

## Forderungen der Papierfabriken an die Qualität des Altpapiers für die Herstellung grafischer Papiere – Qualität des gesammelten Altpapiers und Aufbereitungsverfahren –

Ulrich Höke

1.	Altpapier.....	192
1.1.	Statistiken.....	192
1.2.	Altpapiersorten.....	195
1.3.	Erfassung, Sortierung.....	197
1.4.	Alternative Erfassung.....	201
1.5.	Aufbereitung.....	202
2.	Grafische Papiere.....	204
2.1.	Sorten.....	204
2.2.	Altpapiereinsatz.....	205
2.3.	Qualitätsanforderungen.....	206
2.4.	Limitierende Faktoren zum Altpapiereinsatz.....	207
3.	Schlussfolgerungen.....	208
4.	Literatur.....	209

Aufgrund der Primärrohstoffknappheit in Europa ist die Grundstoffindustrie – zumindest so lange wir in Europa industrielle Produktion aufrechterhalten wollen – in immer stärkerem Umfang auf Sekundärrohstoffe angewiesen. Die visionären Ziele der EU-Kommission zur Etablierung einer Europäischen Kreislaufwirtschaft und ihrer Forderung nach hochwertigem Recycling kommt die Papierindustrie in Europa und besonders in Deutschland bereits sehr nahe; allerdings ist mit dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz in Deutschland eher eine Schwächung denn eine Stärkung des hochwertigen Recyclings zu befürchten.

Die Qualität von Produkten wird im wesentlichen Maße von der Qualität der eingesetzten Rohstoffe und natürlich von den Produktionsverfahren bestimmt. So ist es verwunderlich, dass wir in Deutschland Altpapier unabhängig von qualitativen Gesichtspunkten in einem nicht spezifizierbaren Mix in einer Tonne (bei haushaltsnaher Erfassung) sammeln und anschließend versuchen, diesen Mix mühsam mit hohem Aufwand wieder auseinander zu trennen. Gerade für die Herstellung grafischer Papiere mit sehr unterschiedlichen und zum Teil sehr hohen Qualitätsansprüchen ist die Qualitätsbeeinträchtigung durch die gemischte Erfassung und limitierte Sortiergüte ein Hindernis zur Verwendung von mehr Sekundärrohstoff im Neupapier.

# 1. Altpapier

## 1.1. Statistiken

Weltweit gesehen wird Papier ein Wachstumsmarkt bleiben, allerdings ist diese Aussage nach Regionen und dem Produktspektrum differenziert zu betrachten.

Bild 1 zeigt die Entwicklung der Papierproduktion im Vergleich zum Altpapiereinsatz weltweit [1].

Der globale Papierbedarf wird sich Prognosen zufolge [2] von knapp 400 Millionen Tonnen im Jahr 2010 auf 800 Millionen Tonnen im Jahr 2050 etwa verdoppeln. Getragen wird diese Entwicklung mehr durch den Verpackungsbereich als durch den grafischen Sektor und regional gesehen durch Länder außerhalb Europas.

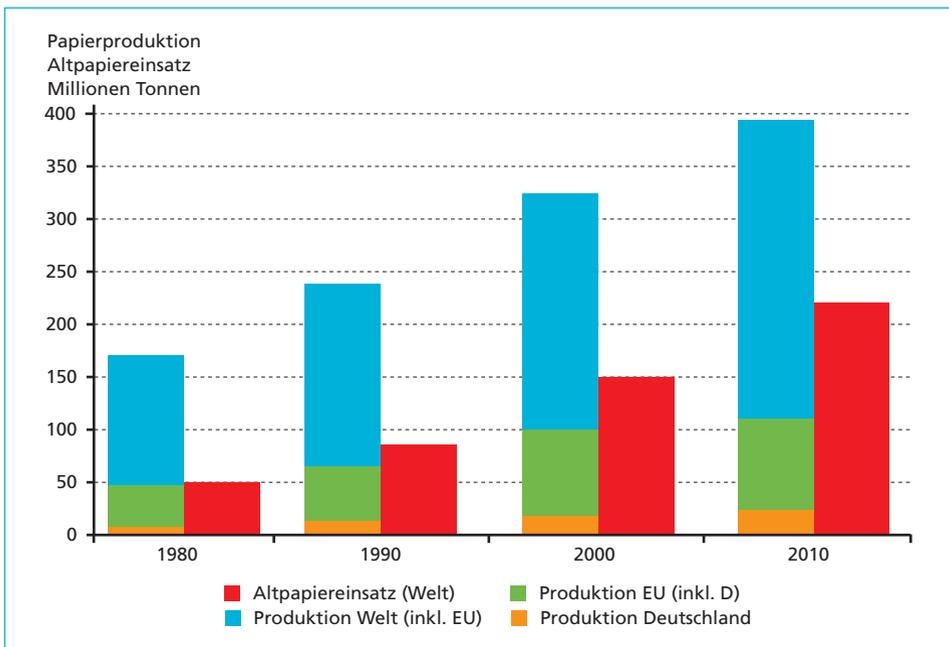


Bild 1: Weltweite Entwicklung der Papierproduktion und des Altpapiereinsatzes

Quellen:

Neidhardt, T.; Faul, A.; Kibat, K. D.; Putz, H. J.: Stoffliche Verwertung von Altpapier im Focus. Wochenblatt für Papierfabrikation 11/2012, S. 838-842

Zellcheming AK RECO

Im Jahr 2011 wurden in Europa 95 Millionen Tonnen Papier, Karton und Pappe hergestellt. Das ist ein leichter Rückgang gegenüber 2010. Der Rückgang geht im Wesentlichen auf den grafischen Bereich zurück, der um 2,5 Prozent auf 33 Millionen Tonnen sank [3]. Auch in Deutschland sind diese Tendenzen zu sehen. Im Jahr 2011 wurden 26,7 Millionen Tonnen Papier, Karton und Pappe produziert, davon 9,6 Millionen Tonnen grafisches Papier (mit einem Rückgang 2011 gegenüber 2010 von vier Prozent). Der

Rückgang im Gebrauch von Papierprodukten bedeutet natürlich auch, dass absolut weniger Altpapiermenge – besonders im grafischen Sortenbereich – in Europa bzw. auch in Deutschland anfällt.

Dabei ist Altpapier inzwischen auch weltweit mengenmäßig der wichtigste Rohstoff für die Papierherstellung geworden (Bild 2), weltweit liegt die Einsatzquote von Altpapier bereits bei 56 Prozent.

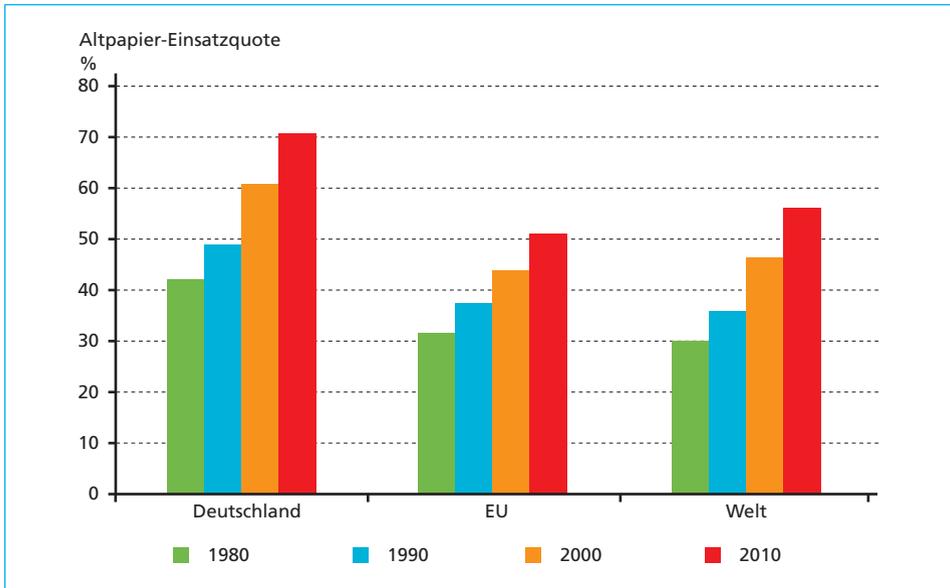


Bild 2: Entwicklung der Altpapiereinsatzquoten global und regional

Quellen:

