

Lebendiger Werkstoff Gummi Eigenschaften und Beständigkeit

Nach allgemeiner Anschauung hat fast jeder Werkstoff seinen **spezifischen Charakter**. Dies findet im populären Wortschatz seinen Ausdruck: hart wie Stein, zäh wie Leder, spröde wie Glas, dehnbar wie Gummi, splitternd wie Holz, weich wie Seide.

Der Fachmann weiß allerdings, dass diese pauschalen Charakterisierungen unter Umständen völlig danebenliegen. So ist z. B. nicht jedes Gestein wirklich hart, nicht jede Gummisorte ausgesprochen dehnbar, nicht jede weich oder gar schmiegsam. Im Gegenteil, es gibt kaum einen anderen Werkstoff, der eine solche Vielfalt an Eigenschaften haben kann wie Gummi oder allgemeiner ausgedrückt: wie **Elastomere**.

Eigenschaften. Da muss man zwei Komplexe unterscheiden:

1. Welche Eigenschaften bringt ein fertiges Produkt aus einem bestimmten Kautschuk im Neuzustand mit?
2. Wie verändert sich dann das daraus gefertigte Teil im Laufe der Zeit durch Umwelteinflüsse? Wie also steht's um die Beständigkeit dieser Elastomere?

In den ersten Komplex gehören z. B. die **Härte** (gemessen in Shore), die **Reißfestigkeit** (in Newton/ cm²), die **Bruchdehnung** (in %), die **Rückprallelastizität** (in %). Ferner gibt es Prüfungen auf **Biegebeständigkeit** auf **Dämpfung**, **Abriebwiderstand** und anderes. Darüber haben wir in dem Beitrag „Gepiekt, gezerrt, geknickt, gequetscht“ berichtet (wdkReport Nr. 3).

Der zweite Komplex, die Veränderungen des Materials unter den verschiedenen Umwelteinflüssen, ist bei dem Werkstoff Elastomer von großer Bedeutung. Und das hat einen ganz einfachen Grund. Im Gegensatz zu den Metallen, zu Gestein, zu Glas und zu Keramik ist ein Elastomer ein **organischer**, „**lebendiger**“ **Werkstoff**. Er reagiert auf Einflüsse von außen oft sehr deutlich und kann seine Eigenschaften und seine Qualitäten unter Umständen wesentlich verändern. Kurz gesagt: Elastomere können altern und zwar vor allem durch Sauerstoffaufnahme, also durch Oxidation. Dabei kann es zu Rissbildungen und zur Verhärtung und Versprödung des Materials kommen.

Aggressive Einflüsse

An erster Stelle stehen Wärme, Sonnenlicht, Sauerstoff, Ozon (O₃, eine besonders aggressive Modifikation von Sauerstoff), Feuchtigkeit und energiereiche Strahlung. Außerdem kommen als Aggressoren Öle, Lösungsmittel, Säuren, Laugen, Wasserdampf und gewisse Gase in Frage.

Die verschiedenen Elastomer-Arten reagieren auf solche Einflüsse sehr unterschiedlich: manche schnell, manche langsam, manche fast gar nicht. Vor allem kommt es auf die Kautschuke an, die bei der Herstellung des betreffenden Elastomers verwendet worden sind. Hat man reinen Naturkautschuk genommen oder eine Mischung aus Natur- und Synthetikautschuk oder einen Verschnitt von Kautschuk mit einem

Kunststoff? Und welche Kautschuktypen aus der Palette der verfügbaren Synthesekautschuke sind jeweils eingesetzt worden?

Was eine bestimmte Elastomerart an Stabilität und an Abwehrkräften gegen die verschiedenen Einflüsse aufbringen kann, das erweist sich in so genannten Beständigkeitsprüfungen. So gibt es Werkstoffe, die eher gegen Wasser und andere polare Medien beständig sind und andere, die sich durch ihre Widerstandskraft gegen ölige, also unpolare Medien auszeichnen.

Alterungsprüfungen

Hier geht es vor allem um die Alterung des Gummis durch das Einwirken von Wärme und Luftsauerstoff. Im praktischen Alltag erstreckt sich dieser Einfluss über eine lange Zeit hin, meist über Jahre. So lange kann eine Materialprüfung nicht dauern. Deshalb wendet man hier **Zeitraffersysteme** an. Die Einwirkung auf das Material wird so verstärkt, so überhöht, dass der komplette Alterungsvorgang in wenigen Wochen abläuft. Es gilt hier die „Faustregel“: 10 °C Temperaturerhöhung verdoppeln die Reaktionsgeschwindigkeit, in diesem Fall also die Alterungsgeschwindigkeit.

Eines dieser Verfahren ist die Prüfung im **Wärmeschrank**.

Die Elastomer-Proben werden in einen isolierten Wärmeschrank gelegt, in dem man Heißluft von 70 °C oder 100 °C umwälzt. Ein Thermostat hält die Temperatur auf ± 1 °C konstant. Nach in der Regel 7 Tagen vergleicht man die mechanischen Eigenschaften der gealterten Proben mit den Eigenschaften der ungealterten Prüfkörper. Im Allgemeinen geht es dabei um die Zunahme der Härte und die verringerte Reißfestigkeit und Bruchdehnung.

