

W. Schütz*

Der Abbrand von Kerzen – wissenschaftlich untersucht und bewertet

Keywords: Schadstoffspuren im Rohmaterial für Kerzenherstellung und in den Emissionen des Kerzenabbrands, Toxikologische Bewertung der Meßergebnisse

1. Einleitung

Wie bei jedem Abbrand - gleich ob natürliches oder synthetisches Material brennt – so ist es auch bei dem Kerzenabbrand unvermeidlich, daß Spuren von Schadstoffen freigesetzt werden. Die Null-Emission eines Abbrandes gibt es nicht und kann es nicht geben, sondern es kann nur die Minimierung der Schadstoffspuren bis hin zur Unschädlichkeit und Vernachlässigbarkeit angestrebt werden.

Es ist z.B. allgemein bekannt, daß bei einer unvollständigen Verbrennung von organischem Material verschiedene Substanzen der folgenden Stoffklasse entstehen: polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, kurz PAK genannt (die englische Abkürzung lautet PAH). Einige Substanzen dieser Stoffklasse, die mehrere hundert Verbindungen umfaßt, gelten als Schadstoffe. Wegen der Vielzahl der Verbrennungsvorgänge in der Natur, ferner aufgrund der Heizungs- und Feuerungsanlagen, der Automobilabgase und anderer Rauchquellen sind die PAK ubiquitär, d. h. sie kommen in jeder Luft vor. Es gibt keine Luft ohne bestimmte Konzentrationen von PAK. Es würde keinen Sinn machen, Nullwerte für die Konzentrationen von PAK in der Luft vorzuschlagen.

Daher ist bei einem Verbrennungsvorgang zu fragen, ob die Verbrennung ein geringes, vernachlässigbares Schadstoffpotential freisetzt oder ob die Freisetzung inakzeptabel ist. Kerzenherstellerverband und -innung haben seit 1988 gemeinsam mit den Lieferanten der Rohstoffe mehrere wissenschaftliche Prüfungen und Bewertungen der Schadstoffabgabe beim Abbrand von Kerzen in Auftrag gegeben. Die Prüfprogramme waren jeweils so konzipiert, daß Aufklärung über in der Öffentlichkeit behauptete Schadenspo-

tentiale, die bestimmte Kerzenarten angeblich aufweisen, erlangt wurde. Ein solches Prüfprogramm ist anspruchsvoll. Es ist nur bei hochqualifizierten Prüflabors, die mit den erforderlichen Meßgeräten ausgestattet sind, in guten Händen. Die Kosten sind entsprechend hoch, d.h. ein Prüfprogramm kann ohne weiteres Kosten in der Größenordnung von DM 100 000,- verursachen.

Dies bedeutet, daß nicht fortwährend alle aktuellen Kerzentypen solchen Prüfungen unterzogen werden können. Wissenschaftler haben unserer Branche versichert, daß es genügt, wenn von Zeit zu Zeit wichtige Kerzentypen geprüft und bewertet werden. Sollten ungünstige Ergebnisse gefunden werden, wären die Prüfungen entsprechend fortzusetzen und zu vertiefen.

Nachfolgend werden die bisher durchgeführten Prüfprogramme und ihre Ergebnisse dargestellt.

2. Untersuchungen durch das biochemische Institut für Umweltcarcinogene, Prof.Dr. G. Grimmer, Großhansdorf 1988

(Berichte für den Verband Deutscher Kerzenhersteller e. V., Frankfurt, unveröffentlicht)

Es wurde die Bildung von PAK während des Abbrennens und nach dem Ausblasen von Kerzen unterschiedlicher Größe und Sorte und aus unterschiedlichen Brennmassen gemessen.

Das Prüfprogramm der Kerzen ohne Färbung/Lackierung umfaßte:

- Stundenbrenner aus Paraffin mit Ölanteil 5 – 6 %
- Teelicht aus Paraffin mit Ölanteil 1,5 %
- Haushaltskerze, getaucht, aus Paraffin mit Ölanteil <0,5 %

- Stearinkerze
- Haushaltskerze, ungetaucht, aus Paraffin
- Ewiglichtölkerze aus gehärtetem Pflanzenöl.

