

ALTPAPIERSORTIERUNG UND -AUFBEREITUNG

EINSATZ- BZW. ANWENDUNGS-ZIELE: -Aufbereitung und Sortierung von Altpapier (in unterschiedlicher Auslegung hinsichtlich der Technisierung/Automatisierung) zur Erzeugung von Altpapiersorten gemäß Europäischer Standardsortierliste EN 643 für den Einsatz in der Papierproduktion (graphische u. nichtgraphische Produkte)

CHARAKTERISIERUNG DES ALLGEMEINEN ANWENDUNGSRAHMENS

INSBESONDERE ANWENDBAR FÜR FOLGENDE ABFALLARTEN

Altglas		Leichtverpackungen		Speise- und Grünabfälle	
Papier/Pappe/Karton	X	Gemischte Haushaltsabfälle		Sperrmüll	
Altlampen		Alttextilien		Elektro(nik)altgeräte	
Altmetall		Altholz		Bau- und Abbruchabfälle	
Altöl		Altfarben/-lacke		Altreifen	
Gefährliche Abfälle					
Produktions- bzw. branchenspezifische Abfälle					
Andere Abfallarten					

SPEZIELLE CHARAKTERISTIKA UND ANFORDERUNGEN DER ANWENDUNG:

Notwendigkeit einer Vorbehandlung:

Die Sammlung von Altpapier hat getrennt von anderen Abfallstoffen, insbesondere von solchen Abfällen die nass, fettig bzw. anderweitig verunreinigt sind zu erfolgen, um eine effektive und hochwertige Verwertung zu ermöglichen (separate Altpapiersammlung). Nicht von anderen Abfällen getrennt gesammeltes und aus anderen Abfallströmen oder -gemischen zurückgewonnenes Altpapier kann in der Regel nur für minderwertige Recyclingqualitäten (z.B. Pappen niedriger Qualität) verwendet werden.

Verwertungsmöglichkeiten des Output-Materials:

Die bei der Sortierung gewonnenen Papierfraktionen sind direkt zur Papier- bzw. Pappeherstellung oder für andere Formen des Recyclings einsetzbar. Andere Formen des Recyclings sind z.B. die Erzeugung von Isolationsmaterial, Fasergussprodukten oder auch der Einsatz zur Faserplattenproduktion und als Asphaltzusatzstoff.

Beseitigungs- und Ablagerungsmöglichkeiten des Output-Materials:

Fremd- u. Störstoffe aus der Sortierung sind anderweitig zu entsorgen, i.d.R. lassen sie sich energetisch verwerten

Potenzielle Gesundheitsrisiken:

Die Sortierung von Altpapier zur Papierherstellung soll u.a. auch sicherstellen, dass Papierarten, aus denen sich gesundheitsschädliche Stoffe, wie bspw. Diisopropyl-naphthalin (DIPN) aus Selbstdurchschreibepapieren) lösen können, nicht in die Produktion von Papiersorten mit Lebensmittelkontakt gelangen. Der Sortierprozess dient damit auch der Minderung von Gesundheitsrisiken bei der Altpapierverwendung.

Besondere Schutzerfordernisse:

Besonders wichtig sind Vorkehrungen zum Brandschutz, Arbeitsschutz bei bewegten Arbeitsmitteln und Lasten (Papierballen) sowie an Anlagen mit bewegten Teilen. Außerdem ist das Altpapier vor Nässeinfluss zu schützen.

Besondere Beschäftigungspotenziale:

Die nachträgliche Qualitätskontrolle der automatisierten Sortierverfahren für Altpapier lassen sich auch gut auf manuellem Weg umsetzen, wobei ein hohes Potenzial zur Beschäftigung von Arbeitskräften, insbesondere auch weniger qualifizierter Personen besteht.

