

## Der Weg des Altpapiers

Entsorgungstechnik Bavaria plant, baut und modifiziert seit über 30 Jahren Sortieranlagen für feste Wertstoffe. Mit ihrer großen Erfahrung gehört die Entsorgungstechnik BAVARIA GmbH zu den Spezialisten im Bereich der Altpapiersortierung.

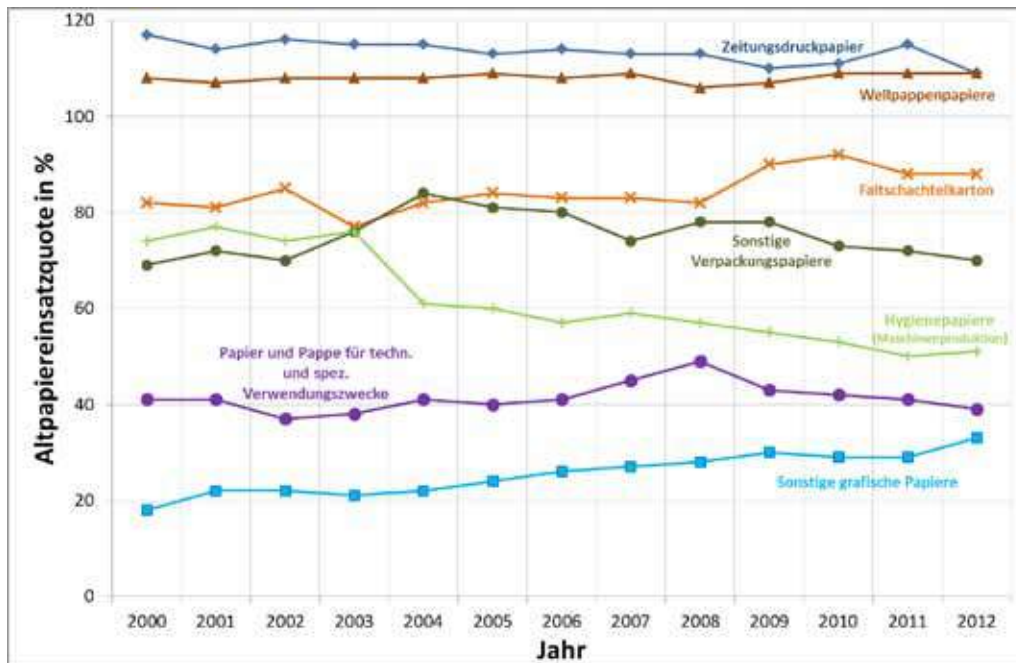


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der Altpapiereinsatzquote in Deutschland<sup>[1]</sup>

## Bedeutung von Altpapier als Sekundärrohstoff für die Papiererzeugung

Der Sekundärrohstoff Altpapier ist der mengenmäßig wichtigste Faserrohstoff der Papierindustrie in Deutschland; ca. 62 % des Rohstoffverbrauches wird durch den Einsatz von Altpapier abgedeckt.<sup>[1][2]</sup> Der spezifische Altpapiereinsatz betrug in Deutschland im Jahr 2012 ca. 72 %; in Europa ca. 51 %<sup>[1]</sup> und steigt weiter an.

Die Abbildung 1 zeigt, dass die Masspapierqualitäten Wellpappenroh-papier und Zeitungsdrukpapier in Deutschland bereits seit mehreren Jahren nahezu vollständig auf Altpapierbasis hergestellt werden. Die Anforderungen der Papierindustrie an den Sekundärfaserstoff Altpapier sind je nach Produktsegment verschieden. Für die Produktion grafischer Papiere werden die sogenannten Deinking-Sorten eingesetzt, die für den Prozess der Druckfarbenentfernung geeignet sind. Die verschiedenen Altpapierqualitäten werden anhand der

Altpapiersortenliste nach EN 643<sup>[3]</sup> eingeteilt und gehandelt. Ca. 80 % der Altpapierverbrauchsmenge wird den unteren Sorten der Gruppe 1 zugeordnet. Diese Qualitäten entstammen vorwiegend aus dem haushaltsnahen Bereich. Haushaltssammelware ist in ihrer Zusammensetzung verhältnismäßig inhomogen und durch einen gewissen Verschmutzungsgrad charakterisiert. Daher muss dieses Altpapier vor dem Einsatz in der Papierherstellung einer geeigneten Sortierung unterzogen werden.

