

**Zeitschrift:** Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

**Band:** 87 (1980)

**Heft:** 10

**Rubrik:** Beleuchtung

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 23.12.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Beleuchtung

## Humanisierung des Arbeitsplatzes durch eine gute Beleuchtung

Es ist erwiesene Tatsache, dass die Leistung an einem ergonomisch richtig gestalteten Arbeitsplatz, nebst einem guten Arbeitsklima im Sinne guter zwischenmenschlicher Beziehungen, weitgehend auch vom Raumklima abhängt. Diese wird bestimmt durch die natürliche und die künstliche Beleuchtung, durch die Farben der Raumbegrenzungsflächen und der Einrichtungsgegenstände sowie durch Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Akustik.

Die Qualitätskriterien der künstlichen Beleuchtung – die also einen wesentlichen Anteil am guten oder schlechten Raumklima hat – sind insbesondere:

- Beleuchtungsstärke
- Gleichmässigkeit (erwünscht oder unerwünscht)
- Lichteinfallrichtung
- Direkt- oder Spiegelblendung
- Farbtemperatur der Lichtquelle
- Farbwiedergabeeigenschaften der Lichtquelle

Während den ersten vier Punkten von Projektingenieuren, Architekten und Bauherren normalerweise genügende Beachtung geschenkt wird, unterschätzt man interessanterweise gerade in der Schweiz die Bedeutung der Farbtemperatur und der Farbwiedergabeeigenschaften der Lichtquellen. Deshalb sei auf diese Begriffe etwas näher eingegangen, und zwar anhand von Fluoreszenzlampen, da diese bei der Innenbeleuchtung eine dominierende Rolle spielen.

### Das «kalte» Fluoreszenzlicht

Diese Bezeichnung, ein Fachausdruck, bedeutet, dass bei dieser Art von Lichterzeugung viel weniger Wärme entwickelt wird als zum Beispiel bei Glühlampen. Der Nichtfachmann deutet den Ausdruck «kaltes» Licht oft anders. Er ist der Meinung, Fluoreszenzlampen würden ganz allgemein ein «kaltes» Lichtklima erzeugen. Dem ist aber nicht so.

### Der Unterschied zwischen Farbtemperatur und Farbwiedergabe einer Lichtquelle

Farbtemperatur (Farbeindruck)

Die Bezeichnung «warmes Licht» oder «kaltes Licht», mit denen ausgedrückt wird, dass das von einer Lichtquelle ausgestrahlte Licht eine warme rötliche Farbe oder eine kalte bläuliche Farbe besitzt, sind vertraut.

Die Farbtemperatur ist aber nicht nur optisch realisierbar, sondern auch messbar und wird in Kelvin ausgedrückt ( $0^{\circ}\text{C} = 273\text{ Kelvin}$ ), wobei für praktische Beleuchtungszwecke Lichtquellen mit Farbtemperaturen zwischen 2000 K und 7000 K verwendet werden.

Bei den zur Diskussion stehenden Fluoreszenzlampen wird im Inneren Ultraviolettstrahlung erzeugt und durch den Fluoreszenzstoff an der Röhrenwand in sichtbares Licht umgewandelt, wobei durch eine entsprechende Pulvermischung fast jede beliebige Farbe erzeugt werden kann.

Philips hat die wichtigsten Farben (Standardfarben) zusammengefasst und sie in folgende drei Gruppen eingeteilt:

- Fluoreszenzlampen mit warmweissem Licht ca. 3000 K
- Fluoreszenzlampen mit weissem Licht ca. 4000 K
- Fluoreszenzlampen Tageslicht ca. 6000 K

Die Wahl und der Einsatz der einzelnen Farben erfolgt zum Teil gefühlsmässig, kann aber auch lichttechnisch bedingt sein.

Interessanterweise hängt die Wahl nicht zuletzt auch von den Klimazonen ab. Im Norden werden wärmere Farben (3000 K) gewünscht, in tropischen Gegenden eher kühlere (6000 K). In unseren Breitengraden werden erfahrungsgemäss am häufigsten Fluoreszenzlampen der Gruppe weiss (4000 K) verlangt.

Indessen lassen sich Unzulänglichkeiten an einer Beleuchtungsanlage, die durch Nichtbeachtung der bereits erwähnten Qualitätskriterien entstanden sind, nicht einfach durch Verwendung einer wärmeren Lichtquelle beheben.

Farbwiedergabeeigenschaften einer Lichtquelle

Wir leben in einer farbenreichen Welt. Die Farben können wir jedoch nur sehen, wenn sie mit natürlichem oder künstlichem Licht bestrahlt werden. Gras ist grün, weil es die grüne Strahlung reflektiert und fast alle übrigen Farben absorbiert. Es kann also nur grün aufleuchten, wenn die Lichtquelle grüne Strahlung enthält.

Um eine gute Farbwiedergabe sämtlicher Farben zu gewährleisten, muss also eine Lichtquelle sämtliche Farben des Spektrums enthalten. Durch Mischung entsprechender Leuchtstoffpulver wird dieses Ziel weitgehend erreicht.

Diese Farbwiedergabe lässt sich, wie die Farbtemperatur, auch messen und bewerten. Zudem wird die Strahlung einer Lichtquelle mit 14 Testfarben aus dem Spektrum verglichen. Die Abweichungen kommen im sogenannten Farbwiedergabeindex «Ra» zum Ausdruck. «Ra» wird nach international gehandhabten Formeln berechnet und beträgt im Idealfall 100.

