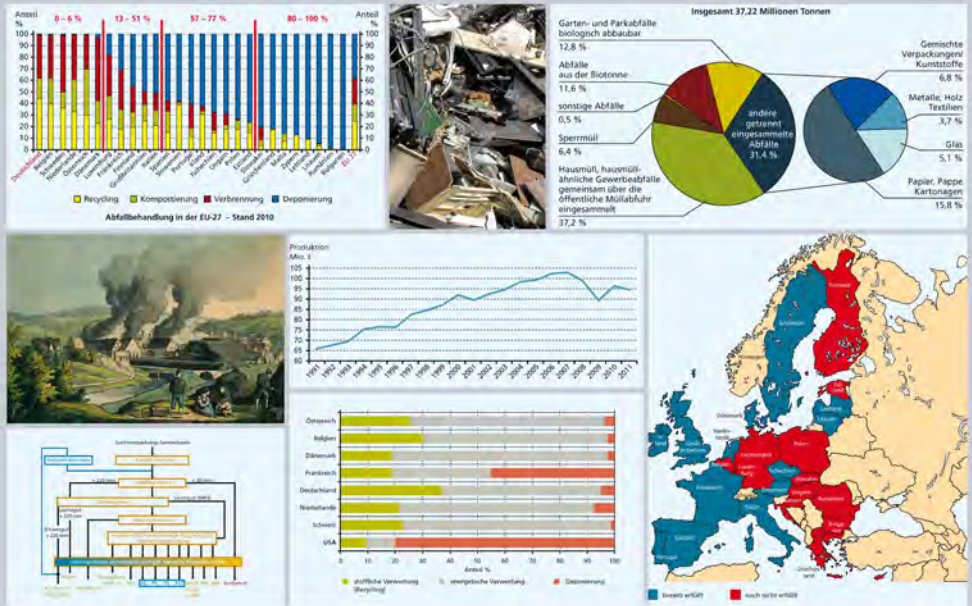


# Kostenfreie Artikel



Herausgeber: Karl J. Thomé-Kozmiensky • Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

## WIE FINDE ICH DIE FÜR MICH INTERESSANTEN FACHARTIKEL?

[www.vivis.de](http://www.vivis.de)

### Möglichkeit 1: Fachartikel-Suche nach Thema

Wenn Sie Artikel zu einem bestimmten Thema suchen, dann beachten Sie bitte den Bereich auf der linken Seite. Hier sind die Oberbegriffe alphabetisch aufgelistet. Teilweise untergliedern Sie sich noch in Unterthemen. Wenn Sie eines dieser Themen anklicken, finden Sie die dazu passenden, bei uns verfügbaren Beiträge mit den zugehörigen bibliographischen Angaben.

### Möglichkeit 2: Fachartikel-Suche nach Tagung

Wenn Sie Artikel zu einer bestimmten Konferenz/aus einem bestimmten Tagungsband suchen, gehen Sie in den Bereich Fachbücher. Dort sind die im TK Verlag erschienen Bücher – thematisch geordnet – zu finden. Haben Sie das gesuchte Buch gefunden, folgen Sie dem Link Inhaltsverzeichnis. Durch klicken auf den Beitragstitel öffnet sich ein Fenster mit dem gesuchten Beitrag im PDF-Format. Dieser kann einfach und schnell heruntergeladen werden.

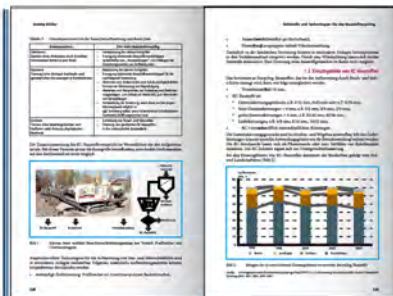
### Möglichkeit 3: Fachartikel-Suche nach Autor

Wenn Sie Artikel von einem bestimmten Autor suchen, nutzen Sie das Suchfeld rechts oben. Kostenfreie Artikel sind dadurch zu erkennen das links neben dem Ergebnis das Zeichen [PDF] zu finden ist.

### Zurzeit befindet sich die Seite noch im Aufbau.

Sollten Sie Interesse an mehreren Beiträgen aus dem gleichen Buch haben, bietet es sich an dieses direkt bei uns zu bestellen.

Bei Fragen wenden Sie sich gern an uns.



Dorfstraße 51  
 D-16816 Nietwerder-Neuruppin  
 Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10  
 E-Mail: tkverlag@vivis.de

**vivis**  
 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

# Zukünftige Altpapierzusammensetzung in Europa?

## – Erwartungen, Ursachen und Auswirkungen –

Christina Dornack, Constanze Seidemann, Johannes Kappen und Jörg Wagner

1.	Ausgangssituation .....	503
1.1.	Auswertung der Altpapierbilanzen aus Deutschland.....	503
1.2.	Entwicklung der Altpapiererfassung in Abhängigkeit vom Altpapierpotenzial beim Endverbraucher in Deutschland.....	504
1.3.	Altpapier im Restabfall.....	505
1.4.	Europäische Altpapierbilanz.....	506
2.	Entwicklungen von Papierverbrauch und -produktion und deren Auswirkungen auf die Altpapierzusammensetzung und -qualität.....	507
2.1.	Ausgangssituation bei Grafischen Papiere.....	507
2.2.	Ausgangssituation bei Verpackungspapieren .....	508
2.3.	Erwartungen an Altpapiermenge, -zusammensetzung und -qualität..	508
3.	Neue Entwicklungen bei der Altpapiersortierung .....	509
3.1.	Stand der trockenen Sortierung von Altpapier aus haushaltnaher Erfassung .....	509
3.2.	Wirtschaftlichkeit der trockenen Altpapiersortierung unter veränderten Randbedingungen .....	511
3.3.	Steigerung der Automatisierung von Sortieranlagen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit .....	512
4.	Zusammenfassung und Fazit.....	513
5.	Literatur.....	513