**Entsorgungstechnik  
BAVARIA GmbH**

Angela Hanke  
Siemensstrasse 14  
85716 Unterschleißheim

Tel. +49 (0) 89 / 321 14 43  
Fax. +49 (0) 89 / 310 49 57

info@entsorgungstechnik-  
bavaria.de

www.entsorgungstechnik-  
bavaria.de

Die Europäische Altpapiersortenliste EN 643 wurde einer Novellierung unterzogen. Wichtige Neuerungen sind die Erweiterung der Anzahl an Sorten auf nahezu 100 sowie die Einführung zulässiger Höchstgrenzen für papierfremde Bestandteile und unerwünschte Materialien für jede Sorte.<sup>[4][5]</sup> Vor allem Letzteres stellt eine große Herausforderung sowohl für Sortiertechnologien als auch für die Messtechnik dar.

### Unzulässige und unerwünschte Materialien werden wie folgt definiert:

#### Unerwünschte Materialien

*„Stoffe, die für die Produktion von Papier und Pappe nicht geeignet sind“*

- in Sorte 1.11 maximal 2,5 %
- in Sorte 1.04 maximal 3,0 %
- Papierfremde Bestandteile  
z. B. Metall, Kunststoffe, Textilien, Glas, Holz, Erde, Sand
  - in Sorte 1.11 maximal 0,5 %
  - in Sorte 1.04 maximal 1,5 %
- Sortenfremde Bestandteile:  
Material, das nicht der Beschreibung der spezifischen Sorte entspricht  
z.B. Verpackungen in Deinking-Sorten
- Nicht für Recycling geeignet:  
Papier und Pappe, die für eine standardmäßige Aufbereitungsanlage als Rohstoff ungeeignet sind
- Nicht für Deinking geeignet  
z.B. Druckerzeugnisse mit Flexo-Druck, UV-Lack

#### Unzulässige Materialien

*„alle Materialien, welche eine Gefährdung der Gesundheit, Sicherheit und Umwelt ausmachen“*

z. B. Medizinabfall, kontaminierte Produkte der persönlichen Hygiene, gefährlicher Abfall, organischer Abfall (einschließlich Lebensmittel), Bitumen, toxischer Staub

#### Entsorgungstechnik BAVARIA GmbH

Angela Hanke  
Siemensstrasse 14  
85716 Unterschleißheim

Tel.+49 (0) 89 / 321 14 43  
Fax.+49 (0) 89 / 310 49 57

info@entsorgungstechnik-  
bavaria.de

www.entsorgungstechnik-  
bavaria.de

**Entwicklungstrends beim Altpapier**

In der Nachfrage- und Produktionsstruktur für grafische und Verpackungspapiere in Europa sind in den letzten Jahren – unabhängig von der Krise – grundlegende Veränderungen zu beobachten. Die Nachfrage und damit die Produktion von grafischen Papieren sinken stetig.

So wird für den Verbrauch in Europa ein Rückgang der Zeitungsnachfrage im Zeitraum von 2008 bis 2020 um 56 % und für Büropapiere um 45,5 % prognostiziert. Im Gegensatz dazu werden sich die Verbrauchs- und Produktionsmengen im Bereich der Verpackungspapiere und -kartone auf hohem und konstantem Niveau bewegen.

