

Trennverfahren – Schwimm/Sink-Verfahren

Die Dichte als Größe zur Trennung

Das **Schwimm/Sink-Verfahren** ist ein Trennverfahren, das mit Hilfe der **Dichteunterschiede** Stoffe auftrennt. Es wird das Verhalten ausgenutzt, dass Stoffe mit niedrigerer Dichte auf flüssigen Stoffen mit höherer Dichte schwimmen. Stoffe mit höherer Dichte als das flüssige Medium, sinken dagegen zu Boden.

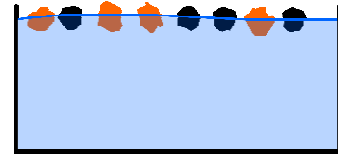
Das Schwimm/Sink-Verfahren

Im Schwimm/Sink-Verfahren werden Stoffe bei der Wertstofftrennung durch ihr **dichteabhängiges Verhalten in einem flüssigen Medium** getrennt. Das flüssige Medium ist in der Regel Wasser. Die Dichte von Flüssigkeiten und Gasen ist temperatur- und druckabhängig. Wasser besitzt bei 20 °C und Normaldruck eine Dichte von $0,998 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Stoffe, die unter denselben Bedingungen eine höhere Dichte besitzen, schwimmen nicht auf dem Wasser und sinken zu Boden.

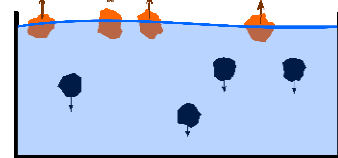
Zeitpunkt T1:

Materialflocken werden in das Wasserbecken gegeben



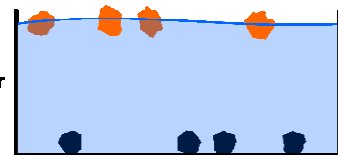
Zeitpunkt T2:

Materialflocken mit höherer Dichte als das Wasser sinken zu Boden



Zeitpunkt T3:

Materialflocken wurden anhand ihrer Dichte getrennt.



Dichte > Wasser: Dichte 1g/cm^3 > Dichte

[1] Zeitlicher Verlauf des Schwimmsinkverfahrens

Dazu gehören während der Trennung des Wertstoffsacks beispielsweise Aluminium, Eisen, Kupfer und Stahl. Aber auch die einzelnen **Kunststoffsorten unterscheiden sich in ihrer Dichte**. Während Polyethylen und Polypropylen ohne den Zusatz von Additiven eine geringere Dichte aufweisen als Wasser, sinken Polyamid, Polymethylmethacrylat und Polyvinylchlorid aufgrund ihrer höheren Dichte zu Boden (siehe Tabelle [2]).

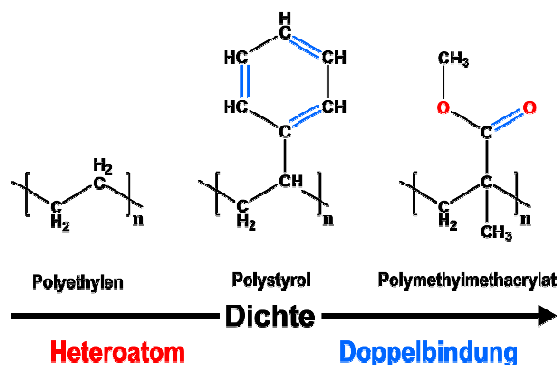
Was beeinflusst die Dichte von Materialien?

Die Dichte von Materialien wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Zum einen wird sie durch die Art der Elemente beeinflusst, aus denen sie bestehen. Zum anderen spielen die Bindungstypen eine wichtige Rolle.

[2] Dichten einiger während der Trennung des Wertstoffabfalls relevanter Stoffe

Stoff	Dichte in $\frac{g}{cm^3}$
Nicht-Kunststoffe	
Aluminium	2,64 – 2,82
Eisen	7,7
Stahl	7,8 – 7,93
Kupfer	8,96
Kunststoffe	
PET (Polyethylen)	0,92 – 0,96
PP (Polypropylen)	0,9 – 1,0
PS (Polystyrol)	1,05
PA (Polyamid)	1,0 – 1,2
PMMA (Polymethylmethacrylat)	1,16 – 1,20
PVC (Polyvinylchlorid)	1,2 – 1,4

Kunststoffe sind hauptsächlich aus **Kohlenwasserstoffketten** aufgebaut. Polyethylen und Polypropylen bestehen ausschließlich aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff. Diese sind ausschließlich über Einfachbindungen verknüpft (siehe Abb. [3]). Einige dichtere Kunststoffe, wie Polymethylmethacrylat besitzen daneben noch **Heteroatome**, wie z. B. Sauerstoff, welche eine höhere molare Masse als Kohlenstoff oder Wasserstoff besitzen (siehe Abb. [3]).



