

## **Titel**

# **Verfahrenskombinationen zur Druckfarbentfernung bei hochwertigen graphischen Altpapieren**

E. Hanecker, G. Bär, K. Blasius, M. Klein

## **Inhalt**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Zusammenfassung</b>                           | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>Abstract</b>                                  | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>Einleitung</b>                                | <b>5</b>  |
| <b>4</b> | <b>Überblick über die Forschungsprojekte</b>     | <b>5</b>  |
| <b>5</b> | <b>Deinkbarkeit der untersuchten Altpapiere</b>  | <b>6</b>  |
| <b>6</b> | <b>Untersuchungen zu Verfahrenskombinationen</b> | <b>8</b>  |
| 6.1      | Verfahrensablauf der Technikumsversuche          | 8         |
| 6.2      | Ergebnisse mit holzfreien Altpapiersorten        | 9         |
| 6.3      | Ergebnisse mit holzhaltigen Altpapiersorten      | 11        |
| 6.4      | Weitere Untersuchungen mit holzfreiem Altpapier  | 13        |
| 6.5      | Einfluss der Zerfaserungsaggregate               | 14        |
| <b>7</b> | <b>Potenzial graphischer Altpapiersorten</b>     | <b>16</b> |
| <b>8</b> | <b>Schlussfolgerung</b>                          | <b>18</b> |
| <b>9</b> | <b>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</b>            | <b>19</b> |

## 1 Zusammenfassung

|  |  |
|--|--|
| <b>Themen</b>                                    | <p>Verfahrenskombination Zerfaserung / Flotation für eine optimale Druckfarbenentfernung (IGF <u>14703BR</u> „Zerfaserung / Flotation“)</p> <p>Optimale Druckfarbenentfernung durch die Verfahrensstufen Flotation und Dispergierung (IGF <u>14763N</u> „Flotation / Dispergierung“)</p> <p>Verbesserung der optischen Sauberkeit / Homogenität von Deinkingstoff für hochwertige grafische Massenspapiere und Market-Pulp (IGF <u>14809BR</u> „Homogenität Deinkingstoff“)</p>  |
| <b>Ziel der Projekte</b>                         | <p>Gesamtziel der Forschungsvorhaben waren optimale Verfahrenskombinationen zur Druckfarbenentfernung hochwertiger graphischer Altpapiersorten. Das Stoffpotenzial graphischer Altpapiersorten in Abhängigkeit von den Prozessschritten sollte ermittelt und daraus ganzheitliche Stoffaufbereitungskonzepte in Abhängigkeit von der Altpapierzusammensetzung erarbeitet werden.</p>   |
| <b>Qualitätsanforderungen an Altpapierstoffe</b> | <p>Höherwertige grafische Papiere, aber auch Hygienepapiere, weiß gedeckter Liner oder die Deck- und Schonschicht von Faltschachtelkarton stellen höchste Anforderungen an die optischen Eigenschaften und die Reinheit. Für diese Anwendungen werden heute meist deinkte Altpapierstoffe eingesetzt, die durch Aufbereitung von Deinkingware mittels Doppelflotation und Dispergerbleiche produziert werden. Alternativ können auch höherwertigere Altpapiersorten eingesetzt werden. Sie sind in der Regel teurer, erfordern aber nicht zwingend denselben hohen Aufwand bei der Aufbereitung.</p>   |
| <b>Durchgeführte Untersuchungen</b>              | <p>Im Rahmen dieses Beitrags werden Ergebnisse zum Eigenschaftspotenzial höherwertiger graphischer Altpapiersorten in Abhängigkeit von der eingesetzten Verfahrenstechnik vorgestellt. Die Untersuchungen zur Verfahrenskombination Zerfaserung, Flotation und Dispergierung wurden nach einem definierten Ablaufschema für zwei holzhaltige und zwei holzfreie Altpapiersorten im Technikumsmaßstab durchgeführt. Variiert wurden im Wesentlichen die Flotationsdauer sowie die Bedingungen und Schaltung bei der Dispergierung.</p>  |
| <b>Holzfreie Altpapiersorten</b>                 | <p>Die untersuchten holzfreien graphischen Altpapiersorten wiesen einen hohen Ausgangsweißgrad auf. Durch eine Flotation konnte der Weißgrad nur geringfügig verbessert werden. Die optische Reinheit wird durch Schmutzpunkte beeinträchtigt. Der Aufbereitungsprozess muss deshalb so gestaltet werden, dass vor allem Schmutzpunkte wirkungsvoll reduziert werden. Eine wirkungsvolle Schmutzpunktreduzierung, vor allem optisch störender großer Schmutzpunkte, wird durch die Prozessstufe Dispergierung erzielt. Die Ergebnisse bei Einsatz dieser Altpapiersorten lassen die Schlussfolgerung zu, dass auf eine Flotation vor der Dispergierung verzichtet werden kann. Eine der Dispergierung nachgeschaltete Flotation wird als erforderlich erachtet, um die zerkleinerten Druckfarbenpartikel auch effektiv zu entfernen.</p> |

**Holzhaltige  
Altpapiersorten**

Holzhaltige Altpapiersorten führen aufgrund des niedrigeren Ausgangsniveaus zu niedrigeren Endweißgraden. Bei holzhaltigen Altpapiersorten ist die Vorflotation zur optimalen Druckfarbenentfernung notwendig, durch eine nachgeschaltete Dispergierung werden Restdruckfarben abgelöst und fragmentiert. Unzureichende Druckfarbenentfernung in der Vorflotation und damit höherer Restdruckfarbenanteil im Disperger ist mit einer Fragmentierung der Druckfarben verbunden und führt im Gesamtergebnis zu einem geringeren Druckfarbenaustrag in der Nachflotation.

Auf der Grundlage der Ergebnisse wird ein Vergleich der untersuchten Verfahrensabläufe durchgeführt.

**Danksagung**

Die Forschungsvorhaben IGF14703BR, IGF14763N und IGF14809BR der Forschungsvereinigung PTS wurde im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Unser Dank gilt außerdem den beteiligten Firmen für die Probenbereitstellung und für die freundliche Unterstützung bei der Projektdurchführung.

**2 Abstract****Theme**

Process combination defibration / flotation for optimum ink removal

Optimum ink removal by the process steps flotation and disperging

Improvement of optical cleanliness / homogeneity of deinked pulp to produce high-quality graphic papers and market DIP

**Project  
objectives**

A full understanding of the property potential of higher-quality graphic recovered paper grades as a function of the process technology used was to be supplied by three research projects.

**Quality demands  
on recycled fibre  
pulp**

High-quality graphic papers as well as sanitary papers, white top test liners or the facing and middle plies of cartonboard place exacting requirements on optical properties and cleanliness. Nowadays, the deinked recovered paper pulps commonly used for these applications are being produced by subjecting sorted graphic papers for deinking to double flotation and disperger bleaching. In addition to further improving the treatment technology for sorted graphics for deinking, higher-quality recovered paper grades may also be used. Although they are normally more expensive, they do not necessarily require treatment involving the same significant outlay.

---

**Studies**

The paper shows results of the property potential of higher-quality graphic paper grades as a function of the process technology used. Pilot-scale studies on the process combination of defibration, flotation and dispersion were carried out according to a defined flow diagram, using two wood-containing and two wood-free recovered paper grades. The factors varied in the studies were basically the flotation time and the conditions and circuitry of dispersion.

---

**Wood free recovered paper grades**

The studied wood-free grades showed high initial brightness, which could only slightly be improved by flotation. Optical cleanliness is impaired by dirt specks. The treatment process must therefore be designed such that especially dirt specks are reduced effectively. Efficient dirt specks reduction, especially of large, optically disruptive dirt specks, is achieved by dispersion. The results obtained for these grades suggest that it is not necessary to use a flotation stage prior to dispersing. A flotation stage after dispersion, however, is considered necessary to effectively remove even the comminuted or crushed ink particles.

---

**Wood containing recovered paper grades**

Only inferior optical properties can be expected with wood-containing recovered paper grades owing to their lower initial brightness values. The results obtained indicate that pre-flotation is necessary for optimum ink removal in these grades. Residual inks are detached and fragmented by a dispersion stage after pre-flotation. Insufficient ink removal by pre-flotation and therefore higher residual ink contents in the disperger stage result in high ink fragmentation and reduced ink removal by post-flotation.

