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

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

Band: 91 (1984)

Heft: 12

Rubrik: Beleuchtung

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.09.2025

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

Beleuchtung

Akzeptanz verschiedener Beleuchtungssysteme in Büros mit Bildschirmarbeitsplätzen

Zusammenfassung

Ein Grossraumbüro mit Bildschirmarbeitsplätzen wurde während des Winterhalbjahres wechselweise jeweils 2 Wochen mit folgenden Beleuchtungssystemen beleuchtet:

Direktbeleuchtung:
- Deckenbeleuchtung mit weissen Rastern
- Deckenbeleuchtung mit Spiegelrastern

Indirektbeleuchtung:
Individuell schaltbare Ständerleuchten an den Arbeitsplätzen
- mit Halogen-Metalldampflampen (Hg-I)
- mit farbverbesserten Natriumdampf-Hochdrucklampen (Na-H)

Am Ende jeder Periode bewerteten die Versuchpersonen anhand eines standardisierten Fragebogens die einzelnen Varianten. Ausserdem wurde der Energieverbrauch gemessen.

Die statistische Auswertung ergab eine deutliche Präferenz für Indirektbeleuchtung. Zudem wurde bei dieser Beleuchtungsart nur halb soviel Energie benötigt wie bei der Deckenbeleuchtung.

Die geeignete Lichtfarbe für Indirektbeleuchtung scheint warmweiss, allenfalls neutralweiss zu sein.

Begründung und Aufgabenstellung

Seit Büro-Arbeitsplätze immer häufiger mit Bildschirmterminals ausgerüstet werden, nehmen die Klagen des Personals über asthenopische Beschwerden (Augenbrennen oder -tränen, Bindehautentzündung, Lidzittern, Kopfweh, allgemeine Unbehaglichkeit bezüglich der Sehverhältnisse) zu. Diese Klagen treten vor allem dort auf, wo natürliches Tageslicht nicht ausreicht oder ganz fehlt. Es ist deshalb zu vermuten, dass künstliche Beleuchtung eine der Ursachen dieser Beschwerden ist.

In den letzten Jahren hat man sich bemüht, neue Beleuchtungssysteme zu entwickeln, die diese Beschwerden mildern oder beseitigen sollen. Über den einzuschlagenden Weg gehen jedoch die Ansichten der Fachleute z.T. diametral auseinander.

Derzeit verwendet man überwiegend Spiegelrasterleuchten, deren Lichtverteilung so tiefstrahlend ist, dass oberhalb von 50° praktisch kein Licht mehr austritt. Auf dem Bildschirm entstehen deshalb selbst dann keine störenden Spiegelbilder der Leuchten, wenn dieser leicht nach hinten geneigt ist (Abb. 1). Dafür muss man jedoch auf glänzenden Arbeitsmitteln mit horizontalen Flächen (z.B. Tischplatten, Tastaturen, Klarsichthüllen, Kunstdruckpapier, Bleistiftschrift usw.) z.T. intensive Reflexblendung und Kontrastminderung in Kauf nehmen. Die linienförmigen Leuchten erzeugen dabei streifigen Glanz, der den Akkommodationsmechanismus stark belastet, weil das linke Auge die Glanzbilder in anderer Form und an anderem Ort sieht wie das rechte. Räume, die derart beleuchtet sind, wirken zudem wegen der ungenügenden Vertikalbeleuchtungsstärke oft unnatürlich und drückend.

Diese Nachteile lassen sich vermeiden, wenn man den Raum durch grosse, diffus strahlende Leuchtflächen mit geringer Leuchtdichte und weichen, fliessenden Übergängen beleuchtet. Dies lässt sich z.B. mit einer Indirektbeleuchtung realisieren. Glanz wird dann so grossflächig, dass er für beide Augen gleich erscheint und deshalb keine Akkommodationsreize mehr auslöst, und er ist so schwach, dass er das Erkennen der eigentlichen Sehaufgabe nicht mehr erschwert. Eine solche Beleuchtung wird jedoch vielfach abgelehnt, weil man befürchtet, dass sich der Zeichenkontrast auf dem Bildschirm unzumutbar verschlechtert und der Stromverbrauch viel zu hoch ist. Ausserdem soll sie zu monoton wirken und zu schattenarm sein.

