

## **Kautschuk und Gummi, „Kunst“ und Stoff Die deutsch-babylonische Begriffsverwirrung**

Für Engländer und Amerikaner ist alles ganz einfach. Da heißt es „**rubber**“, und damit basta. Unterscheidungen zwischen Rohstoff und vernetztem Material, zwischen natürlicher oder synthetischer Herkunft werden durch Beiworte ausgedrückt. Und Kunststoffe heißen nach ihrem Wesensmerkmal, der Plastizität, eben „**plastics**“. Ein jeder versteht es und ein jeder weiß es.

Der Name „rubber“ geht übrigens auf einen englischen Mechaniker zurück, der aus Versehen mit einem Stückchen Rohkautschuk über eine Bleistiftskizze rieb (to rub = reiben) und dabei den „Radiergummi“ entdeckte.

Die deutsche Sprache hingegen nimmt es da genauer. Zwei Stoffen mit völlig verschiedenen Eigenschaften den gleichen Namen geben? Unmöglich für die exakte deutsche Wissenschaft. Also unterscheiden wir fein säuberlich zwischen dem aus der Maya-Sprache stammenden „**Kautschuk**“ (cahuchu = fließendes Holz) für den Rohstoff und dem vulkanisierten, also vernetzten „**Gummi**“. Hier handelt es sich um eine ägyptisch-griechisch-römische Wortbildung.

Aus heutiger Sicht kurios ist die Herkunft des Begriffs „**Vulkanisation**“ für jenen Vorgang, bei dem mit Hilfe von Hitze und Schwefel aus Kautschuk Gummi wird. Feuer und Schwefel waren in der griechischen Mythologie die Zaubermittel des Gottes **Vulkan**.

Zurück zu unseren **Stoffnamen**. So lange es nur den **Naturkautschuk** gab, konnte man mit der Unterscheidung zwischen „**Rohstoff**“ und „**Werkstoff**“ ganz zufrieden sein. Die Kalamität begann erst mit der Rohstoffsynthese. Plötzlich wurde da eine neue Unterscheidung nötig. Und weil der Komplementärbegriff zu „natürlich“ im Deutschen nun mal „künstlich“ lautet, war es nur logisch, dem industriell hergestellten Stoff die Vorsilbe „Kunst-“ zu verpassen. **Kunstkautschuk** also.

Ein Schelm, der Schlechtes dabei denkt, denn noch hatten „Kunst“ und „künstlich“ ausschließlich positive Bedeutung. Die Buchdruckerzunft beispielsweise war stolz auf ihren Beinamen „die schwarze Kunst“ und auch der Chemiker, der im Labor einen neuen Stoff herstellte, hatte etwas von einem Künstler an sich.

Noch dachte niemand, es war ja vor dem ersten Weltkrieg, darüber nach, welchen Bedeutungswandel Kriege und Notzeiten in einer Kultursprache verursachen können. Und Deutschland als rohstoffarmes Land war dafür geradezu prädestiniert.

Was passierte? Der Mangel auf allen Gebieten zwang die Menschen dazu, knapp gewordene Stoffe „künstlich“ herzustellen. Ersatzstoffe für Leder, für Holz, für Butter und Wurst, für Seife. Wer immer sich noch an die Kriegs- und Nachkriegszeiten erinnern kann, erinnert sich an den schrecklichen Kunsthonig, die Tonseife, die zahllosen Brotaufstriche undefinierbaren Inhalts, samt und sonders künstlich hergestellt. Das Wort „künstlich“ hatte plötzlich den negativen Geruch von „Ersatz“, schmeckte nach Not und Entbehrung.

Beim Kautschuk zog man nach dem zweiten Weltkrieg relativ bald die Konsequenz. Das Wort „Kunstkautschuk“ verschwand aus dem Sprachgebrauch. In Anlehnung an die vom Englischen beherrschte internationale Fachsprache bürgerte sich der „**Synthesekautschuk**“ als Standardbegriff ein.

Anders beim **Kunststoff**. Hier befand man sich in der Bundesrepublik Deutschland in den fünfziger Jahren in einem neuen Dilemma. Infolge der begierigen Aufnahme von Amerikanismen in der Nachkriegszeit hatte sich „**Plastik**“ als Begriff für billige, überwiegend für den Haushalt bestimmte Kunststoffherzeugnisse eingebürgert. In der damaligen DDR trugen sie noch lange Zeit den Begriff „Plaste“.

Nun kam aber nach nur wenigen Jahren die chemische Industrie mit weit höherwertigen Stoffen auf den Markt. Mit Kunststoffen von hoher Festigkeit, Zähigkeit und Beständigkeit gegen eine Vielzahl von Umwelteinflüssen, mit Werkstoffen von hohem Interesse für Konstrukteure und Ingenieure. Sollte man die mit dem Billig-Begriff „Plastik“ verbinden?

