

Stichwort **Kohle (1)**

Kohle — brennende Steine, rein vegetarisch

Von Eberhard Lantz, Bamberg

Dieser Beitrag ist ein überarbeiteter Artikel, den der Verfasser 2011 für die Rundschau "12 atü" des Seezeichendampfers Bussard, Kiel geschrieben hat.

Kohle, Kol, coal, charbon, carbone, carbòn – weltweit ähnlich klingende Namen für den „Treibstoff“ der frühen Industrialisierung und des Verkehrs zu Land und Wasser. Erst viel später kamen Erdöl, Gas und andere Energieträger dazu und machten der Kohle ihre Vorherrschaft streitig. Nachdem Kohle auf allen fünf Kontinenten der Erde vorkommt, ist sie nach wie vor die weltweit meistverwendete Primärenergie bei der Stromerzeugung.

Schon das Alter der Kohle gebietet Ehrfurcht: 300 Millionen Jahre. Uralte Pflanzen, gepresst und verhärtet, unter Luftabschluss gereift und zu Kohlenstoff umgeformt. Letztlich regenerative Energie.

Bei der Kohle handelt es sich um ein schwarz- bis bräunliches festes Sedimentgestein, das durch Karbonisierung von Pflanzenresten entstand und zu mehr als 70 % des Volumens aus dem Element Kohlenstoff (C) und aus Wasserstoff (H₂) besteht. Bei der Verbrennung wird der Kohlenstoff wieder zu Kohlendioxid (CO₂) und der Wasserstoff zu Wasser (H₂O), sie nehmen damit wieder ihre ursprüngliche Form an. Hierbei wird die von den Sonnenstrahlen zur Zerlegung aufgewendete Energie als Wärme zurück gewonnen.

Kohle ist somit ein *natürlicher Brennstoff pflanzlichen Ursprungs*. Sie verdankt ihre Entstehung der Sonne, durch deren Strahlen große Energiemengen zur Erde gesandt werden. Per Photosynthese unter Verbrauch von in der Luft enthaltenem Wasser und Sauerstoff bildet sich Pflanzenmasse.



[Kohlenlager vor dem Kesselhaus des städtischen Kraftwerks Bielefeld](#)

Foto © Eberhard Lantz

Vor 250 – 350 Millionen Jahren herrschte im erdgeschichtlichen Zeitalter des Karbon sehr warmes und feuchtes Klima, was zu einer wuchernden Vegetation führte. In diesem Zeitalter entstand die heute abbaubare Steinkohle. Abgestorbene Pflanzenreste, in der Hauptsache Baumfarne, konnten, wo sie im Sumpf versanken, nicht wie üblich verrotten, weil dazu der Sauerstoff fehlte. Es entstand so zunächst Torf. Durch die turbulenten Naturereignisse wurde die Schicht mit Sedimenten bedeckt. Der auflastende Druck stieg, ebenso die Temperatur und es begann der *Prozess der Inkohlung*, bei dem durch Erhöhung von Druck und Temperatur kohlenstoffhaltige Gesteine entstehen. Das bewirkt eine Anreicherung von Kohlenstoff in den organischen Molekülen einer Pflanze und unterteilt sich in drei Prozesse.

• Mikrobiologischer Prozess

Die in stehendem Gewässer versunkenen Pflanzenteile, zusätzlich von Sedimenten und Sand überlagert, können mangels Sauerstoff nicht durch aerobe Bakterien zersetzt werden. Anaerobe Bakterien beginnen mit der stofflichen Veränderung. Begünstigt durch das sauerstoffarme Milieu entstehen Huminsäureverbindungen, die Polymerverbindungen aufbauen.

• Chemischer Prozess

In Folge von Huminsäurebildung zur Polymerisation kommt es innerhalb der pflanzlichen Substanz (Lignin, Zellulose) zur Senkung des pH-Wertes und es bilden sich schließlich sehr saure, braun gefärbte Huminsubstanzen. Die zur Inkohlung führenden mineralischen und chemischen Prozesse bezeichnet man als Verrottung.

• Physikalischer Prozess

Durch die auflastenden Ablagerungen erhöht sich der Druck auf die Pflanzenansammlungen. Sie werden verdichtet und die Struktur des Pflanzenkörpers wird verändert. Wasser wird durch den Druck herausgepresst und mit zunehmender Tiefe steigt die Temperatur an. Die Kohlenstoffanreicherung nimmt umso mehr zu, je länger hohe Drücke und Temperaturen auf die Kohleschicht einwirken können. Die entscheidenden Faktoren für die Kohlestoffanreicherung in pflanzlichen Molekülen sind also Druck, Temperatur und Zeit.

Der Druck presste das Wasser aus der Schicht und es entstand zunächst Braunkohle. Weitere Schichten von Torf bildeten sich, darüber wieder Ablagerungen von Sedimenten und so fort. Der zunehmende Druck presste immer mehr Wasser aus der Braunkohle, bis schließlich daraus Steinkohle entstand und zuletzt Anthrazit in ziemlicher Tiefe, bei zunehmender Wärme und unter hohem Druck.



Torfsammler, Westthay 1905

Die einzelnen Produkte unterscheidet man nach ihrem Kohlenstoffgehalt:

Holz	50 %
Torf	60 %
Braunkohle	70 %
Steinkohle	80 %
Anthrazit	90 %
Graphit	100 %

Torf hat als Brennstoff heute keine Bedeutung mehr. Sein Brennwert (weniger als lufttrockenes Holz und kaum die Hälfte von Steinkohle) ist zu gering, sein Wassergehalt zu hoch und sein Abbau aus verschiedenen Gründen kaum noch zu vertreten.

