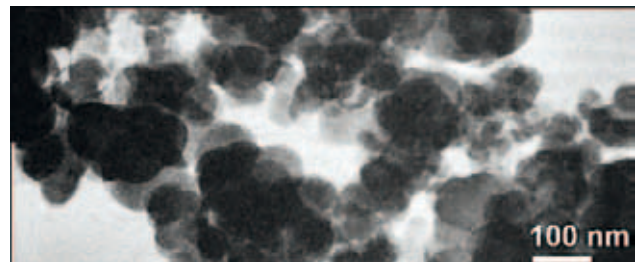
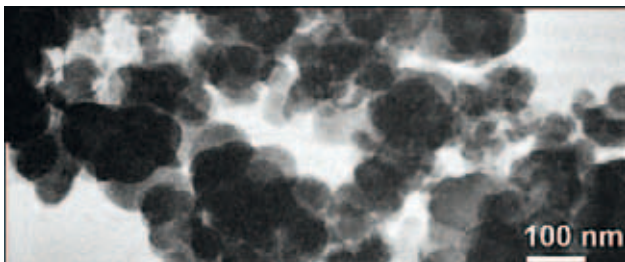


# Ist es eigentlich sinnvoll Glasgeräte einzurußen?

von Klaus Paris

Oft kann man bei den alten Glasbläsern beobachten, dass Glasgeräte nach der Fertigstellung so lange in der Flamme getempert und runtergekühlt werden, bis die Teile rußig werden. Insbesondere bei Weichglasgeräten wird dies gemacht. Ist dies sinnvoll?

Diese Frage sollte in einem Kurzaufsatz in dem Heft „Spannung“ behandelt werden. Nichts leichter als das, dachte ich mir. Messen wir die Temperatur des eingerußten Glasgerätes und die Frage ist beantwortet. Messen wir die Temperatur, wenn der Ruß am Glas in der Flamme verschwindet. Leider habe ich da die Flammentemperatur gemessen, was mich weniger interessierte. Außerhalb der Flamme entzog das Thermoelement dem Glas an der Kontaktstelle sichtbar zu schnell Energie. Ich fand also keine geeignete Methode, die tatsächliche Temperatur des Glases mit Thermoelement zu messen. Zweiter Ansatz: Fragen wir doch unsere Chemiker im KIT, bei welcher Temperatur Ruß verbrennt. Die hatten leider keine einfache Antwort auf Lager – „...da kommt es auf die Rußart an, bei welcher Temperatur der Ruß verschwindet – so zwischen 500°C und 750°C...“ Der Temperaturbereich ist ja nun mal definitiv zu grob fürs Tempern! Einfache Antworten hielt das Internet auch nicht bereit, so wurde aus der einfachen Frage ein etwas umfangreicherer Artikel.



Ruß. links Furnaceruß, rechts Channelruß (TEM-Abbildung) von Wikimedia Commons

Ruß (von althochdeutsch: ruos, dunkel-, schmutzfarben) ist ein schwarzer, zu 80 - 99,5 % aus Kohlenstoff bestehender pulverförmiger Feststoff. Er besteht aus kleinsten, meist kugelförmigen Teilchen, die auch Primärpartikel genannt werden. Diese haben meist eine Größe von 10 nm – 300 nm, daher spricht man auch von sogenannten Nanoteilchen. Bei diesen Dimensionen ist es nicht mehr nur die chemische Zusammensetzung allein, sondern auch die Größe und Form der Partikel, die die Eigenschaften bestimmen. Optische, elektrische und magnetische Eigenschaften, aber auch Härte, Zähigkeit oder Schmelzpunkt von Nanomaterialien unterscheiden sich deutlich von denen der makroskopischen Festkörper. Ruß ähnelt feinstverteiltem Graphit. Ruß ist ein wichtiges technisches Produkt, das durch unvollständige Verbrennung oder Pyrolyse von Kohlenwasserstoffen in großen Mengen hergestellt wird. Je nach ihrem Anwendungsgebiet besitzen Ruße spezielle Eigenschaftsprofile, die durch die Art des Herstellverfahrens und durch Variation der Prozessparameter gezielt beeinflusst werden können. Industrie-Ruß wird zu über 90% als Füllstoff in der Gummiindustrie (z.B. Autoreifen) verwendet.

Typischerweise verbrennen wir am Arbeitsplatz Propan- und Erdgas (Kohlenwasserstoffe). Alles verläuft nach ein und derselben Reaktion: Die Verbrennung von Alkanen (CH) in Gegenwart von Sauerstoff (O).

