

# **Entwicklung der Stadtbeleuchtung von der Gaslaterne bis zur modernen LED-Straßenleuchte mit integrierter Ladestation für Elektrofahrzeuge**

**Zusammengestellt und bearbeitet von Prof. Dr.- Ing. Peter Marx**

**info@mx-electronic.com**

**[www.mx-electronic.com](http://www.mx-electronic.com)**

**Vortrag, gehalten im KOLLOQUIUM ÜBER OPTISCHE UND LICHTTECHNISCHE FRAGEN am Mittwoch, den 10. Juli 2013  
um 17:15 Uhr im Hörsaal E 20 der Elektrotechnischen Institute der Technischen Universität Berlin**

**Prof. Dr.- Ing. Peter Marx war von 1996 bis 2011 stellvertretender Aufsichtsratsvorsitzender der Selux AG**

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Lichtquellen des Menschen bis 1800	4
Zeit der Lichterzeugungstechnik ab 1800	4
Jede Straßenbeleuchtung ist verwerflich	5
Bestimmung der Gas-Glühkörper-Lichtausbeute	12
CO <sub>2</sub> – Emissionen	15
Insektenschutz	16
Halbzylindrische Beleuchtungsstärke	17
Aktueller Energiekosten-Vergleich Gaslicht – Elektrolicht	24
Forscher und Erfinder des elektrischen Lichts	38
Zeit der Lichterzeugungstechnik von 1925 bis 1950	51
Zeit der Leuchtdichtetechnik ab 1950	51
Berechnung der Lichtausbeute der Sonne	53
Arten von Lichtquellen und Effizienz	60
Erfindung der weißen LED	63
Eigenschaften von LEDs	66
Energieversorgung von LED-Leuchten	67

Schlüsseltechnologien für die Entwicklung von LED-Leuchten	70
Temperaturmanagement für LED-Lichtquellen	71
Intelligente LED-Außenleuchten	76
Messungen an LEDs und LED-Leuchten	78
Angabe wichtiger technische Daten im LED-Leuchten-Hersteller katalog	80
LED-Klassifizierung	81
Lichtmess-Systeme für die LED-Technologie	82
Lichtwelligkeit	87
PWM- und Analogdimmverfahren, Vor- und Nachteile	88
Elektro-Mobilität und Laternen-Ladestationen	101
Ladeleistungen und Ladezeiten	104
Selux-Leuchtenmast-Ummantelungstechnologie	105
Kabelnetz für die Straßenbeleuchtung in Berlin	107
Kostenvergleich für 100 km Fahrstrecke	113
Parteitagsbeschluss der CDU zur „LED-Kombi-Laterne“	116
Vorteile von Elektrofahrzeugen	117
Selux Schutzrechte zur Laterne mit Ladestation	119

## Lichtquellen des Menschen bis 1800

Es gab Kienspäne, Wachsfackeln, Kerzen sowie Öllampen mit Waltran bzw. Raps- und Rüböl

## Zeit der Lichterzeugungstechnik ab 1800

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts begann man, **Gaslaternen** mit offener Gasflamme für die Straßenbeleuchtung einzusetzen

Doch die nächtliche Illumination fand nicht nur Freunde, sondern man zweifelte auch an der neuen Errungenschaft. So schrieb die Kölnische Zeitung am 28. März **1819** folgenden Artikel:

## **Jede Straßenbeleuchtung ist verwerflich**

**Aus theologischen Gründen**, weil sie als Eingriff in die Ordnung Gottes erscheint. Die Nacht darf nicht in den Tag verkehrt werden.

**Aus juristischen Gründen**, weil die Kosten dieser Beleuchtung durch eine indirekte Steuer aufgebracht werden sollen.

**Aus medizinischen Gründen**, die Gasausdünstung wirkt nachteilig auf die Gesundheit schwachleibiger oder zarterer Personen.

**Aus philosophisch-moralischen Gründen**, die Sittlichkeit wird durch Gassenbeleuchtung verschlimmert. Die künstliche Helle verscheucht in den Gemüthern das Grauen vor der Finsternis.

**Aus polizeilichen Gründen**, sie macht die Pferde scheu und die Diebe kühn.

**530 deutsche Städte wurden dennoch bereits 1868  
mit Gas beleuchtet.**

Ab **1891** erlebte die Gasbeleuchtung einen Aufschwung, nachdem **Auer von Welsbach** den Gasglühstrumpf erfunden hatte und das **Gaslicht nunmehr mit 5-facher Lichtausbeute als Gasglühlicht** Verwendung fand.

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



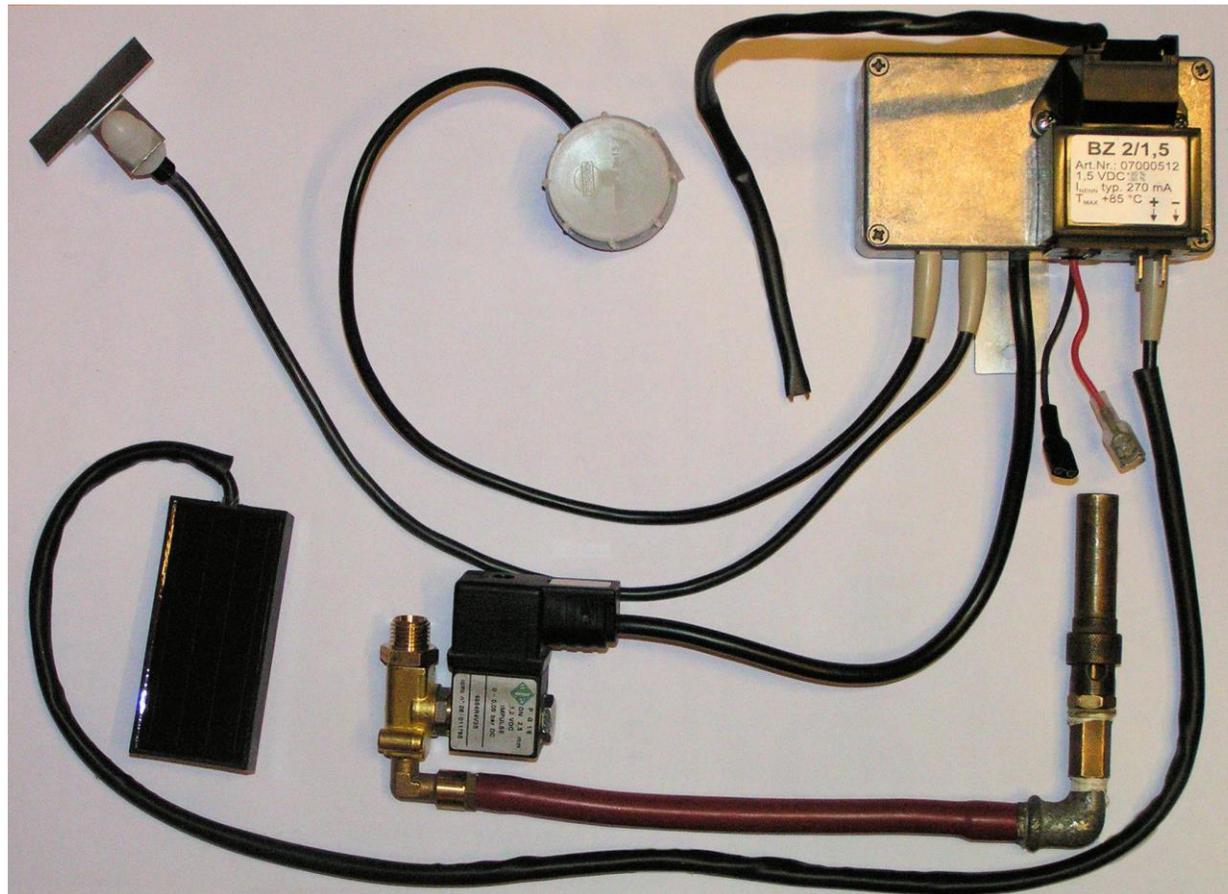
**Gaslaternen von dem Hauptgebäude der Königlich Technischen Hochschule Charlottenburg 1885**

**Zitat von Kaiser Wilhelm II Ende des 19. Jahrhunderts:**

**„ Das Automobil ist eine vorübergehende Erscheinung. Ich setze auf das Pferd!“**

## Komplizierte und stör anfällige Zünd-Technik in Gaslaternen ... Kosten ca. 180,-- €

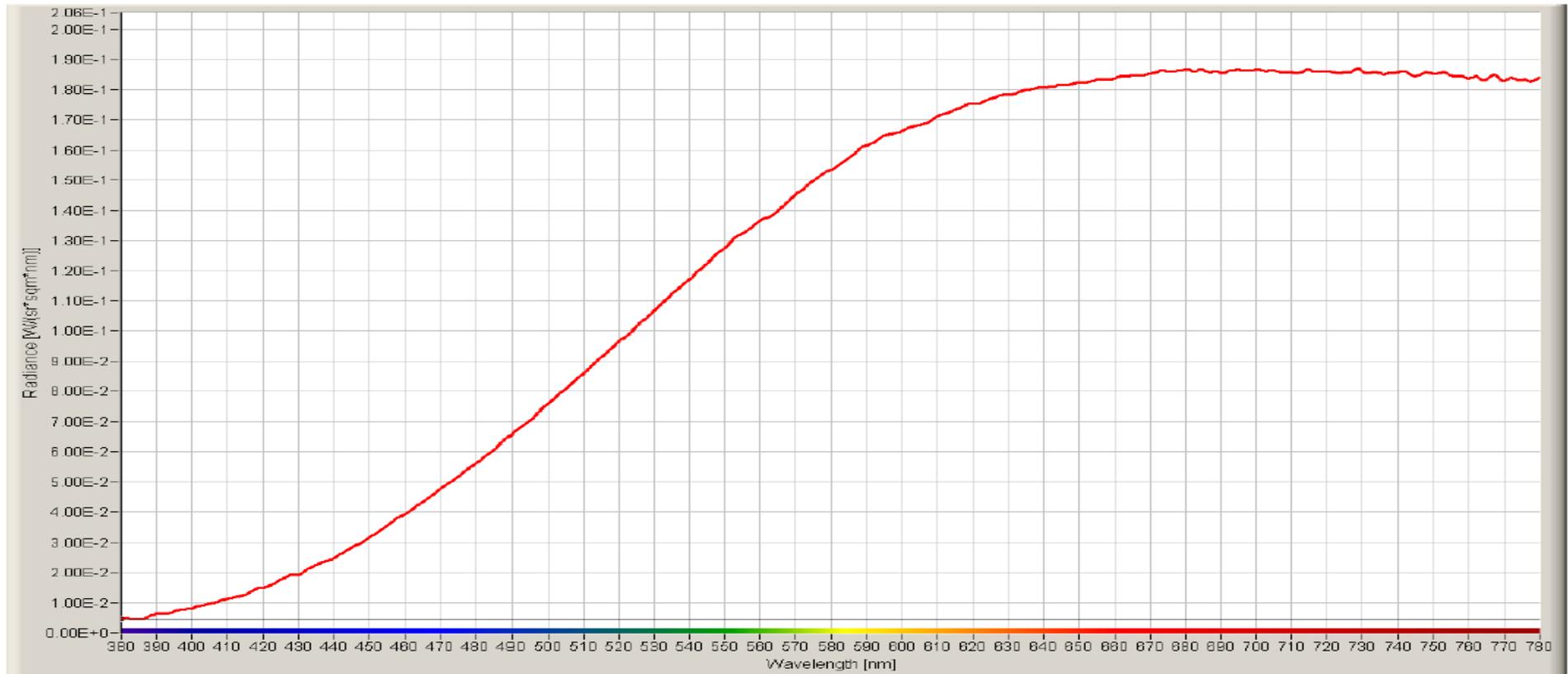
- Sensor Tageslicht: Erkennt Dunkelheit, bestimmt die Brennzeiten der Leuchte
- Sensor Gaslicht: Stellt fest, dass die Zündung erfolgt ist - die Leuchte gibt Licht
- Energieversorgung der Zündspule: Stellt die Energie für den Zündfunken zur Verfügung
- Anschluss Zündkerze: Hochspannung! Zündfunke wird erzeugt
- Solarzelle zur Energieversorgung: Ersetzt die in älteren Lampensteuerungen eingesetzten Batterien



Putenweg

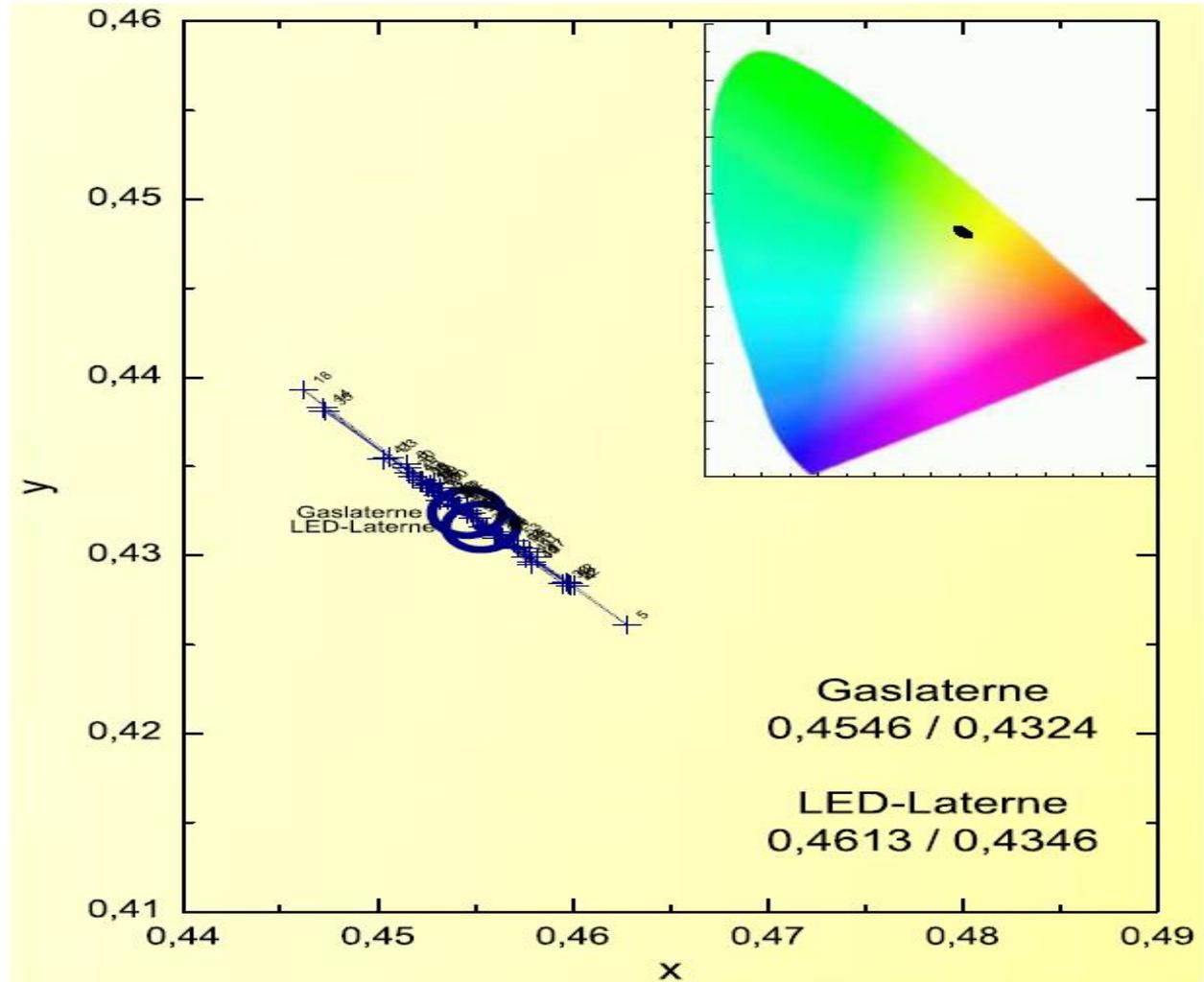
Ähnlichste Farbtemperatur: 2983 K

Ra: 92,73



**Spektrum einer Gasleuchte mit CCT = 2983 K und Ra (CRI) = 92,73**

**Moderne LED-Lichtquellen haben vergleichbare Werte bezüglich Farbort,  
Farbtemperatur CCT und Farbwiedergabe Ra! (Lichttechnik - TUB)**



**Farbort von klassischer Gasaufsatzleuchte  
und LED-Gasersatzleuchte im Vergleich (Lichttechnik – TUB)**

## Bestimmung der Gas-Glühkörper-Lichtausbeute

Brennwert von **für Erdgas** (Methan) = **11 kWh / m<sup>3</sup>**

Gasverbrauch eines Glühkörpers

**ca. 0,027 m<sup>3</sup> / h = 0,29 kWh / h**

und der Gasverbrauch eines Zündflammen-Glühkörpers

**ca. 0,0065 m<sup>3</sup> / h = 0,07 kWh / h**

Für eine sechs-flammige Gasleuchte ergibt sich daraus ein

**Anschlusswert von 1,83 kW**

Der Lichtstrom eines Gasglühkörpers beträgt  
etwa **500 lm**

Somit werden in einer sechs-flammigen Gasleuchte  
**3000 lm** erzeugt  
damit folgt für die

**Lichtausbeute des Gaslichts**  
 **$3000 \text{ lm} / 1830 \text{ W} = 1,64 \text{ lm} / \text{W}$ .**

Der elektrische Strom wird häufig nur mit einem Wirkungsgrad von etwa 40 % aus **Primärenergie** hergestellt, während die Gasbeleuchtung Primärenergie verbraucht.

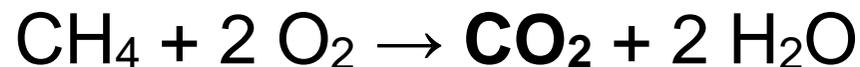
Deshalb muss man beim Vergleich mit elektrischen Lichtquellen noch einen Faktor von etwa **2,5** zugunsten der Lichtausbeute der Gasbeleuchtung berücksichtigen, d.h., diese steigt damit auf etwa **4 lm / W**.

Das bedeutet aber immer noch eine **20-fache Überlegenheit** der elektrischen Beleuchtung mit etwa **80 lm / W**.

Außerdem haben die Gasglühkörper eine relativ kurze **Lebensdauer** von nur **4000** Betriebsstunden, und müssen dann gewechselt werden.

## CO<sub>2</sub> - Emissionen

Erdgas ist ein einfacher Kohlenwasserstoff mit der Formel CH<sub>4</sub> (Methan) und verbrennt nach folgender Gleichung:



**1 m<sup>3</sup> H-Erdgas setzt 2,4 kg CO<sub>2</sub> frei**

Sämtliche Gasleuchten in Berlin emittieren pro Jahr ca. 54.000 t CO<sub>2</sub>, das entspricht etwa 7 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Berliner Verkehrs

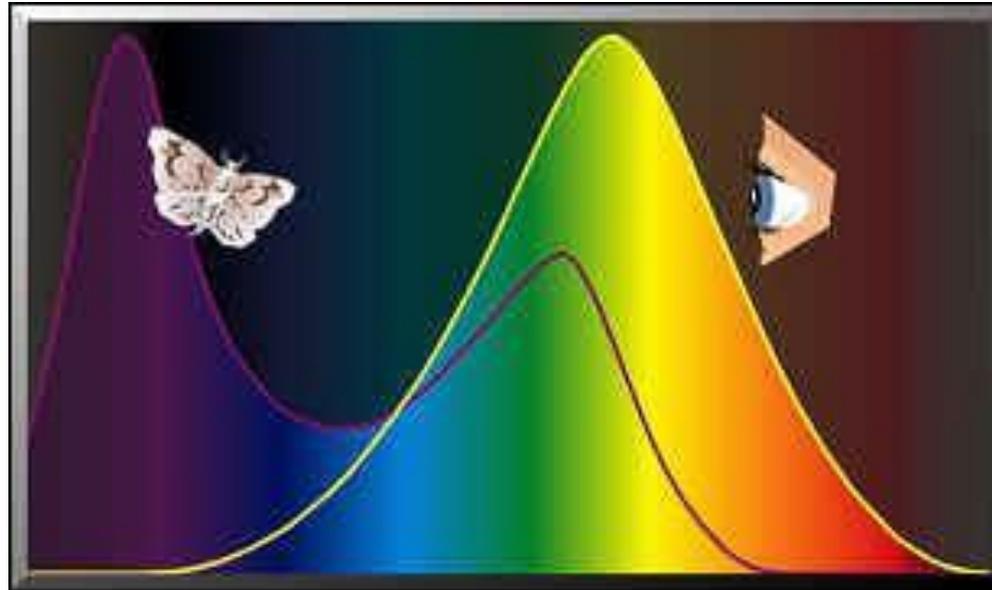
Heute werden in großer Zahl noch Gasleuchten in Berlin (über 40.000), Düsseldorf (16000), Frankfurt an Main (5500) und Dresden betrieben. Weitere Städte sind Bonn, Worms, Mainz, Prag, London, Boston, San Diego usw.

# Insektenschutz

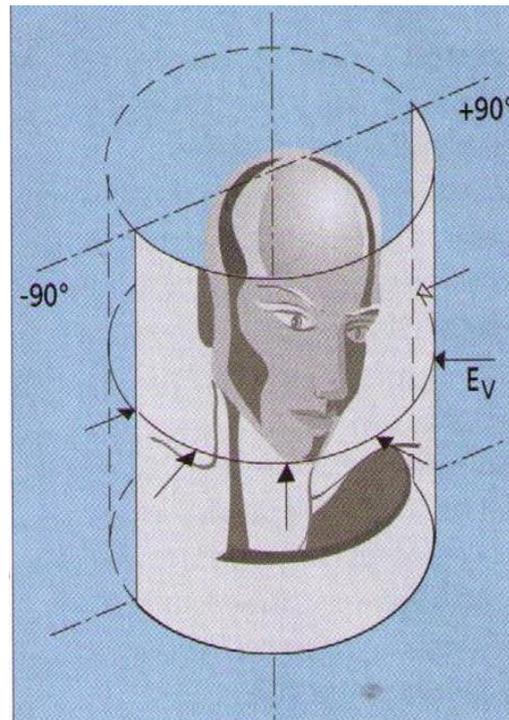
Infolge der höheren spektralen Empfindlichkeit der Insektenaugen im Wellenlängenbereich zwischen 300 nm und 400 nm werden diese durch blaue, violette und ultraviolette Strahlung stärker angezogen als durch Strahlung, die im gelben bis roten Bereich des Spektrums liegt

**Warmweißes LED-Licht zieht Insekten weniger an!**

**Die LED-Lichtquellen-Oberflächentemperatur ist auch viel geringer**



Vor Jahren wurden im Auftrag des Senats von Berlin auf diversen Straßen mit Gasleuchten sowie mit elektrischen Leuchten die halbzyklindrischen Beleuchtungsstärken auf den Gehwegen gemessen



Halbzyklindrische Beleuchtungsstärken von **mindestens 1 lx** ermöglichen ausreichendes körperliches Sehen und damit eine Personenerkennung

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

<u>Elektrische Beleuchtung</u>	<u>E<sub>hzmittel</sub></u>
Teltower Damm.....	1,16 lx
Finckensteinallee.....	2,49 lx
Königsberger Str. ....	2,49 lx
Clayallee .....	2,60 lx
Schloßstr. ....	2,45 lx
Rheinbabenallee .....	5,45 lx
Oranienstr. ....	1,09 lx
Spreeweg .....	3,05 lx
<b>Reichsstr.....</b>	<b>0,66 lx</b>
Gartenfelder Str. (Ost) .....	1,18 lx
<b>Gartenfelder Str. (Nord-Ost).....</b>	<b>0,94 lx</b>
Berliner Str. ....	1,18 lx
MedebacherWeg .....	1,74 lx
Gorkistr.....	2,26 lx
Eichborndamm.....	1,80 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

Aktuell gibt es in Berlin den sehr aktiven **Lobby-Verein „ProGaslicht“** der u.a. Statements im Internet verbreitet, wonach Hochschul-Wissenschaftler angeblich Argumente gegen das Gaslicht **unter Niveau** propagieren.