Soweit gefärbte und lackierte Kerzen Gegenstand der Messungen waren, handelte es sich um:

- Kerzen aus Paraffin mit Pigmentfarbe
- Kerzen aus Paraffin mit Fettfarbe
- Kerzen aus Paraffin mit einem farblosen Lacküberzug
- Kerzen aus Paraffin mit einem Perlmutt-Lacküberzug.

Der Abbrand mehrerer Kerzen simultan erfolgte in einem relativ kleinen Raum. Es handelte sich jeweils um mind. 20 Kerzen. Bei Teelichten standen 47 Stück auf dem Prüfstand.

Über den Abbrand der Kerzen ohne Farb- und Lackanteile berichtete das Institut:

Die ermittelten PAK-Massen sind als sehr gering einzustufen. So liegt der Benzo(a)pyren-Gehalt nach Abbrand von Haushaltskerzen bei 0,4 milliardstel Gramm, beim Abbrennen von Stundenbrennern bzw. Teelichten bei 0,1 milliardstel Gramm pro m³ Raumluft. Der PAK-Gehalt entspricht dem Grenzwert von Benzo(a)pyren in Räucherwaren mit 1 milliardstel Gramm/g. Über den Abbrand von gefärbten Kerzen und lackierten Kerzen wurde berichtet:

Auch hier sind die ermittelten PAK-Massen als sehr gering einzustufen. So liegt der Benzo(a)pyren-Gehalt nach Abbrand der Kerzen unter Berücksichtigung des Raum-Leerwertes bei den gefärbten bzw. lackierten Haushaltskerzen bei Werten zwischen 0,4 und 1,2 milliardstel Gramm/m³.

3. Untersuchungen von lila Kerzen durch das gleiche Institut im Jahre 1992

(Bericht für den Verband Deutscher Kerzenhersteller e. V., Frankfurt, unveröffentlicht)

Es wurde geprüft, ob beim Abbrennen von lilagefärbten, aktuell im Handel befindlichen Kerzen (Pigment Violett 23; durchgefärbt oder oberflächengefärbt) Luftkonzentrationen von toxischen Polychlordibenzo-dioxinen und -furanen entstehen, und ob diese Konzentrationen die in Innenräumen üblicherweise festgestellten Konzentrationen signifikant überschreiten.

Abbrand von *durchgefärbten Kerzen*: In einem Raum, Fläche 18,5 m², Deckenhöhe 2,6 m, wurden mit den Geräten und Filterkombinationen 20 Leuchterkerzen, 250 mm Länge und 23 mm Durchmesser, Paraffinwachs, über eine Dauer von 9,73 Std. abgebrannt (verbrannte Kerzenmasse 893,65 g) und eine Luftprobe von 15,87 m³ gesammelt.

Abbrand von *oberflächengefärbten Kerzen*:

In dem beschriebenen Raum wurden am nächsten Tag mit den beschriebenen Geräten und Filterkombinationen 20 nur oberflächengefärbte Leuchterkerzen, 250 mm Länge und 23 mm Durchmesser, Paraffinwachs, über eine Dauer von 10,51 Stunden abgebrannt (verbrannte Kerzenmasse 1145,83 g) und eine Luftprobe von 20,19 m³ gesammelt.

Ergebnisse:

Der Abbrand der beiden Kerzensorten erhöhte die im Leerversuch festgestellten Meßwerte (Zustand der Raumluft vor dem Kerzenabbrand) innerhalb der Meßgenauigkeit nicht.

Das Institut erklärte:

»Eine gesundheitliche Gefahr für Personen, die sich in einem Raum aufhalten, in dem gleichzeitig 20 lilagefärbte Kerzen der Marken IKARUS (durchgefärbt) oder ANTIKLJUS (oberflächengefärbt) abgebrannt werden, besteht daher nicht«.

