

<b>Datenblatt</b>		<b>Index-No.</b>		<b>WT/R-04_BWS</b>	
<b>Zur Beschreibung von:</b>					
Verfahren	X	Technik	X	anderes	
Bezeichnung	<b>Aufbereitung und Sortierung von Sperrmüll</b> (in unterschiedlicher Auslegung hinsichtlich der Technisierung-/Automatisierung)				
Einsatz- bzw. Anwendungsziele	Erzeugung von reinen Fraktionen an Holz, Metallen und optional anderen Materialien wie z.B. Kunststoffe aus der gemischten Sperrmüllsammlung aus Haushalt und Gewerbe zur weiteren Nutzung				
<b>Charakterisierung des allgemeinen Anwendungsrahmens (bitte auch Fußnoten beachten)</b>					
<b>Insbesondere anwendbar für folgende Abfallarten</b>					
Gemischte Haushaltsabfälle		Leichtverpackungen		Speise- und Grünabfälle	
Papier/Pappe/Kartonagen		Altglas		Sperrmüll einschließlich Elektro- und Haushaltsaltgeräte	X
Altmetall	X	Altholz		Bau- und Abbruchabfälle	
Altöl		Altfarben/-lacke		Altreifen	X
Gefährliche Abfälle					
Produktions- bzw. branchenspezifische Abfälle	X	gemischte großstückige Abfälle frei von schadstoffbelasteten Stoffen			
Andere Abfallarten	X	gewerbliche Abfälle mit hohen Anteilen an verwertbaren Stoffen aber ohne Schadstoffgehalte (z.B. keine Akkumulatoren)			
<b>Spezielle Charakteristika und Anforderungen der Anwendung</b>					
<b>Notwendigkeit einer Vorbehandlung:</b> Außer der getrennten Erfassung am Anfallort ist keine zusätzliche Vorbehandlung erforderlich.					
<b>Verwertungsmöglichkeiten des Outputmaterials:</b> Die bei der Sortierung gewonnenen Materialfraktionen sind unmittelbar (z.B. Metalle, Holz) oder nach weiterer Aufbereitung für ein Recycling geeignet bzw. lassen sich energetisch verwerten.					
<b>Beseitigungs- und Ablagerungsmöglichkeiten für Outputmaterial:</b> verbleibende hochkalorische Fraktionen können der Verbrennung zugeführt, inerte Fraktionen zur Deponierung gebracht werden					
<b>Nachsorgebedarf:</b> Sortierreste sind auf dem Wege weiterer Verfahren aufzubereiten oder zu beseitigen.					
<b>Besondere Schutzerfordernisse:</b> Maßnahmen des Lärm- und insbesondere des Brandschutzes sind notwendig					
<b>Besondere Beschäftigungspotenziale:</b> Die Aufbereitung von Sperrmüll kann in vielen Fällen auf manuellem Weg umgesetzt werden, wobei ein hohes Potenzial zur Beschäftigung von Arbeitskräften, insbesondere auch weniger qualifizierter Personen besteht. Zum Erreichen einer Wirtschaftlichkeit bedarf es hochwertiger Qualitäten und Verwertungswege bzw. es müssen Schemen zur Gegenfinanzierung, wie z.B. eine Gebühr für die Sperrmüllsammlung eingeführt werden. Ein besonderer Weg zur Sperrmüllaufbereitung besteht darin, sozial benachteiligte Personen (z.B. Menschen mit gesundheitlichen Einschränkungen bzw. Behinderungen) oder nicht in andere Arbeiten vermittelbare Personen damit zu beauftragen, spezielle Teile des Sperrmülls (z.B. Möbelstücke, Antiquitäten oder bestimmte Gerätschaften) auszusondern, zu reparieren oder so wieder herzustellen, dass diese einen Wiederverkaufswert bekommen, nachgefragt werden oder aber als Ersatzteile oder anstatt von Neuanschaffungen im Rahmen von Wohlfahrtszwecken oder an öffentlichen Einrichtungen Verwendung finden können.					
