

B3 Wie funktioniert die Mülltrennung? – Stofftrennung nach Dichte und Magnetismus

1 Trennung eines Feststoffgemenges aus Sand und Eisen

1.6 Fragen

Würden sich Quarzsand und Eisen auch aufgrund ihrer Dichte trennen lassen?

Antwort:

Die Dichte von Quarzsand ist $2,85 \text{ g/cm}^3$, die Dichte von Eisen ca. $7,8 \text{ g/cm}^3$. Mit einer Sedimentations-Trennung in Wasser ist das nicht möglich. Möglich wäre evtl. eine Flotations-Trennung. In einer Salzlösung aber mit einer Dichte größer als 3 g/cm^3 würde der Sand oben schwimmen.

Eine weitere Trennungsmethode wäre ein sog. Zyklon-Abscheider.

2 Können wir eine Sand-Kunststoff-Wasser-Salz-Mischung trennen?

2.6 Fragen

- Suche weitere Eigenschaften von Stoffen, die dir für die Stofftrennung brauchbar erscheinen.

Antwort: Neben Dichte und Magnetismus gibt es weitere Eigenschaften, die Stoffe für eine Trennung unterscheidbar machen. Das sind Schmelztemperatur, Siedepunkt, Brennbarkeit, elektrische Ladung, Leitfähigkeit und vieles mehr. Die Schwierigkeit ist meistens nicht, Merkmale zu finden, die manche Stoffe haben und manche nicht, sondern eher, ein technisches Verfahren zu entwickeln, das sich diese Unterschiede zu Nutze macht.

- Erkläre, warum es so schwer ist, Nicht-Eisen-Metalle, wie Aluminium, Kupfer, Messing, Zinn oder Zink, einerseits von Eisenmetallen und andererseits von Glas, Papier und Kunststoffen zu trennen.

Antwort: Papier und Pappe haben eine Dichte von ca. $0,8 \text{ g/cm}^3$, Kunststoffe von ca. $0,8 – 1,5 \text{ g/cm}^3$, Glas von ca. $2,2 – 2,6 \text{ g/cm}^3$, Aluminium von $2,7 \text{ g/cm}^3$, Eisen bzw. Stahl von ca. $7,8 \text{ g/cm}^3$, Kupfer von ca. $8,9 \text{ g/cm}^3$, Messing von ca. $8,7 \text{ g/cm}^3$, Zinn ca. $7,3 \text{ g/cm}^3$ und Zink $7,1 \text{ g/cm}^3$. Daran sieht man, dass sich Papier, Pappe und Kunststoffe aufgrund unterschiedlicher Dichte noch recht gut vom Rest abtrennen lassen. Aber bereits die Trennung von Glas und Aluminium ist über Dichtetrennung nicht mehr möglich. Auch die Metalle untereinander sind damit kaum trennbar. Man muss also wie in unserem Versuch eine Abfolge verschiedener Methoden anwenden. In modernen automatischen Müllsortieranlagen wird der Müll trocken durch Windsichten (Wegblasen der leichteren Stoffe) und dann mit optischen Methoden (spektrale Reflektion) vorsortiert, sodass nur noch das Metallgemisch übrigbleibt. Je nach Aufwand können durch die spektrale Sortierung Kunststoffe und Glas sortenrein gewonnen werden. Die Metalle werden dann durch Magnet- und Wirbelstromabscheider getrennt.

- c) Entwickle Vorschläge, wie man in Wasser gelöste Feststoffe (z. B. Salze) vom Wasser abtrennen könnte.

Antwort: Es gibt zwei großtechnisch bewährte Methoden. Dies sind zum einen die Umkehrosmose und zum anderen Verdampfungsverfahren.

Die Umkehrosmose wird im Experiment „B4 Wir gewinnen Trinkwasser – Methoden der Wasserreinigung“ behandelt. Sie funktioniert, indem man das Salzwasser mit hohem Druck durch eine Membran presst, die die Salzionen zurückhält.

Bei den Verdampfungsverfahren wird das Salzwasser erhitzt, bis der Wasseranteil verdampft. Anschließend lässt man den Dampf an einer kühlen Fläche kondensieren. Dabei bleibt das Salz komplett zurück und man erhält ebenfalls reines Wasser.

3 Prinzip der Trennung von Aluminium von anderen Nicht-Eisen-Metallen

3.6 Fragen

- a) Überprüfe zuhause oder in der Schule den unterschiedlichen Anteil der Bestandteile im Hausmüll.

