

R. Ackermann*

Quantitatives Messverfahren der Rußemissionen von Kerzen

Keywords: Kerzen, Abbrandverhalten, Ruß

Zusammenfassung

Es wird ein neues Verfahren zur quantitativen Rußbestimmung von Kerzenabbrand vorgestellt. Die Bewertung der Rußemissionen erfolgt an verschiedenen Kerzen mit unterschiedlichen Rußverhalten. Die Ergebnisse werden mit dem Rußindex der Kerzen verglichen.

■ Einleitung

Bei unvollständigen Verbrennungsprozessen und/oder durch thermische Spaltung von Kohlenwasserstoffen entsteht Ruß. Diese Prozesse werden unter anderem für die technische Erzeugung von Ruß genutzt z.B. für Reifen, Gummiteile oder Füllstoffe für Elastomere. Bei der Verbrennung von Heizöl, Holz oder Kerzen ist ebenfalls keine vollständige Verbrennung zu erreichen. Entscheidende Kriterien für eine Verbrennung sind der Brennstoffstrom, die Diffusion des Luftsauerstoffs in die Flamme sowie die Flammentemperatur. Über das Abbrandverhalten von Kerzen, Messung und Analytik der Rußemissionen wird in der Literatur vielfach berichtet.

Zum einen können Rußemissionen in größeren Räumen nach dem Abbrand von Kerzen als Brandgase und Ruß durch

Wischproben von den Wänden genommen werden (1), zum anderen können die emittierten Bestandteile der Kerze direkt über der Flamme mit Filtern gesammelt werden (2,3).

Ruß von Kerzenabbrand kann auch an Quarzglasscheiben kondensiert werden (4). Als halbquantitatives Verfahren zur Produktionskontrolle für Kerzenhersteller wird durch dieses Verfahren der »Rußindex« bestimmt.

Diese Methoden und Verfahren sind untereinander nicht immer vergleichbar. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Bewertungen des Rußverhaltens von Kerzen.

DEKRA Umwelt hat ein Verfahren entwickelt, um schnell und einfach Bewertungen des Rußverhaltens von Kerzen durchzuführen.

Um eine quantitative Abscheidung der Rußpartikel zu erreichen, werden die Abbrandgase und Rußpartikel der Kerzenflamme mit der nachfolgend beschriebenen Messmethode auf einem Glasfaserfilter gemäß VDI 2465 und 2066 (5,6) gesammelt.

Die Untersuchung des Rußes erfolgt gravimetrisch und coulometrisch als elementarer und gesamt organischer Kohlenstoff gemäß ZH 1.120.44 (7).

Beispielhaft wird der Kerzenabbrand an einer »rußarmen, schwach rußenden und rußenden« Kerze durchgeführt, und die Ergebnisse mit dem »Rußindex« verglichen.

■ Apparatur zur Rußbestimmung

Die in **Abb. 1** dargestellte Apparatur zur Rußbestimmung besteht aus einem

Drahtgitterkorb (\varnothing 200 mm, H 300 mm, Durchlässigkeit 60 %), in dem die Kerze abgebrannt wird.

Die Abbrandgase werden durch einen Glastrichter (\varnothing 200 mm) geleitet und im Abstand von 40 cm über der Kerzenflamme über einen Glasfaserfilter (GF 8 Glasfaserrundfilter, \varnothing 25 mm, Fa. Schleicher+Schüll, konstant geglüht bei 550°C) gezogen.

Um eine laminare Anströmung der Abbrandgase zu gewährleisten und eine Kondensation am Trichter zu vermeiden, wird das abgesaugte Luftvolumen auf einen Volumenstrom von 1,2-1,4 m³/h eingestellt.

Es wird jeweils eine Kerze in einem Zeitraum zwischen 10 Minuten (rußende Kerze) und 2 Stunden (rußarme und schwach rußende Kerze) abgebrannt.



Abb. 1 Apparatur zur Rußbestimmung.



