

Gaslicht in der Straßenbeleuchtung

Gasbetriebene Straßenleuchten sind elektrischer Beleuchtung wirtschaftlich unterlegen

Peter Marx

1 Einleitung

Gasbetriebene Straßenleuchten sind nach wie vor in vielen Städten anzutreffen. Zum Teil wird die Gasbeleuchtung noch aus Tradition, teils aber auch wegen des Mangels an Sanierungsmitteln betrieben. In einigen Städten haben sich Gruppen, Vereine oder Bürgerinitiativen gebildet, die sich für den Erhalt der Gasbeleuchtung engagieren. Dabei muss man jedoch bedenken, dass der Betrieb von Gasbeleuchtungsanlagen eine der unwirtschaftlichsten Methoden der Straßenbeleuchtung ist.

In ganz Europa gibt es noch rund 80 000 gasbetriebene Straßenleuchten. Allein 75 000 davon stehen in Deutschland. Die Bundeshauptstadt Berlin hat dabei den größten Anteil von rund 44 000 Gasleuchten – aber auch die ältesten Exemplare. Die Leuchten sind bis zu 60 Jahre alt. Daneben gibt es 176 000 elektrische Leuchten in Berlin.

Die meisten deutschen Städte haben bereits in den 1960er Jahren auf die Gasbeleuchtung verzichtet. In immerhin 40 Städten brennt dennoch jede Nacht das Gaslicht. In Düsseldorf gibt es noch 18 000 Laternen, in Frankfurt am Main 5 500, in Mainz etwas unter 3 000 (seit 1996 kontinuierlicher Abbau) und in Dresden etwa 2 000, zumeist in historischen Stadtvierteln.

*Prof. Dr.-Ing. Peter Marx, Sachverständiger für Elektrotechnik und Lichttechnik
www.mx-electronic.com, Berlin*

2 Energetische und lichttechnische Parameter

Die heute verwendeten Gasglühkörper sind bezüglich Lichtausbeute, Lichtstrom und Lebensdauer den elektrischen Lichtquellen gravierend unterlegen.

Auf Basis eines Berechnungsbrennwertes von 10,84 kWh/m³ für H-Erdgas beträgt der Gasverbrauch eines Glühkörpers circa 0,027 m³/h = 0,293 kWh/h und der Gasverbrauch eines Zündflammen-Glühkörpers etwa 0,0065 m³/h = 0,071 kWh/h¹⁾.

Für eine fünfflammige Gasleuchte ergibt sich daraus ein Anschlusswert von 1,536 kW. Der Lichtstrom eines Gasglühkörpers beträgt rund 500 lm. Somit werden in einer fünfflammigen Gasleuchte rund 2 500 lm erzeugt. Damit ergibt sich eine rechnerische Lichtausbeute für das Gaslicht von rund 1,63 lm/W. Der Gesamtlichtstrom einer Gasleuchte ist aber nicht beliebig erhöhbar, da sich die Glühstrümpfe mit ansteigender Zahl gegenseitig abschirmen.

Elektrische Lichtquellen für die Straßenbeleuchtung können im Vergleich bis zu 100 lm/W (Hochdruck-Metallhalogenlampen) oder sogar bis zu 130 lm/W (Hochdruck-Natriumdampflampen) erzeugen.

Die Gasglühkörper haben eine relativ kurze Lebensdauer von etwa 4 000 Betriebsstunden und müssen dann gewechselt werden. Die Lebensdauern von modernen elektrischen Lampen liegen deutlich darüber.

Mit 11,5 Mio. € verbrauchen die Berliner Gasleuchten rund die Hälfte des städtischen Beleuchtungsetats. Eine einfache Gasleuchte mit einer Leistung von 1 000 W produziert kaum mehr Licht als eine 27-W-Energiesparlampe.

Die Nuon-Stadtlicht GmbH hat errechnet, dass sich hier jährlich bis zu 8 Mio. € einsparen ließen. Effizienzgewinne winken! Woher allerdings die 50 bis 70 Mio. € kommen sollen, die für eine Umrüstung veranschlagt werden, ist zurzeit noch unklar.