Im Bereich der Fluoreszenzlampen gibt es Typen mit unbefriedigender bis zu sehr guter Farbwiedergabe und zwar in allen drei Gruppen «warmweiss», «weiss» und «Tageslicht». Es ist also nicht so, dass mit einer kühleren Lichtfarbe automatisch eine schlechtere Farbwiedergabe erreicht wird als mit einer wärmeren Farbe.

Die Wechselbeziehung Lichtausbeute – Farbwiedergabe bei Fluoreszenzlampen

Bisher galt es als fast unumstössliches Gesetz, dass Fluoreszenzlampen in den Standardfarben mit höchster Lichtausbeute (Lichtstrom pro Watt) unbefriedigende Farbwiedergabe-Eigenschaften aufwiesen.

Andererseits sind die sogenannten «de Luxe»-Fluoreszenzlampen auf dem Markt, in denen das ganze Farbenspektrum natürlich wiedergegeben wird, die jedoch nur  $\frac{2}{3}$  der Lichtmenge von Standardfarben liefern. Das bedeutet, dass für eine bestimmte Beleuchtungsstärke (Intensität) entsprechend mehr Leuchten angeschafft, montiert und unterhalten werden müssen.

### Philips hat das «Entweder-Oder-Gesetz» umgestossen

Bei der Forschung und Entwicklung neuer Fluoreszenzstoffe – angereichert mit seltenen Erden – für die im Jahre 1974/75 auf den Markt gebrachte Philips Lampen-Generation TL 80,

wurden die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Wahrnehmungsfähigkeit des menschlichen Auges, das heisst das Farb- und Lichtempfinden, weitmöglichst ausgeschöpft.

Die Leuchtstoffe bedecken die Innenwand der Lampen und beeinflussen die Lichtausbeute und Farbwiedergabe. Neu bei der Lampen-Generation TL 80 ist jedoch, dass das Licht in den drei wichtigen Spektralfarbbereichen Blau, Grün und Rot abgestrahlt wird. Diese Farben liegen optimal auf der Empfindlichkeitskurve des menschlichen Auges und können ohne verlustbringende Korrekturen von ihm aufgenommen werden.

Mit der neuen Fluoreszenzlampen-Generation TL 80 ist es nun möglich, auch Büros freundlich und gleichzeitig wirtschaftlich zu beleuchten, denn sie weisen eine hohe Lichtausbeute und sehr gute Farbwiedergabeeigenschaften auf.

Dass diese Fluoreszenzlampen einiges mehr kosten als Standard- und «alte» de Luxe-Lampen ist auf den sehr teuren Fluoreszenzstoff zurückzuführen. Dass andererseits der Lampenpreis in der Betriebskostenrechnung einer Beleuchtungsanlage eine unbedeutende Rolle spielt, kann leicht nachgerechnet werden.

Untersucht man nämlich das Verhältnis der Lampenkosten zu den übrigen Kosten pro Arbeitsplatz und -jahr (Fr. 40000.- bis Fr. 100000.-), so wird es offensichtlich, dass nur die beste Fluoreszenzlampe eingesetzt werden soll. Es ist eine durch viele Untersuchungen erhärtete Tatsache, dass die Leistungen bei einer guten, freundlichen Beleuchtung steigen und weniger Fehler gemacht werden. Selbst eine Abnahme der Absenzen kann festgestellt werden. Gutes Licht trägt erwiesenermassen zur «Humanisierung des Arbeitsplatzes» bei. O. Schmid, Philips AG, CH-8027 Zürich

strahlt (2) das Farbmuster (3). Die von der Lichtquelle erzeugten Spektralfarben werden je nach Farbmuster zum Teil absorbiert, und der Rest wird reflektiert (4). Dieser Rest (in unserem Beispiel blau) ergibt dann die Farbempfindung (blau) für das Auge (5). Dies zeigt, dass die Farbempfindung, welche das Auge aufnimmt, einerseits von der Lichtquelle und andererseits vom Farbmuster abhängt. Die einzig konstante Eigenschaft eines Farbmusters ist seine Fähigkeit, das einfallende Licht teilweise zu absorbieren und den Rest zu reflektieren. Was wir mit dem Auge sehen, ist somit das Ergebnis der Wechselwirkung von Lichtquelle und Farbmuster. Oder, anders ausgedrückt: Farbe ist nicht nur, «wie wir sie sehen», sondern auch, «wie wir sie beleuchten».