Ozon- und Bewitterungsprüfungen

Gummiartikel, die dynamischer oder auch nur statischer Beanspruchung im Freien ausgesetzt sind, zeigen manchmal nach einiger Zeit feine **Risse**. Ursache dafür ist das Ozon in der Luft. Ozon hat nämlich die unangenehme Eigenschaft, die **Doppelbindungen** in den Kautschukmolekülen stellenweise aufzubrechen und so den Zusammenhalt der Moleküle zu beeinträchtigen.

Zur Prüfung einer Gummimischung auf Ozonresistenz gibt es zwei Verfahren:

- die **natürliche Bewitterung** in einer aggressiven Atmosphäre und
- die **künstliche Bewitterung**.

Beide mit Zeitraffer-Effekt. Im ersten Fall legt man Teile aus dem betreffenden Gummi an **exponierte Stellen** im Freien aus, beispielsweise auf einem Gebäudedach im Industriegebiet, an der Küste, im Gebirge, und verfolgt die Riss-Entstehung nach einer Riss-Skala in Abhängigkeit von der Zeit.

Im zweiten Fall arbeitet man im Labor mit einem **Ozon-Prüfschrank**. Hierbei werden die Prüfteile etwas gedehnt, dabei sind sie besonders empfindlich, und einer Ozon-

konzentration ausgesetzt, die wesentlich höher ist als die in normaler Luft, nämlich 25 oder 50 statt 5 Teile Ozon pro hundert Millionen Teilen Luft.

Dies wirkt auf den Gummi derart aggressiv, dass man schon nach 24 bis 48 Stunden seine Ozonbeständigkeit beurteilen kann. (50 Teile Ozon pro hundert Millionen Teilen Luft entsprechen 1mg/m^3 Ozon in der Umgebungsluft)

Lichtechtheitsprüfungen

Auch Sonnenlicht kann Gummi schädigen: Es kann ihn **verfärben** und es kann **Risse** in seiner Oberfläche erzeugen.

Zur Prüfung wird die eine Hälfte des betreffenden Gummiteils dem Licht einer Xenon-Bogenlampe ausgesetzt, das dem Sonnenlicht sehr ähnlich ist, aber noch stärker einwirkt, die andere Hälfte bleibt durch eine Abdeckung vom Xenonlicht verschont. Nach einer vorgeschriebenen Zeit kann man an einer Verfärbung und einer eventuellen Riss-Bildung unschwer den Unterschied zwischen der belichteten und der abgedeckten Hälfte erkennen.

Wenn man die Proben in solch einem Schrank noch periodisch mit Wasser besprüht, kommt man zu einem anderen Maßstab für das Verhalten bei einer Freibewitterung – bspw. hinsichtlich der Eignung des Gummiteils in tropischem Klima.

Quellbeständigkeitsprüfungen

Viele chemische Substanzen, allen voran **Lösungsmittel** und **Öle**, sind ausgesprochene Feinde der Elastomeren. Sie bewirken nämlich je nach Kautschuktyp ein mehr oder weniger **starkes Quellen** des Elastomers. Das kann vor allem dann unangenehm werden, wenn das Elastomerprodukt seine Form exakt beibehalten muss, wie es z. B. bei den Bremsmanschetten der Automobile der Fall ist. Hier ist Unempfindlichkeit gegen die recht aggressive Bremsflüssigkeit geradezu lebensnotwendig.

Um ein Gummiteil auf seine **Quellbeständigkeit** zu prüfen, wird es zunächst gewogen und durch das Auftriebsverfahren wird sein Volumen bestimmt. Dann legt man das Teil in die betreffende chemische Flüssigkeit. Nach Ablauf mehrerer Tage werden Gewicht und Volumen erneut gemessen. Der Unterschied in % ist ein Maß für die Quellbeständigkeit. Im Übrigen kann man, falls es notwendig erscheint, auch andere Eigenschaften vor und nach dem Quellen prüfen, z. B. die Härte, die Reißfestigkeit oder die Bruchdehnung.

Kältebeständigkeitsprüfungen

Es gibt Fälle, wo von einem Elastomerartikel hohe Resistenz gegen Kälte verlangt wird. Beispiele dafür: die Dichtungen an Tiefkühlschränken oder die Fensterdichtungen bei Flugzeugen oder Gelenkwellenbälge an PKW.

Prüfungen von Elastomeren auf Kältefestigkeit geschehen mit Hilfe von **Kühltruhen** bei Temperaturen zwischen $-10\text{ }^\circ\text{C}$ und $-80\text{ }^\circ\text{C}$. Bis zu 7 Tage lang bleiben die Prüf-

linge in der Truhe. Gemessen werden die **Härte**, die **Knickfestigkeit** und die **Sprödigkeit** des Materials vor und nach der Kälteeinwirkung.

Kenntnis der Kautschuktypen, Kunst des Mischens

Jeder Kautschuktyp hat seinen eigenen Charakter, seine eigenen Fähigkeiten und Schwächen. Der eine hält sich gegen Ozon gut, ist aber im Quellverhalten ungünstig, der andere widersteht auch starkem Lichteinfall, zeigt jedoch in der Kälte Mängel.

Nun kommt es darauf an. Was ist in einem bestimmten Anwendungsfall wichtig oder sogar unerlässlich und was spielt eine eher geringere Rolle? Und daraus ergibt sich dann das Problem. Mit welchem Elastomer-Werkstoff aus welchem Rohkautschuk kommt man am besten zurecht?

Hier ist das Wissen der Elastomerfachleute gefragt, die nur in enger Abstimmung mit den Produktentwicklern, mit den Fertigungstechnikern und natürlich mit dem Kunden die richtige Wahl treffen können.