

# 2001 – Matthäi Petereit – Qualität und Zukunft der Kerze

Der englische Originaltitel des Vortrags, gehalten anlässlich des Treffens der europäischen Kerzenhersteller in Odense/Dänemark, lautet „THE QUALITY FUTURE FOR THE CANDLE –A BURNING ISSUE“. Diese Doppeldeutung führt uns direkt zur Thematik.

Ich bin sicher, daß das Produkt Kerze auch und gerade in unserer heutigen Zeit eine Zukunft hat, wenn es uns gelingt, Qualität und Verbrauchersicherheit noch stärker in den Vordergrund zu stellen. Deshalb müssen wir zuerst die Frage stellen: Wie unterscheidet man eine gute von einer schlechten Kerze? Die wichtigste Voraussetzung für die Herstellung einer guten Kerze ist die Verwendung von qualitativ hochwertigen Ausgangsstoffen sowie ein gutes Abbrandverhalten resultierend aus einer optimalen Abstimmung zwischen eingesetzten Materialien und gewähltem Docht. Es geht mit anderen Worten also darum, mit den gewählten, definierten Qualitätskriterien für das Produkt Kerze eine optimale Verbrauchersicherheit zu gewährleisten.

Einen wesentlichen Schwerpunkt bildet dabei das Abbrandverhalten und damit im Zusammenhang das Rußverhalten einer Kerze. Insbesondere auf die Rußthematik soll im Verlaufe meines Vortrages detaillierter eingegangen werden.

