

Neue Möglichkeiten der automatischen Sortierung von Haus- und Gewerbeabfällen mit Mogensen Röntgensortiertechnik

Eckhard Zeiger

1.	Problem der Schwerstofffraktion mit dunklen Bestandteilen	257
2.	Hohe Selektivität durch Röntgen mit spektraler Auflösung (RSA)	259
3.	Industrietaugliche Sortiermaschinen von Mogensen	261
4.	Wirtschaftlichkeit der Röntgensortierung	262
5.	Zusammenfassung	262

Das Ziel von mechanisch-physikalischen oder mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsverfahren ist es, die heizwertreiche Fraktion aus Kunststoffen und biogener Organik in möglichst guter Qualität bei hoher Ausbeute zu gewinnen und als Ersatzbrennstoff oder zur stofflichen Verwertung auf den Markt zu bringen.

Erfüllt die dabei abgetrennte Anorganik aus Glas, Porzellan, Keramik, Ziegelsteinen und Beton wegen zu hoher organischer Belastung nicht die Kriterien der Abfallablagereverordnung, muss die Fraktion mit sehr hohen Entsorgungsgebühren in Abfallverbrennungsanlagen entsorgt werden.

Für die positive Ausschleusung einer heizwertreichen Fraktion aus verschiedenen Abfallströmen wird seit einigen Jahren Sortiertechnik auf Basis der Nahinfraroterkennung (NIR) als Alternative und in Ergänzung zur Windsichtung eingesetzt. Die NIR-Technologie erkennt vor allem helle Kunststoffe, Rohholz und verschiedene Textilien ab einer Korngröße von etwa 50 mm.

1. Problem der Schwerstofffraktion mit dunklen Bestandteilen

Als Restfraktionen bleiben nach diesen Verfahrensschritten die unbehandelte Fraktion 0 bis 50 mm sowie die Schwerstofffraktion mit vielen dunklen Plastikteilen, beschichtetem und behandeltem Holz sowie Mischmaterialien übrig. Bild 1 zeigt eine Probe einer gesichteten Schwerfraktion – 30 bis 60 mm – mit organischen und anorganischen Bestandteilen. Es ist nicht möglich, diese Materialmischung durch eine Farbdefinition – also eine Sortierung mit Hilfe von sichtbarem Licht – oder durch Windsichtung in Organik und Anorganik zu trennen.



Bild 1: Gesichtete Schwerfraktion mit organischen und anorganischen Bestandteilen – ähnliche Farbe, ähnliche Dichte

Nach den derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen erfüllt das Material die Ablagerungsverordnung nicht und muss in einer Abfallverbrennungsanlage (MVA) verbrannt werden.

Auch die Aufbereitung von Baumischabfällen ist problematisch. Die hierin enthaltene Organik – überwiegend Holz und Kunststoffe, aber auch Papier und Leder – behindert den Wiedereinsatz des Bauschutts im Baubereich und wird derzeit mit aufwendiger Sichter- und Sortiertechnik entfernt.

Für die Trennung der Materialgemische in eine ablagerungsfähige inerte und eine heizwertreiche Fraktion sowie für die Herstellung eines weiterverarbeitbaren Bauschutts steht seit dem Jahr 2004 Röntgensortiertechnik aus dem Hause Mogensen zur Verfügung.

Röntgenstrahlung ist in der Lage, Materie zu durchdringen. Hierbei tritt ein Schwächungseffekt auf, der weitgehend von der atomaren, aber auch von der werkstofflichen Dichte der durchstrahlten Materie abhängt. Die Schwächung der Röntgenstrahlung wird von Zeilensensoren aufgenommen und mit den klassischen Methoden der Bildverarbeitung ausgewertet. Das Funktionsprinzip der Sortierung mit Röntgenstrahlen ist in Bild 2 dargestellt.