Neidhardt, T.; Faul, A.; Kibat, K. D.; Putz, H. J.: Stoffliche Verwertung von Altpapier im Focus. Wochenblatt für Papierfabrikation 11/ 2012, S. 838-842

Zellcheming AK RECO

Besonders Deutschland ist ein Vorreiter im Bereich der Altpapiernutzung mit einer Altpapiereinsatzquote von gut siebzig Prozent, während im europäischen Durchschnitt mit etwa fünfzig Prozent Einsatzquote anscheinend noch mehr Altpapier eingesetzt werden könnte. Der Europäische Altpapierrat (ERPC) berichtet in seinen jährlichen Monitoring-Reporten [4] eine deutlich höhere Recyclingquote in Europa, die im Jahr 2011 auf 70,4 Prozent angewachsen ist (Bild 3). Dabei wird aber der Nettoexport in die Recyclingquote eingerechnet. Deutlich wird dadurch in Bild 3, dass der hohe Altpapierexportanteil in Grunde eine hohe Reserve für weitere Steigerung der Altpapiereinsatzquote in Europa darstellen könnte.

Studien zufolge wird aber die Papierproduktion nie ohne stetigen Nachschub von Frischfasern auskommen können; nicht nur aus qualitativen Gründen, sondern vor allem aus mengentechnischen Erwägungen [5, 6, 7], da Faserverluste im gesamten Recyclingkreislauf auftreten, die ausgeglichen werden müssen. Ohne diesen Frischfaserinput würde der Papierkreislauf innerhalb weniger Monate völlig zum Erliegen kommen [6, 7].

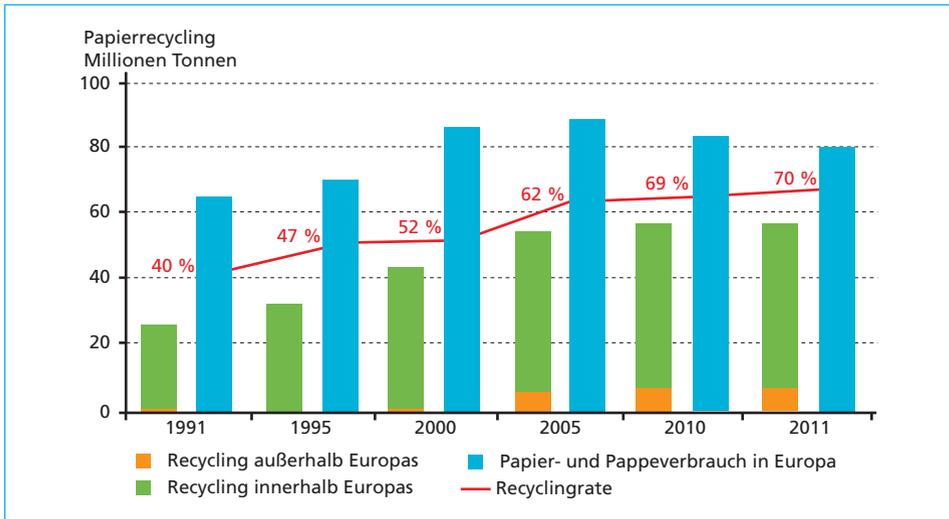


Bild 3: Entwicklung der Recyclingrate in Europa (CEPI-Länder)

Quelle: ERPC, CEPI

Die Altpapiereinsatzquote ist bezogen auf die jeweiligen Neupapiersorten sehr unterschiedlich. Im europäischen Rahmen (Bild 4) wird deutlich, dass hauptsächlich Wellpappenpapiere im Bereich der Verpackungsmaterialien und Zeitungsdruckpapiere im Bereich der grafischen Papiere sehr hohe Altpapiereinsatzquoten aufweisen und offenbar fast ausschließlich auf Altpapierbasis produziert werden [3]. Der Eindruck täuscht aber etwas, da aufgrund der Aufbereitungsverluste bei der Papierherstellung die Einsatzquoten über hundert Prozent liegen müssten; bei Verpackungspapieren wäre das etwa 110 Prozent und bei Zeitungsdruckpapieren etwa 120 Prozent.

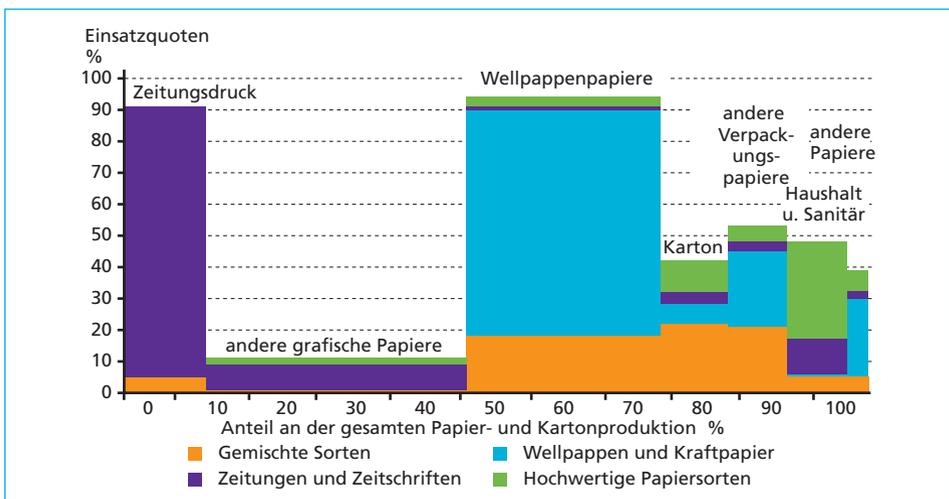


Bild 4: Altpapiereinsatzquoten in Europa

Quelle: CEPI

Die anderen grafischen Papiere haben im europäischen Durchschnitt lediglich einen Altpapiereinsatz von nur zehn Prozent. Diese Sortengruppe wäre der größte Bereich (bei etwa 35 Millionen Tonnen andere grafische Papiere) zur möglichen Steigerung des Altpapiereinsatzes, wenn die jeweils notwendige entsprechende Sekundärrohstoffqualität in ausreichenden Mengen vorhanden wäre. Sowohl CEPI als auch der VDP (Verband Deutscher Papierfabriken) haben den großen Strauß an unterschiedlichen grafischen Papiersorten unter einem Begriff *andere grafische Papiere* zusammengefasst. Im Kapitel 3 soll versucht werden, die Sortenvielfalt dieser Gruppe etwas mehr aufzuschlüsseln.

In Deutschland erreichen wir bei den grafischen Papieren deutlich höhere Altpapiereinsatzquoten als in Europa (Bild 5). Bei Zeitungsdruckpapieren liegen wir mit 117 Prozent nahezu bei der Sättigung. Bei anderen grafischen Papieren liegt der Wert mit etwa 28 Prozent deutlich über dem europäischen Durchschnitt.

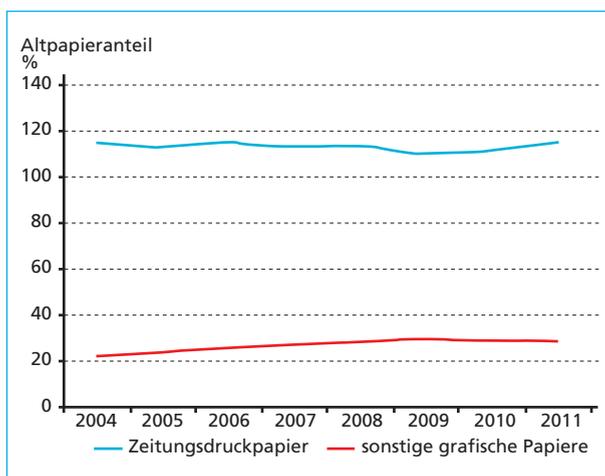


Bild 5:

Altpapiereinsatzquoten in Deutschland

Quelle: VDP

Auffällig ist, dass sich innerhalb des gezeigten Zeitraums von acht Jahren kaum Bewegung in der Einsatzquote gezeigt hat. Der Grund liegt weniger darin, dass nicht technologisch mehr Altpapier in einigen Sorten eingesetzt werden könnte, sondern darin, dass die Papierindustrie als kapitalintensive Industrie keine Investitionen vornimmt bei völlig unsicheren Prognosen über die Verfügbarkeit der entsprechenden Sekundärrohstoffmengen der jeweils benötigten Sorte.