The process flows studied are compared based on the results obtained.

---

**Acknowledgement**

The IGF14703BR, IGF14763N and IGF14809BR research projects of the research association PTS was funded within the program of promoting "pre-competitive joint research (IGF)" by the German Federal Ministry of Economics and Technology BMWi and carried out under the umbrella of the German Federation of Industrial Co-operative Research Associations (AiF) in Cologne. We would like to express our warm gratitude for this support.

We would also like to express our thank to the involved companies for providing proper samples as well as for supporting project performance.

---

### 3 Einleitung

#### **Anforderungen an Altpapierstoffe**

Höherwertige grafische Papiere, aber auch Hygienepapiere, weiß gedeckter Liner oder Deck- und Schonschicht von Faltschachtelkarton, stellen an die optischen Eigenschaften und die Reinheit höchste Anforderungen. Bei Einsatz von Altpapierstoff für die Herstellung dieser Papiere müssen daher die Druckfarbenpartikel bei der Altpapieraufbereitung möglichst vollständig entfernt werden.

---

#### **Effektivität der Druckfarbenentfernung**

Die relevanten Prozessstufen zur effizienten Druckfarbenentfernung sind

- Zerkleinerung für eine effektive Druckfarbenablösung und Fragmentierung in ein flotierbares Teilchengrößenspektrum
  - Flotationsstufen (Vor- und Nachflotation) für den Austrag der abgelösten Druckfarben und
  - Dispergierung zur Ablösung von Restdruckfarben und Fragmentierung von Schmutzpunkten.
- 

#### **Aufbereitung graphischer Altpapiere**

Für diese Anwendungen werden heute meist deinkte Altpapierstoffe eingesetzt, die durch Aufbereitung von Deinkingware mittels Doppelflotation und Dispergerbleiche produziert werden. Diese Technologie ist mit entsprechenden Investitionskosten und hohen laufenden Kosten für Chemikalien und Energie verbunden. Alternativ können auch höherwertigere Altpapiersorten eingesetzt werden. Sie sind in der Regel teurer, erfordern aber nicht zwingend denselben hohen Aufwand bei der Aufbereitung.

---

### 4 Überblick über die Forschungsprojekte

#### **Übersicht**

Umfassende Kenntnisse zum Eigenschaftspotenzial dieser Altpapierstoffe in Abhängigkeit von der eingesetzten Verfahrenstechnik sollten drei Forschungsprojekte liefern, in denen die PTS untersuchte, wie die Prozesskombinationen Zerkleinerung / Flotation und Flotation / Dispergierung gestaltet werden können, um eine optimale Druckfarbenablösung und -entfernung zu erreichen. Im Ergebnis standen Erkenntnisse zu ganzheitlichen Stoffaufbereitungskonzepten in Abhängigkeit von der Altpapierzusammensetzung.

---

#### **Untersuchte Altpapiersorten**

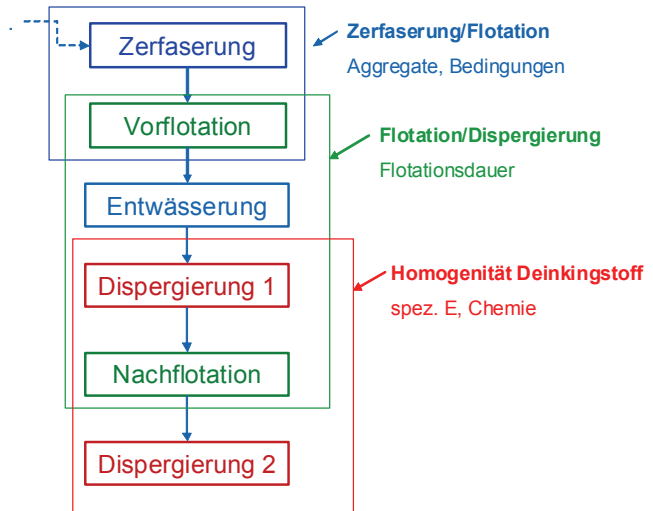
Im Rahmen des Gesamtvorhabens wurden vier grafische Altpapiersorten untersucht:

- Deinkingware, Sorte 1.11,
  - Holzhaltige weiße Späne mit leichtem Andruck, Sorte 2.03.01,
  - Sortiertes Büroaltpapier, Sorte 2.05,
  - Holzfreie weiße Späne mit leichtem Andruck, Sorte 3.04.
-

**Untersuchte  
Prozestufen und  
Variablen**

**Graphische  
Altpapiersorten**

- Holzhaltige Sorten
  - Deinkingware (1.11)
  - h`h weiße Späne mit leichtem Andruck (2.03.01)
- Holzfremde Sorten
  - sortiertes Büroaltpapier (2.05)
  - h`f weiße Späne mit leichtem Andruck (3.04)



**5 Deinkbarkeit der untersuchten Altpapiere**

**Vorgehen**

Die ausgewählten Altpapiersorten wurden hinsichtlich ihrer Deinkbarkeit in Anlehnung an die INGEDE-Methode 11 „Bewertung der Rezyklierbarkeit von Druckerzeugnissen – Prüfung der Deinkbarkeit“ charakterisiert.

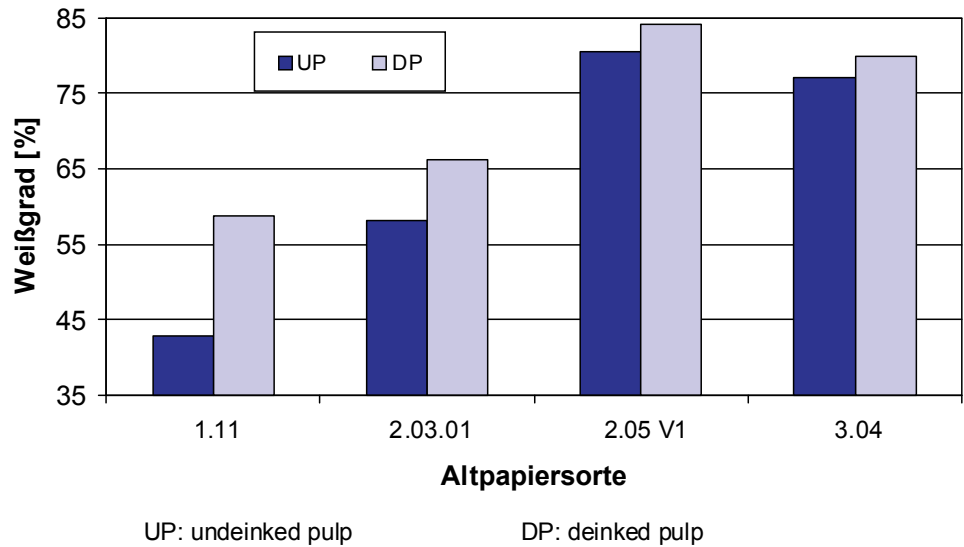
**Ergebnis der  
Deinkbarkeitsun-  
tersuchung**

Erwartungsgemäß unterscheiden sich die charakterisierten Altpapiersorten in den Qualitätsparametern Hellbezugswert Y, Weißgrad R<sub>457</sub> und Schmutzpunktfäche A der deinkten Stoffe. Die besten Ergebnisse wurden für das im Rahmen dieses Projektes herangezogene sortenreine Büroaltpapier erzielt.

| Altpapiersorte           | Y    | a*    | A [mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ] | IE [%] |
|--------------------------|------|-------|--------------------------------------|--------|
| Deinkingware (1.11)      | 65,2 | -1,07 | 3160                                 | 78     |
| hh weiße Späne (2.03.01) | 74,1 | -1,21 | 355                                  | 73     |
| Büropapier V1 (2.05)     | 84,1 | -1,35 | 330                                  | 49     |
| hf weiße Späne (3.04)    | 81,1 | -1,10 | 1400                                 | 34     |

