



Eigenschaften und Entstehung von Ruß

Ruß besteht wie Graphit und Diamant aus elementarem Kohlenstoff (EC; für englisch: Elemental Carbon), besitzt aber im Gegensatz zu diesen kristallinen Stoffen eine weitgehend ungeordnete Struktur. Im Ruß sind dem Kohlenstoff außerdem in geringen Mengen andere Elemente wie Stickstoff, Sauerstoff und Metalle beigemischt. Ruß besteht vor allem aus kleinen Partikeln oder ist an andere Feinstaubteilchen gebunden. Aufgrund der geringen Partikelgröße kann er beim Einatmen bis in die Lunge vordringen und hat sich in medizinischen Studien als krebserregend erwiesen.

Ruß entsteht bei allen unvollständigen Verbrennungsvorgängen. Quellen für Ruß in Umgebungsluft sind vor allem:

- Verbrennung von Kohle
- Verbrennung von Holz und Biomasse, z. B. zur Gebäudeheizung und in offenen Feuern
- Straßenverkehr, vor allem Abgase von Dieselmotoren

Analyse von Ruß (EC) und anderen Kohlenstoffverbindungen in Umgebungsluft

Kohlenstoffverbindungen in der Luft

Folgende Kohlenstoffverbindungen kommen in Umgebungsluft vor:

- Organische Kohlenstoffverbindungen (z. B. Rückstände von Treibstoffen, Pflanzen, industriellen Produkten), die als **organischer Kohlenstoff (OC)**, für englisch: Organic Carbon) bezeichnet werden.
- Ruß, der - wie oben beschrieben - aus **elementarem Kohlenstoff (EC)** besteht.

Anorganische Kohlenstoffverbindungen treten nur in Einzelfällen in hohen Konzentrationen in der Luft auf (z. B. Kalkstaub in der Umgebung von Steinbrüchen).

Der gesamte Kohlenstoff wird mit **TC** (für englisch: Total Carbon) abgekürzt und stellt die Summe aus EC und OC dar.

Zur **Analyse von Kohlenstoff** existieren empfindliche und präzise Nachweisverfahren. Dabei werden die kohlenstoffhaltigen Proben vollständig zu Kohlendioxid verbrannt. Das Kohlendioxid wird quantitativ bestimmt und daraus der Kohlenstoffgehalt der Probe berechnet. Die Analyse des Gesamtkohlenstoffs (TC) gelingt so problemlos.

Zur Unterscheidung zwischen Ruß und organischen Kohlenstoffverbindungen werden die unterschiedlichen Eigenschaften dieser Komponenten ausgenutzt:

Organische Verbindungen (OC) verdampfen oder zersetzen sich bei erhöhten Temperaturen (bis ca. 600 °C). Ruß hingegen verdampft bei diesen Temperaturen nicht und verbrennt erst bei Temperaturen oberhalb von 600 °C in Gegenwart von Sauerstoff.

Zwischen OC und EC kann also prinzipiell unterschieden werden, indem die Probe zuerst langsam erhitzt wird, damit die organischen Verbindungen verdampfen und zerstört werden. Das beim Erhitzen der Probe entstehende Abgas wird verbrannt, um den OC-Gehalt der Probe zu bestimmen.

Anschließend wird der elementare Kohlenstoff bei hohen Temperaturen unter Sauerstoffzufuhr verbrannt und analysiert.