Braunkohle ist gegenüber Torf viel dichter und härter. Durch Druck- und Temperaturerhöhung wurde der Torf verfestigt und mit Kohlenstoff angereichert. Die Entstehung der heutigen Braunkohle-Lagerstätten datiert ins Tertiär, also vor 2,5 – 65 Millionen Jahren. Es bildete sich jeweils eine einzige Schicht, die allerdings bis zu 100 m Mächtigkeit erreichen kann – anders als bei Steinkohle, die in aller Regel in mehreren Schichten (Flöze) gelagert ist mit dazwischen liegenden Schichten von „taubem Gestein“. In der Regel wird im Tagebau, seltener auch untertage abgebaut.

Braunkohle hat einen wesentlich höheren Wassergehalt als Steinkohle sowie geringeren Heizwert. Sie wird nach ihrem steigenden Kohlenstoffgehalt eingeteilt in *Weichbraunkohle*, *Hartbraunkohle*, *Mattbraunkohle* und *Glanzbraunkohle*. Weichbraunkohle entstand durch biochemische Prozesse und besitzt 45-65 % Wassergehalt sowie 1800-3000 kcal/kg Heizwert; Hartbraunkohle durch geothermische Prozesse (siehe Inkohlung) mit 20-30% Wassergehalt und einem Heizwert von bis zu 6400 kcal/kg. Letztere kann bis zu 80 % Kohlenstoffanteil haben.

Braunkohle wird heute hauptsächlich getrocknet und gemahlen in Form von eingeblasenem Kohlestaub in Kraftwerks- Dampferzeugern verfeuert. Zu Briketts gepresst waren diese früher als Hausbrand weit verbreitet, wurden aber auch zur Feuerung von Dampflokomotiven und Industrie-Dampfkesseln verwendet, besonders, wenn Steinkohle und Koks knapp oder überhaupt nicht verfügbar waren.

Rohbraunkohle wurde trotz ihres hohen Wassergehalts ebenfalls in Kesselanlagen auf speziellen Schwing-, Mulden- und Wanderrosten verfeuert. Diese Art der Feuerung ist aus verständlichen Gründen inzwischen beendet und die Brikettproduktion in den letzten Jahren stark zurückgegangen.

Braunkohle erzeugt viel puderige Asche. Ihr hoher Schwefelanteil greift die Feuerseite von Dampfkesseln stark an. Bei Rohbraunkohle kommt dazu, dass sie schnell zusammenbackt und durch ihre Feuchtigkeit, die mitverdampft werden muss, nur geringen effektiven Heizwert hat. Einen Hausbrandofen kann man mit Briketts noch betreiben, aber keinen Schiffskessel.

Steinkohle ist letztlich weiter gereifte Braunkohle und zeigt sich als hartes Sedimentgestein.

Irgendwann stellte der Mensch fest, dass es Steine gibt, die brennen. Vielleicht war es eine an der Erdoberfläche zutage tretende Kohleschicht, die sich durch Blitzschlag oder Brand entzündet hatte. Systematisch wurde allerdings erst verhältnismäßig spät nach Kohle gegraben, da bis dahin genügend Holz aus den Wäldern zur Verfügung stand. In Meilern stellten Köhler *Holzkohle* her, mit der die frühe Eisenverhüttung arbeitete. Vor 900 Jahren begann der Abbau von Steinkohle in Deutschland, ausgehend vom Wurm-Revier um Aachen. Um 1300 begann er an der Ruhr und etwas später an der Saar.

Zunächst wurden an die Erdoberfläche tretende Flöze in einzelnen Stollen abgebaut. Später grub („teufte“) man Schächte, um auch die tieferen Schichten erreichen zu können. Es entstanden ganze Schacht- und Tunnelsysteme, die „bewettert“ werden mussten, um die beim Abbau freiwerdenden brennbaren Gase abzuführen und für Frischluftzufuhr zu sorgen. Diese Gase (Methan, Wasserstoff, Kohlendioxyd, Kohlenmonoxyd sowie Stickoxyd), bei der Zersetzung der Pflanzen entstanden, können mit Sauerstoff reagieren und ein zündfähiges Gemisch bilden. Trotz aller Vorsicht gab es immer wieder Explosionen, „schlagende Wetter“, wenn sich dieses „Grubengas“ entzünden konnte. Saugt man es ab, erhält man einen hochwertigen Energieträger. Soviel in Kürze – die Technik des Bergbaus ist eine eigene Geschichte.

Die in Deutschland geförderte Kohle zählt zu den besten der Welt. Durch tektonische Vorgänge liegen die Schichten zum Teil schräg, steil und verworfen. Die „Mächtigkeit“ der meist mehreren übereinander liegenden Flöze hängt ab von der damaligen Dicke der Schicht abgestorbener Pflanzen. Unterschiedlich stark ist natürlich auch die Zwischenschicht, das taube Gestein, das für den jeweiligen Luftabschluss sorgte. Von Norden nach Süden liegen die Lagerstätten immer tiefer und die tiefste Sohle, die noch wirtschaftlich abbaubar ist, liegt bei etwa 1800 m. Je tiefer die Kohleschicht liegt, umso wertvoller ist sie durch den höheren Kohlenstoffgehalt. Durch Tektonik wurden zunächst tief liegende Schichten häufig angehoben und traten dann oft sogar frei an die Oberfläche.



"Kurzes" Feuer (Teillast) auf dem Wanderrost eines Steinmüller-Wasserrohrkessels von 1951, Kraftwerk Bielefeld

Foto © Eberhard Lantz