

Wie viel Quecksilber braucht ein Neonrohr in der Lichtwerbung?

Dr. R. Hennig, NEL Neontechnik Elektroanlagen Leipzig GmbH, Leipzig

F. Schubert, NP Lighting GmbH, Warburg

Mit der Geißlerröhre begann im 19. Jahrhundert auch die Geschichte der Lichtwerbung. Umgangssprachlich werden die Niederdruckgasentladungsröhren auch als Neonrohr bezeichnet. Allerdings ist nur ein kleiner Teil der Neonröhren mit reinem Neongas gefüllt, dann jedoch tatsächlich ohne Quecksilber. In den meisten Fällen werden manuell 200-300 mg Quecksilber in das „Neon“-rohr eingebracht um in einem Neon-Argon-Gemisch eine Quecksilbergasentladung zu erzeugen. Die unterschiedlichen Farbwirkungen, der in diesem Fall eher als fahles Blau wirkenden Entladung, erreicht man durch diverse Farbglasrohre mit optischer Filterfunktion und/oder Beschichtung mit Leuchtstoffen auf der Innenseite des Glases, welche durch die UV Strahlung des Quecksilberdampfes angeregt werden.

Die relativ einfache Technologie der Herstellung von Gasentladungsröhren im Niederdruckbereich in den unterschiedlichsten Farbvarianten ermöglichte es dann in den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts einer Vielzahl von kleinen Firmen aus dem Elektro- oder dem Glasbläserhandwerk große Lichtwerbeanlagen herzustellen. Teilweise stehen diese Anlagen heute unter Denkmalschutz und befinden sich in Museen, wie z.B. die „Zündkerze“ (Bild1) im Museum der bildenden Künste zu Leipzig. Eine Vielzahl der Anlagen fiel aber auch dem Zeitgeist zum Opfer. Für gute Fernwirkungen von Werbeschriften wird weiterhin das offene Neonrohr verwendet, welches besonders effektiv ist.

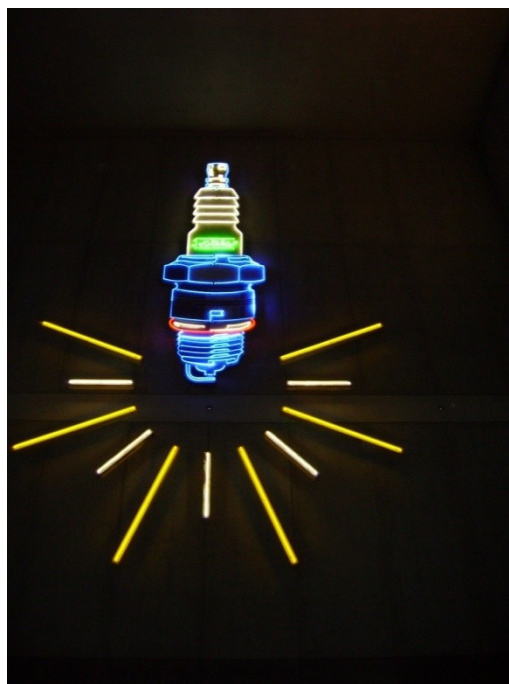


Abb. 1: Die „Zündkerze“ im Leipziger Museum der bildenden Künste

Das Schwermetall Quecksilber ist bekanntermaßen hoch umwelttoxisch. Für die Lampenindustrie bestehen daher strenge Auflagen zur Begrenzung der Quecksilbermenge pro Rohr. Die hier geltenden Richtlinien der Europäischen Union / 1,2/ beziehen sich aber auf industriell gefertigte Leuchtstofflampen (Kaltkathodenfluoreszenzlampen (CCFL) und Externelektrodenfluoreszenzlampen (EEFL) mit einem Durchmesser von kleiner als 4,3 mm und einer Länge von bis zu 1.500 mm) und sind auf die manuell gefertigten Neonröhren für die Lichtwerbung und Architekturbeleuchtung (Durchmesser im Mittel bei 18 mm und größer und Längen bis zu 3.000 mm) nicht anwendbar. Gleichwohl muss auch für Neonröhren geprüft werden, ob sich die bisher übliche Dosierung von 200-300 mg nicht reduzieren lässt. Dies wirft die Frage nach der für ein korrekt gefertigtes Neon-System benötigten Mindestmenge an Quecksilber auf.