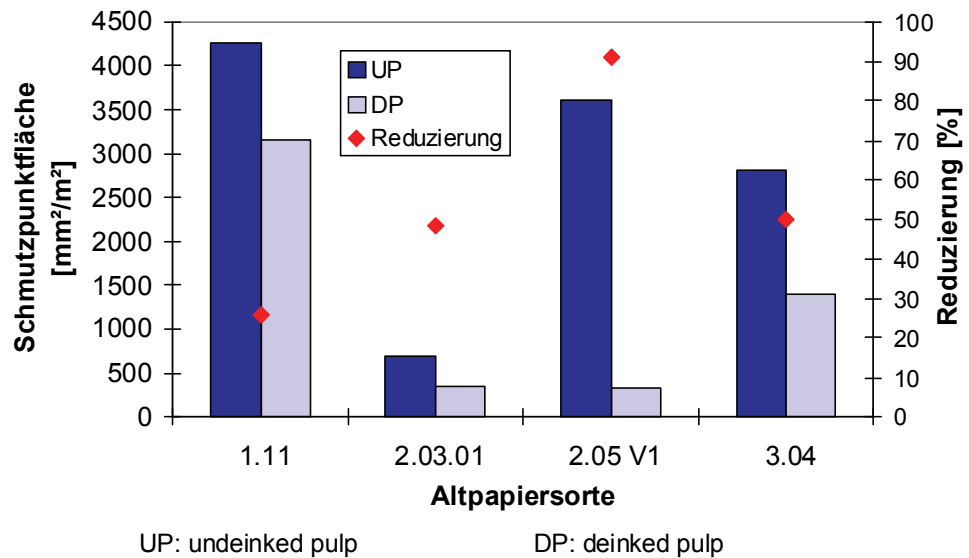
**Weißgrade**

Aufgrund der geringeren Ausgangsweißgrade können mit den holzhaltigen Altpapiersorten auch nur geringere optische Eigenschaften erwartet werden.



**Schmutzpunkte**

Die Schmutzpunktbelastung von im Tiefdruck bedruckten holzhaltigen Altpapieren ist gering (Sorte 2.03.01).



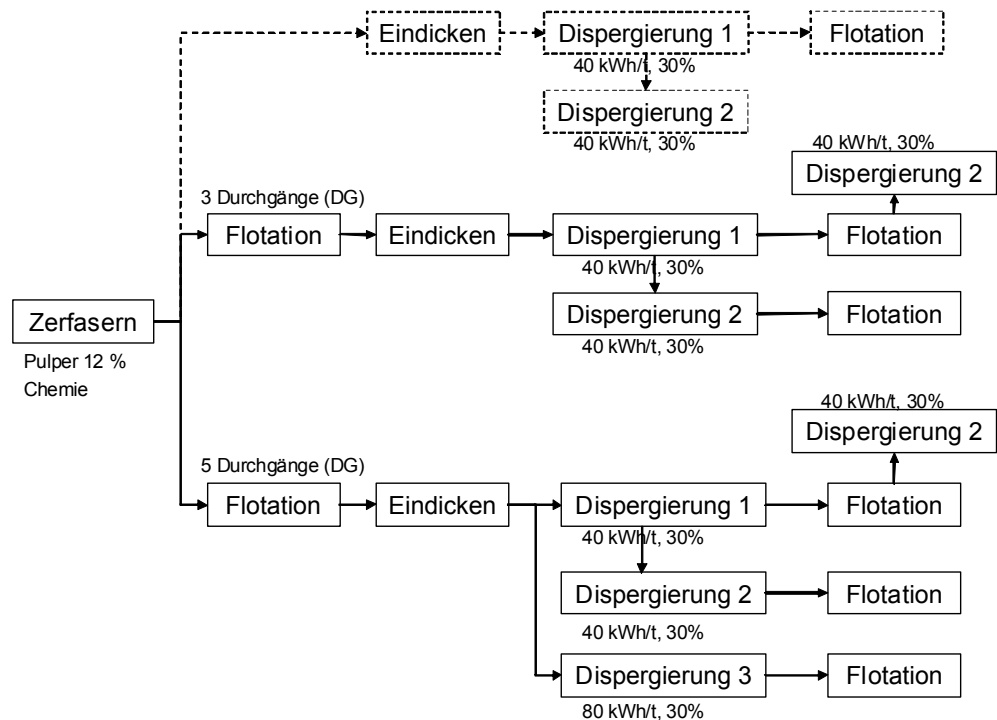
## 6 Untersuchungen zu Verfahrenskombinationen

### 6.1 Verfahrensablauf der Technikumsversuche

**Vorgehen** Die Untersuchungen zur Verfahrenskombination Zerkleinerung, Flotation und Dispergierung wurden für zwei holzstoffhaltige und zwei holzstofffreie Altpapiersorten nach einem definierten Ablaufschema im Technikum der PTS durchgeführt. Die Versuche zur Flotation wurden mit einer verkleinerten Ausführung der EcoCell durchgeführt. Variiert wurden im Wesentlichen die Flotationsdauer (Anzahl der Durchgänge) und die Bedingungen und Schaltung bei der Dispergierung.

**Ablaufschema der Technikumsversuche**

Die Variation der Anordnung und Bedingungen bei der Dispergierung sind nachfolgend dargestellt.

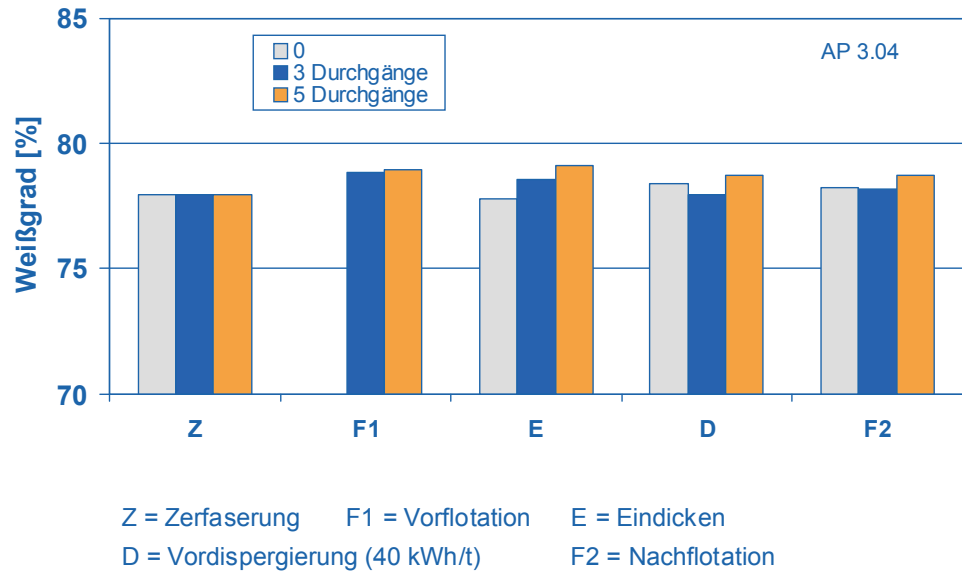




## 6.2 Ergebnisse mit holzfreien Altpapiersorten

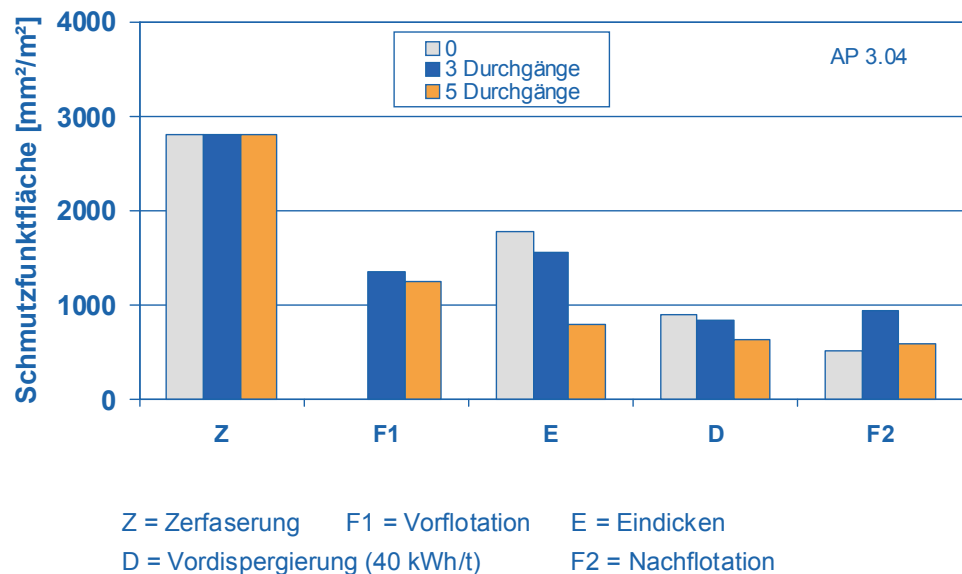
### Weißgradentwicklung über die Prozessstufen in Abhängigkeit von der Flotationsdauer

Die untersuchten holzfreien graphischen Altpapiersorten wiesen einen hohen Ausgangsweißgrad auf. Durch eine Flotation konnte der Weißgrad nur geringfügig verbessert werden.