Zum Beispiel wird **TU-Lichttechnik Prof. Dr. Völker** zitiert:

*„Es gibt keinen Grund, auch nur einen Tag länger an der Gasbeleuchtung festzuhalten“*

**ProGaslicht über den TU-Lichttechnik-Physiker Dr. Serick:**

*Er greife mit seinen dreisten Thesen in die unterste Schublade. So schwadroniere er, die neue wartungsarme Leuchte Jessica von Selux*

***ProGaslicht-Bezeichnung: Gaslaternen-Tötungs-Leuchte“***

*erzeuge mit geringerem Energieverbrauch helleres Licht. Dieser Elektro-Lobbyist gifte mit übelster Polemik gegen das Gaslicht, unterirdisch!*



Gasreihenleuchte von 1950



Elektrische Leuchte „Jessica“ (sog. Gaslaternen-Tötungsleuchte)

## **ProGaslicht-Zitat:**

*Kürzlich machte wieder einmal **Prof. Dr. Marx**, Elektro-Verfechter par excellence von sich reden. Vor vier Jahren veröffentlichte er in der **Fachzeitschrift LICHT** eine Aufsatz zur Frage, warum die Gasbeleuchtung dem elektrischen Licht weit unterlegen sei und daher abgeschafft werden müsse mit der für ihn erfreulichen Folge, dass der Senat nun begonnen hat, die Berliner Gasbeleuchtung abzureißen und durch elektrische Leuchten zu ersetzen, obwohl in dem Artikel zahlreiche fragwürdige und zum großen Teil auch schlicht falsche Thesen enthalten sind. **Der Herr Professor sollte sich schämen ob dieses hanebüchenen Unfugs, den er da ungeniert verbreitet.***

(Nachzulesen im Internet unter: **Der Zündfunke**, Ausgabe 9/2012)

Berlin verfügt aktuell über 42.500 Gasleuchten mit vier Grundtypen



30.700 Stück

7.000 Stück

3.600 Stück

1.200 Stück

## Aktueller Energiekosten-Vergleich

### Gaslicht – Elektrolicht

Die Stadt Berlin wendet pro Jahr etwa **13,5 Mio. €** allein für die **Gaskosten** der 42.500 Gasleuchten und etwa **13,5 Mio. €** für die **Stromkosten** der 181.500 elektrischen Straßenleuchten auf, im Mittel also **318 € pro Gasleuchte** und **74 € pro Elektro-Leuchte**

Die Differenz beträgt **244 €**, d.h. bei Umstellung sämtlicher Gasleuchten auf E-Leuchten liegt das Energiekosten-Einsparpotenzial bei etwa

$$42.500 \times 244 \text{ €} = \mathbf{10,4 \text{ Mio. € pro Jahr !}}$$

Die **Instandhaltungskosten** betragen bei Gasleuchten im Mittel etwa **200 €** und bei elektrischen Leuchten nur etwa **10 €** pro Lichtpunkt und Jahr

Die Differenz beträgt hier **190 €**, d.h. bei Umstellung sämtlicher Gasleuchten auf E-Leuchten liegt das Einsparpotenzial bei

$$42.500 \times 190 \text{ €} = \mathbf{8,1 \text{ Mio € pro Jahr!}}$$

**Insgesamt erhält man also eine Einsparung von rd. 18,5 Mio € pro Jahr, wenn nur noch elektrische Leuchten betrieben werden**

Der **Ersatz einer Gasreihenleuchte** verursacht einschließlich der Netzanschlusskosten und der Ausgaben für den Leuchtenkopf rund **3.750 € / Stück**

Diese Kosten amortisieren sich bei dem für Kommunalkredite bisher relativ hoch angesetzten Zinssatz von 4 % und jährlich Annuitätszahlungen von 500 € nach rd. 9 Jahren.

# 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



**Um 1950 gab es noch Laternenanzünder**



**Gaslaterne im Freilichtmuseum Berlin**



**Gas-Aufsatzleuchte „Modell Modern“. Besonders typisch für Essen, Bonn, Mainz, Berlin, Düsseldorf**



**Gaslaterne in Dresden, Januar 2004, Käthe-Kollwitz-Ufer  
(die Gaslaternen wurden inzwischen durch elektrische Leuchten ersetzt).**



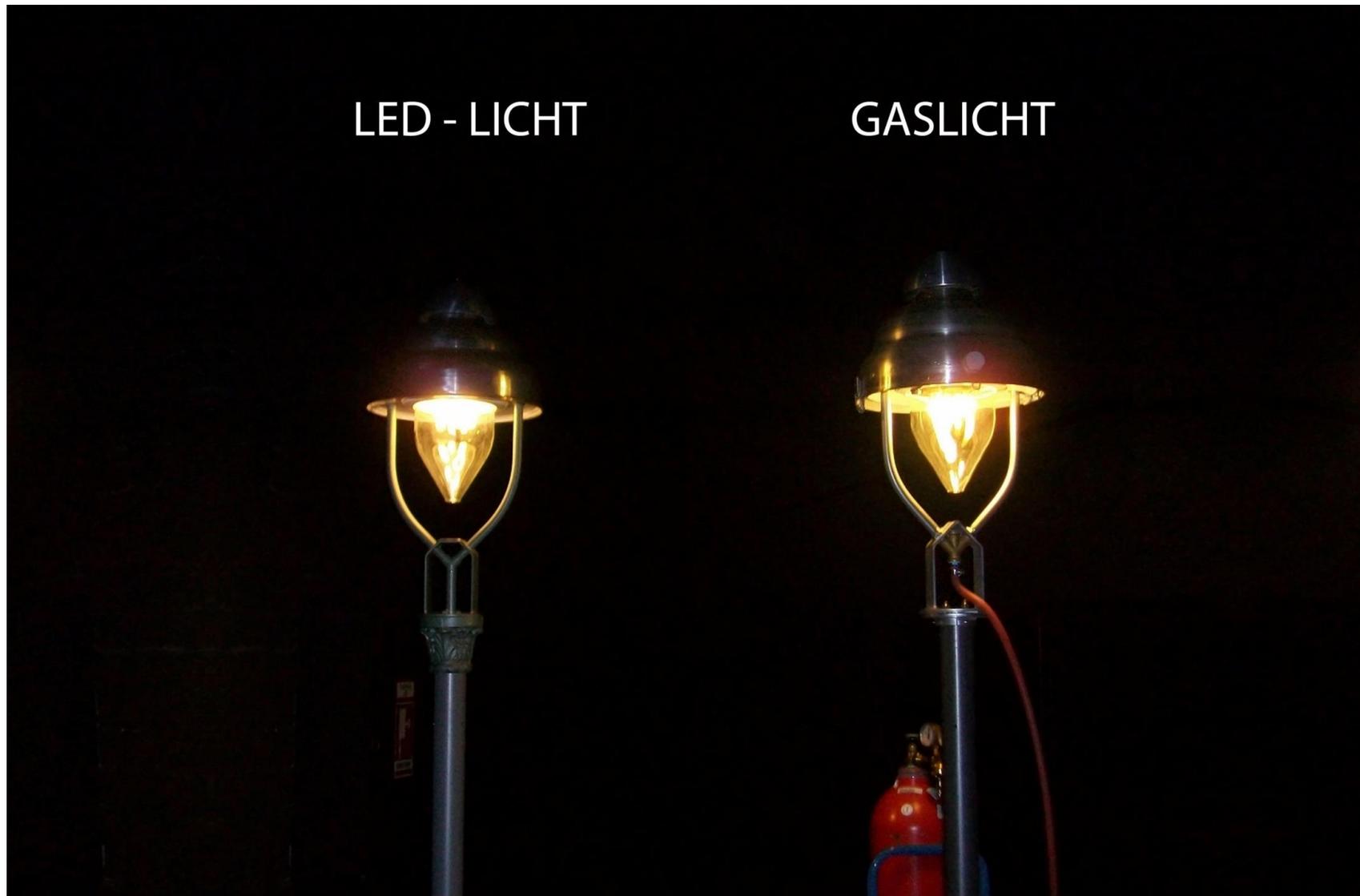
Alte Gas-Aufsatzlaterne



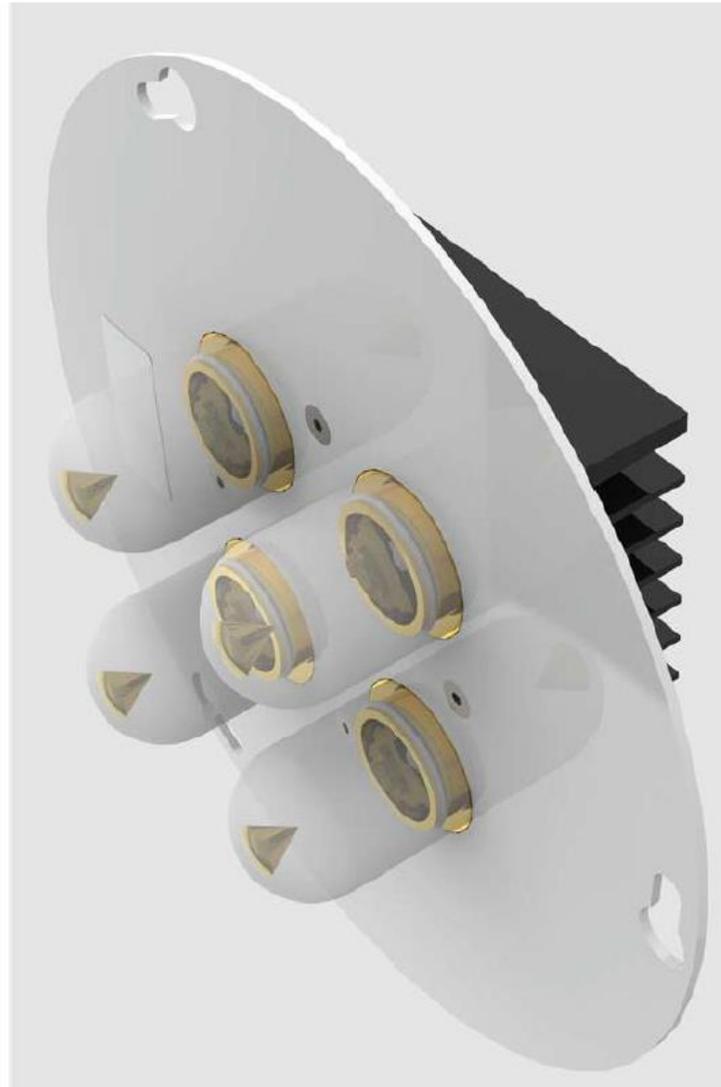
Neue LED-Aufsatzlaterne



**Herkömmliche 4-flammige Gasaufsatzleuchte links und LED-Gasersatzleuchte rechts**



**Das lichttechnische Erscheinungsbild ist nahezu identisch!**



**LED-Transfermodul der Selux AG**



**Kandelaber am Gendarmenmarkt, elektrifiziert**



**Historische Leuchte am Großen Stern, elektrifiziert**

## **Bedeutende Forscher und Erfinder, wie**

**Faraday** (Induktionsgesetz),

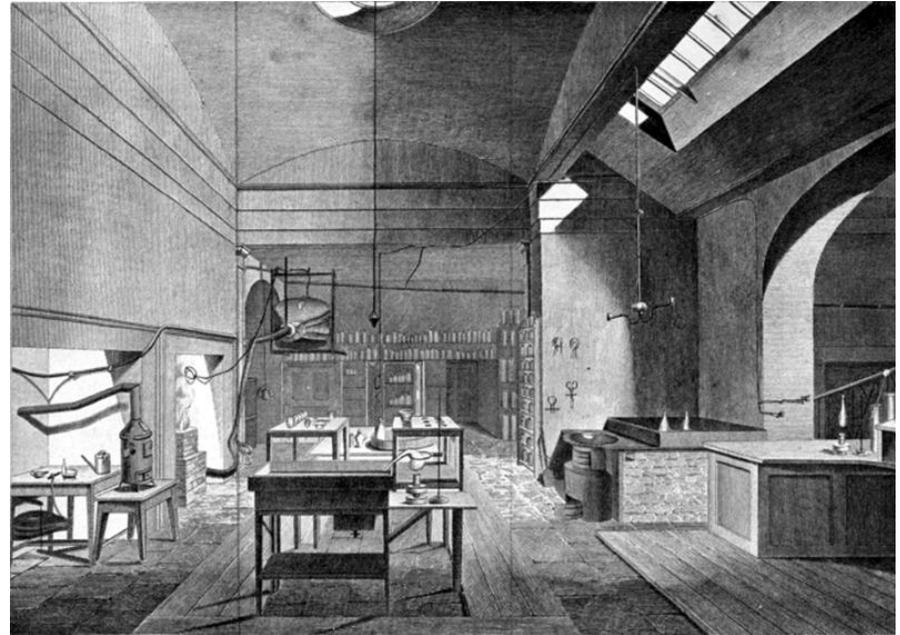
**Edison** (Glühlampe und Gleichstrom-Versorgungsnetz)

**Siemens** (Dynamomaschine)

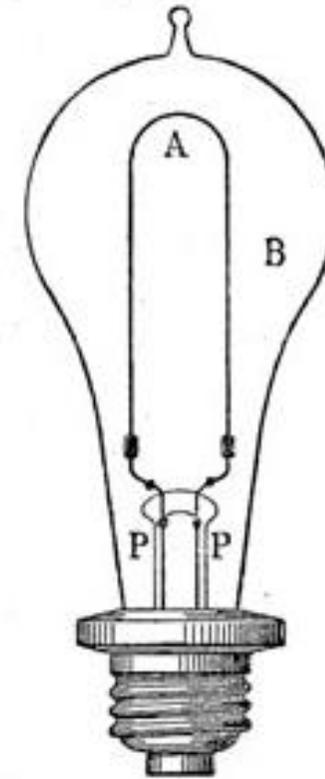
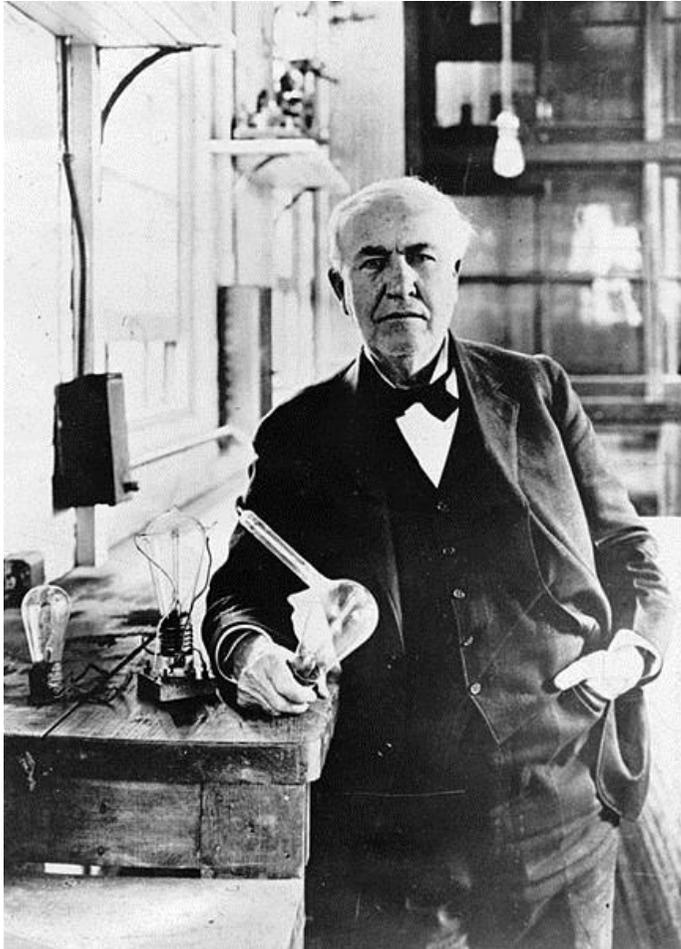
und

**Tesla** (Wechselstromtechnik, Transformator,  
Wechselstromgenerator und Wechselstrommotor)

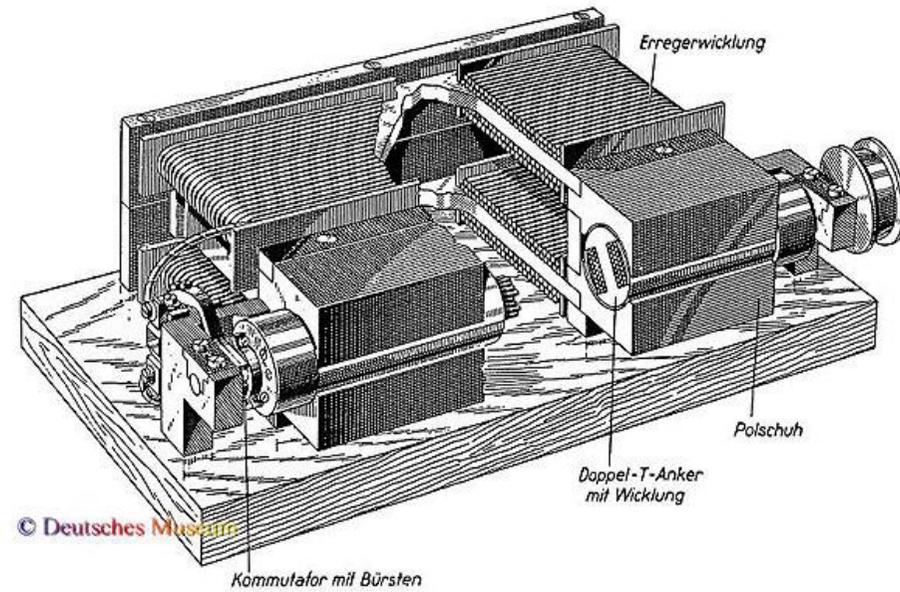
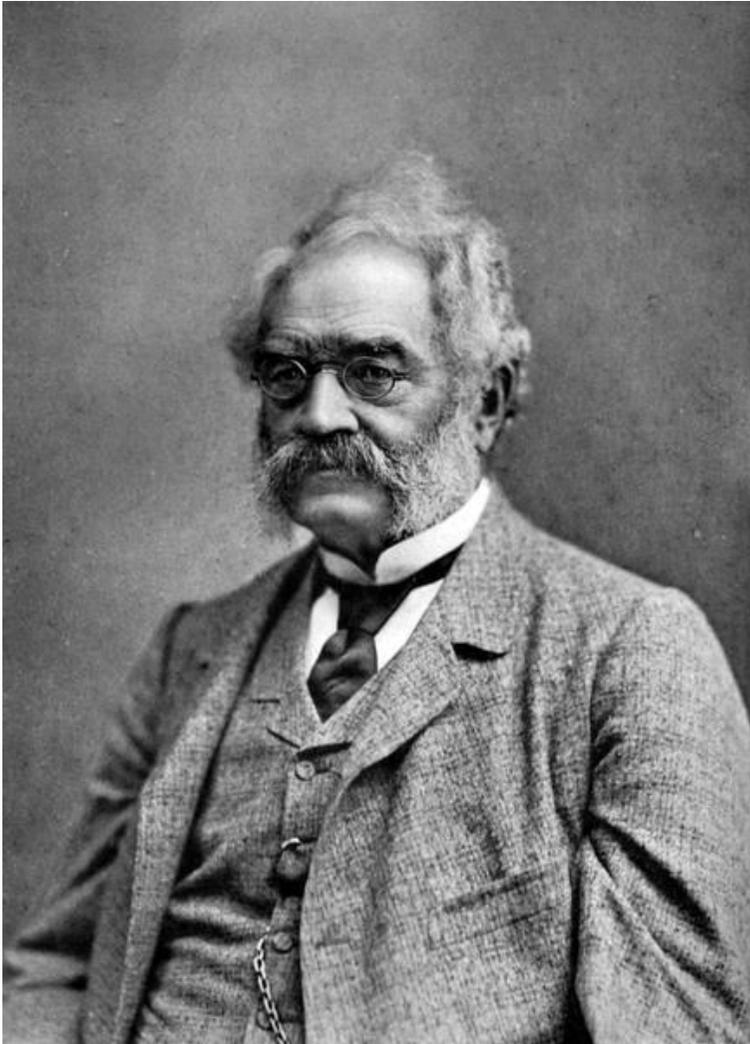
**schufen die Grundlagen für das elektrische Licht.**



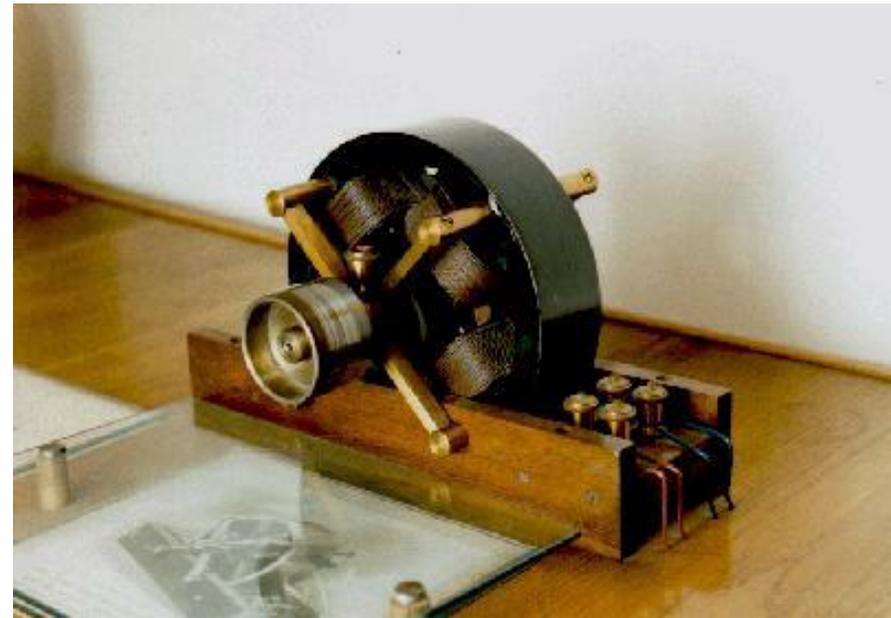
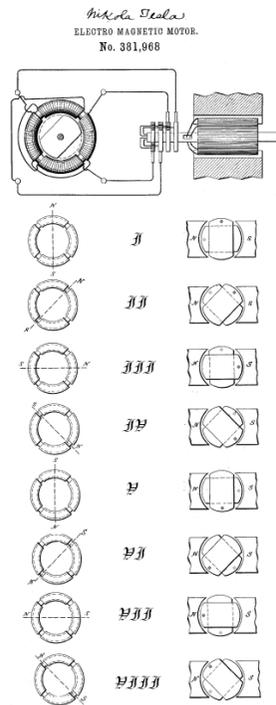
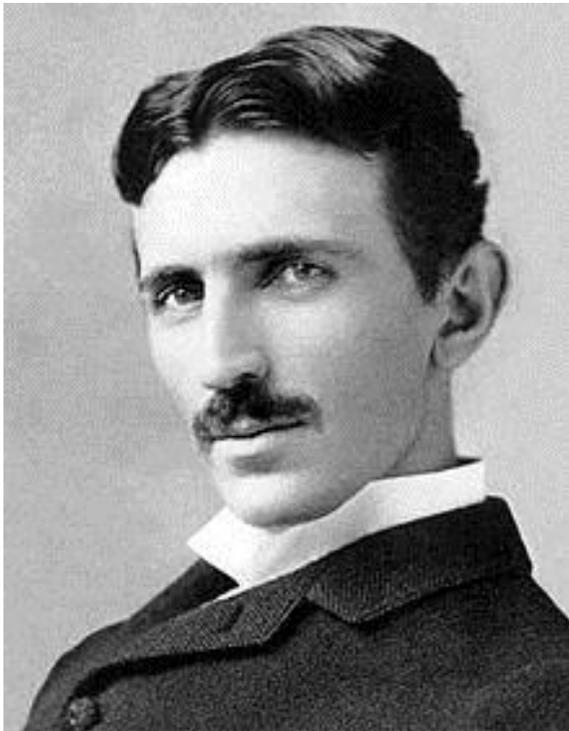
**Michael Faraday (1791 -1867)**



**Thomas Alva Edison (1847 -1931)** Edisons Glühlampe von 1878 hatte anfänglich eine sehr geringen Lichtausbeute von **nur 1,4 lm/W**



**Ernst Werner Siemens, ab 1888 von Siemens (1816 -1892) / Dynamomaschine**

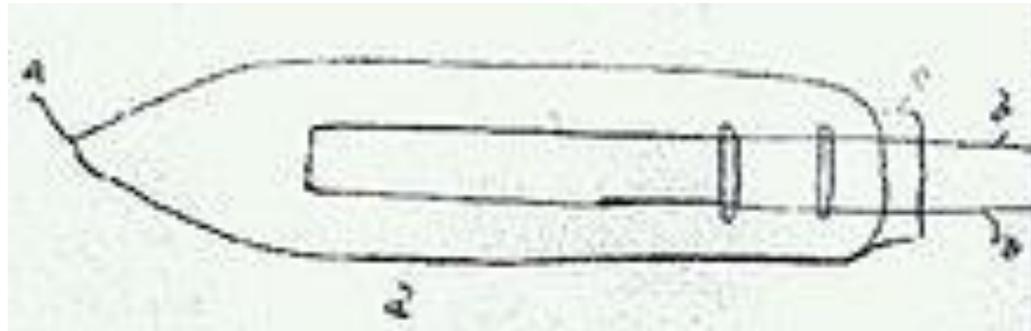


**Nikola Tesla** (1856– 1943) war ein Erfinder, Physiker und Elektroingenieur

Bildmitte: Abbildungen aus Teslas Patent zum Mehrphasenwechselstrom

Rechts: Wechselstrommotor (Vorläufer des Drehstrommotors)

**1854** baute angeblich der aus Springe bei Hannover stammende Optiker und Uhrmachermeister **Heinrich Göbel** in New York einen ersten Prototyp einer Glühlampe, allerdings mit sehr kurzer Lebensdauer, weil zu dieser Zeit noch keine geeigneten Hochvakuum-Pumpen zur Verfügung standen.