## 1. Ausgangssituation

### 1.1. Auswertung der Altpapierbilanzen aus Deutschland

Heutzutage werden eine Vielzahl von Produkten und Reststoffen wiederverwendet oder recycelt. Mit einer Altpapiereinsatzquote von 74 Prozent (D 2013) nähert sich die Papierindustrie einer Kreislaufwirtschaft an, in der die Produkte nach der Nutzungsphase wieder Faserrohstoffe sind. Damit werden etwa 62 Prozent des Rohstoffverbrauches durch den Einsatz von Altpapier abgedeckt. [13]

Der Vergleich der bundesweiten Altpapierbilanzen der letzten 20 Jahre [1] zeigt die Erhöhung der getrennten Sammlung als Vorbereitung zur Nutzung von Altpapier als Sekundärrohstoff und eine Verringerung der Altpapiermenge im abfallwirtschaftlichen System (Tabelle 1).

Altpapiermengen	1992	2011	Veränderung
	Millionen Tonnen		%
Papier/Pappe-Erzeugung	12,941	22,706	75
Abfallpapier beim Endverbraucher	12,268	16,677	36
Nicht verwertbares Abfallpapier beim Endverbraucher	0,687	1,880	174
getrennt gesammeltes Altpapier Haushalt und Gewerbe	6,785	13,846	104
Altpapier in der Abfallentsorgung	5,483	2,831	-48

Tabelle 1:

Vergleich der bundesweiten Altpapierbilanzen 1992 und 2011

Quelle: Bilitewski, B.; Kügler, T. im Auftrag des VDP: Die Wertschöpfungskette Papier. Entwicklung und Perspektiven. Vortrag auf dem Kooperationsforum der PTS, 7.3.2014

Altpapier ist in Deutschland und weltweit der mengenmäßig bedeutendste Faserrohstoff den die Papierindustrie entwickelt. So stieg der Altpapiereinsatz bezogen auf die Produktionsmenge der deutschen Papierindustrie von 65 Prozent im Jahr 2003 auf 72 Prozent im Jahr 2012 an. Im gleichen Zeitraum erhöhte sich die Altpapiereinsatzquote der globalen Papierproduktion von fünfzig Prozent auf 57 Prozent. Diese herausragende Bedeutung des Altpapiers für die Papier-Wertschöpfungskette resultiert in erster Linie aus der begrenzten Verfügbarkeit des Primärfaserrohstoffes Holz für die Papierindustrie, da diese mit anderen Branchen, wie z.B. der Bau-, Möbel- und Holzwerkstoffindustrie und zunehmend mit der Bioenergieerzeugung um diesen Rohstoff konkurriert.

Ein weiterer wesentlicher Grund ist der für den Aufschluss von Holz zu Faserstoff erforderliche sehr hohe technische und technologische Aufwand. Zudem ist speziell der mechanische Holzaufschluss durch einen hohen Bedarf an elektrischer Energie gekennzeichnet. Beide Faktoren bewirken eine hohe Kostenbelastung der Papierindustrie bei Einsatz von Primärfaserstoffen.

Die Ausrichtung der Altpapiererfassung und -sortierung auf ein qualitativ hochwertiges Produkt sowie der hohe technologische Entwicklungsstand der Papierherstellung ermöglichen der Papierindustrie in steigendem Umfang den Einsatz des kostengünstigen und ressourcensparenden Sekundärfaserstoff Altpapier. Zusätzlich bewirken gesetzliche Regularien wie z.B. die Selbstverpflichtungserklärung der Arbeitsgemeinschaft Graphische Papiere (AGRAPA) und die Verpackungsverordnung, in denen Quoten für eine stoffliche Verwertung von Verkaufsverpackungen definiert sind, und die Anstrengungen zur Ressourcenschonung einen steigenden Altpapiereinsatz. Ergebnis dieser Entwicklung ist, dass der Faserstoffeintrag für die beiden Masspapierqualitäten Zeitungsdruckpapier und Wellpappenrohpapier in Deutschland zu hundert Prozent aus Altpapier erfolgt.

## 1.2. Entwicklung der Altpapiererfassung in Abhängigkeit vom Altpapierpotenzial beim Endverbraucher in Deutschland

In den letzten zwanzig Jahren stieg die Menge an getrennt erfasstem Altpapier signifikant an. Ursache hierfür ist der zunehmende Verbrauch von Papierprodukten in Haushalten, Gewerbe und Industrie sowie der steigende Anfall von Papierabfällen im Bereich der papierverarbeitenden Industrie. Entsprechend dieser Verbrauchsentwicklung erhöhte sich im Zeitraum von 1990 bis 2011 die Papierproduktion von

12,8 Millionen Tonnen auf 22,7 Millionen Tonnen und die Altpapiereinsatzquote der deutschen Papierindustrie von 49 Prozent auf 71 Prozent. Entsprechend des steigenden Bedarfes wurde die Erfassung von Papierabfällen im haushaltsnahen und gewerblichen Bereich mit unterschiedlichen Systemen kontinuierlich ausgebaut. Bild 1 zeigt, dass ab dem Jahr 1998 insbesondere die getrennte Erfassung von Papierabfällen durch die gewerbliche Entsorgung intensiviert werden konnten, wobei die Menge an haushaltsnah erfassten Altpapieren relativ konstant geblieben ist. Die Menge an Altpapier, die nicht erfasst worden ist, verminderte sich deutlich.