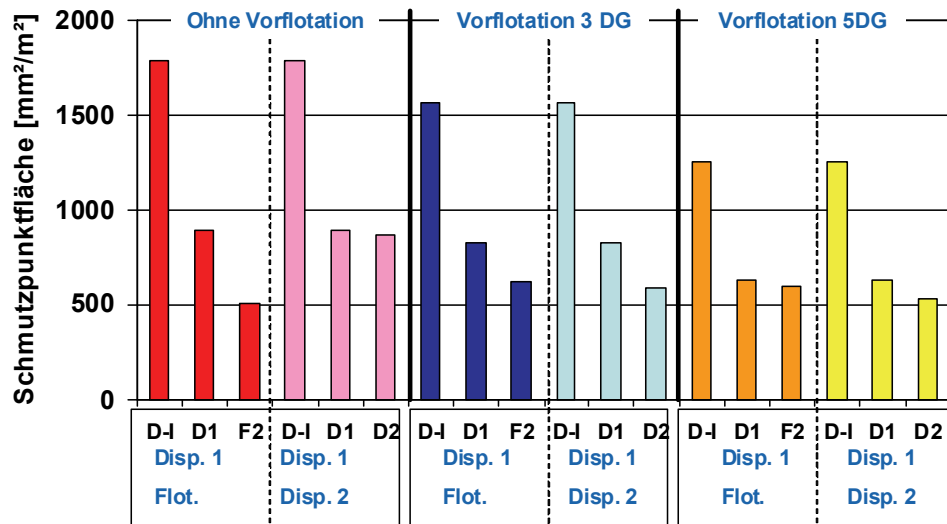
### Schmutzpunktfäche über die Prozessstufen in Abhängigkeit von der Flotationsdauer

Die optische Reinheit wird durch Schmutzpunkte beeinträchtigt. Der Aufbereitungsprozess muss deshalb so gestaltet werden, dass vor allem Schmutzpunkte wirkungsvoll reduziert werden. Eine wirkungsvolle Schmutzpunktreduzierung, vor allem optisch störender großer Schmutzpunkte, wird durch die Prozessstufe Dispergierung erzielt.



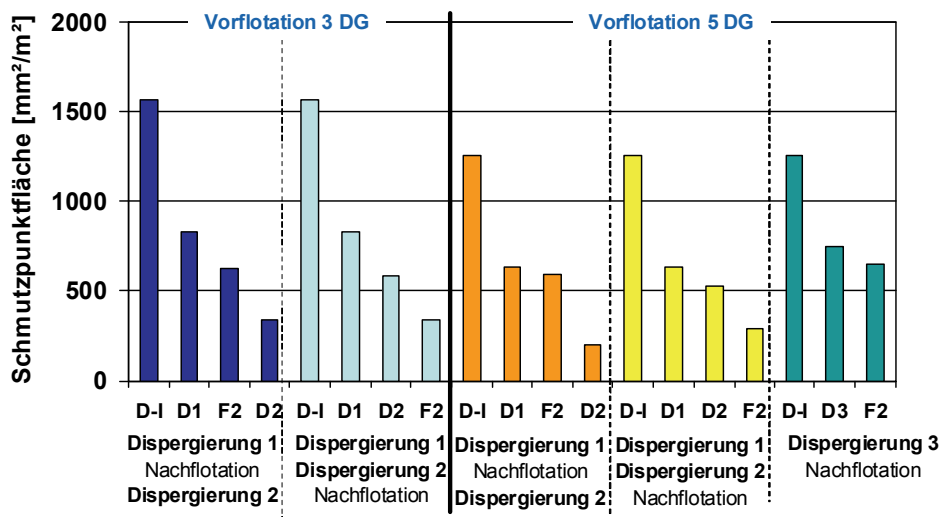
**Schmutzpunktfläche in Abhängigkeit von der Art und Reihenfolge der Prozessstufen**

Ein Vergleich der Ergebnisse mit und ohne Vorflotation zeigt keine signifikanten Unterschiede in der Schmutzpunktfläche der Stoffe nach den Prozessstufen Dispergierung und Nachflotation. Daraus kann geschlossen werden, dass auf eine Flotation vor der Dispergierung bei diesen holzfreien Altpapiersorten verzichtet werden kann. Eine der Dispergierung nachgeschaltete Flotation wird als erforderlich erachtet, um die zerkleinerten Druckfarbenpartikel auch effektiv zu entfernen.



**Einfluss der zweistufigen Dispergierung**

Eine Doppeldispergierung führte zu einer besseren Schmutzpunktreduzierung als eine einstufige Dispergierung mit höherem Energieeintrag.



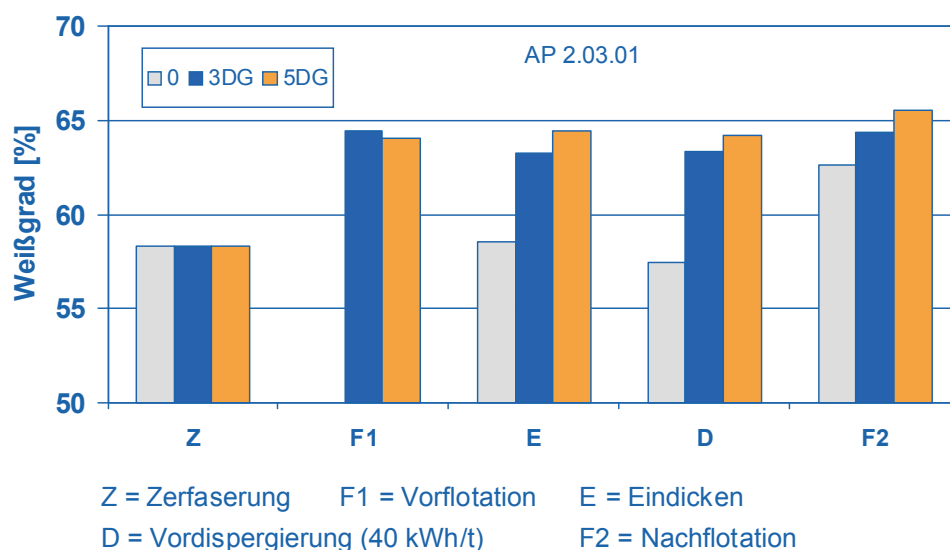
**Fazit**

Als Verfahrenskombination zur Druckfarbentfernung bei holzfreien Altpapiersorten ergibt sich aus den vorliegenden Ergebnissen folgende Art und Reihenfolge:

- Zerkleinerung
- Eindickung
- Dispergierung (u. U. zweistufig) zur Schmutzpunktreduzierung
- Verdünnung
- Flotation zur Druckfarbentfernung.

**6.3 Ergebnisse mit holzhaltigen Altpapiersorten****Weißgradentwicklung über die Prozessstufen in Abhängigkeit von der Flotationsdauer**

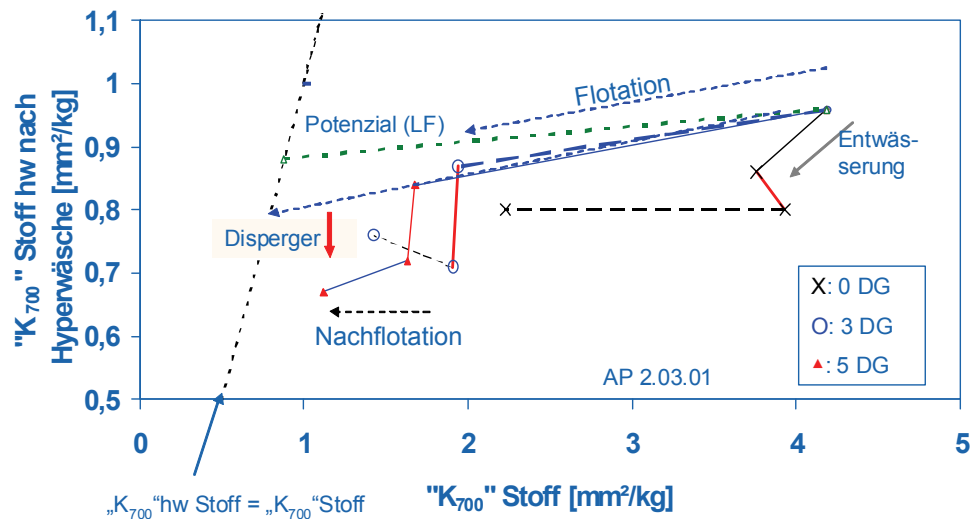
Aufgrund der geringeren Ausgangsweißgrade können mit den holzhaltigen Altpapiersorten auch nur geringere Endweißgrade erwartet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass bei holzhaltigen Altpapiersorten eine optimale Druckfarbentfernung in der Vorflotation notwendig ist, um bessere Ergebnisse im Fertigstoff zu erzielen.

