

<b>Datenblatt</b>		<b>Index-No.</b>		<b>WT/R-03_PWP</b>	
<b>Zur Beschreibung von:</b>					
Verfahren	X	Technik	X	anderes	
Bezeichnung	<b>Aufbereitung und Sortierung von Leichtverpackungen</b> (in unterschiedlicher Auslegung hinsichtlich der Technisierung-/Automatisierung)				
Einsatz- bzw. Anwendungsziele	Erzeugung von sortenreinen, recyclingfähigen Fraktionen an Metallen, Kunststoffen und Verbundstoffen aus getrennt gesammelten Verpackungsmaterialien aus Haushalt und Gewerbe				
<b>Charakterisierung des allgemeinen Anwendungsrahmens (bitte auch Fußnoten beachten)</b>					
<b>Insbesondere anwendbar für folgende Abfallarten</b>					
Gemischte Haushaltsabfälle	(X) <sup>1</sup>	Leichtverpackungen	X	Speise- und Grünabfälle	
Papier/Pappe/Kartonagen		Altglas		Sperrmüll einschließlich Elektro- und Haushaltsaltgeräte	
Altmetall		Altholz		Bau- und Abbruchabfälle	
Altöl		Altfarben/-lacke		Altreifen	
Gefährliche Abfälle					
Produktionsabfälle					
Andere Abfallarten	X <sup>2</sup>	kleinteilige Abfälle artgleicher Produkte u. kleinteilige Elektroaltgeräte, z.B. Rasierapparate, Toaster u.a.			
<b>Spezielle Charakteristika und Anforderungen der Anwendung</b>					
<b>Notwendigkeit einer Vorbehandlung:</b> Voraussetzung ist eine separate Sammlung der Verpackungsabfälle oder der trockenen Abfälle aus Haushalten.					
<b>Verwertungsmöglichkeiten des Outputmaterials:</b> Die bei der Sortierung gewonnenen Materialfraktionen sind in der Regel ohne weitere Vorbehandlung (Metalle, Papier) direkt zum Recycling geeignet, Kunststofffraktionen bedürfen zur stofflichen Verwertung häufig einer weiteren materialspezifischen Aufbereitung bzw. können direkt energetisch verwertet werden.					
<b>Beseitigungs- und Ablagerungsmöglichkeiten für Outputmaterial:</b> Fremd- und Störstoffe aus der Sortierung sind anderweitig umweltgerecht zu entsorgen.					
<b>Besondere Schutzerfordernisse:</b> Maßnahmen zum Lärm- und Brandschutz sind erforderlich.					
<b>Besondere Beschäftigungspotenziale:</b> Sortierverfahren für Verpackungen lassen sich vielfach sehr gut auf manuellem Weg umsetzen, wobei ein hohes Potenzial zur Beschäftigung von Arbeitskräften, insbesondere auch weniger qualifizierter Personen besteht. Zum Erreichen einer Wirtschaftlichkeit müssen hochwertige Qualitäten und Verwertungswege vorhanden sein bzw. es müssen Schemen zur Gegenfinanzierung eingeführt werden, z.B. Gebühren auf Verpackungsabfälle oder Lizenzierungen gleichwertig dem Grünen Punkt, wie er in vielen europäischen Ländern angewandt wird.					
<b>Spezielle Gesundheitsrisiken:</b> Sortierungsprozesse können mit einer erhöhten Belastung des Arbeitsumfeldes durch bakterielle Keime, Kontaminationen und Sporen einher gehen. Es sind daher entsprechende Schutzvorkehrungen zu treffen (z.B. Belüftung, Absaugung, Tragen von Schutzkleidung und Atemschutz/Mundmasken).					
<b>Einfluss äußerer Gegebenheiten auf die Art und den Umfang der Anwendbarkeit</b>					
<b>Klimatische Gegebenheiten:</b> Sortieranlagen sind insbesondere vor Wettereinflüssen wie Wind und Regen zu schützen, insbesondere der Lagerbereich und die Sortierfläche.					