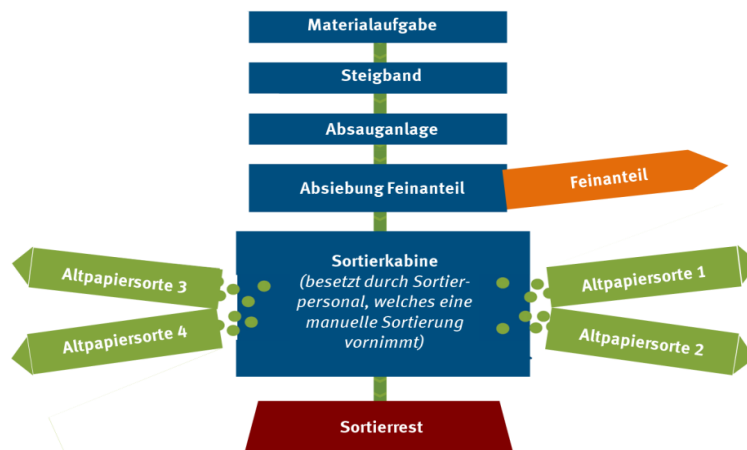
EINFLUSS ÄUßERER GEGEBENHEITEN AUF DIE ART UND DEN UMFANG DER ANWENDBARKEIT:	
<p><u>Klimatische Gegebenheiten:</u> Das gesammelte Papier und die Sortieranlage (insbesondere Lagerbereich) ist vor Wettereinflüssen wie Wind und Niederschlag zu schützen.</p> <p><u>Sonstige:</u> Für einen wirtschaftlichen Betrieb sind i.d.R. ein größeres Einzugsgebiet für die Altpapierfassung und hohe Reinheitsgrade der Altpapiere (durch Getrenntfassung im Anlageneingang und insbesondere nach der Sortierung) notwendig. Durch verstärkte Nutzung elektronischer Kommunikation ist eine sinkende Nachfrage nach grafischen Papieren zu verzeichnen. Der Rückgang wird bei Zeitungs- und Büropapieren bis 2020 auf nur noch etwa 50% der Nachfrage zum Jahr 2008 geschätzt. Demgegenüber ist der Bedarf an Papier für Verpackungen und Kartonen konstant bzw. steigend. Sortierprozesse sollten bezüglich Marktveränderungen flexibel gestaltet werden.</p>	
TECHNISCHE DETAILS	
ALLGEMEINER ÜBERBLICK	
KURZ-BESCHREIBUNG	Die Aufbereitung ist prinzipiell ein mechanischer Prozess zur Entfernung von Feinmaterialien und Störstoffen (z.B. mineralische Substanzen, kleine Metallteile) gefolgt von Sortierschritten mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden (Nahinfrarottechnik-NIR, visuelle Spektrometrie-VIS, manuelle Sortierung) zur Erzeugung verschiedener Altpapiersorten aus der separaten Altpapiersammlung.
GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN	<ul style="list-style-type: none"> - Das Altpapier muss getrennt von sonstigem gewerblichen Abfall oder Abfall aus Haushalten gesammelt werden. - Das Material darf nicht stark verunreinigt und muss relativ trocken sein. Die novellierte Europäische Altpapiersortenliste EN 643 führte (Stand 2013) dazu zulässige Höchstgrenzen für papierfremde Bestandteile und unerwünschte Materialien für jede Papiersorte ein. Generell darf die Summe der Störstoffe nicht höher als 3 Ma-% sein.
ZU ERWARTENDE ERGEBNISSE	<ul style="list-style-type: none"> - Altpapiersorten mit definierten Qualitäten; nach EN 643 sind das bspw.: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Altpapier 1.11:</i> Sortiertes grafisches Papier mit einem Mindestanteil von 30 % an Zeitungen und einem Mindestanteil von 40% an Illustrierten/Magazinen, wobei der Fremdstoffanteil höchstens 1,5% beträgt - <i>Altpapier 1.02:</i> Eine Mischung verschiedener Papier- und Pappenqualitäten, die maximal 40 % an Zeitungen und Illustrierten enthalten - <i>Altpapier 1.04:</i> Gebrauchte Papier- und Kartonverpackungen, die mindestens 70 % Wellpappe enthalten, Rest Pappe und andere Verpackungspapier - Der Störstoffanteil im sortierten Papier übersteigt nicht die Vorgaben (z.B. max. 3 Ma.-% lt. EN 643)
BESONDERE VORTEILE	<ul style="list-style-type: none"> - sind je nach gewählter Verfahrens- bzw. Anlagenkonfiguration unterschiedlich zu bewerten <p><u>Grundkonfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - einfache Techniken, daher relativ geringe Kapital- und Wartungsaufwendungen - sehr zuverlässig, Anlagenverfügbarkeit bei >95 % - sehr flexibel <p><u>Erweiterte Konfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Automatisierte Prozesse (u. a. durch NIR-Detektion), daher weniger personalintensiv - mechanische sowie sensorgestützte Vorsortierung erhöht Reinheitsgrad - erheblich höhere Durchsatzmengen möglich