Abb. 2 Sammelkartusche für Glasfaserfilter

■ Durchführung des Kerzenabbrands

An drei Haushaltskerzen aus Paraffin mit verschiedenen Dochten werden die Abbrandversuche durchgeführt:

Kerze 1:

Paraffin 5603 Docht 3x16 (rußend)

Kerze 2:

Paraffin 5603 Docht 3x14 SU (schwach rußend)

Kerze 3:

Paraffin 5603 Docht R 18x3 (rußarm)

Der kritische Brennstoffstrom beim Abbrand wurde durch verschieden saugende Dochte beeinflusst. Die Einstufung der Rußemissionen erfolgte zunächst optisch.

rußarm:

kein sichtbares Rußen

schwach rußend:

kurzzeitiges, sichtbares Rußen

rußend:

ständiges Rußen, kurzzeitiges starkes Rußen, periodisch auftretendes Rußen

Die Kerzen werden vor der Messung angezündet und brennend in die Messapparatur gestellt und nach der Messung brennend wieder entnommen, um den

Einfluss des Nachglühens und der damit verbundenen Paraffinmission nicht in die Messergebnisse einfließen zu lassen.

■ Untersuchungsergebnisse (Ruß-)

Gravimetrische Rußbestimmung

Nach der Durchführung des Kerzenabbrands werden die Glasfaserfilter auf Raumklima thermostatisiert und bis zur Gewichtskonstanz gewogen.

Die gravimetrische Bestimmung wird mit einer Halbmikrowaage (Sartorius 2004 MP) mit einer Ablesegenauigkeit von 0,01 mg durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Bestimmung des elementaren und gesamt organischen Kohlenstoffs

Die Glasfaserfilter werden nach der gravimetrischen Bestimmung coulometrisch gemäß Methode ZH 1.120.44 untersucht (Gerät: Coulomat, Fa. Ströhlein). Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse.

Bestimmung des Rußindex

Die Bestimmung des Rußindex der drei Kerzenarten wurde nach der Methode (8) durchgeführt. Hierbei werden die Kerzen

in einem Drahtzylinder abgebrannt und die entstehende Emission auf einer Glasplatte kondensiert. Die Schwärzung der Platte wird mit einem Beleuchtungsmessgerät (EADM 1) gemessen. Der Rußindex errechnet sich aus dem Quotienten der Beleuchtungsstärken der gereinigten und der berußten Glasplatten.

■ Zusammenfassung und Vergleich der Ergebnisse

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der nachgewiesenen und untersuchten Stoffe dargestellt:

Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Rußverhalten von Kerzen in drei Klassen einteilen lässt:

- rußarm
- schwach rußend
- rußend

Der Kerzenabbrand kann anhand seines Gehaltes an Gesamtkondensat, org. Kohlenstoff und elementarem Kohlenstoff in eine der drei o.g. Klassen eingeteilt werden.

Der Rußindex, der als Leitparameter für die Produktionskontrolle bei der Kerzen-

	rußarm	schwach rußend	rußend
mg Kondensat/g Kerze	0,005 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 4,0

Tabelle 1 Gravimetrische Rußbestimmung.

	rußarm	schwach rußend	rußend
µg elementarer Kohlenstoff/g Kerze (Messwertstreuung)	0,5 - 30	30 - 150	150 - 1500
µg ges. org. Kohlenstoff/g Kerze (Messwertstreuung)	1 - 50	50 - 250	250 - 2000

Tabelle 2 Coulometrische Untersuchung des elementaren und gesamt organischen Kohlenstoffs.

	rußarm	schwach rußend	rußend
Rußindex (Mittelwert), 1/h	0-1	1-1,5	>1,5

Tabelle 3 Rußindex von Kerzenabbrand.