## Nur gasförmige Kohlenwasserstoffe (Alkane - CH) brennen

Die von vornherein gasförmigen Kohlenwasserstoffe können leicht an Luftsauerstoff entzündet werden und verbrennen. Das gilt prinzipiell für jede brennbare Substanz: Nur der Dampf brennt. Damit ein Alkan verbrennen kann, muss es in bestimmter Konzentration als Gas im Gemisch mit Sauerstoff vorliegen. Es ist eine Frage des CH:O-Verhältnisses. Das Verhältnis zwischen Kohlenwasserstoff und Sauerstoff muss also bei der Verbrennung stimmen. Bei zu geringer Sauerstoffzufuhr beobachten wir die leuchtende Flamme. Bei optimal eingestellter Gas-Luft-Flamme werden die Kohlenstoffatome vollständig mit Sauerstoff zu Kohlendioxid umgesetzt. Die Energieausbeute ist höher, die Flamme heißer, aber nicht leuchtend.

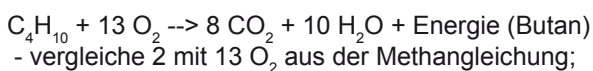
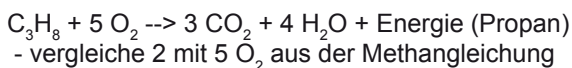
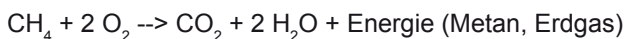
### Warum leuchtet die Flamme?

Das Leuchten der Flamme hat zwei Ursachen:

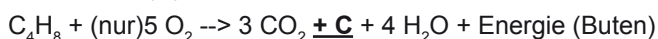
Wärmestrahlung heißer Feststoffpartikel (Ruß, Feinstaub, Flugasche) oder Lichtstrahlung angeregter Radikale, Ionen und Atome (Chemolumineszenz), was wir hier vernachlässigen.

Bekannt ist die leuchtende Flamme beim Propangasbrenner, wenn man die Luftzufuhr zurückstellt. Diese Flamme enthält fein verteilten, elementaren Kohlenstoff, dem kein Sauerstoff als Reaktionspartner mehr zur Verfügung stand. Die Kohlenstoffpartikel lagern sich in Graphitform ab und sind deshalb relativ stabil. Sie glühen nur, verbrennen nicht und senden Licht aus. Bei einer rußfreien Flamme fehlen die strahlenden Körper, die „Originalfarbe“ der Flamme kommt zur Geltung. Bei einer idealen Verbrennung leuchtet die Flamme fast gar nicht. So verbrennt beispielsweise Wasserstoff mit einer fast nicht sichtbaren blauen Flamme. Je heller eine Flamme leuchtet, desto schlechter ist die Verbrennung, d.h. es wird sehr viel Russ gebildet, dieser glüht.

Abhängig vom Ausgangsstoff entsteht mehr oder weniger Ruß bei unterschiedlichen Temperaturen. Aus den Reaktionsgleichungen kann man ersehen, dass z.B. bei der Butanverbrennung prozentual mehr Luft (Sauerstoff) nötig ist, um den Kohlenstoff vollständig zu verbrennen.



bzw. rußend (C):



Flammruß von Wikimedia Commons

### Leuchtkraft und Rußentwicklung

Flammen der hochsiedenden Alkane zeigen eine stärkere Leuchtkraft und Rußentwicklung als die, der niedrig siedenden. Leuchten und Rußentwicklung der Flamme hängen direkt miteinander zusammen, denn beides beruht ja auf der Anwesenheit von feinverteiltem Kohlenstoff in der Flamme. Dies sieht man an der geringeren Rußentwicklung bei Erdgasbrennern im Gegensatz zu Propangasbrennern. Bei der hohen Flammentemperatur werden die Kohlenwasserstoff-Moleküle gespalten. Ein Teil des dabei freiwerdenden Kohlenstoffs wird wegen Sauerstoffmangel nicht verbrannt und scheidet sich fein verteilt als Ruß ab. Nicht verbrannter Kohlenstoff kann sich als Ruß auch auf glatten Oberflächen niederschlagen. Er enthält dann meist an seiner Oberfläche adsorbierte ölige Bestandteile und Pyrolyseprodukte. Dieser Ruß (englisch soot) hat im Tierversuch ein Krebs auslösendes Potenzial, verstärkt durch die häufig anwesenden polyzyklischen Aromaten (PAK). Je langkettiger gesättigte Kohlenwasserstoffe („Paraffinöle“) sind, desto mehr neigen sie zum Rußen, da sie erst Wasserstoffatome abspalten, die sich dann mit den Radikalmolekülen von Sauerstoff verbinden. Die Wasserstoffatome brennen weg, zurück bleibt der Kohlenstoff. Das ist auch der Grund, warum Fettbrände stark zur Russbildung neigen. Besonders typisch jedoch ist die Rußentwicklung bei der Verbrennung von ungesättigten, an Wasserstoff armen Verbindungen, bei denen der Kohlenstoffgehalt sehr groß ist - wie bei Acetylen. Die Rußbildung wird noch gefördert, wenn zu wenig Sauerstoff zur Verfügung steht. Die Rußneigung der Alkane hängt vom relativen Anteil der Kohlenstoff-Atome an der Gesamtzahl der Atome des jeweiligen Moleküls ab.