Johann Heinrich Christoph Conrad Göbel ([1818](#) - [1893](#)), nach 1849 auch als *Henry Goebel* bekannt, war ein Feinmechaniker, der 1865 US-Staatsbürger wurde.

**1812** führte Sir Humphry Davy die erste Lichtbogenlampe in der Royal Society in London vor

**1879** entwickelte SIEMENS&HALSKE die erste Lichtbogenlampe.

In Berlin gab es **1901** rund 480 Bogenlampen und 112 Leuchten mit Glühlampen. Der Rest waren Gaslaternen.

**1930** waren rund 20% der Berliner Straßenbeleuchtung elektrisch betrieben, was rund 17.000 Brennstellen darstellte.

Von der Beleuchtung in Paris wird **1937** berichtet: 35% Gas, 65% Elektrizität.





1885 Elektrische Beleuchtung des Max-Joseph-Platzes in München mit Bogenlampen



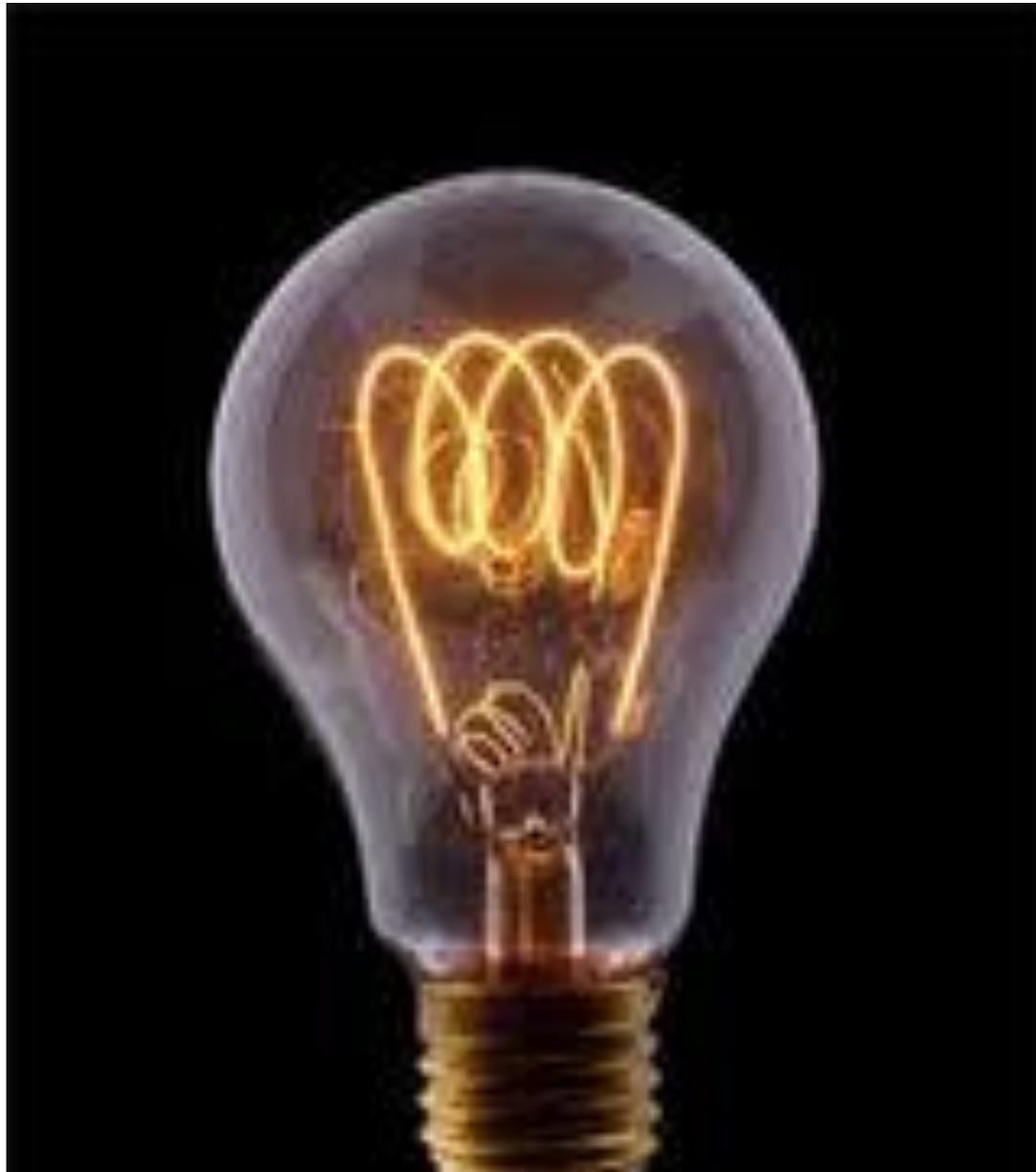
Bogenlampe in Nürnberg

**Anmerkung:** Als Edison begann, die Glühlampe zu entwickeln, war die damalige Wissenschaft davon überzeugt, dass es unmöglich sei, brauchbare elektrisch betriebene Lichtquellen herzustellen. Glücklicherweise kannte Edison, ein genialer Autodidakt und talentierter Experimentator ohne höhere Schul- und Universitätsausbildung diese damals anerkannte - aber dennoch falsche Lehrmeinung – nicht!

Anderenfalls hätte er sich wahrscheinlich nicht an die Entwicklung der Glühlampe herangewagt.

**Professor Erasmus Wilson**, Universität Oxford, verkündete damals ex cathedra:

***„Was das elektrische Licht betrifft, so ist viel dafür und viel dagegen gesagt worden. Ohne Widerspruch befürchten zu müssen, glaube ich behaupten zu können, dass mit Ende der Pariser Weltausstellung 1878 auch das elektrische Licht von Edison enden wird. Anschließend werden wir nie wieder etwas davon hören“***



Als Edisons Entwicklung - entgegen den Vorhersagen der sog. „Experten“ - erfolgreich war, folgte ein langer **Kampf seitens der Gaslicht-Lobby**, teilweise bis in unsere Tage, siehe z.B. die noch rund **75.000 Gasleuchten in Deutschland**.

Doch nun zeigt sich langsam, dass das Bessere der unerbittliche Feind des Guten ist, mit der Folge, dass auch in der deutschen Hauptstadt in den nächsten Jahren die Gasleuchten elektrifiziert werden.

**Ähnliche Kräfte sind heute sicher auch seitens der Mineralölwirtschaft sowie der Verbrennungsmotor-Lobby gegen umweltfreundliche Elektroautos wirksam.**

## **Zeit der Lichterzeugungstechnik von 1925 bis 1950**

Güteanforderungen werden gestellt, neben den physikalischen sind auch physiologische und psychologische Kenntnisse für die Lichttechnik notwendig

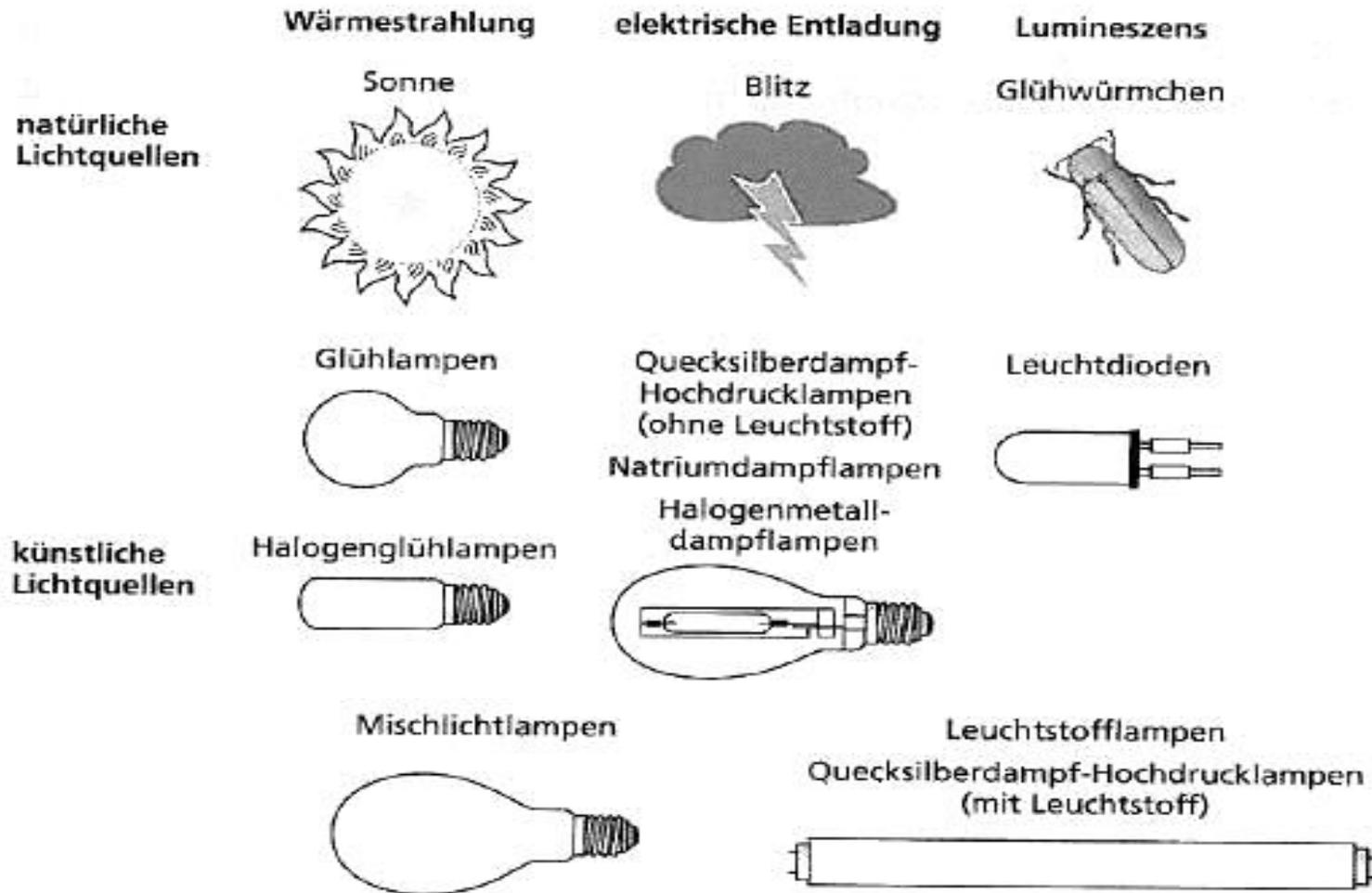
- \* 1932 Quecksilberhochdrucklampen und Natriumniederdrucklampen
- \* 1938 Leuchtstofflampen

## **Zeit der Leuchtdichtetechnik ab 1950**

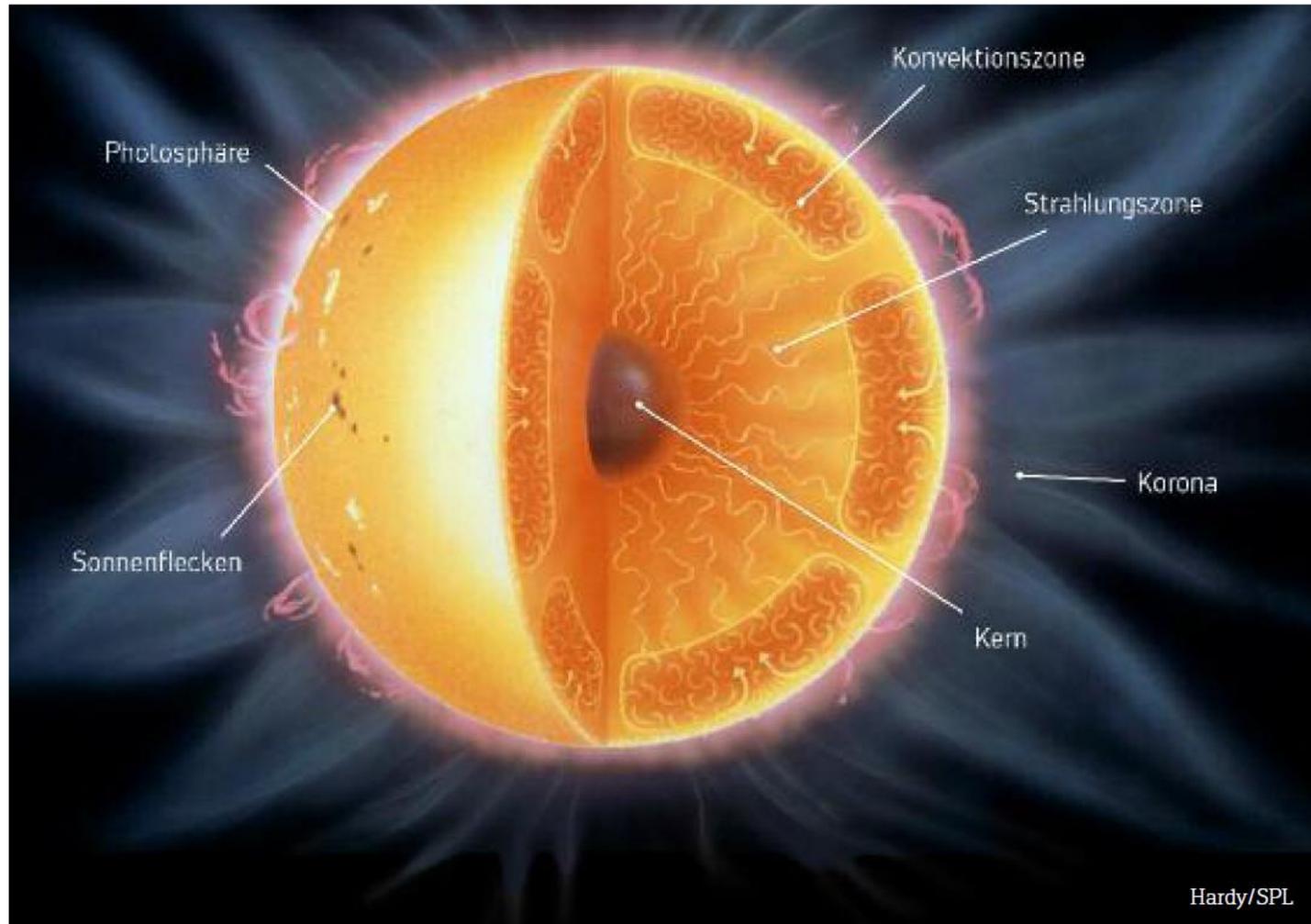
Straßen-Beleuchtungsanlagen werden auf der Basis der Leuchtdichte geplant und berechnet

- \* 1958 Halogenglühlampen
- \* 1964 Halogen-Metall dampflampen
- \* 1965 Natriumdampf-Hochdrucklampen
- \* 1980 Kompakt-Leuchtstofflampen
- \* 2000 Hochleistungs-Leuchtdioden (LEDs und OLEDs)

# Lichtquellen



## Berechnung der Lichtausbeute der Sonne

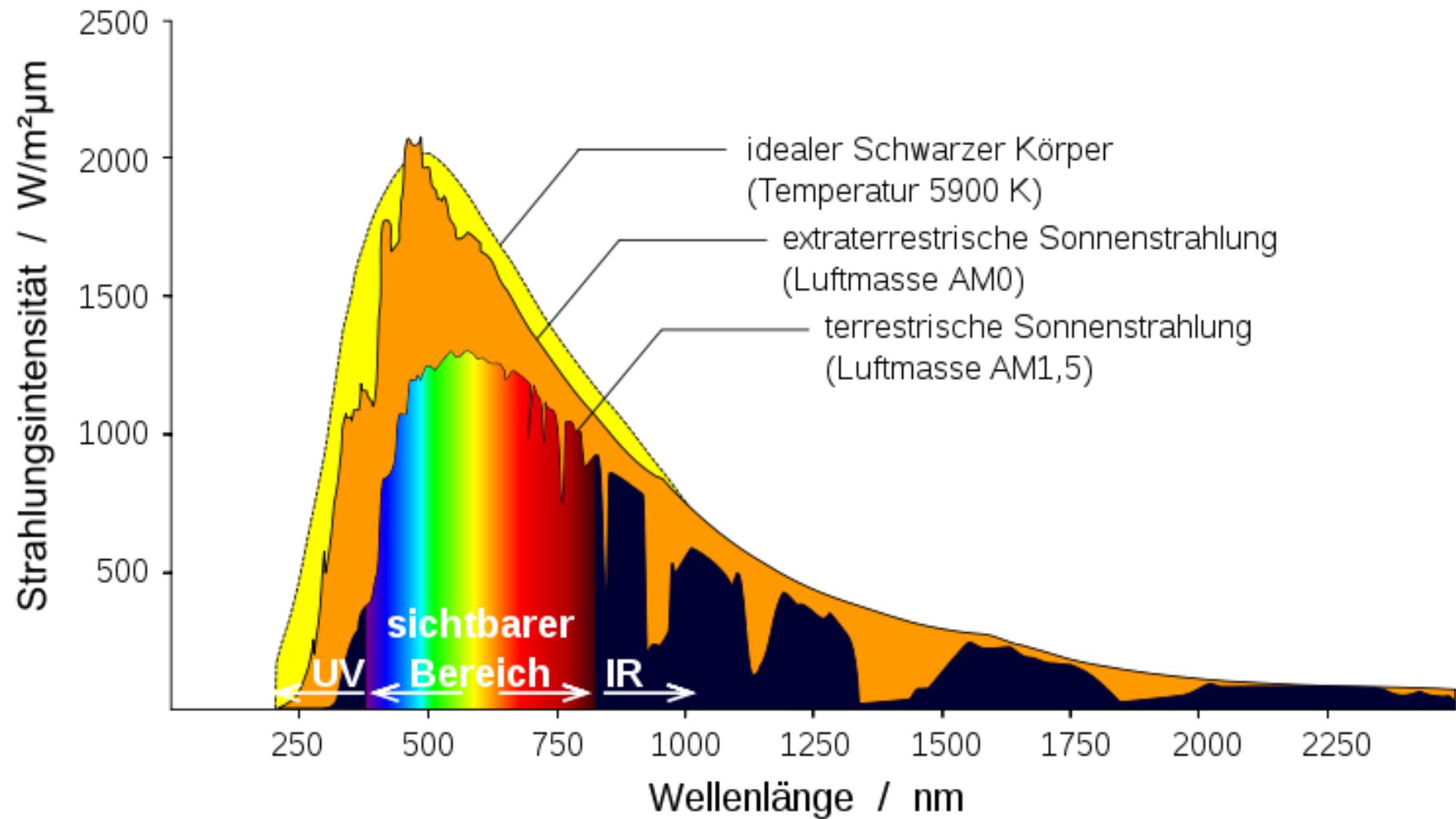


## Aufbau der Sonne

**Im Sonnen-Zentrum findet bei 15 Mio. K durch Kernfusion eine Umwandlung von Wasserstoff in Helium statt**

Physikalisch kann die Sonne annähernd als ein Schwarzer Strahler mit einer Oberflächentemperatur von **5.773 K** betrachtet werden.

Oberhalb der Erdatmosphäre beträgt die Strahlungsleistung der Sonne etwa **1367 W / m<sup>2</sup>** (Solarkonstante) und auf der Erdoberfläche etwa **1000 W / m<sup>2</sup>**



## Sonnenspektren

**Leuchtdichte:  $L_{\text{Sonne}} = 1,9 \times 10^9 \text{ cd/m}^2$**

**Lichtstärke:  $I_{\text{Sonne}} = L_{\text{Sonne}} \cdot A_{\text{Sonne, proj.}} = 2,887 \cdot 10^{27} \text{ cd}$**

Damit erhält man den von der Sonne ausgestrahlten  
Gesamtlichtstrom zu

$$\Phi_{\text{Sonne}} = 4 \pi \cdot I_{\text{Sonne}} = 4 \pi \cdot 2,887 \cdot 10^{27} \text{ cd} = 3,628 \cdot 10^{28} \text{ lm}$$

und für die extraterrestrische Beleuchtungsstärke auf der Erde

$$\begin{aligned} \mathbf{E} &= I_{\text{Sonne}} / (R_{\text{Sonne - Erde}})^2 = 2,887 \cdot 10^{27} \text{ cd} / (1,496 \cdot 10^{11} \text{ m})^2 \\ &= \mathbf{129.000 \text{ lx}} \end{aligned}$$

Durch **Kernfusion** werden in der Sonne **pro Sekunde** rd.  
 $657 \cdot 10^6$  Tonnen Wasserstoff  
in rd.  $653 \cdot 10^6$  Tonnen Helium umgewandelt

Die hierbei auftretende **Massendifferenz**  $\Delta m = 4,3 \cdot 10^6$  Tonnen  
wird nach der berühmten Formel von Einstein

$$E = m \cdot c^2$$

als äquivalente Strahlungsenergie pro Sekunde in den Weltraum  
abgestrahlt. Damit folgt für die Leistung der Sonne:

$$P_{\text{Sonne}} = \Delta m \cdot c^2 / s = 4,3 \cdot 10^9 \text{ kg} \cdot (300.000 \text{ km/s})^2 / s = \mathbf{3,87 \cdot 10^{26} \text{ W}}$$

## Für die Lichtausbeute der Sonne folgt

$$\eta_{\text{sonne}} = \Phi_{\text{sonne}} / P_{\text{sonne}} = 3,63 \cdot 10^{28} \text{ lm} / 3,87 \cdot 10^{26} \text{ W} \approx \mathbf{94 \text{ lm/W}}$$

Die Lichtausbeute der Sonne liegt damit etwa im Bereich derjenigen von Leuchtstofflampen und deutlich unter der von Halbleiter-Lichtquellen (LED) und Hochdruck-Gasentladungslampen, diese sind somit lichttechnisch bereits effizienter als unsere gute alte Sonne!