**Vergleich verschiedener Lichtquellen**

Um eine Lichtquelle zu spezifizieren, wird deren Spektralkurve ermittelt. Die Wellenlänge der Spektralfarben (in Nanometer) erscheinen bei den folgenden Abbildungen auf der Horizontalen, die Intensität der Farbe auf der Vertikalen. Abb. 2 zeigt eine Spektralkurve für sog. natürliches Tageslicht, oder auch Nordhimmel-Tageslicht genannt. Die Kurve zeigt, dass alle Farben des sichtbaren Spektrums vertreten sind und dass lediglich Violett/Blau etwas stärker sind als die übrigen Farben. Daher der leicht blautichige Charakter des Nordhimmel-Tageslichts. Dieses natürliche Tageslicht gilt als Basis für Farbalmusterungen, weshalb künstliche Lichtquellen damit verglichen werden müssen. Abb. 3 mit der Spektralkurve einer normalen Fluoreszenz-Röhre zeigt die starken Ausschläge dieser Lichtquelle und den starken Abfall im Rotbereich. Abb. 4 wiederum zeigt den starken

**Kritische Farbalmusterung**

**Künstliches Nordhimmel-Tageslicht**

Zuerst einige Fakten über Licht und Farbe, die bei der Beurteilung wichtig sind. Die drei Komponenten, welche die Farbbeurteilung beeinflussen, sind: Lichtquelle, Farbmuster und Auge, wie aus Abb. 1 ersichtlich. Die Lichtquelle (1) be-

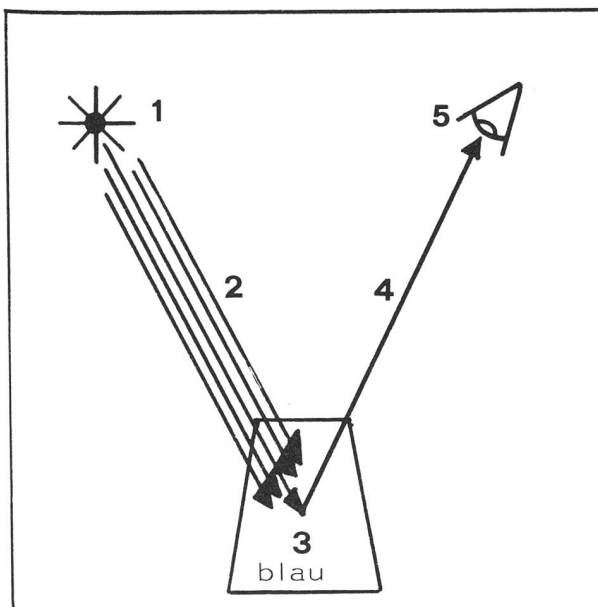


Abb. 1: Einfluss Lichtquelle/Farbmuster/Auge

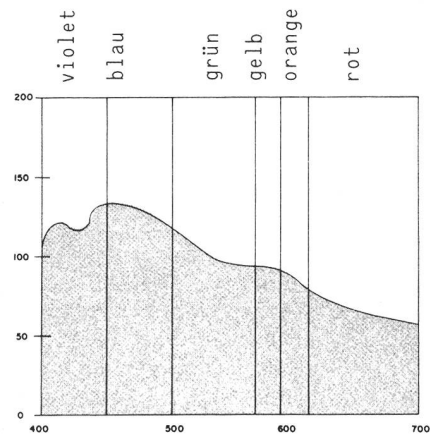


Abb. 2: Spektral-Kurve: natürliches Nordhimmel-Tageslicht

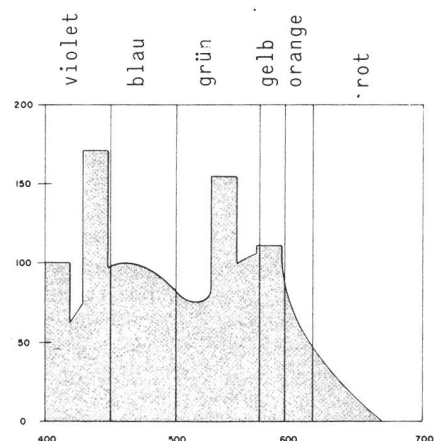


Abb. 3: gewöhnliches Fluoreszenzlicht

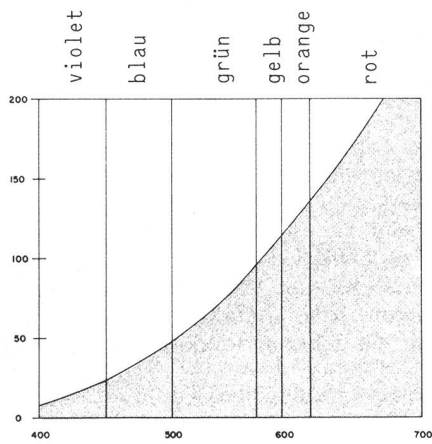


Abb. 4: normales Glühlampenlicht

Rotanteil und den geringen Blau-/Violett-Anteil eines normalen Glühbirnenlichts.

Zur möglichst objektiven Farbbeurteilung ist es deshalb wichtig, eine Lichtquelle zu finden, welche dem Nordhimmeltageslicht möglichst nahekommt. Dies ist mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln z.Z. nur mit Wolfram-Glühfadlampen plus Korrekturfilter möglich. Abb. 5 zeigt den Verlauf einer solchen «korrigierten» Lichtquelle, die sog. Macbeth Spectralight-Farbprüflampe. Hier sind die Abweichungen im Vergleich zur Nordhimmel-Tageslicht-Kurve sehr minimal. Anders jedoch bei einer sog. Fluoreszenz-Tageslicht-Röhrenbeleuchtung, wie Abb. 6 zeigt. Diese weist die charakteristischen Ausschläge von Fluoreszenzröhren auf, wie sie schon bei Abb. 3 zeigt, auch wenn hier der Rotbereich stark korrigiert ist. Der Effekt dieser Ausschläge ist etwa der Wirkung vergleichbar, welche das Ohr feststellt, wenn man den Stationenknopf am Radio dreht und nach schwächer hereinkommenden Sendern plötzlich einen starken Sender erwischt.