**Bewertung der Effizienz der Prozessstufen auf Druckfarbentfernung**

Die Effizienz der Prozessstufen auf Druckfarbentfernung und Druckfarbenausgang kann aus dem Verlauf des Absorptionskoeffizienten „ $K_{700}$ “ der Stoffe vor und nach einer Hyperwäsche aufgezeigt werden. Der Verlauf liefert Informationen über die Druckfarbentfernung durch Dispergierung und den Austrag abgelöster Druckfarbepartikel durch die Flotation. Ein Austrag aller abgelösten Druckfarbepartikel durch die Flotation bedeutet, dass der Wert des Gutstoffs der Flotation auf der Linie „ $K_{700\text{hw Stoff}} = K_{700\text{Stoff}}$ “ liegt. Eine Druckfarbentfernung durch die Dispergierung zeigt sich in einer Verringerung des „ $K$ “-Wertes des hypergewaschenen Stoffs („ $K_{700\text{hw Stoff}}$ “). Eine Fragmentierung im Disperger führt zu einem Anstieg des „ $K$ “-Wertes im Stoff („ $K_{700\text{Stoff}}$ “).

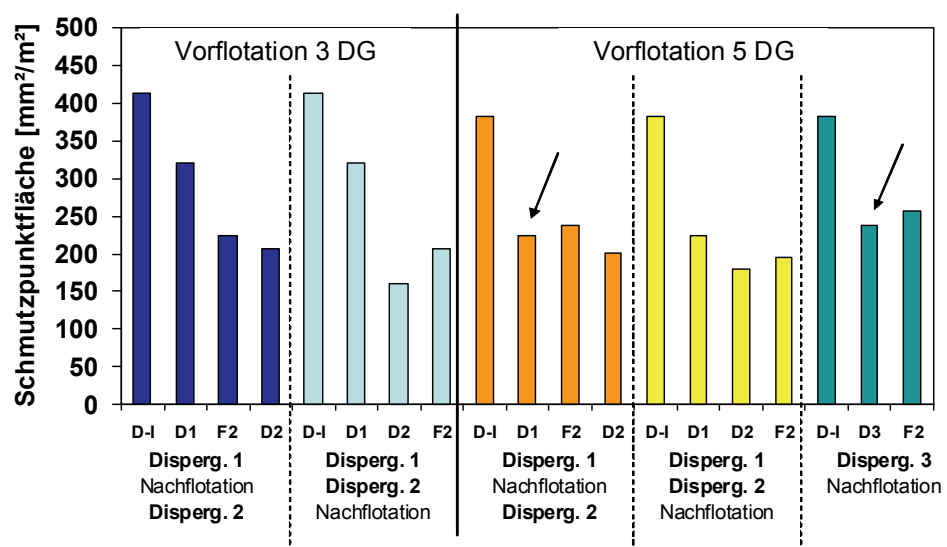
**Druckfarbenab-  
lösung und  
Entfernung über  
die Prozesstufen**

Klar erkennbar wird, dass eine Dispergierung vor der Flotation zu einer hohen Fragmentierung der Druckfarben führt. Der „K“-Wert des Stoffes ohne Vorflotation wird nach der Dispergierung signifikant erhöht im Vergleich zu den Stoffen nach Vorflotation. Bei Verzicht auf eine Vorflotation verringert sich auch die Druckfarbenablösung im Disperger, wie der höhere „K“-Wert des hypergewaschenen Stoffes belegt. In der darauf folgenden Flotationsstufe können diese Druckfarbenpartikel nur unzureichend entfernt werden.



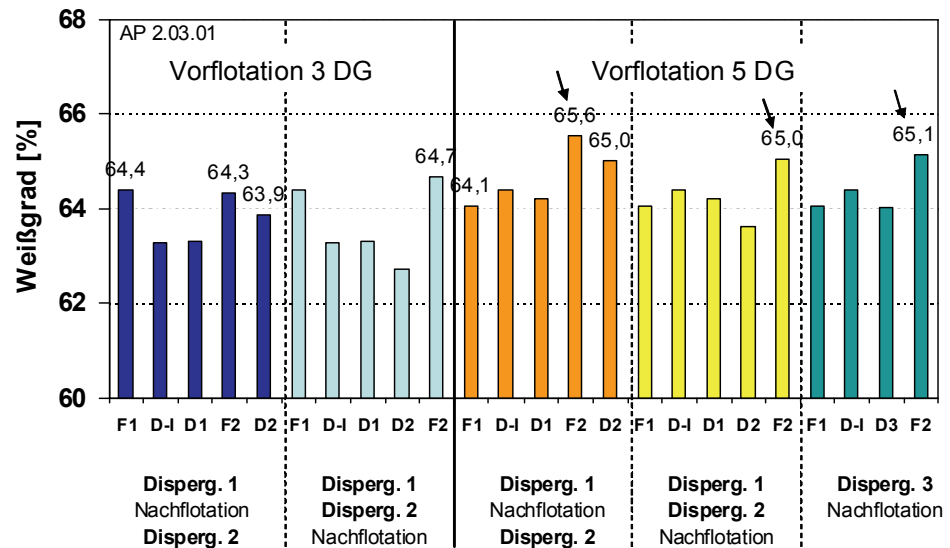
**Schmutzpunkt-  
fläche in Abhän-  
gigkeit von der  
Art und Reihen-  
folge der Pro-  
zessstufen**

Hinsichtlich der Bedingungen und Schaltung der Dispergierung führt eine zwei-stufige Dispergierung vor der Flotation zu einer besseren Schmutzpunktreduzierung. Ein Einfluss des Energieeintrags bei einer einstufigen Dispergierung war nicht erkennbar.



**Weißgradentwicklung in Abhängigkeit von der Art und Reihenfolge der Prozessstufen**

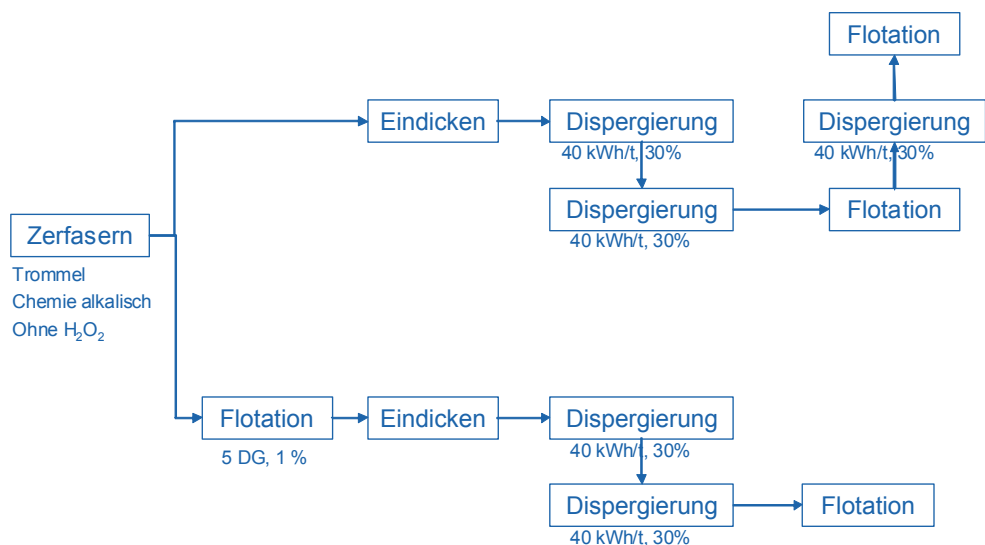
Die höhere Fragmentierung der Druckfarbenpartikel nach zweistufiger Dispergierung vor der Nachflotation bzw. die Erhöhung des Energieeintrags bei einer einstufigen Dispergierung verschlechtern den Druckfarbenaustrag durch Nachflotation und führen damit zu einem geringeren Endweißgrad.



