



Polyurethane

Tanja Spörlein, SS 08; Lisa Romeick, SS 13; Johannes Martin, SS 19

Gliederung

1	Herstellung	2
2	Eigenschaften.....	2
2.1	Duroplaste	3
2.2	Thermoplaste	3
2.3	Elastomere	4
3	Schaumstoffe	4
3.1	Hart-Schäume	4
3.2	Weich-Schäume	5
3.3	Herstellung	5
3.4	Unterschiede bei der Herstellung von Hart- und Weich-Schäumen	7
4	Handelsformen	7
4.1	Beispiel: Elasthan	7
4.2	Weitere Handelsformen.....	8

Einstieg: Bei der Fußball WM 2006 revolutionierte Adidas den Fußball. Erstmals wurde eine neue Generation an Bällen verwendet. Diese neuartigen Bälle weisen alle positiven Eigenschaften auf, welche auch die herkömmlichen Bälle hatten, aber die negativen nicht. Während die Bälle bis dahin aus zahlreichen unterschiedlichen Komponenten bestehen, besteht der neue Ball nur aus einem Material. Bei diesem revolutionärem Material handelt es sich um Polyurethan.

Polyurethane sind Kunststoffe, die sich durch die Urethan-Gruppe auszeichnen:

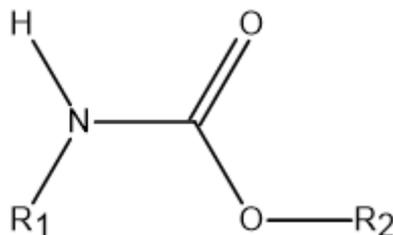


Abb. 1: Struktur einer Urethan-Gruppe

1 Herstellung

Hergestellt werden Polyurethane durch eine Polyadditionsreaktion von Diolen oder Polyolen mit Diisocyanaten. 1935 entwickelte der deutsche Chemiker Otto Bayer das Diisocyanat-Additionsverfahren. Seit 1941 gibt es Polyurethane im Handel. Im Folgenden ein Beispiel einer Polyaddition von Polyethylenglycol (abgekürzt PEG) als Diol und Toluol-2,4-diisocyanat:

