



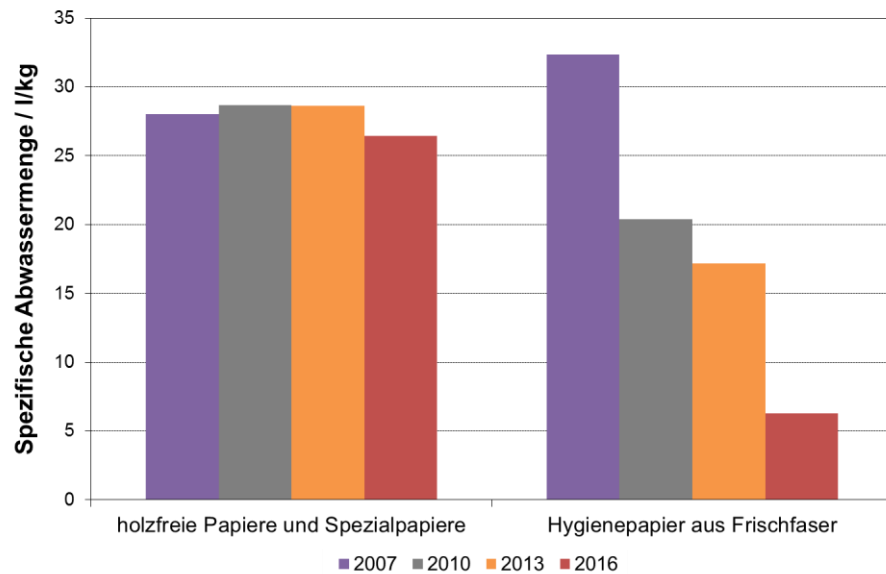
Überwiegend aus Altpapier hergestellte Papiere

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



**Produktions-
gruppe
„holzfrei/Spezial“**

Den höchsten Verbrauch weist traditionell die Produktionsgruppe „holzfrei/Spezial“ auf. Gerade im Bereich Spezialpapiere sind häufig strukturelle Nachteile wirksam, die eine erhöhte spezifische Abwassermenge bewirken. Bei der Gruppe der „Hygienepapiere aus Frischfaser“ lagen im Jahr 2007 nur sehr wenige Werte vor, so dass hier einzelne hohe Werte einen größeren Einfluss haben. Mit fünf Betrieben konnten 2016 ebenfalls nur relativ wenige Werke erfasst werden, die alle eine spezifische Abwassermenge zwischen fünf und zehn l/kg aufweisen.



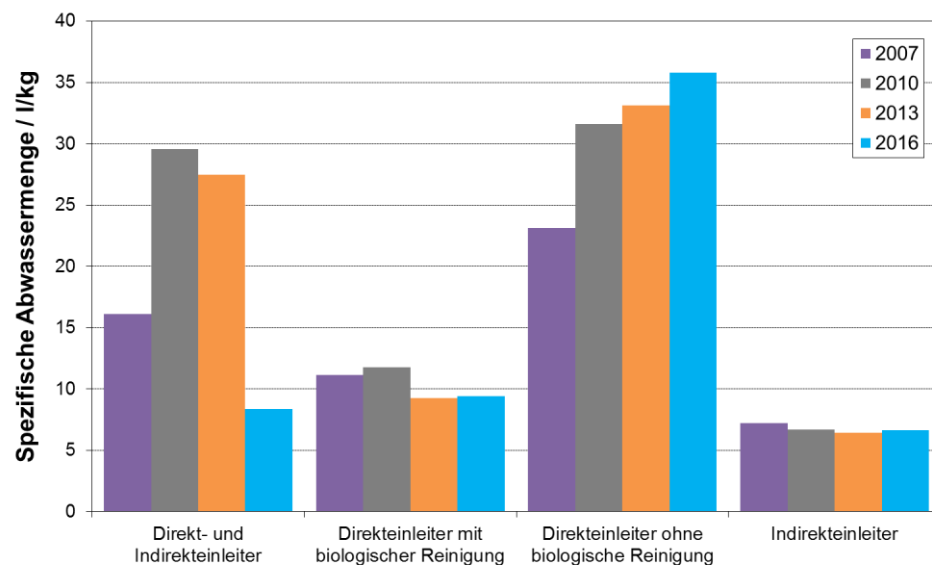
**Zellstoff-
erzeugung**

Aufgrund der geringen Datendichte und damit der fehlenden Anonymität der Daten erfolgt ebenfalls für 2016 keine eigene Auswertung für die Zellstoffherzeugung. Bei den Sortenbereichen „gestrichen holzfrei“ und „Hygienepapiere aus Frischfaser“ sind auch Standorte mit integrierter Zellstoffherzeugung beinhaltet. Die spezifische Abwassermenge dieser Betriebe wird bei der Auswertung jedoch der Hauptproduktionsgruppe des jeweiligen Betriebes („gestrichen holzfrei“ bzw. „Hygienepapiere aus Frischfaser“) zugeordnet.

Spezifische Abwassermenge bezogen auf die Einleiteart

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

Bei den Umfragen werden nur sehr wenige Werke erfasst, die sowohl Direkt- als auch Indirekteinleiter sind. 2016 waren es insgesamt fünf Betriebe, die alle eine spezifische Abwassermenge von sieben bis 16 l/kg aufweisen.