SPEZIFISCHE NACHTEILE	<ul style="list-style-type: none"> - sind je nach gewählter Verfahrens- bzw. Anlagenkonfiguration unterschiedlich zu bewerten <p><u>Grundkonfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - arbeitsintensiv (großer Personalbedarf) - relativ geringer Durchsatz <p><u>Erweiterte Konfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - investitionsintensiv aufgrund des Einsatzes hochwertigerer und sensitiverer Maschinen - höherer Qualifizierungsbedarf des Personals - höherer Energiebedarf
-----------------------	--

ANWENDUNGSDETAILS

TECHNISCHE UMSETZUNG	<p>Zur optimalen Nutzung der Sortierkapazitäten und Sortiereffizienz bedarf es der gleichmäßigen Beschickung und Materialvereinzelnung des Inputs am Einstiegspunkt in die Sortierung.</p> <p>In der <u>Grundkonfiguration</u> werden über mechanisch-physikalische Prozesse wie z.B. Siebungen, Magnetabscheidung, Saug-/Blasverfahren u.a. Feinmaterialien (z.B. mineralische Substanzen, kleine Metallteile) entfernt und anschließend verschiedene Sorten von Altpapier (AP) manuell sortiert. Die folgende Grafik zeigt den Prozess schematisch:</p>
----------------------	---


Abbildung 1: Beispielhafter Sortierprozess in der Grundkonfiguration zur Erzeugung verschiedener AP-Sorten



In der erweiterten Konfiguration erfolgt die Aufbereitung teilweise automatisiert und sensorunterstützt. Ziel des Aufbereitungsprozesses ist vorrangig die Herstellung einer hochwertigen Altpapierqualität für die Herstellung von Zeitungs- und Magazinpapieren (Deinkingware 1.11). Dazu werden anfänglich durch mechanisch-physikalische Prozesse analog der Grundkonfiguration u.a. Fein- und Fremdmaterialien entfernt. Anschließend wird, z.B. mit Hilfe von Spike-Technologien oder ballistischen Separatoren, mit sensorgestützter und manueller Sortierung nach Pappe/Kartonagen, Zeitungen/Zeitschriften, gemischten Altpapier und einem Sortierrest getrennt.

Generell besteht ein Trend den Reinheitsgrad der Altpapiersorten zu erhöhen und dafür zum verstärkten Einsatz von automatisierten, optoelektronischen und teilweise mehrstufig angeordneten Sortiereinrichtungen mit einer sich anschließenden manuellen Qualitätskontrolle überzugehen. Ohne Nachsortierung gehen über die Outputströme von Sortieranlagen erhebliche Mengen an deinkbaren AP-Qualitäten verloren (20–40%). Dieser Verlust kann durch eine integrierte Nachsortierung um rund 50% verringert und damit auch die erzeugte Sortenqualität und das Vermarktungsergebnis insgesamt verbessert werden.¹ Die Gestaltung der Altpapiersortierung bei Anwendung einer erweiterten Prozesskonfiguration zeigt die folgende schematische Darstellung. Technikeinsatz und die Anordnung der einzelnen Prozessschritte sind dabei in der Praxis vielgestaltig.