**Ein weiteres Problem: Die Metamerie**

Auch wenn die Lichtquelle der Kurve des Nordhimmel-Tageslichts sehr nahe kommt, wie dies bei Abb. 5 der Fall ist, besteht noch die Möglichkeit einer Fehlfärbung. Es besteht dann noch keine Sicherheit, dass zwei genau gleich erscheinende Muster unter dieser Lichtquelle auch wirklich gleich sind. Wenn wir zwei Farbmuster mit verschiedenen Remissionskurven haben, wie dies Abb. 7 mit den Mustern A und B zeigt, dann können diese unter einer Lichtquelle «genau gleich» erscheinen und den Anschein erwecken, dass die Farben wirklich übereinstimmen. Bei der Betrachtung unter einer anderen Lichtquelle zeigen sich jedoch die Abweichungen, welche sich in der unterschiedlichen Remissionskurve ausdrücken. Bei Abb. 7 handelt es sich um zwei grüne Muster (Hauptintensität bei Nm550). Unter Fluoreszenzlicht zeigen diese eine ganz minime Farbdifferenz. Unter gefiltertem Tageslicht (entsprechend Abb. 5) ist der Unterschied fünfmal stärker, also sehr gut ersichtlich, wobei Muster A heller und bläulicher erscheint als Muster B. Unter Glühbirnenlicht (wie Abb. 4) ist ein noch grösserer Unterschied festzustellen, wobei A jedoch gelblicher und heller erscheint als B. Diese Unterschiede je nach Lichtquelle zeigen deutlich die Abhängigkeit der Farbreflexion und der Wirkung auf das Auge je nach den auf das Farbmuster einfallenden Lichtquellen und deren Spektralkurve.

Es ist deshalb wichtig, dass bei der Farbprüfung die Prüfleuchte vom Normprüflicht (also Kunst-Tageslicht) auf eine andere Lichtquelle umgeschaltet werden kann, um sicher zu

sein, dass bei Übereinstimmung der Muster unter dem Normlicht trotzdem keine Metamerie vorliegt. Hierfür genügt als Kontrastlicht ein Glühlampenlicht. Neuere Prüfampen für kritische Abmusterungen bieten zusätzlich noch ein Kontrastlicht mit Fluoreszenzröhren, so dass auch die in Verkaufslokalen übliche Beleuchtung simuliert werden kann.

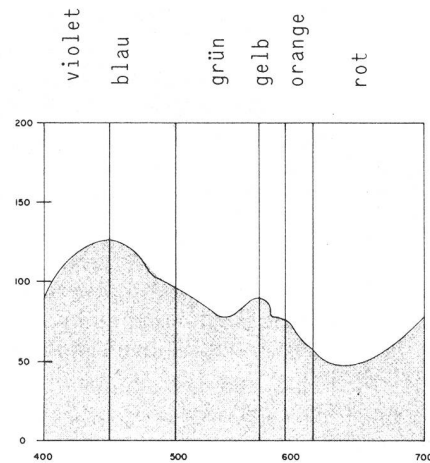


Abb. 5: Künstliches Nordhimmel-Tageslicht einer Macbeth-Spectralight-Tageslicht-Lampe

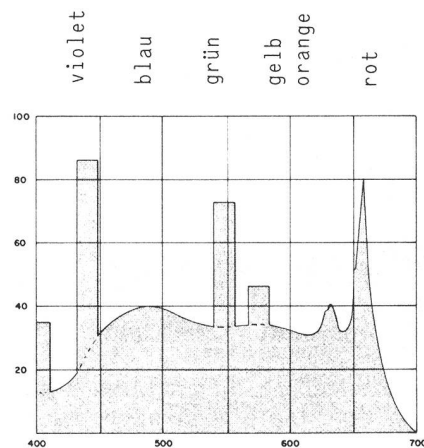


Abb. 6: Fluoreszenzröhren-Tageslicht

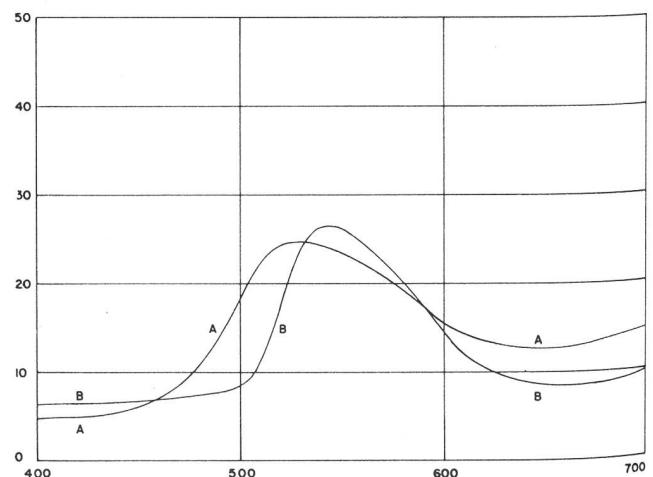


Abb. 7: Remissionskurven von 2 grünen Mustern A+B

Eine weitere Ergänzung ist eine UV-Leuchte, welche den andern Lichtquellen beigemischt werden kann und zur Prüfung von Weissproben mit optischen Aufhellern verwendet wird.