4.2.2 Abwasserreinigung

Einleitung von Abwässern

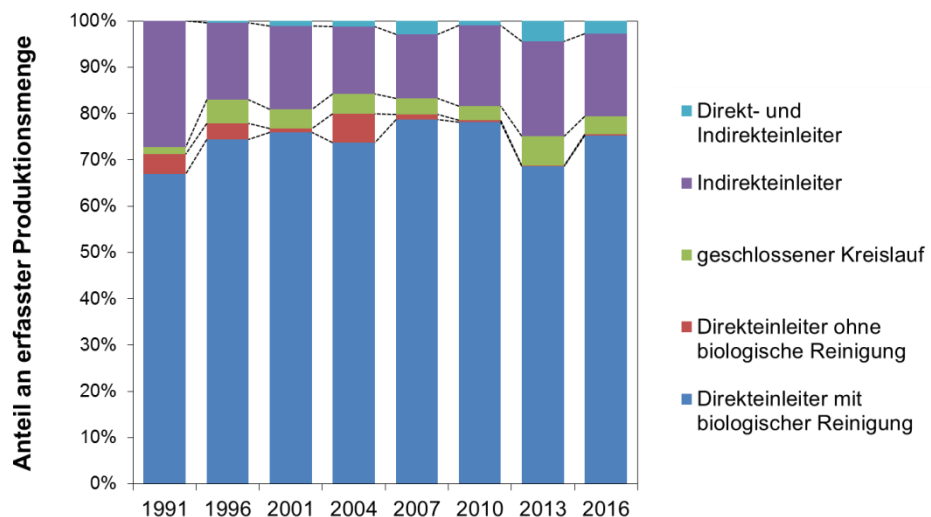
32 % der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen leiten ihr Abwasser als Indirekteinleiter in kommunale Abwasserreinigungsanlagen, Verbandskläranlagen etc. ein. Sie repräsentieren etwa 18 % der erfassten Produktionsmenge. 49 % der Werke, die zusammen 75 % der Bruttoproduktionsmenge erzeugen, reinigen ihr Abwasser in betriebseigenen Kläranlagen vollbiologisch. Weniger als 1 % der Papiermenge wird in Werken produziert, die über betriebseigene Abwasserreinigungsanlagen ohne biologische Stufe verfügen. Werke, die etwa 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 mechanischen und/oder biologischen Kläranlage. 4 % der Produktion kommen aus Werken mit geschlossenem Wasserkreislauf.

Vergleich mit den Vorjahren

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.

Dabei fällt auf, dass in der letzten Umfrage von 2013 ein etwas geringerer Teil der Produktion aus Werken stammt, die ihr Abwasser nach vollbiologischer Reinigung direkt einleiten. Dagegen war in diesem Jahr der Anteil (Prozentsatz an der Produktionsmenge) der Indirekteinleiter, der Werke mit geschlossenem Kreislauf und der Werke, die sowohl Indirekt- als auch Direkteinleiter sind, überdurchschnittlich hoch.

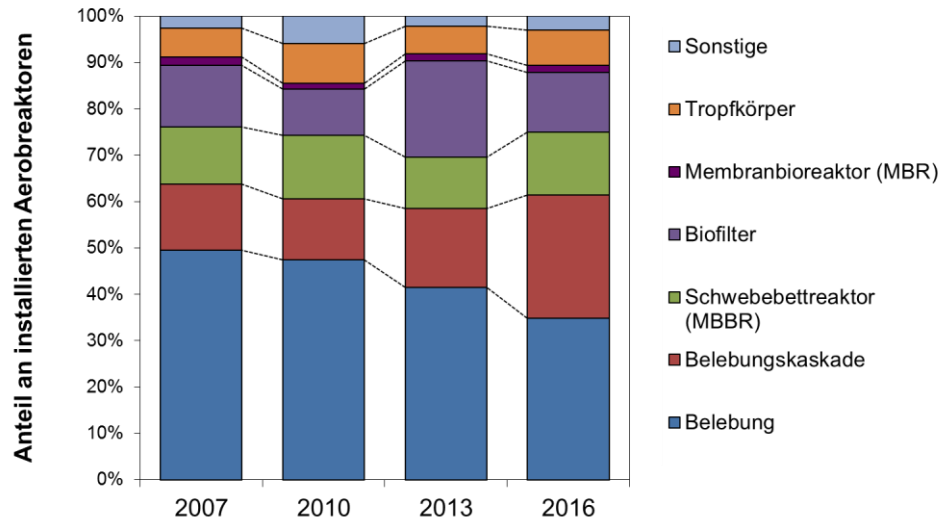
Der Vergleich zeigt aber deutlich, dass seit ca. 10 Jahren nur noch sehr geringe Papiermengen in Werken produziert werden, die über betriebseigene Abwasserreinigungsanlagen ohne biologische Stufe verfügen.



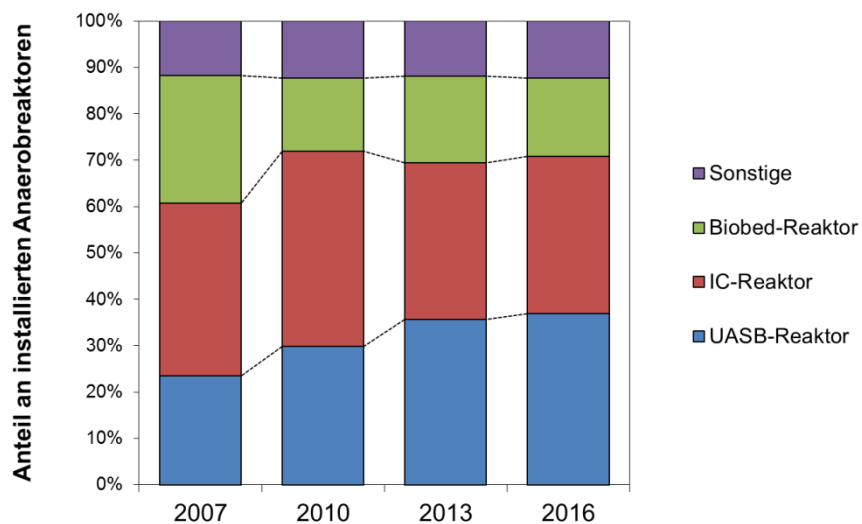
Anmerkung: Der Datensatz von 1991 repräsentiert nur die alten Bundesländer.

Biologische Abwasserreinigung

Etwa 60 % der sich an der Umfrage beteiligenden Unternehmen betreiben 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 sind klassische Belebungsverfahren (Belebung und Belebungskaskade) nach wie vor das vorwiegend eingesetzte Verfahren. Daneben werden Schwebelbettreaktoren (MMBR) als aerobe Hochlaststufe sowie Biofilter und Tropfkörper eingesetzt.