¹ Hanke, A., Tempel, L. (2014): Anlagenbau im Aufbereitungsbereich – am Beispiel der Altpapiersortierung. In: Thomé-Kozmiensky, K.J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 7, Nietwerder: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014, S. 332-248

<p>FORTSETZUNG TECHNISCHE UMSETZUNG</p>	<p>Abbildung 2: Sortierbeispiel in einer erweiterten Prozesskonfiguration zur Erzeugung verschiedener AP-Sorten</p>  <p>Eine hohe Herausforderung besteht darin, auf laufende Veränderungen der AP-Zusammensetzung (derzeitig rückläufige Mengen an Büropapieren gegenüber konstanten oder steigenden Verpackungspapieren und Kartonagenanteilen) über flexible Gestaltung und Anpassung von Sortierprozessen reagieren zu können und wirtschaftliche Abläufe zu sichern.</p>															
<p>STOFFFLUSS UND -MENGEN</p>	<ul style="list-style-type: none"> - fallen je nach gewählter Verfahrens- bzw. Anlagenkonfiguration unterschiedlich aus <p><u>Grundkonfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Der durchschnittliche Anlagendurchsatz liegt bei ca. 5 Mg/h. - Sortiertiefe und -intensität sind vermarktungsabhängig sehr flexibel anpassbar <p><u>Erweiterte Konfiguration¹</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Anlagendurchsatz kann ca. 8–12 Mg/h je Prozesslinie erreichen. - pro Mg Anlagendurchsatz bis zu 1,5% Störstoffe (= Kunststofffolien, Styropor, Textilien, elektronische Kleingeräte u. a.) - bis zu 70% vom gemischten AP-Input als Deinkingware sortierbar (Papiersorte 1.11) - 30–40% entfallen auf die Sorten 1.02 (gemischtes Altpapier) und 1.04 Verpackungen) 															
<p>ZUSAMMENHÄNGE U. KOMBINIERBARKEIT MIT ANDEREN TECHNIKEN</p>	<p>Die Aufbereitung von Altpapier kann dem eigentlichen Recycling des Wertstoffes in der Produktionsanlage Papierfabrik direkt vorgelagert werden, eine externe Aufbereitung ist nicht in jedem Fall erforderlich.</p>															
<p>ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DIE ANWENDUNG: RESSOURCENEINSATZ</p>																
<p>ENERGIEBILANZ</p>	<p>Der Energiebedarf für die Altpapiersortierung liegt in einer Spanne von 20–50 kWh/Mg². Die Altpapiersortierung ist für mehr Papierrecycling notwendig, so dass die gesamtökologischen Vorteile des Recyclings in den Vordergrund treten. Ein Überblick liefert folgende Übersicht:</p> <p>Tabelle 1: Vergleich des Energie- und Rohstoffbedarfs von Primärfaserpapier und Altpapier³</p> <table border="1" data-bbox="400 1653 1406 1854"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pro Kilo Recyclingpapier</th> <th>Pro Kilo Primärfaserpapier</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wasser</td> <td>15 Liter</td> <td>50 Liter</td> </tr> <tr> <td>Energie</td> <td>2 kWh</td> <td>5 kWh</td> </tr> <tr> <td>Fasergrundlage</td> <td>1,2 kg Altpapier</td> <td>Fasern aus 1 kg faserigen Bestandteilen (Zellulose) von insgesamt 2,2 kg Holz</td> </tr> <tr> <td>CSB</td> <td>3 g</td> <td>15 g</td> </tr> </tbody> </table>		Pro Kilo Recyclingpapier	Pro Kilo Primärfaserpapier	Wasser	15 Liter	50 Liter	Energie	2 kWh	5 kWh	Fasergrundlage	1,2 kg Altpapier	Fasern aus 1 kg faserigen Bestandteilen (Zellulose) von insgesamt 2,2 kg Holz	CSB	3 g	15 g
	Pro Kilo Recyclingpapier	Pro Kilo Primärfaserpapier														
Wasser	15 Liter	50 Liter														
Energie	2 kWh	5 kWh														
Fasergrundlage	1,2 kg Altpapier	Fasern aus 1 kg faserigen Bestandteilen (Zellulose) von insgesamt 2,2 kg Holz														
CSB	3 g	15 g														

