

Warum sind die Reifen schwarz?

Kautschuke, wie sie zur Herstellung von Reifengummi verwendet werden, haben eine gelbe bis bräunliche Farbe. Doch unsere Reifen sind schwarz. Warum? Hat man sie vielleicht eingefärbt, damit man den Straßenschmutz daran nicht so sieht? Oder ist das nur ein modischer Gag?

Natürlich gab es immer wieder, aus unterschiedlichen Gründen, Bestrebungen, andersfarbige Reifen herzustellen. So hat der damalige Film- und Kamerahersteller Agfa schon in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts einige seiner in Firmenfarbe lackierten Fahrzeuge auch mit neuartigen Reifen in Firmenfarbe (orange) ausgerüstet. Zweifellos, es war ein Marketinggag, die Fahreigenschaften dieser Reifen verwandelten das Fahrerlebnis aber zum echten Abenteuer. Die ernsthaften technischen Fragestellungen hinter diesem Versuch wurden negativ beantwortet.

In den 1970er Jahren versuchte es ein sehr progressiver Reifenhersteller mal mit einer blau eingefärbten Lauffläche für Winterreifen, von der eine besonders gute Haftung auf Eis und Schnee (Spikeersatz) erwartet wurde. In diesem frühen Stadium wurde aber die damals eingesetzte Technik noch nicht beherrscht. Aufgrund vieler Reifenschäden rückte man schnell wieder davon ab.

Es blieb also beim Schwarz, und das kommt, ungewollt, vom Füllstoff **Ruß**, der jedem Reifengummi beigemischt ist. Ca. 1/3 des Gewichts eines Reifens ist Ruß.

Zurück zur bräunlichen Farbe des Kautschuks. Würde man daraus Reifen herstellen, würde ihre Lebensdauer keine 10 % der Laufleistung eines Serienreifens erreichen. Ruß verlängert also ganz entscheidend die Lebensdauer eines Reifens.

Ganz sinnlos war das Experiment „**Blauer Reifen**“ damals aber doch nicht. Anstelle des Rußes enthielt die blaue Lauffläche Kieselsäure (neudeutsch „Silica“). Nach intensiven Entwicklungsarbeiten in der Reifenindustrie und bei den Füllstoffherstellern hat man inzwischen gelernt, die Vorteile beider Füllstoffe sinnvoll und vorteilhaft miteinander zu kombinieren.

Was ist eigentlich Ruß?

Ruß ist für die breite Öffentlichkeit oft gleichbedeutend mit Abfall oder Schmutz. Meist ist er unwillkommen. Im Kamin muß ihn der Schornsteinfeger entfernen, bei Dieselmotoren ein teurer Katalysator. Ganz anders in vielen Industrien. Dort ist Ruß ein bis heute unersetzlicher Rohstoff.

Ruß ist also nicht gleich Ruß.

Die englische Sprache ist hier präziser: das Produkt einer unkontrollierten Verbrennung (offenes Feuer, Hausbrand, Verbrennungsmotoren) ist **soot** (Abfallruß).

Industriell hergestellter Ruß ist **carbon black (Industrieruß, technischer Ruß)**. Und um dieses großtechnisch hergestellte Industrieprodukt geht es hier.

Je nach Ausgangsprodukt und Herstellungsverfahren bestehen technische Ruße aus 95 % bis 98 % **Kohlenstoff**. Der Rest ist **Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel** und **anorganische Bestandteile** (Asche).

Diese Analysedaten treffen aber auch auf mehrere „verwandte“ Produkte zu:

Diamant (extrem hart), **Graphit** (extrem weich), **Kohle**.