Parameter	rußarm	schwach rußend	rußend
Kondensat (mg/g Kerze)	0,005 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 4,0
ges. org. Kohlenstoff ($\mu\text{g/g}$ Kerze)	1 - 50	50 - 250	250 - 2000
elem. Kohlenstoff ($\mu\text{g/g}$ Kerze)	0,5 - 30	30 - 150	150 - 1500
Rußindex (1/h)	0-1	1-1,5	>1,5

Tabelle 4 Rußemissionen von Kerzen.

herstellung dienen soll, korrespondiert mit den quantifizierten Gehalten der Brandgasinhaltsstoffe und mit der Einteilung in die drei Klassen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Angabe von Einzelwerten, insbesondere im Bereich der Nachweisgrenze, wenig sinnvoll ist, da schon alleine die Streuung der Messwerte und Abweichungen des Verfahrens nur eine Angabe von Messbereichen zulässt.

Sinnvoll ist, wenn in Zukunft Messungen zum Thema »Rußverhalten von Kerzen«

nach einer einheitlichen, wissenschaftlichen Methode durchgeführt werden und somit die Ergebnisse der Messungen untereinander vergleichbar und bewertbar sind.

Literatur

- (1) *Moriske H.J., Phänomen » Schwarze Wohnungen«, Gefahrstoffe - Reinhaltung Luft Nr. 9 (2001)*
- (2) *Grimmer G., Abgasuntersuchung von Kerzen, Untersuchungsbericht (1988)*

- (3) *Schwind Z., Umweltchem. Ökotox. (1994)*
- (4) *Matthäi M., Qualität und Zukunft der Kerze, SÖFW Journal 3-2001*
- (5) VDI-Richtlinie 2066
- (6) VDI-Richtlinie 2465
- (7) BGZ ZH 1/120.44 (1995)
- (8) Europäischer Normenantrag »Candle Fire Safety« part 1, test method for measuring the soot index, Draft resolution BT C 083/2003 CEN TF 164

*Anschrift der Verfassers:

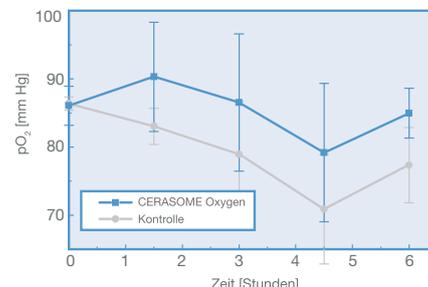
Dr. Roland Ackermann
 DEKRA Umwelt GmbH
 Handwerkstr. 15
 70565 Stuttgart
 Email: roland.ackermann@dekra.com

TRÄGERSYSTEME FÜR HÖCHSTE WIRKEFFIZIENZ

Unsere flexiblen ROVISOME machen Ihre Wirkstoffe genau dort verfügbar, wo sie tatsächlich gebraucht werden. Nur so kann Ihre Anwendung richtig wirken und Ihnen dauerhaft zufriedene Kunden bringen. Die Wirksamkeit ist wissenschaftlich nachgewiesen und komplett dokumentiert.

CERASOME OXYGEN

Cerasome Oxygen ist ein innovatives Hilfsmittel, welches einen höheren Sauerstoffanteil in die oberen Hautschichten bringt. Unser innovatives Ceramid-Trägersystem kombiniert die bekannten Eigenschaften von Glycosphingolipiden, Jojobaöl und einer hohen Sauerstoffbeladung. In kosmetischen Formulierungen führt es zu einer deutlich messbaren Erhöhung des partiellen Sauerstoffgehaltes in der Haut.



ROVISOME F.E.C.

Fucoidan, ein aus Algen gewonnenes Mucopolysaccharid zeigt mit Heparin vergleichbare Effekte. Escin aus der Rosskastanie besitzt venenverstärkende Wirkung und Coffein regt die Mikrozirkulation an. ROVISOME F.E.C. können gegen dunkle Augenränder eingesetzt werden ebenso bei Problemen mit Cupeurose oder Besenreißer. Die Wirksamkeit ist klinisch getestet.

Better science for successful products.