In der Folge lassen sich folgende Auswirkungen auf Menge und stoffliche Zusammensetzung des haushaltsnah erfassten Altpapiers ableiten: <sup>[6]</sup>

- die Altpapiermenge aus der haushaltsnahen Erfassung wird deutlich zurückgehen (ca. 25 % bis 2020)
- der Anteil an Verpackungen im haushaltsnah erfasstem Altpapier wird steigen (von derzeit ca. 23 % auf ca. 35 %), im Gegenzug reduziert sich der Anteil an grafischen Papieren (von derzeit ca. 72 % auf ca. 57 %)
- der Anteil an papierbasierenden Packmitteln aus Materialverbunden bzw. -mischungen (funktionale Verpackungen) wird ansteigen

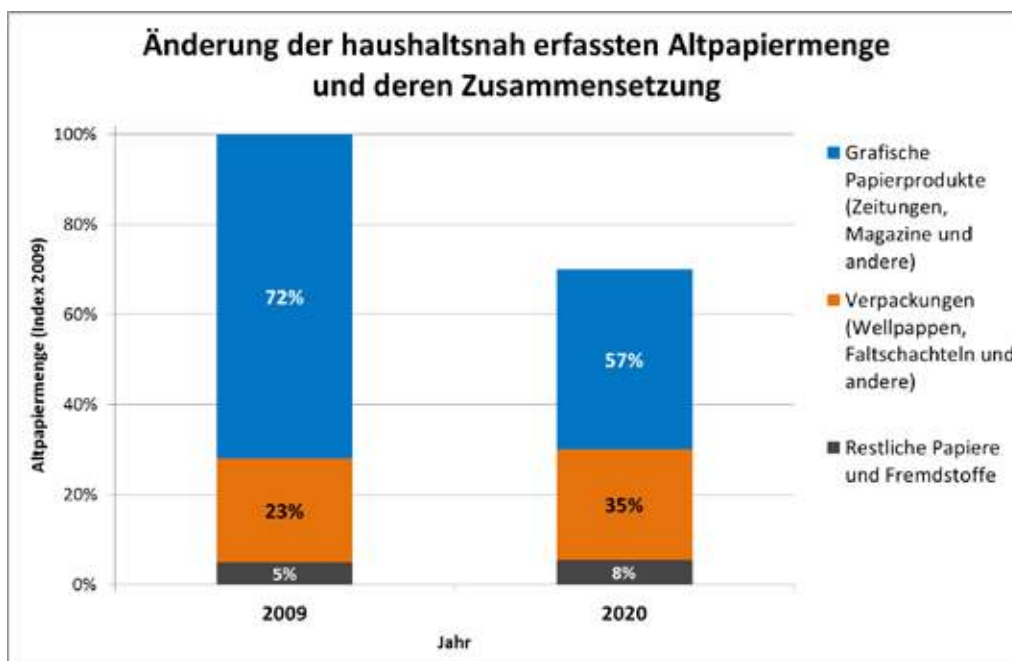


Abbildung 3: Prognose der Entwicklung von Menge und stofflicher Zusammensetzung von haushaltsnah erfasstem Altpapier <sup>[817]</sup>

**Entsorgungstechnik  
BAVARIA GmbH**

Angela Hanke  
 Siemensstrasse 14  
 85716 Unterschleißheim  
 Tel.+49 (0) 89 / 321 14 43  
 Fax.+49 (0) 89 / 310 49 57  
 info@entsorgungstechnik-  
 bavaria.de  
 www.entsorgungstechnik-  
 bavaria.de

## Altpapiersortierung

Das derzeitige Ziel der Altpapiersortierung ist die Herstellung einer hochwertigen Altpapierqualität für die Herstellung von Zeitungs- und Magazinpapier (Deinkingware 1.11) entsprechend den Vorgaben der „Liste der Europäischen Standardsorten und ihre Qualitäten EN 643“<sup>[5]</sup> aus haushaltsnah erfasstem Altpapier (Haushaltssammelware 5.01). In den Sortieranlagen werden die in der Haushaltssammelware enthaltenen Verpackungen und papierfremde Stoffe unter Nutzung verschiedener Sortiertechniken abgetrennt. Generell besteht ein Trend zum verstärkten Einsatz von hoch automatisierten Sortieranlagen<sup>[8]</sup>.