Nach dem Willen der Betreiberfirma Nuon Stadtlicht GmbH und dem Bezirksamt Mitte, die für die übrig gebliebenen 43 908 öffentlichen Gaslaternen in Berlin zuständig sind, sollen diese in den nächsten zwei Jahren abgeschafft werden. Auch um pro Jahr

50 kg schwach radioaktiven Sondermüll und 43 000 t CO₂ einzusparen. Den undichten Leitungen und den nachts vom Wind ausgeblasenen Lampen entweichen jährlich zudem 700 000 m³ ungenutztes Methangas. Das Treibhausgas Methan heizt die Atmosphäre 20-mal stärker auf als CO₂. Die Dichte von Erdgas H beträgt 0,7 kg/m³, d.h. der schädliche Klimaeffekt ergibt sich demnach zu:

$$700\,000\text{ m}^3 \cdot 0,7\text{ kg/m}^3 \cdot 20 = 9800\text{ t}$$

Der gesamte Verkehr (PKW und LKW) emittiert in Deutschland derzeit 168 Mio. t CO₂, auf Berlin entfallen anteilig etwa 7,37 Mio. t. D.h. die klimaschädlichen Methanverluste der Berliner Gasbeleuchtung entsprechen 0,133% des CO₂-Ausstoßes des Berliner Verkehrs. Nach Aussage der Bezirksstadträtin für Stadtentwicklung, DOROTHEE DUBRAU, ließen sich die Emissionswerte der Berliner Straßenbeleuchtung bei einer Umstellung auf Elektrizität um 75% senken.

3 Betrieb mit Erdgas

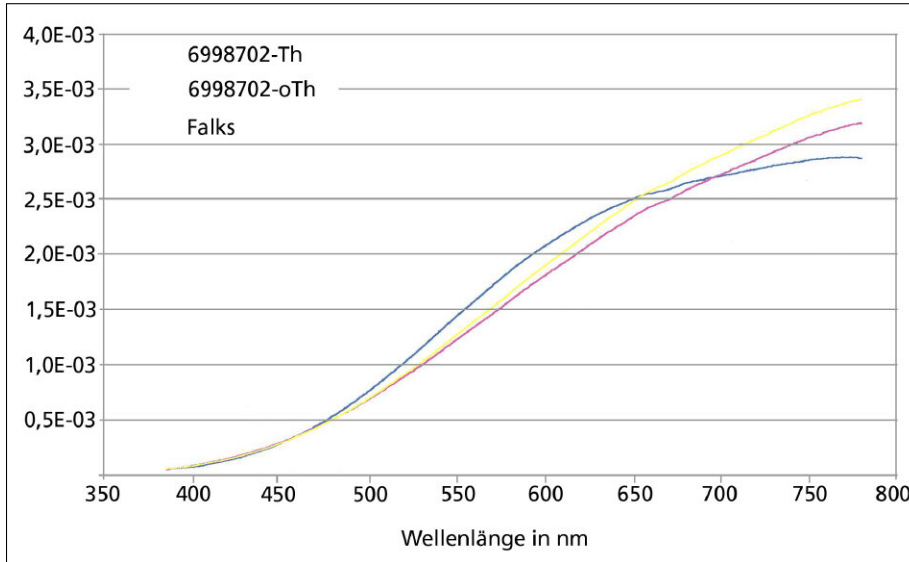
Erdgas ist ein brennbares Naturgas, das in unterirdischen Lagerstätten vorkommt. Es tritt zusammen mit Erdöl auf, da es auf ähnliche Weise entsteht.