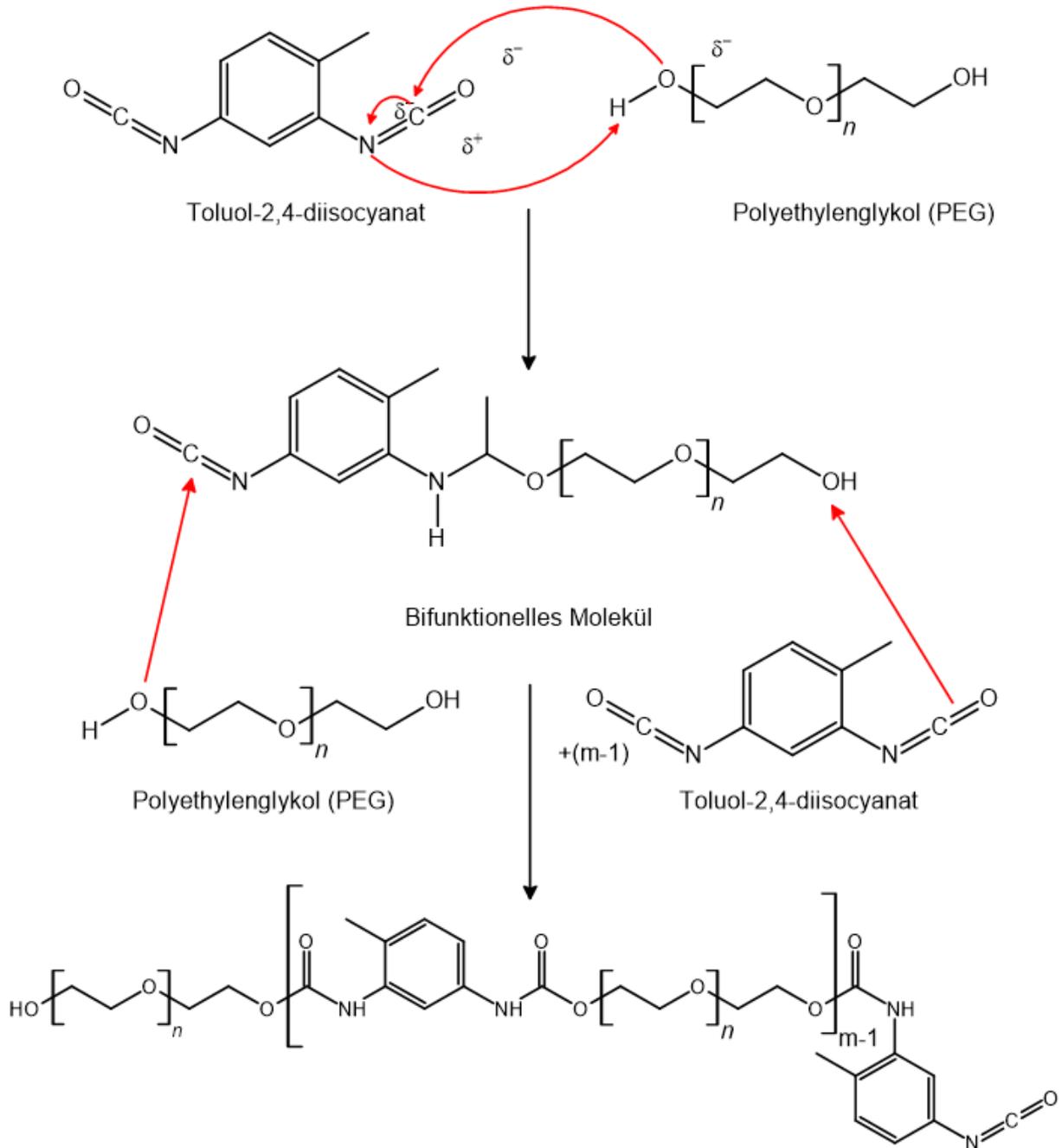


Abb. 2: Schematische Darstellung des Diisocyanat-Additionsverfahrens

2 Eigenschaften

Die Art der Rohstoffe, die Reaktionsbedingungen und die Mengen-Anteile der Ausgangsstoffe sind für die Eigenschaften des Produkts verantwortlich. Lineare Polyurethane gehören zu den Thermoplasten. Verwendet man anstelle von Dialkoholen höherwertige Alkohole, erhält man Duroplaste.

2.1 Duroplaste



Abb. 3: Duroplast aus dem Alltag [15]

Duroplaste zersetzen sich bei hohen Temperaturen. Bei Raum-Temperatur sind sie spröde und hart.

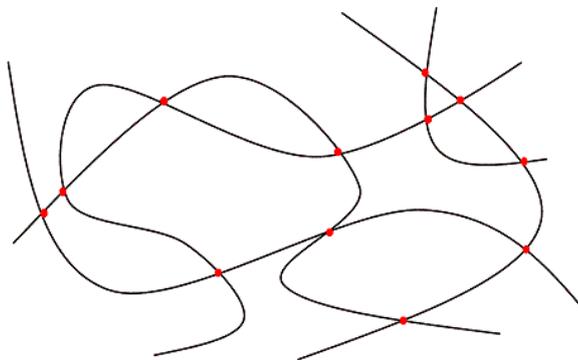


Abb. 4: Schema zur Anordnung der Molekül-Ketten eines Duroplasten

Die Makro-Moleküle sind engmaschig vernetzt.

2.2 Thermoplaste



Abb. 5: Thermoplast aus dem Alltag [12]

Beim Erhitzen sind Thermoplaste plastisch und verformbar, da die Ketten aneinander vorbei gleiten. Aus diesem Grund können sie leicht nach dem Erhitzen in beliebige Formen gebracht werden.

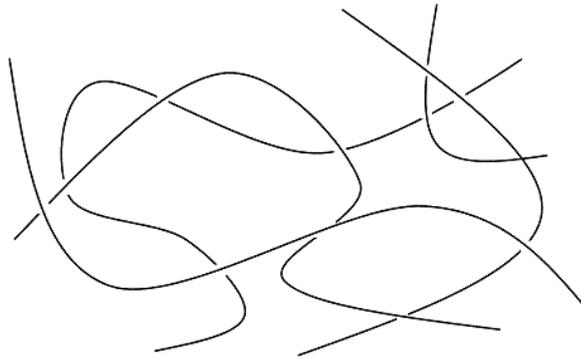


Abb. 6: Schema zur Anordnung der Molekül-Ketten eines Thermoplasten

Die Molekül-Ketten sind linear oder wenig verzweigt.

2.3 Elastomere



Abb. 7: Elastomer aus dem Alltag [13]

Elastomere zersetzen sich bei hohen Temperaturen. Bei Raum-Temperatur sind sie elastisch verformbar, aber rückstellbar.