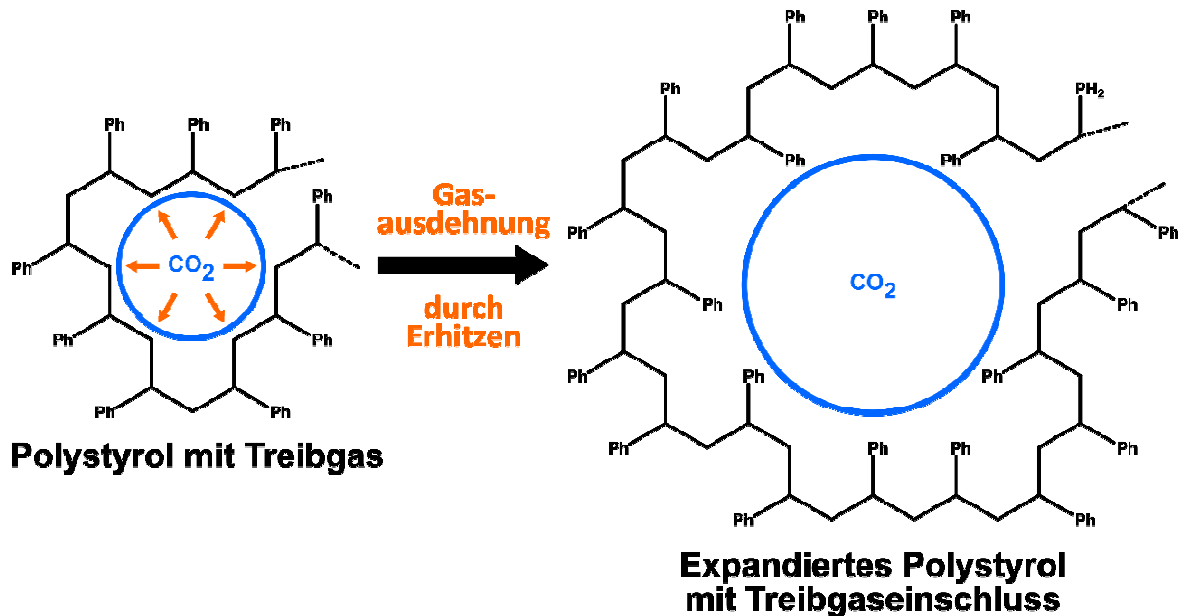
[3] Struktur der Kunststoffe Polyethylen, Polystyrol und Polymethylmethacrylat im Vergleich zu der Dichte

Zudem können zu den Heteroatomen **Wasserstoffbrückenbindungen** gebildet werden. Dadurch verringern sich die Abstände zwischen einzelnen Molekülketten oder die Faltung wird verstärkt. Das führt dazu, dass die Dichte der Stoffe zunimmt. Des Weiteren führen **Mehrfachbindungen**, wie sie bei Polystyrol vorkommen zu einer **Verkürzung der Bindungslängen**. Dadurch wird die Masse auf einem kleineren Raum verteilt, wodurch die Dichte des Stoffs erhöht wird (siehe Abb. [3]).

Auch die Verarbeitung hat Einfluss auf die Dichte

Neben der molekularen Zusammensetzung hat auch die **Verarbeitung** großen Einfluss auf die Dichte des Kunststoffs. Ein Beispiel dafür ist Polystyrol. In Tabelle [2] wird Polystyrol mit einer Dichte von $1,05 \frac{g}{cm^3}$ aufgeführt. Diese Dichte gilt für **nicht aufgeschäumtes Polystyrol**. Wird Polystyrol aufgeschäumt, so wird z. B. CO₂ als Treibgas erwärmt, wodurch dieses sich ausdehnt und so Poren im Polystyrol entstehen lässt (siehe Abb. [4]). Das eingeschlossene CO₂ besitzt bei 20 °C eine Dichte von ca. $0,002 \frac{g}{cm^3}$ und ist somit **um das Fünfhundertfache weniger dicht als Wasser**.

Herstellung von expandiertem Polystyrol durch den Einsatz von Treibgasen



[4] Erwärmung von Treibgaseinschlüssen innerhalb der Polystyrolmolekülketten führt zur Porenbildung und damit Expandiertem Polystyrol

Aufgeschäumtes Polystyrol, das als **Expandiertes Polystyrol (EPS)** bezeichnet wird, besitzt durch die Gaseinschlüsse eine Dichte von $0,015 - 0,030 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Diese Eigenschaft erklärt, warum Styropor oft für **Transportverpackungen oder Badespielzeuge** (siehe Abb. [5]) verwendet wird.



[5] Ein Schwimmbrett aus Expandiertem Polystyrol. Durch kleine Lufteinschlüsse wird die Dichte des Polystyrols so gesenkt, dass es auf Wasser schwimmt und einen starken Auftrieb erzeugt