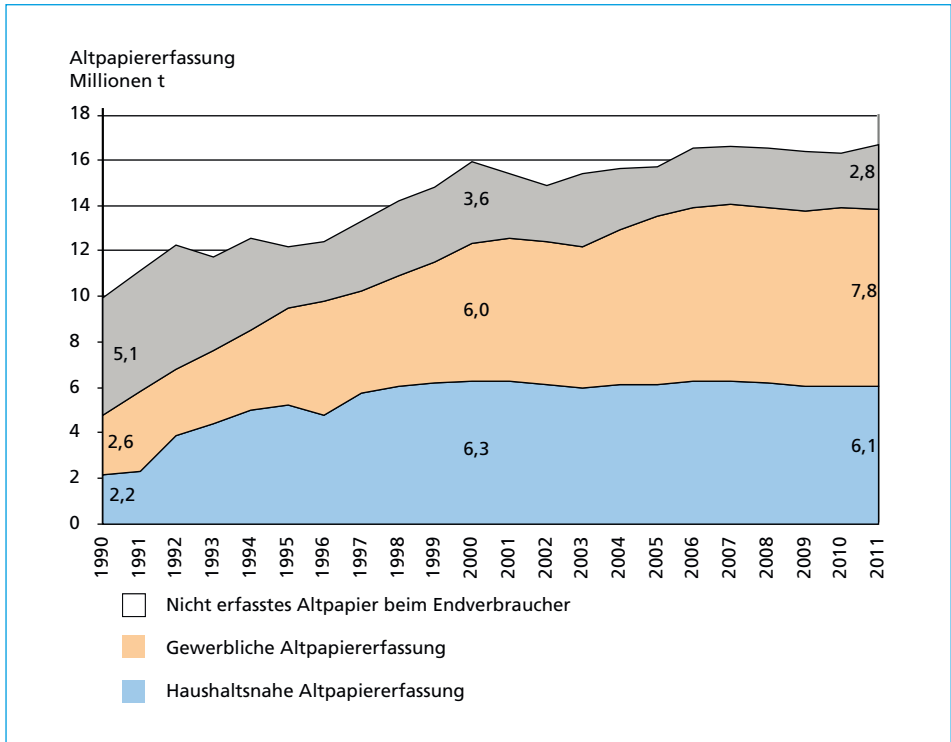


Bild 1: Altpapierfassung von 1990 bis 2011

Quelle: Bilitewski, B. und Kügler, T. im Auftrag des VDP: Die Wertschöpfungskette Papier. Entwicklung und Perspektiven. Vortrag auf dem Kooperationsforum der PTS, 7.3.2014

### 1.3. Altpapier im Restabfall

In den letzten 20 Jahren ist ein signifikanter Rückgang der Menge an Altpapier im Restabfall zu beobachten (Bild 3). In den Jahren nach 2010 wird nur noch ein moderater Rückgang erwartet, da das Potenzial zur weiteren getrennten Erfassung von Altpapier in Kommunen mit verursachergerechten Gebührensystemen nahezu erschöpft ist. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG (2014) wird an dieser Entwicklungstendenz wenige Veränderungen hervorrufen.

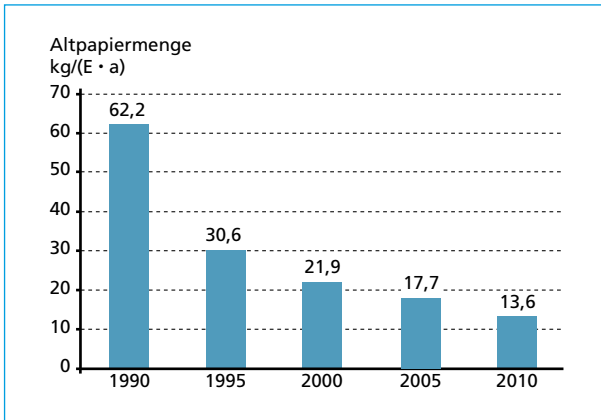


Bild 2:

Entwicklung der Altpapiermenge im Restabfall aus Haushalten

Quelle: Bilitewski, B.; Kügler, T. im Auftrag des VDP (2014): Die Wertschöpfungskette Papier. Entwicklung und Perspektiven. Vortrag auf dem Kooperationsforum der PTS, 7.3.2014

## 1.4. Europäische Altpapierbilanz

Seit 1998 hat sich die Recyclingquote von Altpapier um 45 Prozent erhöht. Ursache ist u.a. die Selbstverpflichtung des *European Recovered Paper Council (ERPC)*.

Laut European Recovered Paper Council, 2014, hat die Mehrheit der elf europäischen Länder, die derzeit noch eine Recyclingquote um sechzig Prozent aufweisen, ihre Recyclingquote in den letzten Jahren deutlich verbessert. Parallel dazu haben dreizehn europäische Länder die angestrebte Recyclingquote von siebzig Prozent bereits erreicht.