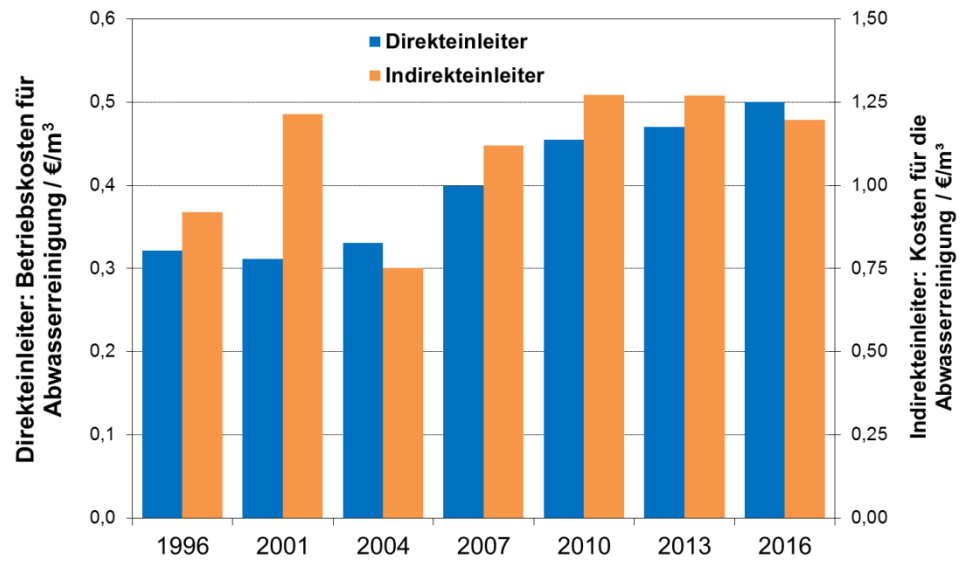
Bei den Anaerobreaktoren sind die EGSB- und UASB-Reaktoren derzeit die häufigsten verwendeten Reaktortypen. Vereinzelt werden Reaktoren, die nach dem Kontaktschlammverfahren arbeiten, betrieben.



Kosten

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:

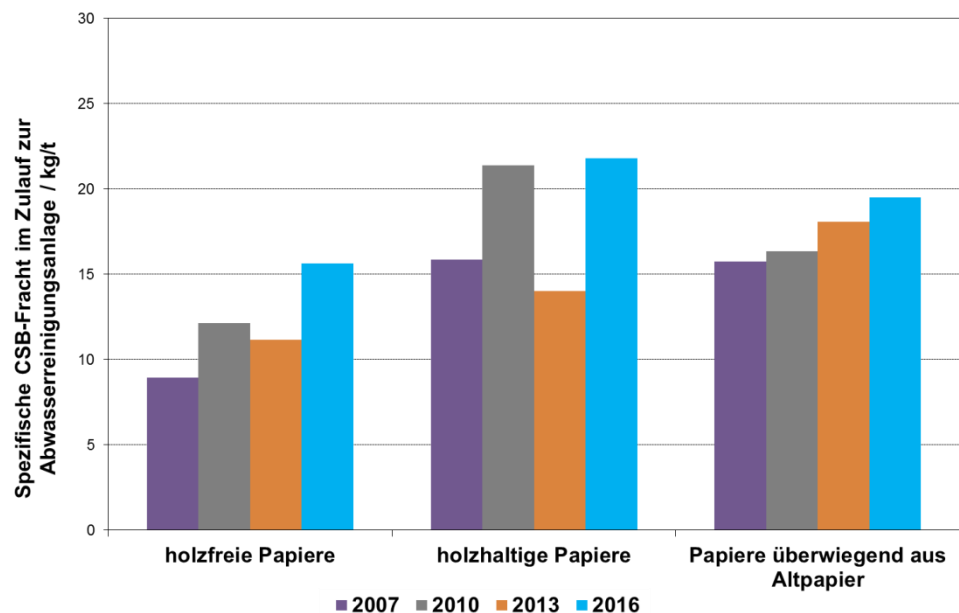


4.2.3 Emissionen

CSB-Frachten im Abwasser

Die mittlere spezifische CSB-Fracht vor der Abwasserreinigungsanlage von Indirekt- und Direkteinleitern ist in folgender Abbildung dargestellt. Dabei wurden wie im Jahre 2013 aufgrund diverser Verschiebungen in der Zuordnung und der zum Teil sehr geringen Anzahl an erfassten Datensätzen alle holzfreien Papiere (gestrichen und ungestrichen) zu einer Gruppe zusammengefasst.

Grundsätzlich ist bei allen Produktionsgruppen über die Jahre eine steigende Tendenz zu beobachten. Dabei entsteht bei der Herstellung holzfreier Papiere wie in den letzten Jahren im Mittel die geringste CSB-Fracht (Mittelwert: 15,6 kg/t). Wie bei den überwiegend aus Altpapier hergestellten Papieren (Mittelwert: 19,5 kg/t) liegt hier eine hohe Schwankungsbreite der Werte vor (bis zu 71 kg/t, aus AP: bis zu 288 kg/t). Bei nur drei erfassten Datensätzen wurden für die holzhaltigen Papiere Werte von 10,7 bis 25,0 kg/t und ein Mittelwert von 21,8 kg_{CSB} /t_{Produkt} beobachtet.



Quantifizierung der relevanten Inhaltsstoffe im Abwasser

Zur Bearbeitung des "2016 CEPI Annual Statistics Questionnaire" und zur Erfassung der Umweltauswirkungen der Papier- und Zellstoffindustrie wurden im Rahmen dieser Umfrage auch die Emissionen in die Umwelt betrachtet. In Abstimmung mit dem VDP wurde für die Umfrage 2007 folgendes Vorgehen vereinbart, das auch dieses Mal wieder angewendet wurde:

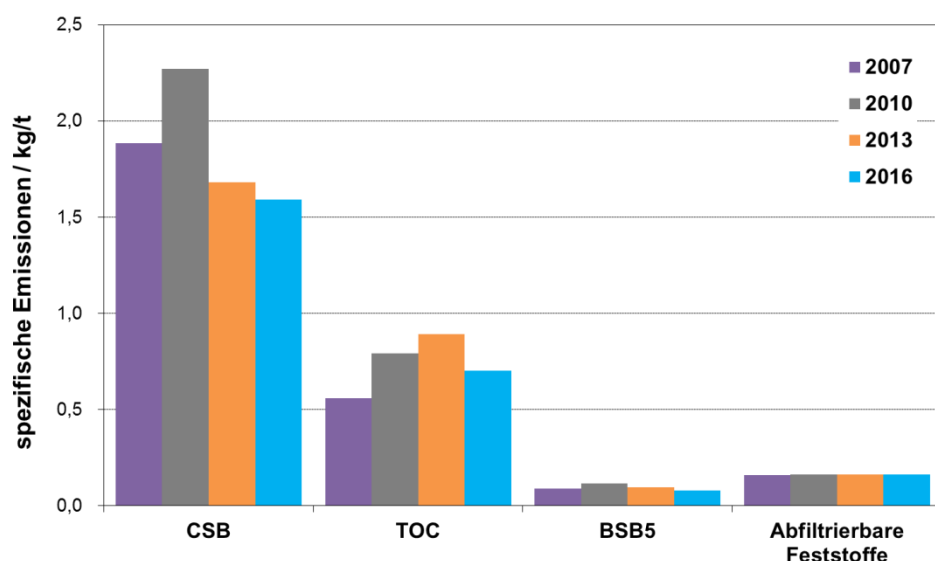
Datengrundlage bilden die Schadstoffemissionen (kg/a) im Ablauf der Direkteinleiter. Diese wurden aufsummiert und über die von den Direkteinleitern erfasste Produktionsmenge auf die Gesamtproduktionsmenge in Deutschland hochgerechnet. Dazu wurde die Annahme getroffen, dass kommunale Abwasserreinigungsanlagen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