4. Untersuchungen von Kerzen, ungefärbt und unlackiert

durchgeführt von Ökometric GmbH, Herbst 1994, mit toxikologischen Bewertungen von Prof. O. Hutzinger, Lehrstuhl für Ökologische Chemie und Geochemie, Bayreuth

(Schwind, Hosseinpour, Fiedler, Lau, Hutzinger: »Bestimmung und Bewertung der Emissionen von PCDD/PCDF, PAK und kurzkettigen Aldehyden in den Brandgasen von Kerzen«, UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 6 (5) 243-246 (1994)

Zunächst wurde das Kerzenmaterial selbst auf Schadstoffgehalte untersucht, also der Materialzustand vor dem Abbrand, und zwar:

Paraffin

geliefert von Schümann, Typ OFA 5603

Stearin

geliefert von Pronova, Typ Safacid 16/18

Bienenwachs

geliefert von Kahl

auf Spuren von: PCDD/PCDF, Chlorphenole, Chlorbenzole.

Docht für Paraffinkerzen

geliefert von WEDO, Typ R 18/3 »S«

Docht für Stearinkerzen

geliefert von WEDO, Typ FD 3 x 12 NST

Docht für BW-Kerzen

geliefert von WEDO, Typ 3 x 12 »S«

auf Spuren von: PCDD/PCDF, Chlorphenole, Chlorbenzole, Pestizide.

Es folgten Untersuchungen der Brandgase aus dem Kerzenabbrand und aus dem Nachrauchen nach dem Löschen der Flammen. Die Kerzen brannten in einer Prüfkammer unter einer Glasglocke ab, die die Emissionen in ein Filtersystem leitete. Dabei handelte es sich jeweils um

9 Stück Paraffinkerzen,

Format 20/245
gegossen

Wachs- und Dochttyp wie oben angegeben

9 Stück Stearinkerzen,

Format 20/245

gegossen

Wachs- und Dochttyp wie oben angegeben

9 Stück Bienenwachskerzen

Format 20/245

gegossen

Wachs- und Dochttyp wie oben angegeben

Die Messungen waren gerichtet auf mögliche Spuren von PCDD/PCDF, PAK, kurzkettige Aldehyde.

Die Brenndauer der 9 Kerzen betrug jeweils 6 Stunden (Ausnahme: Aldehyd-Messung).

Um die Realitäten des Kerzengebrauchs zu simulieren, wurde folgender Brennzyklus ausgeführt:

- 2 Stunden Abbrand, Ausblasen der Flammen, 1 Stunde Pause
- Weitere 2 Stunden Abbrand, Ausblasen der Flammen, 1 Stunde Pause
- Weitere 2 Stunden, Abbrand, Ausblasen der Flammen.

Die Aldehyd-Emissionsmessung hatte aus technischen Gründen nur ein einstündiges Abbrennen zum Gegenstand, um ein sog. Überladen des Probenahmefilters zu vermeiden.

Ergebnisse der Abbrandversuche

Die in den Tabellen 1 bis 3 angegebenen Konzentrationen sind um den jeweiligen Versuchsblindwert korrigiert. Alle Konzentrationsangaben in der Einheit (Stoffmenge/m³) entsprechen den Emissionen von neun Kerzen. Bei den PAK ist ein mögliches Gefährdungspotential anhand der Einzelverbindung abzuschätzen.

Als Leitsubstanz hierfür kann Benzo(a)pyren dienen. Die Benzo(a)pyren-Emission in den Brandgasen aller drei Kerzenarten ist kleiner als 0,02 ng/g verbranntem Wachs.

Das Institut hat die Werte von 14 weiteren PAK festgestellt. Die vollständige Tabelle mit den Werten aller 15 Stoffe kann dem o. g. Fachaufsatz von Schwind, Hosseinpour, Fiedler, Lau, Hutzinger entnommen werden.