<b>Geeignete Finanzierungsmechanismen:</b> Die Kosten der Sperrmüllfassung und -aufbereitung können als Teilgebühr in die allgemeinen Abfallgebühren inkludiert oder aber durch eine separat zu entrichtende Gebühr dem Erzeuger in Rechnung gestellt werden. Dabei können Schemen wie die einer Pauschale pro entsorgte Einheit (z.B. pro m³) oder aber eine Zusatzgebühr für jede über eine fixe Jahresmenge hinausgehende Sperrmüllereinheit angewandt werden. In der Kostenanrechnung berücksichtigt werden sollten Einnahmen, die aus dem Wiederverkauf von reparierten Teilen oder gewonnenen Ersatzteilen erzielt wurden. Dabei ist es möglich, dass die Sperrmüllsammlung teilweise gebührenfrei angeboten wird oder aber wenigstens solche Teile mit Wiederverkaufs-/Nachnutzungswert von Gebühren freigestellt werden.					
<b>Einfluss äußerer Gegebenheiten auf die Art und den Umfang der Anwendbarkeit</b>					
<b>Zugänglichkeit und Platzverfügbarkeit:</b> Eine gute Zugänglichkeit und ausreichend Zwischenlagerungsmöglichkeiten sollten sowohl bei der Sammlung als auch bei den Aufbereitungseinrichtungen gewährleistet sein.					
<b>Klimatische Gegebenheiten:</b> Der Abfall und die Aufbereitungsanlage (insbesondere Lagerbereich und Sortierfläche) sind vor Witterungseinflüssen wie starkem Wind und Niederschlag zu schützen.					

Technische Details	
Allgemeiner Überblick	
Kurzbeschreibung	Die Sperrmüllsortierung kann am Platz des Anfalls ( <i>Grundkonfiguration</i> ) oder nach der Sammlung in einer Sortieranlage erfolgen. Der Sortierprozess in einer Anlage beinhaltet verschiedene mechanische Schritte mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad zur Erzeugung von Materialfraktionen mit bestimmter Reinheit für die Verwertung oder weitere Nutzung. Prozessziel ist das Separieren von Holz, verwertbaren Fraktionen wie Metalle, Papier, Kunststoffe und gemischten hoch- bzw. niederkalorischen Fraktionen.
Grundlegende Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine schadstoffhaltigen Komponenten und geringe Anteile an mineralischen und organischen Substanzen</li> </ul>
zu erwartende Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>verschiedene Fraktionen (Holz, Metalle, hochkalorische Fraktion, teilweise Papier in erforderlicher Qualität (Reinheit) für die Verwertung oder andere Nutzung</li> <li>Gewinnung von kompletten Produkten/Teilen mit Wiederverkaufs- bzw. Nachnutzungswert</li> </ul>
besondere Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>leicht umzusetzen, weil einfacher und wenig kapitalintensiver Prozess</li> <li>sehr zuverlässig, geringe Fehleranfälligkeit (95% effektive Anlagenverfügbarkeit)</li> <li>flexibel einstellbar auf wechselnde Inputqualität oder zur Erzeugung spezifischer Outputströme</li> </ul>
spezifische Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>kann arbeitsintensiv sein</li> </ul>
Anwendungsdetails	
Technische Umsetzung	<p>Die Sperrmüllsortierung kann mit einfacher Technologie am Anfallort oder einem zentralen Sammelplatz, wie z.B. einem Wertstoffhof, (<i>Grundkonfiguration</i>) oder aber in speziellen Sortieranlagen mit einem hohen Grad an Automatisierung (<i>fortgeschrittene Konfiguration</i>) erfolgen. Prinzipielle Prozessschritte in beiden Fällen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorsortierung zur Separierung von Haushaltsgeräten (falls gemeinsam mit Sperrmüll erfasst) und groben Störstoffen</li> <li>eigentliche (manuelle) Sortierung</li> </ul> <p><u>Grundkonfiguration</u></p> <p>In der Grundkonfiguration können zwei unterschiedliche Ansätze je nach Verfügbarkeit der entsprechenden Möglichkeiten/Kapazitäten genutzt werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Separierung an der Abladestelle bzw. auf einem zentralen Wertstoffhof</i> Holz und Metalle werden manuell oder mit Hilfe von Greifer oder Kran separiert. Aus dem abgeladenen Haufwerk wird Vollholz und große Metallteile positiv sortiert. Von den durchschnittlich 30-50 % an Holz im Sperrmüll kann mit dieser Technik ca. 50 % separiert werden.</li> <li><i>Tandemabfuhr</i> Erfolgt die Trennung nach Altholz und restlichem Sperrmüll vor der Sammlung also am Anfallort, so spricht man vom Prinzip der Tandemabfuhr. Die separierten Stoffströme werden in zwei Fahrzeuge verladen und zur weiteren Verwertung abtransportiert.</li> </ul> <p><u>Fortgeschrittene Konfiguration</u></p> <p>Bei Anlagen mit einem höheren Ausstattungsgrad werden häufig neben dem Sperrmüll auch andere Abfallarten wie Gewerbeabfall mit sortiert. Die Auslegung der Sperrmüllsortieranlagen variiert, auch in Abhängigkeit der verfügbaren Ressourcen (Personal) und der Erlöse für die Outputströme. Wie im Beispiel folgen der Vorsortierung meist eine Siebung verbunden mit einer Eisenmetallabscheidung. Eine weitere Siebung trennt die Feinfraktion von der gröberen Hochkalorik.</p>

Fortsetzung Technische Umsetzung	<p>Der Prozess wird häufig geteilt in mehrere Linien, wo auch der Einsatz von NIR-Technologie zur Abtrennung von Kunststoffen möglich ist. Ein Beispiel zeigt das folgende Schema:</p> <pre> graph TD     Input[Input] --&gt; Vorsortierung[Vorsortierung]     Vorsortierung --&gt; Siebschnitt100[Siebschnitt 100 mm]     Siebschnitt100 -- "&lt; 100 mm" --&gt; Siebschnitt20[Siebschnitt 20 mm]     Siebschnitt100 -- "&gt; 100 mm" --&gt; HaendischeSortierung[händische Sortierung]     Siebschnitt20 -- "&gt; 20 mm" --&gt; FeAbtrennung1[Fe-Abtrennung]     Siebschnitt20 -- "&lt; 20 mm" --&gt; 4((4))     HaendischeSortierung --&gt; FeAbtrennung2[Fe-Abtrennung]     HaendischeSortierung --&gt; 2((2))     FeAbtrennung1 --&gt; 3((3))     </pre> <p>1 Vorsortierung der Störstoffe (Grobfraktion)  2 Bandüberlauf  3 Mittelabsiebung  4 Feinabsiebung</p>
Stofffluss und -mengen	<p>Die Outputströme variieren in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Inputs. Folgende Aufstellung zeigt beispielhaft die Situation in Deutschland:</p> <p>Input: 100 % Sperrmüll</p> <p>Output: 25-50% Holz  10-20% Metalle  10-20% Hochkalorik, der Rest ist inertes Feinmaterial</p>
Anwendungsbereich	Der Durchsatz in Sortieranlagen liegt im Bereich von 5-20 Mg/h und Linie, die jährliche Betriebszeit kann mit ca. 4.000 h angesetzt werden.
Zusammenhänge und Kombinierbarkeit mit anderen Techniken	Wo einfache Sortierungen z.B. nur für die Gewinnung von Teilströmen wie Metalle und Holz erfolgen, ist es möglich, die entsprechende Aufbereitung direkt an einem Produktionsstandort der auch das Recycling dieser Stoffe vornimmt durchzuführen bzw. in die dortigen Prozessschritte zu integrieren. Bei komplexeren Sortierungen zur Gewinnung mehrerer Stofffraktionen ist es sinnvoll, diese in dafür spezialisierten Einrichtungen separat durchzuführen
<b>Orientierungswerte für die Anwendung</b>	
<b>Ressourceneinsatz</b>	
Energiebilanz	Der Energieverbrauch der Sortieranlagen ist gering.