Emissionen	Anzahl Werte	zugehörige Produktionsmenge	hochgerechnete Emission
CSB	44	11.129.372 t/a	38.576 t/a
TOC	19	5.651.189 t/a	17.000 t/a
BSB5	43	11.058.009 t/a	1.892 t/a
Abfiltrierbare Feststoffe	37	9.928.888 t/a	3.934 t/a
AOX	40	10.989.286 t/a	49 t/a
AOX (nur Werke mit Zellstoffproduktion)*	3	605.058 t/a	34 t/a
Stickstoff	44	11.191.719 t/a	635 t/a
Phosphat	41	11.178.286 t/a	104 t/a

* basierend auf erzeugter Zellstoffmenge

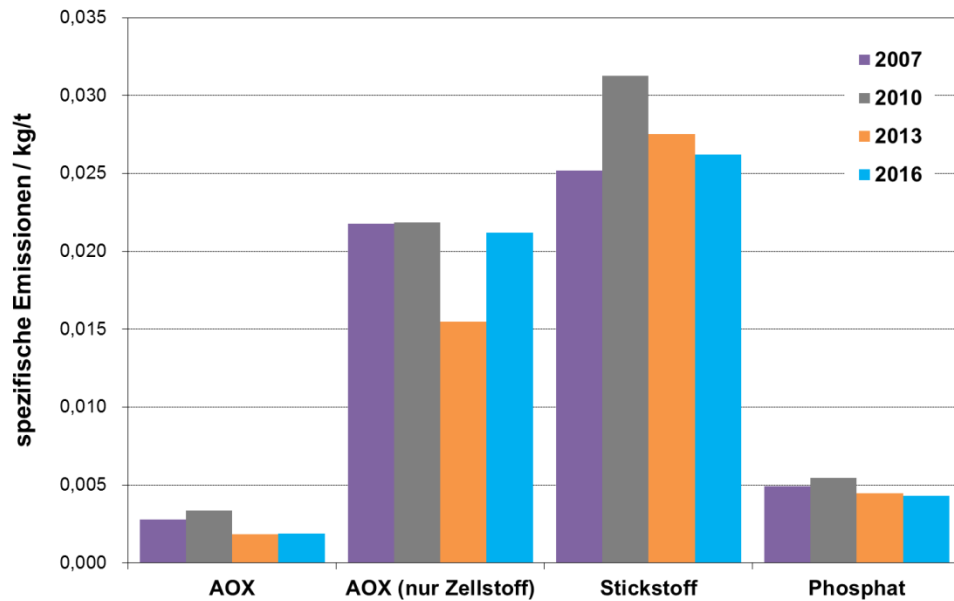
Spezifische Emissionen: CSB, TOC, BSB₅, abfiltrierbare Feststoffe

Beim Parameter CSB liegt die Deutsche Papierindustrie mit einem Mittelwert von 1,6 kg/t deutlich unter dem in Anhang 28 aufgeführten Maximalwert von 3 kg/t. Dabei ist ein über die Jahre leicht abnehmender Trend zu verzeichnen. Beim Parameter TOC ist dieser Trend nicht zu beobachten. Hier scheinen die erfassten Werte eher um einen Mittelwert von 0,7 kg/t zu schwanken. BSB₅ und abfiltrierbare Feststoffe sind seit 2007 weitgehend konstant.



Spezifische Emissionen: AOX, Stickstoff und Phosphat

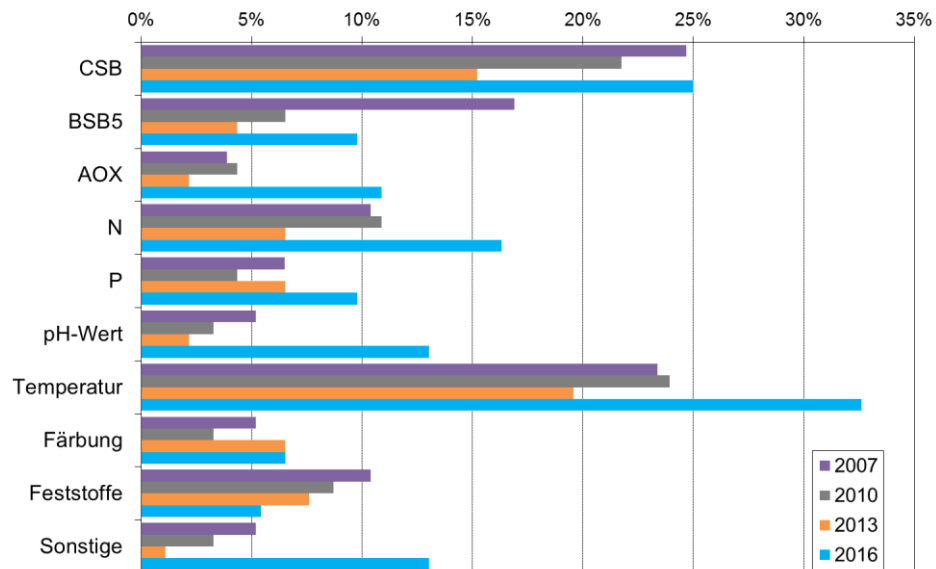
Bei den Parametern AOX, Stickstoff und Phosphat zeigen sich nur geringe Schwankungen zwischen den Umfragen. Dabei scheinen die spezifischen Emissionen über die Jahre konstant zu bleiben. Die mittlere AOX-Emission liegt mit 2 g/t deutlich unter den in Anhang 28 maximal zugelassenen Wert von 10 g/t. Auch im Fall der Zellstoffherzeugung liegt die mittlere AOX-Emission knapp unter dem im Anhang 19 genannten Maximalwert von 0,25 kg/t.