Bei Erdgas handelt es sich um ein Gasgemisch, dessen chemische Zusammensetzung je nach Fundstätte beträchtlich schwankt. Der Hauptbestandteil ist immer Methan. Häufig enthält Erdgas auch größere Anteile höherer Kohlenwasserstoffe wie Ethan, Propan, Butan und Ethen, dieses Erdgas wird nasses Erdgas genannt (dies hat nichts mit dem meist auch vorhandenen Wasserdampfanteil zu tun, sondern beschreibt allgemein den Anteil an leicht kondensierbaren Gasen). Weitere Nebenbestandteile sind Schwefelwasserstoff, der durch Entschwefelung des Erdgases entfernt wird, und bis zu 9% CO₂. Da letzteres für die Energiegewinnung wertlos ist, wird es in die Luft abgegeben. Das können für eine Bohrinne bis zu 28 000 t pro Tag sein. Von großem Wert sind Erdgase, die bis zu 7% Helium enthalten. Diese sind die Hauptquelle der Heliumgewinnung.

4 Geschichte der Gaslaternen

Die ersten Gaslaternen zur Straßenbeleuchtung wurden im Jahre 1807 entlang der Pall

¹⁾ Kleinverbraucher zahlen pro m³ H-Erdgas zwischen 0,55 bis 0,63 €. Gasprom verlangt für H-Erdgas etwa 0,195 €/m³.



1

Mall in Westminster in London in Betrieb genommen. In Kontinentaleuropa brachte WILHELM AUGUST LAMPADIUS 1811 in Freiberg an seinem Wohnhaus die erste Gaslaterne an. Da sie mit offener Gasflamme, ohne Glühstrumpf betrieben wurden, war sie im Vergleich zu modernen Gasleuchten sehr lichtschwach.

Erst der im späten 19. Jahrhundert von CARL AUER VON WELSBACH entwickelte Glühstrumpf vervielfachte die Lichtausbeute. Ein Glühstrumpf, auch Glühkörper oder Gasstrumpf genannt, ist ein feines Gewebe aus Baumwolle, Seide oder Kunstseide, das durch Aufheizen in einer Gasflamme zum Leuchten angeregt wird. CARL AUER VON WELSBACH tränkte ein gestricktes Netz aus Baumwolle mit einer Lösung von Seltene-Erden-Salzen, verbrannte vorsichtig die Baumwolle und erhielt als Rückstand ein filigranes selbst tragendes Gerüst der Baumwollasche mit den entsprechenden Oxiden. Das Verfahren patentierte er am 23. September 1885 in Deutschland unter dem Namen Auer-Glühstrumpf.

Glühstrümpfe stellte man her, indem man Stoffgewebe mit einer Lösung aus 99% Thoriumnitrat und 1% Cernitrat tränkte und dann anzündete. In der Hitze zerfiel das Thoriumnitrat in Thoriumoxid und nitrose Gase. Hierbei blieb eine zerbrechliche Struktur zurück, die in der Gasflamme ein weißes Licht abgab. Dieses Leuchten hatte nichts mit der sehr schwachen Radioaktivität des

1 Emissionsspektrum verschiedener Gasglühkörper im Wellenlängenbereich von 350 bis 800 nm. (Quelle: TÜV Fahrzeug-Lichttechnik GmbH)

Thoriums zu tun, sondern ist ein gewöhnliches Glühen durch die Hitze der Gasflamme. Zunächst benutzte CARL AUER VON WELSBACH Magnesium-Oxide, Zirkonoxid, dann Lanthan, Yttrium und Praseodym-Verbindungen. Sie alle weisen ein mäßiges Absorptionsvermögen im sichtbaren Bereich auf und produzieren nur ein braunweißes Leuchten. Der Durchbruch gelang AUER mit Ceroxid, zusammen mit Thorium-Oxid zur Stabilitätsverbesserung. Die Zusammensetzung von 1% CeO₂ und 99% ThO₂ wurde erst vor wenigen Jahrzehnten durch eine Mischung aus Yttriumoxyd und Ceroxid abgelöst, um auf das leicht radioaktive ThO₂ verzichten zu können.

Im Jahr 2004 wurde die letzte in Deutschland verbliebene Glühstrumpf-Produktion der Berliner Firma Auer an die indische Firma Indo, eine Tochter des Konsortiums Prabhat Udyog Limited, verkauft und die Produktion nach Indien verlagert. Indo bietet sowohl radioaktive als auch nicht-radioaktive Glühstrümpfe an.