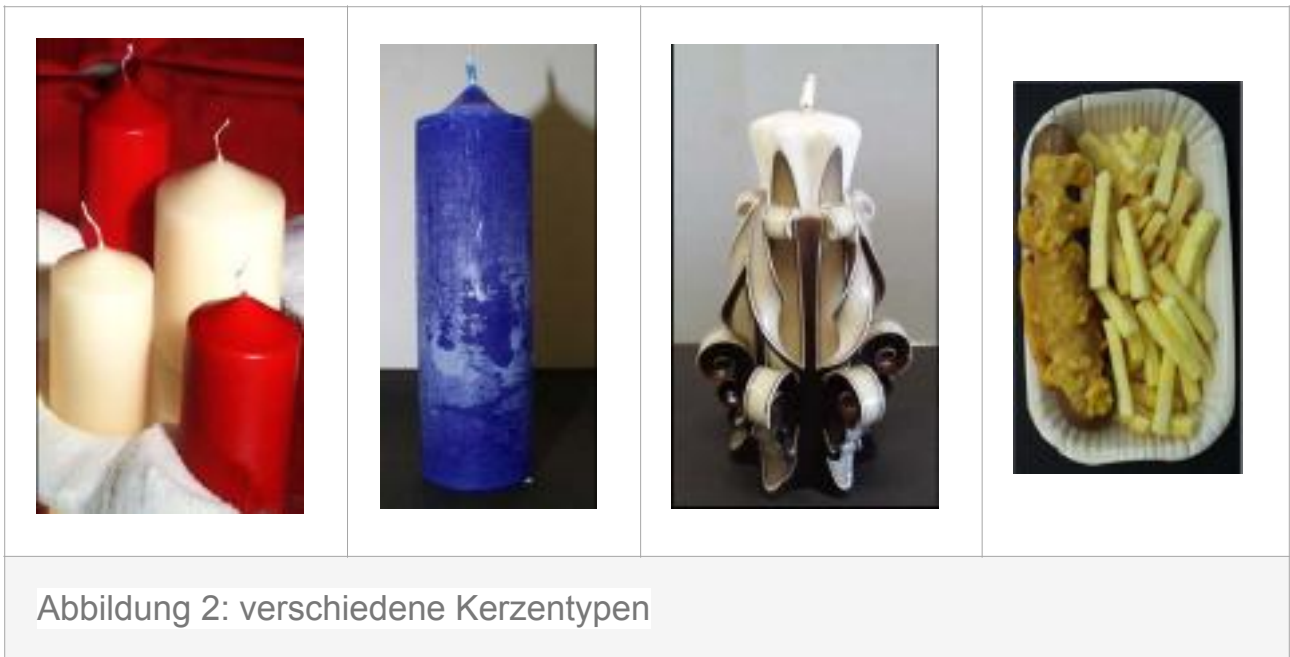


Abbildung 1a

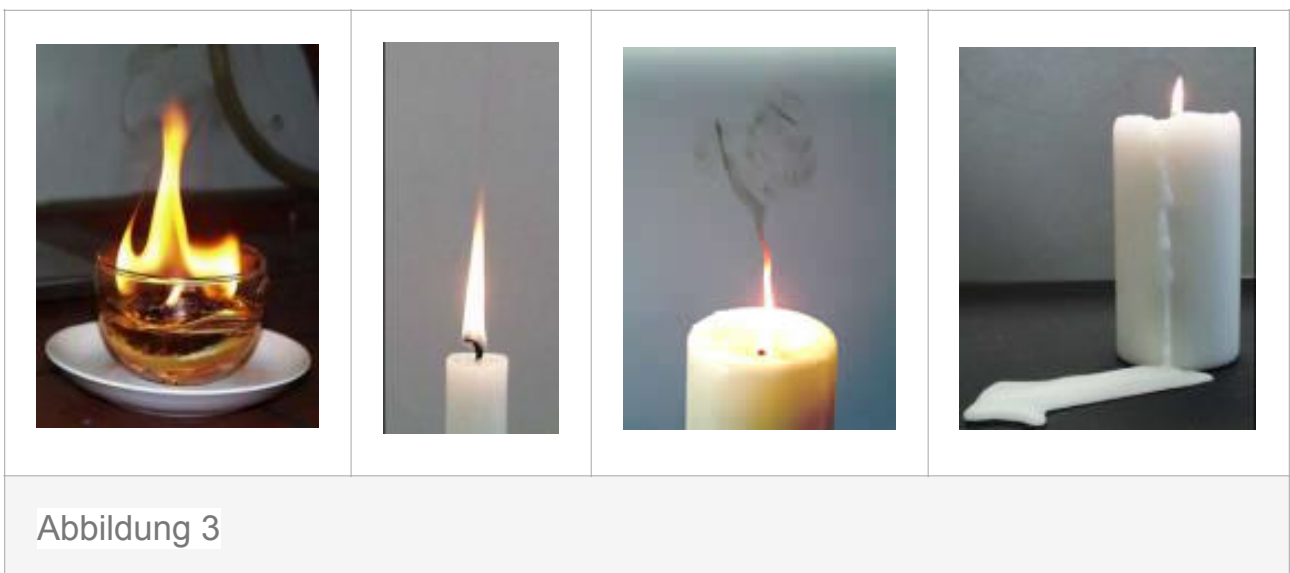


Abbildung 1b

Zuerst gilt es natürlich zu definieren, was wir unter Qualität einer Kerze verstehen. Die Abbildung zeigt auf der linken Seite eine Standardkerze, wie sie vielfach produziert wird und die die Qualitätsanforderungen des Verbrauchers erfüllt. Die leuchtende Flamme, die Krümmung des Doctes, die optimale und gleichmäßige Abbrandgeschwindigkeit sind nur einige Kriterien, die die Qualität einer Kerze bestimmen (Abbildung 1a). Ein gutes Abbrandverhalten als ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Kerze ist nicht erst eine Forderung unserer Zeit, wie die Karikatur aus dem 19. Jahrhundert zeigt (Abbildung 1b). Interessant ist in diesem Bild auch der versteckte Hinweis auf die Qualität der eingesetzten Materialien, wie Talg, Wachs oder Stearin. Kurze Zeit später wurde das Paraffin entdeckt, das heute den Hauptanteil des eingesetzten Kerzenmaterials darstellt. Wie Sie sehen, haben sich schon unsere Vorfahren mit den Fragen zur Qualität der Kerze beschäftigt. Die Kerze und ihre Tradition sind also unmittelbar mit der Diskussion um Kerzenqualität verbunden. Es ist unser Privileg, mit einem traditionellen Produkt, das erfolgreich über die Jahrhunderte bestand und auch weiter bestehen wird, zu arbeiten. Es ist unsere Verantwortung, daß dies auch in Zukunft so bleibt.



Qualität wird offenbar sehr unterschiedlich interpretiert. Das gilt auch für die Kerze. Die Abbildung 2 zeigt vier unterschiedliche Beispiele von Kerzen. Alle diese Kerzen sind qualitativ hochwertige Produkte, ausgewählt, gekauft und bezahlt vom Kunden. Sie entsprechen vielleicht nicht jedermanns Geschmack, aber ihre Qualität ist unbestritten. Über Geschmack läßt sich eben bekanntlich nicht streiten. Ob glatte oder rustikale Oberfläche, ob schlicht oder hochverziert, ob traditionell oder modern, Geschmack hat nur mittelbar etwas mit Qualität zu tun.



Anders verhält es sich bei brennenden Kerzen (Abbildung 3). Am Abbrandverhalten läßt sich sehr schnell der Begriff der Kerzenqualität sowohl für den Experten als auch für den Laien definieren. Rußende Kerzen, Kerzen mit ablaufendem Wachs oder Kerzen mit einem Brand der gesamten Oberfläche sind Beispiele einer schlechten Kerzenqualität, vor der der Verbraucher geschützt werden muß. Derartige Kerzen sind nicht nur ein Sicherheitsrisiko, sondern sie gefährden auch das positive Image der Kerze. Sie könnten die Arbeit von uns allen zunichte

machen und die nicht unerheblichen Mittel für durchgeführte wissenschaftliche Untersuchungen, PR-Aktionen und Qualitätssicherung in Frage stellen. Gute Qualität ist ein integraler Bestandteil des gesamten Produktes. Die Definition der Qualitätskriterien für Kerzen, ausgehend von den Bedürfnissen und der Sicherheit der Verbraucher, ist eine der wichtigsten Aufgaben für nationale und internationale Kerzenverbände. Bisherige Normen waren oftmals sehr allgemein gehalten und beschränken sich im wesentlichen auf die Klassifizierung und Definition von Kerzentypen bzw. auf Aussagen zu eingesetzten Materialkompositionen. Mit der deutschen RAL-GZ 041 wurden erstmals konkrete qualitative Kriterien sowohl für die eingesetzten Rohstoffe als auch für die hergestellten Kerzen geschaffen.