4.3 Wasserkreislauf und Abwasserreinigung

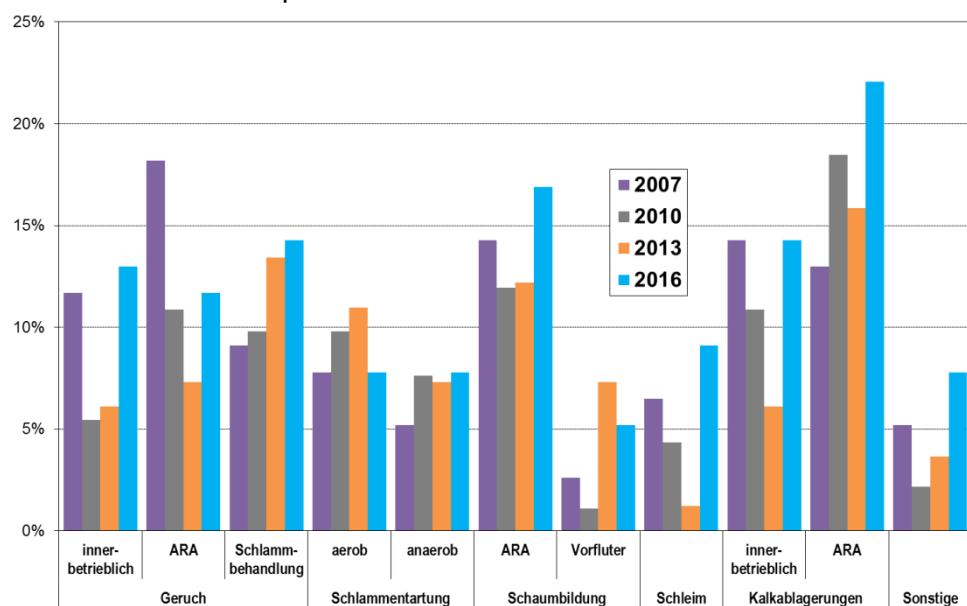
Einleitewerte

Wie in den letzten Umfragen wurde auch nach den derzeit bestehenden Themen und Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Kreislaufwasser bzw. Abwasser gefragt. Die folgende Abbildung zeigt den Anteil derjenigen Papierfabriken, die zur Einhaltung einzelner Einleitewerte besondere Sorgfalt walten lassen müssen. Wie bei den letzten Umfragen sind hohe bzw. schwankende Abwassertemperaturen und CBS-Konzentrationen eine Herausforderung.



Betrieb

Der Anteil der Papierfabriken mit spezifischen Herausforderungen im Wasserkreislauf bzw. in der Abwasserreinigungsanlage wurde 2016 ebenfalls erfasst. Dabei fällt auf, dass Kalkablagerungen in der Abwasserreinigungsanlage immer mehr im Fokus der Papier- und Zellstofffabriken stehen.



5 Ergebnisse der Rückstandsumfrage

5.1 Rückstandsgruppen

Umstellung auf Abfallschlüssel

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 mit den bis 2007 durchgeführten Umfragen nur bedingt möglich, da eine Vergleichbarkeit der Abfallgruppen nicht gegeben ist. Dies liegt zum einen an der Tatsache, dass eine Zuordnung der in den Fabriken anfallenden Rückstände nicht einheitlich erfolgt. So werden zum Beispiel Deinkingrückstände 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. Aus diesem Grunde wird im Rahmen dieser Auswertung nur ein Vergleich mit der Situation in den Jahren 2010 und 2013 durchgeführt und mit früher regelmäßig durchgeführten Auswertungen verzichtet.

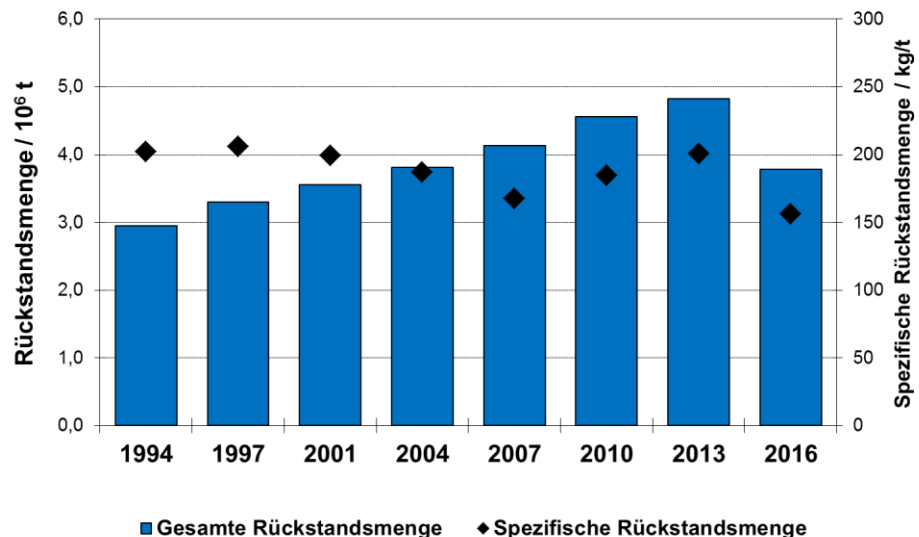
Abfallschlüssel

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung
03 03 01	Rinden- und Holzabfälle
03 03 02	Sulfitschlämme (aus der Rückgewinnung von Kochlaugen)
03 03 05	Deinkingschlämme aus dem Papierrecycling
03 03 07	Mechanisch abgetrennte Abfälle aus der Auflösung von Papier- und Pappabfällen
03 03 08	Abfälle aus dem Sortieren von Papier und Pappe für das Recycling
03 03 10	Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung
03 03 11	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 03 03 10 fallen
03 03 99	Abfälle anderweitig nicht genannt
10 19	Verbrennungsrückstände