### Sortiertechnik zur Altpapiersortierung



Abbildung 4: ASD Altpapier Sortierung Dachau

In Abbildung 4 ist ein typischer Aufbau einer Anlage zur automatischen Sortierung von Altpapier aus haushaltsnaher Erfassung dargestellt. Sie umfasst verschiedene mechanische Sortierprozesse, sensorgestützte Abtrennstufen sowie eine manuelle Nachsortierung.

Ziel heutiger Altpapiersortieranlagen ist die Erzeugung der Sorte 1.11 (grafische Deinkingware) aus einem gemischten Altpapier aus haushaltsnaher Sammlung (Sorte 5.01). Dabei fallen als Nebenprodukte die Sorten 1.04 (Verpackungen) und 1.02 (gemischtes Altpapier) an. Dazu werden in den Anlagen Aggregate für Trennungen nach Größe (z. B. Scheibensiebe als Karton- bzw. Feinsieb), z. T. in Kombination mit Aggregaten zur Trennung nach Biegesteifigkeit (z.B. Spiker) und Aggregate, die basierend auf einer sensorischen Bewertung einzelne Objekte ausblasen, hintereinander geschaltet<sup>[9][10]</sup>. Die sensorische Bewertung erfolgt mit VIS- und NIR-Sensoren. In der Regel erfolgt eine manuelle Endkontrolle.

#### Dosierbunker

Wesentlich für eine hohe Sortierqualität und Ausbringungsrate der einzelnen Sortierstufen ist die gleichmäßige kontinuierliche Materialzuführung und Vereinzelung. Gemeint sind damit sowohl die gleichmäßige Verteilung des Materials auf die gesamte Bandbreite sowie der kontinuierliche Materialfluss ohne Haufenbildung.

#### Kartongensieb

Die Aufgabe eines Kartongensiebes, auch Grobsieb genannt, ist das automatische Aussortieren von größeren Kartonen (etwa größer DIN A4-Format). Das Prinzip der Trennung basiert auf der Größe und der Steifigkeit der Kartonen. Scheibensiebe haben sich in der Altpapiersortierung besonders bewährt. Deren Vorteil liegt in einer optimalen Materialumwälzung und der kompakten Bauform.

#### Entsorgungstechnik BAVARIA GmbH

Angela Hanke  
Siemensstrasse 14  
85716 Unterschleißheim  
Tel.+49 (0) 89 / 321 14 43  
Fax.+49 (0) 89 / 310 49 57

info@entsorgungstechnik-  
bavaria.de

www.entsorgungstechnik-  
bavaria.de

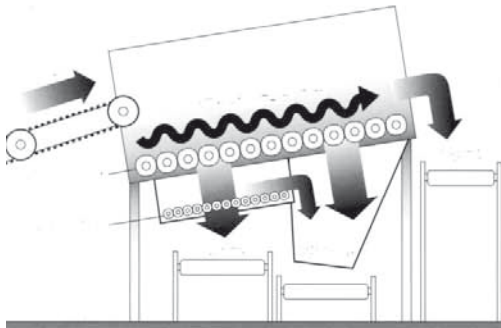


Abbildung 7: Schematische Darstellung und Foto eines Scheibensiebs als Grobsieb

### Feinsieb

Feinsiebe sorgen für die automatische Entfrachtung des Papierstroms von kleinen Störstoffen (ca. kleiner 10 cm), wie Glasscherben, Büroklammern, Steine, Postkarten, Verpackungen, Korken, kleine Folien usw. aber auch von Staub. Diese Stoffe können manuell oder durch eine sensorgestützte Sortierung kaum erfasst werden.