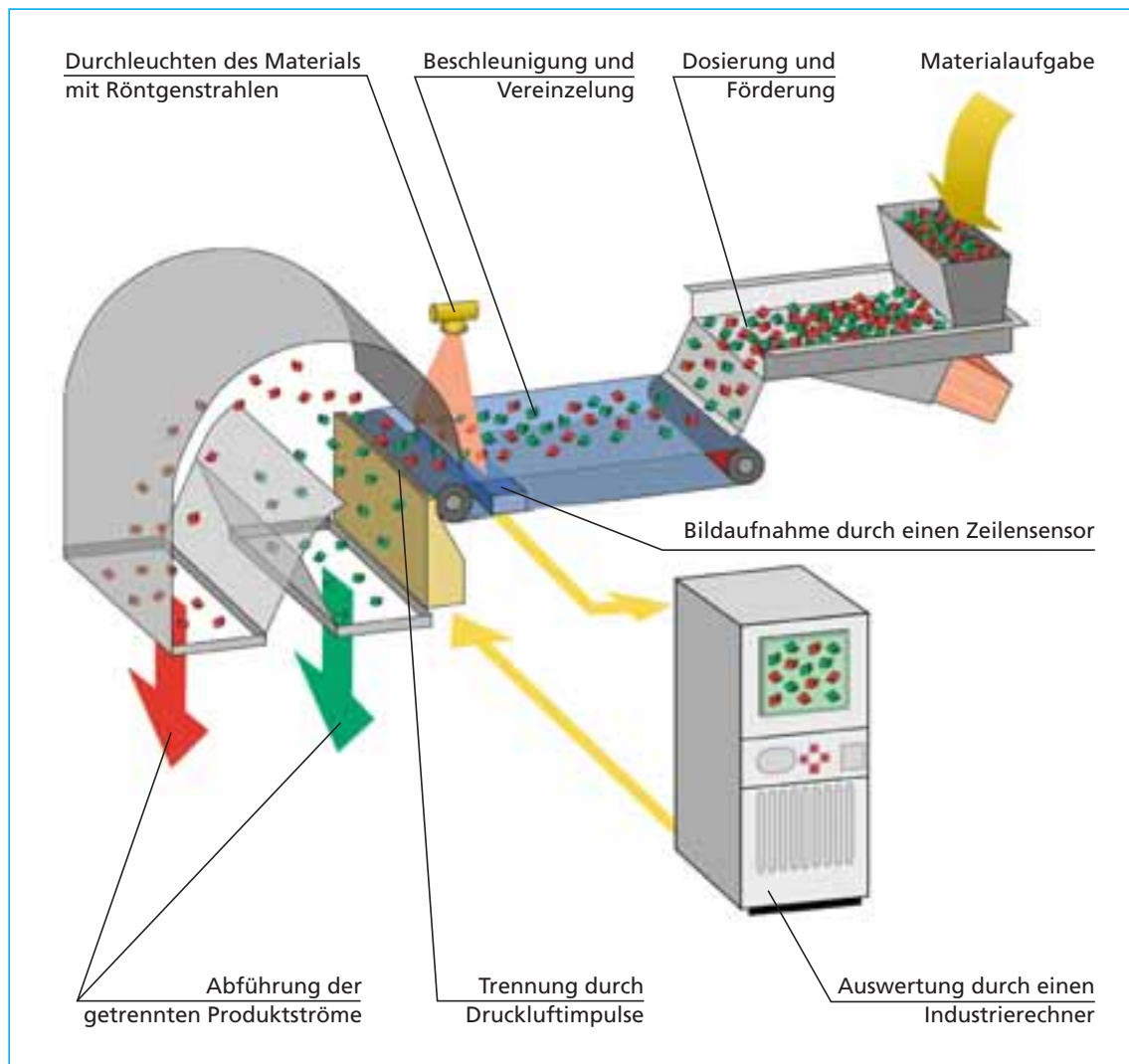


Bild 2: Funktionsprinzip der Sortierung mit Röntgenstrahlen

2. Hohe Selektivität durch Röntgen mit spektraler Auflösung (RSA)

Da Recyclingmaterialien in ihren werkstofflichen Eigenschaften und der Materialstärke sehr inhomogen sind, war bei der einfachen Röntgentransmission der Einsatz zusätzlicher Siebtechnik in vielen Fällen zwingend erforderlich. Durch die Erweiterung der Analysemöglichkeiten beim Röntgen mit spektraler Auflösung (RSA) steht jetzt ein sehr viel selektiveres Verfahren zur Verfügung. Hierbei nehmen zwei Messkanäle die Schwächung der Röntgenstrahlung in unterschiedlichen Wellenbereichen auf. Durch mathematische Verknüpfung der Messwerte kann die Materialstärke eliminiert werden. Als Sortierkriterium steht damit die materialspezifische Dichte, unabhängig von Partikelgröße, Teilchenform, Stückgewicht oder Oberflächenfarbe zur Verfügung.

Je nach Aufgabe stehen eine Röntgensortiermaschine mit Bandzuführung (MikroSort AR1201) für großflächiges und bizarr geformtes Material (Bild 3) oder eine kompakte Schurrenmaschine (MikroSort AQ1101) für stückiges und gut vereinzelungsfähiges Material zur Verfügung.



Bild 3: Mogensen MikroSort AR1200 mit vorgeschalteter Siebtechnik für großflächiges und bizarr geformtes Material

Eine punktförmige Röntgenquelle bestrahlt das Material, zwei schnelle zeilenförmige Sensoren mit unterschiedlichem Spektralverhalten messen die Transmission.

Die dabei eingesetzten Zeilensensoren entsprechen mit ihrer Auflösung von 0,8 mm und einer Verarbeitungstiefe von 10 bit der Geschwindigkeit und der Auflösung einer CCD-Zeilenkamera in der Farbsortierung. Damit kann neben der Schwächung der Röntgentransmission auch die Lage, Größe und Form der Teilchen als Sortierkriterium herangezogen werden.

Ein Auswerterechner klassifiziert die Teile innerhalb weniger Millisekunden und leitet die Informationen als Sortierentscheidung an sehr schnell arbeitende Druckluftventile weiter. Die Ventile werden entsprechend der Größe und der Lage der Abweisteile so angesteuert, dass die Partikeln zielgenau und mit geringen Verlusten an Gutmaterial ausgeschleust werden.