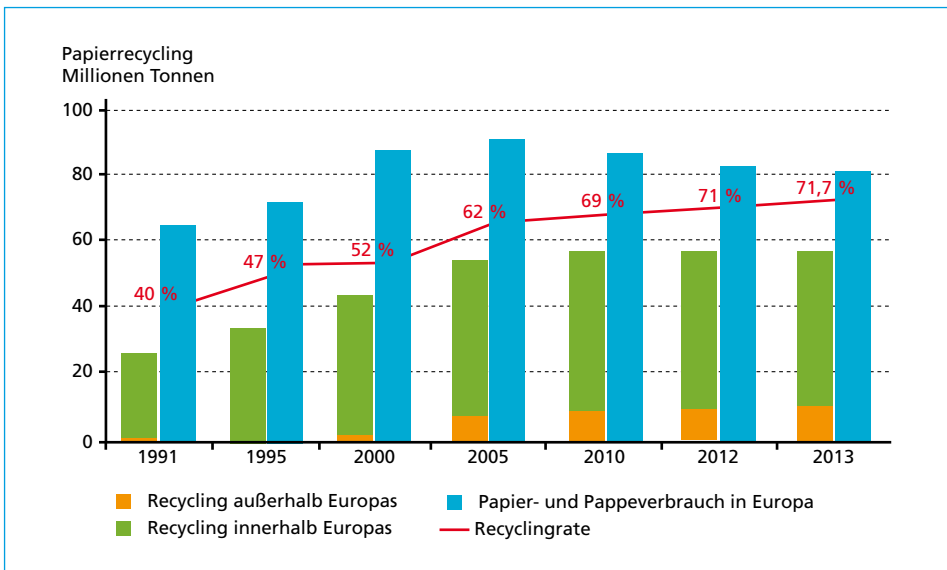


Bild 3: Altpapierrecycling in Europa

Quelle: ERPC, 2014: Paper recycling in Europe at 71.7% - A reliable performance secures access to valuable raw material. <http://www.paperforrecycling.eu/uploads/Modules/Newsmanager/erpc-monitoring-report-2013.pdf>

In den vergangenen beiden Jahrzehnten erhöhte sich in der europäischen Papierindustrie der Einsatz von Altpapier kontinuierlich (Bild 3). Im Jahr 2011 wurde eine Altpapiereinsatzquote von 51 Prozent erreicht. Die Hälfte der 28 EU-Länder weist eine Altpapiereinsatzquote von mindestens sechzig Prozent aus. Entsprechend entwickelte sich die Altpapiererfassung auf und pegelte sich in den letzten Jahren auf einem konstant hohen Niveau von etwa 72 Prozent ein. Etwa 21 Prozent des Papierverbrauchs aufgrund hygienischer Belange nicht recycelbar oder nicht über die Altpapiersammlung erfassbar [4]. Jedoch bestehen zwischen den einzelnen Ländern der Europäischen Union bei der Erfassung große Unterschiede, die Spannweite lag im Jahr 2012 zwischen 27 Prozent und 81 Prozent. Insgesamt wurden im Jahr 2012 in der Europäischen Union 56 Millionen Tonnen Altpapier erfasst und 47 Millionen Tonnen verbraucht.

## 2. Entwicklungen von Papierverbrauch und -produktion und deren Auswirkungen auf die Altpapierzusammensetzung und -qualität

### 2.1. Ausgangssituation bei Grafischen Papieren

Die Nachfrage und die Produktion von grafischen Papieren sinken [5]. Neben Zeitungen sind auch Magazine und Büropapiere von dieser Entwicklung betroffen (Bild 4). In Deutschland ging die Produktion von grafischen Papieren allein vom Jahr 2010 auf 2011 um vier Prozent zurück [12].

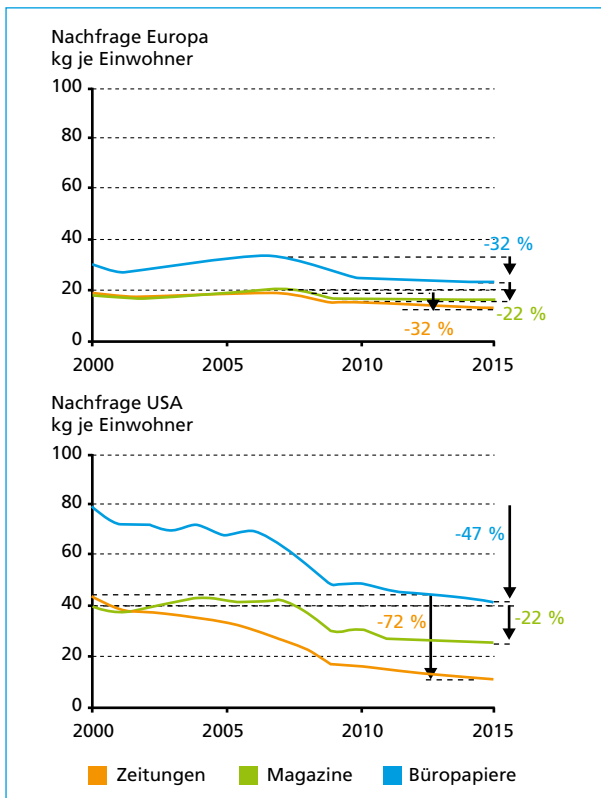


Bild 4:

Entwicklung der spezifischen Nachfrage nach grafischen Papierprodukten in den USA und in Europa von 2000 bis 2015

Quelle: Wurster, H.: Die Papierwirtschaft als Teil der Bioökonomie; Vortrag auf der APV-Jahrestagung am 27.10.2012

Studien für den nordamerikanischen und europäischen Raum zeigen, dass diese Entwicklung sich auch in den nächsten Jahren fortsetzen wird. So wird für den Verbrauch in den USA bis zum Jahr 2020 ein Rückgang von Magazinen um 47 Prozent und für Bücher um 52 Prozent prognostiziert [10]. Wesentliche Aspekte des Verbraucherverhaltens in den USA sind zeitversetzt in Europa zu beobachten, sodass ein weiterer deutlicher Rückgang des Verbrauches an grafischen Papieren in Europa erwartet wird. In dem Zeitraum von 2008 bis 2020 wird ein Rückgang der Zeitungsnachfrage um 56 Prozent und für Büropapiere um 45,5 Prozent prognostiziert [7].