## 1.2. Altpapiersorten

Konsequenterweise haben daher die Beteiligten in der Papierkette für eine qualitative Einstufung von Altpapiersorten gesorgt (Bild 6). Da Altpapier an unterschiedlichen Quellen eingesammelt wird, hat die jeweilige Sammelart natürlich Einfluss auf die Qualität [6]. Anfallstellen wie Druckereien und Papierverarbeiter können sortenreine Trennung meistens im eigenen Hause vornehmen. Auch in Kaufhäusern und Supermärkten wird versucht, relativ sortenrein zu sammeln. Leider wird viel zu wenig Büroaltpapier getrennt erfasst. Am heterogensten ist Altpapier aus haushaltsnaher Erfassung, vor allem bei dem heute mehr oder weniger eingeführten Holsystem (blaue Tonne).

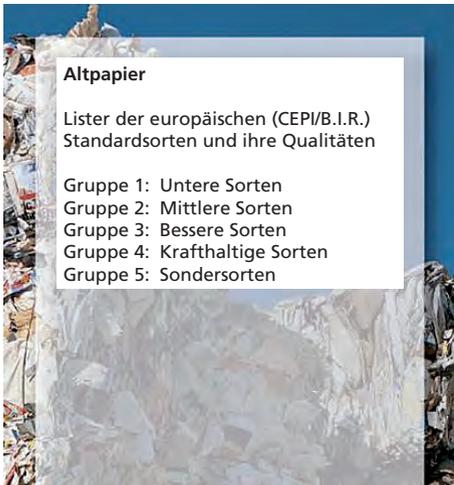


Bild 6: Europäische Altpapiersortenliste (EN643)

Die Sortenliste nennt 57 verschiedene Altpapiersorten, die im Wesentlichen in drei Gruppen: untere, mittlere und höhere Sorten eingeteilt wurden. Hierbei handelt es sich um eine grobe Qualitätseinstufung, die nur in der Detaillierung ansatzweise etwas über den Einsatzbereich der jeweiligen Sorte aussagt. Hinzu kommen die Gruppe krafthaltige Sorten (für den Verpackungsbereich relevant) und Sondersorten. Die Sondersorten sind zurzeit sehr umstritten, da u.a. durch Definierung dieser Sorten die EU-Kommission die Diskussion über das Ende der Abfallei-genschaft von Altpapier ausgesetzt hat.

Innerhalb der Gruppe 5 (Sondersorten) findet sich auch die Sorte 5.01: Altpapier gemischt, unsortiert. Das heißt, hierbei handelt es sich um die Ware aus kommunaler haushaltsnaher Erfassung (*Blaue Tonne*), deren Zusammensetzung einschließlich der Abfallanteile nicht bekannt ist. Nichtsdestotrotz vermarkten viele Kommunen heute dieses Gemisch möglichst hochpreisig, ohne dass dafür ein Marktpreis existiert.

Meine persönliche Meinung ist, dass dieses Gemisch in der blauen Tonne nicht in die Altpapiersortenliste gehört. Es ist in der Tat leider Abfall, und kann erst nach einer Sortierung zu einer Sorte innerhalb der Sortengruppen eins bis drei umgewandelt werden.

#### Die wichtigsten Sorten in der Gruppe 1 sind:

- 1.02: Sortiertes gemischtes Altpapier
- 1.04: Kaufhausaltpapier (gebrauchte Papier- und Kartonverpackungen)
- 1.06: Illustrierte
- 1.11: Deinkingware (sortiertes grafisches Papier, im wesentlichen Zeitungen und Illustrierte)

#### Beispiele für Gruppen 2 und 3 sind:

- 2.02: unverkaufte Zeitungen
- 2.03: Weiße Späne mit leichtem Andruck (holzhaltig)
- 2.06: Bunte Akten
- 3.05: Weiße Akten (holzfrei)
- 3.14: Weißes Zeitungsdruckpapier, unbedruckt
- 3.15: weißes, gestrichenes Papier
- 3.17: Weiße Späne

Deutlich wird aus dieser Auflistung, dass die Sortenbeschreibungen einen Kompromiss aus Anfallstelle und Einsatzzweck darstellen. Bild 7 gibt einen Überblick über die in deutschen Papierfabriken eingesetzten Altpapiermengen im Jahr 2011. Die unteren Sorten machen mehr als drei Viertel des verwendeten Altpapiers aus. Mittlere und höhere Sorten sind erwartungsgemäß nur in begrenztem Umfang verfügbar.

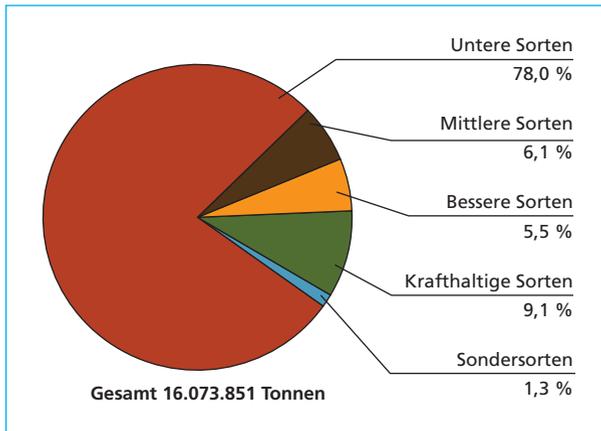


Bild 7:

Altpapierverbrauch in Deutschland 2011 nach Sortengruppen

Quelle: VDP

Die Unteren Sorten teilen sich dabei zu fast gleichen Teilen (je etwa ein Drittel) in Mischpapier, Kaufhaussorten und Deinkingsorten auf, wie Bild 8 verdeutlicht.

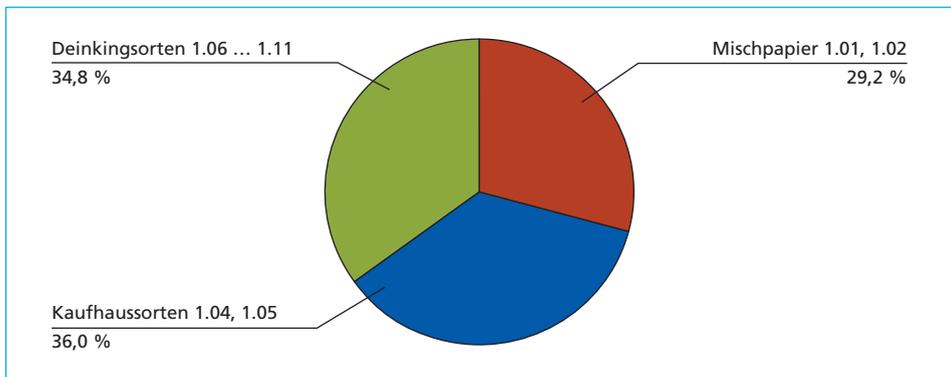


Bild 8: Verbrauchsmengen der unteren Altpapiersorten in Deutschland 2011

Quelle: VDP

### 1.3. Erfassung, Sortierung

Altpapier fällt als sogenanntes *Preconsumer*-Material und als *Postconsumer*-Ware an. In beiden Fällen können Bring- oder Holsysteme zum Einsatz kommen. Die haushaltsnahe Erfassung von Altpapier, die aufgrund der angesprochenen Qualitätsproblematik hier besonders im Focus steht, gibt es sowohl Bring- als auch Holsysteme. Als

Bringsysteme sind zentrale Iglu-Standplätze als auch Wertstoffhöfe oder Ankaufstellen, sowie Container an Schulen oder Kindergärten zu nennen. Immer mehr hat sich in den letzten Jahren aus Bequemlichkeitsgründen das Holsystem mittels der *Blauen Tonne* ausgeweitet, obwohl auch Bündelsammlungen durch Vereine und caritative Einrichtungen viele Vorteile aufweisen.