Antwort: In der Regel wird man finden, dass der Müll in der Schule relativ kunststoff- und papierlastig ist. Zuhause wird die Mischung vielfältiger sein, je nach Ernährungsgewohnheiten und Lebensstil wird der Anteil an Blech und Glas größer oder kleiner sein.

Wenn du Internet-Anschluss hast:

Hinweis: Auf dem Medienportal der Siemens Stiftung findet man im Medienpaket „Experiment | 10+: B3 Wie funktioniert Mülltrennung?“ eine Linkliste, die auf weiterführende Informationen verweist.

- b) Erläutere auf Grund einer Recherche, wie das Prinzip der Wirbelstromabscheidung in der Mülltrennung und im Metallabfallrecycling genutzt wird.

Antwort: Links für die Recherche siehe Linkliste zum Experiment.

- c) Recherchiere, wo noch in Industrie und Technik das Entstehen von Wirbelströmen genutzt wird.

Antwort: Herkömmliche Stromzähler oder auch Bremsen in Lastwagen, Bus oder Zug.

- d) Das Wiedergewinnen von Rohstoffen aus Müll ist besonders sinnvoll, wenn diese Trennung energieeffizient geschieht, bzw. es sich um Stoffe handelt, die besonders energiereich produziert werden mussten. Finde Beispiele für diese „Regel“.

Antwort: Das Recyceln von Papier und Pappe lohnt sich ökologisch und ökonomisch. Derzeit wird z. B. in Deutschland bis zu 80 % Papier recycelt. Genauso ist es bei Glas, hier wird derzeit bis zu 83 % recycelt. Energetisch äußerst lohnend ist das Recycling von Aluminium, hier liegt die Quote bei bis zu 86 %. Weißblech aus Konservendosen

wird sogar zu 95 % recycelt. Unumstritten ist das Recycling sauberer, sortenreiner Kunststoffabfälle aus der Industrie oder z. B. aus reinen PET-Flaschen. Umstritten ist dagegen das Recycling des Kunststoffs aus gemischem Haushaltsverpackungsmüll. Dies gilt unter Fachleuten inzwischen als ökologisch und ökonomisch zweifelhaft und es wird eine thermische Verwertung (Verbrennung zur Stromgewinnung) empfohlen.

- e) Ein sehr interessanter Recyclingprozess ist die Wiederaufbereitung von Rohstoffen aus sog. Tetra Pak-Verpackungsmaterialien. Recherchiere die Material-Bestandteile und entwerfe ein eigenes Trennverfahren.

Antwort: Tetra Pack besteht aus bis zu drei Materialien: Außenhülle aus Pappe (75 %) zur mechanischen Stabilität und als Stoßschutz, Zwischenschicht aus dünner Alufolie (4 %) und wasserfeste Innenschicht aus Polyethylen (PE, 21 %). Durch feines Zerkleinern und Aufschwärmen in Wasser kann der Papieranteil leicht abgetrennt werden (wassergetränkte Papierfasern werden etwas schwerer). Die noch zusammenhängenden leichteren Alu/PE-Schnitzelchen schwimmen oben auf und können abgeschöpft werden. Die Abtrennung des PEs vom Alu kann durch Abschmelzen erfolgen. Doch aufgrund des geringen Alu-Anteils ist dies industriell wegen des hohen Aufwands unwirtschaftlich.

- f) Welche Möglichkeiten haben Industriebetriebe, wie z. B. ein Automobilwerk, um unnötige Abfälle zu vermeiden?

Antwort: Das Recycling der Metallanteile im PKW erfolgt heute problemlos weitgehend vollautomatisch. Das Recycling des Kunststoffs ist jedoch meist noch sehr aufwändig und deshalb unwirtschaftlich. Doch würden die PKW-Hersteller weniger Kunststoffsorten und diese nicht in Kombination, sondern sortenrein verwenden, wäre ein sortenreines Recycling möglich und dieses wäre auch wirtschaftlich. Prinzipiell werden natürlich auch LKWs, Busse, Züge, Trambahnen usw. heute bezüglich der Metalle recycelt. Doch da die Stückzahlen im Vergleich zu PKWs hier relativ klein sind und die Lebenszyklen viel länger, gibt es hier für die Kunststoffe noch keine Recyclingkonzepte.