Theoretisch-rechnerisch lässt sich diese Kontroverse nicht lösen. Die bekannten Verfahren erfassen nur einen kleinen Teil der komplexen physio-psychischen Vorgänge bei der Wahrnehmung. Vor allem wird der Einfluss

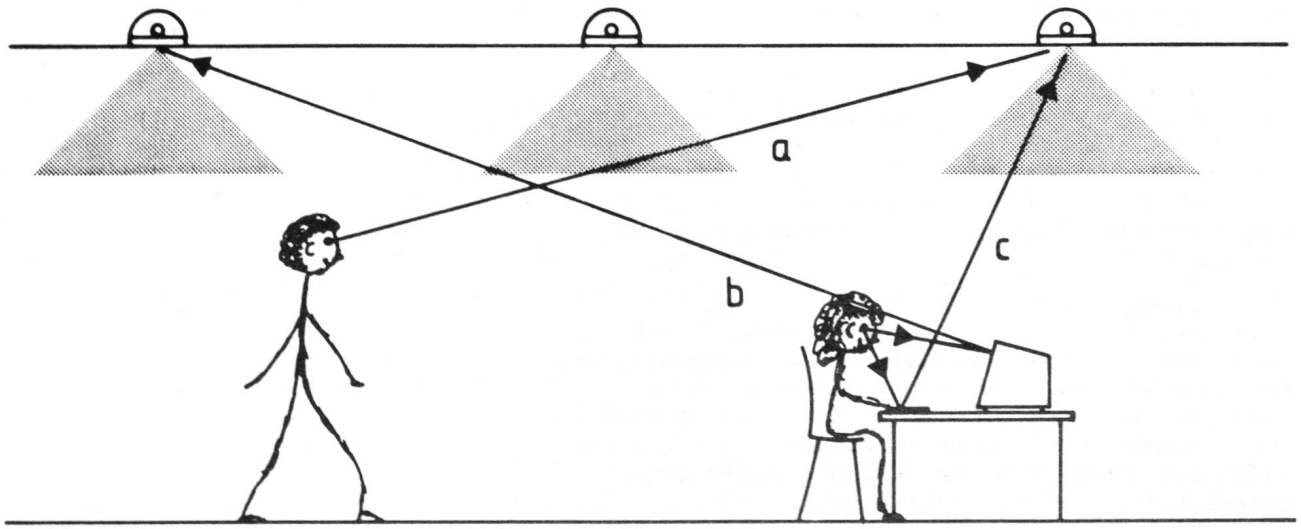


Abb. 1: Blendungsbegrenzung bei tiefstrahlenden Spiegelrasterleuchten (BAP-Leuchten): weder Direktblendung (a), noch störende Spiegelungen auf dem Bildschirm (b), aber sehr starke Reflexblendung auf horizontalen Flächen (c).

des Lichtes auf Motivation, Leistungsbereitschaft, Stoffwechsel und Hormonhaushalt zu wenig oder gar nicht berücksichtigt.

Auf experimentellem Gebiet sind bisher nur einige labormässige Kurzzeit-Untersuchungen bekannt. Hierbei lassen sich zwar die Randbedingungen gut beherrschen und konstant halten. Die Versuchspersonen sind aber so stark auf die Beobachtung und Bewertung der visuellen Verhältnisse fixiert, dass sich die Ergebnisse nur schwer auf die Praxis übertragen lassen: ein Teil der zu bewertenden Eigenschaften wird zu stark gewichtet, ein anderer vernachlässigt oder unterschätzt – z.B. wegen zu kurzer Versuchszeit oder zu wenig praxisbezogener Tätigkeit.

Wir wurden deshalb beauftragt, die fraglichen Beleuchtungssysteme in einem Grossraumbüro unter praxisbezogenen Arbeitsbedingungen bewerten zu lassen. Jede Variante sollte über mehrere Wochen dargeboten werden, damit die Versuchspersonen die Beleuchtung während der Arbeit nicht mehr bewusst wahrnahmen.