Während – wie bereits erwähnt – in der haushaltsnahen Erfassung mittels Holsystemen ein undefinierter Materialmix gesammelt wird, ist bei allen Erfassungen im Bringsystem, bei denen Menschen direkt in den Sammelaktivitäten integriert sind, festzustellen, dass qualitativ einwandfreie, sortenreine Ware geliefert wird.

Die aus den blauen Tonnen stammende Ware (*Sorte 5.01*) wird in Sortieranlagen in verschiedenen Fraktionen aufbereitet. Rein manuelle Sortierung an laufenden Bändern ist aufgrund der Arbeitskosten heute kaum mehr im Einsatz. Mehr und mehr wird versucht, die Sortierprozesse zu automatisieren. Dazu gibt es verschiedene Maschinen und Anlagenkonzepte, die z.B. in [7] näher beschrieben sind. Festzustellen ist, dass bis heute keine Anlage aufgrund der Sortiergüte und der Qualität der erzeugten Altpapierfraktionen vollautomatisch arbeitet.

Bild 9 gibt ein Fließbild der Sortieranlage von StoraEnso Sachsen wieder. Vom Aufgabebunker läuft das unsortierte Material nach Stoffstromteilung über einen mechanischen Trennvorgang durch Ballistikseparatoren, wird danach über Bänder beschleunigt, um möglichst wenig Überlappung zu erzeugen, und wird mittels optoelektronischer Sensorik nach Qualität erkannt und durch Luftstromimpulse getrennt. Bild 10 gibt das Prinzip dieses Trennsystems wieder. Der Sensor arbeitet optisch und mittels Nahinfrarot-Strahlung, so dass eine Erkennung der Art des Materials vor allem durch Trainieren des Auswerterechners möglich wird. Problematischer ist die Art der mechanischen Trennung durch den Luftimpuls. Um die Ausbeute von grafischen Papieren (also *Sorte 1.11*) in der Anlage zu verbessern, wird das ausgeschossene Material nochmals in einer Kaskade mit der gleichen Methode nachsortiert. Anschließend wird in einer belüfteten Sortierkabine manuell nachsortiert, um die Qualitätsvorgaben einigermaßen erfüllen zu können. Bild 11 gibt einen visuellen Eindruck von der Sortieranlage.

Als Papierfabrik, die selbst eine Sortieranlage betreibt, mit der etwa zwanzig Prozent ihres Altpapierbedarfes gedeckt werden können, kommt es natürlich besonders auf eine hohe Ausbeute an grafischem Material und auf eine gute Qualität der aussortierten grafischen Ware 1.11 an, die ja direkt unserem Papierproduktionsprozess zugeführt wird.

Tatsächlich liegen die Ausbeuten bei etwa

1.11:	66 – 68 %
1.02:	14 – 16 %
1.04:	12 – 14 %
Rejekte, Abfall:	1 – 3 %

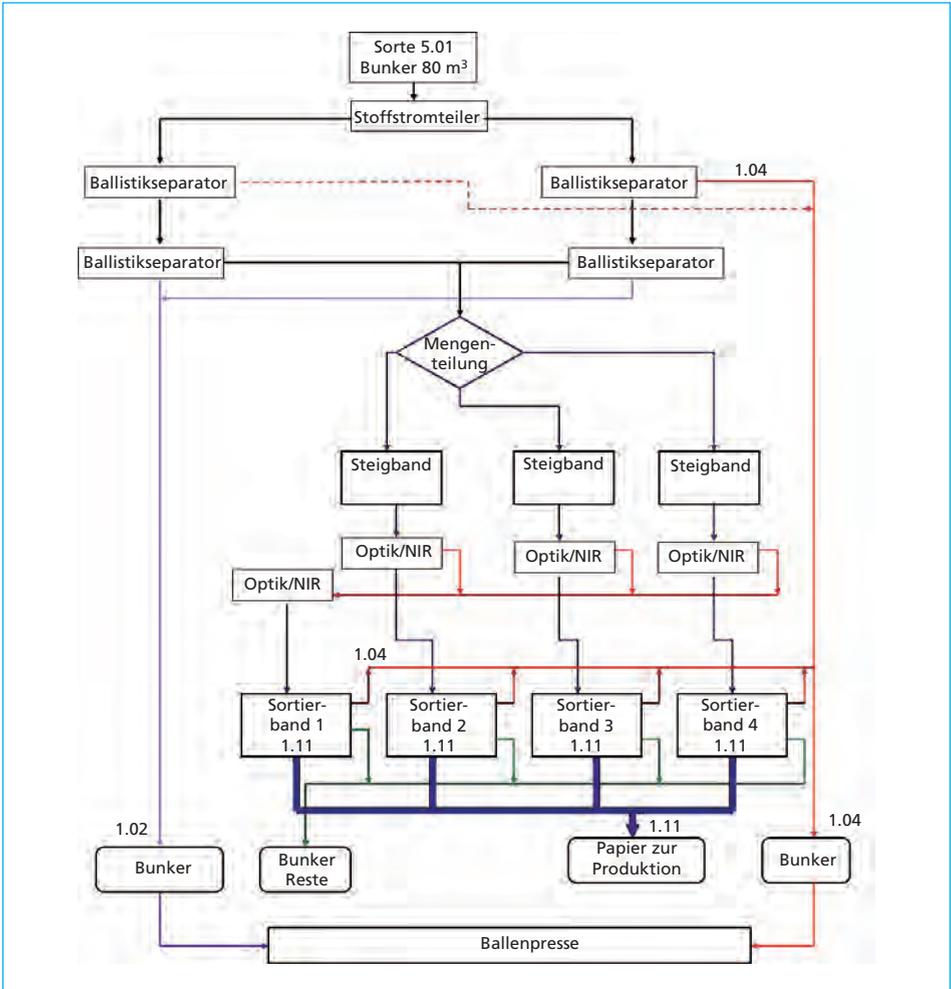


Bild 9: Flussdiagramm der Altpapiersortieranlage bei Stora Enso Sachsen GmbH

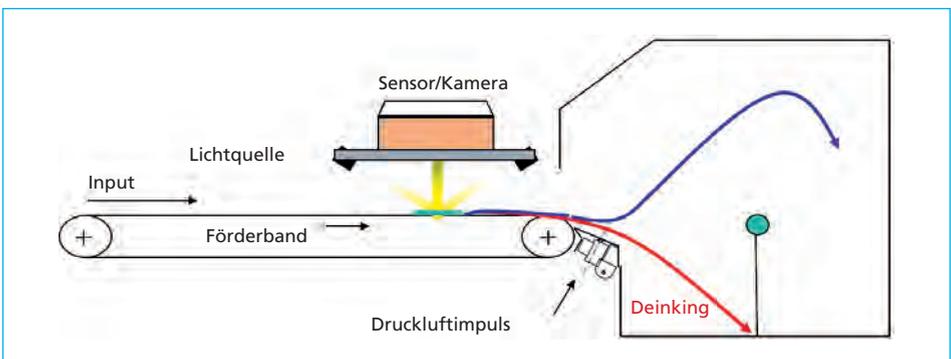


Bild 10: Opto-Elektronisches Sortiersystem



Bild 11:

Teilaufnahme der Sortieranlage  
Stora Enso Sachsen GmbH

Die aussortierte Sorte Mischpapier 1.02 enthält dabei noch mindestens vierzig Prozent grafisches Papier, auch die Sorte 1.04 enthält noch grafisches Papier von etwa fünf bis zehn Prozent. Von anderen Sortieranlagen in der Entsorgungsbranche sind uns sogar Werte von etwa sechzig Prozent grafischen Anteils im Mischpapier 1.02 und bis zu 25 Prozent im Kaufhausaltpapier 1.04 bekannt [8]. Die heutigen mehr oder weniger automatisierten Sortieranlagen sind also bei weitem nicht in der Lage, weiße und braune Papiere effizient voneinander zu trennen.