## **ProGaslicht hat sich auch hierzu kritisch geäußert:**

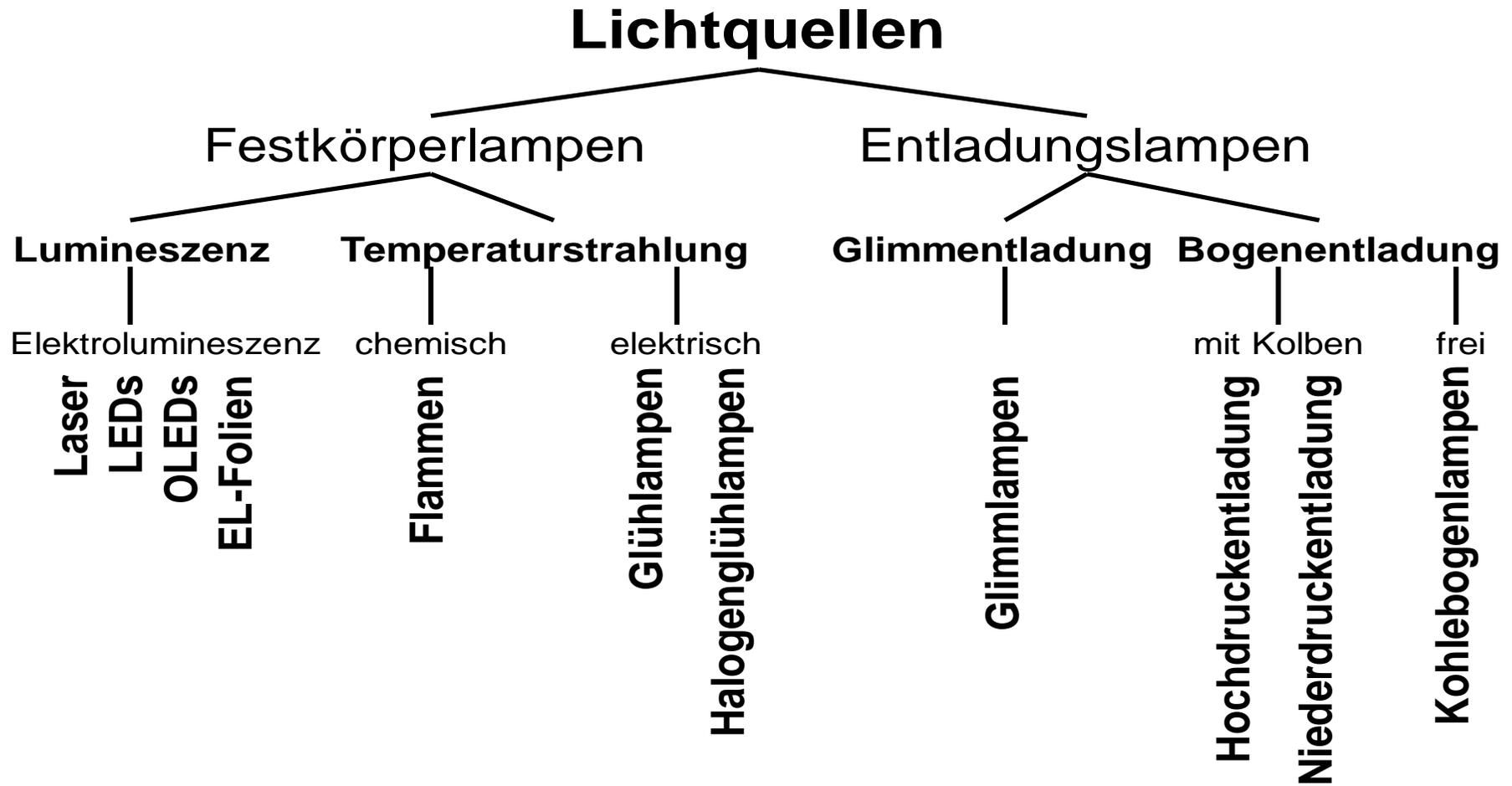
*Veröffentlicht wurde dieser Bericht, der uns sprachlos macht, in diesem Jahr von Prof. Marx in der Zeitschrift LICHT.*

***Besonders abenteuerlich** ist die These **dieses Herrn Beleuchtungsexperten**, dass die Lichtausbeute der Sonne (94 lm/W) deutlich unter der von LEDs und Hochdruckentladungslampen liegen würde.*

*Wir halten diese **aberwitzigen Vergleiche von LEDs mit der Sonne für grotesk**. Unsere Sonne, die das Leben auf der Erde überhaupt erst möglich macht, galt für unsere Vorfahren als göttlich und heilig.*

*Heute scheinen alle Dämme gebrochen. Irgendwelche Leuchtdioden oder Entladungslampen werden leichtfertig mit dem lebenswichtigen Sonnenlicht verglichen.*

*Was erlauben sich die Verfechter des **industriell-ökonomischen Licht-Komplexes** eigentlich?*



### Lichtausbeute $\eta$

Die Lichtausbeute  $\eta$  ist ein Maß für die Effektivität einer Lampe; sie ist definiert als Quotient aus Lichtstrom  $\Phi$  und elektrischer Leistung  $P_{el}$ . Der theoretische obere Grenzwert der Lichtausbeute beträgt 683 lm/W.

$$\eta = \frac{\Phi}{P_{el}} \quad (1.19)$$

Lichtausbeute verschiedener Lampen:

Glühlampen

$$\eta = (10 \dots 15) \text{ lm/W}$$

Halogen-glühlampen

$$\eta = (15 \dots 25) \text{ lm/W}$$

Leuchtstofflampen

$$\eta = (60 \dots 100) \text{ lm/W}$$

Quecksilberdampf-Hochdrucklampen

$$\eta = (40 \dots 55) \text{ lm/W}$$

Halogen-Metallampen

$$\eta = (60 \dots 100) \text{ lm/W}$$

Natriumdampf-Niederdrucklampen

$$\eta = (150 \dots 200) \text{ lm/W}$$

Natrium-Hochdrucklampe

$$\eta = 130 \text{ lm / W}$$

Bogenlampe

$$\eta = (20 \dots 30) \text{ lm / W}$$

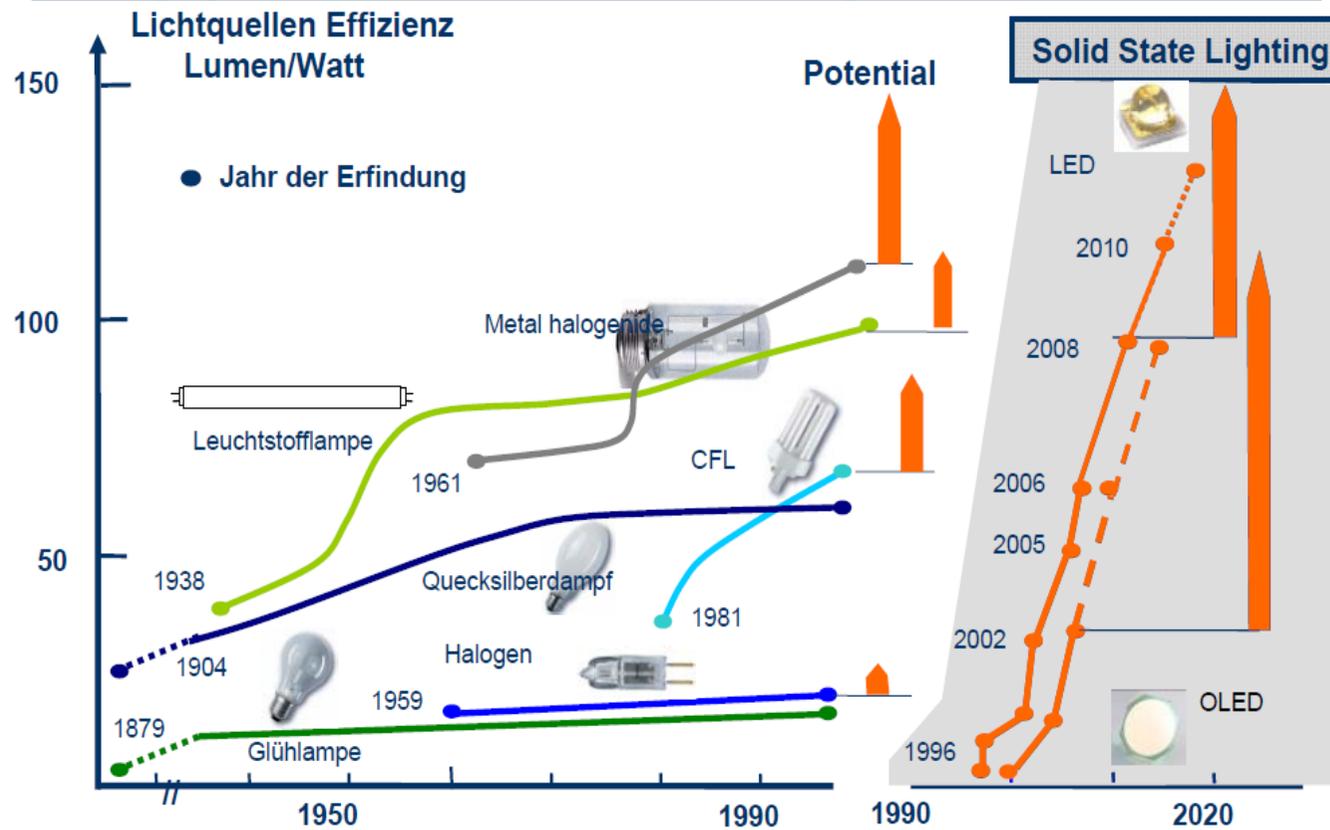
Kerze

$$\eta = (0,1 \dots 0,3) \text{ lm / W}$$

**LED: Realistisch ist aktuell eine Systemlichtausbeute von ca. 140 lm / W (CREE)**

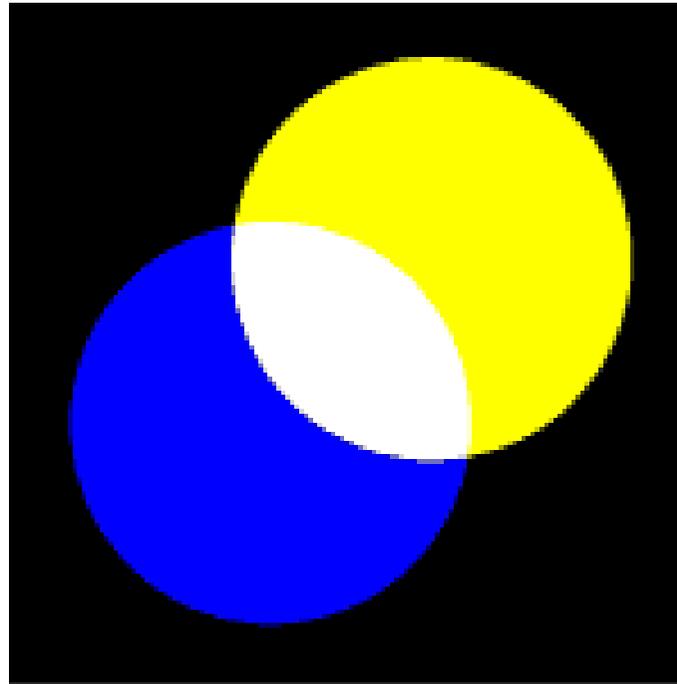
**Interessant sind auch die Angaben  $\text{lm} / \text{€}$  und  $\text{lm} \cdot \text{h} / \text{€}$**

## Effizienz von SSL gegenüber klassischen Technologien

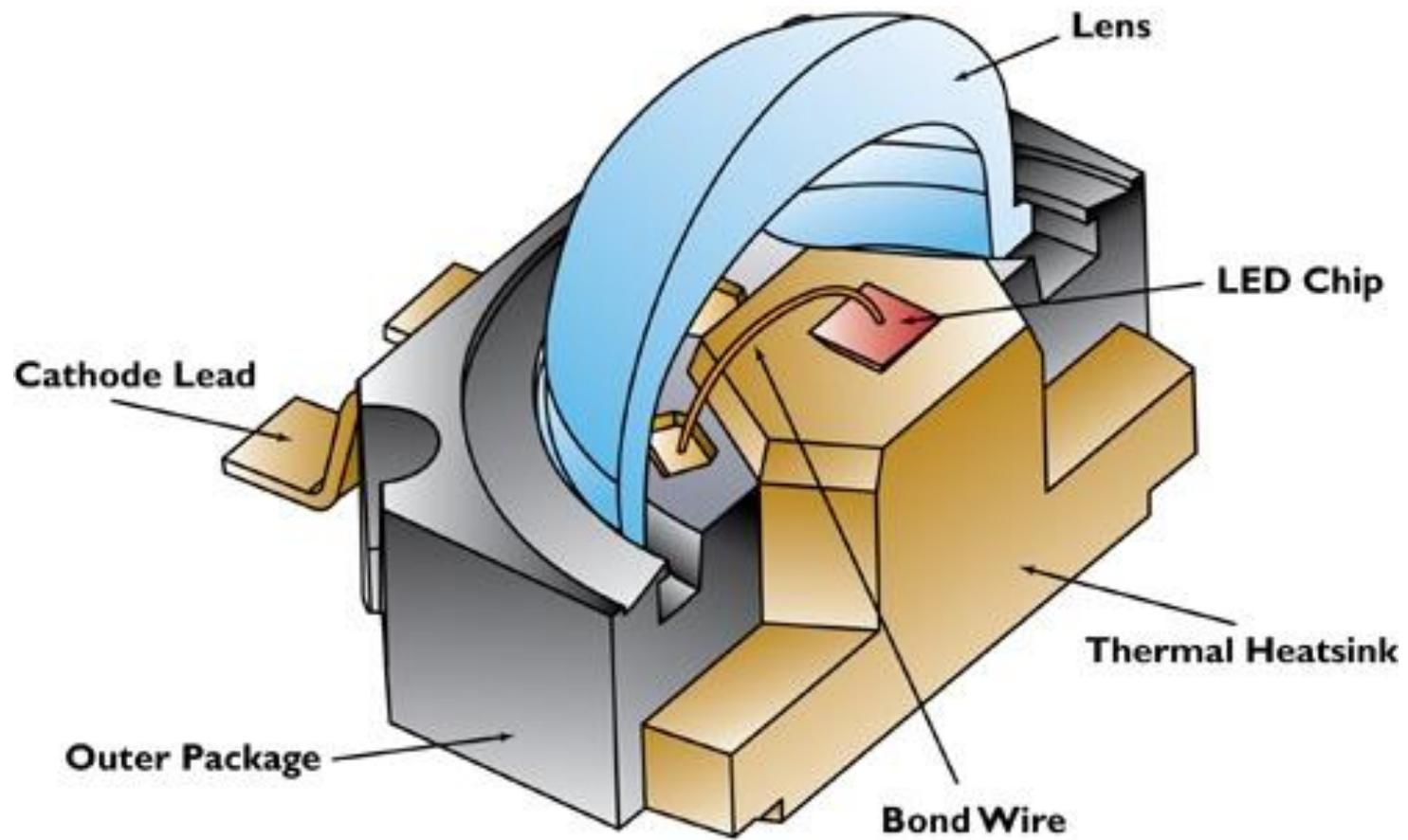


**Professor Dr. Jürgen Schneider** (Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik) erfand **1995** die weiß leuchtende LED, indem er eine blaue LED mit einem gelben Leuchtstoff kombinierte

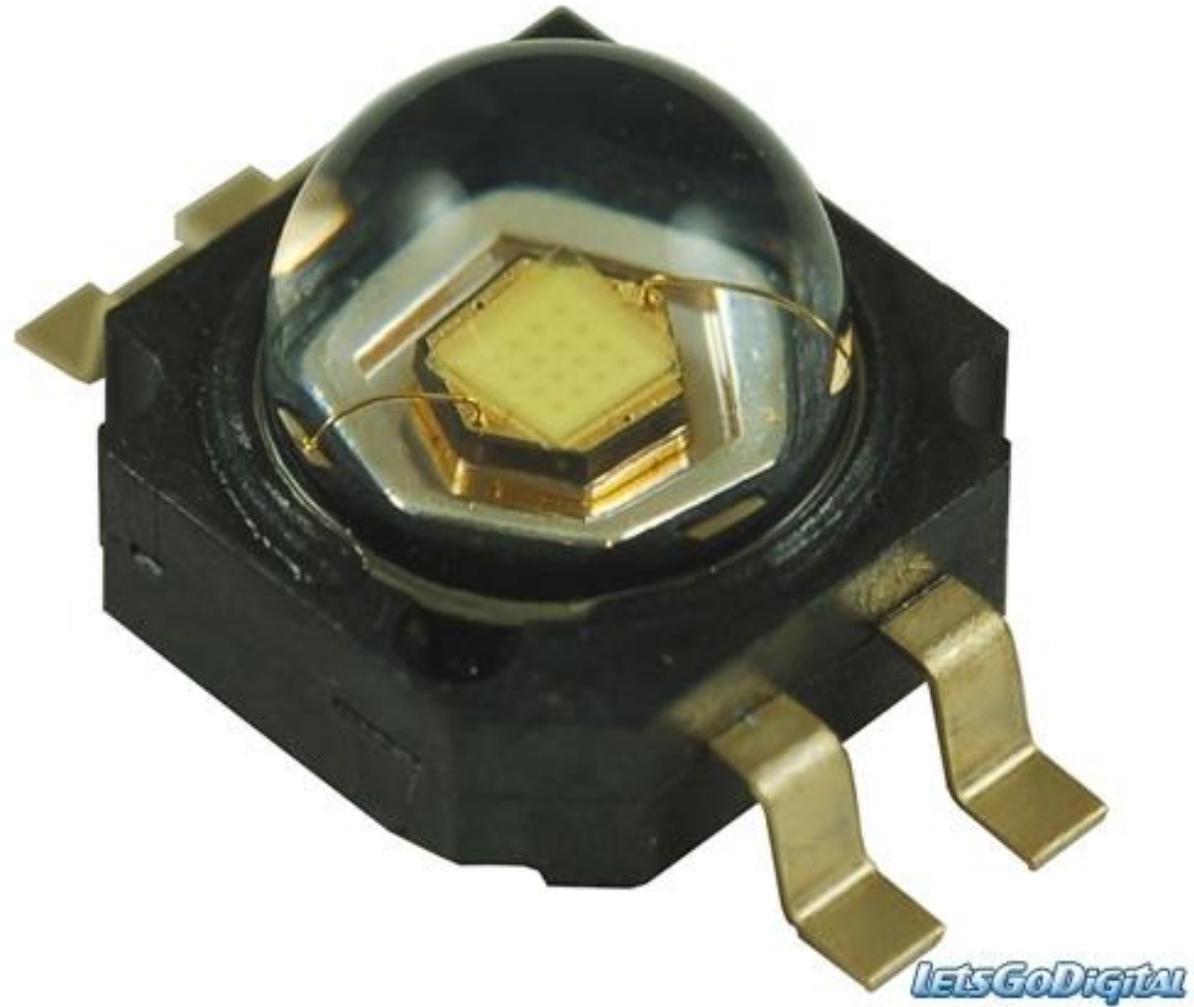
Lumineszenzkonversion



**Nakamura** bei **Nichia** in **Japan** arbeitete zeitgleich an diesem Thema



**Schema einer LED**



**Luxeon-LED**

## **Eigenschaften von LEDs**

**Lebensdauer > 25.000 Stunden**

**LEDs arbeiten mit Niederspannung (Schutzkleinspannung)**

**100 % Lichtstrom sofort nach dem Einschalten**

**Keine IR- und UV-Strahlung**

Vorteil bei Anwendungen in Museen, Lebensmittel- und Bekleidungsgeschäften

**Lichtstrom und Lebensdauer nehmen mit zunehmender LED-Sperrschichttemperatur ab.**

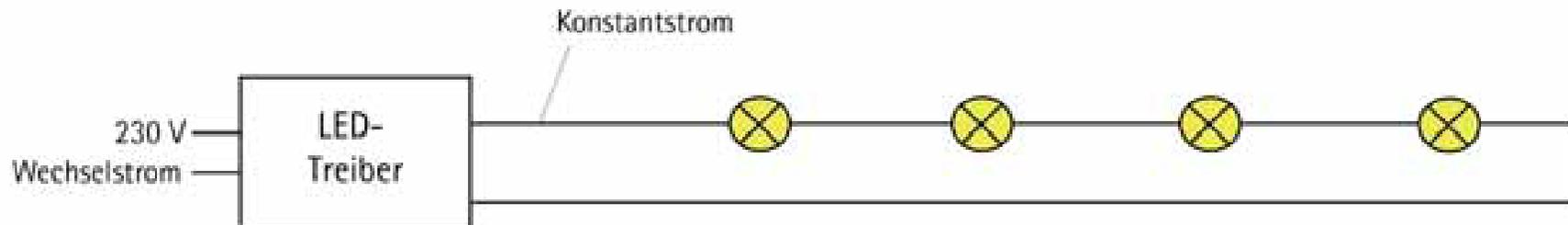
Vorteil bei Außenleuchten und Tiefkühl-Anwendungen.

## Energieversorgung für LED-Leuchten

### Konstant - Stromquellen

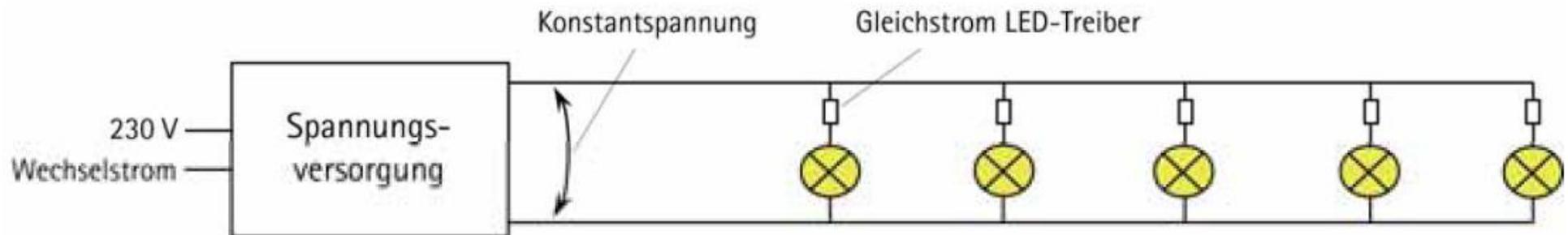
Diese LED-Konverter (LED-Treiber) wandeln die Netzspannung in konstanten Strom um.

Die LEDs werden in Reihe geschaltet. Bei höheren Leistungen erhöht sich die erforderliche Spannung schnell auf  $U > 100 \text{ V}$ .