## 2.2. Ausgangssituation bei Verpackungspapieren

Im Gegensatz zu grafischen Papieren blieben die Verbrauchs- und Produktionsmengen bei den Verpackungspapieren und -kartone in den letzten Jahren weitestgehend konstant [12]. Derzeit sind keine Ansätze in den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen erkennbar, welche Anlass für erhebliche Änderung der Verbrauchs- und Produktionsmengen sein könnten. Vielfältige neue Anforderungen an moderne Packmittel sowie neue Einsatzfelder bewirken eine z.T. gravierende Veränderung deren Materialzusammensetzung. Der gesellschaftlich geforderte verstärkte Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im Verpackungsbereich befördert die Substitution von Kunststoff, Glas und Metall durch zellulosebasierende Materialien wie Papier, Karton, Faserguss, Compounds usw. Zudem erfordern die bestehenden und neuen Anwendungsbereiche von den Verpackungen eine Vielzahl von Eigenschaften, welche eine Kombination von Papier oder Karton mit anderen Materialien, wie z.B. mineralische Stoffe oder Kunststoff erforderlich macht.

Insbesondere diese aus mehreren unterschiedlichen Materialien bestehenden Packmittel stellen neue Anforderungen an die Sortier- und Aufbereitungstechnologien.

## 2.3. Erwartungen an Altpapiermenge, -zusammensetzung und -qualität

Die sich verringern den Verbrauchs- und Produktionsmengen der grafischen Papiere und die sich auf konstant hohem Niveau bewegend e Nachfrage und Produktion von Verpackungspapieren kann sowohl in Europa als auch in Nordamerika beobachtet werden (Bild 5). Diese globale Entwicklung lässt erwarten, dass perspektivisch die Altpapiermengen aus der haushaltsnahen Erfassung sowie aus der Verarbeitung grafischer Papiere abnehmen werden. Darüber hinaus wird der Anteil an Verpackungen in der Haushaltssammelware ansteigen.

Für die zur Herstellung von grafischen Papieren benötigte Deinkingware 1.11.00 [3] ist das Mengenverhältnis zwischen den enthaltenen Zeitungen und Magazinen ein wesentlicher Qualitätskennwert; eine Vielzahl von technologischen, wirtschaftlichen und qualitativen Parametern bei der Produktion von grafischen Papieren werden davon beeinflusst. So führt z.B. eine Reduzierung des Anteils an Magazinen und Illustrierten in dieser Altpapiersorte auf der einen Seite zu einer Reduzierung der Kleberbelastung des Altpapiers, andererseits verringert sich der Frischfasereintrag in den grafischen Papierkreislauf, so dass das Generationenalter der Fasern ansteigt.

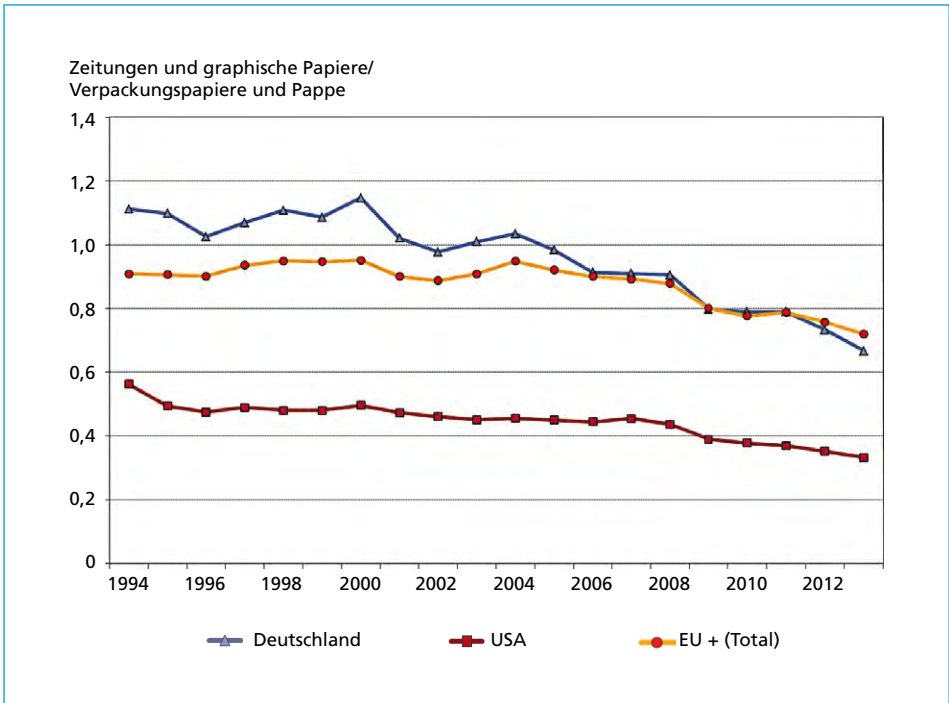


Bild 5: Änderung der Sortenstruktur in der Papiererzeugung

Quelle: Kappen, J., Hanke, A.: Steigerung der Wertschöpfung in der Altpapiersortierung durch eine adaptive Steuerung der Sortieraggregate. Vortrag auf dem Altpapierstag des VDP in Düsseldorf. 2013

Ein weiterer wesentlicher Trend ist die zunehmende und vielfältigere Veredlung von Papierprodukten und der Einsatz von Verbundmaterialien im Verpackungsbereich. Dadurch erhöht sich der Anteil an papierfremden Materialien und schwer aufzubereitenden Papierprodukten im Altpapier.

Diese Entwicklungen beeinflussen die Qualität des Altpapiers als wichtigsten Rohstoff für die Papierindustrie maßgeblich.