### Spike-Technologien

Aufgrund der geänderten Sammelstrukturen und des Verbraucherverhaltens befinden sich in der Papiersammelware zunehmend kleine bis mittelgroße Kartonagen. Diese Kartonagen können aufgrund Ihrer geringen Größe nicht mit einem herkömmlichen Kartonagensieb sortiert werden.

Bei der Spiketechologie beruht das Sortierprinzip auf der Steifigkeit der Kartonagen. Die Kartonagen werden mittels Sortiernägel aufgespießt, flexible Papiere werden nicht erfasst.

### Handsortierung

Die letzte Sortierstufe einer Altpapiersortierung ist die manuelle Nachsortierung. Hier werden letzte Störstoffe, die von einer automatischen Sortierstufe nicht erfasst wurden oder nicht erkannt werden konnten (z.B. Verbunde) per Hand entfernt.

### Sensorgestützte Sortiereinheiten

Eine weitere Sortierstufe ist die zum Teil auch mehrstufig angeordnete sensorgestützte Sortierung, i.d.R. eine Kombination aus Sensorerkennung im Nahinfrarot- und im visuellen Bereich mit pneumatischer Ausbringung. Dabei werden chemische Informationen aus dem NIR-Spektrum bzw. Farbinformationen (z.B. braune Kartonagen) erkannt und ausgewertet. Die erkannten Störstoffe werden dann über Druckluft ausgeschossen. Vorteil dieser Sortierung ist die Erkennung von verschiedenen Materialien aufgrund ihrer chemischen und optischen Charakteristik sowie die Lernfähigkeit der Software. Daher können auch besondere Materialien, wie z.B. Flexodruck, erkannt werden.

### Erhöhung der Deinkingausbeute durch Nachsortierung

Mittlerweile hat sich die positive Nachsortierung der Rejekte aus der sensorgestützten Sortierung etabliert. Erfahrungsgemäß sind in diesen Outputströmen, je nach Sortierschärfe, ca. 20 – 40 % Deinkingmaterial enthalten. Durch eine positive Nachsortierung können ca. 50 % dieses Deinkingmaterials zurückgewonnen werden. Aufgrund der sinkenden Papieranteile im Input gewinnt die Nachsortierung v.a. für die Papierfabriken immer mehr an Bedeutung.

### Entsorgungstechnik BAVARIA GmbH

Angela Hanke  
Siemensstrasse 14  
85716 Unterschleißheim

Tel.+49 (0) 89 / 321 14 43  
Fax.+49 (0) 89 / 310 49 57

info@entsorgungstechnik-  
bavaria.de

www.entsorgungstechnik-  
bavaria.de



## Störfaktoren im Anlagenbetrieb

**Größe, Zusammensetzung und Feuchte des Altpapiers haben einen sehr großen Einfluss auf die Sortiergüte. Änderungen dieser Parameter beeinflussen sowohl kurz- als auch langfristig die Leistung der Anlage bezüglich Durchsatz und Qualität.**

Untersuchungen in Altpapiersortieranlagen und Aussagen von Betreibern belegen starke Schwankungen in der Zusammensetzung der Eingangsware. Ursachen hierfür sind regionale (Art und Ort der Erfassung) und saisonale (Wetter, Weihnachten) Einflüsse. <sup>[11]</sup>

**Feuchtigkeit:** Bedingt durch die Witterung, wie Schnee und Regen, schwankt die Feuchte der Altpapiersammelware. In Abhängigkeit von der Feuchte verändern sich die charakteristischen Eigen-

schaften von Papierprodukten, so nimmt beispielsweise die Steifigkeit mit zunehmender Feuchte ab. In der Folge reduziert sich die Sortierleistung der einzelnen Sortieraggregate, deren Trennprinzip häufig auf der Steifigkeit der Kartonagen beruht, deutlich. Dies führt einerseits zu Qualitätsverschlechterungen der Deinkingware.

Zum anderen kann das Zusammenkleben des Materials bei Nässe zu Verstopfungen der Sortieraggregate führen. Die Folge sind Anlagenstillstände.