Hierbei mussten wir zwar in Kauf nehmen, dass sich verschiedene andere Einflussfaktoren – z.B. der Tageslichtanteil – nicht konstant halten liessen. Dafür konnte sich aber der Gesamteinfluss des Lichtes ungestörter und realistischer auswirken als dies in der künstlichen und sterilen Atmosphäre eines Versuchslabors möglich wäre. Zudem war zu erwarten, dass sich der wechselnde Einfluss der nicht untersuchten Faktoren durch die lange Versuchsdauer und die zufällige Abfolge der Varianten kompensieren werde.

Die Ergebnisse sollten statistisch auswertbar sein und vor allem die folgenden Fragen klären:
- Wie angenehm wird die Beleuchtung empfunden?
- Ist störende Blendung festzustellen?
- Stört die Beleuchtung bei der Arbeit am Bildschirm?
- Stört die Beleuchtung bei sonstigen Arbeiten?
- Wie wird die Lichtfarbe empfunden?
- Welches der dargebotenen Beleuchtungssysteme wird bevorzugt?
- Wie hoch ist der durchschnittliche Energieverbrauch?

Die Versuchspersonen sollten während des Versuchs in keiner Weise beeinflusst werden. Sie sollten frei darüber entscheiden können, wie und wann sie die jeweilige Beleuchtungssituation nutzen wollten.

Versuchsaufbau

Als Versuchsraum diente ein Grossraumbüro mit einer Grundfläche von ca. 500 m², 50 Arbeitsplätzen und ca. 20 Bildschirmen. Hauptverkehrszone und Arbeitszonen waren durch halbhohe Regale unterteilt, die Arbeitszonen durch Pflanzengruppen aufgelockert.

Der Versuch umfasste die folgenden Beleuchtungsvarianten:
- Direktstrahlende Deckenleuchten mit weissen Rastern. Bestückung mit je 2 Leuchtstofflampen 40 W bzw. 36 W, Lichtfarbe warmweiss de luxe, Farbwiedergabe Stufe 1. Anordnung in durchgehenden Lichtbändern. Schaltung zentral vom Eingang aus (bestehende Beleuchtung).
- Direktstrahlende Deckenleuchten wie vor, jedoch mit Parabolspiegelraster, Fabrikat Fullflex, aus metallisiertem Kunststoff. Lichtverteilung stark tiefstrahlend.
- Indirektstrahlende Ständerleuchten mit röhrenförmigen Halogen-Metalldampflampen (Hg-I), Lichtfarbe tageslichtweiss, Farbwiedergabe Stufe 1. Anordnung neben oder zwischen den Arbeitsplätzen. Lichtpunkthöhe 1,77 m. Schaltung individuell an der Leuchte.
- Indirektstrahlende Ständerleuchten wie vor, jedoch mit röhrenförmigen Natriumdampf-Hochdrucklampen (Na-H) Lichtfarbe gelbweiss, Farbwiedergabe Stufe 2.