Folgt man den Ansätzen von Lehmann /3/, Jüstel /4/, Born /5/ und anderen ausgehend vom reinen Dampfdruck des Quecksilbers in einer Röhre, so müsste man mit wenigen bis 100 Mikrogramm Quecksilber entsprechend der Länge der Röhre von bis zu 3.000 mm in unserer Branche auskommen. Dies stellt einen Bruchteil der bisher verwendeten Menge dar.

Betrachtet man jedoch die verschiedenen Prozesse von der Herstellung über die Nutzungsdauer bis zur Entsorgung, so haben wir es hierbei mit einer Reihe von Effekten zu tun, die es in der Gesamtbilanz des Quecksilbers abzuwägen gilt.

Die Technologie sieht heute noch in vielen Handwerksbetrieben so aus, dass Propan- oder Erdgas verwendet wird. Somit kommen Wasserstoff und Kohlenstoff als unvermeidliche Abprodukte des Glasbiegevorganges in die Röhre, was sich nicht vermeiden lässt. Schon durch die Reaktion mit diesen Abprodukten werden zusätzlich 2 – 5 Milligramm Quecksilber konsumiert.

Als weiterer Effekt ist auch der „Verbrauch“ des Quecksilbers während des Betriebs zu nennen. So gibt Jüstel /4/ für eine 4 ft TL Lampe eine Menge von 10 bis 20 mg Quecksilber als Bevorratung an. Diese Menge liegt auch in der Größenordnung, die durch die neue EU-Verordnung /2/ zur Quecksilbervermeidung aus Brüssel gestaffelt nach Leistung und Lebensdauer von T5 Röhren vorgegeben wird.

Sieht man sich nun die von Jüstel aufgestellte Bilanz etwas näher an, so werden bei einer Betriebsdauer von 10.000 h etwa 5 mg für die Resorption von Quecksilber durch das Natrium in den Glaswänden der Röhre veranschlagt. Rechnet man für eine Anlage in der Lichtwerbung mit einer Standzeit von 30.000 h (entspricht einer Gesamtbetriebszeit von etwa 10 Jahren bei einer Brenndauer von 8 Stunden pro Tag bzw. der mittleren Halbwertszeit einer technischen Anordnung), die mit einer sinusförmigen Anregung arbeitet /6/, so ist man unter diesen Annahmen bereits bei 15 mg und mehr, die an Quecksilber benötigt werden. Die Lampenindustrie reduziert

die Natrium-Quecksilber Reaktion durch eine spezielle Beschirmung des Rohres während des Fertigungsprozesses. Die dafür verwendeten Substanzen sind jedoch hygroskopisch und für die Neon-Industrie, die den Rohren vor der Verarbeitung oft lange Lagerzeiten abfordert, nicht einsetzbar.

Hinzu kommen die Resorptionen durch die Elektroden. Der Verbrauch an Quecksilber wird hier von Jüstel mit etwa 1 mg bei 10.000 h angegeben. Betrachtet man nun in diesem Fall allerdings die Größe der Resorptionsfläche, so bewegt sich diese im Fall einer T5 Röhre mit einer doppelt gewendelten Glühelktrode im Bereich von 1 cm². In der Lichtwerbung werden größtenteils Becherelektroden verwendet, deren Oberfläche um den Faktor 2 bis 10 größer ist. Damit haben wir bei einer Laufzeit von 30.000 Stunden eine Resorption von bis zu 30 mg.

In der gleichen Größenordnung liegt die Resorption durch die Leuchtstoffe. Dies bedeutet also nochmals etwa 30 mg. Da in der Lichtwerbung, bedingt durch die Corporate Identity der Kunden, gelegentlich auch sehr ausgefallene Leuchtstoffe verwendet werden müssen, handelt es sich hier auch um teilweise unbeschichtete Leuchtstoffe mit größerer Oberfläche. Demzufolge muß die Resorption noch höher angesetzt werden. Letzteres wird auch bei manchen Leuchtstoffen in der Praxis beobachtet, insbesondere bei größeren Anlagen. So ist ein schnelleres Vergrauen einzelner Leuchtfarben im Vergleich zueinander feststellbar.