Demnach ist also nicht die chemische Zusammensetzung, sondern die physikalische Erscheinungsform des schwarzen Pulvers der Grund dafür, dass man es dem Reifengummi zumischt. Die heute weltweit bekannten nahezu 100 unterschiedlichen Ruße (nicht Handelsbezeichnungen, sondern unterschiedliche Produkte) unterscheiden sich in Größe und Gestalt ihrer Primärteilchen und damit ihrer Oberfläche, in der Anzahl der sich zusammenlagernden Primärteilchen (Struktur) und in der Reaktionsfreudigkeit ihrer Oberfläche (Bindung an den Kautschuk).

Die Größe primärer Rußteilchen läßt sich nur elektronenmikroskopisch messen. Je nach Rußtype liegt sie zwischen 5 nm und 500 nm. Legte man von einem solchen besonders feinteiligen Ruß Körnchen an Körnchen als Kette rund um die Erde, so würde die dazu benötigte Rußmenge gerade mal einen Fingerhut füllen. Dementsprechend enorm ist die Oberfläche von Rußen, bis zu 800 m² pro Gramm.

Schon seit mehr als 150 Jahren werden „Nanoruße“ erfolgreich verarbeitet.

Was der Ruß im Gummi bewirkt

Mit zunehmender Oberfläche nehmen auch die Bindekräfte zwischen den Rußteilchen und den Kautschukmolekülen zu. Je intensiver der Füllstoff an den Kautschuk gebunden ist, desto höher wird die Festigkeit des Gummis. Fachleute sprechen von „**Verstärkung**“.

In der Praxis bedeutet dies: Ruß verbessert Steifigkeit, Härte, Kerbzähigkeit und Reißfestigkeit des Gummis, die Haftfähigkeit des Reifens auf der Straße und vor allem seinen Abriebwiderstand.

Welchen Anforderungen der Kautschukchemiker durch sorgfältige Auswahl eines geeigneten Rußes und gekonnte Kombination mit dem richtigen Kautschuk gerecht werden kann, zeigen nicht zuletzt Reifen für Formel-1-Rennwagen, Flugzeuge und Erdbewegungsmaschinen.

Die Lauffläche ist aber bei weitem nicht der ganze Reifen. So erwartet der Autofahrer beispielsweise auch, daß der Reifen selbst unter extremer Fahrsituation fest auf der Felge sitzt, sich die Lauffläche nicht von der Karkasse löst und die Reifenseitenwand trotz steter dynamischer Belastung nicht bricht. Auch hier verhelfen speziell dafür entwickelte Ruße zu hoher Qualität. So wundert es nicht, daß in einem einzigen Reifen bis zu 12 unterschiedliche Rußtypen verwendet werden.

Der Aufwand für Forschung und Entwicklung bei den Füllstoff- und Reifenherstellern ist gigantisch, das Arbeitsgebiet hochinteressant. Dabei geben sogar die Forscher zu, dass sie selbst noch immer nicht ganz genau wissen, wie der Ruß das alles

schafft. Mit seinen universellen Eigenschaften ist der Ruß für die Reifenindustrie eben ganz einfach ein Glücksfall.

Wie man Ruß gewinnt

Nach vier verschiedenen, großtechnisch angewandten Verfahren wird die Vielzahl der heutigen Rußtypen hergestellt. Alle diese Verfahren basieren auf zwei unterschiedlichen chemischen Reaktionen: der **thermischen Spaltung** oder der **unvollständigen Verbrennung** von Kohlenwasserstoffen. Als Kohlenwasserstoffe werden Erdgas, Erdölderivate und Teeröle mit möglichst hoher Kohlenstoffkonzentration eingesetzt. Jährlich werden mehr als 6 Mio. t Ruß produziert.

Das weitaus wichtigste Verfahren ist heute das **Furnace-Verfahren** (vom engl. furnace = Ofen), das nach dem Prinzip der unvollständigen Verbrennung arbeitet.

Vorstellen kann man sich eine solche Anlage wie eine überdimensionale Ölheizung, jedoch mit umgekehrter Zielsetzung. Strebt man in seiner häuslichen Heizung die bestmögliche Verbrennung des Heizöls und damit maximale Wärmeerzeugung an, so soll der Reaktor beim Furnace-Verfahren so wenig wie möglich seines „Heizöls“ (feedstock) in Wärme verwandeln, sondern soviel wie möglich „rußen“.