CO <sub>2</sub> -Relevanz	Die Nutzung von Holz und Metallen als Sekundärrohstoffe bedeutet die Einsparung von zusätzlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen, welche ansonsten aufgrund einer Produktion auf der Basis von Primärrohstoffe erzeugt würden.
Benötigte Hilfsmittel oder Zusatzstoffe	keine zusätzlichen Hilfsmittel
Personalbedarf	<p>Der Personalbedarf ist abhängig von der Anlagengröße, dem Sortierprozess und dem Grad der Automatisierung. Ein typischer Personalbedarf von Sperrmüllsortieranlagen sind z.B. 8 Mitarbeiter, davon 1 Vorarbeiter, 6 Sortierer und 1 flexibler Mitarbeiter (Staplerfahrer/Maschinist)</p> <p>In der <u>Grundkonfiguration</u> ist eine Arbeitsgruppe von 2-3 Mitarbeitern das Minimum.</p>
Flächenbedarf	ca. 5.000 m <sup>2</sup> für eine durchschnittliche Anlage
Nachsorgeaufwand	ergibt sich insbesondere für die Feinfraktion, welche zu beseitigen ist.

<b>Kosten</b>	
Investitionskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>in Abhängigkeit der Anlagengröße (Durchsatz) und technischer Ausstattung, durchschnittliche Kosten liegen im Bereich 70-150 Euro/(Mg*a)</li> <li><u>Grundkonfiguration</u> Investitionskosten sind nur punktuell erforderlich für die Maschinen (Greifer), in Verbindung mit einem Sortierplatz (min. 250 m²) fallen in Summe Kosten in einer Größenordnung von 150.000-200.000 Euro an</li> </ul>
Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebskosten liegen im Bereich zwischen 20-50 Euro/Mg (ohne Erlöse und Beseitigungskosten)</li> <li><u>Grundkonfiguration</u> Die Kosten bei der Tandemabfuhr liegen etwa 10-30% über den Kosten der konventionellen Sperrmüllsammlung (insbesondere wegen des erhöhten Personal und Fahrzeugbedarfes). Sie ist daher meist nur in dicht besiedelten Gebieten einigermaßen wirtschaftlich und von Vorteil</li> </ul>
Möglichkeit von Einnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erlöse ergeben sich in Abhängigkeit der Marktsituation für die separierten Materialien wie Metalle, Holz, Papier oder aber aus dem Wiederverkauf von gewonnenen Ersatzteilen oder zur Wiedernutzung aufbereiteten Gegenständen (z.B. Möbel, techn. Gerätschaften u.ä.)</li> </ul>
Massespezifische Gesamtkosten	<p>Im Durchschnitt liegen die Gesamtkosten im Bereich zwischen 50-100 Euro/Mg (abhängig von den Erlösen und Entsorgungskosten)</p> <p><u>Grundkonfiguration</u> Die Sortierkosten liegen in der Größenordnung zwischen 10-20 Euro/Mg.</p>
<b>Sonstige Details</b>	
<b>Marktübersicht</b>	
Referenzanwendungen	Anwendungen der beiden Prozessarten sind sehr verbreitet und in unterschiedlicher Größe überall in Europa und weltweit zu finden.
Anerkannte Hersteller und Dienstleister <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	<p>Die meisten Entsorgungsunternehmen in Deutschland betreiben Sortierungen von Sperrmüll in der einen oder anderen Weise und haben ihre eigenen Anlagen und Betriebsabläufe dafür errichtet bzw. entwickelt. Beispielanlagen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(<a href="#">NRW</a>, <a href="#">BB</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>Brecher:</u> HAMMEL Recyclingtechnik GmbH, Bad Salzungen <a href="http://www.hammel.de">www.hammel.de</a></p> <p><u>Separatoren/Klassiertechnik:</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>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>
<b>Anmerkungen und weitere Referenzdokumente</b>	