1/3 Seite
Anzeige

Da das zum Teil noch verwendete Thoriumnitrat schwach radioaktiv ist, dürfen solche Gasglühstrümpfe nicht nach Deutschland importiert werden.

Hierdurch entstand zum Beispiel in Berlin ein Versorgungsproblem. Die Alternative für den europäischen Markt wird auf Elba produziert.

5 Beleuchtung und Unfallgeschehen

Nachts sind die Straßenverkehrsunfälle überdurchschnittlich häufig und schwerer als am Tage. Nach einer Erhebung in 13 OECD-Ländern hat die CIE (Internationale Beleuchtungskommission) festgestellt, dass 48,5% aller tödlichen Verkehrsunfälle in der Nacht stattfinden, obgleich die nächtliche Kilometerleistung nur 25% beträgt.

Der Grund sind geringere Sehleistung bei Dunkelheit, Entfernungen werden schlechter eingeschätzt, das Erkennen von Farbunterschieden ist reduziert und Sehstörungen durch Blendung sind um ein Vielfaches höher als am Tage. Die CIE-Studie (CIE Publ.

93/1992) wie auch ein vom deutschen Verkehrsministerium 1988 gefördertes Forschungsvorhaben (Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen BAST V 14/1994) zeigen: Straßenbeleuchtung reduziert nachweislich die Unfallzahlen. Reduzierungen der Beleuchtung, z.B. durch Nachtabsenkung, erhöhen das Unfallrisiko.

SCOTT hat 1980 in Großbritannien an 100 Untersuchungsstrecken, im wesentlichen Hauptstraßen in bebauten Gebieten, einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Fahrbahnleuchtdichte und Unfallgeschehen – als Verhältnis der Nachtunfälle zu den Tagesunfällen skaliert – festgestellt. Die Erhöhung der mittleren Fahrbahnleuchtdichte von 1 cd/m² auf 2 cd/m² hat die Unfallzahlen um ca. 30% reduziert.

Nennleuchtdichte L _n in cd/m ² aus DIN 5044
0,3 (Anliegerstraße)
0,5 (Sammelstraße)
1,0
1,5
2,0

Tabelle 1: Fahrbahn-Nennleuchtdichten. Das Leuchtdichteniveau der Gasbeleuchtung liegt signifikant unter dem der elektrischen Beleuchtung.

6 Kriminalität

Dass die Straßenbeleuchtung Einfluss auf die Verkehrssicherheit hat, ist erwiesen. Zahlreiche Untersuchungen darüber wurden in der Vergangenheit veröffentlicht. Welchen Einfluss jedoch die Straßenbeleuchtung auf die Kriminalitätsrate hat, ist bisher Thema nur weniger Untersuchungen. Nicht einmal 20 Studien weltweit belegen, dass eine gute Straßenbeleuchtung durchaus positiven Einfluss nehmen kann.

Die Kriminalitätsrate, bezogen auf Delikte wie Raub, Überfall, Auto- und Hauseinbrüche sowie Sexualdelikte, nimmt bei Erhöhung der Beleuchtungsqualität ab. Leider sind die erfassten Datenmengen immer noch zu gering, um klare statistische Aussagen zu treffen.

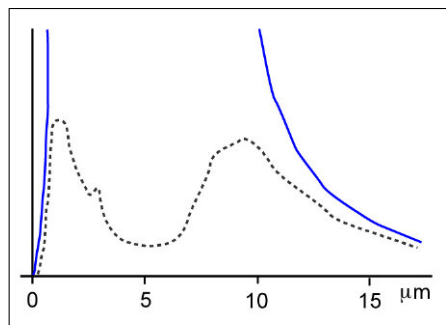
Trotzdem kann man die Frage, ob eine schwache oder nicht vorhandene Straßenbe-

leuchtung kriminelle Straftaten fördert, positiv beantworten. Kriminelle Straftaten, die vorsätzlich und bewusst begangen werden, finden meist in der Dunkelheit und im Verborgenen statt. Die Hemmschwelle für den Täter ist durch Dunkelheit geringer und die Gefahr, bei Ausübung der Straftat erwischt zu werden, verringert sich. Umgekehrt fühlen sich potentielle Opfer bei Dunkelheit unsicher. Bessere Beleuchtung birgt für den Täter die direkte Gefahr, vom Opfer erkannt zu werden.