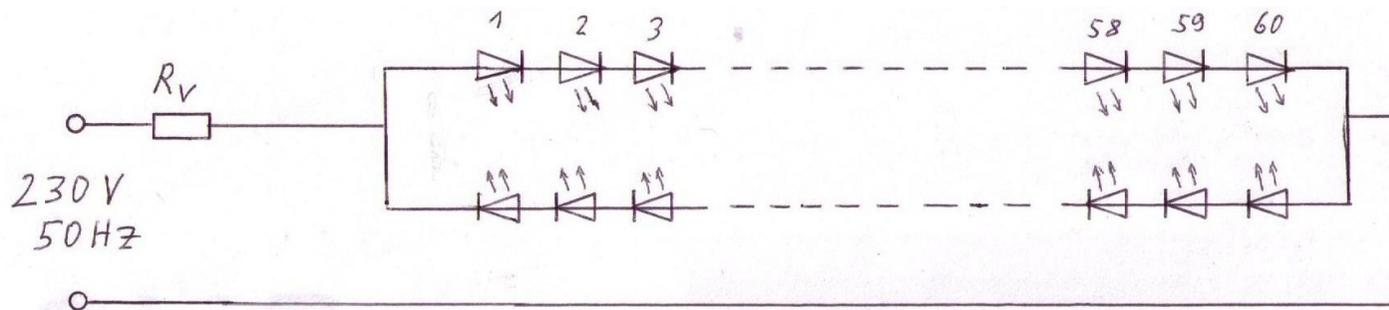
## Konstant - Spannungsquellen

Die Netzspannung wird in eine konstante Gleichspannung umgewandelt. Die LEDs müssen mit einem ohmschen Widerstand zur Strombegrenzung in Reihe geschaltet werden. Spannungsquellen haben den Vorteil, dass man verschiedene LEDs sehr einfach parallel anschließen kann.



## ACRICHE-Wechselstrom-LEDs

von Seoul-Semiconductor können direkt am 230 V-Netz ohne LED-Konverter betrieben werden.

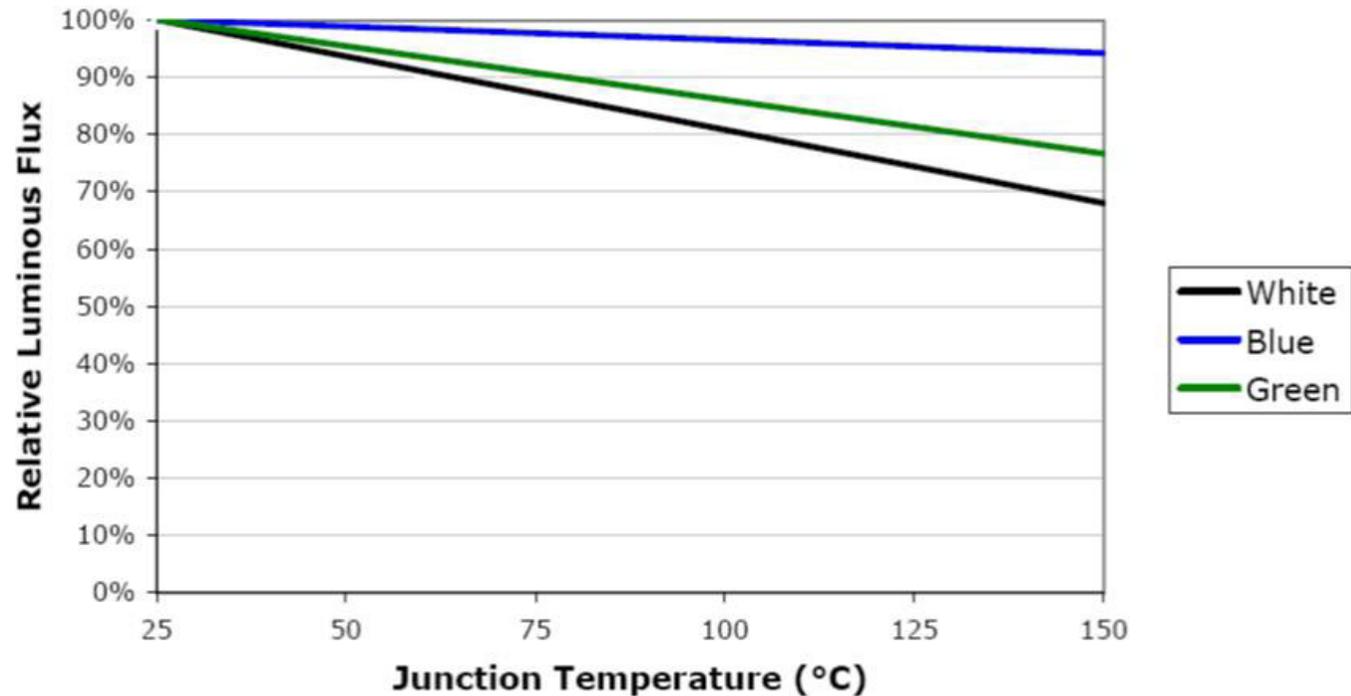


**Für die Entwicklung von LED-Leuchten sind drei Schlüssel-Technologien bestimmend:**

- Lichttechnisch-optisches Design mit Linsen und Reflektoren**
- Thermisches Design zur Minimierung der LED-Junction-Temperatur**
- Elektronisches Design zur Optimierung des Systems LED-Konverter**

## Temperatur-Management

**Bei LED-Lichtquellen ist die Kühlung** von signifikanter Bedeutung, da der Lichtstrom und die Lebensdauer mit zunehmender LED-Sperrschichttemperatur abnehmen. (max. Junctiontemperatur ca. 85 °C, max. Gehäuse-Außentemperatur ca. 50°C)



## Die Wärmeabfuhr erfolgt prinzipiell durch drei physikalische Effekte!

### **Wärmeleitung**

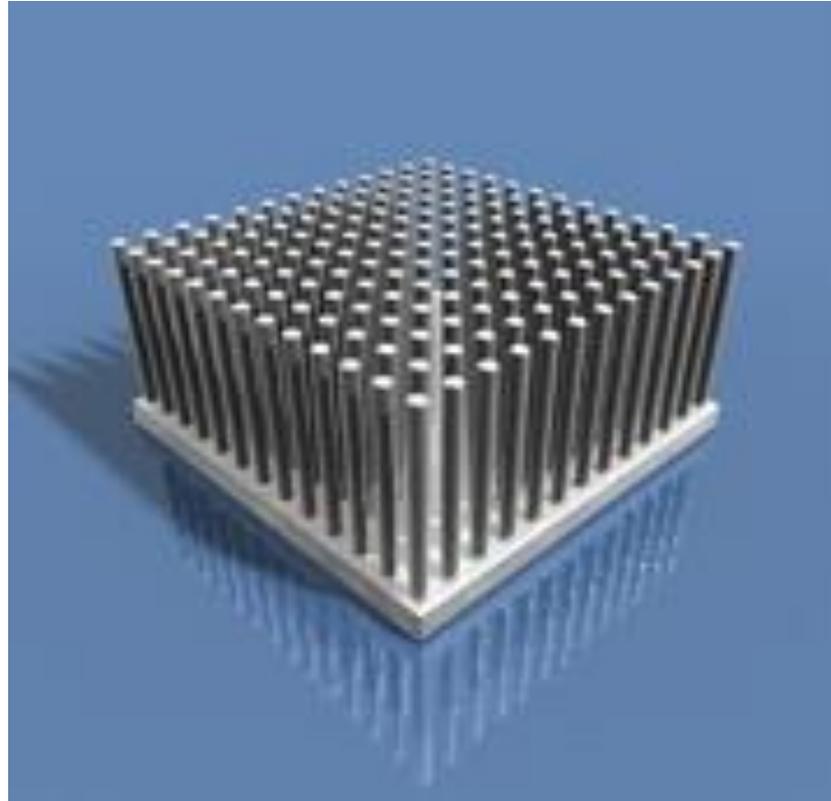
Wenn moderne Keramik-Kühlkörper (Emissionsgrad = 0,8 bis 0,9) eingesetzt werden, können die erforderlichen elektrischen LED-Leitungen direkt auf die isolierende Keramik gesintert werden, womit sich eine hervorragende Wärmeleitung, d.h. ein sehr kleiner Wärmewiderstand ergibt.

### **Konvektion**

Ausreichend große Leuchten-Oberflächen für den Kontakt mit der Luftströmung sind vorzusehen (Rippen, raue Struktur, poröse Materialien usw.), ggf. **aktive Kühlung durch superleise Ventilatoren** mit hoher Lebensdauer oder z. B. Piezo-Membranschwinger.

### **Strahlung**

Die Leuchtenoberfläche sollte einen möglichst hohen spektralen Emissionsgrad aufweisen. Es dürfen keinesfalls blanke (polierte) metallische Oberflächen sein, da diese prinzipiell einen sehr niedrigen Emissionsgrad besitzen.



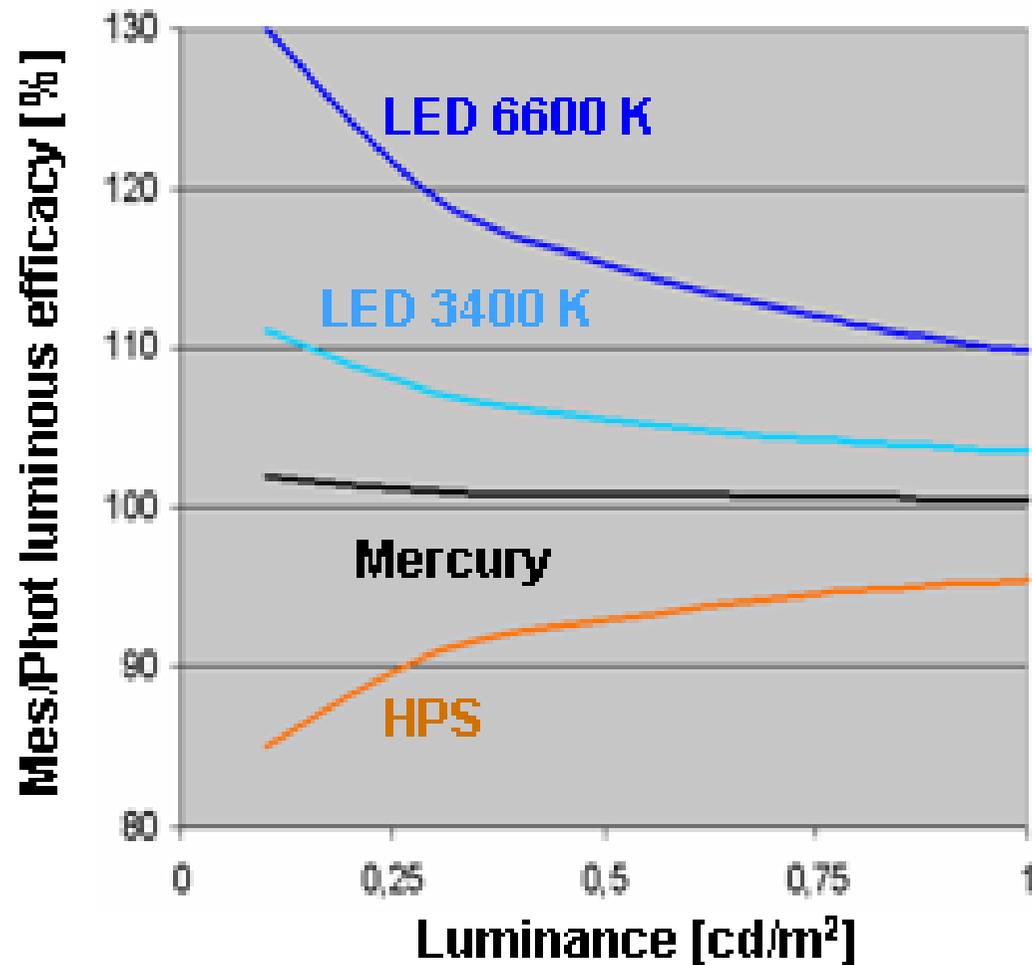
Innovative Kühlkörper-Technologie in Form von **Stiftkühlkörpern aus Reinaluminium mit 30 % höherer thermischer Leistung** gegenüber gleichdimensionierten Strangpress-Kühlkörpern und 40 % höherer thermischer Leistung gegenüber gleichdimensionierten Druckguss-Kühlkörpern.

## Trends bei LED - Außenleuchten

Mesopische Anwendungen im Bereich der Lichttechnik umfassen die Außen- und Straßenbeleuchtung

Mesopischer Leuchtdichtebereich: 0,005 cd/m<sup>2</sup> bis 5 cd/m<sup>2</sup>

Eine mesopische Bewertung erhöht die LED-Lichtausbeute, was wiederum die wirtschaftliche Verwendung weißer LEDs infolge der höheren mesopischen Lichtausbeute in der Außenbeleuchtung ermöglicht, da LEDs mit geringerer elektrischer Leistung eingesetzt werden können.



Verhältnis der mesopischen und photopischen Lichtausbeute einer kaltweißen LED, warmweißen LED, Quecksilberdampfampe sowie Natriumhochdrucklampe (nach CIE)

## Adaptives LED-Straßen-Beleuchtungssystem mit Intelligenz, d.h.

Anpassung des **Lichtstromes** in Abhängigkeit von der **Verkehrsdichte** sowie Anpassung der **Lichtverteilung** und des **Lichtspektrums** in Abhängigkeit von Wetterbedingungen

## Steuerung über Funk mittels GSM und UMTS

Das **Global System for Mobile Communications** (GSM, bis zu 220 kbit/s) ist ein Standard für volldigitale Mobilfunknetze, der hauptsächlich für Telefonie, aber auch für leitungsvermittelte und paketvermittelte Datenübertragung sowie Kurzmitteilungen (Short Messages) genutzt wird

Das **Universal Mobile Telecommunications System** (UMTS) ist ein Mobilfunkstandard der dritten Generation, mit dem deutlich höhere Datenübertragungsraten (bis zu 84 Mbit/s) möglich sind

Der weltweite Marktanteil energieeffizienter Beleuchtungslösungen mit LED-Technologie liegt **heute bei 10 Milliarden Euro.**

Indikatoren zeigen in den nächsten acht Jahren auf ein Umsatzplus um mehr als das **Sechsfache auf 64 Milliarden Euro.**

Der **Fachverband Licht** schätzt, dass in Deutschland in **2011 etwa 100.000 neue LED-Straßenleuchten** (Altbestand  $\approx$  9 Millionen) installiert wurden.

**Das Halbleiterlicht wird also die Lichtbranche gravierend verändern.**

# Messungen an LEDs und LED-Leuchten

Relevant sind:

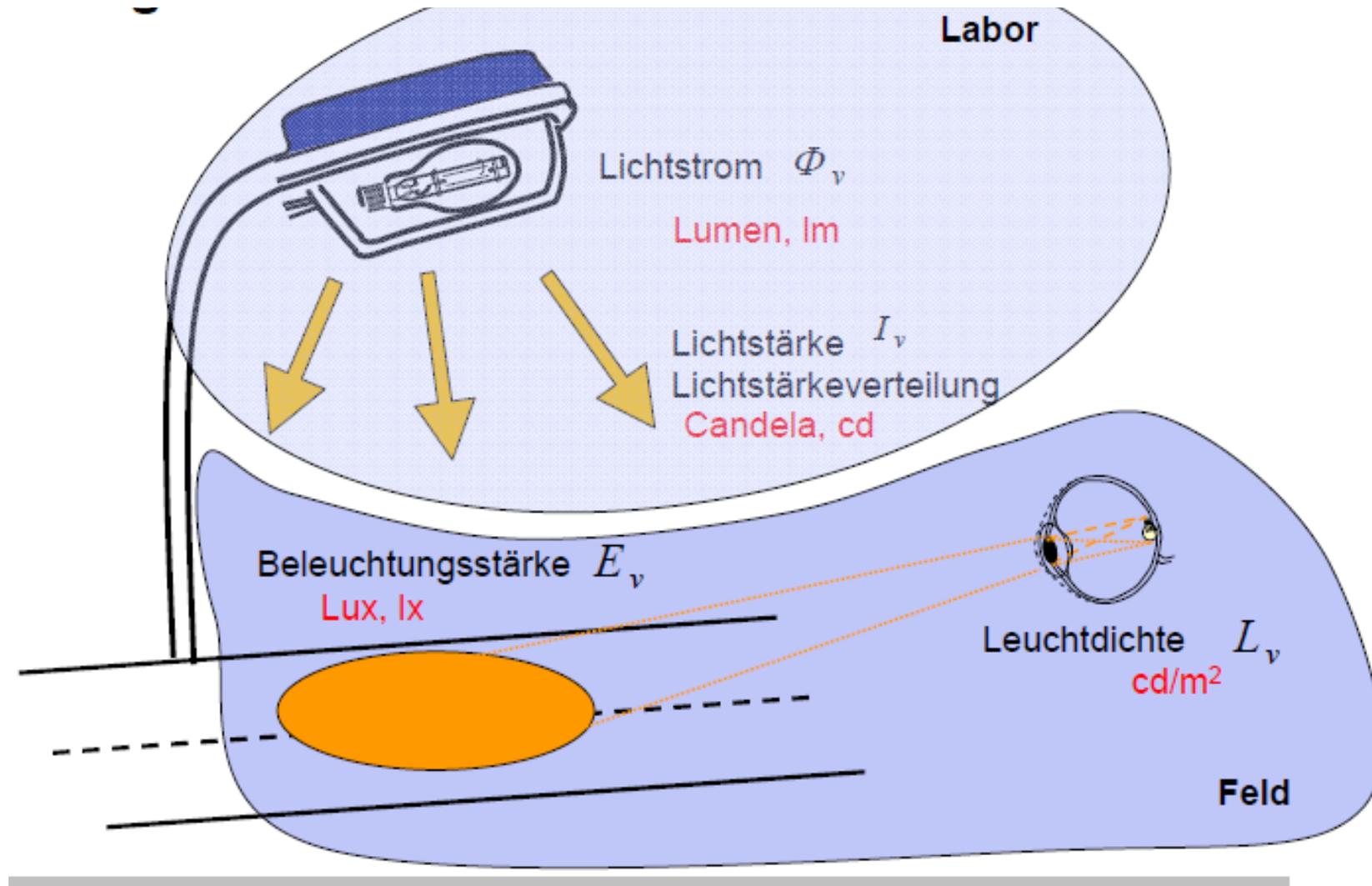
**Radiometrische Größen**

**Spektrometrische Größen**

**Photometrische Größen**

**Elektrische Größen**

**Thermische Größen**



**Lichttechn. Größen: Lichtstrom, Lichtstärke, Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte**

## Wünschenswerte Angaben für LED-Leuchten im Herstellerkatalog:

<u>Photometrische Daten:</u>	Lichtstrom, LVK, Leuchtenlichtausbeute, Lichtwelligkeit Blendungsbegrenzung, TI-Wert < 15%
<u>Spektrometrische Daten:</u>	CCT, CRI, x,y, Spektrum
<u>Thermische Daten:</u>	LED- Junction-Temperatur $T_J$ (Richtwert: $T_J < 85^\circ\text{C}$ ) zulässige Umgebungstemperatur $T_{\text{amb}}$
<u>Elektrische Daten:</u>	Wirkleistung, Leistungsfaktor, THD

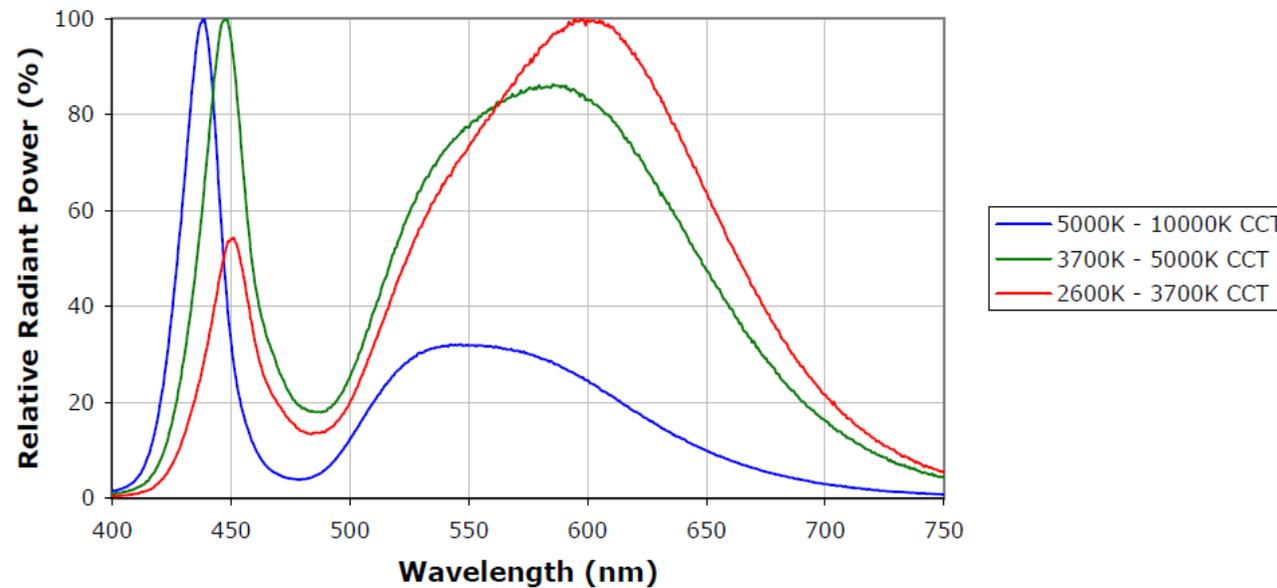
LED-Parameter, wie Lichtausbeute, Lebensdauer (MTTF) und Farbkoordinaten (Lichtfarbe) werden negativ beeinflusst bei steigender Chiptemperatur.