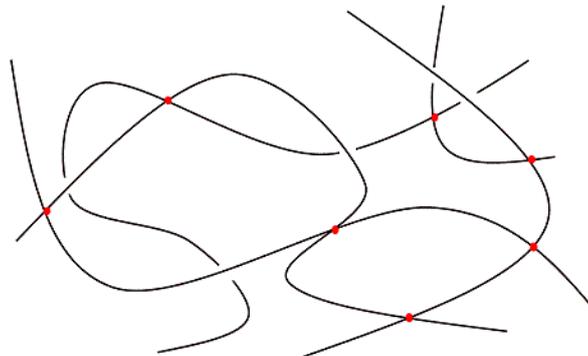


Abb. 8: Schema zur Anordnung der Molekül-Ketten eines Elastomers

Die Molekül-Ketten sind weitmaschig, verknäuelst und außerdem kovalent miteinander verknüpft. Der Vernetzungsgrad liegt zwischen dem der Thermo- und dem der Duroplaste.

3 Schaumstoffe

3.1 Hart-Schäume

Hart-Schäume sind kurzkettiger und verzweigter als Weich-Schäume und besitzen eine geschlossenzellige Struktur. Hergestellt werden sie durch Polyaddition von Diisocyanat und langkettiger Polyole.



Abb. 9: Anbringen einer Hartschaum-Dämmung durch einen Facharbeiter (beachten Sie die Schutz-Ausrüstung). Dabei wird das anfänglich flüssige Polyurethan an die Wand gesprüht. Dort härtet es aus und bildet den Hart-Schaum. [14]



Abb. 10: Durch seine Eigenschaften als Polster-Material findet Hart-Schaum unter der Bezeichnung „Kaltschaum“ Verwendung als Material für Matratzen. [11]

3.2 Weich-Schäume

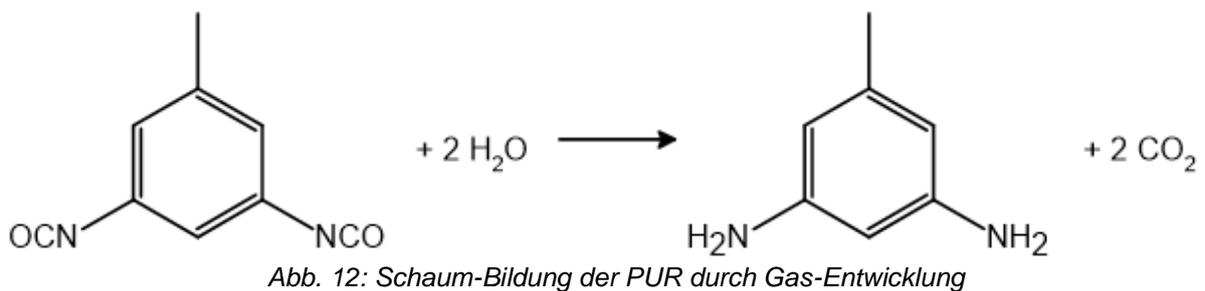
Weich-Schäume sind langkettiger und unverzweigter als Hart-Schäume und besitzen eine offenzellige Struktur. Sie besitzen eine gute Schall-Absorption und Polster-Eigenschaft. Hergestellt werden sie durch Polyaddition von Diisocyanat und kurzkettiger Triole.



Abb. 11: Verwendung eines Weich-Schaums in Form von Haushalt-Schwämmen [10]

3.3 Herstellung

Schaumstoffe entstehen durch Polyadditionsreaktion kombiniert mit Gas-Entwicklung.



Das freiwerdende CO₂ bewirkt ein Aufschäumen des weichen Kunststoffes.

Versuch: Polyurethan-Herstellung

Material:

- 2 Papp-Becher
- Holz-Spatel

Chemikalien:

- **Desmophen** (Komponente A)
PEG, Wasser, Katalysator



Achtung

H315, H319

P280, P302+P352, P305+P351+P338

- **Desmodur** (Komponente B)
Toluol-2,4-diisocyanat



Gefahr

H315, H317, H319, H332, H334, H335,
H351, H373

P260, P280, P302+P352, P304+P340,
P305+P351+P338, P308+P313

Durchführung: Komponente A und Komponente B werden jeweils in einen kleinen Kunststoff-Becher abgewogen. Anschließend werden beide zusammengegeben und mit Hilfe des Holz-Spatels schnell miteinander vermischt.

Hinweis: Ergebnis kann dem Publikum weitergegeben werden aber NICHT mit unge-schützter Hand berührt werden.