Wichtiger noch ist die Frage nach der Qualität der erzeugten Sorte 1.11: Nur durch manuelle Nachsortierung lässt sich die Forderung nach weniger als drei Prozent unerwünschter Papiere und Pappen einhalten. Die auch so nachsortierte Ware enthält bei statistischen Überprüfungen immer noch etwa zwei bis vier Prozent an braunem Karton, der in der späteren Papierproduktion sogenannte Melierfasern erzeugt. Untersuchungen des PMV in Darmstadt zeigen, dass sogar noch höhere Werte an unerwünschten Papieren und Pappen in Deinkingware 1.11 aus Sortieranlagen gefunden werden [8]. Außerdem beschreibt dieses Forschungsprojekt auch, dass in der Deinkingware nach der Sortierung auch bis zu acht Prozent andere Papierprodukte als Presseprodukte, hauptsächlich Büropapiere, enthalten sind.

Die INGEDE hat bereits seit Jahren ein Monitoring System aufgebaut, in dem die Mitglieder Qualitätsdaten aus der eigenen Eingangskontrolle von gelieferter Deinkingware monatlich melden, und die zusammengefasst und anonymisiert allen Mitgliedern zur Verfügung stehen (Bild 12).

Ingede-Monitoring	
Eingangskontrolle der Mitgliedswerke, Sorte 1.11, seit 1999 (Ingede Methoden 7, 8 und 14)	
• Papierfremde Bestandteile:	0,2 % bis 0,5 %
• Ungeeignete Papiere/Karton:	2 % bis 3 %
<b>Summe:</b>	<b>2 % bis 3,5 %</b>
• Feuchtigkeit:	8 % bis 9,5 %
• Alter:	8 bis 4 Monate
• Abgelehnte Lieferungen:	2 % bis 4 %

Bild 12:

Zusammengefasste Daten aus  
dem INGEDE-Monitoring-  
System

Hinzu kommt der regional mehr oder weniger vorhandene Abfallanteil in der blauen Tonne. Gefunden werden z.B. tote Kleintiere, Waffen und Munition, Feuerwerkskörper und entzündliche Materialien, Spritzen und Verbandsmaterial, gebrauchte Hygieneartikel, Dosen, Bauschutt, Fahrrad- und Moped- Teile, Pulver aus diversen aufplatzenden Behältnissen usw. Solche Beimengungen sind nicht nur problematisch für die Qualität des Papiers, sondern stellen auch potentiell eine Gefährdung von Mitarbeitern dar. Etliche Entstehungsbrände in unserer Sortieranlage konnten zum Glück bisher immer rechtzeitig unter Kontrolle gebracht werden. Der schlimmste bisherige Fall wurde durch ein Pulver ausgelöst (es stellte sich als überlagertes Pestizid heraus,) das die Mitarbeiter vor Ort so beeinträchtigte, dass wir sie in das Krankenhaus einliefern mussten.

### 1.4. Alternative Erfassung

Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz begünstigt die Kommunen, in dem es versucht, ihnen das Monopol über Altpapier zuzugestehen. Gewerbliche Sammlungen werden extrem erschwert. Grundlage ist zunächst einmal, dass Altpapier einfach zu Abfall definiert wird.

Die Mitglieder des kürzlich gegründeten Vereins IZP-eV [9] (Initiative Zukunft Papier Rohstoffe) halten diese Position für nicht haltbar. Solange der Bürger eine Zeitung oder Zeitschrift in der Hand hält, hält er keinen Abfall in der Hand. Erst durch das Zusammenwerfen verschiedenster Materialien bzw. Produkte in eine Tonne wird daraus Abfall gemacht. Dieser Vorgang ist völlig unnötig, wenn der Bürger seine Zeitung oder Zeitschrift an eine Annahmestelle, einen Wertstoffhof oder in eine (caritative) Bündelsammlung gibt oder zur Schule oder zum Kindergarten mitnimmt, welche damit eine kleine Budgeterhöhung zum Wohle der Kinder generieren.

Altpapier ist Rohstoff und kein Abfall. Sollten sich dennoch Juristen mit der *Entledigungsabsicht* als Abfalldefinition durchsetzen (was absolut unverständlich für den aufgeschlossenen und umweltorientierten Bürger ist), so erkennt man sehr leicht aus den Bildern 13 und 14, dass die alternative Erfassung von rein grafischen Papierprodukten die deutlich leistungsfähigere Erfassung gegenüber der kommunalen Tonnensammlung ist, und damit natürlich auch ihre Zulassungsberechtigung gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz erhalten muss.

Vor allem in den fünf neuen Bundesländern hat sich die alternative Erfassung mittels Annahmestellen stark durchgesetzt, da der Bürger das ehemalige staatliche *SERO*-System kennt. Heute funktioniert dieses Prinzip wieder – natürlich auf privatwirtschaftlicher, wettbewerblicher Basis, schafft Arbeitsplätze und ist das deutlich umweltfreundlichere System mit weitaus weniger Ressourcenverschwendung als im kommunalen Holsystem. Zugleich wird aus dem alternativen System qualitativ hochwertige, absolut sortenreine Ware geliefert, ohne dass aufwendige, Energie verschwendende Sortierprozesse notwendig werden.

Diese System setzt sich inzwischen auch hier und da in den alten Bundesländern durch.

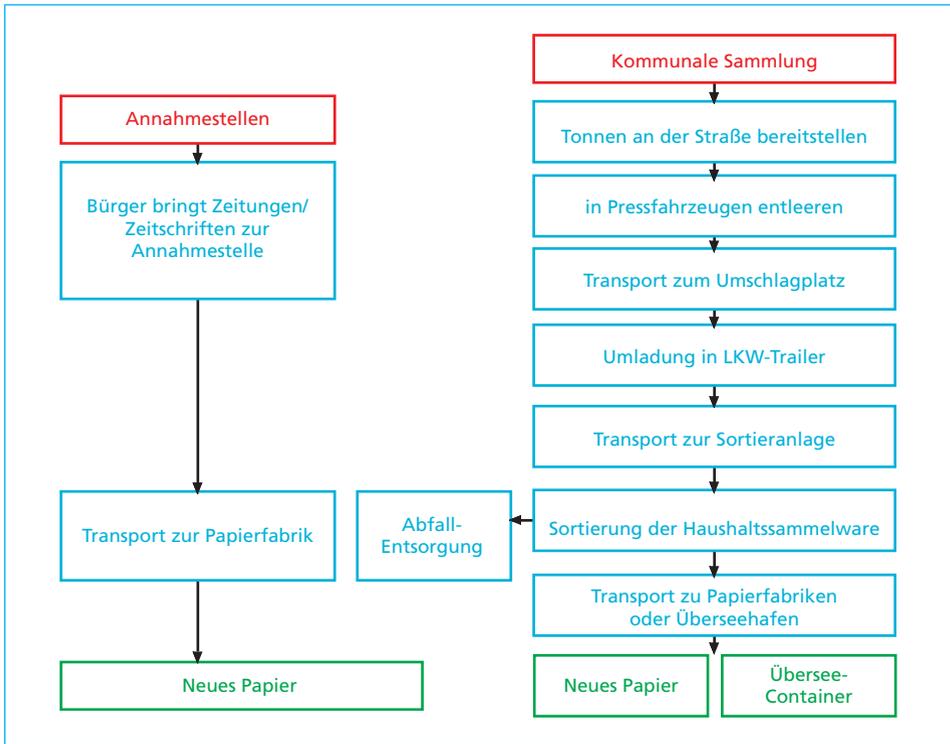


Bild 13: Systematik bürgernahe Papiererfassung

**Analyse alternativ erfasster Deinkingware 1.11 aus Annahmestellen**  
 Seit 2001 etwa 500.000 Tonnen an Stora Enso Sachsen gelieferte Menge

• Zeitungen	60 % ± 5 %
• Illustrierte	40 % ± 5 %
• Sonstige grafische Papiere	< 1 %
• Ungeeignete Papiere	max. 0,8 %
• Papierfremde Bestandteile	0

**Das bedeutet: Absolut sortenreine Ware**

Bild 14:

Qualität alternativ erfasster Deinkingware (Stora Enso Sachsen)

## 1.5. Aufbereitung

Die Aufbereitung von Altpapier einschließlich des Deinkingverfahrens (Deinking = Druckfarbentfernung) zur Herstellung eines Faserstoffs, mit dem neues Papier hergestellt werden kann, ist in vielen Publikationen umfangreich beschrieben worden [7, 8]. Bild 15 gibt beispielhaft eine Anlage wieder.