Damit die Ergebnisse der Tageslichtsleuchte nicht durch Reflexionen von umgebenden Farben verfälscht werden können, sind kritische Abmusterungen in abgeschirmten Kabinenlampen vorzunehmen. Die Innenseite sollte in einem hellen, matten Grauton gehalten sein und jeweils nur die zu prüfenden Farbmuster enthalten.



Abb. 8: Farbprüf-Kabinenlampe Macbeth-Spectralight mit Nordhimmel-Tageslicht 2×750 Watt (7500 K), kühlweisses Fluoreszenzlicht (4400 K), Sonnenuntergangslicht = Glühlampenlicht (2300 K) und Ultraviolett-Röhren. Die letzteren sind einzeln oder zu den andern Lichtarten zuschaltbar.

Dass die Lichtintensität bei verstaubten Filtern oder Diffusionsscheiben abnimmt, ist zwar selbstverständlich. Trotzdem werden Farbprüflampen in manchen Betrieben äusserst selten gereinigt, da der Staub auf den eingebauten Filtern und Scheiben nicht sichtbar ist.

Wenn obige Punkte bei der Einrichtung einer Abmusterungsstelle und bei deren Betrieb berücksichtigt werden, dann sollten eigentlich keine Schwierigkeiten bei der Beurteilung von Farbproben auftreten. Dies setzt allerdings voraus, dass der Partner (Kunde oder Lieferant) unter gleichen Bedingungen prüft. Sonst treten die oben besprochenen Abweichungen auf, obwohl jeder vom gleichen Farbmuster spricht.

Wild AG, CH-6301 Zug

## Neue stromsparende Fluoreszenzlampen

Bei Beleuchtungsanlagen bestehen für die verschiedenen Anwendungsbereiche Leitsätze für Planung, Bau und Betrieb, in denen Qualitätskriterien wie Beleuchtungsstärke, Farbwiedergabe, Blendungsbegrenzung, festgelegt sind. Ausserdem gilt es heute auch bei der Beleuchtung, den Energieverbrauch unter Einhaltung der erwähnten Qualitätskriterien so gering wie möglich zu halten.

Unter dem Blickwinkel der Energieeinsparung gewinnen neuere Entwicklungen, insbesondere auf dem Gebiet der Fluoreszenzlampen (L-Lampen), besondere Bedeutung. Bei den LUMILUX-Lampen gelang es, höchste Lichtausbeute und gleichzeitig sehr gute Farbqualität zu kombinieren – ein Entwicklungsziel, das lange Zeit unerreichbar schien. Durch Verringerung des Rohrdurchmessers konnte ausserdem die Leistung um 10% reduziert werden.

Dieser Entwicklungsschritt wurde inzwischen auch auf die bisherigen Standard-Lichtfarben übertragen. Somit kann allgemein beim Einsatz von L-Lampen der Stromverbrauch gesenkt werden.

### Stromverbrauch für Beleuchtung

Vor hundert Jahren wurde mit der Erfindung der Glühlampe durch Edison die erste anwendungsgerechte elektrische Lichtquelle auf den Markt gebracht. Mit einer Lichtausbeute von 2 lm/W lag diese erste Glühlampe um Grössenordnungen unter den Wirkungsgraden, die heute bei fast 100 lm/W bei LUMILUX-L-Lampen für Innenbeleuchtung und bis 130 lm/W bei Natrium-Hochdrucklampen für Aussenbeleuchtungen liegen. Diese Relationen zeigen, dass bei Lichtquellen eines der wichtigsten Entwicklungsziele stets bei Steigerung der Lichtausbeute gewesen ist, was sich in jeweils geringerem Stromverbrauch ausgewirkt hat. So konnte der Mehrbedarf an Licht durch Lichtquellen mit höherer Ausbeute immer wieder ausgeglichen und der Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch mit heute rund 10% niedrig gehalten werden. Dieser relativ niedrige Anteil darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich bei den jährlichen Stromkosten für Beleuchtung im Einzelfall, insbesondere bei den langen Benutzungsdauern der Beleuchtung in Industrie-, Büro- und Verkaufsräumen, um hohe Absolutbeträge handelt, deren Verminderung durch den Einsatz von Lichtquellen mit höherem Wirkungsgrad sich immer lohnt.

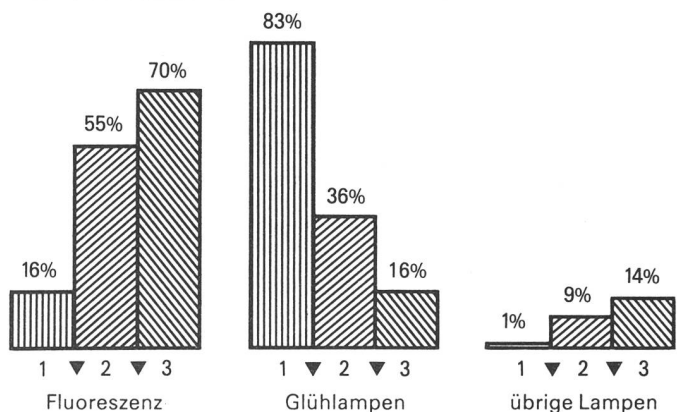


Bild 1: Lichterzeugung und Stromverbrauch mit den verschiedenen Lichtquellen für Allgemeinbeleuchtung  
 1 Anteil an der Brennstellenzahl  
 2 Anteil am Beleuchtungs-Stromverbrauch  
 3 Anteil an der gesamten Lichtmenge