**6.4 Weitere Untersuchungen mit holzfreiem Altpapier**

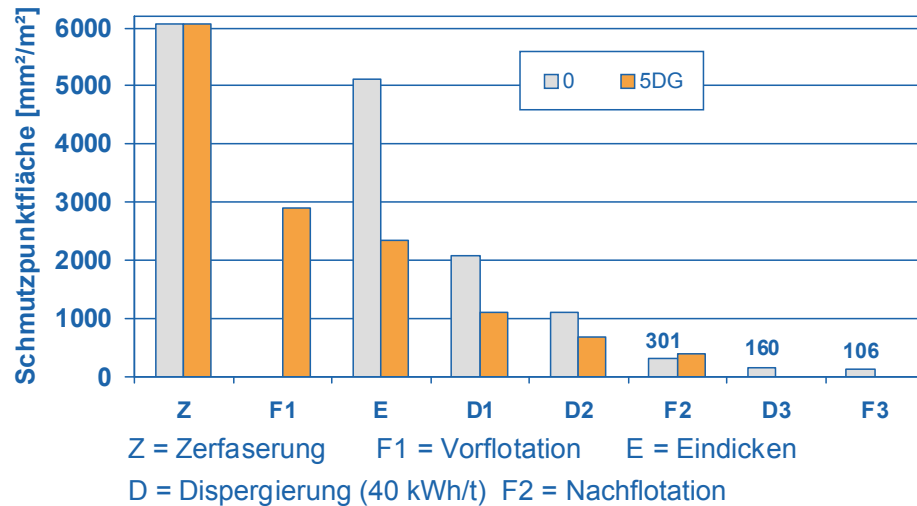
**Konzeptüberprüfung**

Die Übertragbarkeit der Konzeptvariante Verzicht auf Vorflotation wurde in einem weiteren Technikumsversuch bei Einsatz einer holzfreien Altpapiersorte überprüft. Die Zerfaserung erfolgte in der Auflösetrommel. Die nachfolgenden Prozessstufen wurden bei Einsatz von Büroaltpapier untersucht.



**Schmutzpunktentwicklung über die Prozessstufen**

Die Ergebnisse bestätigen die These, dass bei Einsatz holzfreier Altpapiersorten eine Dispergierung vor der Prozessstufe Flotation die Effizienz der Druckfarbenentfernung nach der Dispergierung nicht beeinträchtigt. Eine Doppel-dispergierung führt zu einer besseren Schmutzpunktreduzierung.



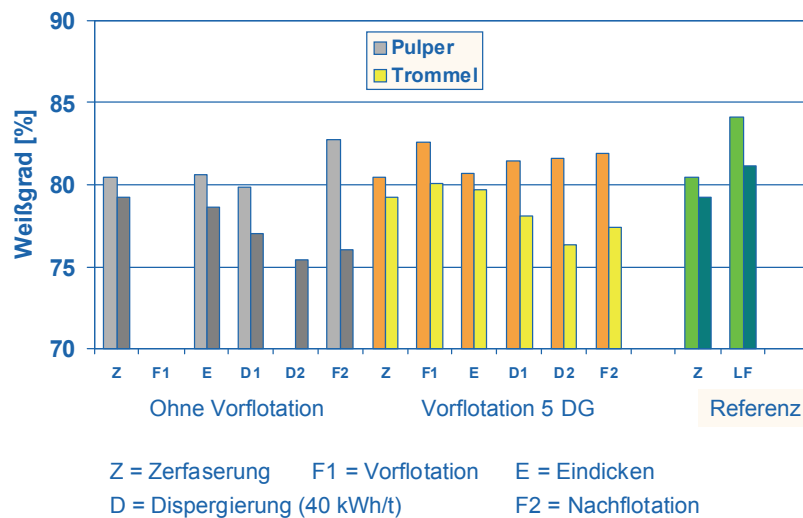
**6.5 Einfluss der Zerfaserungsaggregate**

**Vorgehen**

Der Einfluss des Zerfaserungsaggregates auf die Druckfarbenentfernung wird am Beispiel der holzfreien Altpapiersorte Büroaltpapier aufgezeigt.

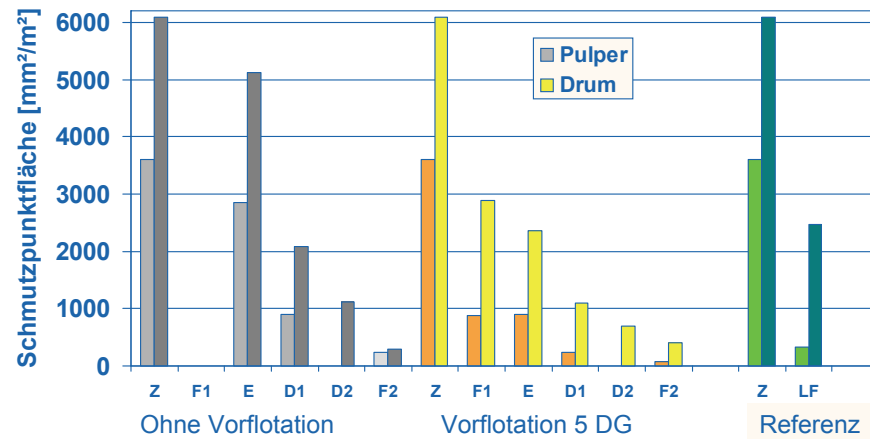
**Weißgradentwicklung in Abhängigkeit vom Zerfaserungsaggregat**

Bei Einsatz der Auflösetrommel lag das Ausgangsniveau niedriger als bei Verwendung des Pulpers. Eine Zerfaserung in der Trommel führte auch zu einer geringeren Weißgradsteigerung durch Flotation und höherer Weißgradeinbuße durch die Dispergierung.



### Schmutzpunktentwicklung in Abhängigkeit vom Zerfaserungsaggregat

Nach Zerfaserung in der Auflösetrommel war die Schmutzpunktbelastung deutlich höher als nach Zerfaserung im Pulper. Die Druckfarben werden demnach weniger stark fragmentiert. Klar ersichtlich wird, dass eine Dispergierung und nachfolgende Flotation zur Schmutzpunktreduzierung notwendig sind.



### Vergleichende Bewertung

Der niedrigere Weißgrad bei Einsatz der Auflösetrommel wird nicht durch eine stärkere Fragmentierung von Druckfarbenpartikeln hervorgerufen, wie die Schmutzpunktergebnisse zeigen. Eine mögliche Erklärung können die Unterschiede in der Stoffdichte bei der Zerfaserung und damit unterschiedliche Konzentration der Chemikalien sein. Bei höherer Alkalikonzentration, die bei der Zerfaserung in der Trommel vorliegt, können verstärkt Störstoffe herausgelöst werden, die den Weißgrad negativ beeinflussen. Zur Vermeidung dieses Weißgradabfalls wird bei Einsatz der Auflösetrommel eine Reduzierung der Alkalität oder eine Neutralfahrweise empfohlen.

Infolge der geringeren Druckfarbenfragmentierung nach Zerfaserung in der Auflösetrommel kommt zur Schmutzpunktreduzierung einer Doppeldispergierung höhere Bedeutung zu, um die Druckfarben in der nachfolgenden Prozessstufe Flotation zu entfernen. Bei Verzicht auf eine Vorflotation können im Endergebnis vergleichbar geringe Gehalte an Schmutzpunkten erzielt werden.