5.2 Rückstandsaufkommen

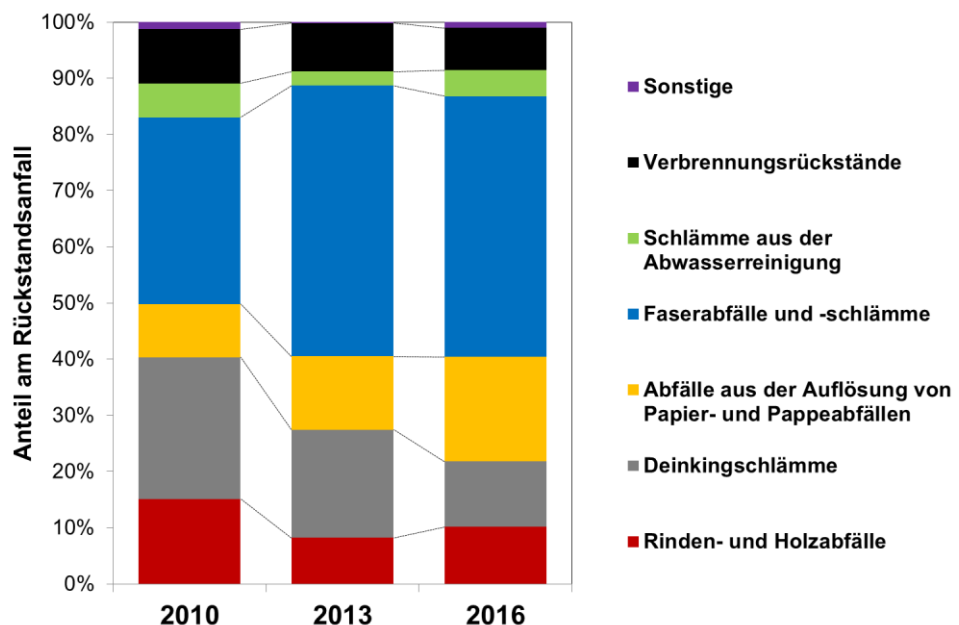
Rückstände der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie

In der aktuellen Umfrage 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 gesamten Menge an Rückständen von etwa 3,8 Millionen Tonnen.



Rückstandsgruppen

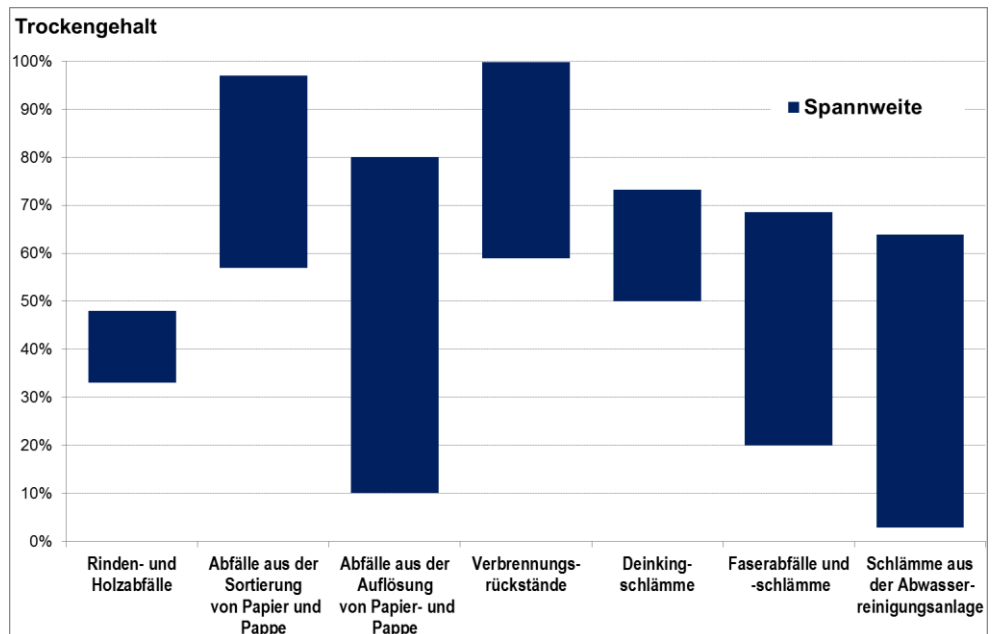
Mit 46,4 % wird der größte Anteil der anfallenden Rückstände (feuchte Rückstandsmenge) auch 2016 als Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung ausgewiesen (AVV 03 03 10). Die zweitgrößte Gruppe stellen mit 18,6 % die Abfälle aus der Auflösung von Papier und Pappe 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.



Trockengehalte

Die Trockengehalte variieren zwischen den einzelnen Rückstandsgruppen zum Teil sehr stark. Nachfolgende Tabelle zeigt die mittleren Trockengehalte sowie die Spannbreite der von den Umfrageteilnehmern angegebenen Werte in den einzelnen Rückstandsgruppen.

Rückstandsgruppe	Trockengehalt			Anzahl Werte
	Minimum	Mittelwert	Maximum	
Rinden- und Holzabfälle	33%	41%	48%	11
Abfälle aus dem Sortieren von Papier und Pappe für das Recycling	57%	84%	97%	5
Mechanisch abgetrennte Abfälle aus der Auflösung von Papier- und Pappeabfällen	10%	56%	80%	42
Verbrennungsrückstände	59%	88%	100%	12
Deinkingschlämme aus dem Papierrecycling	50%	62%	73%	15
Faserabfälle, Faser-, Füller- und Überzugsschlämme aus der mechanischen Abtrennung	20%	47%	69%	74
Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage	3%	36%	64%	25