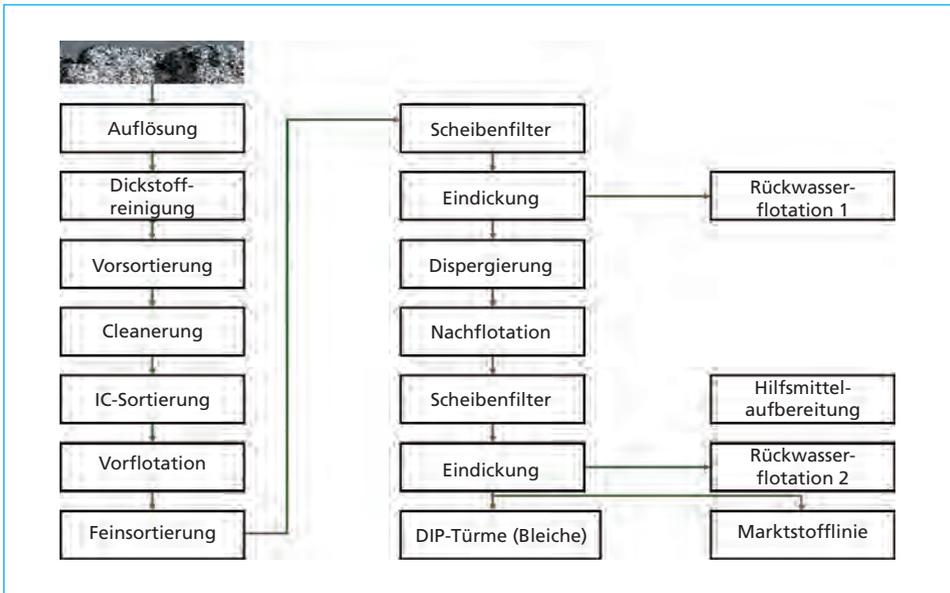


Bild 15: Flussdiagramm der Deinkinganlage von Stora Enso Sachsen GmbH

Hierbei handelt es sich um eine 2-Loop-Anlage, wie sie heute am häufigsten vorkommt. Je nach Anforderung an die Qualität des Endproduktes werden in einer Deinkinganlage mehr oder weniger Prozessschritte angeordnet. Bei allen Prozessstufen handelt es sich im Wesentlichen um Trennverfahren aus dem Bereich der mechanischen Verfahrenstechnik.

Nach der Auflösung des Altpapiers in einem Pulper oder einer Auflösetrommel mittels Rückwasser und wenigen Chemikalien (Natronlauge, Seife, Wasserglas, Wasserstoffperoxid), die eine leichte *Waschlauge* erzeugen, wird versucht, Verunreinigungen und Druckfarben, Klebstoffe, Heftklammern usw. abzutrennen. Jeder Trennschritt ist natürlich mit Mengenverlusten verbunden, so dass die Ausbaute einen wichtigen Prozessparameter darstellt. Je nach regionaler Herkunft des Altpapiers (Kriterien sind Füllstoffgehalt und Feinstoffgehalt) wird in 1-loop-Anlagen eine Ausbaute von 83 bis 87 Prozent erzielt, bei 2-loop-Anlagen eine Ausbaute von 76 bis 82 Prozent, und in 3-loop-Anlagen (in Europa ist nur eine einzige vorhanden) eine Ausbaute von sechzig bis siebenzig Prozent.

Durch Zentrifugalverfahren werden Schwerschmutz wie Sand und Leichtschmutz wie Styropor abgetrennt. Durch Hindurchdrücken der Pulpe durch Siebkörbe werden Plastikteile, Klebstoff-Applikationen, die sich nicht auflösen, u.Ä. abgetrennt. Die Entfernung von Druckfarben erfolgt in Flotationsanlagen, in denen in den hochverdünnten Stoffstrom Luftblasen eingeblasen werden, die hydrophobe Partikel eines bestimmten Größenspektrums anlagern. Der so aufschwimmende Deinkingschlamm wird abgepaddelt, mechanisch entwässert und verbrannt. Die 2-loop-Anlage zeichnet sich dadurch aus, dass zweimalig mehrstufig flotiert wird mit einer zwischengeschalteten

Dispergierung, die bei erhöhter Temperatur und hoher Stoffdichte betrieben werden muss. Das energieintensive Dispergieren soll für eine weitere Druckfarbenablösung von den Fasern sorgen und evtl. vorliegende größere Schmutzpunkte zerkleinern. Jeder Prozessschritt erfordert seine eigene Stoffdichte, so dass Entwässerungs- und Verdünnungsvorgänge vielfältig vorkommen. Wie aus der Bild 15 zu entnehmen, kann anfallendes Filtrat, das im System im Kreislauf geführt wird, über Druckentspannungs-Flotationen im Sinne einer Art Nierenfunktion gereinigt werden.

Ziel des ganzen Aufwandes ist, bestimmte Qualitätseigenschaften der Pulpe zu erreichen, die für die dann folgende Papierproduktion erforderlich sind. Neben einigen mechanischen Eigenschaften sind vor allem optische Parameter entscheidend, und hier vor allem Weißgrad oder Helligkeit und Schmutzpunktgehalt. Reicht der erzielte Weißgrad nicht aus, kann durch entsprechend geschaltete Bleichstufen der Weißgrad angehoben werden, aber nur in engen Grenzen. Weißgrade wie bei Frischfaserstoffen erzielbar, sind bei Sekundärfaserstoffen nicht erreichbar.

## 2. Grafische Papiere

### 2.1. Sorten

Wie eingangs schon erwähnt, werden in den Statistiken der Verbände nur Zeitungsdruckpapier und andere grafische Papiere aufgeführt, bei denen es sich um ein sehr breit gefächertes Sortenspektrum handelt. In Bild 16 ist versucht worden, Hauptsorten der grafischen Papiere nach Qualität und Wert einzuordnen.

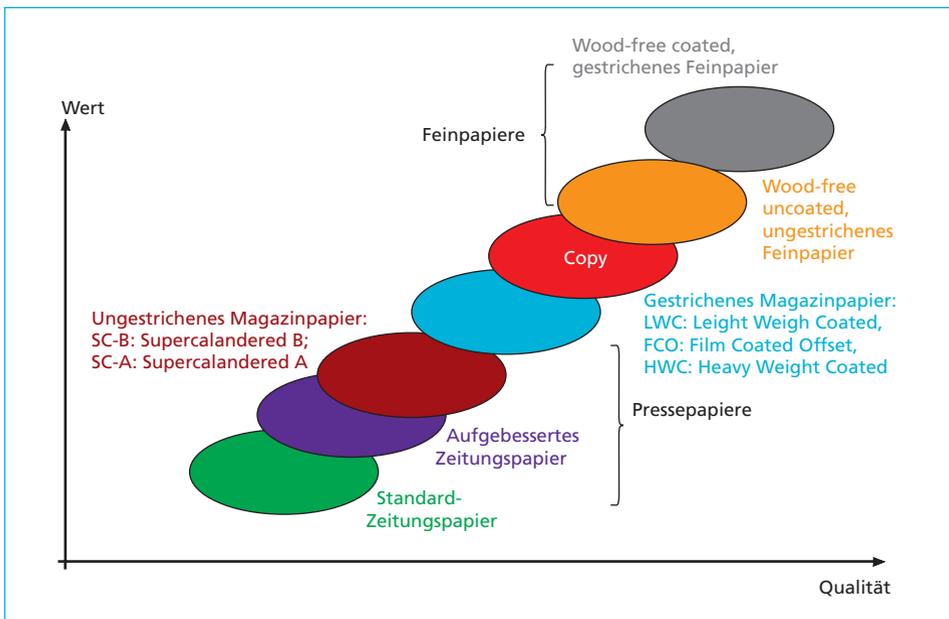


Bild 16: Grobe Einteilung von Druckpapiersorten

Der Bereich der Pressepapiere reicht vom Standard-Zeitungsdruckpapier über aufgebesserte (hellere) Sorten zu ungestrichenen und gestrichenen Magazinpapieren. Es schließen sich Büro- (Kopier-) Papiere an, schließlich mit höchsten Ansprüchen die Feinpapiere, gestrichen und ungestrichen.