In Tabelle 1 sind wesentliche Kenndaten der Röntgensortiermaschinen AR1201 und AQ1101 zusammengefasst.

Tabelle 1: Kenndaten der Röntgensortiermaschinen AR1201 und AQ1101

Parameter	Einheit	Wert
Aufgabematerial		Siedlungs-, Gewerbe-, Baumischabfall
Durchsatz	m ³ /h	~ 10 – 40
Schüttgewicht	t/m ³	0,3 – 1,1
Wassergehalt des Aufgabematerials	Gew.-%	0,5 – 30
Abweisanteil	Gew.-%	bis 50
Druckluftverbrauch	Nm ³ /h	bis 120
Korngrößenbereich (AQ1101)	mm	10 – 60
Korngrößenbereich (AR1201)	mm	15 – 250
elektrische Leistungsaufnahme	kW	10

3. Industrietaugliche Sortiermaschinen von Mogensen

Auf der Grundlage des beschriebenen Wirkungsprinzips hat die Mogensen GmbH & Co. KG in Zusammenarbeit mit der CommoDaS GmbH aus Wedel bei Hamburg eine industrietaugliche Sortiermaschine entwickelt, die verschiedene Schüttgüter wie Haus- und Gewerbeabfälle, Baumischabfall, Hohl- und Flachglas sowie verschiedene Metallgemische und Bildröhrenglas separiert.

Die Maschine besteht überwiegend aus Standardkomponenten der optischen Sortiertechnik, die Röntgen-Schutzausstattung wurde in Zusammenarbeit mit dem TÜV Hannover entwickelt. Die Röntgensortierer MikroSort AR und MikroSort AQ sind nach den Vollschutzrichtlinien aufgebaut und arbeiten im normalen Betrieb weit unterhalb der zulässigen Grenzwerte. Die Maschinen erfüllen damit Grenzwerte, die bis zu 2.000 Arbeitsstunden pro Jahr in einem Meter Abstand an den Maschinen erlauben. Da diese Maschinen vollautomatisch arbeiten und für eine Standzeit von etwa 8.000 Betriebsstunden pro Jahr ausgelegt sind, ist die Strahlenbelastung sehr viel geringer als bei einem Urlaubsflug in 10.000 Metern Höhe.

In Versuchen wurde Material aus mechanisch-physikalischen und mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen so sortiert, dass die Menge des zu deponierenden Materials deutlich reduziert werden konnte. Die Organikfraktion lässt sich auch hier als Ersatzbrennstoff weiterverarbeiten.

Weitere Versuche wurden mit Baumischabfall unternommen, bei dem die Abtrennung der Organikfraktion ebenfalls mit der Röntgensortierung realisierbar ist (Bild 4). Da hier das Schüttgewicht deutlich über dem vom Haus- und Gewerbeabfall liegt, können bei einer üblichen Abweismenge von etwa zehn Gewichtsprozent Organik, Materialmengen von über 20 Tonnen pro Stunde aufbereitet werden.

Die ersten Maschinen wurden bereits in die Haus- und Gewerbemüllaufbereitung ausgeliefert und stellen ihre Leistungsfähigkeit im 4-Schichtbetrieb unter Beweis.



Bild 4: Sortierergebnis von Baumischabfall nach der Röntgensortierung: links die inerte, rechts die heizwertreiche Fraktion

4. Wirtschaftlichkeit der Röntgensortierung

Im Abfallsektor ergibt sich die Wirtschaftlichkeit der Röntgensortierung im Wesentlichen aus der beträchtlichen Einsparung nachfolgender Entsorgungs- oder Behandlungskosten. Das gegenwärtige Preisgefüge auf dem Entsorgungsmarkt erlaubt deshalb Amortisationszeiten (ROI) von weniger als einem halben Jahr. Auch die Betriebskosten, je nach spezifischem Einsatzfall zwischen 0,50 und 1,50 Euro je Tonne, liegen in der Größenordnung hochwertiger Aufbereitungstechnik.

5. Zusammenfassung

Mit der von Mogensen entwickelten Röntgentechnik wird ein neues Gebiet der Sortiertechnik betreten. Diese Sortiertechnik ermöglicht die Aufbereitung von Abfallströmen aus mechanisch-physikalischen und mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen sowie Baumischabfällen in bisher nicht für möglich gehaltener Aufbereitungstiefe. Es lassen sich mittelkalorische Ersatzbrennstoffe mit einem hohen Anteil an Holz, Kunststoffen und Restpapier in stabiler und guter Qualität zu marktgerechten Preisen erzeugen. Die dabei abgetrennte

Anorganik aus Glas, Porzellan, Keramik, Ziegelsteinen und Beton erfüllt die geforderten Zuordnungskriterien der Abfallablagereungsverordnung und kann zu niedrigeren Entsorgungskosten verbracht werden. Diese Ergebnisse konnten sowohl in Versuchen, als auch im laufenden Betrieb nachgewiesen werden. Die Entwicklung der Sortiertechnik und der Einsatz in verschiedenen Aufbereitungsverfahren stehen erst am Anfang und werden sich in den nächsten Jahren rasant weiterentwickeln.