## Gasarten

Erdgas ist je nach Lieferant in folgenden Qualitäten verfügbar:

- L-Gas besteht aus etwa 85 % Methan, 4 % weiteren Alkanen (Ethan, Propan, Butan, Pentan) und 11 % Inertgasen.
- H-Gas aus der Nordsee besteht aus circa 89 % Methan, 8 % weiteren Alkanen (Ethan, Propan, Butan, Pentan) und 3 % Inertgasen.
- H-Gas aus den GUS-Staaten besteht aus circa 98 % Methan, 1 % weiteren Alkanen (Ethan, Propan, Butan, Pentan) und 1 % Inertgasen.

Das Mischungsverhältnis von Propan und Butan ist in Europa unterschiedlich. In Deutschland und Großbritannien hat Propan meist einen Anteil von 95 Vol.%. In Frankreich wird hingegen eine 45:55-Mischung (Propan : Butan) bevorzugt. In sehr warmen Landesteilen überwiegt der Butan-Anteil. Die Gaslieferanten variieren die Zusammensetzung nach der Umgebungstemperatur. Das Gemisch kann sich demnach je nach Ort und Jahreszeit unterscheiden.

So ist es unerlässlich sich bei seinem Gaslieferant zu erkundigen, ob evtl. die Gaszusammensetzung variieren kann, da dies Einfluss auf die Einstellung bei der automatischen Heissglasverarbeitung hat.

Soweit das ganze theoretische Drumherum.

Zurück zur ursprünglichen Frage: macht es Sinn die Glasgeräte einzurußen?

Die Rußpartikel aus unseren Flammen verbrennen wohl bei Temperaturen von 500°C bis 600°C Celsius und oxidieren zu CO und CO<sub>2</sub>. Daraus resultierend weiß ich nun zumindest, dass die zuvor rußige Glasoberfläche beim „Verschwinden“ des Rußes mind. eine Temperatur von über 500°C hat. Diese Info hilft doch, wenn man mal wieder ein zu reparierendes Glasgerät in der Flamme langsam aufwärmen muss!

Quelle: Wikipedia. Auf Wikipedia ist eine Liste der weiteren Autoren verfügbar.

## Anzeige / Stellenanzeige



## Werden Sie Mitglied im VDG!

Es lohnt sich! Jahresbeitrag 50.- EUR,  
kostenlos für Auszubildende.

Information und Anmeldeformulare  
finden Sie auf unserer Website:

**[www.vdg-ev.org](http://www.vdg-ev.org)**

oder wenden Sie sich direkt an:

Tel.: +49 (0) 30 4140 8867,

E-Mail: [mitglieder@vdg-ev.org](mailto:mitglieder@vdg-ev.org)

Die BÜCHI Labortechnik AG entwickelt, produziert und vertreibt Laborgeräte und Lösungen für die Bereiche Chemie, Pharma, Umwelt und die Lebensmittelindustrie. Wir sind international tätig und nehmen eine führende Marktstellung ein.



## Glasapparatebauer/in Operations

Wir suchen eine gut ausgebildete Fachperson für die Herstellung von unseren teils komplexen Glaskomponenten. In einem Team von rund 25 Mitarbeitenden werden Sie nach gründlicher Einarbeitung verschiedenste, technisch sehr anspruchsvolle Glasteile produzieren. Im Rahmen von unserem Indienprojekt reisen Sie in Blöcken zu unserer Tochtergesellschaft in Indien, um unsere lokalen Mitarbeiter zu schulen und in den Prozessen zu unterstützen.

Sie verfügen über einen Abschluss einer Fachschule als Glasapparatebauer/in und einige Jahre Berufserfahrung. Deutsch und Englisch in Wort und Schrift sind für das Verständnis der Aufgaben und die Verständigung im Team hier in der Schweiz und in Indien notwendig. Einer engagierten, loyalen und teamfähigen Persönlichkeit bieten wir eine interessante Tätigkeit, ein modernes Arbeitsumfeld und fortschrittliche Anstellungsbedingungen.

Bitte kontaktieren Sie Herrn Christoph Rutz, Leiter Fertigung, Tel. 071 394 60 72, für eine unverbindliche Vorabklärung oder senden Sie Ihre Bewerbung an Frau Lea Bischof, Personalfachfrau, [bischof.l@buchi.com](mailto:bischof.l@buchi.com).

BÜCHI Labortechnik AG  
Postfach, CH-9230 Flawil 1  
T +41 71 394 63 63

[www.buchi.com](http://www.buchi.com)

Quality in your hands