## LED - Klassifizierung:

Warmweiss CCT < 3300 K

Neutralweiss 3300 K < CCT < 5300 K

Tageslichtweiss CCT > 5300 K



Typische spektrale Verteilung weißer LEDs (phosphorkonvertiert) bei verschiedenen Farbtemperaturen

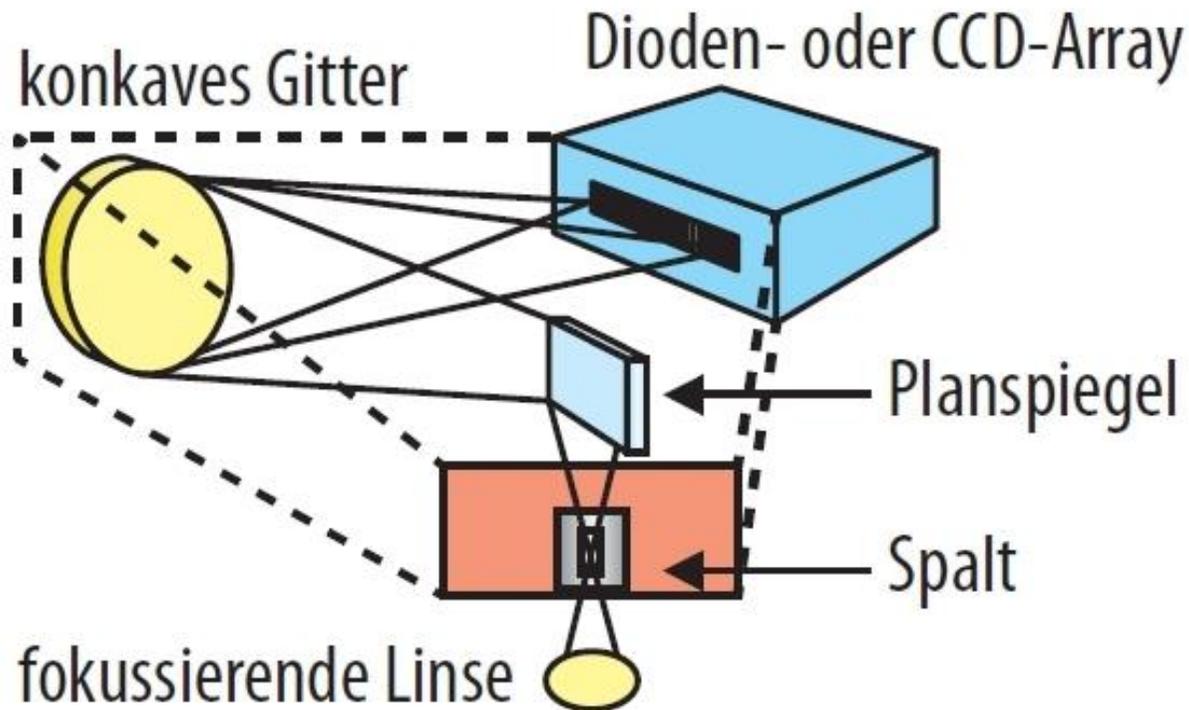


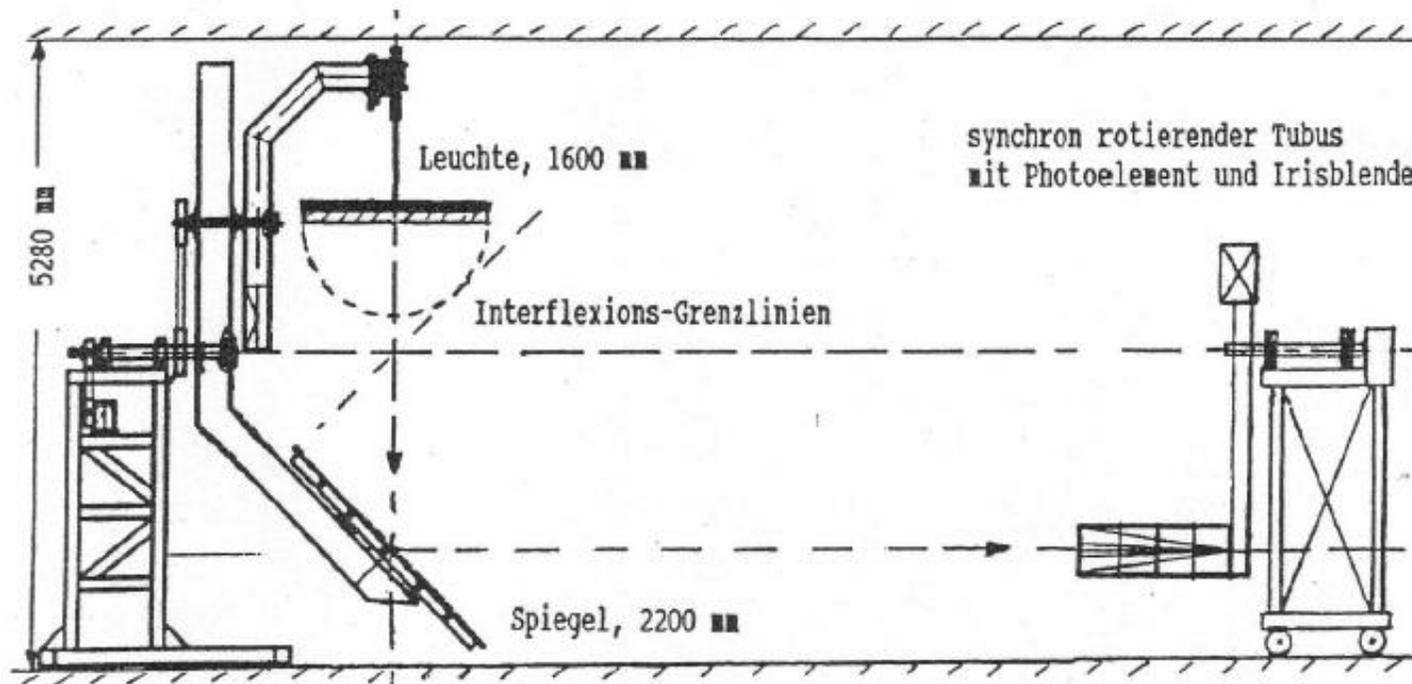
Mess-System für spektrale, farbmétrische und elektrische Parameter  
von LED-Lampen und LED-Leuchten

# Spektrale Charakterisierung von Halbleiterlichtquellen

(Lichtfarbe, Farbwiedergabe, Farbort usw.)

mit **Array-Spektrometer**

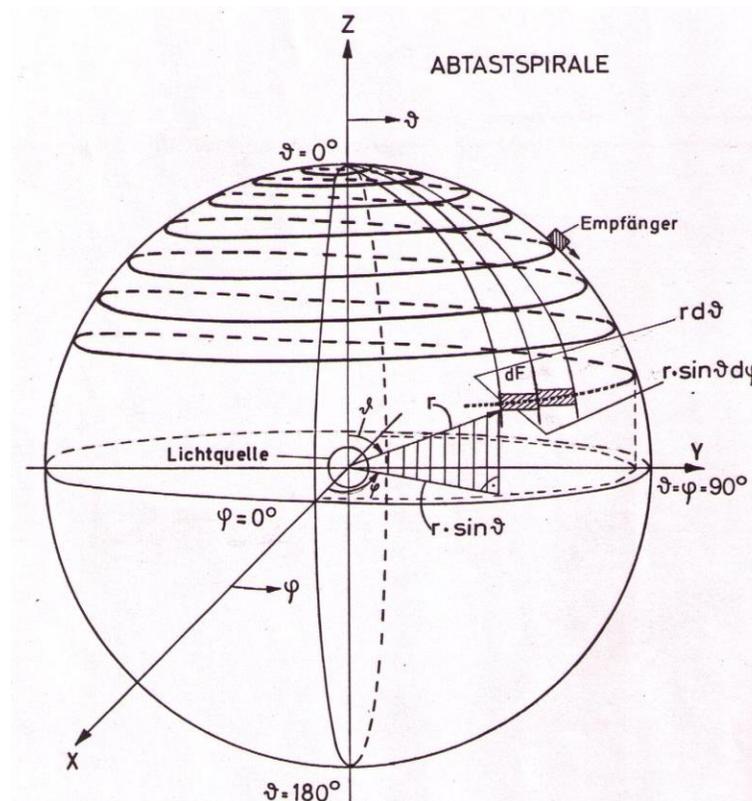




**Exzenter-Drehspiegel-Goniophotometer**



**Modernes Exzenter-Drehspiegel-Goniophotometer mit integralem und spektrometrischem Empfänger**



$$\Phi \approx r^2 \Delta\varphi \Delta\vartheta \sum_{i=1}^{M-1} E(\varphi_i, \vartheta_i) \sin \vartheta_i$$

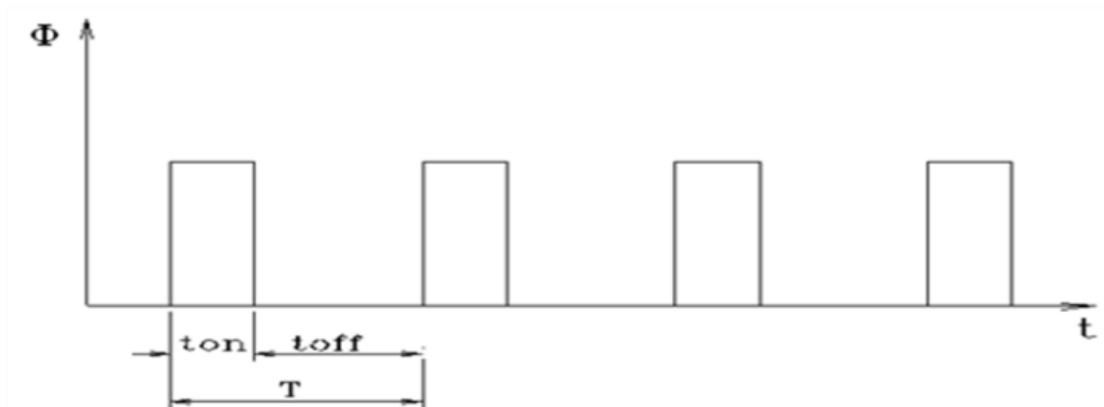
**Absolute Lichtstrommessung mit „Elektronischer Ulbrichtkugel“ mit Spiral-Abtastung. Es werden keine Lichtstrom-Normallampen benötigt**

## Licht-Welligkeit: Es gibt DC-Licht und (DC+AC)-Licht.

Bei Dimmung von LEDs mit der üblichen Pulsweitenmodulation (PWM), gilt

$$W_{\text{LED}} = \frac{\phi_{\text{max}} - \phi_{\text{min}}}{\phi_{\text{mittel}}} \quad \text{mit } 1 \leq W_{\text{LED}} < \infty$$

hierbei entsteht eine erhebliche Lichtwelligkeit.

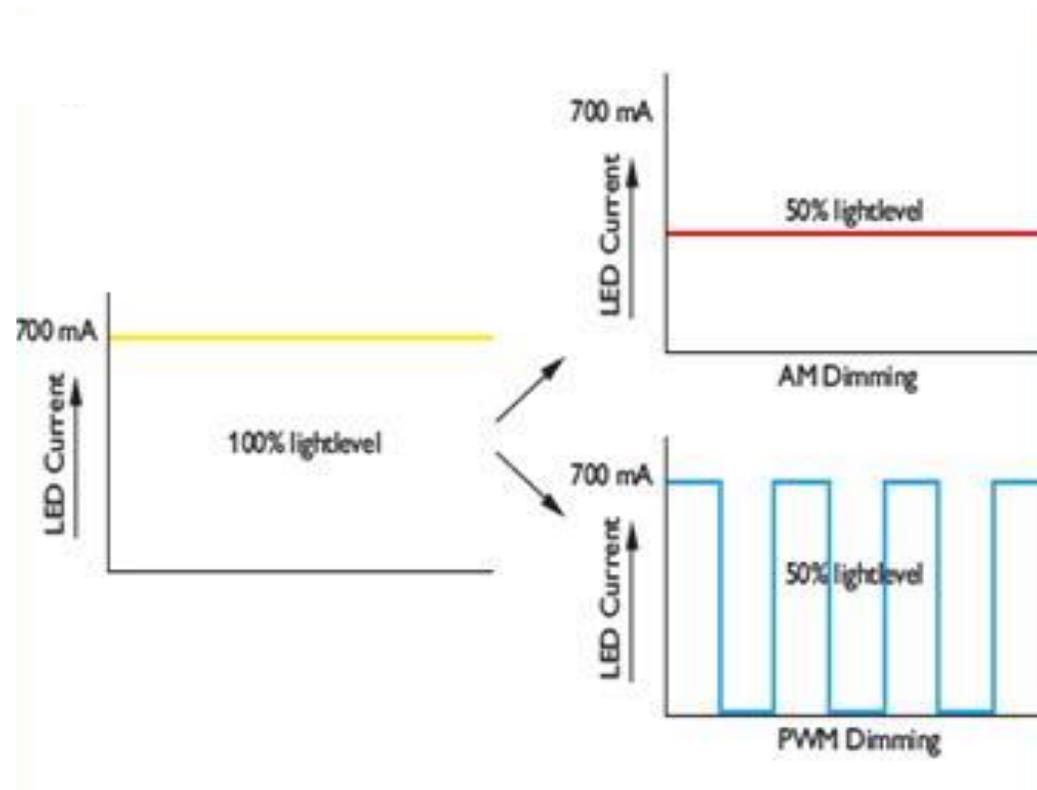


PWM-Verfahren

## Nachteile des PWM – Dimmverfahrens:

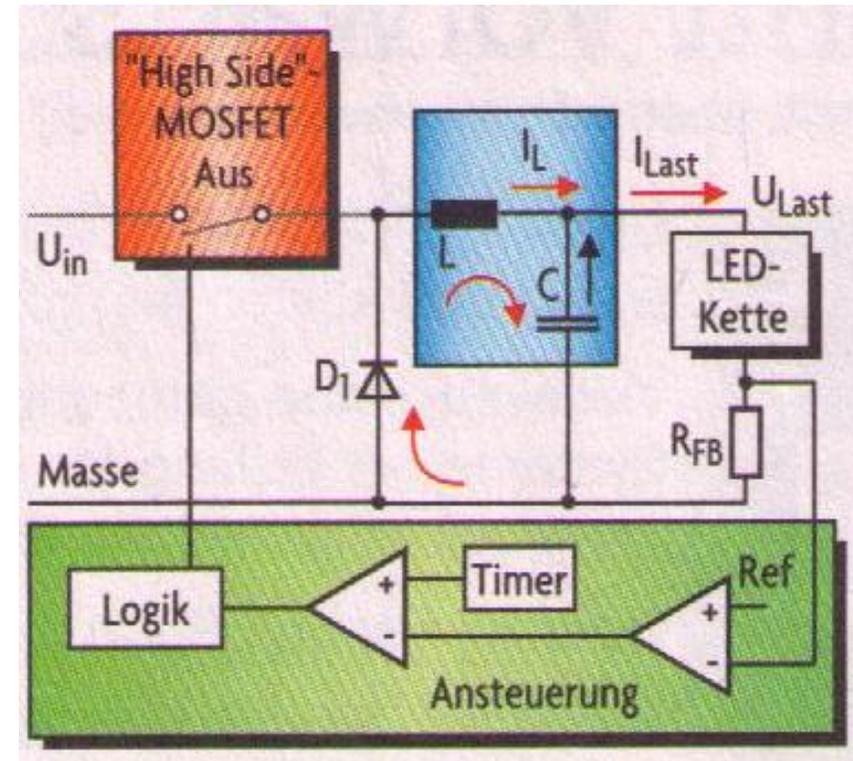
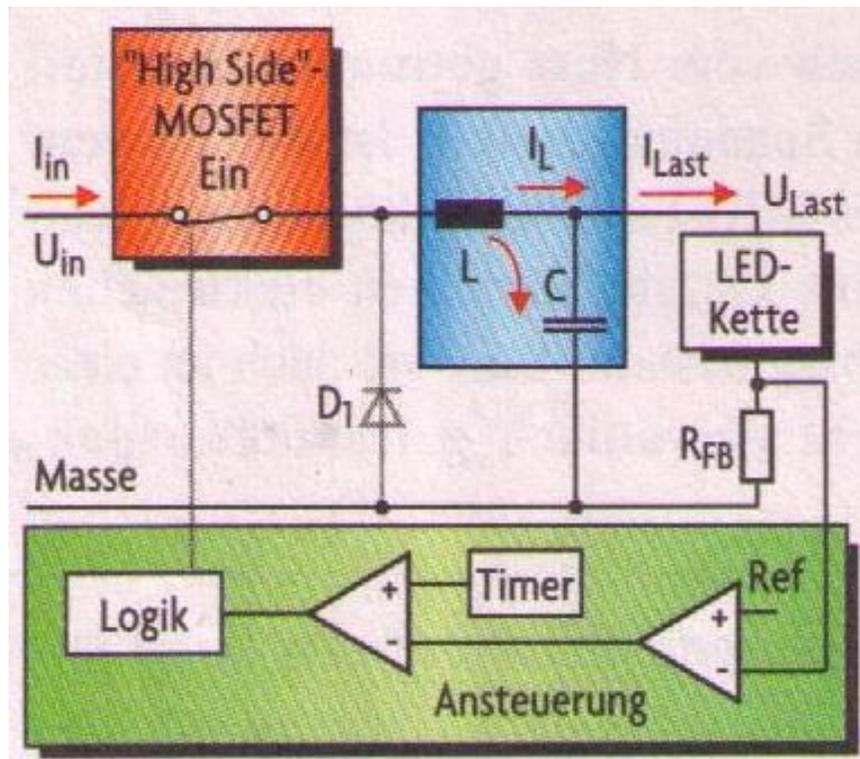
1. Interferenzen mit anderen Lichtquellen möglich, wie z.B. Video-Bildschirmen, Probleme bei TV- Aufnahmen und Fotos mit Digitalkameras usw.
2. Der Stroboskopeffekt beim Dimmen von LEDs mit Pulsweitenmodulation (PWM) wird als Hauptursache für Unzufriedenheit und mögliche Augenermüdung identifiziert. Das natürliche Tageslicht (DC-Licht) ist dagegen ein langsam veränderliches Gleichlicht
3. Höhere Strombelastung der LED-Sperrschicht, dadurch höhere Sperrschichttemperatur, geringere Lichtausbeute und Lebensdauer
4. ungünstige EMV, da steile Strom- und Spannungsflanken auftreten, diese PWM-Pulse erzeugen ein breitbandiges elektrisches Störspektrum!
5. Gefahr evtl. wahrnehmbarer akustischer Geräusche (Elektro- und Magnetostriktion)

**Beim Analogdimmen werden die LEDs statt mit Pulsweitenmodulation (PWM) mit einem kontinuierlich regelbaren Konstant-Gleichstrom gedimmt, d.h. es entsteht keine Lichtwelligkeit!**

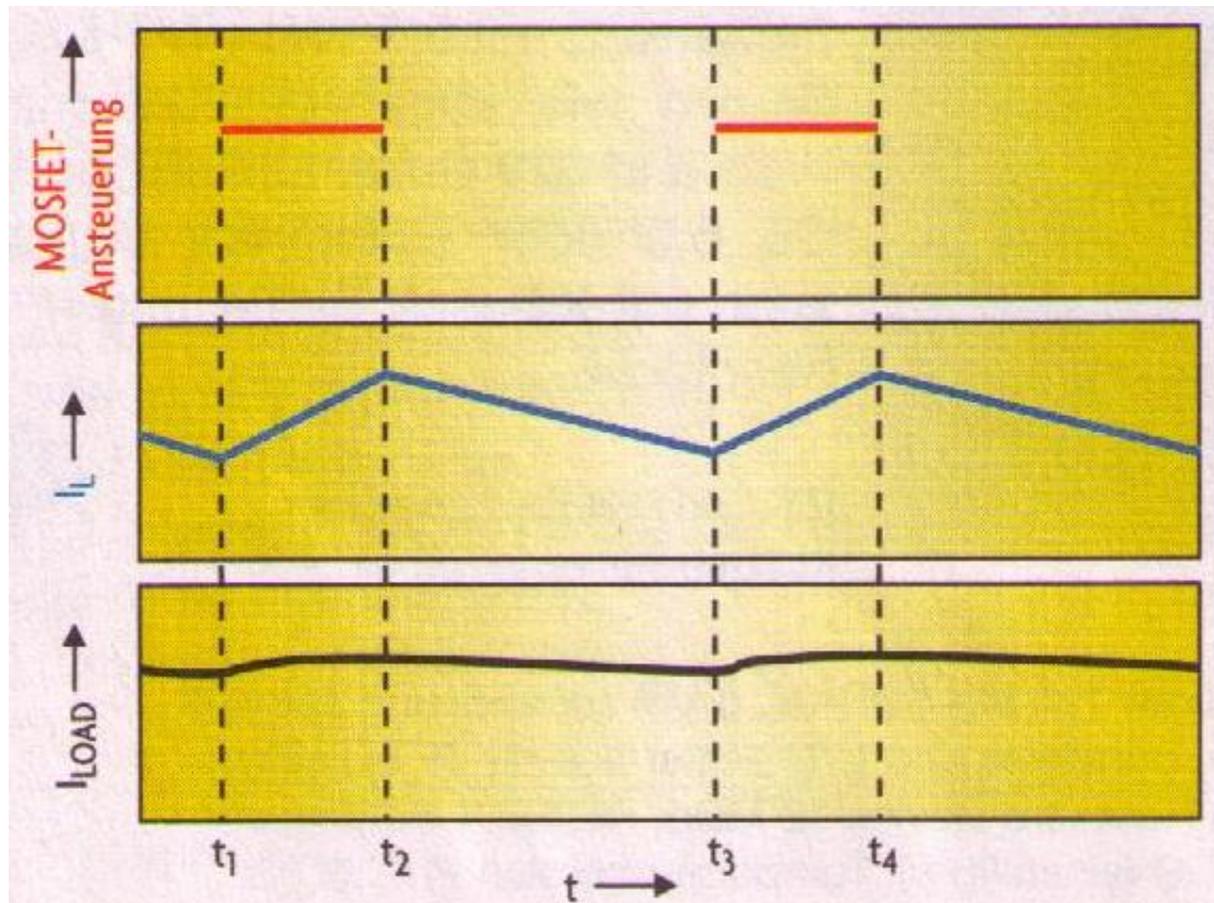


Analog-Dimmen (rot) und PWM-Dimmen (blau)

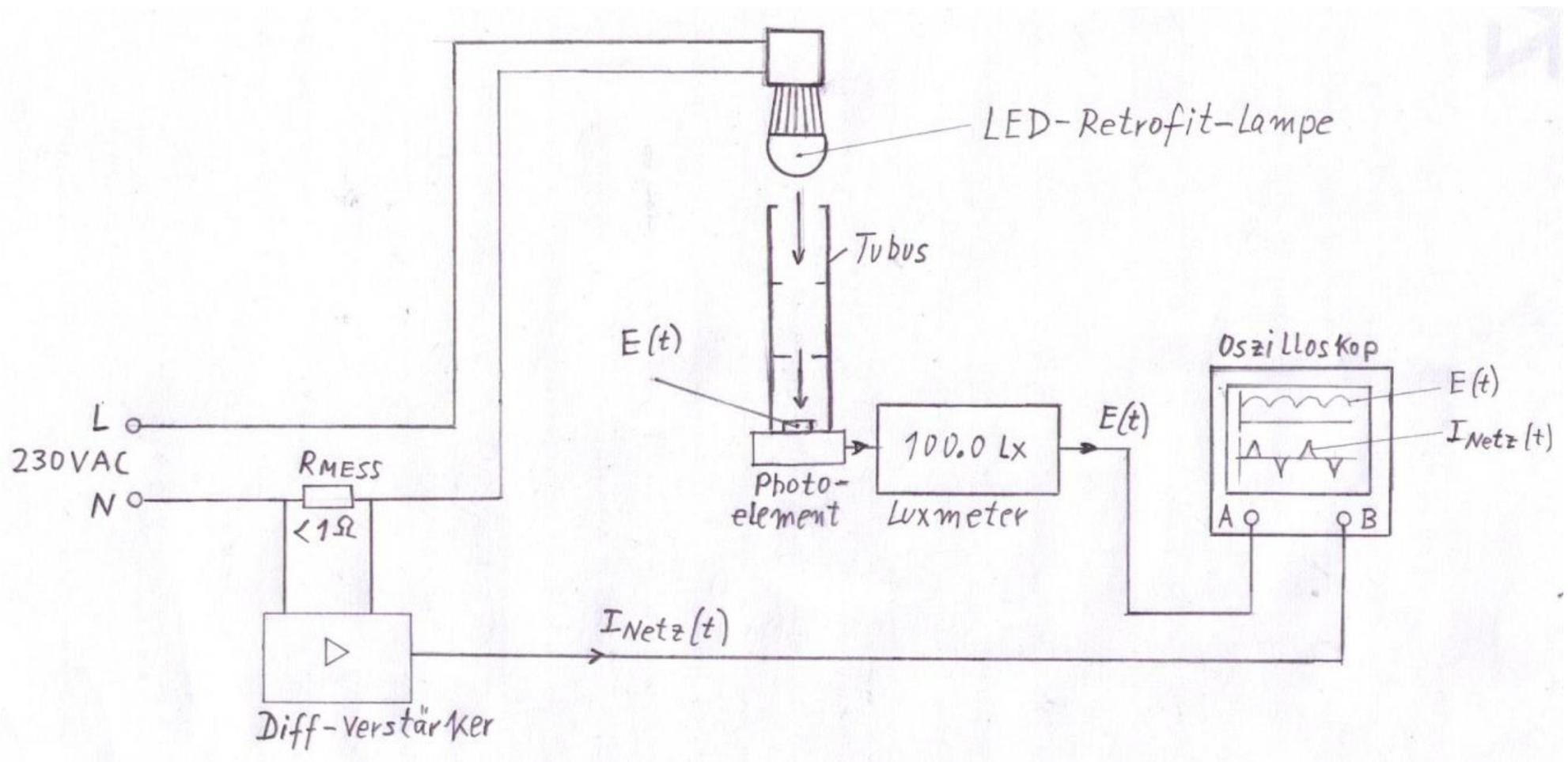
## Schaltung für analoges Dimmen des LED-Stroms $I_{Last}$