## 7 Potenzial graphischer Altpapiersorten

**Konzeptvarianten** Auf der Grundlage der Ergebnisse erfolgt ein Vergleich der untersuchten Verfahrensabläufe. Die Prozessstufen der einzelnen Konzeptvarianten sind nachfolgend zusammengefasst.

| Variante 1              | Variante 2              | Variante 3              | Variante 3a             | Variante 4              | Variante 5              | Variante 6              | Variante 7              | Variante 8              |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung | Auflösung<br>Sortierung |
| Flotation 1             | Flotation 1             | Flotation 1             | Flotation 1             | Flotation 1             | Eindicken 1             | Eindicken 1             | Eindicken 1             | Eindicken 1             |
| Eindicken 1             | Eindicken 1             | Eindicken 1             | Eindicken 1             | Eindicken 1             | Disperger 1             | Disperger 1             | Disperger 1             | Disperger 1             |
|                         | Disperger 1             | Disperger 1             | Disperger 1             | Disperger 1             | Flotation 1             | Flotation 1             | Flotation 1             | Flotation 1             |
|                         |                         | Flotation 2             | Bleiche                 | Flotation 2             |                         | Eindicken 2             | Eindicken 2             | Eindicken 2             |
|                         |                         | Eindicken 2             | Flotation 2             | Eindicken 2             |                         |                         | Disperger 2             | Disperger 2             |
|                         |                         |                         | Eindicken 2             | Disperger 2             |                         |                         |                         | Flotation 2             |

### Anforderungen an unterschiedliche altpapierhaltige Papiere

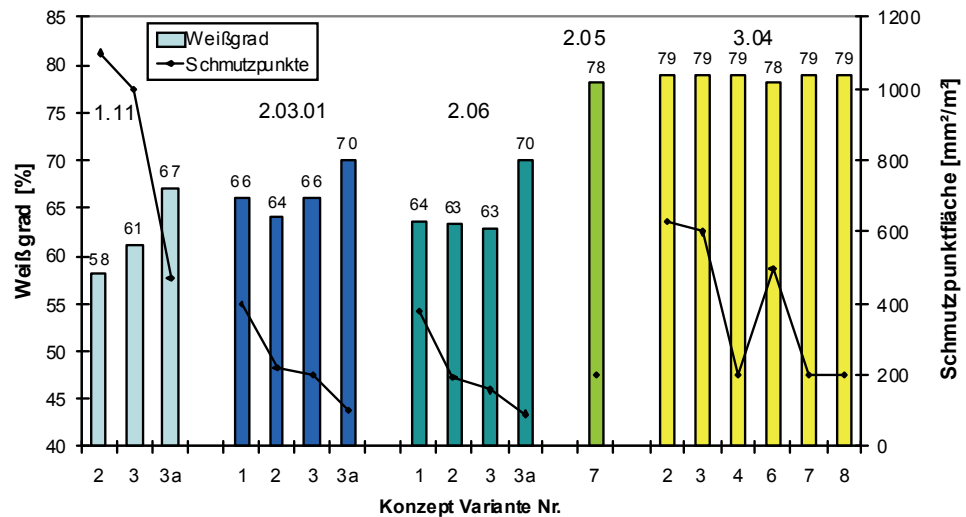
Die Anforderungen an unterschiedliche altpapierhaltige Papiere können wie folgt zusammengefasst werden: [1, 2]

| Papiersorte  | Anforderung an Weißgrad |
|--|-------------------------|
| Zeitungsdruckpapier                                    | 58 – 62 %               |
| Aufgebessertes Zeitungsdruckpapier, SC- und LWC-Papier | 65 – 72%                |
| DIP für holzfreie Papiere                              | 80 – 85 %               |
| Hygienepapiere   | 52 – 84 %               |
| Weißer Decke für Faltschachtelkarton                   | 80 – 84 %               |



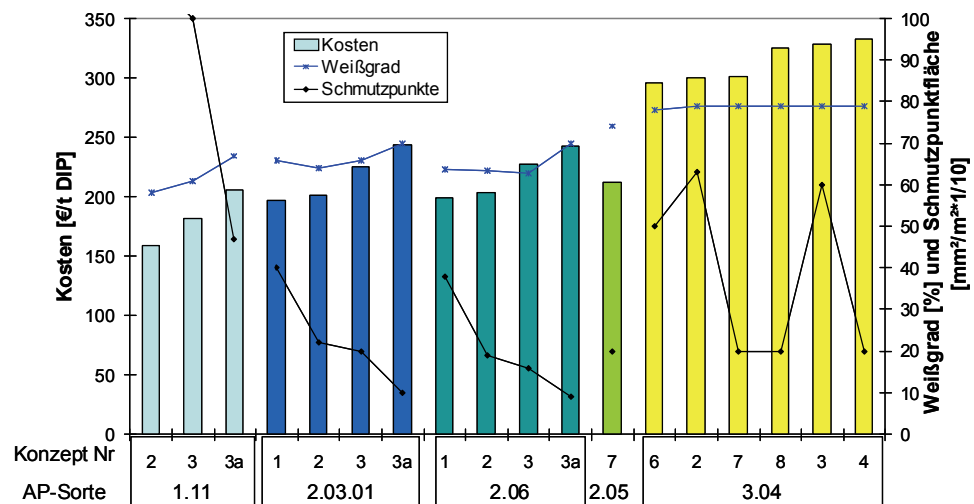
**Weißgrade und Schmutzpunkte je Konzept und Altpapiersorte**

Das Potenzial unterschiedlicher Altpapiersorten hinsichtlich der optischen Eigenschaften in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Aufbereitungsvarianten ist nachfolgend aufgezeigt. Bei hohen Anforderungen an den deinkten Stoff hinsichtlich Weißgrad und niedriger Schmutzpunktbelastung müssen bessere Altpapiersorten mit gesteigertem verfahrenstechnischen Aufwand eingesetzt werden.



**Aufbereitungskosten für unterschiedliche Altpapierqualitäten**

Ein weiterer Aspekt sind die Aufbereitungskosten. Die Ermittlung der Altpapieraufbereitungskosten erfolgte unter Berücksichtigung der Kosten für das Altpapier (einschließlich eines zusätzlichen Altpapiermehrverbrauchs in Folge von Verlusten), für die Entsorgung der Flotationsverluste, für den spezifischen Energieeintrag der Prozessschritte, für Deinking- und Bleichchemikalien und für Investitionskosten. Nachfolgend sind die Aufbereitungskosten und die erreichbaren Weißgrad- und Schmutzpunktwerte für unterschiedliche Altpapiersorten und Konzeptvarianten gegenübergestellt.



---

**Bewertung unterschiedlicher Altpapierqualitäten**

Der Vorteil von Deinkingware Altpapiersorte 1.11 ist in der hohen Verfügbarkeit und dem niedrigeren Preis im Vergleich zu den anderen Altpapiersorten zu sehen. Mit gesteigertem verfahrenstechnischen Aufwand kann diese Sorte auch bei höherwertigen Papierqualitäten zu günstigeren Aufbereitungskosten eingesetzt werden. Nachteil ist die stärkere Schmutzpunktbelastung.

Die Einkaufspreise für mittlere und bessere Altpapiersorten sind die Hauptursache für die höheren Aufbereitungskosten bei Einsatz dieser Altpapiersorten. Vorteil von im Tiefdruck bedruckten holzhaltigen weißen Spänen ist die geringe Schmutzpunktbelastung.

Werden hohe Anforderungen an die Qualität des deinkten Stoffes gestellt, wie beispielsweise für den Einsatz bei holzfreien Papieren, Tissue oder holzstofffreier Market DIP müssen höherwertige holzfreie Altpapiersorten eingesetzt werden. Die im Rahmen dieser Projekte erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass Prozessvereinfachungen, wie der Verzicht auf eine Vorflotation, bei Sicherstellung der Qualitätsanforderungen möglich sind.

---

## 8 Schlussfolgerung

---

**Ergebnis**

Die untersuchten graphischen Altpapiersorten unterscheiden sich deutlich in den optischen Qualitätsparametern.

Die holzfreien graphischen Altpapiersorten weisen einen hohen Ausgangsweißgrad auf. Die optische Reinheit wird durch Schmutzpunkte beeinträchtigt. Eine wirkungsvolle Schmutzpunktreduzierung wird durch die Prozessstufe Dispergierung erzielt. Auf eine Flotation vor der Dispergierung kann verzichtet werden. Eine der Dispergierung nachgeschaltete Flotation ist notwendig, um die zerkleinerten Druckfarbenpartikel effektiv zu entfernen.