Man entschied sich, beim herkömmlichen Kunststoff zu bleiben und machte alsbald gewaltige Anstrengungen, diese höherwertigen Erzeugnisse als **Konstruktions- oder Präzisionswerkstoffe**, als **Chemiewerkstoffe** auf den Markt und an den Verbraucher zu bringen.

Bei industriellen Verwendern hatten diese Ausweichnamen durchaus Erfolg. Im allgemeinen Sprachgebrauch jedoch änderte sich nichts. Man hatte sich zwar an den Kunststoff gewöhnt, doch ein Blick auf Testberichte über neue Automodelle allein genügt, um anhand der Verwendung von Wortkombinationen wie „Plastik-Look“ oder „billiger Kunststoff“ festzustellen, dass die Negativ-Bedeutung beider Bezeichnungen hierzulande noch immer existierte.

Glückliches Ausland, da heißt es relativ wertfrei: plastics, plasticos, plastiques usw. Nur in Deutschland und in Österreich herrscht weiter Babylon.

Und wie steht's um die Wissenschaftler hierzulande?

Die unterscheiden schon längst „**Plastomere**“ und „**Elastomere**“.

Schon wieder neue Begriffe, dazu noch recht unverständliche. Musste das sein?

Es musste. Erstens weil gerade in Deutschland niemand so recht glücklich war mit dem Begriff „Kunststoff“, zweitens aber, und dies war noch wichtiger, weil die alten Fachausdrücke einfach nicht mehr ausreichten, wenigstens nicht für exakte Unterscheidungen. Der wesentliche Grund für die Neuordnung der Bezeichnungen liegt eben in der schnellen und vielfältigen Entwicklung der makromolekularen Chemie in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts.

Schon wieder ein neuer Begriff: **makromolekular**. Dieser ist recht einfach zu erläutern. Bei allen Synthesewerkstoffen handelt es sich um Stoffe, die aus großen Molekülen (makro = groß) aufgebaut sind. Sammelbegriff für diese Stoffe ist „**Polymer**“. Ein Polymer ist also ein Stoff, bei dem viele einzelne Moleküleinheiten, so genannte **Monomere**, zu Groß- oder Makromolekülen chemisch zusammengefügt wurden

(poly = viel, meros = Teilchen). Kunststoffe, Synthetikgummi, wie auch Chemiefasern sind technisch hergestellte Polymere.

## Thermoplaste / Elastomere

Unter diesen Polymeren interessieren in der Gegenüberstellung vor allem zwei Hauptgruppen: Thermoplaste und Elastomere. Wodurch unterscheiden sie sich?

### 1. Thermoplaste

Diese Kunststoffe sind durch Wärmeeinwirkung verformbare plastische Massen ohne Vernetzung. Die Formgebung ist bei den Thermoplasten ein rein physikalischer Prozess ohne chemische Umwandlung, so dass sie durch erneute Wärmeeinwirkung auch erneut verformbar sind. Sie sind, wie es heute heißt „**recycle-fähig**“, können einem „Recycling“ zugeführt werden.

Beispiele: Polystyrol, Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid (PVC)

### 2. Elastomere

Elastomere sind durch Wärmeeinwirkung verformte, ursprünglich plastische Massen, bei denen eine chemische Umwandlung (Vernetzung) durch **Vulkanisation** stattgefunden hat. Sie sind durch erneute Erwärmung nicht wieder verformbar und haben als wichtigstes Merkmal die bleibende Gummielastizität - auch unter thermischer und mechanischer Langzeitbeanspruchung.

Beispiele: Vulkanisate aus Naturkautschuk (mit 1 % bis 10 % Schwefel vernetzt), Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), Chloropren-Kautschuk (CR), Nitril-Kautschuk (NBR), usw.

Die Unterscheidung ist klar: rein physikalische (und damit wiederholbare) Wärmeverformung bei den Thermoplasten, chemische (und damit irreversible) Vernetzung bei den Elastomeren.

Aber Chemiker sind nun mal neugierige Leute. Und so gingen sie schließlich der nahe liegenden Frage nach, ob es nicht möglich sei, Werkstoffe mit den positiven Eigenschaften beider Gruppen zu entwickeln. Dies ist tatsächlich möglich, und zwar in Gestalt einer dritten Werkstoffgruppe:

### 3. Thermoplastische Elastomere

Bei diesen handelt es sich um polymere Werkstoffe, welche die Verarbeitungseigenschaften von Thermoplasten mit den Gebrauchseigenschaften von Elastomeren in sich vereinigen. Es sind also durch Wärmeeinwirkung immer wieder verformbare plastische Massen, die gummielastische Eigenschaften zeigen, ohne dass bei der Artikelherstellung selbst eine Vulkanisation (chemische Vernetzung) stattfindet. Sehr einfach dargestellt kommen hier vergleichsweise kleine vernetzte Partikelchen aus Elastomeren in einer ansonsten thermoplastischen Masse zum Einsatz.