Die Qualitätskriterien lassen sich zwei Kategorien zuordnen:

a) Die Kerze als eigenständiges Objekt:

b) Der Abbrandprozeß

Beide Kategorien beinhalten auch unmittelbar die Verbrauchersicherheit.

Der Verbraucher muß sicher sein, daß nur reine und ungefährliche Ausgangsprodukte eingesetzt werden. Er erwartet außerdem, daß seine, die Kaufentscheidung beeinflussenden Faktoren erhalten bleiben (z.B. die Stabilität, die Form, die Farbe, die Oberfläche, der Duft). Darüber hinaus muß das Produkt dem angegebenen Wertebereich entsprechen (z.B. Brenndauer, Gewicht, Abmaße). Erwartet werden auch Abbrandeigenschaften wie optimale Leuchtkraft, kein sichtbares Rußen, kein Tropfen sowie keine Gefährdung durch Schadstoffbildung.

Dies sind die Faktoren, auf die sich letztlich alle

Qualitätsvereinbarungen zurückführen lassen. In den gültigen Rahmenvereinbarungen müssen nun für alle diese Faktoren die definierten Qualitätskriterien festgelegt und die dafür angewandten Meßmethoden beschrieben werden. Dies sollte aus meiner Sicht in technischen Arbeitskreisen der Kerzenverbände geschehen und dem Kerzenhersteller zur Verfügung gestellt werden. Das Vertrauen in das Produkt, mit anderen Worten in die Qualität, ist mitbestimmend für die Treue des Kunden.

Die Verbraucher von heute sind gut informiert, anspruchsvoll und fällen ihre Kaufentscheidung in den meisten Fällen nicht spontan, sondern aufgrund von Produktinformationen und damit in Zusammenhang stehenden positiven oder negativen Assoziationen. Der Verbraucher ist sehr sensibel und unterliegt Trends und Einflüssen. Wenn das Image eines Produktes durch negative

Schlagzeilen erst einmal angeschlagen ist, so ist es für jeden Hersteller extrem schwierig, das Vertrauen und die Treue der Kunden zurückzugewinnen. Gerade in den vergangenen Jahren gab es eine Vielzahl solcher Fälle, die bei den betroffenen Produkten zu starken Verkaufseinbrüchen geführt haben.



Abbildung 4: Skandale verunsichern die Verbraucher (Quelle: Die Woche, Nr. 16, 14.04.1994, „Krebs aus dem Supermarkt“)

Die Abbildung 4 gibt einige Beispiele für Skandale im Lebensmittelbereich. Wenn sich die Verbraucher erst einmal von einem Produkt abgewandt haben, kann der frühere Marktanteil nur durch enorme Anstrengungen wiedergewonnen werden. Es kostete z.B. Perrier 200 Millionen Francs (ca. 70 Millionen DM), um das angeschlagene Image nach dem Benzolskandal von 1990 wieder aufzupolieren. Qualitätssicherung erfordert Investitionen, deren Kosten im Vergleich zu denen, die mit einer Rückrufaktion oder einer erneuten Etablierung eines Produktes im Markt entstehen, gering sind.

Auch die Kerze ist nicht von negativen Diskussionen verschont geblieben. Das zeigen die Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit:

- Journal Ökotest: Diskussion über Schwefel in Paraffin
- Diskussion über Ruß

- Blei im Docht
- Gefährliche Verbrennungsprodukte
- Lila Kerze (Dioxin)
- USA: Proposition 65

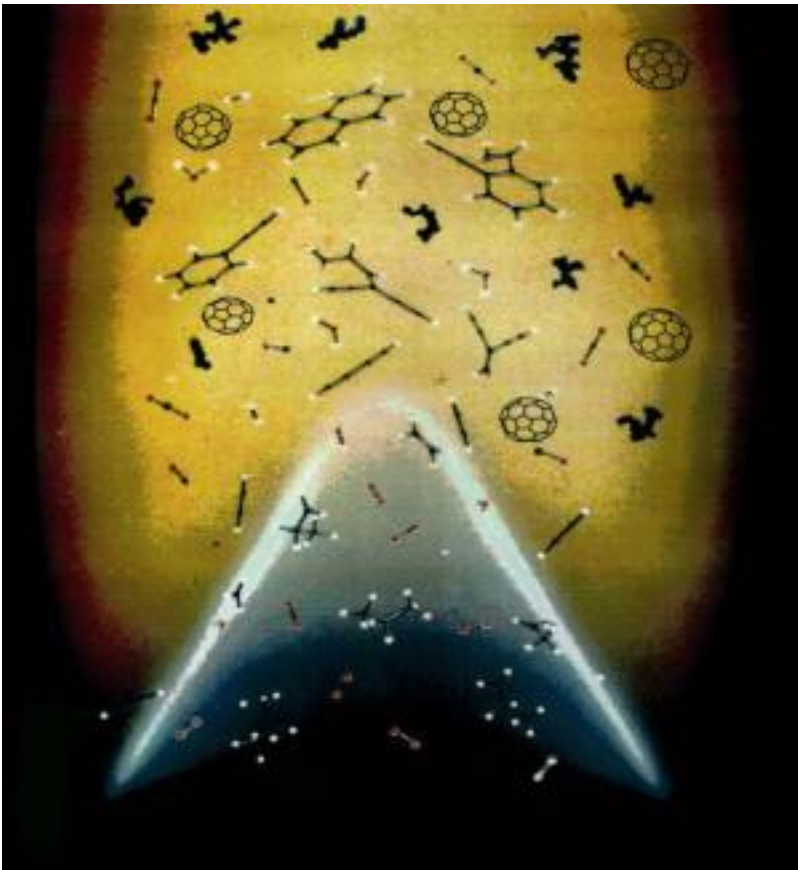
Unabhängig vom Wahrheitsgehalt der einzelnen Aussagen kostete es große Anstrengungen und hohe finanzielle Mittel, um das positive Image der Kerze zu erhalten und den Verbraucher richtig zu informieren. Die unter Leitung des Deutschen Kerzenverbandes und der Gütegemeinschaft Kerzen gemeinsam mit Rohstoffherstellern und Kerzenherstellern durchgeführte Kampagne hat gezeigt, wie wichtig dabei eine gemeinsame Vorgehensweise ist. Dies sollte auf europäischer und internationaler Ebene weitergeführt werden. Die Verbände bilden dafür die Plattform.