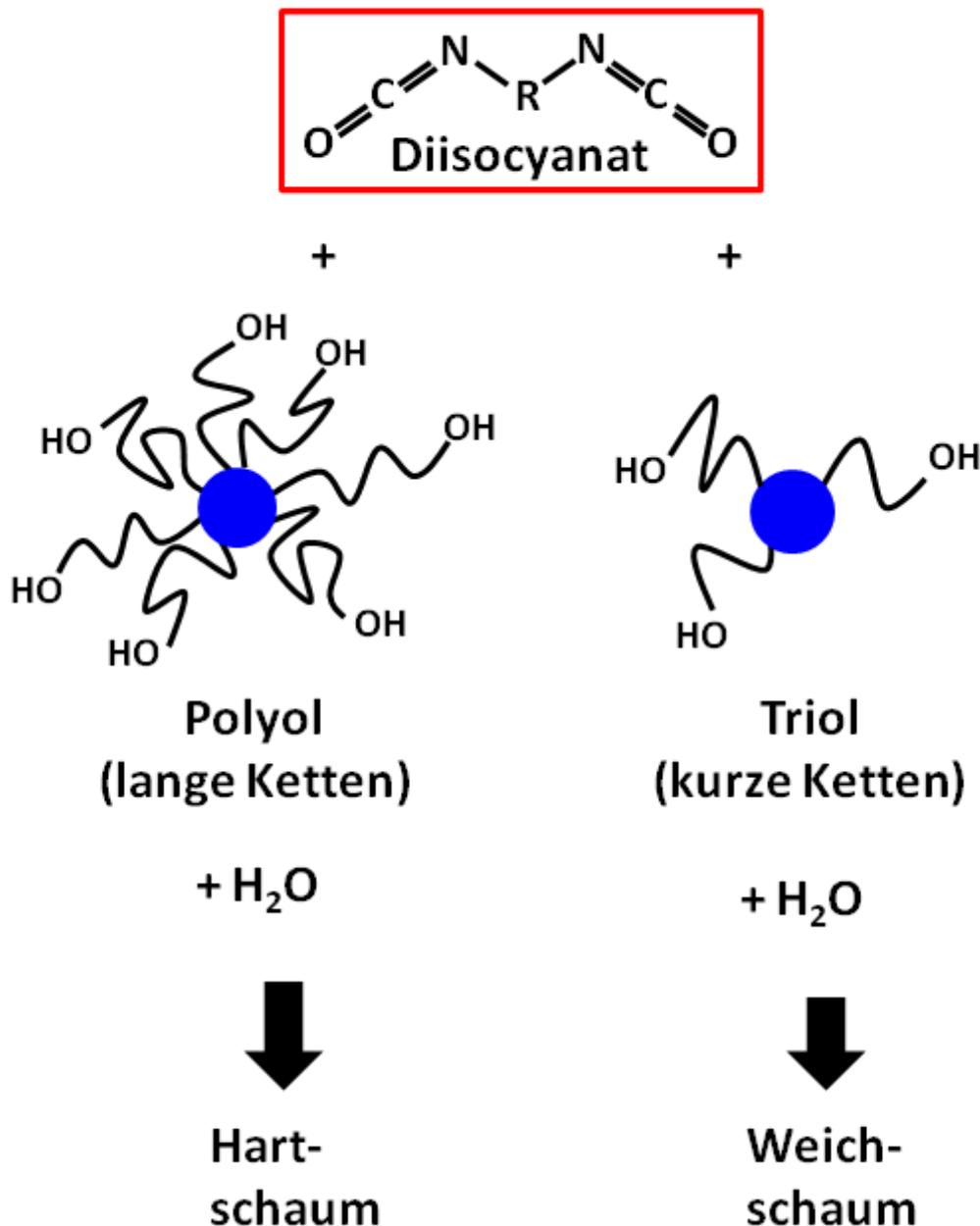
Beobachtung: Nach kurzer Zeit schäumt die Mischung auf und gewann deutlich an Vo-lumen.



Abb. 13: Versuchsbeobachtung [4]

Deutung: Das freiwerdende Kohlenstoffdioxid lässt den weichen Kunststoff aufschäu-men. Es entsteht ein Polyurethan-Schaumstoff.

3.4 Unterschiede bei der Herstellung von Hart- und Weich-Schäumen



Legende: ● steht für die längste Kohlenstoff-Kette des Polymers, von der die Alkohol-Reste abzweigen.