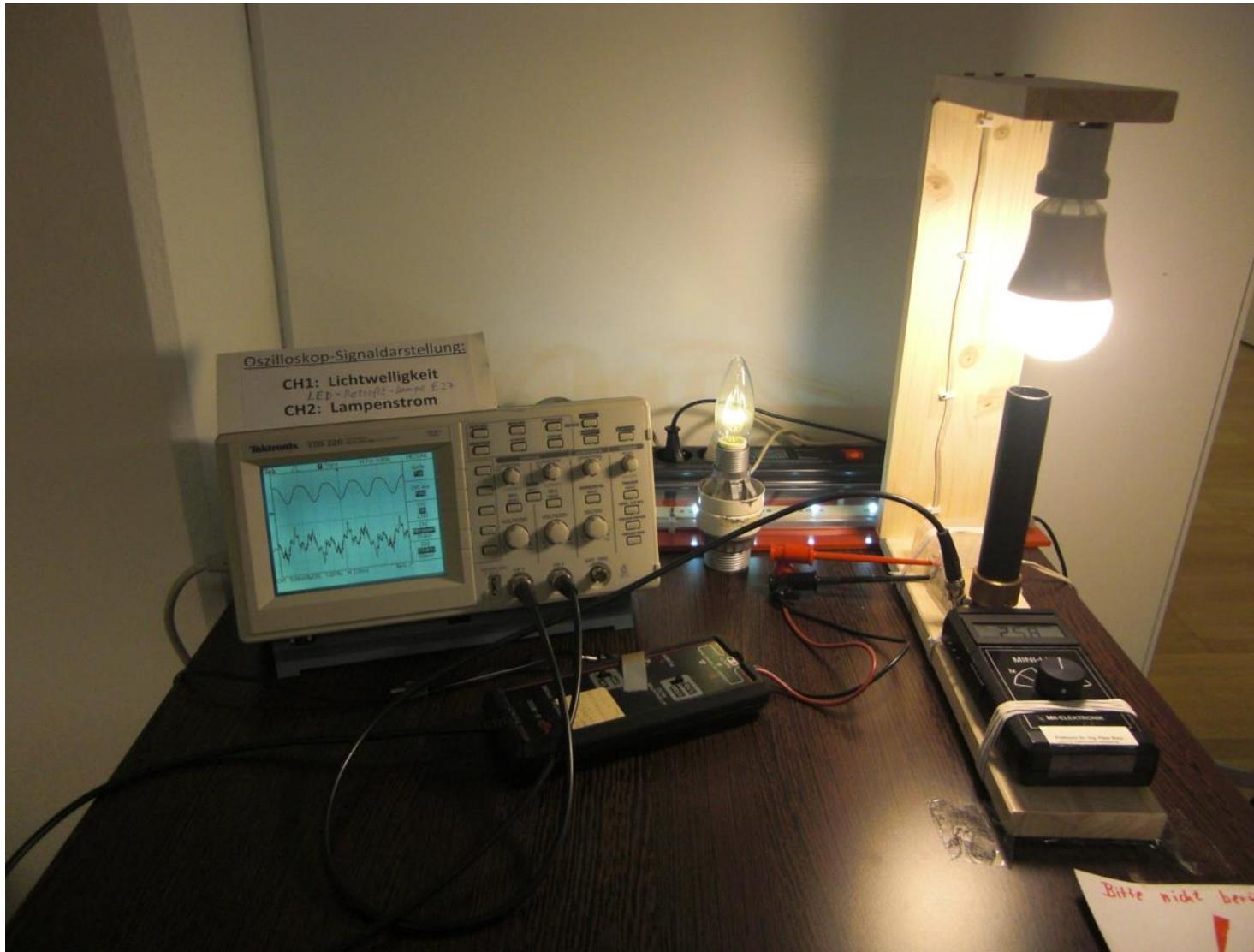
$$I = 1/L \int u \, dt$$



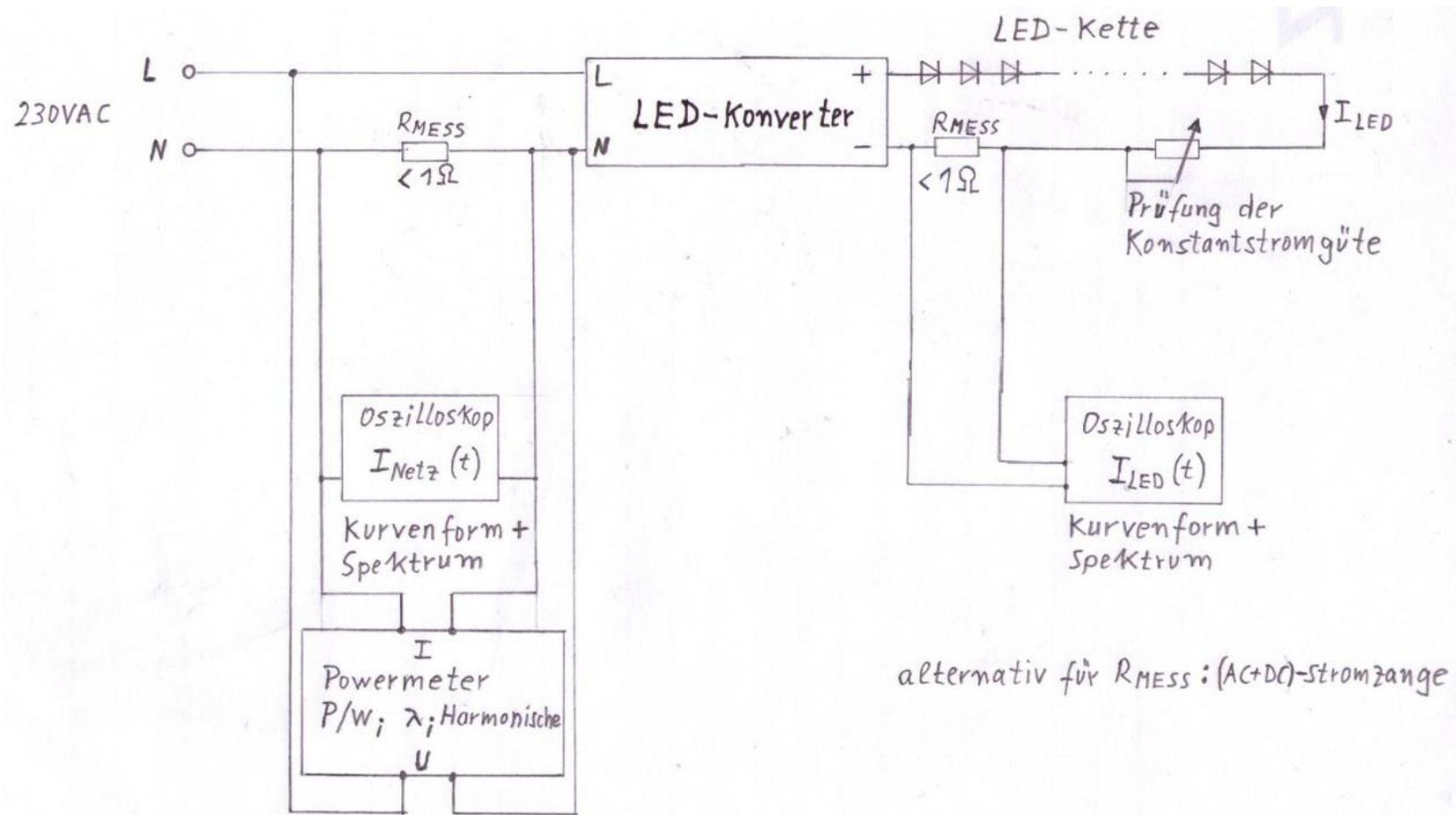
**Bild 3. Arbeitsweise der Stromregelung.** Bei durchgeschaltetem MOSFET (oben) fließt der Strom durch die Last, ein Teil lädt den Kondensator. Nach dem Abschalten treiben Spule und Kondensator den Strom durch die LED-Kette. Sinkt dieser unter den Schwellwert, schaltet das IC den MOSFET wieder ein.



Schema zur Messung der Lichtwelligkeit



Messaufbau zur Bestimmung der Lichtwelligkeit



Schaltungsaufbau zur Untersuchung von LED-Konvertern



Beispiel für eine LED-Außenleuchte



Futuristische LED-Straßenleuchte „AEROBLADES“ von CREE



Historische Laterne von Selux mit modernen „LED-Glühkörpern“ anstelle von Gasglühkörpern



Selux-LED-Außenleuchte „Avanza“



Selux-LED-Innenleuchte „M36“



LED-Außenleuchte mit Solar- und Windgenerator

## **Elektro-Mobilität und Laternen-Ladestationen**

Die Bundesregierung möchte, dass im Jahr 2020 auf Deutschlands Straßen 1 Million Elektroautos fahren.

Herr Armin Bansbach, Mitinhaber der Selux AG, hatte deshalb im März 2010 die Idee, Straßenlaternen mit Ladesteckdosen auszurüsten, um das Problem der noch fehlenden Ladepunkte in Innenstädten für die Laternenparker lösen zu helfen.

Inzwischen hat ein Selux-Entwicklungsteam (Leitung: Dipl.-Informatiker Udo Bansbach, Mitinhaber der Selux AG) hieraus die Selux-Leuchtenmast-Ummantelungstechnologie zur Aufnahme von Ladestationen entwickelt.

In Berlin befinden sich – wie bekannt - etwa 190.000 elektrische Straßenlaternen, in Deutschland sind es rd. 9 Millionen.

Die Selux AG ( [www.selux.de](http://www.selux.de) ) - größter Leuchtenhersteller in Brandenburg ( Ketzin ) und Berlin – beabsichtigt deshalb, Straßenleuchten und Parkplatzleuchten im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum kostengünstig mit Ladestationen für Elektrofahrzeuge auszurüsten und zu vermarkten.

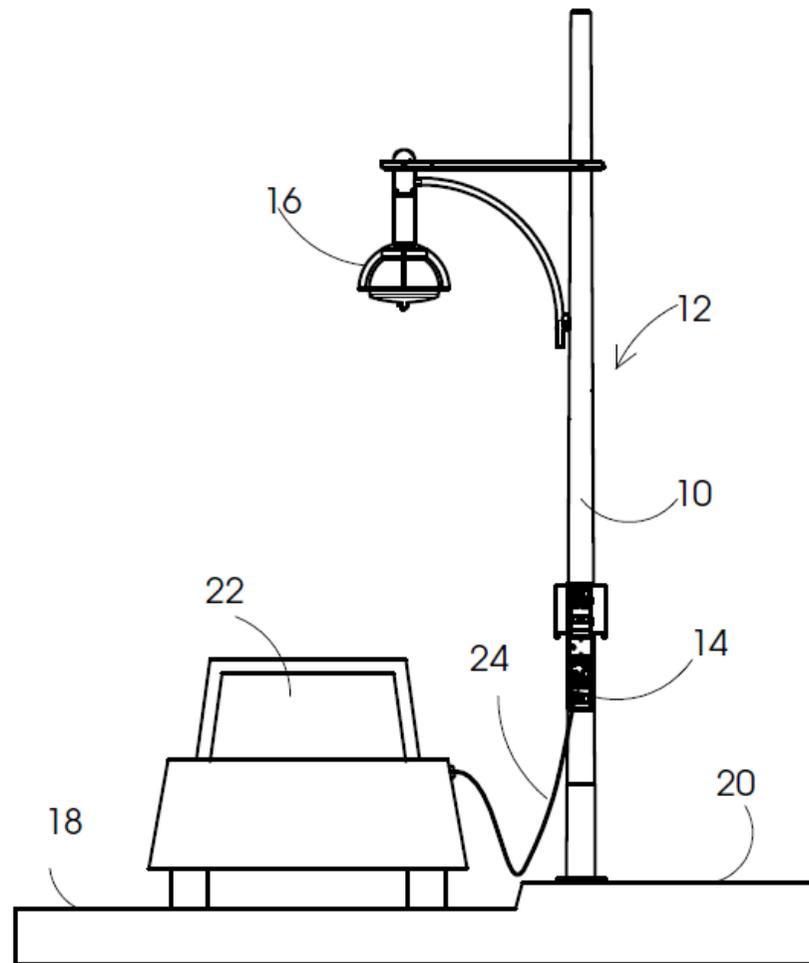
## **Die Kombination von Leuchte und Ladestation ist preiswerter als die Aufstellung separater Ladesäulen!**

Die von der Selux AG zum Patent angemeldete „**Leuchtenmast-Ummantelungstechnologie**“ bietet die Möglichkeit, um unterschiedliche Ladetechniken wie z.B. ein- und mehrphasigen Wechselstrom, Gleichstrom und auch Induktionsladungsverfahren zur Verfügung zu stellen. Auch ein Parkschein-Automat kann hier noch eingebaut werden.

Im einfachsten Fall reicht eine Steckdose mit 230 VAC / 16 A (z.B. geeignet für den VW e-up, Prius-Plug-In, Leaf, i3-BMW, Opel-Ampera, E-Smart usw.) mit etwas Sicherheits- und intelligenter Abrechnungstechnik aus, um die Kosten des Ladepunktes möglichst niedrig zu halten.

Es können separate Ladesäulen, die z.B. zwischen Laternen aufgestellt werden entfallen, denn die Stadtarchitekten möchten zusätzliche Stadtmöbel, wenn möglich, vermeiden.

Die Deutschen leben – wie bekannt - zu über 70% in Mietwohnungen ohne eigene Garage bzw. Stellplatz und sind deshalb auf öffentliche Lademöglichkeiten angewiesen, d.h. das Laden an sog. „Kombilaternen“ dürfte einen positiven Beitrag zur Akzeptanz der E-Mobility leisten.



## Selux-Kombi-Straßenleuchte mit Ladestation für Elektrofahrzeuge

(nach einer Idee von Armin Bansbach)

## Ladeleistungen und Ladezeiten

Die 15 kWh-Batterie (Masse ca. 120 kg) eines Elektroautos ermöglicht eine Reichweite von etwa 100 km

Eine Laternen-Ladestation mit 230 V und 16 A ermöglicht eine maximale Ladeleistung von

$$P_w = 230 \text{ V} \times 16 \text{ A} = 3,68 \text{ kW}$$

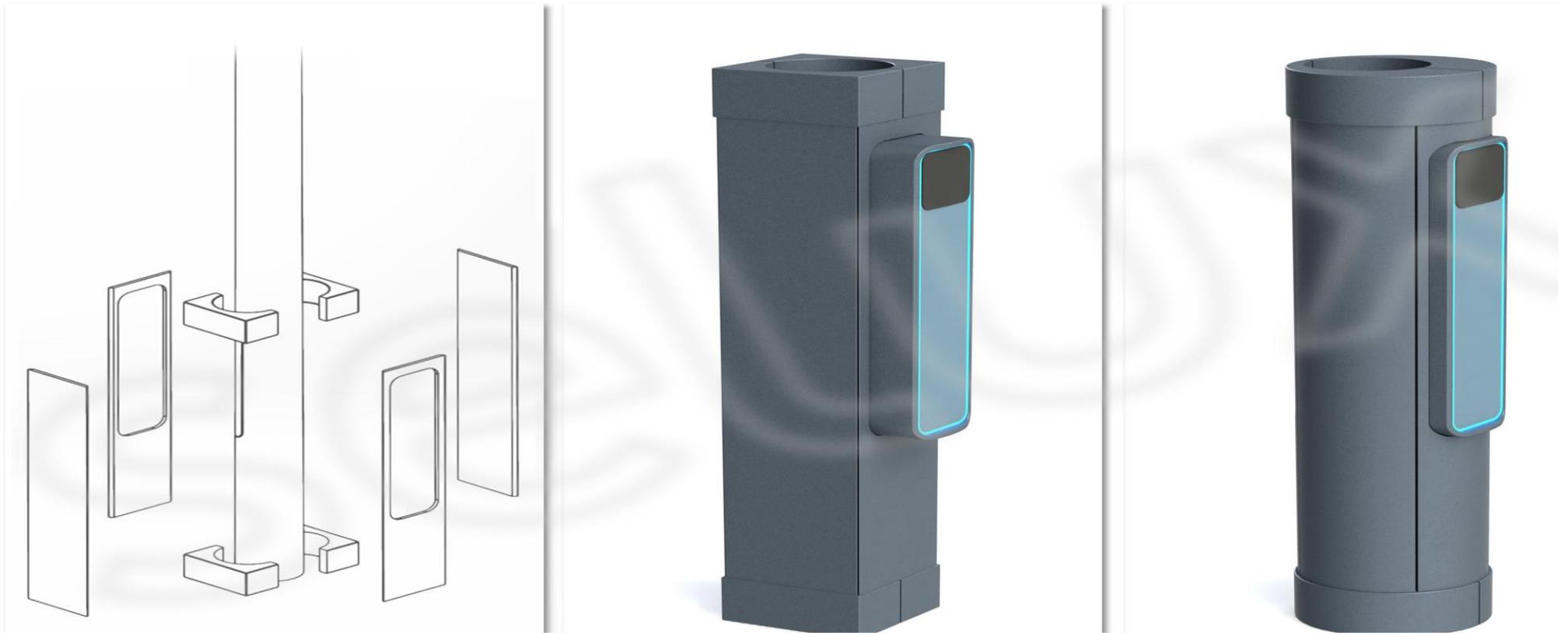
Die Batterie kann daher in der Nacht in 4 Stunden an der Laternen-Ladestation aufgeladen werden

Drehstrom 400 V / 32 A ermöglicht ein Schnell-Laden  
Drehstrom-Wirkleistung bei 32 A:

$$P_w = \sqrt{3} * 400 \text{ V} * 32 \text{ A} = 22 \text{ kW, d.h. Ladezeit nur 40 Minuten}$$



**Selux-Leuchtenmast-Ummantelungstechnologie zur Aufnahme von Ladestationen (Patent angemeldet im Nov. 2012)**



## **Selux-Leuchtenmast-Ummantelung zur Aufnahme von Ladestationen**

(DPMA 10 2012 023 252.7 / HABM 02150318)

## **Kabelnetz für die Straßenbeleuchtung in Berlin**

Es gibt verschiedene Netz-Spannungsebenen:

380 kV - Netz

110 kV - Netz

(30 kV - Netz)

10 kV - Netz

(6 kV - Netz)

230 V / 400 V - Netz

In den Straßen sind 4-adrige PEN-Drehstrom-Erdkabel für 230 V / 400 V mit 150 mm<sup>2</sup> bis 240 mm<sup>2</sup> Alu-Ader-Querschnitt der Schutzart TNC mit durchschnittlicher Leistung von 200 kW verlegt. Diese versorgen die Anlieger sowie die Straßenleuchten, wobei diese über T-Muffen (Beleuchtungsmuffen) angeschlossen sind. Teilweise sind auch Cu-Kabel verlegt.

Wenn in einer Straße ein höherer Leistungsbedarf besteht, werden zunächst parallel mehrere 4-adrige PEN-Drehstrom-Erdkabel für 230 V / 400 V, verlegt.

Mit der maximal zulässigen Stromdichte von  $2 \text{ A / mm}^2$  folgt für den maximalen Effektivstrom

$I = 150 \text{ mm}^2 \times 2 \text{ A / mm}^2 = 300 \text{ A}$ , die Absicherung erfolgt über 250 A Sicherungen.

Mit  $\cos \varphi = 1$  folgt

für die Drehstrom-Wirkleistung  $P_w = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 250 \text{ A} = 172 \text{ kW}$

und den maximalen Strom pro Phase  $I = P_w / (\sqrt{3} \cdot U) = 172 \text{ kW} / 693 \text{ V} = 248 \text{ A}$

Die Leistung pro Phase ergibt dann  $P_{Ph} = 230 \text{ V} \cdot 248 \text{ A} = 57 \text{ kW}$

Und die Gesamtleistung ergibt dann wieder  $P_w = 3 \cdot 230 \text{ V} \cdot 248 \text{ A} = 171 \text{ kW}$

**Hinweis:** Die Ladestationen für E-Autos entnehmen dem Netz einen nichtsinusförmigen Strom, wobei die dritte Oberschwingung (150 Hz) den PEN-Leiter und die Transformatoren stark belastet. PFC (Power-Factor-Correction) – Schaltungen sind hier zukünftig erforderlich.

In Berlin wird zur Energieverteilung in der Mittelspannung überwiegend 10 kV und bei Neuinstallation 20 kV verwendet, da sich dies als am kostengünstigsten erwiesen hat (Systemkosten je übertragenem kW)

Im Bereich der Niederspannung werden in Berlin bei Neu-Installation überwiegend

4x150 mm<sup>2</sup> Alu-Kabel mit VPE-Aderisolierung verwendet, diese sind höher belastbar und werden mit 315 A abgesichert. 4x150 mm<sup>2</sup> Alu-Kabel mit PVC-Aderisolierung werden mit 250 A abgesichert.

Dies hängt mit den maximal zulässigen Adertemperaturen zusammen (75°C für PVC und 90°C für VPE (vernetztes Polyäthylen)). Um ein 4x150 mm<sup>2</sup> Kabel mit VPE-Isolierung in einer Typprüfung auf 95-100 °C zu erwärmen sind ca. 500 A erforderlich.

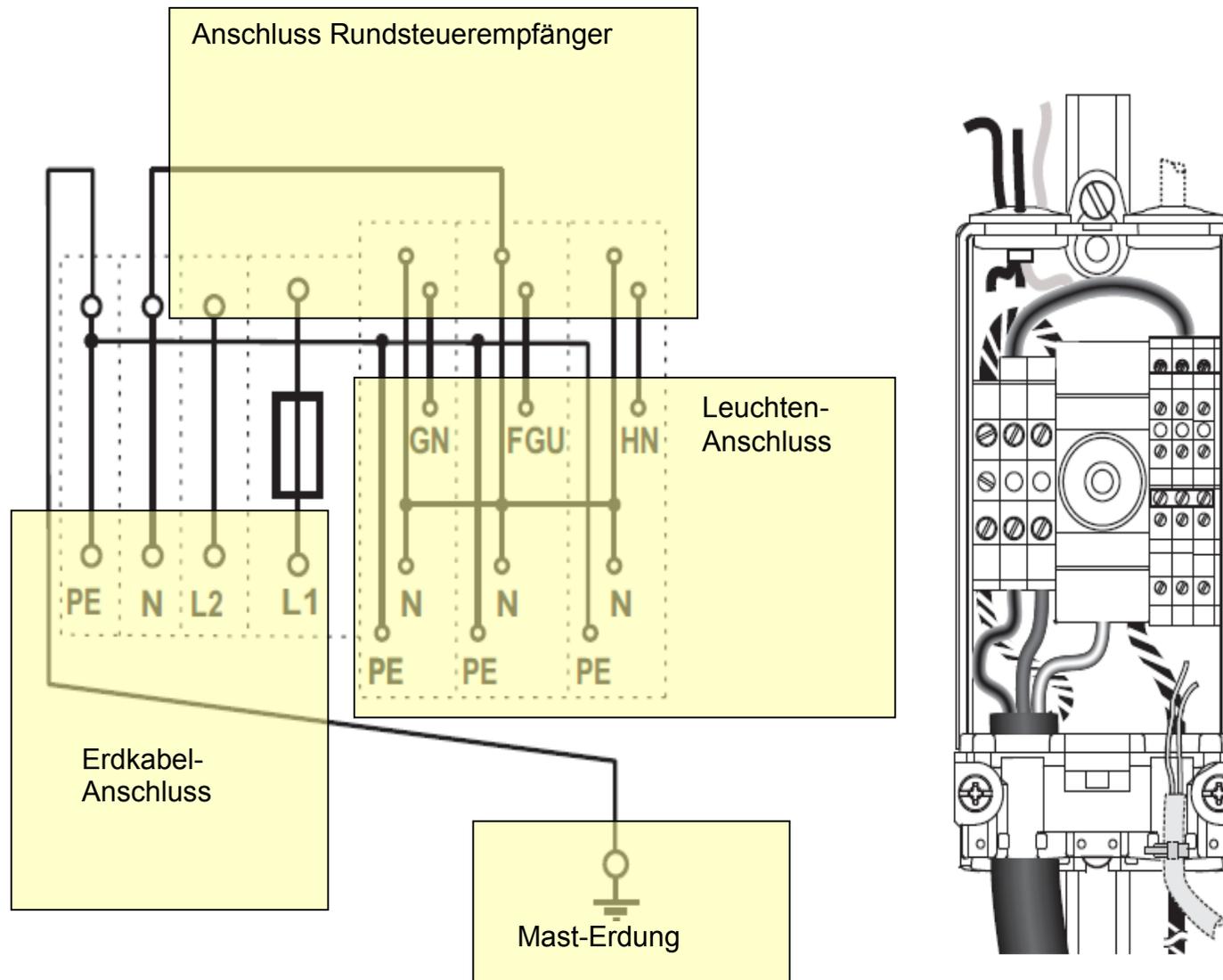
Engpässe in der Stromversorgung sind auch bei einem schnellen Markthochlauf nicht zu befürchten.