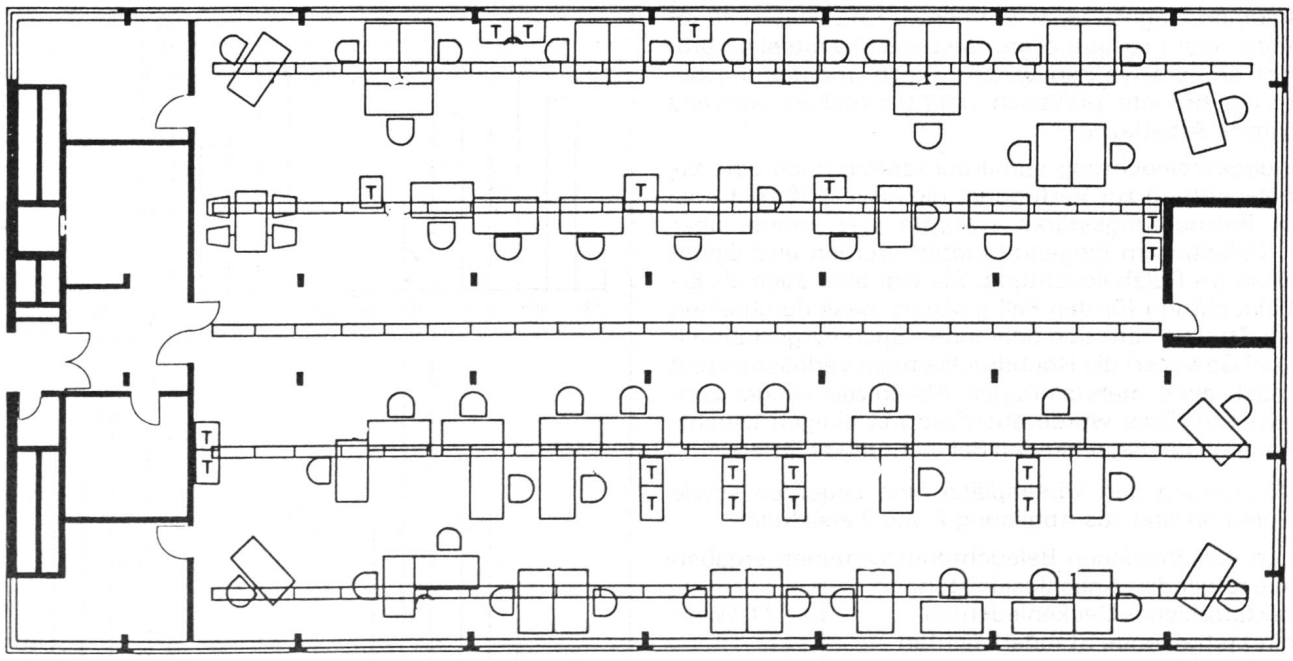
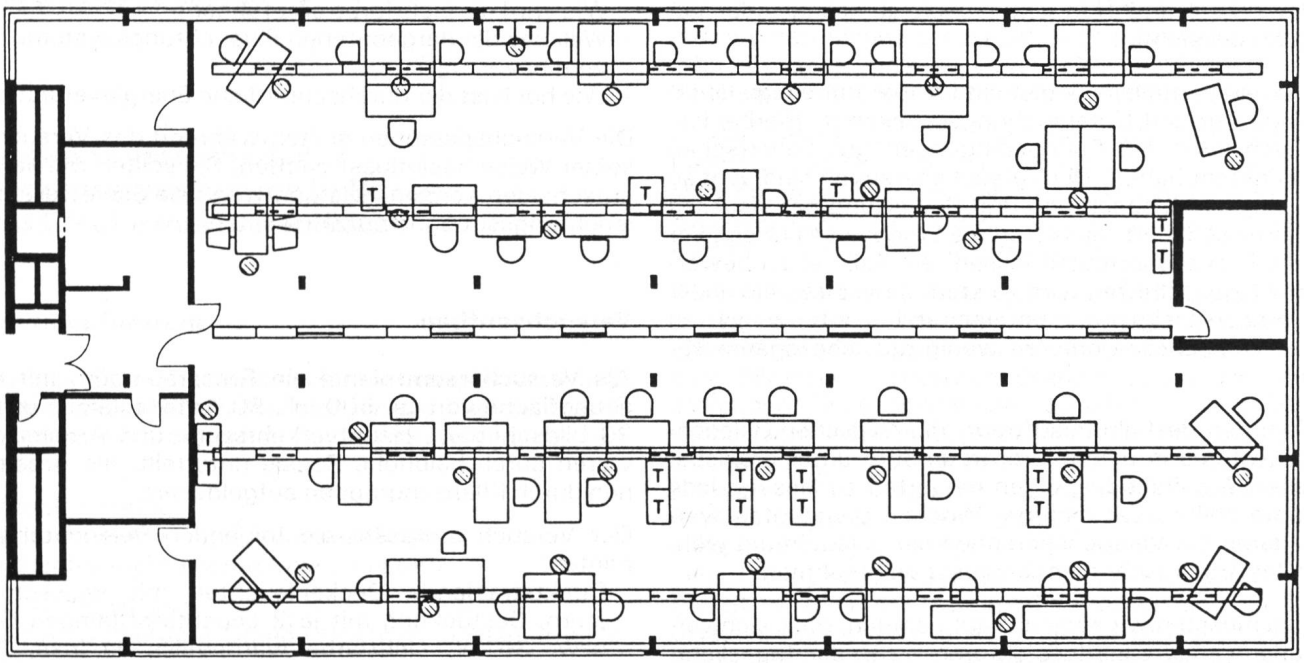