Holzhaltige Altpapiersorten führen aufgrund des niedrigeren Ausgangsniveaus zu niedrigeren Endweißgraden. Bei holzhaltigen Altpapiersorten ist die Vorflotation zur optimalen Druckfarbenentfernung notwendig. Unzureichende Druckfarbenentfernung in der Vorflotation und damit höherer Restdruckfarbenanteil im Disperger ist mit einer Fragmentierung der Druckfarben verbunden und führt im Gesamtergebnis zu einem geringeren Druckfarbenaustrag in der Nachflotation.

---

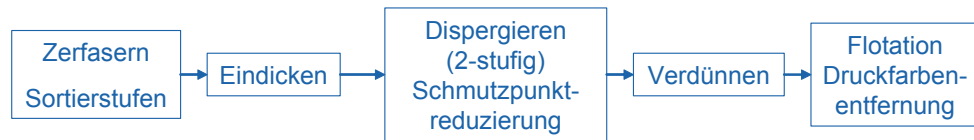
**Schlussfolgerung**

Der Vergleich unterschiedlicher Verfahrensabläufe in Abhängigkeit von den Altpapiersorten zeigt, dass Deinkingware mit höherem verfahrenstechnischen Aufwand auch bei höherwertigen Papierqualitäten zu günstigeren Aufbereitungskosten eingesetzt werden kann. Die höheren Preise für mittlere und bessere Altpapiersorten sind die Hauptursache für die höheren Aufbereitungskosten bei Einsatz dieser Altpapiersorten. Werden hohe Anforderungen an die Qualität des deinkten Stoffes gestellt, so sind höherwertige holzfreie Altpapiersorten notwendig. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass für diese Sorten Prozessvereinfachungen und damit Kosteneinsparungen durch den Verzicht auf eine Vorflotation möglich sind.

---

**Prozesskombination für holzfreie Altpapiersorten**

Für holzfreie Altpapiersorten wird folgende Prozesskombination abgeleitet.



Bei dieser Prozessvariante ist zu beachten, dass bei Anteilen an Klebstoffapplikationen im Altpapier ein effizienter Austrag an Makrostickys in den Sortierstufen vor einer Dispergierung sichergestellt sein muss.

**9 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung****Vorteile einer Prozessvereinfachung**

Eine Prozessvereinfachung bei Einsatz holzfreier Altpapiersorten durch Verzicht auf eine Vorflotation bietet folgende Vorteile:

- Erhöhung der Ausbeute in Deinkinganlagen. Altpapier kann effektiver eingesetzt und so die Kosten für Rohstoffe und Entsorgung verringert werden.
- Verringerung der Kosten für Energie durch Anpassung der Prozessstufen und Betriebsbedingungen an die sortenspezifischen graphischen Altpapiere und die geforderte Fertigstoffqualität.
- Erhöhung der Qualität der aufbereiteten Altpapierstoffe als Voraussetzung für die Sicherstellung und Erhöhung der Altpapiereinsatzquoten.

**Erhöhung des verfügbaren hochwertigen Altpapiers**

Der Verzicht auf eine Vorflotation ermöglicht eine Verringerung des Abfallanfalls um 50 kg Feststoff pro Tonne eingesetztes Altpapier und damit von ca. 100 kg Abfall (50 % Feststoffgehalt). Damit stehen 50 kg hochwertiges, für die Papierproduktion verwertbares Altpapier pro Tonne eingesetztem Altpapier mehr zur Verfügung. Bei einem Altpapiereinsatz von 45000 Tonnen im Jahr in einem kleinen und mittelständigen Unternehmen entspricht dies einer Ressourcenschonung von ca. 2250 Tonnen hochwertiger Altpapiersorten, die heute mit dem Abfall entsorgt werden. Durch die Abfallvermeidung stehen somit zusätzlich 2250t Altpapier jährlich als Rohstoffressource für die Papierproduktion zur Verfügung. Dies ist bei den hohen Preisen für diese Altpapiersorten mit erheblichen Kosteneinsparungen verbunden.

**Energieeinsparung**

Ein Verzicht auf die Vorflotation und damit Vereinfachung der Prozesstechnologie hat eine Energieeinsparung für diese Prozessstufe zur Folge, die mit ca. 34 kWh/t Altpapierstoff angesetzt werden kann. Dies entspricht einer Energieeinsparung von über 1530 T kWh pro Jahr für die Aufbereitung von 45000 Tonnen Altpapier in einem kleinen und mittelständischen Unternehmen.

---

**Einsparpotenzial durch Verzicht auf eine Vorflotation**

Bei Einsatz holzfreier graphischer Altpapiere werden durch die Prozessvereinfachung Verzicht auf eine Vorflotation folgende Einsparpotentiale möglich:

- Einsparung an Energie um ca. 34 kWh/ t DIP
- Verringerung des Flotationsverlusts um 5 % bezogen eingesetztes Altpapier und damit 50 kg otro / t DIP geringerer Verlust
- Effektivere Nutzung des Altpapiers durch Verlustverringern und damit Altpapierersparung um 50 kg / t DIP.
- Geringere Investitionskosten.

---

**Einsparpotenziale für eine Deinkinganlage**

Damit errechnen sich für eine Deinkinganlage (Kapazität 45000 t / a) folgende Einsparpotenziale:

- 108 T€ / a für Energie durch Verzicht auf Vorflotation
  - 360 - 470 T€ /a für Rohstoff Altpapier (Büroaltpapier bzw. holzfrei weiße Späne mit leichtem Andruck) durch Reduzierung des Verlustes
  - 112 T€ / a für Entsorgung durch die Reduzierung des Verlustes.
-

**Ansprechpartner für weitere Informationen:**

IGF14703BR „Zerfaserung / Flotation“:

Verfahrenskombination Zerfaserung / Flotation für eine optimale Druckfarbenentfernung

Dipl.-Ing. Martina Klein

Tel. 03529/551-661

[martina.klein@ptspaper.de](mailto:martina.klein@ptspaper.de)

Papiertechnische Stiftung PTS

Pirnaer Straße 37

01809 Heidenau

Tel. (03529) 55 1-60

Fax (03529) 55 18 99

e-Mail: [info@ptspaper.de](mailto:info@ptspaper.de)

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

IGF14763N „Flotation / Dispergierung“

Optimale Druckfarbenentfernung durch die Verfahrensstufen Flotation und Dispergierung

Dr. Elisabeth Hanecker

Tel. 089/12146-495

[elisabeth.hanecker@ptspaper.de](mailto:elisabeth.hanecker@ptspaper.de)

Papiertechnische Stiftung PTS

Heißstraße 134

80797 München

Tel. (089) 1 21 46-0

Fax (089) 1 21 46-36

e-Mail: [info@ptspaper.de](mailto:info@ptspaper.de)

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

Dipl.-Ing. Kai Blasius

Tel. 03529/551-674

[kai.blasius@ptspaper.de](mailto:kai.blasius@ptspaper.de)

Papiertechnische Stiftung PTS

Pirnaer Straße 37

01809 Heidenau

Tel. (03529) 55 1-60

Fax (03529) 55 18 99

e-Mail: [info@ptspaper.de](mailto:info@ptspaper.de)

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

IGF14809BR “Homogenität Deinkingstoff”

Verbesserung der optischen Sauberkeit / Homogenität von Deinkingstoff für hochwertige grafische Massenpapiere und Market-Pulp

Dipl.-Ing. Gert Bär

Tel. 03529/551-688

[gert.baer@ptspaper.de](mailto:gert.baer@ptspaper.de)

Papiertechnische Stiftung PTS

Pirnaer Straße 37

01809 Heidenau

Tel. (03529) 55 1-60

Fax (03529) 55 18 99

e-Mail: [info@ptspaper.de](mailto:info@ptspaper.de)

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

## Literatur

- 1 H. Selder  
Recovered fibres for improved newsprint, SC and LWC papers  
27th EUCEPA Conference. Crossing the Millenium Frontier; Emerging Techn. and Scientific  
Challenges; 10.11. - 10.14.1999. ATIP; Paris(Hrsg.); Paris: Association Technique de l'Industrie  
Papetiere (ATIP) 1999. S. 219 – 224
- 2 Hoheisel K.-A., Lipponen J. und J. Heimonen  
DIP-Linienkonzepte für unterschiedliche Anwendungen  
Wochenblatt für Papierfabrikation, 1394-1404 (2001) Nr. 21