In der Summe liegt die notwendige Quecksilbermenge für handgefertigte, großvolumige Kaltkathodenröhren somit bei 2-5 mg durch die glasbläserische Herstellung, 1-15 mg durch Natriumreaktion, 5-30 mg durch die Absorption der Elektroden und 0,1-30 mg durch die Reaktion mit den Leuchtstoffen, insgesamt ca. 8,1-80 mg. Dies resultiert daraus, daß insbesondere im Bereich der Architekturbeleuchtung auch deutlich größere Systeme mit bis zu 3 m Länge, einem Durchmesser von mehr als 20 mm und Becherelektroden mit einer Nennstromstärke von 250 mA benötigt werden.

Das Ergebnis deckt sich mit der Felderfahrung der Firma EUROCOM / NP Lighting Gruppe in den USA. Dort wurden in den Jahren 2001 – 2004 größere Mengen an Elektroden mit einer Quecksilberkapsel von 40 mg / Rohr verkauft. Die Menge erwies sich als ausreichend, sofern die Hochspannungsleuchtstoffröhren sorgfältig gepumpt und gut verarbeitet wurden und 15mm Durchmesser und 25 mA Brennstrom nicht überschritten wurden. Bei schlecht verarbeiteten Systemen und größeren Durchmessern / Betriebsströmen wurden hingegen nicht selten frühzeitiges Abnehmen der Leuchtdichte beobachtet. Die Probleme fanden ein Ende, als ab 2005 die Quecksilberdosierung auf 80 mg verdoppelt wurde.

NP Lighting HG⁺ Elektroden Verkäufe in Nordamerika

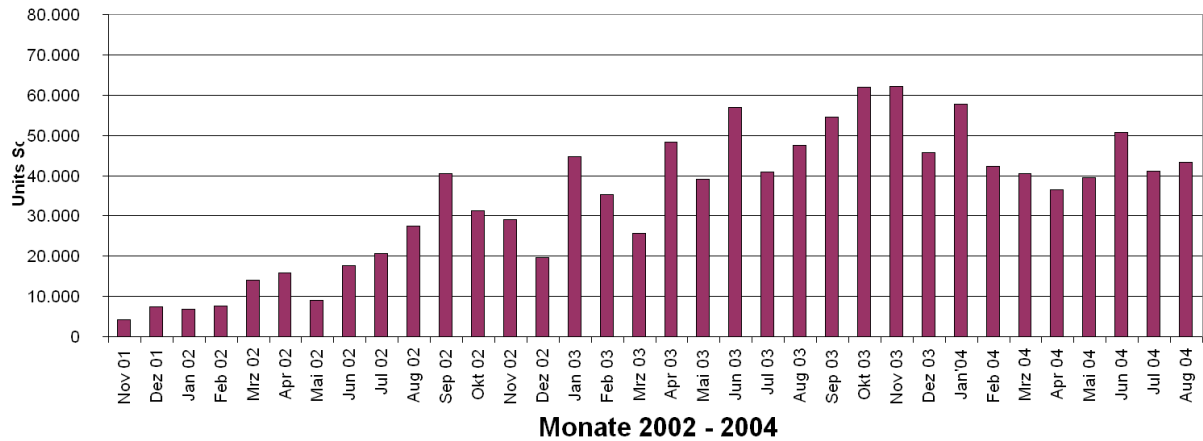


Bild 2: Ausschnitt aus der Entwicklung der Verkaufszahlen von Becherelektroden mit neuartigen Quecksilberkapseln von jeweils 40 mg in der Summe von der EUROCOM Inc. (USA), ein Unternehmen der NP Lighting Gruppe

Fazit

Aus der Sicht der Autoren benötigen die handgefertigten, klassischen Gasentladungsröhren im Niederdruckbereich (Neonröhren) in der Lichtwerbung und Architekturbeleuchtung ein Minimum von 80 mg an Quecksilber, um in allen Anwendungsbereichen zu funktionieren.

Literatur:

/1/ Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlamentes

/2/ Änderung des Anhanges der Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen

Parlamentes mit dem Beschluss der Kommission vom 24. September 2010,

L251/28

/3/ Lehmann, W.; Mercury on NEON Signs; Magazin: Sign Builders USA

/4/ Jüstel, T.; Lichttechnik und Leuchtstoffe – Skripte Fachbereich

Chemieingenieurwesen der FH Münster, 5.12 Hg-Verbrauch, 2011

/5/ Born, M.; Jüstel, T.; Umweltfreundliche Lichtquellen, Physik Journal 2 (2003) Nr.2

/6/ Hennig, R.; Prasse, M.; Schneller pumpen, sanfter anregen, Licht 11/12 2010, 770

/7/ Eurocom Inc., Geschäftsbericht 2007