Abb. 2: Leuchtenanordnung bei den Varianten mit Direktbeleuchtung



T TERMINAL-PLATZ

INDIREKT-STÄNDERLEUCHTE

DECKENLEUCHTEN, PERMANENTE ORIENTIERUNGSBELEUCHTUNG

DECKENLEUCHTEN, PUTZ- UND ERSATZBELEUCHTUNG

Abb. 3: Anordnung und Funktion der Leuchten bei den Varianten mit Indirektbeleuchtung

Da die Indirektleuchten nur am Arbeitsplatz ein- und ausgeschaltet werden konnten, war eine Orientierungsbeleuchtung nötig, um bei Dunkelheit zum Arbeitsplatz bzw. zum Ausgang zu finden. Zu diesem Zweck konnten vom Eingang aus in der Raummitte einzelne Leuchtstofflampen eingeschaltet werden. Damit liess sich der gesamte Raum so aufhellen, dass der Arbeitsplatz problemlos erreicht werden konnte. Diese Orientierungsbeleuchtung brannte praktisch ununterbrochen während der ganzen Arbeitszeit.

Bei Indirektbeleuchtung stand ausserdem noch eine Ersatzbeleuchtung zur Verfügung, die etwa 20% der normalen Beleuchtungsstärke erzeugte. Sie konnte über einen Schalter am Eingang betätigt werden und diente vor allem als Putzbeleuchtung. Sie war aber auch als Ersatzbeleuchtung für den Fall gedacht, dass durch einen kurzen Stromunterbruch oder einen Spannungseinbruch (z.B. bei Gewitter) die Hochdrucklampen verlöschen und erst nach einer mehrminütigen Abkühlzeit wieder zünden würden. Dies wurde ebenfalls mit einigen Leuchtstofflampen der bestehenden Beleuchtung realisiert.

Die Anordnung der Arbeitsplätze und Leuchten sowie ihre Funktion sind aus Abbildung 2 und 3 ersichtlich.

Bei den verschiedenen Beleuchtungssystemen ergaben sich die folgenden Anschlussleistungen:

- Direktstrahlende Deckenleuchten ca. 21 W/m²
- Indirektstrahlende Ständerleuchten einschliesslich Orientierungsbeleuchtung ca. 18 W/m²
- Putz- und Ersatzbeleuchtung ca. 3 W/m²

Die Häufigkeitsverteilungen der Beleuchtungsstärke an den Arbeitsplätzen sind in Abbildung 4 dargestellt. Zu beachten ist hierbei, dass diese Verteilungen nur theoretische Bedeutung haben, weil während des grössten Teils der Versuchszeit natürliches Tageslicht mit unterschiedlicher Stärke einwirkte und die Ständerleuchten praktisch nie gemeinsam brannten.

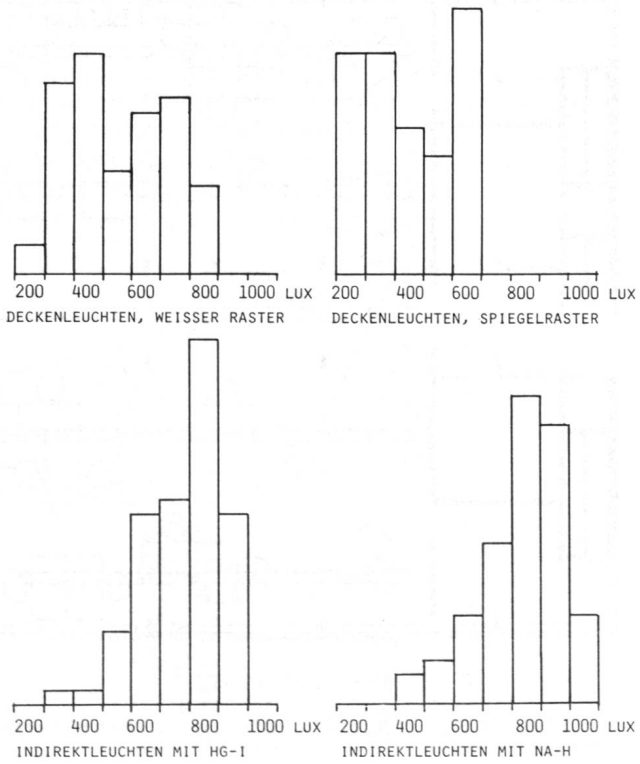


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Beleuchtungsstärke an den Arbeitsplätzen bei den vier Beleuchtungsvarianten