Eine Steigerung des Kerzenverbrauches ist bei gleichzeitiger Diskussion über mögliche Gesundheits- und Sicherheitsgefahren der Kerze nur schwer erreichbar. Die oben genannten Beispiele für in der Vergangenheit geführte Diskussionen sind im wesentlichen mit den Aspekten der Reinheit der eingesetzten Materialien oder mit den beim Abbrand entstehenden Verbrennungsprodukten verbunden.

Die Reinheit der eingesetzten Ausgangsprodukte (z.B. Hydrierqualität, Schwefelgehalt, Restlösemittelgehalt) sind ausschlaggebend für den Verbrennungsprozeß in der Kerzenflamme. Dabei werde ich auf die im Zusammenhang mit der Verbrennung möglicherweise auftretende Rußemission noch näher eingehen.

Jeder von Ihnen erfreut sich an einer gut brennenden Kerze, insbesondere, wenn es sich um eine Kerze aus eigener Produktion handelt. Die Kerze hat eine lange Tradition. Sie hat den Menschen in der Vergangenheit Licht und Wärme gebracht. In der heutigen Zeit ist sie prädestiniert, eine angenehme Atmosphäre bei den unterschiedlichsten Anlässen zu schaffen.

In jüngster Vergangenheit sind aber wiederholt Diskussionen über unerwünschte Substanzen in Kerzenflammen aufgekommen, die dazu führten, daß der Kerzenabbrand differenziert und mit Vorurteilen betrachtet wurde. Diese Vorurteile und Skepsis können aber nur dann ausgeräumt werden, wenn dem Verbraucher klar und eindeutig der Kerzenabbrand mit seinen Begleiterscheinungen verständlich gemacht wird.



#### Abbildung 5 Verbrennungsprodukte in Flammen

Das Wissen über die Vorgänge in der Flamme bildet die Grundlage für das Verstehen des Kerzenabbrandes. Die Vielfalt der beim Kerzenabbrand entstehenden Verbindungen hat zu kritischen Betrachtungen des Kerzenabbrandes geführt. Viele der in Abbildung 5 gezeigten

Substanzen sind harmlos und verbrennen in der Flamme komplett zu Kohlendioxid und Wasser, insbesondere dann, wenn es sich um eine qualitativ hochwertige Kerze handelt.