## 2.2. Altpapiereinsatz

Je höher die Ansprüche an Papier gestellt werden, umso weniger Altpapier wird für dessen Herstellung eingesetzt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Altpapiereinsatz in grafischen Papieren

Papiersorte	Altpapiereinsatz	Hauptsorte Altpapier
	%	
Standard-Zeitungspapier	80 bis 120	1.11
aufgebessertes Zeitungspapier	0	–
ungestrichenes Magazinpapier		
SC-B	80 bis 120	1.06/1.11
SC-A	0 bis 20	1.06/2.03/2.05/2.06
gestrichenes Magazinpapier		
Leight Weigh Coated	0 bis 20	1.11/3.15/5.05
Film Coated Offset	80 bis 120	1.06/1.11/2.03/2.05/2.06
Copy	0 bis 120	2.05/2.06/3.04/2.10/3.14/3.15/3.16/3.18
ungestrichenes Feinpapier	0 bis 20	2.05/3.10/3.16/3.18

Während hohe Altpapiereinsatzquoten bei Standard-Zeitungsdruckpapier vorliegen, wird bereits bei aufgebessertem Zeitungsdruckpapier kein Altpapier verwendet, da die geforderten Weißgrade zumindest mit der Deinkingware 1.11 nicht erzielbar sind.

Im Rahmen der Magazinpapiere haben sich bei den ungestrichenen Sorten sog. B- (oder gar C-) Qualitäten etabliert, die bis zu über hundert Prozent aus Altpapier hergestellt werden. Diese reichen in ihrer optischen Qualität natürlich nicht an die A-Qualitäten heran. Beim Steichen von sog. LWC (Leight-Weight-Coated) Papieren konnte aufgrund der Bladestrich-Technologie überhaupt kein Altpapier eingesetzt werden, da z.B. Melierfasern (braune Fasern aus Kartonanteil in der Deinkingware) eine Produktion mit Blade-Coatern völlig unmöglich machte (Rakelstreifen und Abrisse). In den letzten Jahren hat es aber die Entwicklung der FCO- (Film-Coated-Offset) Papiere gegeben, deren Basispapier vollständig aus Altpapier herstellbar ist. Die Oberflächenqualität kommt aber an die der Blade- gestrichenen Papiere nicht heran, und im Tiefdruckverfahren sind diese Papiere nicht ausreichend gut bedruckbar.

Es gibt einige wenige Papierhersteller, die auch Büro-Papiere und auch einige Feinpapiere mit Altpapiereinträgen herstellen. Büropapiere werden in einigen Fällen sogar aus hundert Prozent Altpapierstoff hergestellt. Zum Einsatz kommen hier überwiegend höherwertige Altpapiersorten, bei deren Verfügbarkeit die Hersteller auch mit Hygienepapierproduzenten konkurrieren müssen, und die, wie eingangs gesehen, nur sehr begrenzt auf dem Markt vorhanden sind.

## 2.3. Qualitätsanforderungen

An jede Papiersorte werden je nach Einsatzzweck verschiedene Qualitätsansprüche gestellt. Allgemein wird eine gute Verarbeitbarkeit und Bedruckbarkeit gefordert. Besonders die Werbewirtschaft stellt hohe Ansprüche an die Optik des Druckerzeugnisses, so dass bestimmte mechanische Eigenschaften, optische Eigenschaften und Oberflächeneigenschaften (Bild 17) zu erfüllen sind.

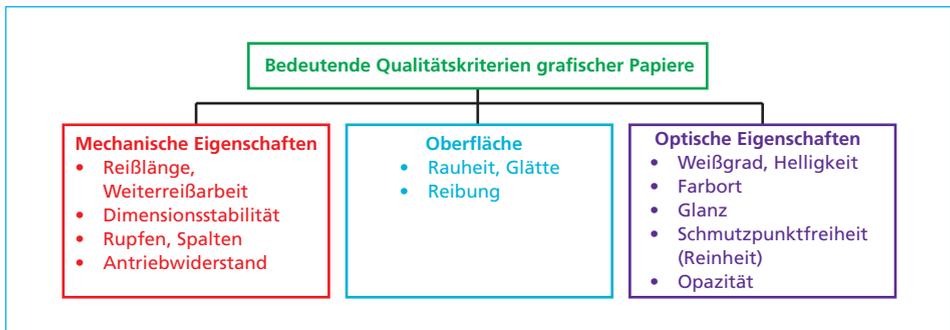


Bild 17: Bedeutende Qualitätskriterien für grafische Papiere

Der Einsatz von Altpapier in Neupapieren richtet sich vor allem nach den optischen Parametern und den Oberflächeneigenschaften. Ein *Faserkollaps* – wie häufig in der Öffentlichkeit diskutiert – durch nicht mehr mechanisch verwendbare Fasern durch zu viele Recyclingzyklen ist nicht zu befürchten, solange ausreichen Frischfasern in gesamten Kreislauf hineinkommen. Wie eingangs gezeigt, ist eine stetige Frischfaserzufuhr rein mengentechnisch schon erforderlich, um den Recyclingkreislauf am Leben zu erhalten.

Bei den optischen Eigenschaften, die besonders vom Altpapierrohstoff beeinflusst werden, geht es vor allem um Weißgrad und Schmutzpunktfreiheit. Tabelle 2 gibt einige Hinweise zu den zu erzielenden Eigenschaften bezüglich dieser beiden Parameter. Beachtet werden muss dabei auch immer die Messmethode, z.B. ob bei der Weiße der sog. ISO-Weißgrad, der Hellbezugswert Y, oder die Luminosity L gemessen, und mit welcher Lichtart beleuchtet wurde.

Tabelle 2: Wichtige optische Qualitätsanforderungen an grafische Papiere

Papiersorte	Weißgrad ISO 2470 (D65) %	Schmutzpunkte Ingede Methode 2 (DOMAS)
Zeitungsdruck	60	< 110 mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
aufgebessertes Zeitungsdruck	65 bis 80	< ?
Magazinpapier (LWC, SC)	65 bis 85	< ?
Kopierpapier	70 bis 100	0 bis ?
Feinpapier	80 bis 110	0 bis ?

Für die Altpapiersorte 1.11 kann mit allen Aufbereitungsschritten und zweifacher Bleiche in der Deinkinganlage nur ein Weißgrad von maximal 68 Prozent erreicht werden, was völlig unzureichend für viele Papierqualitäten ist. Daher muss man bei weißeren Papierqualitäten auch verstärkt höherwertige Altpapiersorten und Frischfasern einsetzen.

Zudem hat man sich zwar an gewisse Schmutzpunktanteile in Zeitungsdruckpapier gewöhnt, was aber völlig unakzeptable für höherwertige grafische Papiere ist. Für Deinkingstoff für Zeitungsdruckpapier gibt es Schmutzpunkt-Grenzwerte, die von der Technischen Kommission Deinking formuliert wurden, und die inzwischen Eingang gefunden haben in die Deinkbarkeits-Scorecard des Europäischen Altpapierrates ERPC [10]. Für andere Papierqualitäten als für Zeitungsdruck sind mir bislang keine vereinbarten Grenzwerte bekannt. In einem z. Zt. laufenden Vorhaben der INGEDE sollen Grenzwerte für höherwertige grafische Produkte ermittelt werden. Auf jeden Fall toleriert die Werbewirtschaft in Hochglanzprospekten keinerlei Schmutzpunkte, die durch das Druckbild hindurchscheinen und die Werbebotschaften verunstalten. Auch sind Schmutzpunkte in Printprodukten unakzeptabel, bei denen Kleingedrucktes unleserlich werden kann, z.B. bei Beipackzetteln, Telefonbüchern, Preislisten usw.

