

Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)

Katrin Morawitz, SS 11

Gliederung

1	Zusammensetzung eines Legosteins	2
2	Herstellung von ABS	3
3	Eigenschaften von ABS	4
4	Verwendung von ABS	5

Einstieg:



Abb. 1: Lego-Steine

Lego-Steine – kaum jemand, der noch nie mit den bunten Klötzchen gespielt hat. Das Faszinierende daran: Kein Spiel gleicht dem anderen, es lassen sich immer neue Werke bauen. So kann jeder in seine eigene Fantasie-Welt abtauchen. In selbstgebauten Burgen kann man das Mittelalter nacherleben. Mit Raumschiffen lassen sich neue Welten erkunden. Ja, sogar ein ganzes Land ist aus den kleinen Steinen entstanden.

Es gibt praktisch nichts, was man aus Legosteinen nicht bauen könnte. Trotz der schier unbegrenzten Möglichkeiten soll es hier aber nicht darum gehen, was man aus Lego-Steinen alles zusammensetzen kann, sondern darum, woraus Lego-Steine selbst zusammengesetzt sind.

1 Zusammensetzung eines Legosteins

Um den Bestandteilen eines Lego-Steins auf die Spur zu kommen, eignet sich der folgende Versuch. Dabei wird ein Stein in seine Komponenten aufgetrennt und die jeweilige Beschaffenheit geprüft.

Experiment 1: Darstellung der Komponenten eines Lego-Steins

Material:

- Trocken-Schrank
 - Zentrifuge
 - Lego-Stein
 - Magnet-Rührer
 - Mess-Zylinder, 50 mL
 - Magnet-Rührstäbchen
 - Becherglas, 100 mL
 - PE-Folie, ca. 70 x 70 mm
 - Uhrglas, ca. 80 mm
 - Becherglas, 100 mL
 - Spatel
- für Durchführung 2:**
- Magnetstäbchen-Entferner
 - Magnet-Rührer
 - Zentrifugen-Glas
 - Uhrglas, ca. 80 mm
 - Becherglas, 100 mL
 - Spatel
- für Durchführung 3:**
- Becherglas, 100 mL
 - Magnet-Rührer
 - Magnet-Rührstäbchen
 - Pasteur-Pipette, Hütchen
- für Durchführung 4:**
- Erlenmeyerkolben, 200 mL
 - Spatel
 - Trichter, d= 80 mm
 - Uhrglas
 - Rundfilter, d= 100mm
 - Saugpapier
- für Durchführung 5:**
- PE-Folie, ca. 70 x 70 mm
 - Pasteur-Pipette, Hütchen
 - Uhrglas

Chemikalien:

- **Propanon (Aceton)** VE-Wasser
CAS-Nr.: 67-64-1
-  Gefahr
- H225, H319; H336, EUH066
P210, P240, P305+P351+P338,
P403+P233

Durchführung 1: Das mit 50 mL Aceton, einem Magnetstäbchen und einem Lego-Stein gefüllte Becherglas wird 20 - 30 Minuten auf dem Magnetrührer gerührt.

Beobachtung 1: Es entsteht eine Trübung im Aceton. Der Lego-Stein löst sich auf.

Durchführung 2: nach Entfernen des Magnet-Stäbchens wird das Becherglas ein paar-mal geschwenkt. Der Inhalt wird in ein Zentrifugen-Glas gefüllt und für 5 Minuten in die Zentrifuge gegeben. Der Überstand wird in ein Becherglas gegossen. Auf ein Uhrglas wird eine PE-Folie gelegt und der Boden-Satz mit Hilfe des Spatels darauf gegeben. Das Uhrglas wird für 15 Minuten in den Trocken-Schrank gestellt.

Beobachtung 2:

- Die getrocknete Masse (Komponente 1) ist zäh und leicht elastisch
- Am Boden des Becherglases haben sich helle Flocken gebildet (Komponente 2)

Deutung 1 + 2: Ein Lego-stein lässt sich in Aceton in zwei Komponenten trennen: Durch Zentrifugation setzt sich eine am Boden ab, eine verbleibt im Lösemittel.

Durchführung 3: In ein Becherglas werden 60 mL Wasser und ein Magnet-Rührstäbchen gegeben. Unter Rühren wird mit der Pipette etwa die Hälfte des Überstandes aus Durchführung 2 zugegeben.

Beobachtung 3: Im Wasser entstehen weiße Flocken.