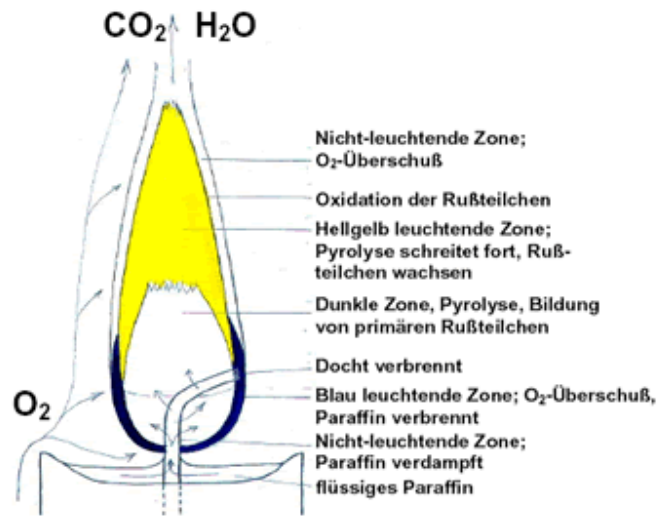


Abbildung 6: Die verschiedenen Flammenzonen

Betrachten wir zunächst die Vorgänge in der Flamme, wie sie Abbildung 6 zeigt. Die Kerzenflamme ist eine laminare Diffusionsflamme, d.h. das Strömungsfeld ist nicht durch Turbulenzen gekennzeichnet, und die Vermischung von Brennstoff und Sauerstoff aus der Umgebungsluft erfolgt über Diffusionsvorgänge. Das Paraffin wird durch die Flamme verflüssigt, wird vom Docht hochgezogen, verdampft und pyrolysiert im sauerstoffarmen, dunklen, kegelförmigen Flammenkern. Die Paraffinbruchstücke reagieren mit dem Sauerstoff aus der Umgebungsluft und bilden Wasserdampf. Dabei wird Energie in Form von Wärme und Licht frei. Diese Energie pyrolysiert fortlaufend weiteren Brennstoff. Eine Kettenreaktion ist in Gang gekommen, die Kerze brennt allein weiter. Da der Wasserstoff bevorzugt mit Sauerstoff reagiert, verbleiben die Kohlenstoffatome in der Flamme und bilden kleine kugelförmige Rußpartikel. Diese über 1000 °C heißen Rußpartikel glühen und bilden das typisch warme, gelbe Licht der Flamme, das eine Kerze so gemütlich macht. Beim Verlassen der Flamme reagieren sie mit Sauerstoff und werden zu Kohlendioxid oxidiert. Wenn die Kohlenstoffpartikel sich zu großen Einheiten zusammenlagern, der notwendige Sauerstoff nicht vorhanden ist oder die Temperatur der Kohlenstoffpartikel zu gering ist, dann rußt die Flamme.





### Rußeigenschaften:

- Elementarer Kohlenstoff aus der unvollständigen Verbrennung von organischen Brennstoffen
- Teilchenform: kugelförmige Primärteilchen (Nuclei), die zu Ketten koagulieren
- Teilchengröße: 20 – 200 nm
- Teilchenoberfläche: ca. 30-100 m<sup>2</sup>/g

Abbildung 7: Rußende Flamme und Rußeigenschaften

Die Abbildung 7 zeigt eine Kerze mit rußender Flamme. Solche Kerzen sehen nicht nur unschön aus, sondern führen auch zu starken Verschmutzungen der unmittelbaren Umgebung. Darüber hinaus fragt sich der Verbraucher, ob damit nicht auch eine Gesundheitsgefährdung verbunden ist.

Im Zusammenhang mit der Rußthematik stehen folgende drei Fragen im Vordergrund:

1. Welche Rußmenge kann von einer brennenden Kerze maximal abgegeben werden?
2. Gibt es eine Beziehung zwischen Morphologie und stofflicher Zusammensetzung der Rußteilchen und ihrer Herkunft (ist Ruß eindeutig einem Kerzenabbrand zuzuordnen)?
3. Woraus besteht Ruß, und welche gesundheitliche Gefährdung geht von ihm aus?

Die ersten beiden Fragen sind für den Kerzenhersteller von großem Interesse, speziell im Zusammenhang mit der Bearbeitung von Reklamationen zu Schwärzungen an Wänden und Decken in geschlossenen Räumen. Darauf wird noch näher eingegangen.

Der dritte Punkt spiegelt die Diskussionen zur Verbrauchersicherheit wider und ist insbesondere im Zusammenhang mit den Angriffen gegen die Kerze, wie wir sie zur Zeit in Kalifornien (Proposition 65) erleben, von Interesse.

Es liegen heute eine große Anzahl von Untersuchungen von Instituten und Umweltlabors vor, die eindeutig belegen, daß bei gegebener Reinheit der eingesetzten Ausgangsprodukte und einer optimalen Abstimmung von Docht und Paraffin keinerlei Gesundheitsgefährdung von einer brennenden Kerze ausgeht.