Wir müssen zukünftig mit einem Mengen- und Werteverlust des anfallenden Altpapiers rechnen. Gleichzeitig bleiben die Anforderungen der Abnehmer des sortierten Altpapiers hoch bzw. steigen hinsichtlich der Qualität.

### 3. Neue Entwicklungen bei der Altpapiersortierung

#### 3.1. Stand der trockenen Sortierung von Altpapier aus haushaltnaher Erfassung

Das derzeitige Ziel der trockenen Altpapiersortierung ist die Herstellung einer hochwertigen Altpapierqualität für die Herstellung von Zeitungs- und Magazinpapier (Deinkingware 1.11.00) entsprechend den Vorgaben der *Liste der Europäischen*



*Standardsorten und ihre Qualitäten EN 643* [3] aus haushaltsnah erfasstem Altpapier. In den Sortieranlagen werden manuell und in zunehmendem Umfang auch unter Nutzung verschiedener Trenntechniken die in der Haushaltsammelware enthaltenen Verpackungen und papierfremde Stoffe abgetrennt. Generell besteht ein Trend zum verstärkten Einsatz von automatisierten Sortieranlagen [11].

Derzeit sind die Sortieranlagen darauf ausgerichtet, Deinkingware zu produzieren. Deren Anteil beträgt etwa 62 Prozent vom Input. Es fallen zwei weitere Fraktionen an, die als Sorten 1.02 und 1.04 im Bereich der Verpackungspapier und -kartonherstellung eingesetzt werden. Der Gesamtanteil dieser beiden Sorten liegt bei etwa 38 Prozent bezogen auf den Input.

Die Sortierkonzepte zur Herstellung der Deinkingware sind konsequent auf die technologischen und qualitativen Anforderungen der Papierhersteller für grafische Papiere ausgerichtet. Alle Papier- /Kartonprodukte und papierfremde Materialien, welche den Produktionsprozess erschweren bzw. die Produktqualität beeinträchtigen, werden abgetrennt. Dagegen findet die Qualität der im Verpackungsbereich genutzten Sortierfraktionen (AP-Sorten 1.02 und 1.04) bei Technologie und Betriebsregime der Sortieranlagen kaum Berücksichtigung, d.h. es erfolgt keine zielgerichtete, auf die Anforderungen dieser bedeutenden Branche der Papierindustrie ausgerichtete Herstellung von Altpapierqualitäten. Daraus resultieren große Schwankungen in der stofflichen Zusammensetzung dieser Altpapiersorten (Bild 6).

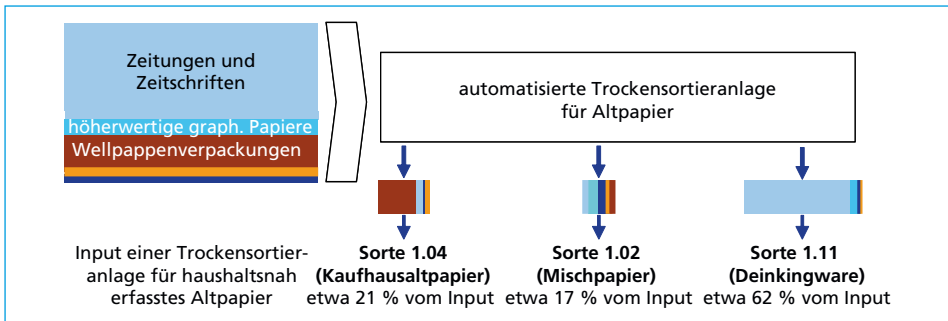


Bild 6: Sortierfraktionen einer automatisierten Altpapiersortieranlage mit deren auf den Input bezogenen Anteilen

Quelle: Seidemann C.: Upgrading einer Fraktion in der Altpapiersortierung durch innovative ergänzende trockene Aufbereitungstechnologien. PTS-Forschungsbericht: PTS-IW-090015, 2010

Einen typischen Aufbau einer Anlage zur automatischen Sortierung von Altpapier aus haushaltsnaher Erfassung zeigt Bild 7. Sie umfasst verschiedene mechanische Sortierprozesse, sensorgestützte Abtrennstufen sowie eine manuelle Nachsortierung.

Die Trennaggregate klassieren nach unterschiedlichen Eigenschaften wie Größe (z.B. Scheibensiebe als Karton- bzw. Feinsieb) oder Biegesteifigkeit (z.B. Spiker), weiterhin erfolgt eine Sortierung basierend auf einer sensorischen Bewertung einzelne Objekte [2, 9]. In den Sortieranlagen erfolgt die Stoffstromtrennung auch als Kombination der genannten Aggregate. Die sensorische Bewertung erfolgt mit VIS- und NIR-Sensoren. In der Regel schließt sich eine manuelle Endkontrolle an.

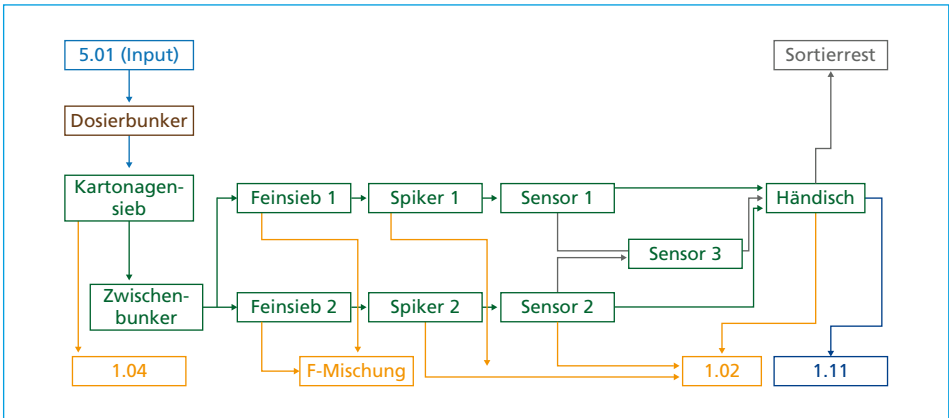


Bild 7: Schematische Darstellung eine Altpapier-Sortieranlage

Quelle: Hanke, A.; Tempel, L.: Anlagenbau im Aufbereitungsbereich – am Beispiel der Altpapiersortierung. In: Thomé-Kozmiensky, K.J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 7, Nietwerder: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014, S. 332-248