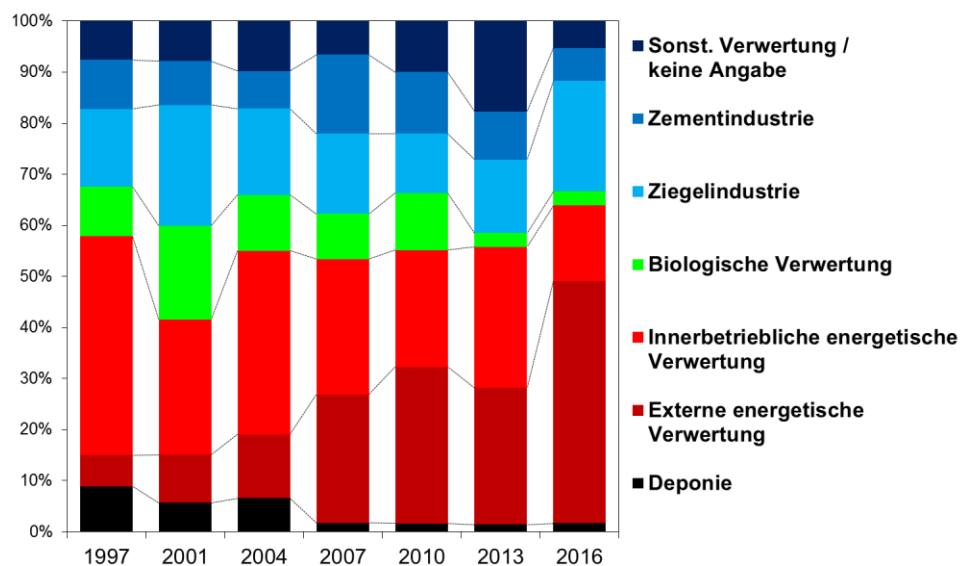


5.3 Entsorgungs- und Verwertungswege

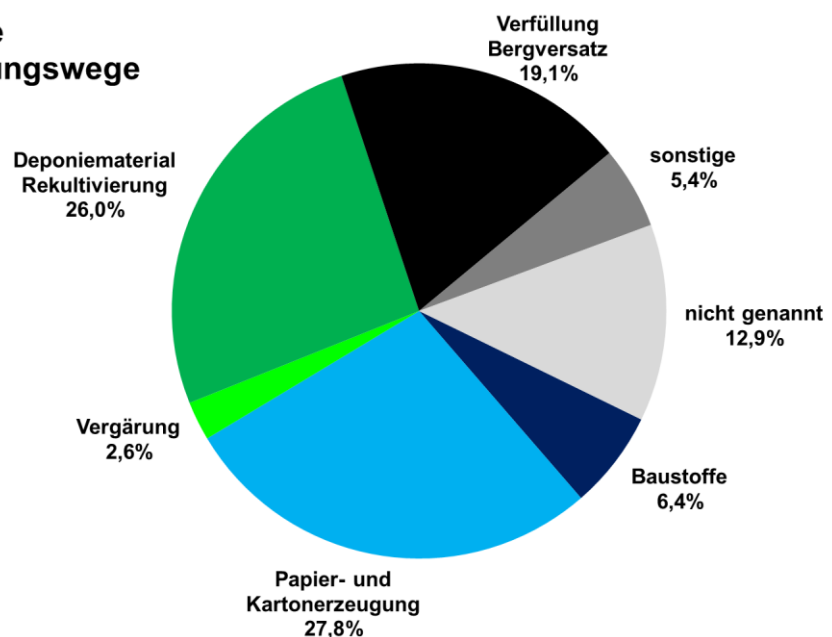
Entsorgungs- und Verwertungswege

Wie in den letzten Jahren werden über 50 % der in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie 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 Rückstände. Der Anteil der Rückstände, der deponiert wurde, hat sich bei den letzten vier Umfragen auf einen Wert von 1,4 bis 1,7 % eingependelt, der systembedingt wohl nicht mehr reduziert werden kann.

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.



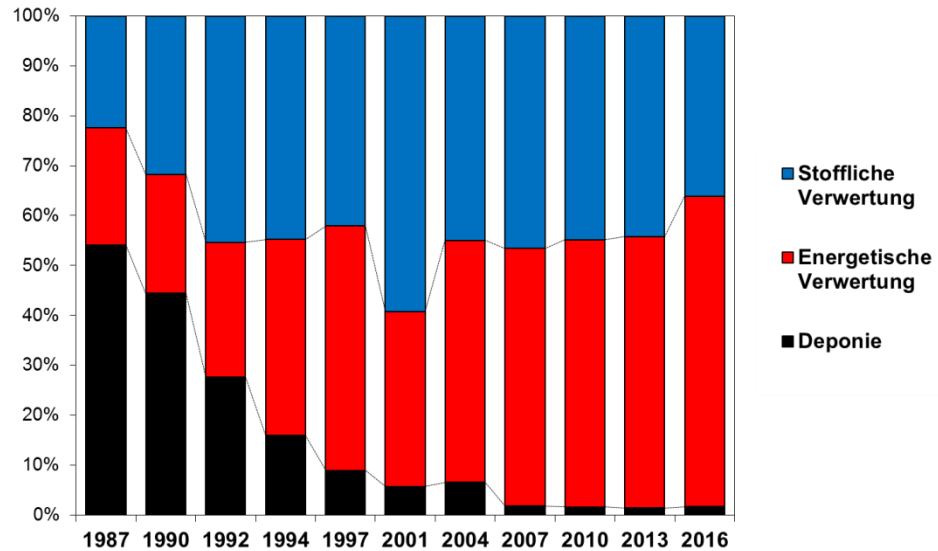
Sonstige Verwertungswege



Entwicklung seit 1987

Der Anteil der Rückstände, die stofflich oder energetisch verwertet werden, hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen, so dass eine Deponierung von papiertechnischen Rückständen nur noch eine untergeordnete Rolle spielt.

Bei dieser Auswertung ist zu berücksichtigen, dass Rückstände, bei denen „sonstige Verwertungswege“ angegeben wurde, der stofflichen Verwertung zugeordnet werden. Wie die letzte Abbildung zeigte, werden bei den sonstigen Verwertungswegen vor allem ein Einsatz bei Rekultivierungsmaßnahmen, im Bergversatz sowie in anderen Papier- und Kartonfabriken genannt.



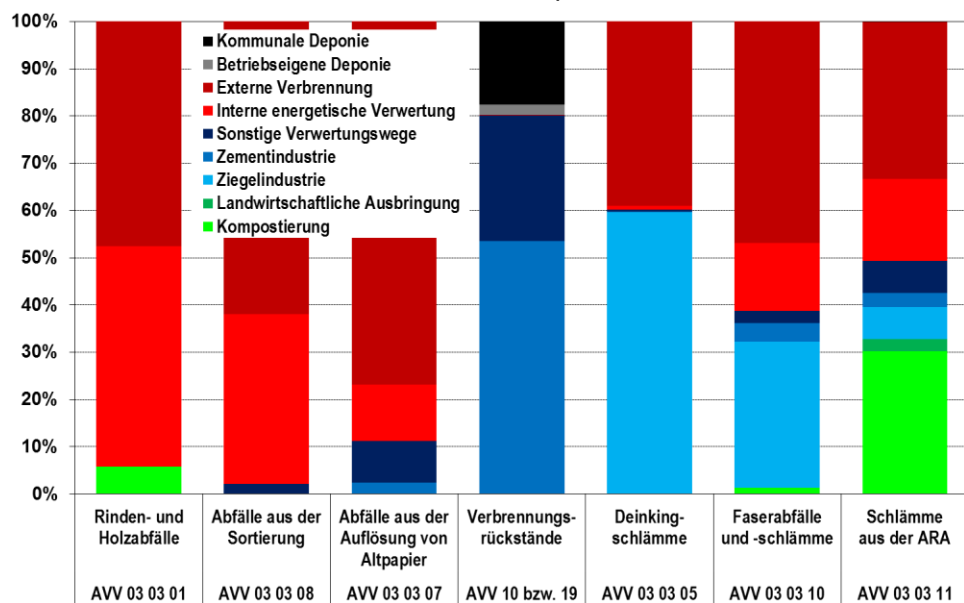
Rückstandsgruppenbezogene Entsorgungs- und Verwertungswege