### Theoretische Rußbildung für $C_{25}H_{52}$

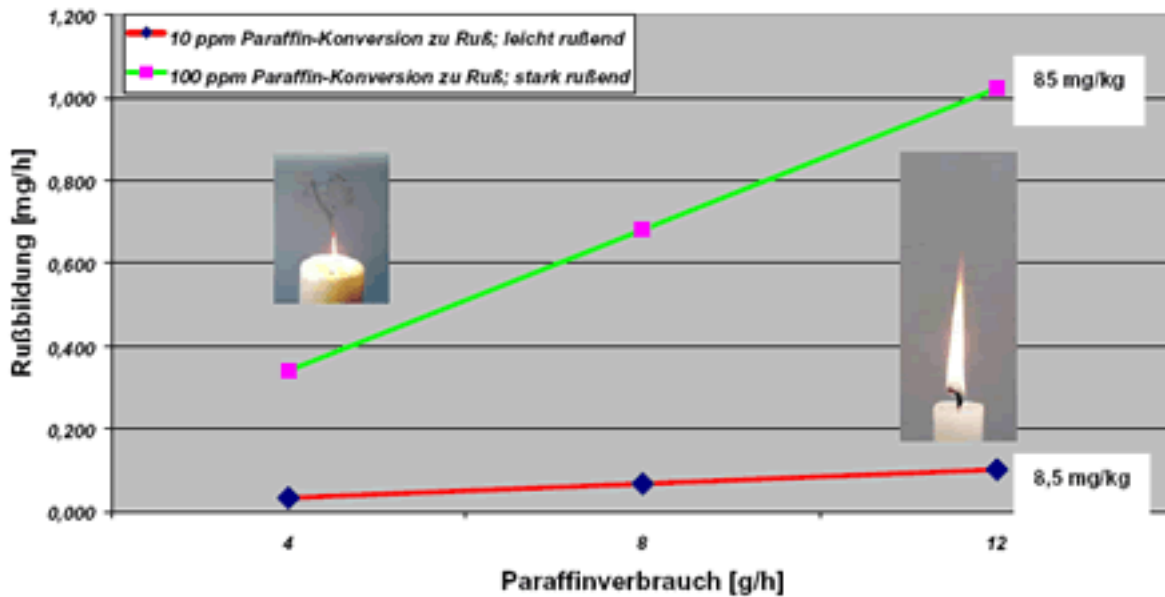


Abbildung 8: Rußkurve

Bezüglich der Rußmenge, die durch eine brennende Kerze ausgeschieden werden kann, werden in der Literatur unterschiedliche Angaben gemacht. Diese sind in erster Linie von der angewandten Testmethode abhängig und könnten allerdings in diesem oder jenem Fall auch durch andere Interessen beeinflusst worden sein.

Jede brennende Kerze besitzt das Potenzial, Ruß zu emittieren. Auch eine qualitativ hochwertige Kerze kann durch nachteilige oder sich ändernde äußere Einflüsse (z.B. Zugluft) Ruß emittieren. Wenn eine Kerze nicht sichtbar rußt, dann können bis zu 1 mg Ruß/kg Brennstoff emittiert werden, ohne daß dies vom menschlichen Auge bemerkt wird. Eine Kerze im Grenzbereich zwischen nicht rußend und rußend gibt zwischen 2 und 10 mg Ruß/kg Kerzenmaterial ab. Bei stark rußenden Kerzen liegt die maximal mögliche Menge im Bereich von 80-100 mg Ruß/kg Kerzenmaterial. Eine höhere Rußmenge ist, solange die Kerze nicht auf der gesamten Oberfläche brennt, sondern die Flamme durch den Docht gespeist wird, theoretisch nicht möglich. Aussagen zu höheren Rußmengen müssen demnach mit Vorsicht betrachtet werden. In Abbildung 8 ist die theoretische Rußbildung für ein Paraffin mit der mittleren C-Zahl von 25 wiedergegeben.

Die zweite wichtige Frage ist die Zuordnung des Rußes zu dem tatsächlichen Verursacher. Hier hat der Deutsche Kerzenverband

große Anstrengungen unternommen, um eine eindeutige Klärung dieser Frage zu ermöglichen. Bis heute gibt es keine eindeutige Antwort. Zwei vielversprechende Ansätze werden zur Zeit verfolgt: die chemische Analyse des Rußes und die optische Untersuchung mittels Elektronenmikroskopie.

Mit Hilfe der chemischen Untersuchung zur PAK-Verteilung in Ruß ist man in der Lage, Ruße nach ihrer Herkunft anhand charakteristischer Fingerprints zu unterscheiden. Mit Hilfe der Elektronenmikroskopie können Unterschiede in der Struktur, Größe und Gestalt der Teilchen sichtbar gemacht werden. Diese Unterschiede sind vorwiegend auf die Abbrandbedingungen, d.h. die Flammentemperatur oder das Mischungsverhältnis Brennstoff/Sauerstoff, zurückzuführen.

