

Aufwertung der Produktströme in der Bauschuttzubereitung durch Einsatz sensorbasierter Sortierung

– Beispiel Gips aus Bauschutt –

Christian Pak und Oliver Lambertz

1.	Herausforderungen und Potentiale in der Bauschuttzubereitung	482
2.	Grundlagen der sensorbasierten Sortierung	483
3.	Beispiel aus der Bauschuttzubereitung – Gips aus Bauschutt abtrennen –	484
4.	Zusammenfassung und Ausblick	486
5.	Quelle	486

Bau- und Abbruchabfälle stellen einen der größten Abfallströme der Europäischen Union dar. Die Richtlinie 2008/98/EG unterstreicht die Notwendigkeit, die stoffliche Verwertung dieser Abfallströme zu erhöhen, bis zum Jahr 2020 sollen mindestens 70 Prozent der nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfälle einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Nach Eurostat werden aktuell etwa 970 Millionen Tonnen Bau- und Abbruchabfälle in den 27 EU-Staaten produziert, von denen etwa 47 Prozent recycelt werden. In den meisten Ländern besteht der überwiegende Anteil der aus Bau- und Abbruchabfällen gewonnenen Produkte aus den recycelten Gesteinskörnungen (RC-Material) aus der Mineralikfraktion. Einige EU-Länder haben hohe Recyclingquoten für die Mineralikfraktion erreicht, die aus Beton, Ziegel und Fliesen gewonnen werden, aber die meisten werden traditionell in bestimmten minderwertigen Anwendungen im Tiefbau als ungebundene Anwendungen eingesetzt – Dammbau, Nivellierung von Straßen, usw. Dieser Markt für recycelte Gesteinskörnungen ist jedoch mehr und mehr gesättigt. Daher wird derzeit eine Verschiebung hin zu hochwertigeren Anwendungen, z.B. im Betonbau, untersucht und gefördert.

Aktuelle Recyclinganlagen für Bauabfälle verwenden in Abhängigkeit von der Art und Qualität des Inputmaterials unterschiedliche Aufbereitungstechnologien. Einfache Anlagen für saubere Bauschuttfraktionen verwenden eine Kombination aus Zerkleinerungs- und Klassierungsverfahren sowie einfachere Sortierverfahren wie die Magnetscheidung zur Abtrennung von Fe-Metallen.

Etwas komplexere Verfahren finden für stärker vermischte Bauabfälle Anwendung. Zu den weiter oben genannten Technologien finden zusätzlich manuelle Sortierkabinen – überwiegend zur Abtrennung grober, nicht mineralischer Verunreinigungen wie Holz und Kunststoffe oder von Gips – sowie Sortiertechnologien basierend auf Dichteunterschieden (Schwimm-Sink-Trennung oder Windsichtung) Anwendung.

Die traditionellen Recyclingsysteme garantieren oftmals keine ausreichende Qualität der gewonnenen Recyclingfraktionen für den Einsatz in hochwertigen Anwendungen. Eine weitere Herausforderung besteht in der weiter steigenden Komplexität verwendeter Baustoffe, die in den kommenden Jahren zu immer stärker vermischten Bauabfällen führt.

Für die Verwendung gemischter Gesteinskörnungen aus sehr heterogenen Bauabfällen in hochwertigen Anwendungen werden daher je nach Anforderungen an die Produktqualität effizientere und genauere Reinigungsverfahren notwendig.

Sensorbasierte Sortierverfahren können hierbei zur Zielerreichung beitragen.

Die Herausforderung liegt in der richtigen Kombination von kostengünstigen traditionellen Trenntechniken mit weiter fortgeschrittenen automatisierten Sortiertechniken, um die Aufbereitungsprozesse wirtschaftlich zu halten.

Die sensorbasierte Sortierung hat im Bereich des Bergbaus, wo vermehrt konventionelle Aufbereitungsverfahren durch vor allem umweltfreundlichere sensorbasierte Sortiertechnologien ergänzt oder ersetzt werden, verglichen mit der Bauschutttaufbereitung bereits eine weitere Verbreitung gefunden. So hat beispielsweise im Bereich der Diamantsortierung die Röntgensortierung in jüngerer Vergangenheit mit großen Schlagzeilen bereits auf sich aufmerksam gemacht. [1]

In der Bauschutttaufbereitung gibt es verschiedene Aufgabenstellungen, bei denen auch Erfahrungen aus dem Bergbaubereich genutzt werden können. Neben der in beiden Anwendungsgebieten notwendigen mechanischen Robustheit der eingesetzten Technologie können ähnliche sensorbasierte Sortiertechnologien wie z.B. Linescan-Kameras zur Farbsortierung, Nahinfrarotdetektoren zur Detektion von organischen Bestandteilen oder die Röntgentransmissionstechnologie zur Dichtesortierung Anwendung finden.