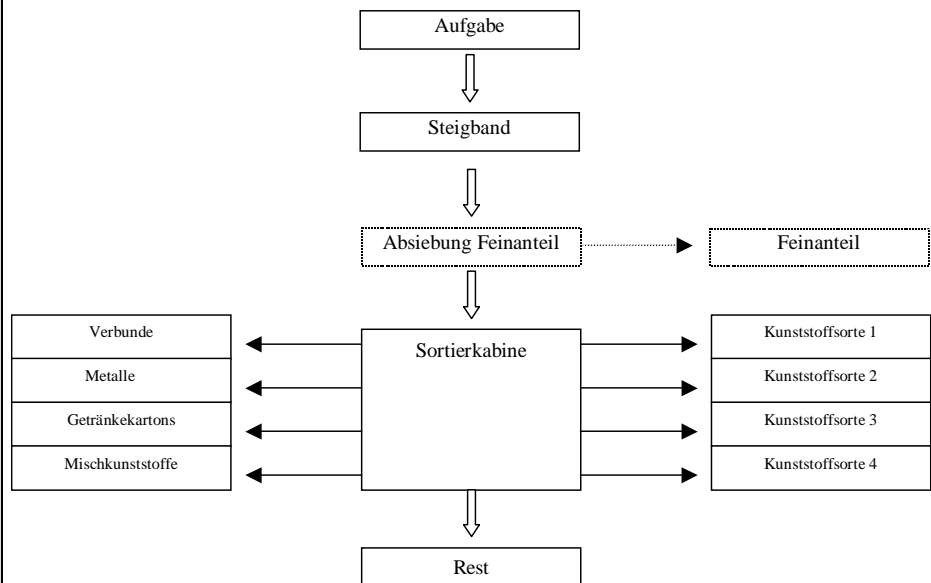
<sup>1</sup> nur für trockene Fraktionen vom Haushaltsabfall

<sup>2</sup> die getrennte Sammlung von gemischten Verpackungsabfällen kann mit der Erfassung von kleinteiligen Abfällen artgleicher Produkte u. kleinteiligen Elektroaltgeräten kombiniert werden (System der gemeinsamen Erfassung wie z.B. der Ansatz "Gelbe Tonne plus" (<http://www.gelbe-tonne-plus.de/>)). Pilotversuche haben die prinzipielle Durchführbarkeit sowie die Möglichkeit der nachgeschalteten Trennung und Aufbereitung der jeweiligen Fraktionen bestätigt.