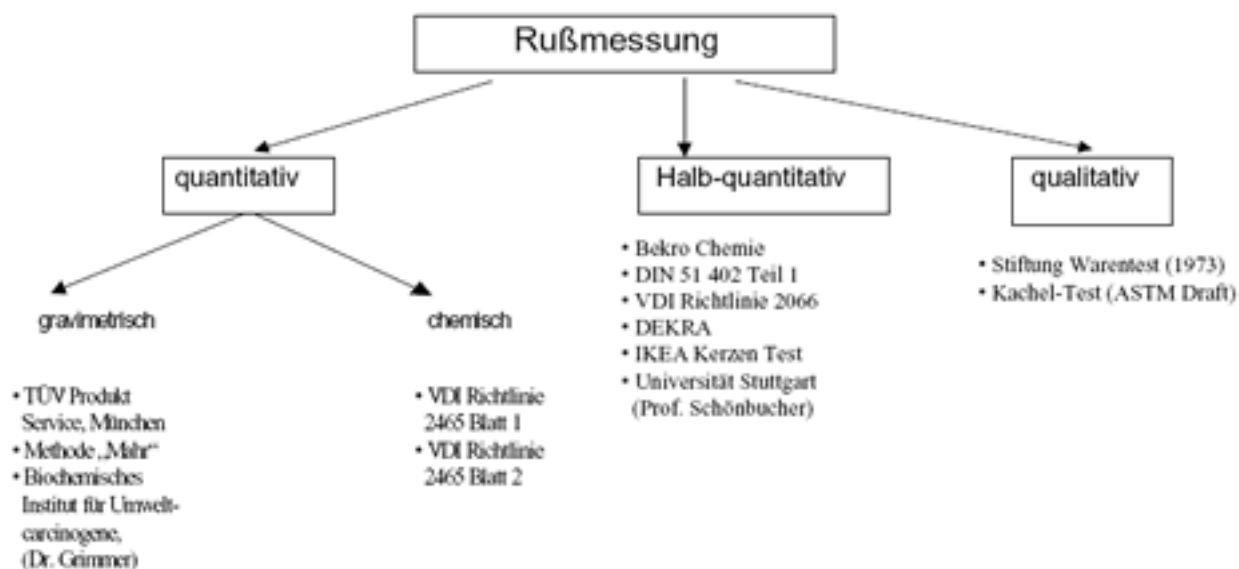


Abbildung 9: Rußmeßmethoden

Aus der Literatur sind zahlreiche Methoden bekannt, die sich mit Rußbestimmung beschäftigen. Die Palette reicht dabei von komplizierten Methoden, wie die VDI-Richtlinie 2465 bis zu einfachen Methoden, wie dem Kacheltest, wie er derzeit vom Amerikanischen Kerzenverband diskutiert wird. Die Abbildung 9 zeigt eine Übersicht über alle derzeit angewandten Methoden, die sich in drei Kategorien einteilen lassen:

- quantitative Meßmethoden zur Bestimmung der Rußmenge
- semi-quantitative Meßmethoden
- qualitative Meßmethoden zur Bestimmung der Rußbestandteile

Die Zahl der Methoden zeigt, daß es notwendig ist, für die Kerzenindustrie eine einheitliche Bestimmungsmethode festzulegen, um künftig Diskussionen auf vergleichbarer Basis führen zu können.

Lassen Sie es mich klar sagen, alle hier aufgezeigten Methoden sind ungeeignet für eine einfache Qualitätskontrolle in der Kerzenfertigung. Sie können im Stadium der Kerzenentwicklung bzw. für die Bestimmung von allgemeinen Kennwerten im Zusammenhang mit der Rußdiskussion eingesetzt werden. Für die Kontrolle des Produktionsprozesses ist eine einfache und schnell durchführbare Methode erforderlich.

Betrachten wir zunächst die wichtigsten Einflußfaktoren der Rußbildung. Das sind das Brennstoff/Sauerstoff-Verhältnis, die Flammentemperatur und der kritische Brennstofffluß, Ihnen sicherlich besser bekannt als Wachsverbrauch pro Stunde. Sauerstoffmangel entsteht beim Abbrand zu vieler Kerzen auf engstem Raum, Temperaturbeeinflussung erfolgt durch Zugluft. Auch für den vollständigen Abbrand des Rußes spielt die Temperatur eine entscheidende Rolle: sinkt die Temperatur unter 1300 K, so stoppt die Rußoxidation (ungeachtet des Sauerstoffangebots!). Der wichtigste Faktor ist jedoch der Wachsverbrauch (Stundenverbrauch).

Für die Praxis der Qualitätskontrolle in der Kerzenproduktion ergibt sich die Anforderung zur Unterscheidung zwischen nicht qualitätsgerechter Kerze und qualitätsgerechter Kerze, d.h. hinsichtlich des Rußens lediglich die Einschätzung, ob eine Kerze rußt oder nicht. Die Kenntnis von Rußmenge und Rußzusammensetzung spielt in diesem Falle keine Rolle. Durch visuelle Beobachtung kann man ohne die Anwendung einer speziellen Meßmethode schon zwischen rußender und nichtrußender Kerze unterscheiden (Abbildung 10). Nur der Grenzbereich, d.h. Kerzen, die nahe am Rußpunkt sind, bedürfen einer gesonderten Betrachtungsweise.