Durchführung 4: Die Flocken werden abfiltriert. Der Rückstand aus dem Filter wird auf ein Uhrglas gegeben und nach Entfernen des restlichen Wassers mit Saugpapier für 15 Minuten bei 70°C in den Trocken-Schrank gestellt.

Beobachtung 4: Der Rückstand (Komponente 2) sieht flockig aus

Durchführung 5: Eine PE-Folie auf ein Uhrglas legen und eine Pipette voll Lego-Lösung aus Durchführung 2 darauf geben. Im Trocken-Schrank bei 70°C ca. 15 Minuten lang das Lösemittel Aceton abdampfen.

Beobachtung 5: Der Rückstand (Komponente 2) bildet eine knisternde, spröde Folie

Deutung: Die beiden Komponenten haben im Gemisch unterschiedliche Funktionen.

Bei Komponente 2 (Abb. 2, rechts) handelt es sich um das Copolymer Styrol-Acrylnitril (SAN). Im getrockneten Zustand ist es faserig und spröde. Im Lego-Stein sorgt es für die Festigkeit und Härte.

Komponente 1 (Abb. 2, links) ist Butadien-Kautschuk. Im getrockneten Zustand ist es biegsam und so zäh, dass eine Stecknadel stecken bleibt. Im Lego-Stein sorgt es für die Schlag-Zähigkeit

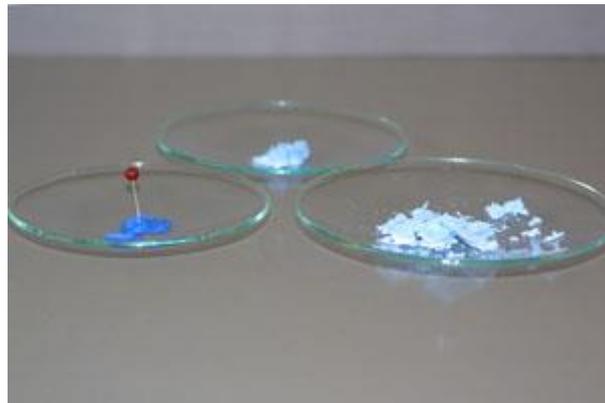


Abb. 2: links: Butadien-Kautschuk (Komponente 1); rechts und hinten : SAN (Komponente 2)

Entsorgung: Filtrat und Zentrifugat: Hausmüll, Überstände: organische Lösemittel

Mit Hilfe des Versuchs wurde ein Lego-Stein in zwei Komponenten aufgetrennt. Eine Komponente wurde identifiziert als Butadien-Kautschuk, die andere als Styrol-Acrylnitril (SAN)

Beide Komponenten zusammen ergeben Acrylnitril-Butadien-Styrol oder kurz: ABS - der Stoff, aus dem Lego-Steine hergestellt sind.

2 Herstellung von ABS

Da bei der Herstellung des Kunststoffes ABS verschiedene Monomere eingesetzt werden, spricht man von einem Copolymer. Genauer gesagt handelt es sich ein Terpolymer, da er aus drei verschiedenen Monomeren Acrylnitril (Abb. 3), 1,3-Butadien (Abb. 4) und Styrol (Abb. 5) besteht.

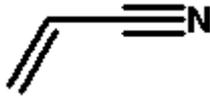


Abb. 3: Acrylnitril

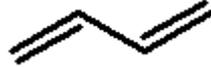


Abb. 4: 1,3-Butadien

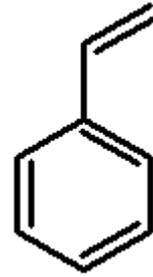


Abb. 5: Styrol

Der prozentuelle Anteil der Komponenten am fertigen Polymer kann variieren: Der Gehalt von Acrylnitril liegt zwischen 15 – 35%, der von Butadien liegt zwischen 5 – 30% und der von Styrol bei 40 – 60%.

Eine Möglichkeit ABS herzustellen ist die Pfropf-Copolymerisation. Dabei gibt es zwei Wege: Das Emulsions-Verfahren und das In-Masse-Verfahren. Während beim Emulsionsverfahren die einzelnen Monomere nach und nach der Polymerisation hinzugefügt werden, kommen beim In-Masse-Verfahren alle Monomere gleichzeitig zur Polymerisation. Das Produkt des In-Masse-Verfahrens ist schlagzäher, leichter einfärbbar und enthält weniger Fremdstoffe als das Produkt des Emulsions-Verfahrens.

Bei einer anderen Möglichkeit ABS herzustellen werden bereits fertige Polymere verwendet. Das Copolymer SAN wird dabei mit dem Polymer Butadien-Kautschuk vermischt. Der Kautschuk wird in kugelige Form zugegeben und lagert sich fein dispergiert in die Matrix aus SAN.