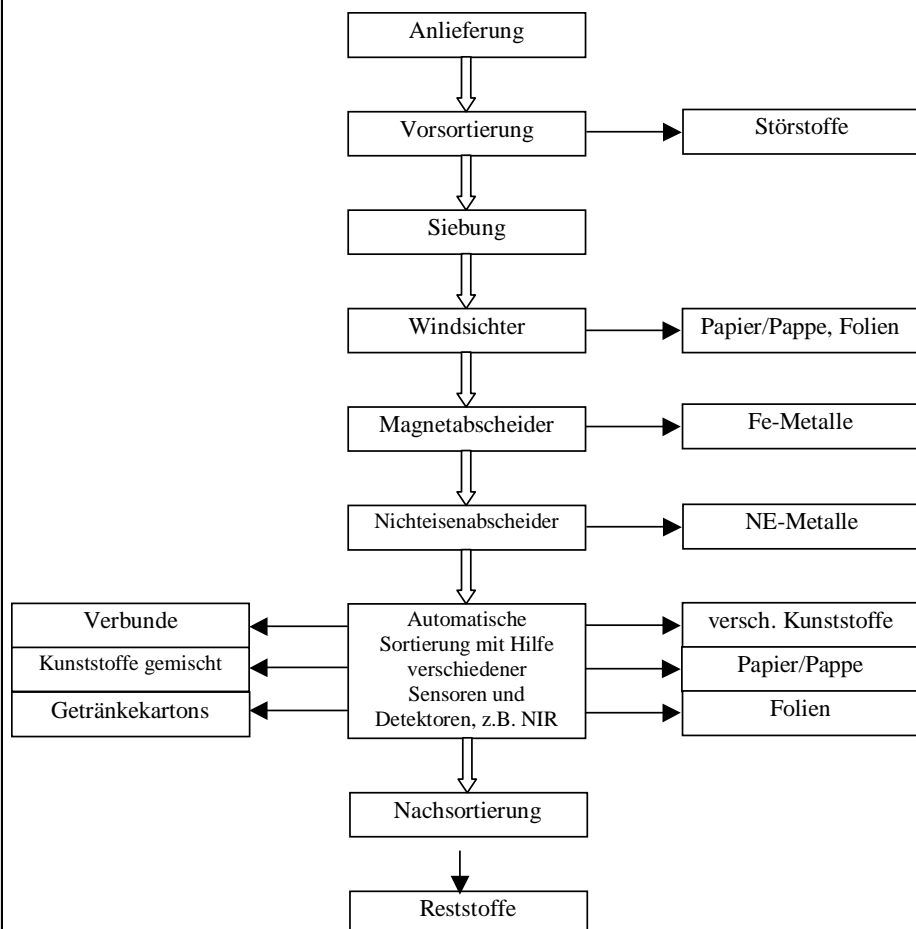
Technische Details	
Allgemeiner Überblick	
Kurzbeschreibung	Bei der Aufbereitung handelt sich im Wesentlichen um mechanische Prozesse mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden und verschiedenen Sortierschritten zur Erzeugung von verwertbaren Fraktionen aus dem Anlageninput. Grundansatz ist die zielgerichtete Anordnung verschiedener, aufeinanderfolgender Schritte der Zerkleinerung, Siebung und Klassifizierung mit einem mehr oder minder hohem Grad an Technisierung und moderner Gerätetechnik. Manuelle Sortierschritte sind in den Anlagen integriert.
grundlegende Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Anlageninput muss getrennt vom gewerblichen Abfall und feuchtem Abfall aus Haushalten gesammelt werden bzw. ist bei Haushaltsabfällen auf die trockenen Anteile zu beschränken.</li> </ul>
zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recyclingmaterialien mit definierten Qualitäten</li> <li>(teilweise) automatische Trennung der Kunststoffe in PE, PP, PET und PS in der <u>erweiterten Konfiguration und der fortgeschrittenen Konfiguration</u></li> <li>zusätzlich Kunststoffgranulat als Nebenprodukt in der <u>fortgeschrittenen Konfiguration</u></li> </ul>
besondere Vorteile	<u>Grundkonfiguration</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einfacher Prozess</li> <li>- geringe Kapitalkosten</li> <li>- sehr zuverlässig, Anlagenverfügbarkeit bei &gt;95 %</li> <li>- sehr flexibel</li> </ul> <u>Erweiterte Konfiguration</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- höherer Durchsatz im Vergleich zur Grundkonfiguration</li> <li>- effektivere Trennung im Vergleich zur Grundkonfiguration</li> <li>- geringerer Personalbedarf</li> <li>- relative flexibel</li> </ul> <u>Fortgeschrittene Konfiguration</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- deutlich höherer Durchsatz im Vergleich zu den anderen Konfigurationen</li> <li>- Kunststoffgranulat als direkt nutzbares Nebenprodukt</li> </ul>
spezifische Nachteile	<u>Grundkonfiguration</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeitsintensiv (großer Personalbedarf)</li> <li>- deutlich geringerer Durchsatz</li> </ul> <u>Erweiterte Konfiguration</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- höher qualifiziertes Personal als bei der Grundkonfiguration</li> <li>- geringere Anlagenverfügbarkeit als bei Grundkonfiguration (ca. 80-95%)</li> </ul> <u>Fortgeschrittene Konfiguration</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kostenintensiv</li> <li>- hoch qualifiziertes Personal</li> <li>- reagiert sensibel auf Schwankungen im Input und daher eher Neigung zu Betriebsausfällen oder -unterbrechungen</li> <li>- eher unflexibel</li> </ul>
Anwendungsdetails	
Technische Umsetzung	In der <u>Grundkonfiguration</u> werden über mechanische Prozesse gezielt Feinmaterialien durch Siebung ausgeschleust und anschließend manuell in verschiedene Materialien sortiert. Der Prozess gliedert sich nach folgendem Schema:

Fortsetzung  
Technische Umsetzung

Prozessschema: Grundkonfiguration



Bei der erweiterten Konfiguration handelt es sich um eine der Grundkonfiguration ähnliche Vorgehensweise, jedoch sind automatische Sortierschritte wie Infrarottechnologie und verschiedene Trennstufen zur Abtrennung von Eisen- und Nichteisenmetallen, Leichtstoffen integriert. Es ergibt sich das folgende Prozessschema:

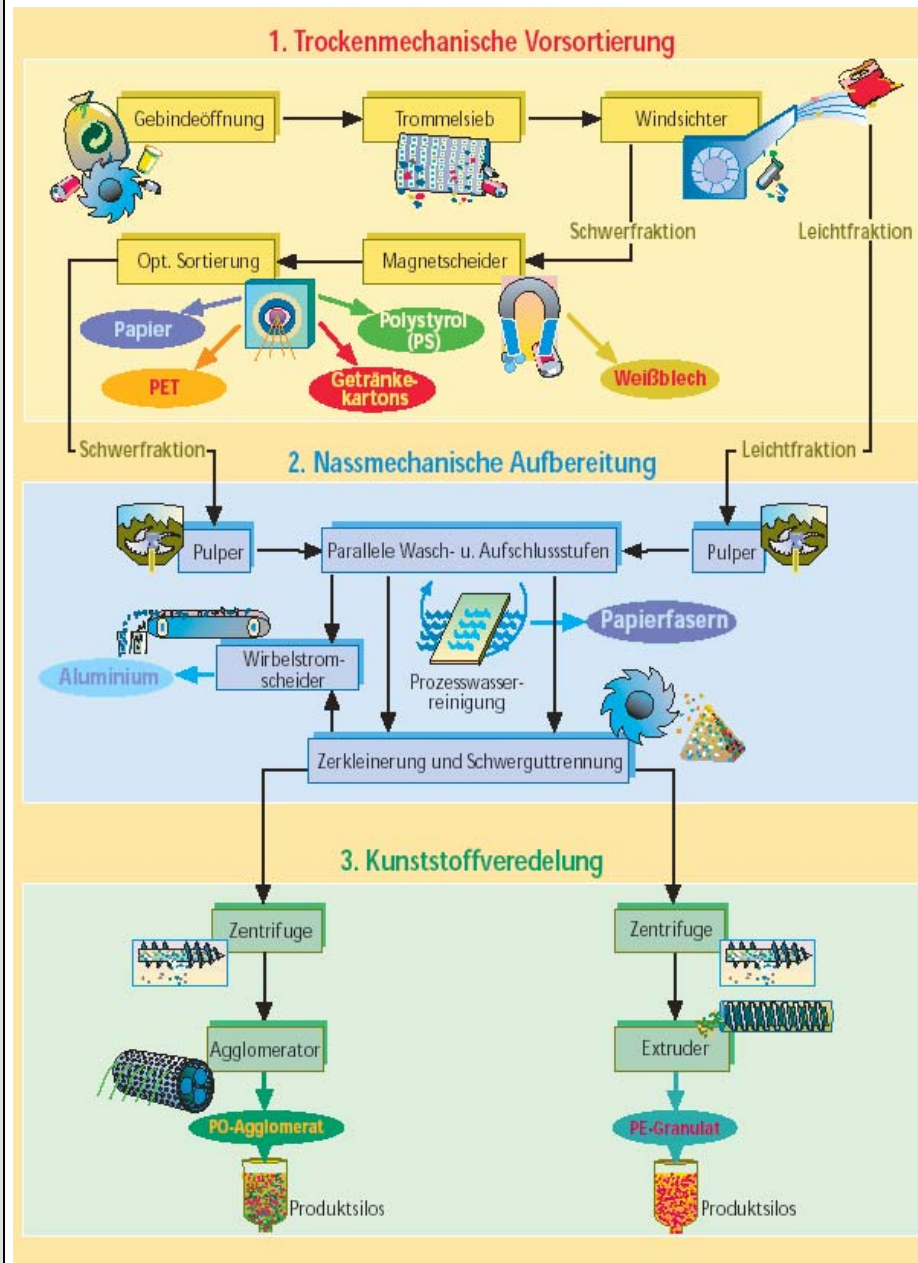


In das Vorgehen eingebunden werden kann u.a. auch die Abtrennung von Elektrokleingeräten welche über eine getrennte Sammlung der Leichtverpackungen miterfasst wurden. Die Ausschleusung der Elektroaltgeräte kann z.B. durch einen automatisierten Sortierschritt auf Röntgenbasis erfolgen.