Toxikologische Bewertung der Meßergebnisse

Die Wissenschaftler haben im Laborbericht ausgeführt:

Die inhalative Aufnahme der PAK- und Aldehyd-Emissionen von 9 gleichzeitig brennenden Paraffin-, Bienenwachs- oder Stearinkerzen liegen – wenn der Abbrand in einem Raumvolumen von 50 m³ erfolgt – um ein Vielfaches unterhalb des Wertes, den eine brennende Zigarette verursacht. Die inhalative Aufnahme von Dioxinen in einer solchen Raumluftatmosphäre ist im Jahresmittel der Aufnahmerate vernachlässigbar. Auch bezüglich der durchschnittlichen Gesamtaufnahme mit PCDD/PCDF ergibt sich durch den Gebrauch der untersuchten Kerzen, auch bei schlecht oder gar nicht gelüfteten Räumen, kein signifikanter Beitrag. Ein zusätzliches gesundheitliches Risiko durch den Aufnahmepfad »Inhalative Aufnahme von Kerzenemissionen« ist für die untersuchten Substanzen toxikologisch nicht abzuleiten.

Selbst bei einem »worst case«-Szenario, d.h. wenn 30 Kerzen vier Stunden lang in einem Wohnraum mit 50 m³ brennen, in dem während dieser Zeit kein Luftaustausch stattfindet, ist eine zusätzliche gesundheitsschädliche Belastung durch den Kerzenabbrand nicht möglich.

Die Abbrandemissionen der untersuchten Paraffin-, Stearin- und Bienenwachskerzen zeigen keine signifikanten Unterschiede bezüglich der untersuchten Schadstoffklassen. Die aus Paraffin hergestellten Kerzen sind toxikologisch ebenso unbedenklich wie die Bienenwachs- oder Stearinkerzen. Diese Schlußfolgerungen gelten auch für die drei eingesetzten Dochtarten.

5. Untersuchung der Kerzenfarben und -lacke und des Abbrandes der mit diesen Rohstoffen gefertigten Kerzen

durch Ökometric GmbH, Bayreuth, im Frühjahr 1995

(Bericht für den Verband Deutscher Kerzenherstellere. e.V., Frankfurt, unveröffentlicht.

Lau, Fiedler, Hutzinger, Schwind, Hosseinpour: »Levels of selected organic compounds in materials for candle production and human exposure to candle emissions«, *Chemosphere*, Vol. 34, Nos 5-7, pp. 1623-1630, 1997).

Bei den 1994 untersuchten Kerzen handelte es sich – wie erwähnt – ausschließlich um ungefärbte Kerzen ohne Lack oder weitere dekorative Beimischungen. Ob Einfärbung und/oder

Abbrandversuch	I-TEQ-Werte (pg/g verbr. Wachs)	I-TEQ-Werte (pg/m ³)
Paraffinkerzen	0,015	0,183
Bienenwachskerzen	0,004	0,038
Stearinkerzen	0,027	0,340

Tab. 1 Um den Blindwert korrigierte PCDD/PCDF-Emissionen

Abbrandversuch Paraffinkerzen PAK (ng/g verbr. Wachs)	Abbrandversuch Bienenwachskerzen PAK (ng/g verbr. Wachs)	Abbrandversuch Stearinkerzen PAK (ng/g verbr. Wachs)
Benzo(a)pyren 0,01 PAK (ng/m ³)	Benzo(a)pyren < 0,02 PAK (ng/m ³)	Benzo(a)pyren < 0,01 PAK (ng/m ³)
Benzo(a)pyren < 0,12	Benzo(a)pyren < 0,15	Benzo(a)pyren < 0,16