Selbst wenn im Jahr 2020 eine Millionen Autos rein elektrisch fahren würden, läuft das nur auf 2 TWh Mehrverbrauch hinaus.

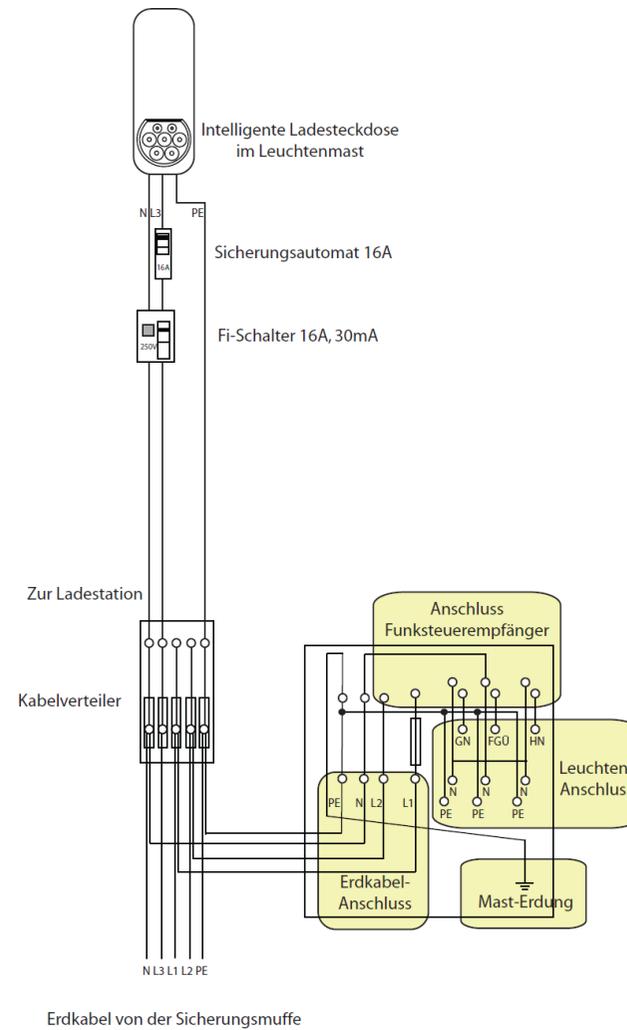
**Zum Vergleich:** Der Bruttostromverbrauch betrug 2012 in Deutschland rund 594 TWh. Würde etwa der komplette Bestand von aktuell 43,4 Millionen Pkw in der Bundesrepublik mit Strom fahren, entspräche das einem Strombedarf von unter 90 TWh pro Jahr.

**Separate Ladesäulen** mit Kosten von rd. 10.000 € für Elektroautos und Plug-in-Hybride werden auf lange Sicht laut EnBW-Chef Frank Mastiaux unrentabel bleiben, denn die Kosten von rund 10.000 Euro pro Ladesäule seien durch das reine Stromladen nicht refinanzierbar.

**Kombi-Laternen** dürften sich leichter refinanzieren lassen. Es kann sein, dass der Lade-Infrastrukturaufbau nur in Public-Private-Partnerships zu realisieren ist.



Schaltplan Leuchtenanschluss Berlin



Schalt-Schema für eine Außenleuchte mit Zusatzanschluss  
für eine intelligente Ladesteckdose für 230 V / 16 A

## Kostenvergleich für 100 km:

Mittelklassewagen mit Verbrennungsmotor:  
ca. 7 Liter Benzin x 1,60 € = **11,20 €** mit steigender Tendenz!

Elektro-Mittelklassewagen: ca. 15 kWh x 0,25 € = **3,75 €**

Der Energieinhalt von 1 Liter Benzin = 10 kWh

**Hinweis:** Der Wirkungsgrad von E-Motoren liegt bei ca. 90 %  
der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors nur bei etwa 25%

### Reichweitenvergleich:

Ein Mittelklasse-Fahrzeug mit 500 km Reichweite benötigt rd.

43 kg Dieselkraftstoff

15 kg Wasserstoff (flüssig)

1000 kg Lithium-Ionen-Batterie

Der Grund hierfür liegt im unterschiedlichen Energieinhalt:

Diesel: 11,8 kWh / kg

Wasserstoff: 33 kWh / kg

Li-Ion-Batt.: 0,13 kWh / kg

**Fazit:** Beim derzeitigen Stand der Batterietechnik sind reine Elektrofahrzeuge mit Batterie aus Gewichts- und Kostengründen höchstens bis zu einer Reichweite von etwa **150 km** realisierbar

## **Hinweis:**

Zur Verbrennung von 1 kg Super-Benzin werden 15 kg Sauerstoff benötigt.

Hieraus wird deutlich, weshalb ein Auto mit etwa 60 Liter Benzin ca. 800 km fahren kann, denn der rd. 15-fache Anteil des zur Verbrennung nötigen Sauerstoffs wird beim Fahren laufend der angesaugten Luft entnommen, beim Elektroauto muss dagegen die gesamte Energie in der Batterie mitgeführt werden, weshalb sie z.Z. so groß und schwer ist.

## **Parteitagsbeschluss der CDU-Berlin am 11. Mai 2012**

**„Die Umstellung der Straßenbeleuchtung auf energiesparende LED-Lösungen ist ein guter Weg, durch den Einsatz von auch in Berlin zu produzierenden „Kombilaternen“, das sind Laternen mit Elektroladestation, die Zahl der E-Tankstellen wesentlich zu erhöhen“**

Dabei sollte, wo vom Stadtbild geboten, das Design der traditionellen Berliner Gaslaternen weitgehend Verwendung finden

Die Einführung der Elektromobilität hängt wesentlich von der Bereitstellung einer optimalen Lade-Infrastruktur ab. Es werden etwa **150.000 Elektro-Tankpunkte bis 2020** erwartet

## Vorteile von Elektrofahrzeugen

Keine Abgase

Geringe Fahrgeräusche

Niedrige Verbrauchskosten, nur etwa 4 € Stromkosten für 100 km

Steuerbefreiung

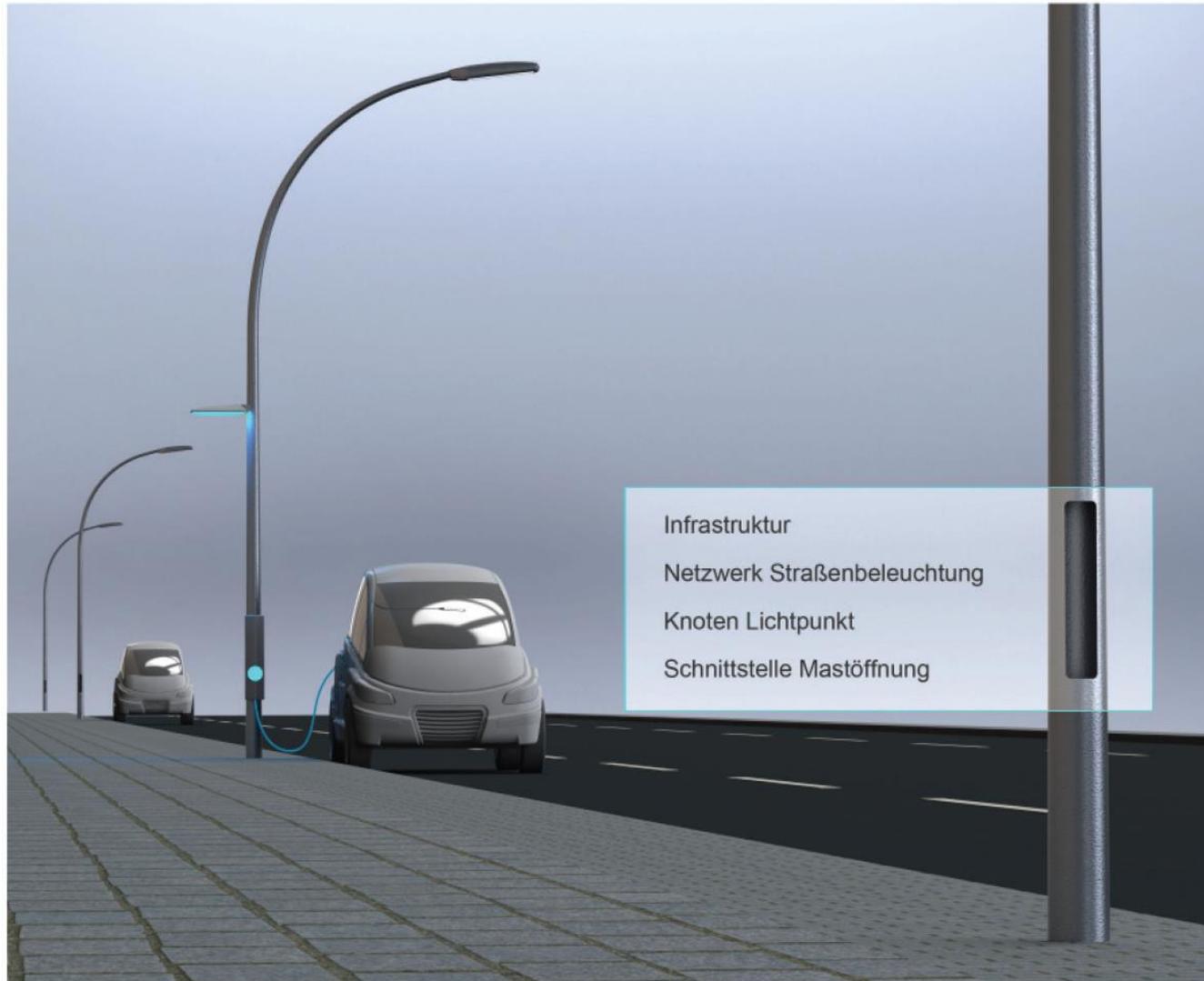
Reichweite bei reinem Batteriebetrieb bis 150 km

Reichweite unbegrenzt mit Range Extender (Verbrennungsmotor mit Generator)

Wartungsarm, Elektromotoren sind langlebig und viel einfacher aufgebaut als Verbrennungsmotoren

Durchschnittliche Fahrstrecke in Städten nur ca. 40 km, ein Auto steht im Mittel 23 Stunden am Tag, d.h. das E-Auto kann zu Hause oder am Arbeitsplatz über viele Stunden aufgeladen werden. Gleichzeitig können die Batterien als Energiespeicher für die Netzstabilisierung genutzt werden

Haushalte die nur ein Fahrzeug besitzen, sollten ein E-Auto mit Range Extender bevorzugen, wenn zwei Fahrzeuge vorhanden sind, sollte der Zweitwagen ein reines E-Fahrzeug sein, da hiermit alle üblichen Stadtfahrten kostengünstig und umweltfreundlich durchgeführt werden können



**„E-zapft is“**

**Deutsche Patentanmeldung: Leuchte mit Ladestation für Elektrofahrzeuge**  
**AZ: 10 2012 023 252.7, Anmeldetag: 29.11.2012**



Deutsches  
Patent- und Markenamt

POSTANSCHRIFT Deutsches Patent- und Markenamt • 80297 München

Selux AG  
Motzener Str. 34  
12277 Berlin

HAUSANSCHRIFT Zweibrückenstraße 12, 80331 München  
 POSTANSCHRIFT 80297 München  
 KONTAKT Andrea Schrankler  
 TEL +49 89 2195-1766  
 FAX +49 89 2195-2221  
 INTERNET www.dpma.de  
 AKTENZEICHEN 10 2012 023 252.7  
 ANMELDER/INHABER Selux AG

IHR ZEICHEN VS-aha  
 ERSTELLT AM 30.11.2012

Bitte Aktenzeichen und Anmelde/Inhaber bei allen Eingaben und Zahlungen angeben!

**Empfangsbescheinigung für eine Patentanmeldung**

Die aus der beiliegenden Antragskopie ersichtliche Patentanmeldung ist am 29.11.2012 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingegangen.

Die Anmeldung hat das **Aktenzeichen 10 2012 023 252.7** erhalten.

**Dieses Aktenzeichen ist bei allen Eingaben anzugeben.**

**Eingegangene Unterlagen:**

- |                                     |   |                                     |   |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/>            | Vertretervollmacht                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | Zusammenfassung   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Erfinderbenennung                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | Zeichnung zur Zusammenfassung (Figur-Nr. 1)*            |
| <b>5</b>                            | Seite(n) mit Beschreibung                             |                                     |   |
| <b>2</b>                            | Seite(n) mit Patentansprüchen mit 14 Patentansprüchen |                                     |   |
| <b>3</b>                            | Seite(n) mit Zeichnung(en)                            |                                     |   |
| <b>0</b>                            | Abschrift(en) der Voranmeldung(en)                    |                                     |   |
| <b>0</b>                            | Seite(n) mit zitierter Nichtpatentliteratur           |                                     |   |
| <b>0</b>                            | Anzahl Datenträger                                    | <input type="checkbox"/>            | Sequenzprotokoll (§ 11 Abs. 2 PatV)                     |
|                                     |   | <input type="checkbox"/>            | umfangreiche Anmeldeunterlagen (§ 6 Abs. 1 Satz 2 PatV) |

Mit diesen Angaben ist keinerlei Aussage dazu verbunden, inwieweit die eingereichten Unterlagen den formellen und inhaltlichen Anmeldeerfordernissen entsprechen.

\* Falls Buchstaben in der Zeichnungsnummerierung verwendet wurden, können diese aus technischen Gründen in dieser Empfangsbescheinigung nicht angezeigt werden.

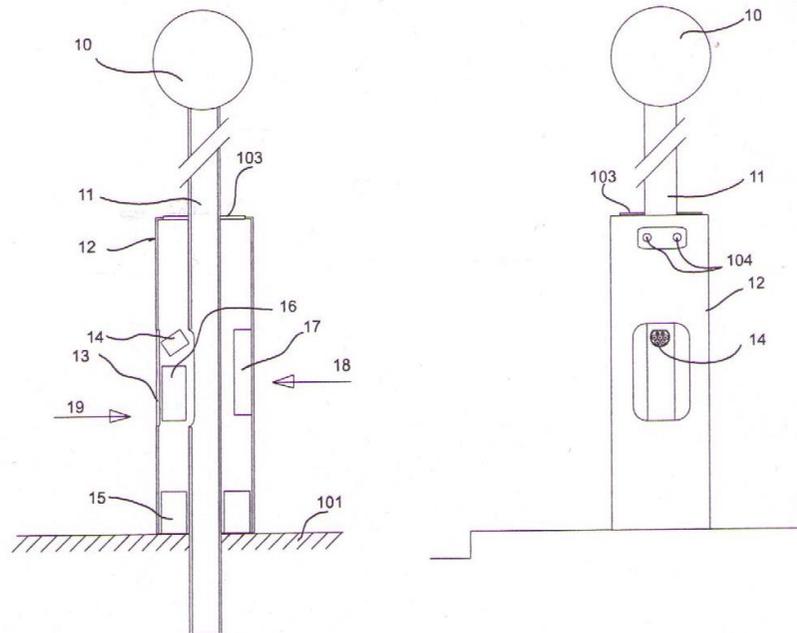
**Auf den nächsten Seiten befinden sich weitere Informationen zu den Gebühren sowie Zahlungshinweise.**

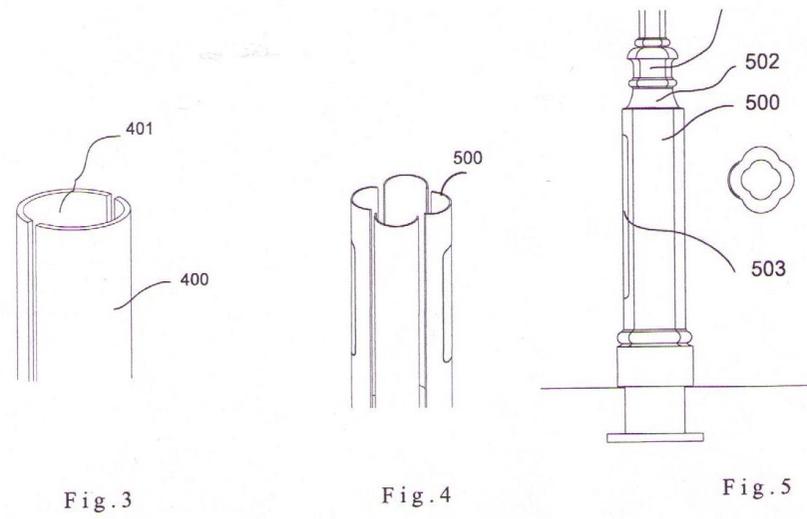
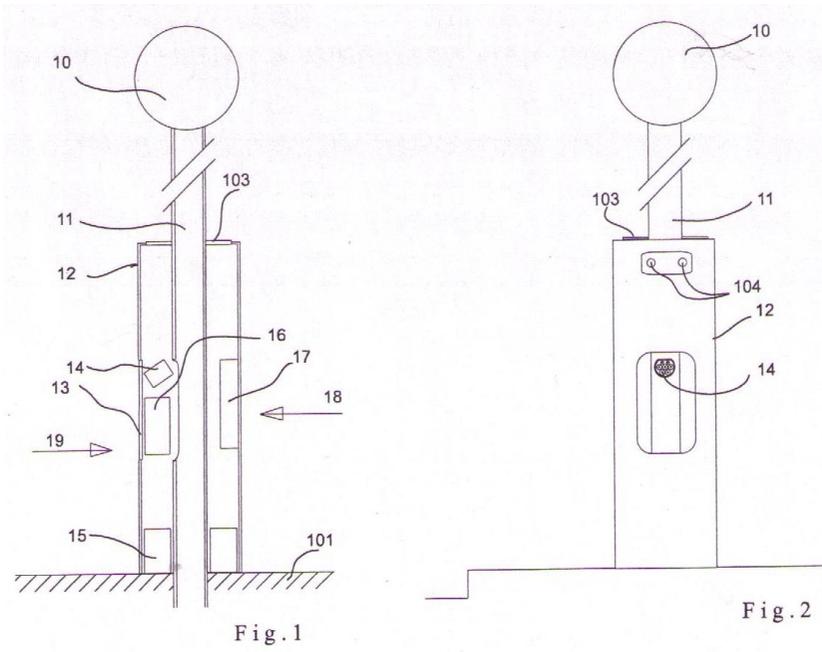


13542712961291733778

**Zusammenfassung:**

Die Erfindung betrifft eine Leuchte mit einer Ladestation für Elektrofahrzeuge, wobei die Ladetechnik in einer den unteren Teil eines Leuchtenmastes umschließenden Ummantlung untergebracht ist, die zwei- oder mehrfach geteilt ist, um diese nachträglich um einen bestehenden Lichtmast herum zu montieren. Die Ummantlung kann kreisförmige, quadratische, polygonale oder auch beliebige Querschnittsformen annehmen.





**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**URKUNDE**

über die Eintragung des

**Gebrauchsmusters**

Nr. 20 2011 100 062.5

**IPC**  
H02J 7/00

**Bezeichnung**  
Außenleuchte mit Elektroladestation

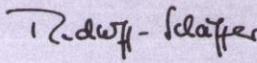
**Gebrauchsmusterinhaber**  
Semperlux Aktiengesellschaft - Lichttechnische Werke -, 12277 Berlin, DE

**Tag der Anmeldung**  
30.04.2011

**Tag der Eintragung**  
21.11.2011

Die Voraussetzungen der Schutzfähigkeit, insbesondere die Neuheit des Gegenstandes, wurden im Eintragungsverfahren nicht geprüft.

Die Präsidentin des Deutschen Patent- und Markenamts

  
Rudloff-Schäffer



(19)  Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 20 2010 005 543 U1 2010.11.04

(12)

**Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: 20 2010 005 543.1  
(22) Anmeldetag: 02.06.2010  
(47) Eintragungstag: 30.09.2010  
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: 04.11.2010

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **H02J 3/00** (2006.01)  
H02J 7/00 (2006.01)  
H02J 3/32 (2006.01)  
B60L 11/18 (2006.01)  
F21S 9/03 (2006.01)  
F21S 9/04 (2006.01)  
F21V 23/00 (2006.01)  
F21S 8/08 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Semperlux Aktiengesellschaft - Lichttechnische Werke -, 12277 Berlin, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Patentanwälte Weisse & Wolgast, 42555 Velbert**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Stromtankstelle**

(57) Hauptanspruch: Stromtankstelle für Kraftfahrzeuge und andere Verbraucher elektrischer Energie, enthaltend

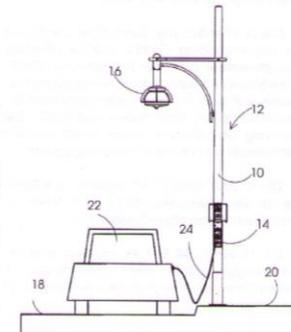
(a) eine Verbindung mit einem elektrischen Versorgungsnetz;

(b) zumindest einen Anschluss zum Anschließen eines Stromkabels zum Übertragen von elektrischer Energie auf einen elektrischen Energiespeicher oder elektrischen Verbraucher;

(c) einen jedem Anschluss zugeordneten Zähler zum Erfassen der über den Anschluss übertragenen elektrischen Energie; und

(d) Freigabemittel zum Freigeben des Anschlusses; dadurch gekennzeichnet, dass

(e) das elektrische Versorgungsnetz von der Energieversorgung für Straßenleuchten gebildet ist.





### **Prof. Dr.-Ing. Peter Marx**

studierte Elektrotechnik und Lichttechnik an der TU seiner Geburtsstadt Berlin und schloss 1966 als Diplom-Ingenieur ab. Von 1967 bis 1973 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Lichttechnik der TU-Berlin. Ab 1977 Tätigkeit als Hochschullehrer im Fachbereich Elektrotechnik der Beuth-Hochschule für Technik Berlin – University of Applied Sciences. Er war Vorstandsmitglied der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e.V. Seine Arbeitsgebiete heute sind die elektronische Messtechnik und die Lichttechnik (Sachverständiger).

Ansprechpartner für den Inhalt dieser Druckschrift:

Selux Aktiengesellschaft

Motzener Straße 34

12277 Berlin –Germany

[www.selux.com](http://www.selux.com)

[Udo.bansbach@selux.de](mailto:Udo.bansbach@selux.de)

[k.siemssen@selux.de](mailto:k.siemssen@selux.de)

[armin.bansbach@t-online.de](mailto:armin.bansbach@t-online.de)

[info@mx-electronic.com](mailto:info@mx-electronic.com)