Abb. 14: Schematische Darstellung zur Herstellung verschiedener Polyurethan-Schäume

4 Handelsformen

4.1 Beispiel: Elastan

Elastan besteht zu mindestens 85 Gewichtsprozent aus Polyurethan und ist ein thermoplastisches Elastomer. Beim thermoplastischen Elastomer werden die Gebrauchseigenschaften von Elastomeren und die Verarbeitungseigenschaften von Thermoplasten vereint.

Die Moleküle des Elastan besitzen steife Abschnitte, die parallel angeordnet und durch H-Brücken verbunden sind. Außerdem enthalten die Moleküle weiche, lockere Segmente aus einem Polyalkohol, der hohe Dehnbarkeit bewirkt. Die Polyalkohol-Abschnitte liegen

bei Raum-Temperatur verknäuelte vor und werden, wenn die Faser gedehnt wird, auseinander gezogen. Durch die Vernetzung der Ketten wird verhindert, dass diese aneinander vorbei gleiten und kehren nach Entlastung in ihre Ausgangsform zurück.

Anwendung findet das Material, das im Handel als Lycra bekannt ist, z. B. bei Strumpfwaren oder Sport-Bekleidung.

4.2 Weitere Handelsformen

- Hart-Schaum (Baymer®; Baynat®)
- Weich-Schaum (Bayfit®)
- Elastomere (Baytec®; Vulkollan®)
- Thermoplastische Polyurethane (Elastollan®; Lycra®)

Zusammenfassung:

- Polyurethane bieten durch ihre unterschiedlichen Eigenschaften ein sehr breites Einsatz-Spektrum
- Die unterschiedlichen Eigenschaften entstehen aus den Kombinationsmöglichkeiten der Ausgangsstoffe
- Polyurethane entstehen aus einer Polyaddition zwischen Polyolen und Diisocyanaten
- Typische Produkte aus Polyurethan sind Matratzen, Schwämme und Luftballons

Abschluss: Die unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Polyole und der Diisocyanate ermöglichen, dass alle Eigenschaften eines guten Fußballs durch Polyurethan gewährleistet sind. Er ist flexibel, stabil und ausdauernd genug um den zahlreichen Deformationen in einem Spiel stand zu halten. Zudem besitzt ein Fußball aus Polyurethan weitere Vorteile gegenüber einem herkömmlichen Ball und bietet so ein bei allen Wetter-Bedingungen gleich bleibendes Spiel-Vergnügen.

Quellen:

1. http://www.seilnacht.com/Lexikon/k_eint.html; (31.10.2019)
2. <http://www.baulinks.de/webplugin/2005/i/1568-isover2.jpg>; (31.10.2019)
3. B. Eling, Vortrag: „Polyurethane - the most versatile industrial polymer“, BASF
4. T. Lunkenbein, C. Hannappel, M. Muth, Vortrag "Polyurethan", Universität Bayreuth (21.02.2008)
5. <http://www.ib-rauch.de/okbau/bauchemie/urethan.html>; (31.10.2019)
6. M. D. Lechner, K. Gehrke, E. H. Nordmeier, Makromolekulare Chemie, 3. überarbeitete Auflage, S. 135-136
7. U. Meier-Westhaus, Polyurethane – Lacke, Kleb- und Dichtstoffe; 2007; Vincentz Network GmbH & Co. KG; Hannover; S.13
8. Grundlagen der PUR-Chemie (Präsentation Elastogran /BASF-Gruppe)
9. S. H. Pine, J. B. Hendrickson, D. J. Cram, G. S. Hammond, Organische Chemie, 4. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn, 1083-89
10. <https://pixabay.com/de/photos/schwamm-spülschwamm-putzen-reinigen-231922/>; (09.01.2020)
11. <https://pixabay.com/de/photos/zimmer-raum-schlafzimmer-bett-567735/>; (09.01.2020)
12. Thermoplast: <https://pixabay.com/de/photos/pet-preforms-material-polyethylen-2093086/>; (09.01.2020) (kann aus Word nicht geöffnet werden, 30.11.2020)
13. Luftballons: <https://pixabay.com/de/photos/muster-ballon-luftballons-22080/>; (09.01.2020) (kann aus Word nicht geöffnet werden, 30.11.2020)
14. <https://pixabay.com/de/photos/isolierung-izolacja-pur-2389795/>; (21.01.2020) (kann aus Word nicht geöffnet werden, 30.11.2020)
15. Steckdose: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Steckdose.jpg?uselang=de>; Urheber: Bran, gemeinfrei, 30.11.2020