Tab. 2 Um den Blindwert korrigierte PAK-Emissionen

Abbrandversuch	Aldehyde (ng/g verbr. Wachs)	Aldehyde (mg/m ³)
Paraffinkerzen	Formaldehyd 14,1	Formaldehyd 0,017
	Acetaldehyd < 0,1	Acetaldehyd < 0,001
	Acrolein 0,1	Acrolein < 0,001
	Propionaldehyd 0,1	Propionaldehyd < 0,001
Bienenwachskerzen	Formaldehyd 4,7	Formaldehyd 0,005
	Acetaldehyd < 0,3	Acetaldehyd < 0,001
	Acrolein < 0,1	Acrolein < 0,001
	Propionaldehyd < 0,1	Propionaldehyd < 0,001
Stearinkerzen	Formaldehyd 3,7	Formaldehyd 0,006
	Acetaldehyd < 0,4	Acetaldehyd < 0,001
	Acrolein 5,4	Acrolein 0,009
	Propionaldehyd < 0,1	Propionaldehyd < 0,001

Tab. 3 Um den Blindwert korrigierte Aldehyd-Emissionen

Lackierung von Kerzen mittels eines Farb- oder/und Lackmantels diese Resultate beeinflusst, sollte in einem weiteren Untersuchungsprogramm geklärt werden. Um die Ergebnisse aus beiden Meßprogrammen vergleichbar zu gestalten, wurde als Standardkerzenrundkörper für das Untersuchungsprogramm 1995 die bereits im Vorjahr untersuchte Paraffinkerze gewählt (gleicher Paraffintyp, gleicher Dochttyp, gleiche Größe und Herstellungsart).

Es wurden die Emissionen des Abbrandes folgender Kerzenmuster gemessen (jeweils 9 Stück):

Kerzenrohling mit Tauchmasse (ohne Farbe) ummantelt;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und gelber Außenfärbung;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und roter Außenfärbung;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und dunkelroter Außenfärbung;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und blauer Außenfärbung;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und grüner Außenfärbung;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und violetter Außenfärbung;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und einer Farbmischung außengefärbt;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und Lack farblos matt ummantelt;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und Lack farblos glänzend ummantelt;
Kerzenrohling mit Tauchmasse und Lack gold seidenglänzend ummantelt;

Kerzenrohling mit Tauchmasse und einer Lackmischung ummantelt;

Kerzenrohling mit Tauchmasse, roter Außenfärbung und Lack farblos matt ummantelt.

Nach dem Auslöschen der Kerzen glüht die Dochtspitze naturgemäß etwas nach, was mit der Abgabe eines Rauchschwadens verbunden ist. Die in diesen Rauchschwaden enthaltenen PCDD/PCDF-, PAK- und Aldehyd-Emissionen wurden bei jeder Probenahme und Messung miterfaßt.

Über die Ergebnisse dieses Untersuchungsprogramms haben die Wissenschaftler berichtet:

Die Analyse der Brandgase der Kerzen mit Farb- und/oder Lacküberzug ergab, daß die Schadstoffemissionen in allen Fällen nur sehr gering sind.

Die PCDD/PCDF-Emissionen ergaben I-TEQ-Werte von 0,095 – 0,423 pg/m³ für jeweils 9 Kerzen. Konzentrationen in dieser Größenordnung können auch in der Außenluft von Ballungszentren gemessen werden.

Die Konzentration der PAK-Leitsubstanz Benzo(a)pyren in den Brandgasen der gefärbten und/oder lackierten Kerzen lag zwischen 0,07 und 0,96 ng/m³. Die zum Arbeitsschutz festgelegte Technische Richtkonzentration (TRK) beträgt 0,002 mg/m³. Damit erreichen die in den Verbrennungsgasen gemessenen Benzo(a)pyren-Konzentrationen nur maximal 0,05 % des TRK-Wertes.

Die Formaldehyd-Konzentrationen erreichten Werte bis 0,009 mg/m³, das sind 1,5 % des festgesetzten MAK-Wertes. Acetaldehyd wurde in Konzentrationen bis zu 0,046 mg/m³ (= 0,05 % des zulässigen MAK-Wertes) detektiert. Acrolein oder Propionaldehyd waren mit einer Nachweisgrenze von 0,001 mg/m³ in keiner Probe nachweisbar. Die Acrolein-Emissionen in den Brandgasen betragen damit weniger als 1 % des MAK-Wertes.