Je nach den stofflichen Eigenschaften der Rückstände und den realisierbaren Entsorgungskosten können für die einzelnen Rückstandsgruppen unterschiedliche Entsorgungs- und Verwertungswege bestritten werden.

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. Auch bei Faserabfällen (AVV 03 03 10) und Schlämme aus der Abwasserreinigung (AVV 03 03 11) spielt eine stoffliche Verwertung eine große Rolle. Dabei überwiegt bei diesen beiden Rückstandsgruppen aber immer noch die energetische Verwertung.

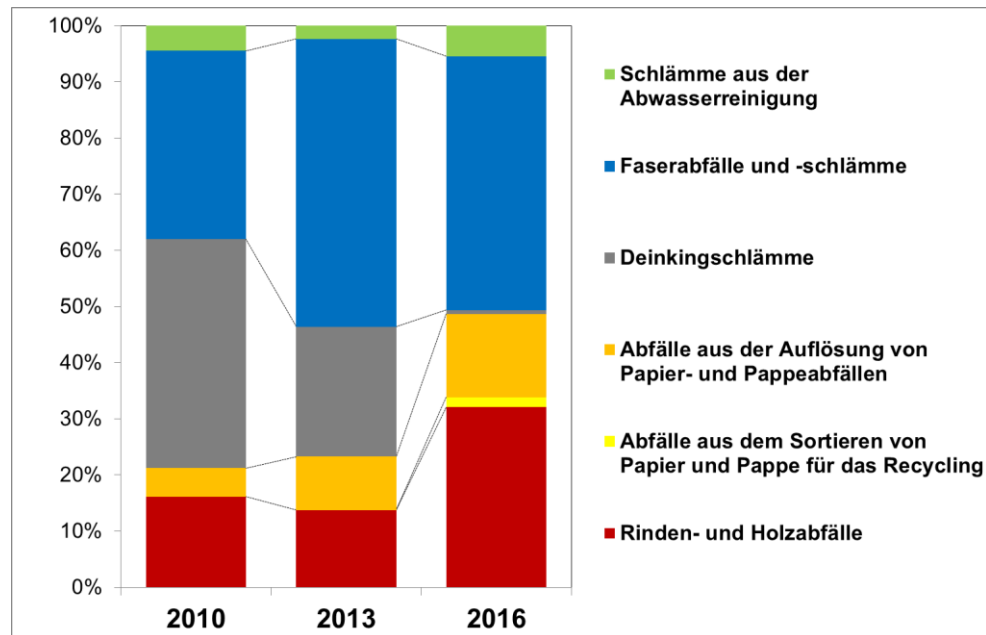
Erwartungsgemäß werden nur noch Verbrennungsrückstände auf Deponien abgelagert. Eine landwirtschaftliche Ausbringung ist nur noch für einen sehr kleinen Teil der Schlämme aus der ARA möglich. Rinden, Faser- und ARA-Schlämme können darüber hinaus auch kompostiert werden.



AVV 03 03 01	Rinden- und Holzabfälle
AVV 03 03 05	Deinkingschlämme 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
AVV 10 ...	Verbrennungsrückstände
AVV 19 ...	

Innerbetriebliche energetische Verwertung

In einigen deutschen Papier- und Zellstofffabriken wird ein Großteil der Rückstände innerbetrieblich energetisch verwertet. Die mengenmäßig größte Fraktion, der in den innerbetrieblichen energetischen Verwertungsanlagen eingesetzten papiertechnischen Rückstände, bilden die Faserabfälle nach AVV 03 03 10. Bei der Auswertung ist zu berücksichtigen, dass das Fehlen von Daten großer Papierproduzenten > 500.000 t/a zu Verschiebungen führen können. 2016 haben drei dieser Betriebe keine Daten beisteuern können.



Entsorgungskosten

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die für die Entsorgung bzw. Verwertung anfallenden Kosten einzelner Rückstandsgruppen. 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.

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

6 Literatur

- [1] H. Jung (2014) Wasser- und Rückstandsumfrage in der deutschen Papierindustrie 2013; Abschlussbericht zum INFOR-Projekt 172
- [2] H. Jung, J. Kappen, A. Hesse, und B. Götz (2014) Wasserumfrage 2013; Wochenblatt für Papierfabrikation, 9, 537-539
- [3] H. Jung, J. Kappen, A. Hesse und B. Götz (2014) Rückstandsumfrage 2013, Aufkommen und Verbleib der Rückstände aus der Zellstoff- und Papierindustrie, Wochenblatt für Papierfabrikation, , 10-2
- [4] H. Jung, J. Kappen, A. Hesse und B. Götz (2015) Wasser- und Rückstandsumfrage in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie, Aktuelle Papier-Rundschau, 01, 26 -27
- [5] <http://www.paper-world.com>
- [6] Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (2017) Papier 2017 Ein Leistungsbericht
- [7] Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (2017) Papier Kompass 2017
- [8] N.N.
Merkblatt für stromkostenintensive Unternehmen 2017
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2017
http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/bar_merkblatt_unternehmen.html
- [9] Kuhn, C.: Herkunft, Charakterisierung und Verlauf von organischen Stickstoffverbindungen in biologischen Abwasserreinigungsanlagen von Papierfabriken mit Frischfasereinsatz; IGF-Projekt Nr. 16408 TNb-Verlauf; 24. Folge-Meeting des PTS-Forschungsforums Innovative Verfahren, 30.11.2010