Mittlere Deckenleuchtdichte bei Indirektbeleuchtung: ca. 360 cd/m² (Hg-I) bzw. ca. 400 cd/m² (Na-H).

Der Energiebedarf wurde mit einem Kilowattstundenzähler ermittelt, der den Verbrauch der gesamten Beleuchtungsanlage des Grossraumbüros registrierte.

Insgesamt standen 40 Versuchspersonen zur Verfügung, die jedoch nicht regelmässig eingesetzt werden konnten. Die Altersstruktur zeigt Abbildung 5. Da nur 3 weibliche Versuchspersonen an den Versuchen teilnahmen, war eine geschlechtsspezifische Auswertung nicht möglich.

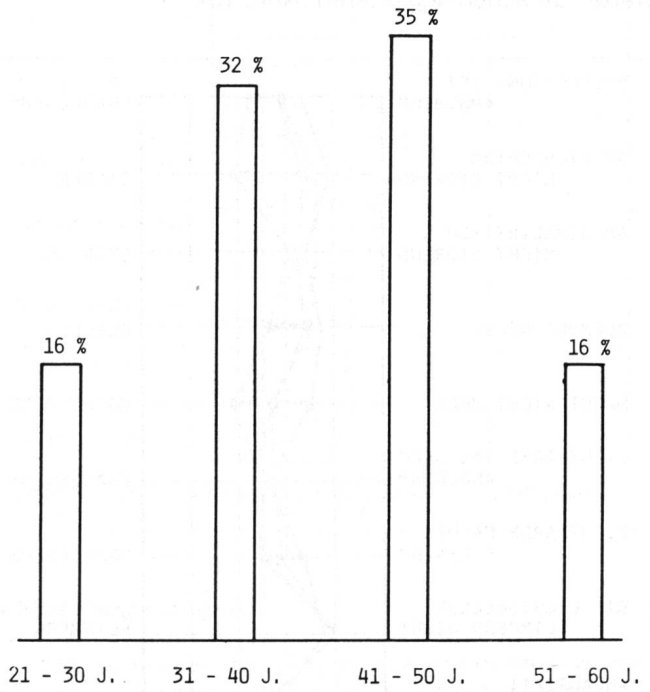


Abb. 5: Altersstruktur der Versuchspersonen

Wie hoch der Anteil der Bildschirmtätigkeit an der Arbeitszeit bei den verschiedenen Personen war, zeigt Abbildung 6.

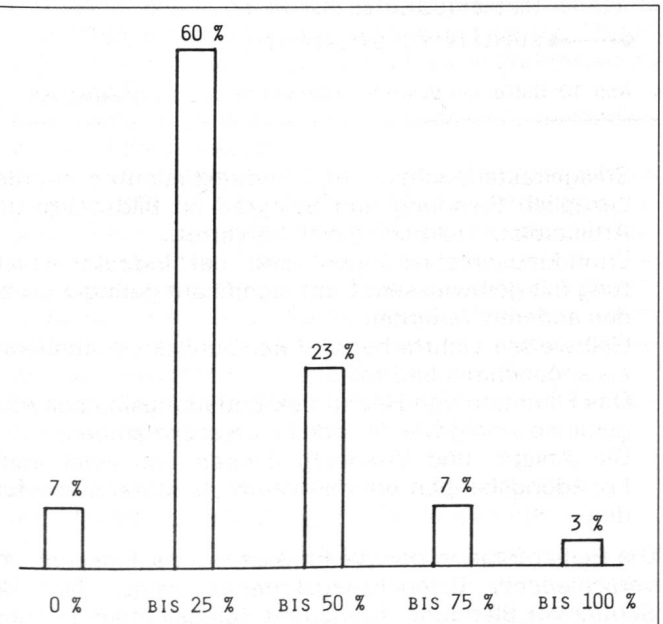


Abb. 6: Anteil der Bildschirmtätigkeit an der Gesamtarbeitszeit

Versuchsdurchführung

Der Versuch lief von Oktober bis März. Die Beleuchtungsvarianten wurden während dieser Zeit in zufälligem Wechsel während jeweils 2 Wochen dargeboten.