Der Abbrand der untersuchten gefärbten und lackierten Paraffinkerzen ist gesundheitlich unbedenklich. Die toxikologische Bewertung kommt selbst unter Annahme eines »worst case«-Szenarios zu dem Ergebnis, daß die Abbrandemissionen solcher Kerzen kein zusätzliches gesundheitliches Risiko für den Verbraucher darstellen.

	Gesamtgewicht (abgerundete Zahlen in t)	Lieferwert ab Werk in DM (abgerundete Beträge o. MWSt.)
Kerzen (Standardtypen)	65.420	285.505.000
Duftkerzen	1.660	8.012.000
Teelichte	20.520	72.254.000
Opferlichte	1.820	10.319.000
Grablichte, Brenner	10.100	30.840.000
Gesamt	99.520	406.930.000

Tab. 4

6. Gegenwärtiges Gesamtbild

Bei allen untersuchten Kerzenarten wurde eine Minimierung der Schadstoffspuren festgestellt. Eine besondere Schadstoffauffälligkeit ergab sich bei keinem Kerzentyp.

Die aus Paraffin hergestellten Kerzen haben – was Schadstoffprüfungen anbetrifft – ein Profil, das sich von den Kerzen aus Stearin und aus Bienenwachs nicht merklich unterscheidet. Der in manchen Meldungen behauptete höhere Reinheitsgrad von Stearin und Bienenwachskerzen hat sich nicht bestätigt.

Das Gesamtergebnis »unbedenklich« wurde auch erzielt, wenn die Flammen der neun auf dem Prüfstand befindlichen Kerzen ausgeblasen wurden und dann das Nachglimmen des Dochtes und die Abgabe des Rauchschwadens entstand. In diesem Vorgang wurde keineswegs eine signifikante Schadstoffkonzentration gemessen.

Die Meßgeräte zeigten ferner: Das Aufbringen der Farben und Lacke auf die Kerzen beeinflusst die Emissionen des Abbrandes nicht negativ.

Insgesamt darf festgestellt werden, daß mit den bisherigen Untersuchungsprogrammen, besonders durch die Prüfungen von 1994 und 1995, das Wissen über Kerzenrohstoffe und die Emission des Kerzenabbrandes ein Niveau erreicht hat, das es bisher in Deutschland – und offenbar auch in anderen Ländern – noch nicht gegeben hat.

Gleichwohl ist beabsichtigt, die Kenntnisse über das Produktspektrum Schritt für Schritt noch weiter zu vervollständigen und von Zeit zu Zeit auch durch weitere Untersuchungen zu aktualisieren. Was die Mengenanteile der verschiedenen Kerzen-Brennmassen in der deut-

schen Produktion anbetrifft, so stellt der Verband folgende Schätzung zur Verfügung:

Paraffin	ca. 96 bis 97 %
Stearin	ca. 2 bis 3 %
Bienenwachs	ca. 1 %

Für einige Spezialprodukte, z. B. Ewiglichtkerzen, wird auch gehärtetes Öl (pflanzlich, tierisch) eingesetzt.

Schließlich ist von Interesse zu wissen, welches Gesamtpotential die deutschen Kerzenhersteller zur Zeit darstellen und welche Anteile auf die verschiedenen Kerzentypen entfallen. Der Verband hat erstmals für das Kalenderjahr 1996 eine Umfrage an alle deutsche Kerzenhersteller gerichtet und ist aufgrund der Rückmeldungen und ergänzender Schätzungen zu folgenden Feststellungen gelangt: (Tab. 4).

*Anschrift des Verfassers:

Dr. W. Schütz
c/o Verband Deutscher
Kerzenhersteller e.V.
Karlstr. 21
D-60329 Frankfurt am Main