## Steigerung des Automatisierungsgrades in Sortieranlagen

**Aufgrund der oben genannten Einflussfaktoren auf eine Sortieranlage sollen durch ein von der pts (Papiertechnische Stiftung, Heidenau) und Entsorgungstechnik Bavaria GmbH initiiertes Forschungsprojekt SortOptAP zum einen die Störfaktoren quantifiziert werden sowie ein neues Verfahren zur Steigerung der Wertschöpfung von Altpapiersortieranlagen entwickelt werden.**

Ziel des Gesamtprojektes ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Steigerung der Wertschöpfung von Altpapiersortieranlagen. Durch Online-Bewertung des Eingangsmaterials und durch eine adaptive Steuerung der Sortieraggregate soll die optimale Sortiergeschwindigkeit und die optimale Einstellung der einzelnen Sortieraggregate erreicht werden, um die Produktivität der Anlage zu maximieren. Dazu wird eine Methode zur umfassenden Charakterisierung des heterogenen Altpapierstroms basierend auf der Einzelobjekterkennung entwickelt. Es werden Strategien entwickelt, um während des Dauerbetriebes die Fahrweise bestmöglich an die aktuelle Altpapierzusammensetzung anzupassen. Um sowohl die sortierrelevanten Schwankungen des Inputmaterials als auch die Effizienz der Anlagensteuerung bewerten zu können, ist eine geeignete Charakterisierung des Materials notwendig.

Bisher erfolgen Analysen von Altpapier vor allem in Bezug auf die Sortierkonformität nach EN 643 und den technologischen Gebrauchswert für die Papierherstellung. <sup>[12]</sup>

Eine Charakterisierung hinsichtlich der Sortiereigenschaften ist bisher selten. Die folgenden Parameter sind als sortierrelevante Eigenschaften zu sehen:

- Größe
- Form
- Farbe
- Einzelmasse
- Feuchte
- Steifigkeit.

Für die Analyse des Materials wurden entsprechend der genannten Eigenschaften geeignete Objektklassen gebildet und von diesen Fraktionen jeweils Größenverteilungen bestimmt.

Im Ergebnis der Untersuchungen wurden Kennwerte zur Größenverteilung, Form und Feuchte ermittelt.