² Stand 11/2010. EnergieAgentur.NRW: Effiziente Energienutzung in der Papierindustrie

³ Basierend auf diversen Quellen, u.a. Umweltbundesamt (2000); IFEU Institut (2008), JRC (2012), FÖP (2012)

CO ₂ -RELEVANZ	Papierrecycling verringert den Einsatz von Primärfasern und hat einen geringeren Energieverbrauch als die Papierherstellung aus Primärrohstoffen zur Folge. Im Schnitt vermeidet der Einsatz einer Tonne Altpapier über 700 kg CO ₂ im Vergleich zur Produktion mit Primärrohstoffen ⁴ . Eine Beispielanlage der erweiterten Konfiguration in Berlin mit 120.000 Mg Jahresdurchsatz ermöglicht durch die sortierte Altpapiermenge die Einsparung von ca. 75.000 Mg CO ₂ .
HILFSMITTEL / ZUSATZSTOFFE	- keine weiteren als die genannten technischen Aggregate
PERSONALBEDARF	<u>Grundkonfiguration</u> - üblich sind bis zu 8 Mitarbeiter, davon 1 Vorarbeiter, 6 Mitarbeiter für die manuelle Sortierung und 1 flexibler Mitarbeiter (Staplerfahrer, Maschinist). <u>Erweiterte Konfiguration</u> - Fahrweise im Schichtbetrieb erfordert insgesamt eine größere Personaldecke (ca. 15–20 Mitarbeiter), bezogen auf den Durchsatz ist das Personalverhältnis jedoch meist günstiger als bei Anlagen der Grundkonfiguration
FLÄCHENBEDARF	- Hallenfläche von ca. 4.000–5.000 m ² für eine durchschnittliche Anlage
NACHSORGE-AUFWAND	- es ist davon auszugehen, dass mindestens 3 % vom Input als Störstoffe anfallen und extern zu entsorgen sind
ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DIE ANWENDUNG: KOSTEN	
INVESTITIONSKOSTEN	<u>Grundkonfiguration</u> - ohne sonstige Strukturen und Gebäudehülle (mit Stand 2008) bei EUR 30.000–80.000 für eine durchschnittliche Prozesslinie <u>Erweiterte Konfiguration</u> - in Abhängigkeit des Einsatzes von z. B. optoelektronischen Sortiereinheiten bei bis zu EUR 10 Millionen für eine moderne Aufbereitungsanlage
BETRIEBSKOSTEN	<u>Grundkonfiguration</u> - normalerweise in der Größenordnung von 15–20 EUR/Mg, davon Kosten für Reparatur und Wartung zwischen 2.000–5.000 EUR/a (6–8 % der Investkosten) <u>Erweiterte Konfiguration</u> - in der Größenordnung von 11–15 EUR/Mg, können in Abhängigkeit von angewandter Technik und Nachsortierintensität aber stärker variieren
MÖGLICHKEIT VON EINNAHMEN	Folgende Markterlöse waren im ersten Halbjahr 2015 in Mitteleuropa erzielbar: - Gemischtes Altpapier (1.02): 70–91 EUR/Mg (Vgl. Juli 2011: 128 EUR/Mg) - Pappe/Kartonagen (1.04): 72–90 EUR/Mg (Vgl. Juli 2011: 129 EUR/Mg) - Deinkingware (1.11): 77–84 EUR/Mg (Vgl. Juli 2011: 120 EUR/Mg) ⁵
MASSESPZIFISCHE GESAMTKOSTEN	<u>Grundkonfiguration</u> - sind im Wesentlichen durch die Betriebskosten bestimmt <u>Erweiterte Konfiguration</u> - variieren aufgrund größerer Vielfalt an spezifischen Anlagenlösungen stark, sind (ohne Berücksichtigung der Erlöse) in einem Bereich von 30–90 EUR/Mg anzusetzen

