

Rudolf Herrmann

Zur Struktur von Kohlenstoffclustern im Abgas von Verbrennungsmotoren*

Bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Dieselmotor und im Ottomotor entstehen bei Temperaturen um 2000 °C und einem Druck von 60-100 bar bzw. 2500 °C und 40-70 bar, neben einer Vielzahl von Gasen, Rußteilchen. Die kleinsten Teilchen bestehen aus reinem Kohlenstoff und sind für beide Motoren gleich.

Es sind sphäroidale, amorphe Cluster mit einer mittleren Abmessung von 25 nm. Im hochauflösenden Elektronenmikroskop erkennt man eine Schalenstruktur von radial um das Zentrum angeordneten, graphitähnlichen Unterstrukturen, die kleine Kristallite bilden. Diese haben Abmessungen zwischen 1,5 und 3 nm und enthalten 3 bis 6 Gitterebenen. Der Abstand der Gitterebenen liegt zwischen 3,4 und 5 Å. (Graphit hat einen Gitterabstand von 3,34 Å). Es ist die Tendenz festzustellen, daß mit zunehmender Clustergröße die Zahl der Gitterebenen in den Kristalliten zunimmt und diese enger zusammenrücken.

Neben diesen elementaren Clustern enthält der Benzinruß jedoch noch drei andere Teilchengruppen, die wesentlich größer sind und auch recht unterschiedliche Formen aufweisen. Das sind zum einen größere, aber auch noch kugelförmige Teilchen mit Durchmesser um 75 nm, die neben Kohlenstoff Kalium, Silizium und Schwefel enthalten, sowie massive Teilchen mit Ausdehnungen von 500 bis 700 nm mit Kalzium und Schwefel. Besonders interessant sind langgestreckte, röhrenförmige Teilchen, die eine Länge zwischen 500 und 1500 nm erreichen. Sie sind mit elementaren Kohlenstoffclustern gefüllt.

Die Gitterparameter zeigen, daß die Röhren $C_{20}P_7$ enthalten. Bei längerer Bestrahlung im Elektronenmikroskop verschwinden diese Röhren langsam und γ - $C_{20}P_7$ wandelt sich in α - $C_{20}P_7$ um.

Kurzfassung des Vortrags in der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 18. September 1997.

Die Kristallite in den elementaren Kohlenstoffelustern zeigen eine Rotationsunordnung der Gitterebenen im Unterschied zur Rotationsordnung, die der Autor auf speziell gestörten Graphitoberflächen beobachten konnte. Diese Rotationsordnung der gestörten Oberfläche führt zu einem Übergitter mit einer Gitterkonstanten von ca. 20 Å. (Die Gitterkonstante einer ungestörten Graphitoberfläche beträgt 2,46 Å)

Das IR-Spektrum vom Dieselruß zeigt eine Absorptionslinie bei 6,3 μm (im Benzinruß hat neben der Absorption bei 6,3 μm auch eine Linie bei 11,3 μm . Diese Absorptionslinien stimmen mit charakteristischen Linien von circumstellarem Dunst von Kohlenstoffsternen überein.