**Entsorgungstechnik  
BAVARIA GmbH**

Angela Hanke  
Siemensstrasse 14  
85716 Unterschleißheim

Tel.+49 (0) 89 / 321 14 43  
Fax.+49 (0) 89 / 310 49 57

info@entsorgungstechnik-  
bavaria.de

www.entsorgungstechnik-  
bavaria.de

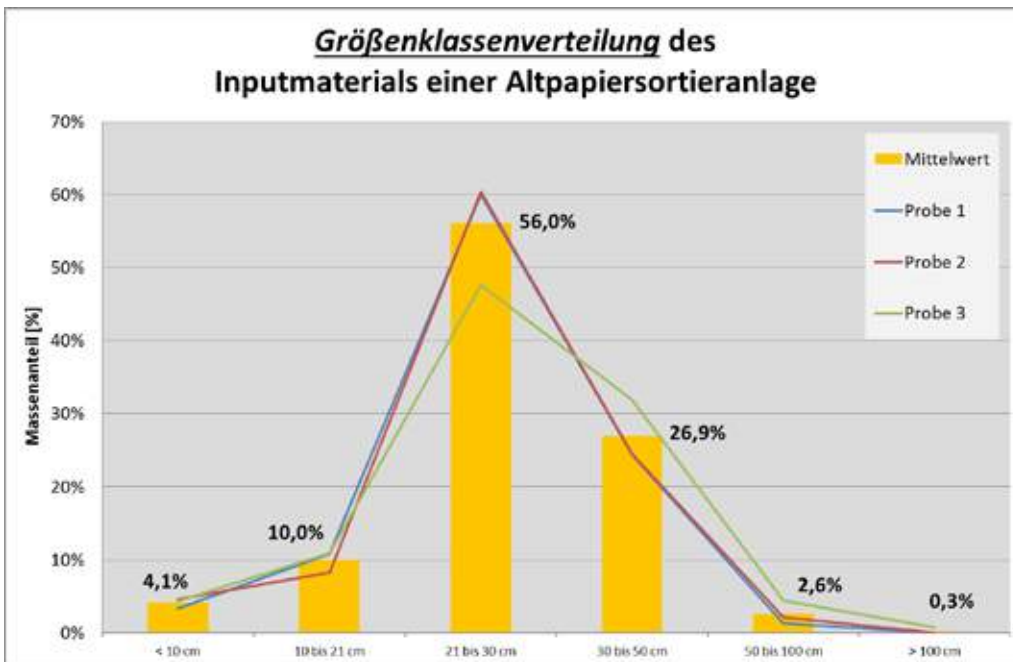


Abbildung 12: Größenklassenverteilung des Inputmaterials der Anlage

Die Abbildung 12 zeigt eine typische Größenverteilung der Einzelobjekte im Inputmaterial einer Sortieranlage. In Untersuchungen bezüglich Formver-

änderungen von Verpackungen zeigte sich, dass mehr als 95 % der Verpackungen infolge der Sammlung und des Transportes in Fläche gebracht wurden.

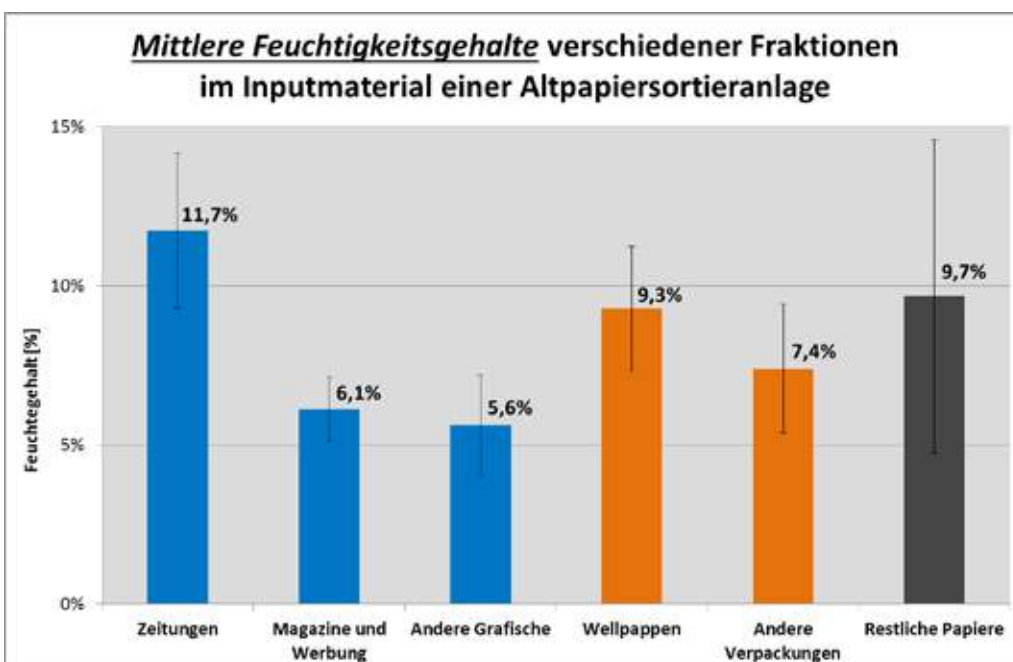


Abbildung 13: Mittlere Feuchtigkeitsgehalte verschiedener Altpapier-Fraktionen

**Entsorgungstechnik  
BAVARIA GmbH**

Angela Hanke  
Siemensstrasse 14  
85716 Unterschleißheim

Tel. +49 (0) 89 / 321 14 43  
Fax. +49 (0) 89 / 310 49 57

info@entsorgungstechnik-  
bavaria.de

www.entsorgungstechnik-  
bavaria.de

Die Feuchtegehalte sind in Abhängigkeit der Art des Papierproduktes verschieden (Abbildung 13).