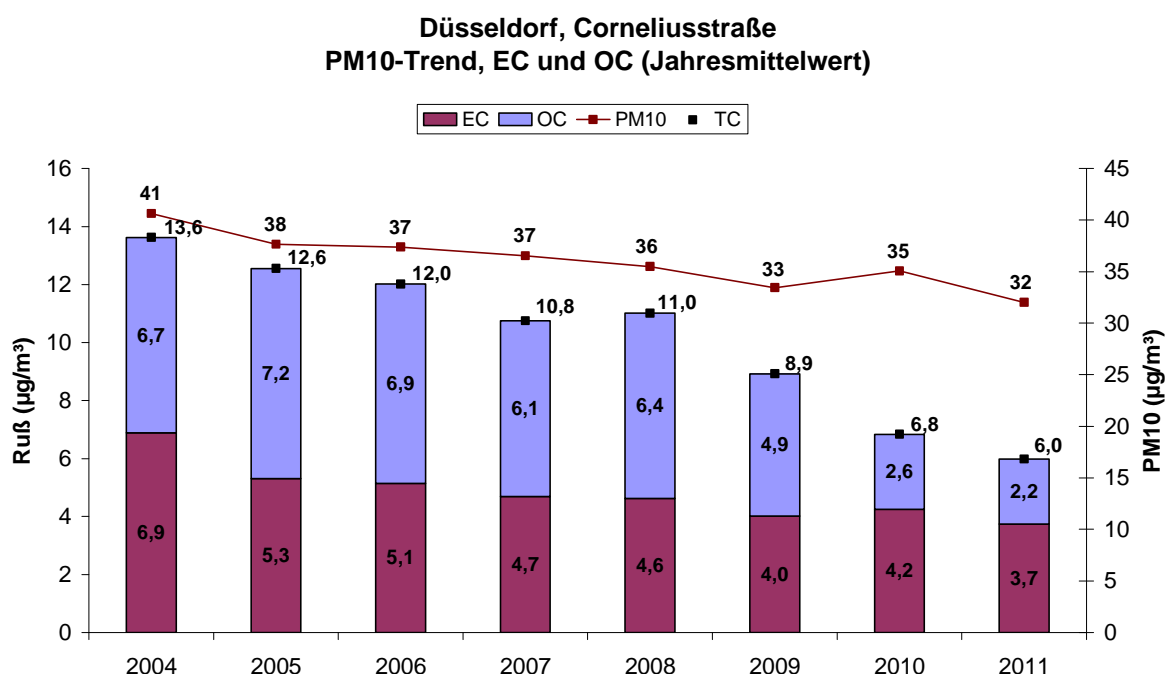
Verschiedene Störungen machen eine klare Unterscheidung zwischen OC und EC allerdings schwer:

- Enthält die Probe katalytisch wirksame Verbindungen (wie z. B. Kupfer und andere Metalle) kann sich Ruß auch bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen von deutlich unter 600 °C zersetzen und verbrannt werden. Er wird dann fälschlicherweise als organischer Kohlenstoff erfasst.
- Einige organische Verbindungen können verkohlen und bilden beim Erhitzen elementaren Kohlenstoff. Dies führt zu überhöhten Werten für elementaren Kohlenstoff und zu einer Unterschätzung des organischen Kohlenstoffs.

Diese Störungen hängen stark von Details der Analysenmethode und der Zusammensetzung der Probe ab. Deshalb existiert bis jetzt kein europaweit genormtes Verfahren, um exakt zwischen EC und OC zu unterscheiden. Vielmehr werden in unterschiedlichen, auch internationalen Untersuchungsprogrammen verschiedene Verfahrensvarianten eingesetzt.

Messungen des Ruß in Nordrhein Westfalen

Trotz der beschriebenen Schwierigkeiten ist die Analyse von Ruß im Feinstaub wichtig, da Ruß in der Luft vor allem an verkehrsreichen Straßen schädlich für die menschliche Gesundheit werden kann. Deshalb führt das LANUV an der verkehrsreichen Corneliusstraße in Düsseldorf seit 2000 Rußmessungen durch. Die Abbildung zeigt den Trend der Belastung durch TC, EC und OC an der Messstelle.



Trend der Belastung durch organischen Kohlenstoff (OC), elementaren Kohlenstoff (Ruß, EC) und Gesamtkohlenstoff (TC) an der Messstelle Düsseldorf-Corneliusstraße

Besonders anhand der Werte des TC lässt sich ein deutlicher Trend zur Abnahme der Belastung feststellen, wobei auch der prozentuale Anteil des TC am Feinstaub PM10 im Laufe der Jahre deutlich geringer geworden ist. Die Kohlenstoffparameter wurden in verschiedenen Jahren mit unterschiedlichen Messverfahren bestimmt. Der abnehmende Trend ist für EC weniger deutlich zu erkennen als für TC, da das seit einem Wechsel 2009/2010 eingesetzte Messverfahren höhere Anteile des Gesamtkohlenstoffs als elementaren Kohlenstoff erfasst. Die Daten zeigen aber eindeutig, dass die Maßnahmen zur Senkung der Luftbelastung durch den Straßenverkehr in Düsseldorf erfolgreich waren.