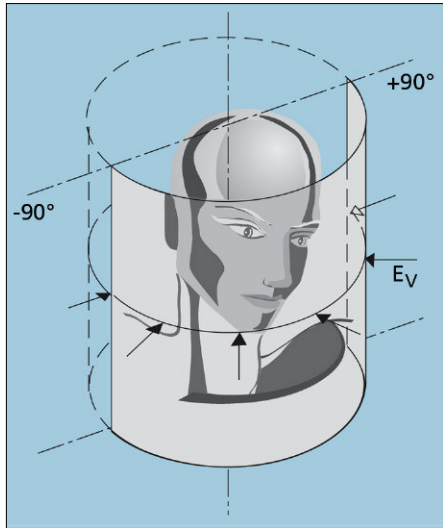
Untersuchungen in den Niederlande 1993 belegen, dass der Anteil der in der Dunkelstunden verübten Straftaten mit zunehmender Beleuchtungsstärke deutlich abnimmt. Frühere Studien aus den USA zeigen unterschiedliche Reaktionen verschiedener Tätergruppen: Unerfahrene Ladendiebe lassen sich eher durch verbesserte Lichtverhältnisse auf den Straßen abschrecken als erfahrene Kriminelle. Aber auch professionell vorgehende Täter sind durch verbesserte Lichtverhältnisse beeinflussbar. Man konnte erkennen, dass diese Tätergruppe in weniger gut beleuchtete Wohnviertel auswanderte. Dort stiegen die Kriminalitätsraten in dem Maße, wie sie in Wohnvierteln mit guter Beleuchtung sanken.

Weitere Untersuchungen stützen sich auf Befragungen bei betroffenen Anwohnern. Ergebnis dieser Befragungen war, dass sich gerade Frauen und alte Menschen wieder häufiger auf die gut beleuchtete Straße trauen. Somit kann auch eine gute Straßenbeleuchtung dazu beitragen, gerade alte Menschen aus ihrer Isolation zu befreien und sie zu ermuntern, am abendlichen Geschehen auf der Straße teilzunehmen.

Gute Beleuchtung bedeutet aber nicht nur Erhöhung der Beleuchtungsstärke, sondern auch die Beachtung anderer Güteermkmale, Qualitäten, wie z.B. eine gute halbzyindrische Beleuchtungsstärke, können dazu beitragen, dass Bewohner sich sicher auf Straßen und Wegen fühlen. Eine bessere Beleuchtungsqualität zur Vorbeugung von kriminellen Straftaten bedeutet, direkten Einfluss auf die Erkennbarkeit von Menschen und Gegenständen zu nehmen. Personen und deren Absichten müssen frühzeitig erkannt werden, womit eine größere Zeitspanne für die Einstellung auf Gefahren zur



2 Emissionsspektrum eines CeO₂/ThO₂-Glühstrumpfs bis 15000nm. Die thermische Emission eines Auer-Glühstrumpfs (punktiierte Linie), ist deutlich geringer als diejenige eines Schwarzen Strahlers (blaue Linie).



3 Definition der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke
(Quelle: Tilux GmbH & Co. KG, Arnberg)

3

Verfügung steht. Entsprechende Reaktionen durch potentielle Opfer sind eher möglich.

7 Lichtimmissionen

Als Lichtimmission wird die störende Beeinflussung durch das ausgestrahlte Licht künstlicher Lichtquellen bezeichnet. Da Gasleuchten in der Regel keine hochwertigen Licht lenkenden Optiken aufweisen, besteht hier die Gefahr der erhöhten psychologischen Blendung der Verkehrsteilnehmer durch die hellen punktförmigen Glühstrümpfe. Für die Blendung sind Leuchtdichte der Lichtquelle und des Umfeldes, sowie der Raumwinkel der Lichtquelle, jeweils vom Betroffenen aus gesehen, maßgebend.