Die **Verbrennung** erfolgt unter Sauerstoffmangel, also unvollständig, und wird vorzeitig abgebrochen, so daß das Ausgangsmaterial nicht zu Kohlendioxid (CO₂) verbrennt, sondern als reiner **Kohlenstoff** (Ruß) anfällt.

In dem „furnace“, einem feuerfest ausgemauerten Reaktor, wird mit Hilfe von Erdgas oder Prozeßgas eine heiße Flamme erzeugt und in diese Flamme Öl in fein zerstäubter Form eingesprüht. Infolge der hohen Temperaturen von 1.300 °C bis 1.900 °C wird das Öl (der Kohlenwasserstoff) in die Elemente Kohlenstoff (Ruß) und Wasserstoff gespalten. In wenigen Millisekunden entstehen dabei die Rußteilchen, deren Größe und Form durch die Wahl der Einstellbedingungen festgelegt ist. Aufwendige Mess- und Regeleinrichtungen sorgen dafür, daß der jeweils gewünschte Rußtyp mit großer Konstanz hergestellt werden kann.

Nach dem Abschrecken des Reaktionsgemisches durch **Eindüsen** von Wasser filtert man die Rußpartikel in einer Abscheidanlage heraus. Der so gewonnene Ruß ist pulverförmig. Für seine Handhabung ist das nicht sehr günstig. Deshalb granuliert man ihn.

Unter Zugabe von Wasser erzeugt man zwischen 0,5 und 2,0 mm große Perlen, welche anschließend getrocknet werden. Das geschieht in großen rotierenden Heiztrommeln. Damit hat man endlich einen Ruß gewonnen, der kaum staubt, der rieselfähig ist und sich deshalb bei der vollautomatischen Zuführung aus großen Silos zur Mischanlage leicht handhaben lässt.

Eine solche Anlage mit einem Reaktor ist auf eine Kapazität von 20.000 t bis 30.000 t jährlich ausgelegt.

Spezielle Ruße für spezielle Gummiprodukte

Die Gummiindustrie verbraucht etwa 90 % des weltweit hergestellten Rußes. Davon verarbeitet alleine die Reifenindustrie ca. 75 %.

Aus der Vielzahl der Ruße sind allerdings nur etwa 30 Sorten von technischer Bedeutung in der Gummiindustrie. Aber diese Vielfalt ist notwendig. Denn für die Lauffläche eines Reifens braucht man eine andere Gummimischung und somit einen anderen Ruß als für die Karkasse oder den Unterbau des Reifens. Unterschiede gibt es auch zwischen Sommer- und Winterreifen und Lkw-Reifen. Und dann sind da noch die Abertausende von technischen Gummi-Erzeugnissen, vom Kraftstoffschlauch an der Tankstelle bis zur Kaffeemaschinendichtung.

Vielseitige Verwendung

Ruß braucht man nicht nur als Verstärkerfüllstoff für Kautschuk, sondern auch für Druckfarben, für Autolacke, für Faxfarbbänder, für Druckertoner und auch für viele Kunststoffartikel. Die dabei verwendeten Rußtypen nennt man **Farb- oder Pigmentruße**, da es hier in erster Linie auf die schwarze Farbe ankommt.

Auch zur Erzeugung von elektrischer Leitfähigkeit und zum UV-Schutz von Polyethylen (z. B. Folien für die Abdeckung von Spargelfeldern oder für Dichtungsbahnen) werden Ruße verwendet. Schließlich noch ein Kuriosum: Die schwarze Farbe der meist von Friseuren verwendeten hochwertigen und nicht ganz billigen Kämmen aus Hartgummi kommt ganz ohne Ruß, lediglich durch die Lichtbrechung zustande.