Fortsetzung  
Technische Umsetzung

Für die fortgeschrittene Konfiguration ist als Referenz die SORTEC 3.1 Technologie zu nennen.

Das Verfahren kombiniert in zwei aufeinanderfolgenden Schritten trockene und nasse mechanische Prozesse mit einer anschließenden Veredelung von Kunststoffen zu Polymergranulaten mit definierten Qualitäten. In den trockenen und nassen Prozessschritten gelangen verschiedenste Stufen zur Abscheidung von Materialien zum Einsatz, deren Trennwirkung auf physikalischen (Magnetismus, Dichte, Gravitation) oder optischen Eigenschaften beruht. Das Prozessschema gestaltet sich dabei wie folgt:



Grafik: DSD AG

Ein Teil der erzeugten Materialien kann direkt in der Produktion wieder eingesetzt werden, z.B. Kunststoffgranulat, Aluminium, Papierfaser, oder als Basis für materialspezifische Recyclingprozesse wie Recycling gemischter Kunststoffe, Getränkekartonrecycling dienen.

Stofffluss und -mengen	<p><u>Grundkonfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- möglicher Durchsatz bis 1Mg/h</li> </ul> <p><u>Erweiterte Konfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- möglicher Durchsatz zwischen 1-3 Mg/h</li> </ul> <p><u>Fortgeschrittene Konfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchsatz von 25.000 Mg/a</li> </ul> <p>Massebilanz:</p> <p><u>Fortgeschrittene Konfiguration</u></p> <p><i>Massebilanz Sortieranlage (Bilanz der SORTEC-Anlage 2003)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Weißblech: 15,4 Ma.-%</li> <li>- Getränkeverbunde: 4,0 Ma.-%</li> <li>- PET-Flaschen: 2,5 Ma.-%</li> <li>- Polystyrol: 1,2 Ma.-%</li> </ul> <p><i>Zwischenprodukte zur Weiterverarbeitung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Folien: 3,9 Ma.-%</li> <li>- Kunststoffe/Verbunde/Aluminium: 45,8 Ma.-%</li> <li>- Papier/Pappe/Kartonagen: 0,5 Ma.-%</li> <li>- Sortierreste: 26,7 Ma.-%</li> </ul> <p><i>Massebilanz Aufbereitungs- und Veredelungsanlage</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PO-Agglomerat: 43,4 Ma.-% [TS]</li> <li>- PO-Regranulat: 0,4 Ma.-% [TS]</li> <li>- PE-Granulat: 6,5 Ma.-% [TS]</li> <li>- Aluminium: 3,0 Ma.-% [TS]</li> <li>- Papierfasern: 12,5 Ma.-% [TS]</li> <li>- Rest: 34,2 Ma.-% [TS]</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abluftmengen: 55.000 m³/h Entstaubung, 28.000 m³/h Biofilter</li> </ul>
Zusammenhänge und Kombinierbarkeit mit anderen Techniken	<p>Insoweit komplexere Aufbereitungsprozesse mit höherem Technisierungsgrad zur Anwendung kommen sind hierfür i.d.R. spezialisierte Anlagen sinnvoller welche extern bzw. getrennt vom späteren Einsatzort der gewonnenen Sekundärmaterialien errichtet werden. Wo einfache Sortierungen z.B. nur für Teilströme wie Metalle oder Verbundstoffe erfolgen, ist es möglich die entsprechende Aufbereitung der Produktionsanlage direkt vorzulagern bzw. diese darin zu integrieren.</p>
<b>Orientierungswerte für die Anwendung</b>	
<b>Ressourceneinsatz</b>	
Energiebilanz	<p>Anlagen der <u>Grundkonfiguration</u> und der <u>erweiterten Konfiguration</u> besitzen einen relative geringen Energiebedarf.</p> <p>Der Energiebedarf der <u>fortgeschrittenen Konfiguration</u> ist im Vergleich höher.</p>
CO <sub>2</sub> -Relevanz	<p>Durch die Substitution und den geminderten Verbrauch an Primärressourcen bei Nutzung der durch die Aufbereitung gewonnenen Sekundärmaterialien kommt es i.d.R. zur Einsparung von ansonsten entstandenen CO<sub>2</sub>-Emissionen</p>
Benötigte Hilfsmittel oder Zusatzstoffe	<p>Wasserverbrauch in der <u>fortgeschrittenen Konfiguration</u>: 25.000 m³/a</p>
Personalbedarf <sup>3</sup>	<p><u>Grundkonfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- im Durchschnitt bis 12 Mitarbeiter</li> </ul> <p><u>Erweiterte Konfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zwischen 7-10 Mitarbeiter</li> </ul> <p><u>Fortgeschrittene Konfiguration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Angaben verfügbar</li> </ul>

<sup>3</sup> Ein Vergleich zwischen den verschiedenen Konfigurationen ist aufgrund des von der jeweiligen Materialveredelung abhängigen Arbeitsaufwandes nicht aussagekräftig.