Störfaktoren im Betrieb der Sortieranlagen können neben den Schwankungen der Qualität des Inputmaterials ein hoher Feuchtegehalt des Altpapiers und ein hoher Anteil an Störstoffen im Altpapier sein. Die Quantifizierung der Störfaktoren ist Bestandteil eines abgeschlossenen Projekts an der PTS [6].

### 3.2. Wirtschaftlichkeit der trockenen Altpapiersortierung unter veränderten Randbedingungen

Bild 8 zeigt die wirtschaftlichen Auswirkungen eines verringerten Bedarfs des Produktes Deinkingware (Sorte 1.11.00 nach EN 643) und eines erhöhten Verpackungsanteils im Input-Material der Anlagen. Daraus resultiert, dass zusätzlich zur Erlösminderung ein Anstieg der variablen Kosten durch die aufwendigere Abtrennung der Zielfraktion und eine Erhöhung

der Verpressungs-Kosten den steigenden Anteil der Nebenprodukte 1.02.00 und 1.04.XX die Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebes beeinflusst.

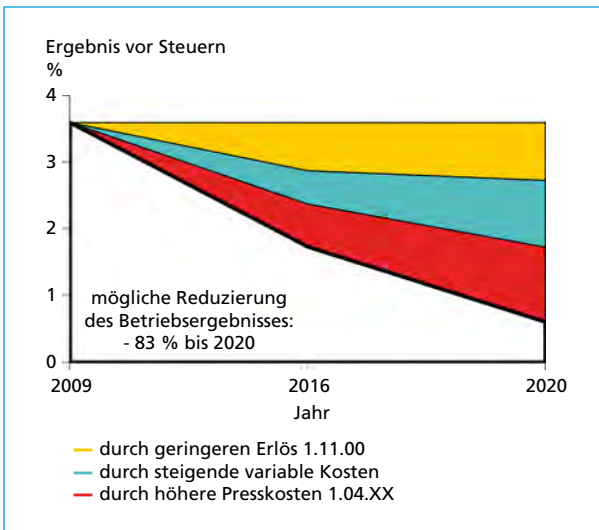


Bild 8:

Veränderung des Erlöses der Altpapiersortierung unter geänderten Randbedingungen entsprechend der prognostizierten Altpapierzusammensetzung

### 3.3. Steigerung der Automatisierung von Sortieranlagen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit

Durch intelligente Sortierkonzepte mit angepasster Steuerung können Betreiber von Sortieranlagen auf die geänderten Randbedingungen und die Inhomogenität des Inputmaterials reagieren.

Die Variabilität im Input ist hoch. Kunststoffanteil, Feuchte, Anteil an papierfremden Bestandteilen und Verhältnis von grafischen Papieren und Kartons sind starken Schwankungen unterlegen. Es sind jedoch derzeit wenige verifizierte Informationen zur Zusammensetzung des Inputs vorhanden. Zudem gibt es keine konsequente Anpassung der Sortiergeschwindigkeit an die unterschiedlichen Inputmaterialien und deren Sortierbarkeit in den einzelnen Aggregaten. Damit werden die Sortieraggregate bei verändertem Input nicht optimal eingesetzt. Das Ziel der Sortierung – in der Regel Deinkingware (1.11) bleibt unverändert.

Im Projekt *SortOptAP* wurde ein Verfahren zur Steigerung der Wertschöpfung des Sortierprozesses von Altpapier entwickelt, welches durch Online-Bewertung des Eingangsmaterials zur Erreichung der optimalen Sortiergeschwindigkeit beitragen soll. Zudem ermöglicht es eine angepasste Steuerung der mechanischen Sortieraggregate und eine flexible Beeinflussung der Output-Qualität.

Im Ergebnis der Untersuchungen konnte eine Steigerung der Sortiereffizienz in Sortieranlagen durch Online-Aufnahme der Einflusskriterien von Altpapierobjekten auf den Sortierprozess, wie z.B. Zusammensetzung, Feuchte, Flächenmasse, Partikelgröße, usw. erreicht werden. Im Projekt wurde eine Methode zur umfassenden Charakterisierung des heterogenen Altpapierstroms basierend auf Einzelobjekterkennung und daraus schlussfolgernd auf den gesamten Papierstrom entwickelt. Damit ist es möglich, dass die Sortieranlage während des Dauerbetriebes durch adaptive Steuerung von beeinflussbaren Anlagenparametern an die aktuelle Zusammensetzung modifiziert werden kann. Es erfolgt damit eine direkte Anpassung des Anlagenbetriebs bzw. des Betriebs einzelner Anlagenbestandteile auf die Inputparameter (Bild 9). Die Modifikation der Anlage kann z.B. hinsichtlich der Sortiergeschwindigkeit erfolgen.

Der Nutzen für die Anlagenbetreiber liegt darin, dass die kontinuierliche Prüfung des Eingangsmaterials Empfehlungen für adaptive Steuerung liefert. Die Effektivität der Anlage wird durch geringere Ausfallzeiten, Steigerung der Sortenqualität und Steigerung der Anlageneffizienz erreicht.