8 Lichttechnische Messungen von Berliner Straßen-Beleuchtungsanlagen

Vor Jahren wurden von PROF. DR.-ING. MARX im Auftrag des Senats von Berlin, vertreten durch die Fachabteilung »Öffentliche Beleuchtung« der BEWAG, auf diversen Straßen mit Gasleuchten sowie mit elektrischen Leuchten, die halbzyklindrischen Beleuchtungsstärken auf den Gehwegen gemessen. Da im Laufe der Zeit bei den Gasbeleuchtungsanlagen keine signifikanten lichttechnischen Veränderungen aufgetreten sind, sind die Messungen noch aktuell. Fußgänger sind aus einem intuitiven Sicherheitsbedürfnis daran interessiert, Personen

in ihrer Umgebung wahrzunehmen und möchten ihr eigenes Verhalten rechtzeitig auf die ihnen begegnenden Passanten einstellen, wozu sie deren Gesichtsausdruck, deren Körperhaltung und deren Verhalten aus einer Entfernung von mindestens 4 m sicher erkennen müssen. Dazu müssen die entgegen kommenden Personen entsprechend beleuchtet sein. Eine Reihe von Untersuchungen hat ergeben, dass diese Anforderungen am besten durch die halbzyklindrische Beleuchtungsstärke beschrieben werden kann. Praxisgerecht ist deshalb bei Gehwegen die Messung von E_{hz} in beiden Hauptbewegungsrichtungen. Die halbzyklindrische Beleuchtungsstärke E_{hz} ist durch den Mittelwert der vertikalen Beleuchtungsstärke E_v in einem Winkelbereich von -90° bis $+90^\circ$ um eine vertikale Achse definiert. Die halbzyklindrische Messfläche symbolisiert etwa den menschlichen Gesichtsumfang. Halbzyklindrische Beleuchtungsstärken von mindestens 1 lx, gemessen 1,5 m über dem Boden, ermöglichen ausreichendes körperliches Sehen.

9 Mess-Ergebnisse

Bei 12 von 15 in Berlin vermessenen Straßen mit Gasbeleuchtung lag der Mittelwert der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke signifikant unter dem geforderten Wert von 1 lx. Bei 20 von 22 Straßen mit elektrischer Beleuchtung lag der Mittelwert der halbzy-

1/3 Seite
Anzeige

Gasbeleuchtung E_{hzmittel}
Waldseeweg 0,54 lx
Auguste-Viktoriastr. 0,77 lx
Schildower Str. 0,16 lx
Alt-Tegel 1,76 lx
Wilhelmstr. 0,36 lx
Jagowstr. 0,72 lx
Fontanepromenade..... 0,29 lx
Wrangelstr. 0,75 lx
Großgörschenstr. 1,07 lx
Alt-Tempelhof 0,89 lx
Hammersteinstr. 1,93 lx
Podbielskiallee 0,62 lx
Ostpreußendamm 0,52 lx
Alt-Lichtenrade 0,76 lx
Teltower Damm..... 0,23 lx

elektrische Beleuchtung E_{hzmittel}
Teltower Damm..... 1,16 lx
Finckensteinallee..... 2,49 lx
Königsberger Str. 2,49 lx
Clayallee 2,6 lx
Schloßstr. 2,45 lx
Rheinbabenallee 5,45 lx
Oranienstr. 1,09 lx
Spreeweg 3,05 lx
Reichsstr..... 0,66 lx
Gartenfelder Str. (Ost) 1,18 lx
Gartenfelder Str. (Nord-Ost)..... 0,94 lx
Berliner Str. 1,18 lx
Medebacher Weg 1,74 lx
Gorkistr. 2,26 lx
Eichborndamm..... 1,8 lx
Antonienstr. 2,51 lx
Ollenhauer Str. 2,24 lx
Roedernallee..... 1,30 lx
Berliner Str. 1,18 lx
Hermisdorfer Damm 1,39 lx
Hohefeldstr. 1,27 lx
Sigismundkorso 1,12 lx

Tabelle 2: Messprotokolle von 27 gemessenen Straßen. Es wurden 15 Straßen mit Gasbeleuchtung und 22 Straßen mit elektrischer Beleuchtung gemessen.