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Veränderungen der Qualität und Zusammensetzung von haushaltsnah erfasstem Altpapier sowie steigender Anforderungen der Papierindustrie an den Rohstoff Altpapier, ergeben sich für die Altpapiersortierung folgende Herausforderungen für die Zukunft:

- Zuverlässige Erfüllung der geforderten Reinheit des Deinkingmaterials, als auch der anderen Sorten
- Gleichmäßigkeit der Deinking-Qualität auch bei schwankendem Input
- Hohe Flexibilität des Sortierbetriebes, um auf die schwankende Markterfordernisse reagieren zu können
- Wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb durch hohe Deinkingausbeute
- Geringe Sortierkosten durch einen geringen Personalbedarf und den planvollen Einsatz von Technik und effektiven Steuerungsmöglichkeiten.

*Dipl.-Betriebswirtin Angela Hanke – Entsorgungstechnik Bavaria GmbH, Unterschleißheim  
Dipl.-Ing. Lydia Tempel – Papiertechnische Stiftung (PTS), Heidenau*

## Literatur

- 1 N. N.  
Papier 2013, Ein Leistungsbericht  
Verband deutscher Papierfabriken  
(VdP), Bonn, 2013
- 2 Kibat, K.-D.  
Verfügbarkeit von Altpapier  
Müllhandbuch, Band 4,  
8614.10 (2012)
- 3 N.N.  
Liste der europäischen Standard-  
sorten und ihre Qualitäten, 2000,  
B.I.R., CEPI (Hrsg.), Brüssel
- 4 N. N.  
Europäische Altpapier-Sortenliste –  
Übersetzung und Anleitung zur  
überarbeiteten EN 643 Verband  
deutscher Papierfabriken (VdP),  
Bonn, 2013
- 5 N. N.  
BS EN 643: Paper and board.  
European list of standard grades of  
paper and board for recycling;  
Publication date: 2014-01-31
- 6 Harris R.  
The Future of Paper and Print in  
Europe 2008 – 2020, NLK Associates,  
Verlag: The Stationers' and News-  
paper Makers' Company; June 2009
- 7 Kappen, J.; Hanke, A.  
Steigerung der Wertschöpfung in der  
Altpapiersortierung durch eine  
adaptive Steuerung der  
Sortieraggregate; 16.  
Internationaler Altpapier-Tag  
11.4.2013, Düsseldorf
- 8 N.N.  
Der Markt für Altpapier bis 2015;  
Potenzialstudie; trend:research,  
Institut für Trend- und Markt-  
forschung (Hrsg.), Bremen 2008
- 9 Rauch W.  
Von der Hand zum Greifarm.  
Recycling magazin S.28-29, 12/2011
- 10 Blechschmidt, J. (Hrsg.)  
Altpapier – Regularien, Erfassung,  
Aufbereitung, Maschinen und  
Anlagen, Umweltschutz, Leipzig, 2011
- 11 Recovered Paper SORTing with  
Innovative Technologies  
<http://www.sortit.eu/>
- 12 Schabel, S.; Putz, H.-J.; Weinert, S.  
Qualitätseigenschaften der wichtigsten  
Altpapiersorten in Abhängigkeit von  
den Sortierbedingungen AiF-  
Forschungsvorhaben Nr. 15408 N,  
Schlussbericht, 2011

**Entsorgungstechnik  
BAVARIA GmbH**

Angela Hanke  
Siemensstrasse 14  
85716 Unterschleißheim

Tel.+49 (0) 89 / 321 14 43  
Fax.+49 (0) 89 / 310 49 57

[info@entsorgungstechnik-  
bavaria.de](mailto:info@entsorgungstechnik-bavaria.de)

[www.entsorgungstechnik-  
bavaria.de](http://www.entsorgungstechnik-<br/>bavaria.de)