Die L-Lampe ist in der gewerblichen Innenraumbeleuchtung aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit die wichtigste Lichtquelle. Mit L-Lampen werden, wie Bild 1 zeigt, mehr als zwei Drittel der für Beleuchtung benötigten Lichtmenge erzeugt. Aufgrund der im Vergleich zur Glühlampe etwa fünfmal höheren Lichtausbeute verbraucht sie aber nur rund 55% der für die Lichterzeugung benötigten elektrischen Energie. Eine weitere Steigerung der Lichtausbeute bei Reduzierung der Leistungsaufnahme um 10% hat daher gerade bei Lampen besonders wirkungsvolle Einsparungen beim Stromverbrauch zur Folge.

**Entwicklungsergebnisse bei Leuchtstofflampen**

Die jüngsten Fortschritte bei L-Lampen kommen durch zwei Entwicklungsschritte zustande, von denen jeder für sich die Wirtschaftlichkeit entscheidend beeinflusst.

Die Verwendung neuartiger, hochwertiger Dreiband-Leuchtstoffe ermöglichte die Entwicklung einer Lampe mit bisher nicht bekannten Eigenschaften. Bei der LUMILUX-Lampe sind Lichtausbeuten bis 96 lm/W und sehr gute Farbqualität kombiniert. Gleichzeitig konnten der Rohrdurchmesser von 38 mm auf 26 mm reduziert und die elektrische Leistungsaufnahme um 10% verringert werden.

Aufgrund der Erfahrungen mit den neuen LUMILUX-Lampen konnte auch bei den wichtigen früheren Standardlichtfarben die Technik des 26-mm-Rohrs eingeführt werden, womit sich auch bei diesen für den Ersatzbedarf wichtigen Lampen bei gleichen Lichtströmen eine Senkung des Stromverbrauchs um 10% in bestehenden Anlagen erzielen lässt.

Mit diesen stromsparenden L-Lampen ist es heute möglich, für Neubauten und alle bestehenden Beleuchtungsanlagen wirtschaftlichere Lösungen mit geringerem Stromverbrauch zu realisieren.

**LUMILUX-Lampen**

Die Fortschritte bei der Lichtausbeute von L-Lampen waren in der Vergangenheit dadurch gekennzeichnet, dass die Schere zwischen Lampen sehr guter Farbwiedergabe, aber geringer Lichtausbeute (de-Luxe-Lichtfarben), und den Standardlichtfarben mit hoher Lichtausbeute, aber weniger guter Farbwiedergabe, im Laufe der Jahre immer weiter auseinander lief (Bild 2).

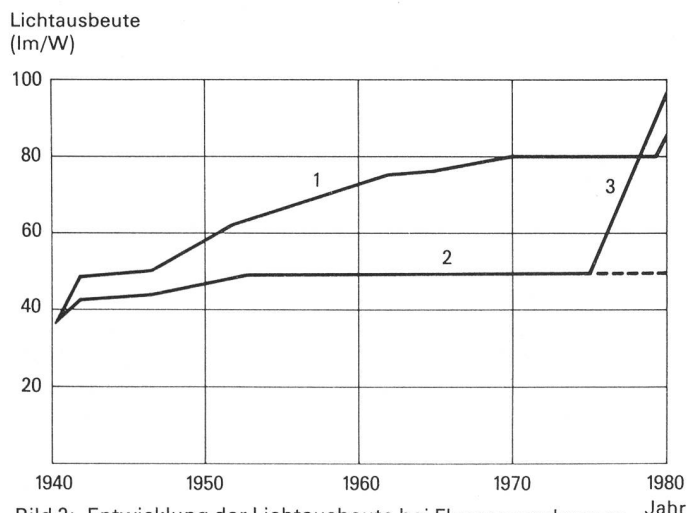


Bild 2: Entwicklung der Lichtausbeute bei Fluoreszenzlampen  
 1 Standard-Lichtfarben, Farbwiedergabe-Stufe 3  
 2 de-Luxe-Lichtfarben, Farbwiedergabe-Stufe 1  
 3 LUMILUX-Lichtfarben, Farbwiedergabe-Stufe 1

Für L-Lampen galt es daher lange Zeit als Gesetz, dass gute Farbwiedergabe und hohe Lichtausbeute sich gegenseitig ausschliessen. Theoretische Berechnungen zeigten jedoch, dass diese Unvereinbarkeit nicht grundsätzlich ist. Die Mitte der siebziger Jahre entwickelten Dreiband-Leuchtstoffe vereinten sehr gute Farbeigenschaften mit einer bis dahin bei Leuchtstofflampen nicht erreichten Lichtausbeute von 85 lm/W. Mit den unter dem Namen LUMILUX auf den Markt gebrachten L-Lampen erzielte man damit bei sonst gleichen geometrischen und elektrischen Daten eine Lichtausbeute, mit der alle früheren L-Lampen übertroffen werden. Durch weiter verbesserte Technologie bei der Verarbeitung des Leuchtstoffs konnte die Lichtausbeute bald auf über 90 lm/W gesteigert werden (Bild 2).