Bild 9:

Automatisierte Altpapiersortierung im Projekt *SortOptAP*

Quelle: Kappen, J.; Hanke, A.: Steigerung der Wertschöpfung in der Altpapiersortierung durch eine adaptive Steuerung der Sortieraggregate. Vortrag auf dem Altpapiertag des VDP in Düsseldorf. 2013

## 4. Zusammenfassung und Fazit

Ein verändertes Verbraucherverhalten und der dadurch bedingte Strukturwandel in der Papierindustrie bewirken wesentliche Veränderungen in der Zusammensetzung des Altpapiers aus dem haushaltsnahen Bereich und in der Verbrauchsstruktur der Papierindustrie. Zudem zeichnet sich ein steigender Anteil an Papierverbunden und stark veredelten Papierprodukten im Altpapier ab. Diese Veränderungen wirken sich auf die Prozessfähigkeit des Altpapiers in Trockensortieranlagen und seine papier-technologische Eigenschaften, wie z.B. Deinkbarkeit, Aschegehalt, Ausbeute, usw. aus. Insbesondere ergeben sich neue Herausforderungen für die Generierung der für die Herstellung von grafischen Massendruckpapieren erforderlichen Altpapiersorte 1.11.00. Zur weiteren Sicherstellung der hohen Qualitätseigenschaften dieser Altpapierqualität könnte die Etablierung selektiverer und werterhaltender Sammelsysteme ein Teil eines Lösungsansatzes darstellen.

Die sich verringernde Wirtschaftlichkeit der Trockensortieranlagen stellt eine zentrale Herausforderung für zukünftige Entwicklungen zur Sicherung der Erzeugung einer hochqualitativen Deinkingware dar.

Die verstärkte Anwendung von Messtechnik zur Kontrolle der Qualität des Sekundärfaserstoffes im Eingang von Sortieranlagen und Papierfabriken sowie die Nutzung und weitere Entwicklung von Trockensortierkonzepten mit angepasster Steuerung sind entscheidende Maßnahmen, mit denen die Entsorgungswirtschaft und die Papierindustrie auf die geänderten Randbedingungen reagieren können. Eine weitere Option zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Trockensortieranlagen stellt eine zielgerichtete Erweiterung des Produktspektrums dieser Anlagen dar, indem hochwertige Papierprodukte gezielt detektiert, sortiert und vermarktet werden.

## 5. Literatur

- [1] Bilitewski, B.; Kügler, T. im Auftrag des VDP (2014): Die Wertschöpfungskette Papier. Entwicklung und Perspektiven. Vortrag auf dem Kooperationsforum der PTS, 7.3.2014
- [2] Blechschmidt, J. (Hrsg.): Altpapier – Regularien, Erfassung, Aufbereitung, Maschinen und Anlagen, Umweltschutz, Leipzig, 2011
- [3] CEN Liste der europäischen Standardsorten und ihre Qualitäten, 2014, B.I.R., CEPI (Hrsg.), Brüssel, 2014
- [4] ERPC, 2014: Paper recycling in Europe at 71.7 % – A reliable performance secures access to valuable raw material. <http://www.paperforrecycling.eu/uploads/Modules/Newsmanager/erpc-monitoring-report-2013.pdf>
- [5] Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/search/paper/E>; Abgerufen am 15.01.2015
- [6] Hanke, A.; Tempel, L.: Anlagenbau im Aufbereitungsbereich – am Beispiel der Altpapiersortierung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Goldman, D.: Recycling und Rohstoffe, Band 7, Nietwerder: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014, S. 332-248
- [7] Harris, R.: The Future of Paper and Print in Europe 2008 – 2020, NLK Associates, Verlag: The Stationers' and Newspaper Makers' Company; June 2009

- [8] Kappen, J.; Hanke, A.: Steigerung der Wertschöpfung in der Altpapiersortierung durch eine adaptive Steuerung der Sortieraggregate. Vortrag auf dem Altpapiertag des VDP in Düsseldorf. 2013
- [9] Rauch, W. : Von der Hand zum Greifarm. Recycling magazin S.28-29, 12/2011
- [10] Sutton, V.; Renard, D.; Mason, K.: Pulp and Printing Papers Forecast, 2010–2020: The Impact of Digital Media and E-reading Platforms on Paper Demand; The Reel Time Report, medialDEAS, Equity Research Associates; 15. September 2010
- [11] Trend research: Der Markt für Altpapier bis 2015; Potenzialstudie; trend:research, Institut für Trend- und Marktforschung (Hrsg.), Bremen 2008
- [12] VDP: Papier 2012, Ein Leistungsbericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie Verband deutscher Papierfabriken e.V. (VdP), Bonn 2012
- [13] VDP: VDP-Leistungsberichte 1990 bis 2011, 2014
- [14] Weigand, H.; Marb, C.: Zusammensetzung und Schadstoffgehalt von Restmüll aus Haushaltungen – Teil III – physikalisch-chemische Eigenschaften und Schadstoffgehalte. Müll und Abfall, Ausgabe 05/2006, S. 236-246
- [15] Wurster, H.: Die Papierwirtschaft als Teil der Bioökonomie; Vortrag auf der APV-Jahrestagung am 27.10.2012

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann (Hrsg.):  
**Recycling und Rohstoffe – Band 8**

ISBN 978-3-944310-20-6 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2015  
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,  
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky  
Erfassung und Layout: Ginette Teske, Sandra Peters, Carolin Bienert, Janin Burbott,  
Max Müller, Cordula Müller  
Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.