3 Eigenschaften von ABS

In Copolymeren werden die Eigenschaften, die die Homopolymere der jeweiligen Monomere zeigen, zusammengefügt. Dadurch kommt es zu neuen und je nach Verwendungszweck günstigeren Eigenschaften als bei den Homopolymeren. So besitzt Acrylnitril-Butadien-Styrol andere Eigenschaften als Polystyrol.

In den folgenden Versuchen werden die mechanischen und thermischen Eigenschaften der Kunststoffe Acrylnitril-Butadien-Styrol und Polystyrol vergleichend untersucht.

Experiment 2: Mechanische Eigenschaften von ABS und PS im Vergleich

Material:

- 2 Streifen PS
- 2 Streifen ABS
- Arbeitshandschuhe
- Schutzbrille
- Isolierbehälter
- Kleiner Schraubstock
- Hammer

Chemikalien

- Eis
- Natriumchlorid
Kochsalz
CAS-Nr.: 7647-14-5

Vorbereitung: Kochsalz wird zusammen mit Eis in den Isolierbehälter gegeben. Darin wird ein Streifen PS und ein Streifen ABS gekühlt.

Durchführung: Zuerst wird versucht, die ungekühlten Kunststoff-Streifen zu brechen. Dies kann mit der Hand und unter Verwendung von Schraubstock und Hammer geschehen. Danach wird mit den gleichen Methoden versucht, die gekühlten Kunststoff-Streifen zu brechen.

Beobachtung: Bei Raum-Temperatur: PS bricht, ABS lässt sich nicht brechen. Bei - 18°C: PS bricht leicht und splittert, ABS bricht, splittert aber nicht.

Interpretation: ABS ist schlagfester und zäher als PS.

Experiment 3: Thermische Eigenschaften von ABS und PS im Vergleich

Material:

- 1 Streifen PS
- 1 Streifen ABS
- digitales Thermometer
- Schraubendreher
- Heizplatte

Durchführung: Die Kunststoff-Streifen werden auf das Blech und das Blech auf die Heizplatte gelegt. Die Heizplatte wird auf 100 – 150°C eingestellt und eingeschaltet. Mit dem Schraubendreher wird die Konsistenz der Kunststoff-Streifen geprüft und mit dem Thermometer die Temperatur der Heizplatte gemessen.

Beobachtung: Bei 50°C wird PS weich, bei 70°C ABS; Im Gegensatz zu PS behält ABS die Form auch bei höheren Temperaturen bei.

Interpretation: ABS ist hitzebeständiger als PS.

Wie im Vorfeld vermutet, wurde in den Versuchen festgestellt, dass ABS und PS unterschiedliche mechanische und thermische Eigenschaften haben. Unterschiedliche Eigenschaften zeigen sich bereits beim Vergleich von Polystyrol mit dem Dimer Styrol-Acrylnitril: SAN beweist eine höhere Festigkeit, Kratz- und thermische Beständigkeit auf als PS. Die Zugabe von Butadien-Kautschuk im ABS sorgt weiterhin für Schlag-Zähigkeit. Durch die Zusammenfügung der drei unterschiedlichen Komponenten ist ein Kunststoff entstanden, der sich als ideal für Lego-Steine erweist.

4 Verwendung von ABS

ABS ist natürlich nicht nur für die Herstellung von langlebigen Spiel-Waren interessant. Es gibt vielfältige Einsatz-Möglichkeiten, Beispielsweise in der Kfz-Industrie (für die Innenraum-Verkleidung, Lautsprecher-Abdeckung und den Kühlergrill, usw.), der Elektro-Industrie (für Lampen-, Computer- und Monitor-Gehäuse, usw.) und der Herstellung von Haushaltswaren (Haartrockner, Ventilatoren und Staubsaugergehäuse, usw.).

Quellen:

1. Bruice, P.: Organische Chemie, 5. Auflage, Pearson Studium, München 2007
2. Walter, W.; Francke, W.: Lehrbuch der Organischen Chemie, 24. Auflage, Hirzel Verlag, Stuttgart 2004
3. http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/cnat/technik/abs_chemisch_1.htm; 23.03.2020
4. http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/cnat/technik/abs_mechanisch_1.htm; 23.03.2020
5. <http://www.kunststoff-handelsnamen.de/>; 23.03.2020
6. <http://de.wikipedia.org/wiki/Styrol-Acrylnitril>; 23.03.2020