Und ein Blick zurück

Wen wundert: die Verwendung von Ruß ist wesentlich älter als seine gezielte Herstellung. Schon seit Gebrauch des Feuers kannte man Ruß und verwendete ihn auch, wie **Höhlenmalereien** ja heute noch dokumentieren. In den frühen Hochkulturen wurde Ruß für religiöse aber auch schon für kosmetische Zwecke gebraucht.

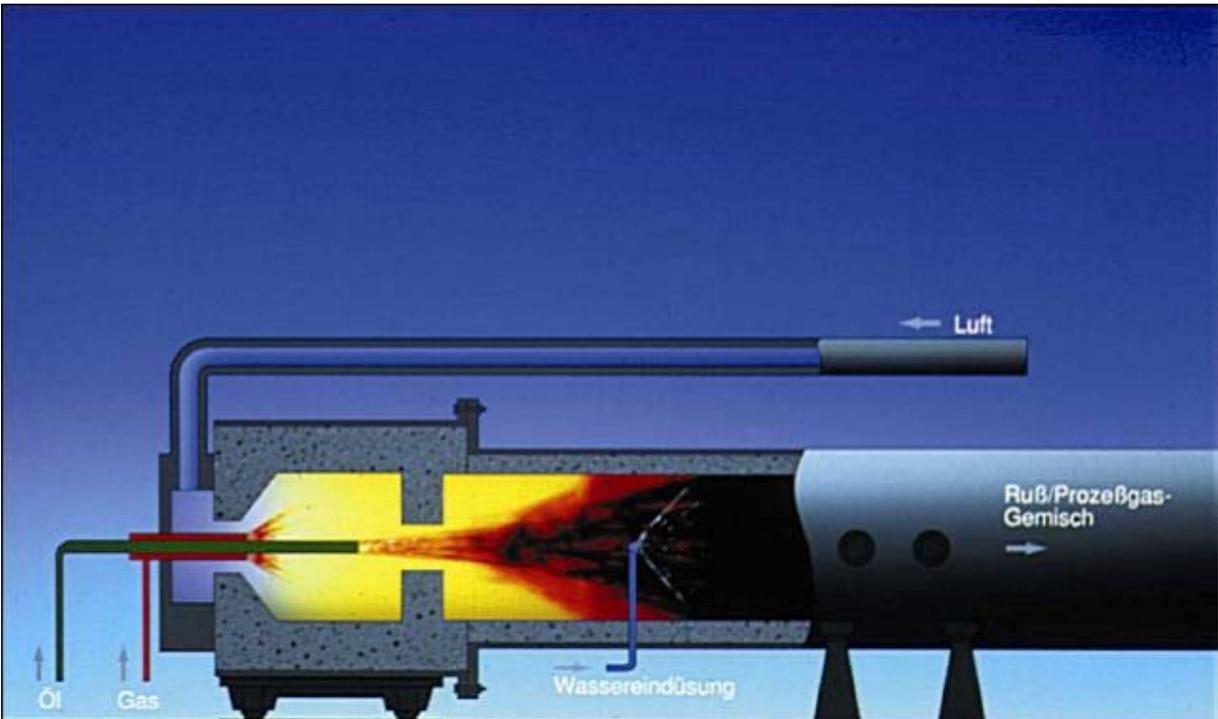
Die ersten Hinweise auf eine gezielte Rußherstellung stammen aus **China**. Dort hat man bereits um 3.000 v. Chr. gezielt aus speziell vorbereiteten Pflanzenölen Ruß hergestellt und zur **Herstellung von Tinten und Lacken** weiterverwendet.

Aber erst mit der aufkommenden Automobilindustrie zu Beginn des 20. Jahrhunderts, mit der vehement wachsenden Nachfrage nach Reifen und technischen Gummiteilen, setzte auch bei Rußen eine sprunghafte Entwicklung ein.

Dreierlei Ruß



Furnaceruß-Verfahren



Fotos: Evonik