Die thermoplastischen Elastomere setzen sich heute vor allem aus vier **Polymergruppen** zusammen:

Polyolefine (TPE's),  
Polyurethane (TPU's),  
Styrol-Dien-Block-Copolymere (SBS)  
Polyester (PES)

Forschung und Entwicklung sind auf dem Gebiet der thermoplastischen Elastomere noch in vollem Gange. Es ist damit zu rechnen, dass im Laufe der Zeit weitere Neuentwicklungen auftauchen, die sich in mehr oder minder hartem Wettbewerb zu den herkömmlichen Thermoplasten und Elastomeren befinden.

Wer allerdings hofft, dass mit diesen Werkstoffen der Stein der Weisen gefunden ist, muss enttäuscht werden. Thermoplastische Elastomere können die „echten“ Elastomere nur ergänzen, eine Substitution wird lediglich bei bestimmten Anwendungsgebieten möglich sein. So verlockend es auch erscheinen mag, daraus einen wieder einschmelzbaren Autoreifen herzustellen - ausgerechnet die recyclingfreundliche Wärmeverformbarkeit steht dem entgegen. Dies gilt generell für alle Teile, bei denen hohe dynamische und thermische Belastungen zusammen auftreten.

Zurück zum Ausgangspunkt, zur Nomenklatur, zur Schwierigkeit, präzise Bezeichnungen und Definitionen zu finden.

Die Ursachen sind vielschichtig. Zum ersten hinkt die Ordnung von Stoffen und ihren Bezeichnungen der Wirklichkeit immer hinterher. Hat man sich endlich auf eine Definition oder Klassifizierung geeinigt, entwickeln die Wissenschaftler eine neue Polymergruppe, die nicht in das gerade geschaffene Schema passt, und schon stimmt das Schema nicht mehr.

Zum zweiten gibt es zahlreiche Möglichkeiten der Einteilung: nach Ausgangsstoffen, nach dem physikalischen Verhalten, nach Gebrauchseigenschaften.

Amerikaner definieren oft anders als Europäer und weltweit tätige Unternehmen tragen durch ihre Produktinformationen ebenso zur Begriffsvermischung bei wie der internationale Erfahrungsaustausch der Wissenschaftler. Erst die Zeit bringt die Durchsetzung der einen oder anderen Sprachregelung.

Zieht man dann noch in Betracht, dass sich für manche Werkstoffe zusätzlich populäre Bezeichnungen einbürgern, scheint das kluge Wort von der Sprache als Ursache aller Missverständnisse bewiesen. Ein Grund mehr, sich im Zeitalter der Rohstoffsynthese mit den Begriffen und ihrem möglichen Bedeutungswandel intensiv zu beschäftigen.

Abschließend soll für den wissenschaftlich interessierten Leser noch der Versuch gemacht werden, die 3 Typen von Polymer-Werkstoffen besser zu definieren, wobei die Temperaturabhängigkeit des Schubmoduls herangezogen wird.

Der **Temperaturverlauf des Schubmoduls** kann in vier Bereiche unterteilt werden, in denen die Polymere über charakteristische Eigenschaften verfügen.

Im **energie-elastischen** Bereich (I) liegen die Polymermoleküle glasartig eingefroren vor. Es ist dies der Anwendungsbereich **Thermoplaste**, mit Gebrauchstemperaturen, die unterhalb der Glasübergangstemperatur (TG) liegen. Steigende Temperaturen

führen zum Erweichen und zur Zunahme der Beweglichkeit der Polymerkettensegmente.

Der Übergangsbereich (II) zum **entropie-elastischen Bereich** wird als Glasumwandlungsbereich bezeichnet. In diesem Bereich ist die Temperaturabhängigkeit besonders ausgeprägt. Der Wendepunkt der Kurve wird als Glasübergangstemperatur (TG) bezeichnet.

