

Altern - zeitgerafft **Gummiprüfung im Schnellverfahren**

Legt man ein Stück Glas oder Porzellan in die Sonne wird es sich auch in 100 Jahren nicht verändern. Macht man dasselbe mit einem Metallwürfel wird er allenfalls oberflächlich rosten. Bei einem Würfel aus Gummi gehen im Laufe der Zeit deutliche Veränderungen vor sich. Der Gummi wird sich verfärben, er wird spröde werden, und seine Festigkeitseigenschaften werden sich verschlechtern. Gummi "altert", wie man sagt. Denn Gummi als ein organisches Produkt „lebt“, ganz im Gegensatz zu den anorganischen Substanzen, die ihre innere Struktur selbst lange Zeit hindurch im Wesentlichen beibehalten. (Als Ausnahme sei das Zinn erwähnt, das speziell bei tiefen Temperaturen aus der sog. weißen Modifikation in die graue übergeht und dabei zu Pulver zerfällt, was man "Zinnpest" nennt.)

Nun ist andererseits Gummi in unserer heutigen Wirtschaftswelt ein absolut unentbehrliches Material. Deshalb widmet man sich in Forschung und Fabrikation seinen Alterungseigenschaften mit größter Sorgfalt.

Gummi altert unter dem Einfluss von Sonnenlicht, von Wärme, von Sauerstoff und Ozon sowie von aggressiven Flüssigkeiten und Gasen. Die Alterung äußert sich, je nach Art der Einwirkung, durch Aufquellen oder durch Rissbildung und Sprödewerden und auch durch Verfärbung. Natürlich geht das langsam, teilweise sogar sehr langsam vor sich. Es kann Monate oder Jahre dauern, bis die Veränderung spürbar und messbar wird.

So lange kann freilich der Mitarbeiter im Forschungslabor nicht warten. Um eine neue Kautschukmischung zu prüfen und ihre Eignung für einen bestimmten Zweck zu erproben, kann er sich nicht hinsetzen und ein halbes Jahr lang warten, bis sich Veränderungen zeigen. Er muss den Alterungsprozess künstlich beschleunigen, er muss eine **Zeitraffer-Prüfung** vornehmen.

Dazu hat er bspw. einen **Wärmeschrank**. Hier hinein legt er das zu prüfende Gummiteil und bläst Luft von 70 °C bzw. 100 °C in den Schrank. (Auf diese beiden Temperaturen hat man sich bei der Normung der Wärmeprüfung geeinigt.)

Ein Thermostat hält die Temperatur auf ± 1 °C konstant. Nach genau 7 Tagen wird der Prüfkörper aus dem Schrank herausgeholt und nunmehr auf jene Eigenschaften geprüft, auf die es in dem betreffenden Fall ankommt: auf Elastizität, auf Reißfestigkeit, auf Knick-, Schwingungs- oder Abriebfestigkeit. (Siehe hierzu auch den wdk-Report Nr. 3 "Gepiekt, gezerrt, geknickt, gequetscht")

Um wie viel % hat die betreffende Festigkeit gegenüber dem Zustand vor der Wärmeeinwirkung abgenommen? Diese Prozentzahl ist das Maß für die Alterung durch Wärme. Da dieses Verfahren von einem Herrn Geer erfunden worden ist, spricht, man hier von der "Geer-Alterung".

Ähnlich geht es bei der Prüfung auf **Kältebeständigkeit** zu, die z. B. für bestimmte Gummiteile in Flugzeugen von großer Wichtigkeit ist. Der Kälteschrank wird auf Temperaturen zwischen -10 °C und - 80 °C eingestellt, die Verweildauer des Prüfkörpers im Schrank liegt zwischen 1 und 7 Tagen. Und auch hier ist die prozentuale

Abnahme der betreffenden Festigkeitsart das Maß für die Alterung.

Von manchen Gummiteilen wird nicht so sehr Wärme- oder Kältebeständigkeit erwartet als vielmehr **Quellbeständigkeit** unter dem Einfluss bestimmter Flüssigkeiten. Denken wir zum Beispiel an die Gummimanschetten in den Bremszylindern von Automobilen, die dauernd von aggressiver Bremsflüssigkeit bespült sind oder allgemein an Gummidichtungen.