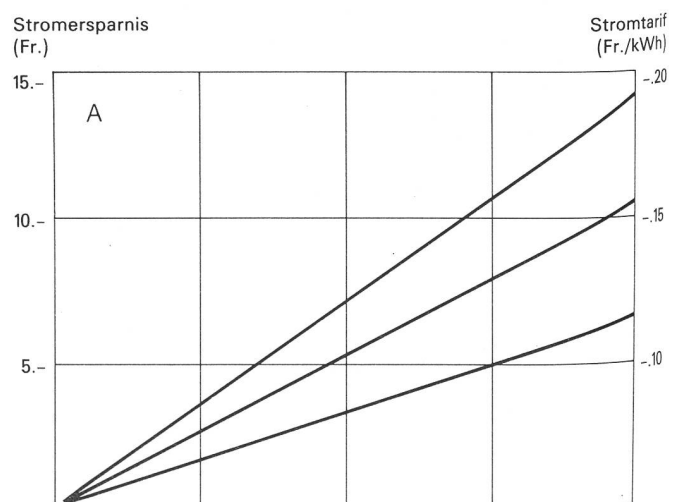
Die Bezeichnung Dreiband-Lampe rührt daher, dass sich der Leuchtstoff aus drei Komponenten mit Strahlung im blauen, grünen und roten Spektralbereich zusammensetzt. Je nach Anteil dieser Komponenten lassen sich die drei in der Praxis genormten Lichtfarbengruppen tageslichtweiss (tw), neutralweiss (nw) und warmweiss (ww) bei Farbwiedergabestufe 1 nach SLG realisieren.

Bei der LUMILUX-Lampe wurde ein weiterer Schritt in Richtung noch höherer Lichtausbeute bis z.Z. 96 lm/W getan, und zwar dadurch, dass der Entladungswirkungsgrad durch Verringerung des Rohrdurchmessers von 38 mm auf 26 mm und durch ein neues Edelgasgemisch mit Krypton nochmals angehoben wurde. Diese Entwicklung ist für die Praxis von grosser Bedeutung, weil sich bei gleicher Länge und gleichen Werten für Brennspannung und Lampenstrom die elektrische Leistungsaufnahme um 10% reduziert. Die Lampen sind in den bisherigen Fassungen und an den bisherigen Glimmstarter-Vorschaltgeräten zu betreiben. Die LUMILUX-Typenreihe hat folgende Leistungsstaffelung:

- L 18 Watt statt bisher L 20 Watt
- L 36 Watt statt bisher L 40 Watt
- L 38 Watt statt bisher L 42 Watt
- L 58 Watt statt bisher L 65 Watt

**Standard-Leuchtstofflampen mit um 10% reduzierter Leistungsaufnahme und 26 mm Rohrdurchmesser**

Die Verminderung der elektrischen Leistungsaufnahme um 10% je Lampe durch Reduzierung des Rohrdurchmessers auf 26 mm ist für den Verbraucher sehr attraktiv, weil sich hiermit während der Nutzbrenndauer einer L-Lampe je nach Strompreis und verwendeter Leistungsstufe beträchtlich an Stromkosten sparen lässt. Die Ersparnis ist das Produkt aus Strompreis in Fr./kWh, Leistungs-Einsparung in kW und



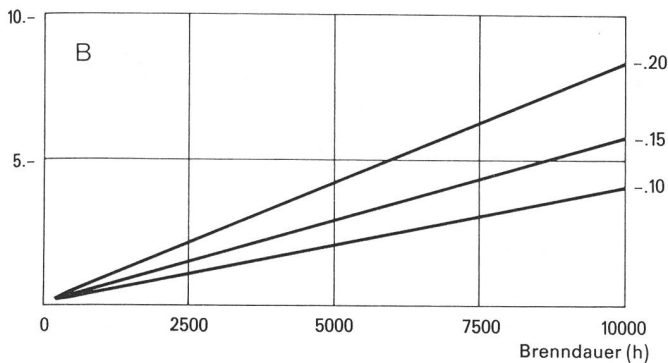


Bild 3: Stromkosten-Ersparnis pro Lampe mit den neuen L-Lampen 26 mm Ø  
 A L 58 Watt statt L 65 Watt  
 B L 36 Watt statt L 40 Watt

Brenndauer in h. In Bild 3 ist in zwei Beispielen die Abhängigkeit der Stromkostensparnis von der Brenndauer dargestellt.

Mit den Fertigungserfahrungen bei LUMILUX-Lampen war es möglich, ein entsprechendes Sortiment an L-Lampen mit um 10% reduzierter Leistungsaufnahme und 26 mm Rohrdurchmesser auch bei den Standardlichtfarben Universal-Weiss, Hellweiss und Warmton bei gleichem Lichtstrom wie bisher einzuführen. Diese stromsparenden L-Lampen sind überall dort von Bedeutung, wo in bestehenden Beleuchtungsanlagen die in den Normen und Richtlinien vorgeschriebenen Beleuchtungswerte erreicht werden und durch Austausch gegen die neue Reihe eine Senkung des Stromverbrauchs um 10% erzielt werden soll. Diese Lampen können ebenfalls, da sie gleiche Länge und gleiche elektrische Daten haben, durch direkten Austausch statt der bisherigen 38-mm-Lampen entsprechender Leistungsstufen ohne Änderung der Installation betrieben werden. Es entsprechen hier:

- L 18 Watt statt bisher L 20 Watt
- L 36 Watt statt bisher L 40 Watt
- L 58 Watt statt bisher L 65 Watt.