Weitere Anwendungsgebiete im weiter gefassten Kontext der Bauabfälle sind die Gewinnung von Wertstoffen wie verschiedene Kunststoffarten (Folien, Hartkunststoffe), Papier und Kartonagen oder Holz aus Baumischabfällen mittels sensorbasierten Sortierverfahren. Derartige Anwendungen haben bereits weitere Verbreitung im Markt gefunden, in diesem Artikel soll hierauf jedoch nicht weiter eingegangen werden.

1. Herausforderungen und Potentiale in der Bauschutttaufbereitung

Für einen hochwertigen Einsatz müssen recycelte Gesteinskörnungen folgende grundsätzliche Anforderungen erfüllen:

1. Minimaler Gehalt an Gips, da dieser eine zusätzliche Sulfatquelle darstellt und zu Quellbildung bei zementbasierten Materialien beiträgt.
2. Weitestgehende Reduktion von organischen Bestandteilen, wie z.B. Asphalt, Polymeren, Papier, Holz usw., die zu verzögerter Aushärtung von zementbasierten Materialien, visuellen Imperfektionen und Schwachstellen führen.
3. Niedriger Gehalt an Porenbeton, der zur Beeinträchtigung der Materialfestigkeit führt.

In der konventionellen Bauschutttaufbereitung sind die Zerkleinerung, Klassierung, Fe-Scheidung und Dichtentrennverfahren (Windsichtung und/oder Schwimm-Sink-Trennung) maßgebliche Bestandteile. Das Ziel ist in erster Linie die zur Erfüllung der RC-Qualitäten erforderliche Abreicherung von Störstoffen. Vor allem Anteile von Gips, Porenbeton, Metallen und auch Holz verbleiben immer noch nach der konventionellen Bauschutttaufbereitung im RC-Material. Eine manuelle Endkontrolle erweist sich oftmals als ineffizient und teuer, vor allem kleinere Kornfraktionen können manuell nicht nachsortiert werden.

Sensorbasierte Sortierverfahren stellen hier eine Option dar, auch Materialfraktionen qualitativ aufzuwerten, die durch konventionelle Verfahren nicht weiter oder nur sehr aufwendig behandelt werden können. Mit sensorbasierten Verfahren können auch feine Materialkornungen ab etwa 6 mm Korngröße sortiert werden.

2. Grundlagen der sensorbasierten Sortierung

Sensorbasierte Sortiersysteme nutzen sowohl physikalisch-chemische Eigenschaften, z.B. die Dichte oder die elektrische Leitfähigkeit, als auch Oberflächen- und Materialeigenschaften, wie die Farbe oder das Nahinfrarotspektrum (NIR-Spektrum) unterschiedlicher Materialien.

Dieser Bericht befasst sich im Folgenden mit der Nahinfrarot (NIR)-Sortiertechnologie.

Im Bild 1 ist das Prinzip eines Tomra Autosort NIR-Sortiersystems schematisch dargestellt. Das zu sortierende Material wird in einer Einzelkornschicht auf einem Beschleunigungsband (Bandgeschwindigkeit bis zu 4 m/s) dem NIR-Scanner zugeführt. Die Art des Materials und die Position auf dem Beschleunigungsband werden vom Scanner detektiert. Die Aussortierung der Zielfraktion erfolgt anschließend durch gezielte Druckluftimpulse.

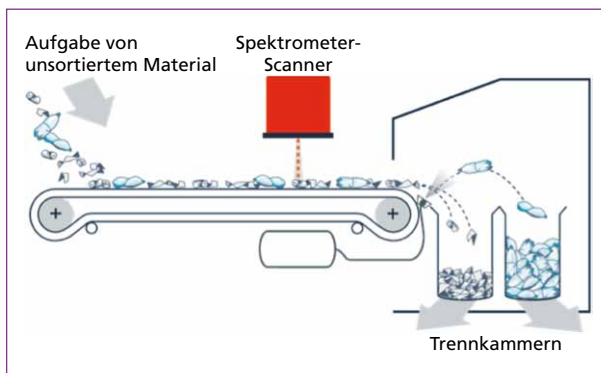


Bild 1:

Prinzipielle Darstellung eines sensorbasierten Sortiersystems

Die NIR-Technologie ermöglicht die Unterscheidung verschiedener Materialfraktionen aufgrund der jeweils materialspezifischen Absorption und Reflektion von nahinfrarotem Licht. Der Wellenlängenbereich von nahinfrarotem Licht liegt zwischen 700 und 1.900 nm. Nahinfrarotes Licht ist für das menschliche Auge unsichtbar.