Flächenbedarf	ca. 5.000-10.000 m <sup>2</sup> für eine Anlage durchschnittlicher Größe
Nachsorgeaufwand	Der Anteil der Stör- und Fremdstoffe kann eine Größenordnung von bis zu 40-50% des Anlageninput erreichen, dabei handelt es sich hauptsächlich um Stoffe die durch Verbrennung bzw. Deponierung umweltgerecht entsorgt werden müssen.
<b>Kosten</b>	
Investitionskosten	<u>Grundkonfiguration</u> Die Investitionskosten liegen zwischen EUR 50.000–150.000 für eine durchschnittliche Prozesslinie. <u>Erweiterte Konfiguration</u> Die Investitionskosten liegen durchschnittlich zwischen EUR 150.000–2.500.000. <u>Fortgeschrittene Konfiguration</u> keine Angabe
Betriebskosten	<u>Grundkonfiguration</u> Die Betriebskosten* liegen im Bereich zwischen 150-300 €/Mg, einschließlich der Kosten für die Beseitigung der Fremdstoffe. <u>Erweiterte Konfiguration</u> Die Betriebskosten* liegen im Bereich zwischen 150-225 €/Mg, einschließlich der Kosten für die Beseitigung der Fremdstoffe. * (deutsches Preisniveau) Kosten für Reparatur und Wartung in Abhängigkeit der Anlagenkonfiguration in durchschnittlicher Höhe von 6% der Investkosten und Jahr sind in den Betriebskosten enthalten. <u>Fortgeschrittene Konfiguration</u> keine Angabe
Möglichkeit von Einnahmen	Erlöse für erzeugte Fraktionen hängen von der aktuellen Marktlage und den Qualitäten ab. Als Erlösbeispiel sei genannt. - Hohlkörper HDPE: 100-240 €/Mg Die Kostenkompensation für die Aufbereitung und das Recycling von Verpackungen kann über spezielle Finanzierungsmodelle ermöglicht werden, ein Beispiel hierfür ist das Lizenzierungsmodell des <a href="#">Grünen Punkt</a> in Deutschland
Massespezifische Gesamtkosten	<u>Grundkonfiguration</u> Die massespezifischen Gesamtkosten liegen zwischen 150-300 €/Mg* <u>Erweiterte Konfiguration</u> Die massespezifischen Gesamtkosten liegen zwischen 150-225 €/Mg* <u>Fortgeschrittene Konfiguration</u> Die massespezifischen Gesamtkosten liegen zwischen 242-274 €/Mg* * (deutsches Preisniveau)
<b>Sonstige Details</b>	
<b><u>Marktübersicht</u></b>	
Referenzanwendungen (wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)	<u>Grundkonfiguration, erweiterte Konfiguration</u> Anwendungen dieser beiden Anlagenkonfigurationen finden sich in großer Anzahl in europäischen Staaten und weltweit. Zahlreiche Entsorgungsunternehmen und Privatfirmen in Deutschland betreiben Anlagen dieser Art, Beispiele hierfür sind u.a. - Anlage der Abfallverwertung Leipzig GmbH (ALBA-Gr.) Durchsatz 76.000 Mg/a - Weitere Anlagen <a href="#">NRW</a> <a href="#">BB</a> <u>Fortgeschrittene Konfiguration</u> Die SORTEC-Anlage in Hannover/Deutschland ist die erste großtechnische Anlage dieser Art <a href="http://www.pbo.de/html/refneu/abfall/sortec.html">http://www.pbo.de/html/refneu/abfall/sortec.html</a> Geplant wurde die Anlage von einem Tochterunternehmen des ältesten verantwortlichen Unternehmens für Verpackungsrecycling in Deutschland Duales System Deutschland (DSD) GmbH <a href="http://www.gruener-punkt.de">www.gruener-punkt.de</a>