Der Gummi darf da natürlich nicht quellen, darf nichts oder fast nichts von der Flüssigkeit in sich aufnehmen. Die Prüfung besteht hier in einem **Tauchversuch** bei gesteigerter Temperatur, eventuell auch höherem Druck. Das Maß für die Quellbeständigkeit ist die Gewichts- und die Volumenzunahme des Prüfkörpers nach einer bestimmten Zeit.

Den wichtigsten und hartnäckigsten Einfluss auf das Altern von Gummi hat allerdings **Luft**, genauer gesagt **Sauerstoff** und vor allem **Ozon**. Zur Erklärung: Bei normalem Sauerstoff sind jeweils zwei Atome zu einem Molekül zusammengeschlossen, der Chemiker schreibt da O_2 , bei Ozon bilden immer drei Atome ein Molekül: O_3 . In der Atmosphäre kommen in Erdnähe auf 100 Mio. Sauerstoffmoleküle 1 bis 5 Ozonmoleküle. In größeren Höhen wird die Konzentration zunächst stärker, ab 35 km Höhe dann wieder schwächer.

Bei der Einwirkung von Sauerstoff und Ozon auf Gummi handelt es sich um einen **Oxidationsvorgang**: Die Sauerstoff- bzw. die Ozonmoleküle drängen sich in die langen, relativ instabilen Molekülketten des Gummis hinein, brechen sie auf und lagern sich in den Lücken an. Dadurch verliert der Gummi an **Elastizität**. Und zwar wird Gummi aus Naturkautschuk weich, solcher aus Synthesekautschuk hingegen hart und brüchig.

Dies alles geht sehr langsam vor sich. Im Laborversuch muss der Oxidationsvorgang wiederum beschleunigt werden. Für die Prüfung der Beständigkeit gegen Sauerstoff (O_2) verwendet man die so genannte **Sauerstoffbombe**. Darin wird die Materialprobe einer reinen Sauerstoffatmosphäre von 20 bar Druck und 70 °C Temperatur ausgesetzt. Was in der freien Natur erst in Monaten oder Jahren geschieht, spielt sich hier bereits in Tagen ab. Dann werden, wie bei all den anderen Zeitrafferprüfungen, die Eigenschaften (Zugfestigkeit, Härte, Biegefestigkeit, Kerbzähigkeit usw.) mit denen vor der Sauerstoffeinwirkung verglichen.

Um den zerstörenden Einfluss des Ozons (O_3) zu simulieren, verwendet man den **Ozon-Prüfschrank**. Die Atmosphäre darin ist zwecks Beschleunigung der chemischen Vorgänge im Allgemeinen auf 50 Ozonmoleküle pro 100 Mio. Sauerstoffmoleküle angereichert, dies allerdings bei normalem Druck (also rund 1 bar) und bei einer Temperatur von 25 °C. Der Prüfkörper selbst aber steht unter einer gewissen Zug- oder Biegespannung, damit das Ozon so einwirken kann, wie es dies, wenn auch langsamer, im Alltag täte.

Auf diese Weise lässt sich die Versuchsdauer auf 2 bis 3 Tage abkürzen. Das Ergebnis zeigt sich als mehr oder weniger starke Bildung von Rissen im Gummi, ein böses Werk des Ozons. Der Fachmann unterscheidet nach vier Stufen:

Stufe 0 = keine Risse, Stufe 1 = schmale und flache Risse, Stufe 2 = mäßig breite und mäßig tiefe Risse, Stufe 3 = breite und tiefe Risse.

Dieser Ozon-Versuch ist eine der wichtigsten Alterungsprüfungen bei Gummi. Für Spezialzwecke gibt es aber natürlich noch manche andere Prüfung, so die auf Lichteichtheit, auf Dauerfestigkeit gegen Öl oder Benzin oder Säuren oder Seewasser oder auch gegen heiße Dämpfe. Denn Gummi findet heute als Werkstoff Anwendung bei Tausenden von Gelegenheiten.

Natürlich führt hin und wieder eine Prüfung zu einem unbefriedigenden Ergebnis: Die Gummiprobe hat das betreffende Examen nicht bestanden. Da muss dann etwas geschehen! Entweder wird die Gummimischung entsprechend verändert, die Rezeptur korrigiert oder aber man entschließt sich, nach einem ganz neuen, besseren Alterungsschutzmittel zu suchen. So wirkt die Qualitätskontrolle manchmal als Initialzündung für weitere Forschung.