Die folgende Darstellung zeigt beispielhafte NIR-Spektren unterschiedlicher Kunststoffe.

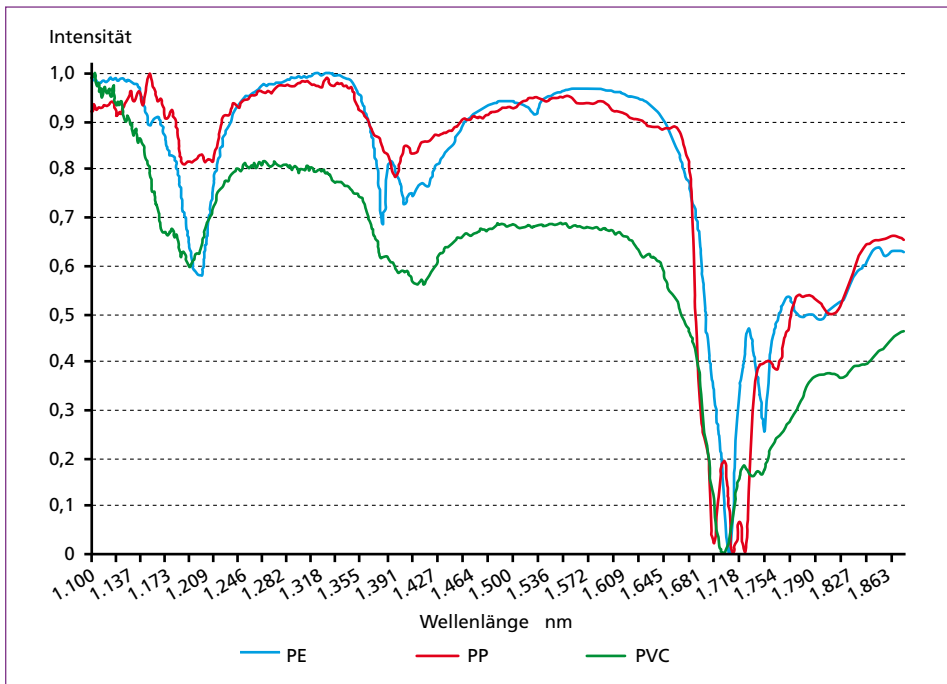


Bild 2: Beispielhafte Darstellung von Nahinfrarotspektren unterschiedlicher Materialien

3. Beispiel aus der Bauschuttbereitung – Gips aus Bauschutt abtrennen –

Im Folgenden werden die Möglichkeiten der Mineralikreinigung durch die Nahinfrarot (NIR)-Sortiertechnologie kurz vorgestellt. Hauptziel dieser Anwendung ist die Abtrennung von Störstoffen – Gips, Porenbeton, Holz, Kunststoffe usw. – aus der Mineralikfraktion.

Gips weist ein spezifisches Spektrum im Nahinfrarotwellenbereich auf und kann daher wie auch andere organische Störstoffe wie Holz und Kunststoffe mit NIR-Sortiertechnologie eindeutig identifiziert und aussortiert werden.

Im Rahmen des EU-Projektes *IRCOW (Innovative strategies for high-grade material recovery from construction and demolition waste)* wurden Proben von recycelten Mineralikfraktionen aus fünf verschiedenen Ländern – Deutschland, Schweden, Italien, Spanien und Belgien – gesammelt. Feinfraktionen < 6 mm wurden vor den weiteren Untersuchungen durch Absiebung abgetrennt, falls dies nicht vorher bereits erfolgt war.

Im ersten Schritt wurden Teilproben der jeweiligen Mineralikfraktionen nach EN 933-11:2009 charakterisiert. Diese EN-Norm beschreibt eine einfache Methode zur Bestimmung der Zusammensetzung grober recycelter Gesteinskörnungen. Diese Analyse dient der Identifizierung der jeweils abzutrennenden Störstofffraktionen.

Im zweiten Schritt wurden die Proben im Technikum der Tomra Sorting GmbH in Mülheim-Kärlich mittels NIR-Technologie sortiert. Beispielhaft werden nachfolgend Bilder einer sortierten Probe gezeigt. In den NIR-Sortierversuchen wurden in Abhängigkeit von der Korngröße und der Schüttdichte des Inputmaterials Durchsätze von mehr als 10 Tonnen pro Stunde und Meter Sortierbreite erzielt. Damit sind Betriebskosten der NIR-Technik samt dafür zusätzlich notwendiger Technik – Fördertechnik, Elektrotechnik, Druckluftbereitstellung usw. – von weniger als 1 EUR/t möglich.