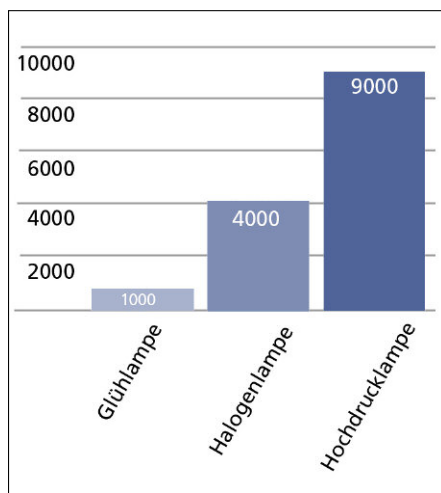
lindrischen Beleuchtungsstärke über dem geforderten Wert von 1 lx.

10 Schlussfolgerungen

Die heute verwendeten Gasglühkörper sind bezüglich ihrer Lichtausbeute (nur etwa 1,63 lm/W), Lichtstrom (nur 500 lm pro Glühkörper), Lebensdauer (nur 4000h) und Wartungskosten (Glühkörperwechsel in kürzeren Zeitabständen erforderlich) den elektrischen Lichtquellen gravierend unterlegen. Die Lebensdauer von Longlife-Leuchtstofflampen erreicht 60000h, und Hochdrucklampen erreichen 9000 bis 12000h. Die Lichtausbeute elektrischer Lichtquellen für die Straßenbeleuchtung beträgt bis zu 130lm/W (Natriumdampf-Hochdrucklampe), das ist ein 80-fach höherer Wert gegenüber dem Gasglühkörper mit nur 1,63lm/W !

Der Energieverbrauch einer Straßenbeleuchtung mit Gaslaternen ist etwa 20-mal so hoch wie bei einer elektrischen Beleuchtung und die Energiekosten betragen etwa das Sechsfache.

In Berlin könnten bei Umstellung auf elektrische Beleuchtung 43000t CO₂ sowie



4 Die Lebensdauer eines Gasglühkörpers liegt bei etwa 4000h und entspricht damit in etwa der einer Halogenlampe. Die in der Straßenbeleuchtung eingesetzten Leuchtmittel halten jedoch wesentlich länger. Hochdrucklampen müssen nach 9000h bis 12000h gewechselt werden, Longlife-Leuchtstofflampen sogar erst nach 60000h.

700000m³ ungenutztes Methangas (vgl. Bericht des Klimarats der Vereinten Nationen IPCC), sowie 50kg schwach radioaktiver Sondermüll eingespart werden.

Da Gasleuchten in der Regel keine hochwertigen Licht lenkenden Optiken aufweisen, besteht hier die Gefahr der erhöhten psychologischen Blendung der Verkehrsteilnehmer durch die hellen punktförmigen Lichtquellen (Glühstrümpfe).

Gute elektrische Straßenbeleuchtung reduziert nachweislich die Unfallzahlen.

Die Kriminalitätsrate bei Delikten wie Raub, Überfall, Auto- und Hauseinbrüche sowie Sexualdelikten nimmt bei Erhöhung der Beleuchtungsqualität ab.

FAZIT:
Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, der Verkehrssicherheit, der allgemeinen Sicherheit und des Umweltschutzes ist eine moderne elektrische Straßenbeleuchtung im öffentlichen Interesse und somit einer veralteten Gasbeleuchtung vorzuziehen.



5 Überlegenheit beweisen elektrische Straßenbeleuchtungen gegenüber Gasbeleuchtungen auch hinsichtlich der Regelbarkeit und somit bei den Betriebskosten. Die »Master City White«-Lampen lassen sich bis auf 50% herunterdimmen und erlauben so, das Licht flexibel an die jeweiligen Umstände anzupassen und Energie zu sparen. (Foto: Philips)