<p>Anerkannte Hersteller und Dienstleister (<i>wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit</i>)</p>	<p>Viele große und mittlere Entsorgungsunternehmen betreiben das Sortieren von Leichtverpackungen mit Anlagen der <u>Grundkonfiguration</u> und der <u>erweiterten Konfiguration</u>, unter anderem gehören dazu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sulo <a href="http://www.sulo.de">www.sulo.de</a></li> <li>- SITA <a href="http://www.sita-deutschland.de">www.sita-deutschland.de</a></li> <li>- Remondis <a href="http://www.remondis.de">www.remondis.de</a></li> <li>- Becker <a href="http://www.jakob-becker.de">www.jakob-becker.de</a></li> <li>- ALBA-Gruppe <a href="http://www.alba.info">http://www.alba.info</a></li> </ul> <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> Rudnick+Enners Maschinen- u. Anlagenbau GmbH, Alpenrod <a href="http://www.rudnick-enners.de">www.rudnick-enners.de</a> Ludden&amp;Mennekes, Meppen <a href="http://www.ludden.de">www.ludden.de</a></p> <p><u>Sacköffner:</u> Spezialmaschinen &amp; Recyclingtechnik, Chemnitz <a href="http://www.sr-recyclingtechnik.com">www.sr-recyclingtechnik.com</a> Matthiessen Lagertechnik GmbH, Kremppe <a href="http://www.matthiessen-technik.de">www.matthiessen-technik.de</a> ZE-Recyclingtechnik GbR, Grafing <a href="http://www.ze-recyclingtechnik.de">www.ze-recyclingtechnik.de</a></p> <p><u>Separatoren/Klassier- u. Siebtechnik:</u> EuRec Technology GmbH, Merkers <a href="http://www.eurec-technology.com">www.eurec-technology.com</a> Lonkwitz Anlagenbau GmbH &amp; Co. KG, Wetzlar-Nauborn <a href="http://www.lonkwitz.com">www.lonkwitz.com</a> Frey GmbH Caminau, Königswartha <a href="http://www.freygmbh-caminau.de">www.freygmbh-caminau.de</a></p> <p><u>Zerkleinerungstechnik:</u> Bomatic–Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, Hamburg <a href="http://www.bomatic.de">www.bomatic.de</a> HSM GmbH + Co. KG, Salem <a href="http://www.hsm-online.de">www.hsm-online.de</a> Erdwich Zerkleinerungs-Systeme GmbH, Kaufering <a href="http://www.erdwich.de">www.erdwich.de</a> MeWa Recycling Maschinen und Anlagenbau GmbH, Gechingen <a href="http://www.mewa-recycling.de">www.mewa-recycling.de</a></p> <p><u>Metallabscheider (Fe u. NE):</u> Steinert Elektromagnetbau GmbH, Köln <a href="http://www.steinert.de">www.steinert.de</a> IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim <a href="http://www.imro-maschinenbau.de">www.imro-maschinenbau.de</a> Wagner Magnete GmbH &amp; Co. KG Spann- und Umwelttechnik, Heimertingen <a href="http://www.wagner-magnete.de">www.wagner-magnete.de</a></p> <p><u>NIR-Technik:</u> TiTech Visionsort GmbH, Andernach <a href="http://www.real-vision-systems.de">www.real-vision-systems.de</a></p> <p><u>Sonstige Detektoren:</u> Bruker AXS GmbH, Karlsruhe <a href="http://www.bruker-axs.de">www.bruker-axs.de</a></p>
<b>Anmerkungen und weitere Referenzdokumente</b>	
<p>Weitere Detailinformationen zur Verpackungsaufbereitung mit Hinweisen und Links zu den ausführenden Firmen sind u.a. erhältlich über:</p> <p>Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung: <a href="http://www.bvse.de">www.bvse.de</a> Landbell: <a href="http://www.landbell.de">www.landbell.de</a> Interseroh: <a href="http://www.interseroh.de">www.interseroh.de</a> Duales System Deutschland (DSD) GmbH <a href="http://www.gruener-punkt.de">www.gruener-punkt.de</a></p>	