Bild 3: Ausgeschossene Störstofffraktion mit u.a. Holz und Gips



Bild 4: Mittels NIR-Technik gereinigte Mineralikfraktion

Abschließend wurden die sortierten Mineralikfraktionen erneut gemäß EN 833-11:2009 charakterisiert, um die Wirksamkeit der Sortierung im Hinblick auf die Störstoffentfrachtung zu untersuchen.

Exemplarisch wird im nachfolgenden Diagramm der Gipsgehalt vor (blaue Säulen) und nach Sortierung (rote Säulen) dargestellt. Der Gipsgehalt konnte in allen Proben deutlich reduziert und zum Teil nahezu vollständig eliminiert werden. In allen sortierten Proben betrug der Gipsgehalt nach Sortierung weniger als ein Prozent. Im Durchschnitt über alle sortierten Proben betrug die Ausbringung an Gips durch die NIR-Sortierung etwa 85 Prozent.

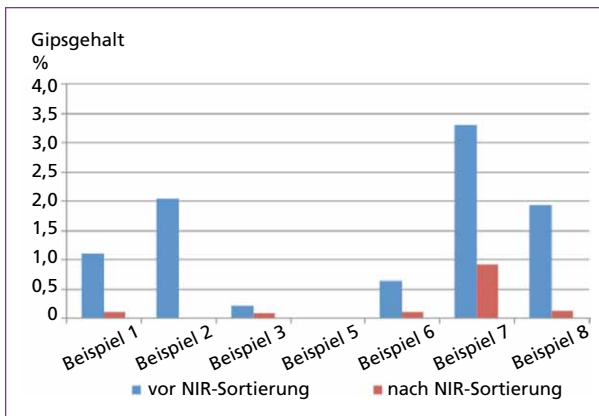


Bild 5:

Gipsgehalt der Proben vor und nach NIR-Sortierung

Erste Betreiber setzen die Autosort-NIR-Technologie bereits erfolgreich in Bauschutt-aufbereitungsanlagen zur Störstoffentfrachtung ein. Dabei liegen die Ausbringungsquoten bei Gips wie auch bei Holz und Kunststoffen üblicherweise zwischen 85 Prozent und 95 Prozent.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Sortierversuche mit verschiedenen Mineralikfraktionen haben belegt, dass mittels NIR-Sortiertechnik Störstofffraktionen wie Gips, Holz oder Kunststoffe zu hohem Maße aus der Mineralik entfrachtet werden können. Durch die qualitative Aufwertung der Mineralik werden auch höherwertige Recyclinganwendungen für recycelte Gesteinskörnungen denkbar.

Sensorbasierte Sortiersysteme können die etablierten klassischen Aufbereitungsverfahrensschritte wie die Klassierung, Sichtung, Magnetscheidung sinnvoll ergänzen, so dass nachhaltig gleichmäßige Produktqualitäten erzeugt werden können.

Einsätze im Bereich des Bergbaus haben die Tauglichkeit der sensorbasierten Sortierung bestätigt.

Potentiale für eine weitere Erhöhung der Wertschöpfung bieten neben der zuvor dargestellten qualitativen Aufwertung recycelter gemischter Gesteinskörnungen ebenfalls die Separation von unterschiedlichen bruchfesten oder farblichen Materialien wie z.B. Beton, Ziegel, Sandstein oder auch Glas und Fliesen.

Hierbei kämen zum Beispiel zum Einsatz:

- Farbzeilenkameras für die Separation von roten Ziegelsteinen, Sandstein und Asphalt als Störstoff von Beton (graue Fraktion) oder z.B. die Gewinnung einer roten Ziegelsteinfraktion für eine weitere hochwertige Aufbereitung,
- NIR Technologie oder Röntgentransmissionstechnologie zur Abtrennung von Porenbeton, Gips und anderen organischen Bestandteilen von anderen Gesteinen.

5. Quelle

[1] <https://www.tomra.com/en/news-and-media/news/2015/diamond-recovery/>

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): **Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 3**
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –
ISBN 978-3-944310-28-2 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2016
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.
Erfassung und Layout: Sandra Peters, Ginette Teske, Janin Burbott-Seidel,
Claudia Naumann-Deppe, Anne Kuhlo, Gabi Spiegel

Druck: Universal Medien GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.