### 2.4. Limitierende Faktoren zum Altpapiereinsatz

Eingangs erwähnt wurde bereits die rein mengentechnische Betrachtung, die grundsätzlich Frischfaserinput in den Papierkreislauf erforderlich macht. Einfache rein mengenmäßige Erwägungen zeigen, dass mindestens dreißig Prozent des erforderlichen Faserstoffes zur Papierherstellung als Frischfasern global in den Papierkreislauf gepumpt werden müssen, damit der Papierkreislauf nicht zusammenbricht.

Technologisch betrachtet, limitieren optische Qualitätsansprüche an grafische Papiere den Altpapiereinsatz, vor allem wenn hohe Anforderungen an Weiße und Schmutzpunktfreiheit des Papiers gestellt werden. Schmutzpunkte ergeben sich dabei aus (ungehörigen) Beimengungen im Altpapier, aus nicht abgelösten Druckfarben und aus Melierfasern, also braunen und durchgefärbten Papierfasern, die aus unerwünschten Papieren und Pappen in der Deinkingware 1.11 resultieren. Diese wirken dabei so, dass das Papier schmutzig aussieht, und sie reduzieren auch den gesamten Weiße- bzw. Helligkeitseindruck. Knapp drei Prozent an braunen Fasern im Deinkingstoff reduzieren den Weißgrad um ein Prozent [10]. Hinzu kommt, dass der heutige Mix an Druckverfahren in Printprodukten nicht optimal in unseren Flotationsanlagen entfärbt werden kann (Bild 18).

Während einige Druckverfahren wie Flexodruck und Standart-Inkjet aufgrund der Wasserlöslichkeit der Druckfarben und ihres hydrophilen Zustandes nicht flотиert werden können und so zu einer Vergrauerung der Fasern führt, können einige vernetzte Druckfarben nicht flотиert und nicht in der Deinkinganlage aussortiert werden, so dass diese ebenso wie Melierfasern zu Schmutzpunkten im Neupapier führen. Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang das *Indigo*-Flüssigtonerverfahren.

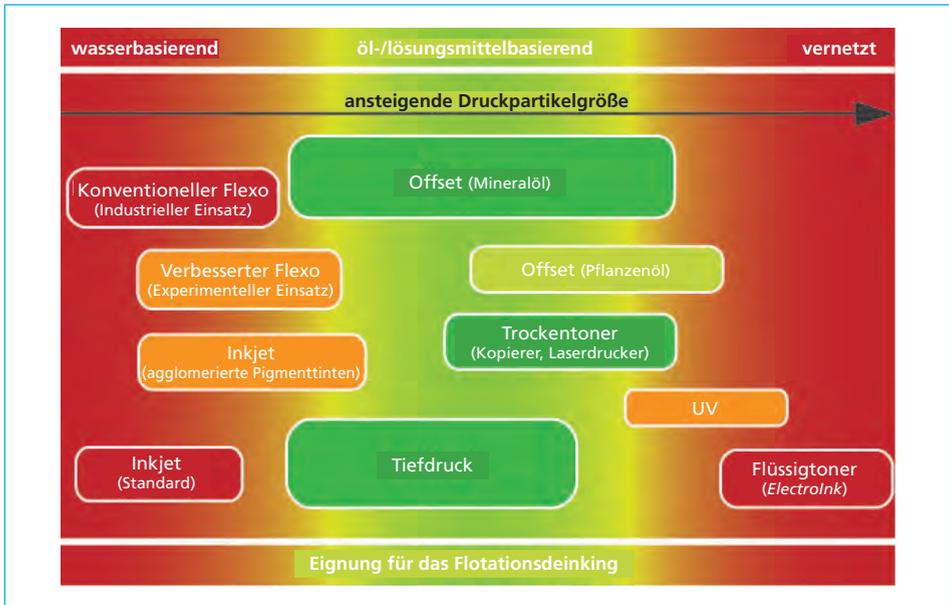


Bild 18: Deinkbarkeit von Druckprodukten nach Art des Druckverfahrens

Quelle: INGEDE

### 3. Schlussfolgerungen

Der Altpapiereinsatz in grafischen Papieren ist in Europa und besonders in Deutschland bereits recht hoch, aber besonders in Papieren mit hohen optischen Qualitätsansprüchen doch noch ausbaufähig. Für hochwertiges Recycling im Sinne der Zielstellung der Europäischen Kommission, ist sortenreiner Rohstoff unabdingbare Voraussetzung. Daher ist die Erfassung rein grafischer Altpapiere getrennt von Verpackungsmaterialien, dort wo es möglich ist, der Gemischtsammlung vorzuziehen.

Auch könnte eine reine Büropapierfassung die Mengenlimitierung an höherwertigen Altpapiersorten etwas entspannen helfen.

Rein mengentechnisch könnte in Europa mehr Altpapier verwendet werden, wenn man die hohen Nettoexportmengen aus Europa in Richtung Fernost in Betracht nimmt. Das hohe Übersee-Verkehrsaufkommen mit entsprechend hohen Carbon Footprint erscheint zumindest zum Teil unnötig.

Die in Deutschland heute vorherrschenden Art und Weise, haushaltsnah erfasstes Misch-Altpapier der Kommune monopolistisch vermarkten zu wollen, betrachten wir äußerst kritisch. Kommunen bzw. kommunale Betriebe (als nicht steuerpflichtiges Organ) schreiben häufig die Vermarktung auf Basis fragwürdiger Indizes plus erwarteten Aufschlag aus, wobei der Index nicht einmal für die in der Tonne vorliegende Ware gilt. Für die Haushaltssammelware 5.01 gibt es schließlich keinen Marktpreis.

Vermarktung kann unseres Erachtens nur für eine handelbare (sortenreine) Ware erfolgen, für die klare Qualitätskriterien vorliegen. Bleibt zu hoffen, dass die EU die *End-of-Waste-Verordnung* bald verabschiedet, worin z.B. die Deinkingware 1.11 bei Erfüllung der Reinheitsforderungen klar als Rohstoff bzw. Produkt und nicht als Abfall deklariert wird. Altpapier ist Rohstoff und kein Abfall.

### 4. Literatur

- [1] Neidhardt, T.; Faul, A.; Kibat, K. D.; Putz, H. J.: Stoffliche Verwertung von Altpapier im Focus. Wochenblatt für Papierfabrikation 11/2012, S. 838-842
- [2] Unfold the Future. The Forest Fibre Industry. 2050 Roadmap to a Low Carbon Economy. CEPI [www.cepi.org](http://www.cepi.org), 2011
- [3] CEPI Annual Statistics: [www.cepi.org](http://www.cepi.org), 2011
- [4] ERPC (European Recovered Paper Council): Paper Recycling Monitoring Report [www.paperforrecycling.eu](http://www.paperforrecycling.eu), 2011
- [5] Blechschmidt J. (Hrsg.): Altpapier: Regularien, Erfassung, Aufbereitung, Maschinen und Anlagen, Umweltschutz. Carl-Hanser-Verlag, 2011
- [6] Bartek Stawicki und Barry Read (Ed.): Cost Action E48 Final Report: The Future of Paper Recycling in Europe: Opportunities and Limitations. Cost Office (Brussels) 2010
- [7] Höke, U.; Schabel, S. (Hrsg.): Recycled Fibre and Deinking. Second (updated) edition, book 7 of Papermaking Science and Technology, Paper Engineers Association, Paperi ja Puu, Helsinki, 2010
- [8] Putz, H. J.; Weinert, S.: Qualitätseigenschaften der wichtigsten Altpapiersorten in Abhängigkeit von den Sortierbedingungen. Abschlussbericht AIF-Vorhaben 15408N, 2010
- [9] [www.izp-ev.de](http://www.izp-ev.de)
- [10] INGEDE-Testmethoden und -Publikationen unter [www.ingede.org](http://www.ingede.org)

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Recycling und Rohstoffe** – Band 6

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013

ISBN 978-3-935317-97-9

ISBN 978-3-935317-97-9 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 2013

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: Ina Böhme, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske, Ulrike Engelmann, LL. M.

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 Funksendung, 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.