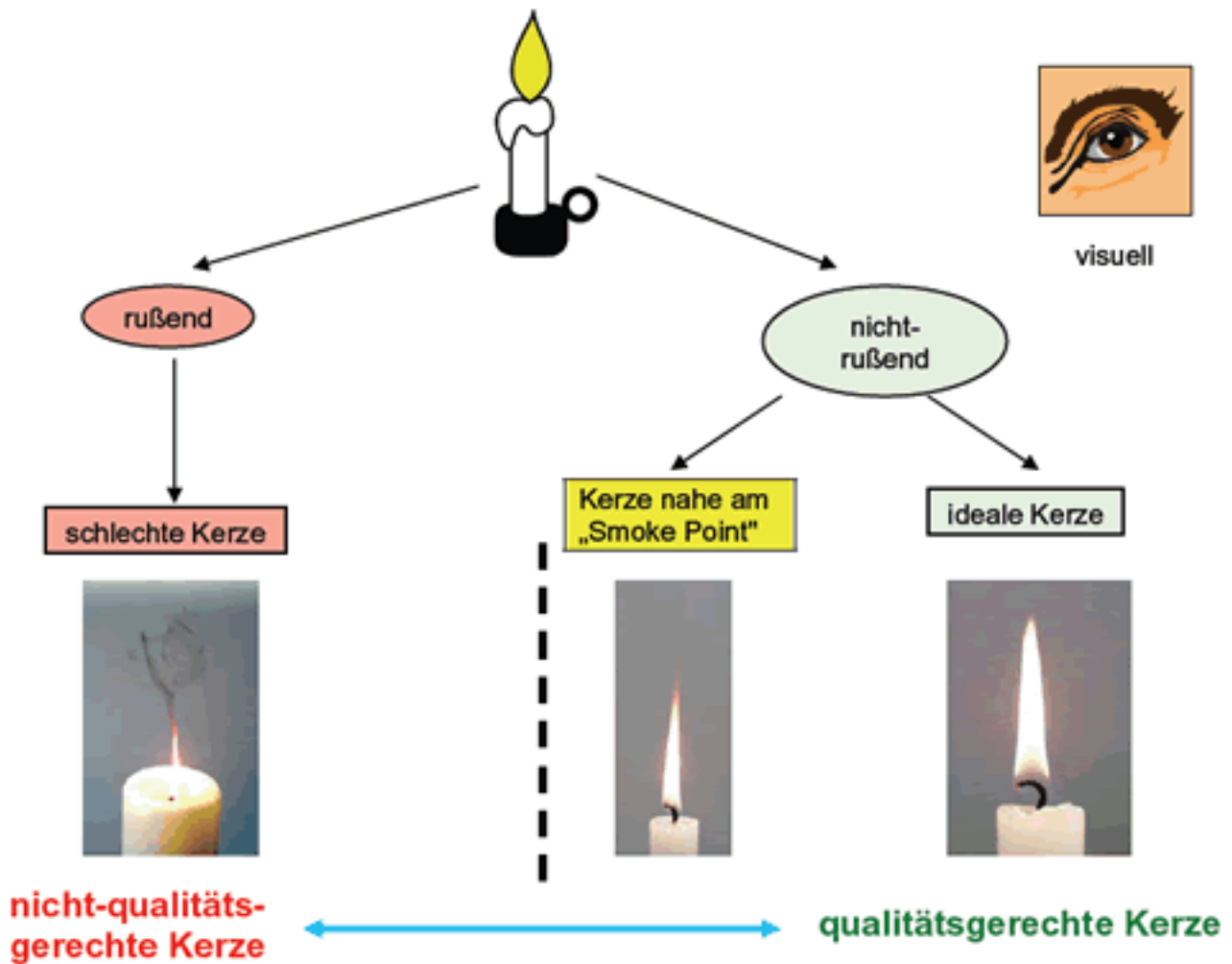


Abbildung 10: Rußmeßmethode für die Praxis

Deshalb wird vorgeschlagen, eine einfache Methode zur Rußerkennung in den Rahmen der bestehenden Produktionskontrollen einzufügen. Es ist nicht notwendig, ein kompliziertes teures und zeitaufwendiges Meßverfahren einzusetzen. Es ist auch nicht notwendig, exakte Ergebnisse über die Rußabgabe, die Struktur oder Rußzusammensetzung zu erhalten. Bei Beibehaltung der bestehenden Abbrandtestbedingungen ist die Bestimmung des Paraffinverbrauchs und die Bewertung dieses Parameters in bezug auf den kritischen Brennstoffstrom (ermittelt während der Entwicklungsphase der Kerze) eine wichtige Information zum Rußverhalten. Ergänzt werden sollten die bestehenden Meßmethoden um ein Verfahren, das eine plötzlich auftretende Rußemission anzeigt. Ein optisches Verfahren, z.B. Streulicht- und Absorptionsmessung, gekoppelt mit einem akustischen Signal, könnte hier herangezogen werden. Rußende Kerzen könnten so

sehr schnell visuell bestimmt und die entsprechenden Maßnahmen zur Vermeidung der Rußbildung eingeleitet werden.

Lassen Sie mich zusammenfassen: Es ist dringend erforderlich, daß sich Kerzenhersteller und Rohstofflieferanten auf höchste Qualitätskriterien einigen und gemeinsam daran arbeiten, nur qualitätsgerechte Kerzen auf den Markt zu bringen. Der Verbraucher (und nicht nur der Händler bzw. die Handelskette) muß anhand von Qualitätssiegeln diese Qualität auch erkennen und unterscheiden können. Die Etablierung eines Qualitätsstandards für Kerzen muß bei allem Wettbewerb ein gemeinsames Ziel aller Kerzenhersteller sein, und die nationalen und internationalen Verbände sollten dafür die notwendige Plattform bilden.

Die Kerze hat eine lange Tradition. Spendete sie der Menschheit ursprünglich Wärme und Licht, so steht sie heute in Europa als Symbol für Gemütlichkeit, Romantik, Wohlfühlen und Entspannung. Steigende Produktionszahlen sind Ausdruck für diesen Wandel. Lassen Sie uns diesen positiven Trend, der Tradition verpflichtet, fortsetzen und ihn nicht, um den Vorteil des Augenblicks willen, durch nicht qualitätsgerechte Produkte gefährden.

Ich möchte mit den bekannten Worten schließen: „Es ist besser eine Kerze anzuzünden, als über die Dunkelheit zu klagen“ und lassen Sie mich hinzufügen: „Besonders dann, wenn es sich um eine qualitativ gute Kerze handelt“.

Anm: Der Vortrag stammt aus dem Jahr 200