⁴ Umweltbundesamt Texte 46/2015: The Climate Change Mitigation Potential of the Waste Sector

⁵ Statistisches Bundesamt: Index der Großhandelsverkaufspreise-Altpapier und Altmetalle, August 2015, Wiesbaden

SONSTIGE DETAILS	
MARKTÜBERSICHT	
REFERENZ-ANWENDUNGEN	<p>Sortieranlagen beider Anlagenkonfigurationen finden sich in großer Anzahl in europäischen Staaten und weltweit. Der erweiterten Konfiguration entsprechende Anlagen in Deutschland sind z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altpapier Sortierung Dachau GmbH www.asd-entsorgung.de - Wertstoffunion Berlin www.wertstoffunion.de - Eine Listung weiterer Anlagen findet sich auf folgender Seite des Landes Brandenburg <p>Systemlösungen werden u.a. angeboten durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sutco Recycling Technik GmbH www.sutco.de - Entsorgungstechnik Bavaria GmbH www.entsorgungstechnik-bavaria.de
ANERKANNTE HERSTELLER UND DIENSTLEISTER <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	<p>Anlagen der verschiedenen Auslegungsvarianten werden durch eine Vielzahl von Entsorgungsunternehmen betrieben, dazu gehören u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sulo www.sulo.com - Suez Deutschland www.suez-deutschland.de - Remondis www.remondis.de - Alba-Gruppe www.alba.info <p>Die zur Aufbereitung genutzten Aggregate und Ausrüstungen gehören zu dem üblichen Pool an Technik, welcher für mechanische Prozesse im Bereich der gesamten Abfallwirtschaft zur Verfügung steht bzw. dort zur Anwendung kommt. Insbesondere gehören dazu:</p> <p><u>Förderbänder/ Dosierer:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rudnick + Enners Maschinen- u. Anlagenbau GmbH, Alpenrod www.rudnick-enners.de - Ludden & Mennekes, Meppen www.ludden.de - Spezialmaschinen & Recyclingtechnik, Chemnitz www.sr-recyclingtechnik.com <p><u>Klassiertechnik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel www.mogensen.de - Stadler Anlagenbau GmbH, Altshausen www.w-stadler.de - EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com - Spaleck – Förder- und Separiertechnik www.spaleck.de <p><u>Absauptechnik:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - NESTRO Lufttechnik GmbH, Schkölen/Thüringen www.nestro.com <p><u>Metallabscheider (Fe u. NE):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Steinert Elektromagnetbau GmbH, Köln www.steinertglobal.com - IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim www.imro-maschinenbau.de - Wagner Magnete GmbH & Co. KG, Heimertingen www.wagner-magnete.de <p><u>Balierer/Pressen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - HSM GmbH + Co. KG, Salem www.hsm.eu <p><u>Sensorgestützte Sortierung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tomra Systems GmbH www.tomra.de - Sesotec GmbH www.sesotec.com
ANMERKUNGEN UND WEITERE REFERENZDOKUMENTE	
<p>Die europäische Papierindustrie ist, vertreten durch die CEPI (www.cepi.org), eine freiwillige Selbstverpflichtung eingegangen, in der sie erklärt, das Altpapierrecycling weiter auszubauen u.a. durch den Einsatz investiver Mittel bzw. fortgesetztes Engagement in technologische Entwicklungen und Forschung sowie auch durch den mengenmäßigen Ausbau des Altpapiereinsatzes bei der Produktion an sich. Durch diese Art der Verpflichtung soll sichergestellt werden, dass Anstrengungen zum Recycling entlang der gesamten Kette von Akteuren und Papiernutzern kontinuierlich fortgesetzt und weiter verstärkt werden und es somit von staatlicher Seite keiner Interventionen und Vorgaben über das Recycling von Altpapier bedarf.</p>	