



Die Verbrennung von Holz und organischen Stoffen

Die Verbrennung von Holz und organischen Stoffen entspricht einer Oxidation der chemischen Bestandteile des Materials. Dieser Prozess durchläuft je nach den erreichten Temperaturen verschiedene Phasen. Die Verbrennung ist als „vollständig“ bezeichnet, wenn alle Teilprozesse stattfinden. Sonst handelt es sich um eine unvollständige Verbrennung.

Teilprozesse der Verbrennung

	100°C	Trocknung	Verdampfung und Entfernung des im Holz enthaltenen Wassers.
	250°C	Vergasung des Holzes	Zersetzung des Holzes durch Temperatureinwirkung : - Freigabe der gasförmigen Bestandteile (Wasserdampf, brennbare Gase); - Bildung von Kohle (grundsätzlich bestehend aus Kohlenstoff C).
	300°C	Entstehung der Flammen	Verbrennungs- oder Zündtemperatur von gewissen brennbaren Gasen (erste Oxidationsprozesse), sofern Sauerstoff vorhanden.
	500°C	Vergasung der Kohle	Umwandlung des Kohlenstoffs zu wasserstoff- und kohlenmonoxidreichen brennbaren Gasen.
	700°C	Vollständige Oxidation der brennbaren Gase	Umwandlung der brennbaren Gase zu Kohlendioxid (CO ₂), Wasserdampf (H ₂ O) und Stickoxide (NO _x), sofern Sauerstoff vorhanden. Übrig bleiben Aschen.

Brennbare Gase

Die brennbaren Gase bilden sich bei Erhitzung von Holz. Ab einer gewissen Temperatur, der sogenannten Verbrennungs- oder Zündtemperatur, können sie oxidieren. Diese Oxidation setzt Energie frei und erhöht die Temperatur weiter, der chemische Prozess läuft nun von selbst ab ohne weitere externe Zugabe von Energie.

Beispiele von brennbaren Gasen mit den entsprechenden Verbrennungstemperaturen:

Kohlenwasserstoffe (C _M H _N) (oder VOC für Volatil Organic Compounds / flüchtige organische Verbindungen, als Gase schädlich)	ab 250°C
Wasserstoff (H ₂)	ab 500°C
Kohlenmonoxid (CO)	ab 600°C
Ammoniak, Ammonium (NH ₃), Methan (CH ₄)	ab 650°C

Staub/ Feinpartikel

Neben Gasen werden im Laufe des Verbrennungsprozesses zwei Arten von Partikeln freigesetzt:

- 1) Unverbrannter brennbarer Staub: entsteht bei unvollständiger Verbrennung, z.B. Teer, Russ, Aerosole, polyaromatische Kohlenwasserstoffe, unverbrannte Holzbestandteile. Als Feinstaub sind diese Stoffe schädlich und belasten die Umwelt.
- 2) Unbrennbarer Staub: Asche nach vollständiger Verbrennung, bestehend aus den Mineralstoffen, welche in allen organischen Stoffen enthalten sind (Kalium, Magnesium und Calcium) sowie aus Fremdstoffen (wie Sand, Erde, Steine etc.). Rinde, Nadeln und Blätter bilden wesentlich mehr Aschen als Stammholz. Asche aus sauberem organischem Material ist verwendbar wie ein Dünger.

Folgerungen für das Verbrennen im Freien

Für eine vollständige Verbrennung müssen die Gase während einer halben Sekunde Temperaturen von mind. 850°C ausgesetzt sein. Im Freien erreichen Feuer diese Temperaturen kaum, oder nur an wenigen Punkten innerhalb des Feuers:

- Die Flammen werden schnell abgekühlt und die Energie geht sofort in der umgebenden Luft verloren.
- Je nach Art des Aufschichtens der organischen Stoffe ist die Sauerstoffzufuhr im Feuer ungenügend. Die Verbrennung bleibt unvollständig.
- Die Verdunstung von Wasser im Brennmaterial verbraucht sehr viel Energie. Diese Energie steht dann für die Temperaturerhöhung nicht mehr zur Verfügung. Feuer aus trockenem Holz erreichen darum wesentlich höhere Temperaturen als Feuer aus feuchtem oder nassem Material.

Bei Feuern im Freien ist der Verbrennungsprozess unvollständig (Rauch = unverbrannte Gase). Je niedriger die Temperaturen im Feuer sind, desto mehr Schadstoffe werden freigesetzt.