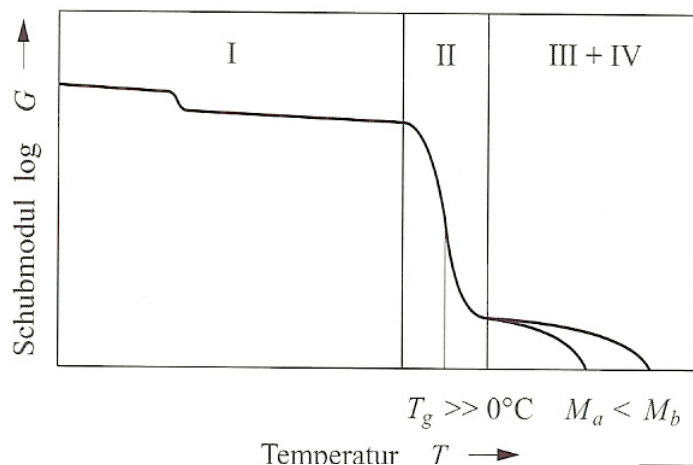
Der entropie-elastische Bereich (III) ist durch einen niedrigen Speichermodul und einen niedrigen Verlustmodul charakterisiert. Die Kettensegmente besitzen in diesem Zustand eine hohe Beweglichkeit. Werden die Fließvorgänge durch weitmaschige chemische Vernetzung oder durch Verhakungen der Polymerketten unterbunden, gehen Verformungen mit einer Abnahme der Entropie einher.

Bei unvernetzten Polymeren hängt die Ausdehnung dieses Bereiches von **der Molmasse** ab (Bild A). Erst nach Überschreiten einer kritischen Kettenlänge kann sich ein physikalisches Netzwerk durch **Kettenverschlaufungen** ausbilden.

Bei vernetzten Polymeren reicht der entropie-elastische Bereich bis zur Zersetzungstemperatur (Bild B). Bereich (III) ist der Anwendungsbereich der Elastomere, wie auch der thermoplastischen Elastomere.

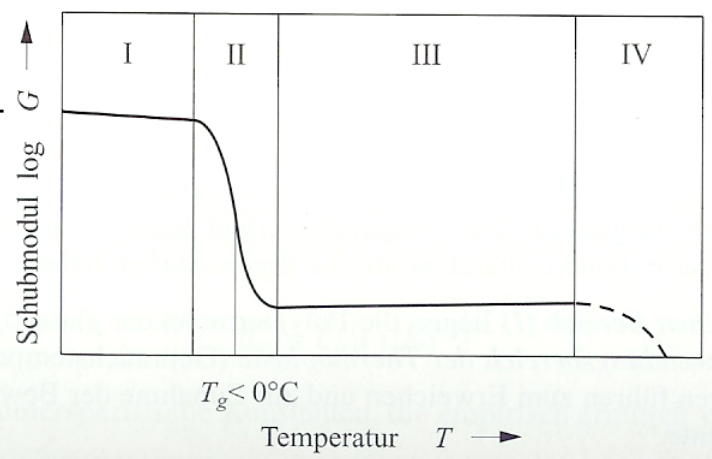
Thermoplastische Elastomere sind Zweiphasensysteme – sie haben zwei Übergangsbereiche und verhalten sich im Gebrauchstemperaturbereich vorwiegend entropie-elastisch (Bild C). Oberhalb der Gebrauchtemperatur haben sie einen Schmelzbereich (Fließbereich) – der TG liegt unter 0°C.

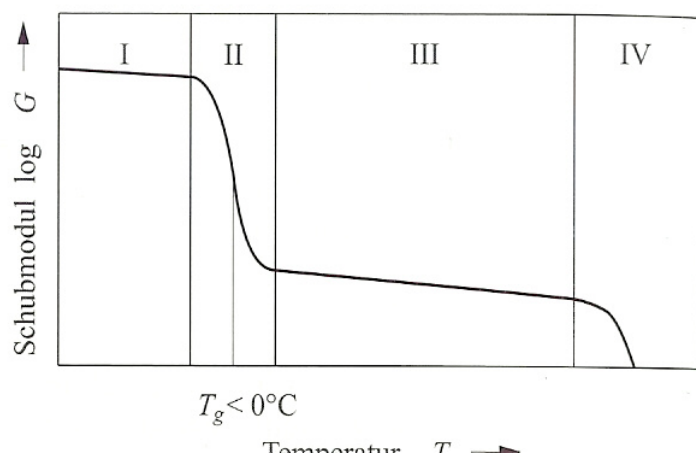
Bereich (IV) ist bei Thermoplasten und bei thermoplastischen Elastomeren der Bereich des viskosen Fließens, bei Elastomeren der Bereich der Zersetzung,



**Bild A**  
Schematische Darstellung der Temperaturabhängigkeit des Schubmoduls  $G$  amorpher „Thermoplaste“ nach DIN 7724

**Bild B**  
Schematische Darstellung der Temperaturabhängigkeit des Schubmoduls  $G$  von „Elastomeren“ nach DIN 7724





**Bild C**  
 Schematische Darstellung der  
 Temperaturabhängigkeit des  
 Schubmoduls G  
 „Thermoplastischer Elastome-  
 rer“ nach DIN 7724

Diese Darstellungen wurden entnommen bei: Röthemeyer / Sommer – Kautschuk-  
 Technologie / Hanser /2001.