### Kostenvergleiche für Neuplanung und Umrüstung von Beleuchtungsanlagen

Den wirtschaftlichen Vorteil beim Einsatz der neuen stromsparenden L-Lampen zeigen orientierende Kostenvergleiche, in die alle Faktoren für den Betrieb der Beleuchtungsanlage eingehen.

Der Kostenvergleich erfasst die Anlagekosten und die jährlichen Betriebskosten.

Die Anlagekosten addieren sich aus den Kosten für Leuchten und deren Montage sowie den Installationskosten.

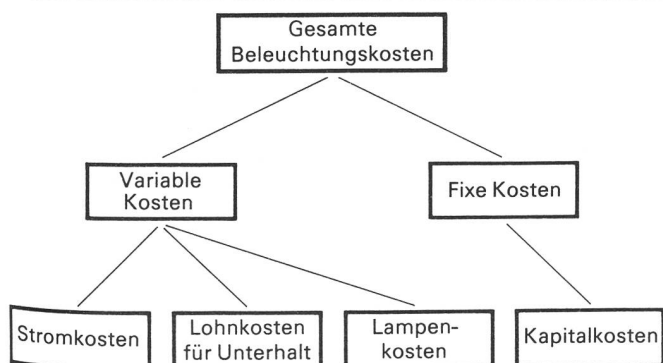


Bild 4: Zusammensetzung der gesamten Beleuchtungskosten

Die jährlichen Betriebskosten (Bild 4) addieren sich aus den jährlichen Kosten für Stromverbrauch, Lohnkosten für Lampenwechsel und Reinigung der Leuchten, gegebenenfalls Erneuerungen der Starter oder Vorschaltgeräte, aus den Kosten für Lampenersatz sowie den Kapitalkosten, die im allgemeinen mit 15% der Anlagekosten angesetzt werden.

Derartige Kostenvergleiche sind Grundlage für die Entscheidung über den Einsatz bestimmter Lampen. Es zeigt sich, dass mit der neuen Generation von stromsparenden L-Lampen in allen praktischen Anwendungsfällen auf wirtschaftlicheren Betrieb umgerüstet werden kann. Für alle Neuplanungen, Umrüstungen alter Anlagen und lichttechnische Sanierungen ergibt die LUMILUX-Reihe das wirtschaftlichste Ergebnis. In neueren Anlagen, bei denen die lichttechnischen Anforderungen den Richtlinien voll entsprechen, ist mit den Standardlichtfarben eine Reduzierung des Stromverbrauchs bis 10% zu erzielen.

Wolfgang Tubbesing, Osram AG, CH-8401 Winterthur

## Lager- und Fördertechnik

### Neue Akzente im Bereich Fördertechnik

Systembeurteilungen gleich welcher Art fassen oft auf Informationen, die den realen Sachverhalt eines Produktes nur ungenau treffen. Hierbei sei weniger auf die Treffsicherheit der Formulierung, als vielmehr auf die Mehrdeutigkeit darin verwendeter Begriffe hingewiesen. Tatsächlich sind denn auch eine Vielzahl von Missverständnissen ausschliesslich auf das Konto unterschiedlich auslegbarer Terminologien zurückzuführen. Ein Unvermögen, welchem bei der Vorstellung vorab neuer Produkte rechtzeitig begegnet werden soll. In Erkenntnis dieses Sachverhaltes und zu Handen der Betreiber seien deshalb vorgängig der Präsentation des Systems einige Begriffe kurz erläutert.

Der Einsatzbereich eines Stauförderers liegt vorzugsweise in der Belegung langer Transport- und Pufferstrecken. Über Streckenabschnitte, in welchen ein erfragtes System nicht nur den kontinuierlichen Transport, sondern zugleich auch eine dynamische Pufferung der Transportgüter raumsparend übernehmen soll.

Im Zusammenhang damit stösst man bei solchen Anstrengungen immer wieder auf die Forderung nach «staudrucklos» arbeitenden Konzepten. Eine Formulierung, deren Interpretationsweite nicht selten zu falschen Erwartungen und Fehlinvestitionen führt. Es drängt sich daher auf, diese Begriffsbildung an den technischen Gegebenheiten sich im Markt befindlicher Systeme abzugleichen.

Im Unterschied zu Förderern klassischer Konzeption arbeiten Stauförderer zumeist mit zentralen Antriebsstationen. Dies bedeutet vorerst, dass eine Vielzahl von Paletten-, Behälter- oder einfach Transportgutplätzen über untereinander verbindende Riementriebe, Kettenstränge oder auch Wellen durch eine einzige Antriebsseinheit eingespiesen werden. Es bedeutet aber andererseits, dass die erwähnten Plätze bei Bedarf und gemäss dem erstrebten Bewegungsablauf über eine entsprechende Einrichtung zu- und weggeschaltet werden müssen.