Auf die Betriebszeit der Beleuchtung wurde kein Einfluss genommen. Bei den Varianten mit Deckenbeleuchtung betrug sie ca. 13 Stunden täglich (7.30 Uhr bis 20.30 Uhr) und wurde praktisch nicht geschaltet. Die Indirektleuchten wurden von den Versuchspersonen nach Bedarf bedient und in der Regel bei Arbeitsschluss ausgeschaltet. Dennoch war ein Teil der Leuchten ebenfalls bis 20.30 Uhr in Betrieb.

Am Ende einer Versuchsperiode befragten wir die Versuchspersonen mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens über ihre Meinung und Erfahrungen zu der dargebotenen Variante. Zum Abschluss des Gesamtversuchs musste ein weiterer Fragebogen ausgefüllt werden, in dem u.a. die einzelnen Varianten zu gewichten und die Bedeutung verschiedener Gütekriterien zu vermerken waren. Der Energieverbrauch wurde einmal wöchentlich abgelesen.

Ergebnisse

Die aus den Fragebogen gewonnenen Daten wurden mit Hilfe der folgenden Verfahren statistisch ausgewertet und auf Signifikanz überprüft:
- U-Test von Wilcoxon, Mann und Whitney
- Wilcoxon-Test für Paardifferenzen
- Ausreisser-Test nach Dixon

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass während der ganzen Versuchsdauer ein beachtlicher Anteil der Arbeitsplatzbeleuchtung vom natürlichen Tageslicht herrührte und dass die Versuchspersonen oft nur wenige Stunden täglich am Arbeitsplatz waren. Es war deshalb zu erwarten, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten nicht so ausgeprägt sein würden wie bei ausschliesslich künstlicher Beleuchtung und starker Fixierung an den Arbeitsplatz.

Trotzdem wird Indirektbeleuchtung gegenüber der Direktbeleuchtung deutlich bevorzugt (Abb. 7).

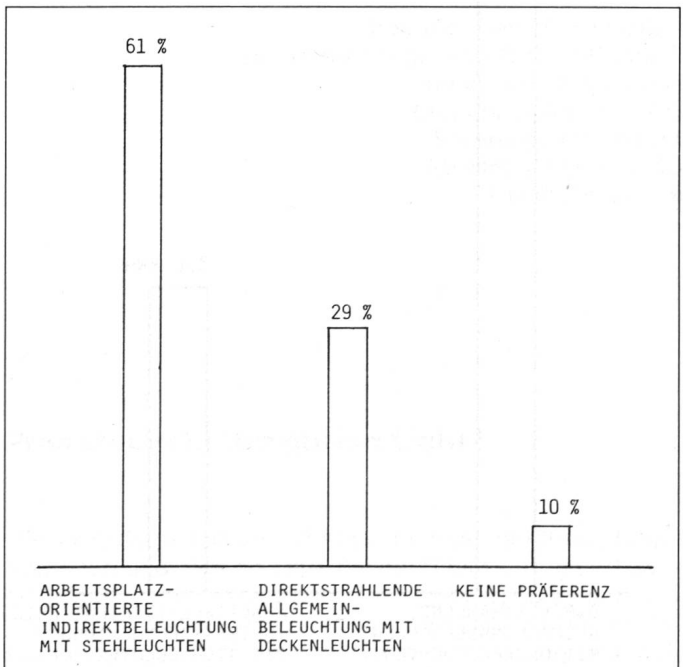


Abb. 7: Bevorzugtes Beleuchtungssystem

Bei der gewichteten Bewertung der 4 Varianten (Abb. 8), wird die bisherige Beleuchtung signifikant schlechter bewertet als die 3 restlichen Varianten und beide Indirektvarianten besser als Spiegelrasterleuchten.

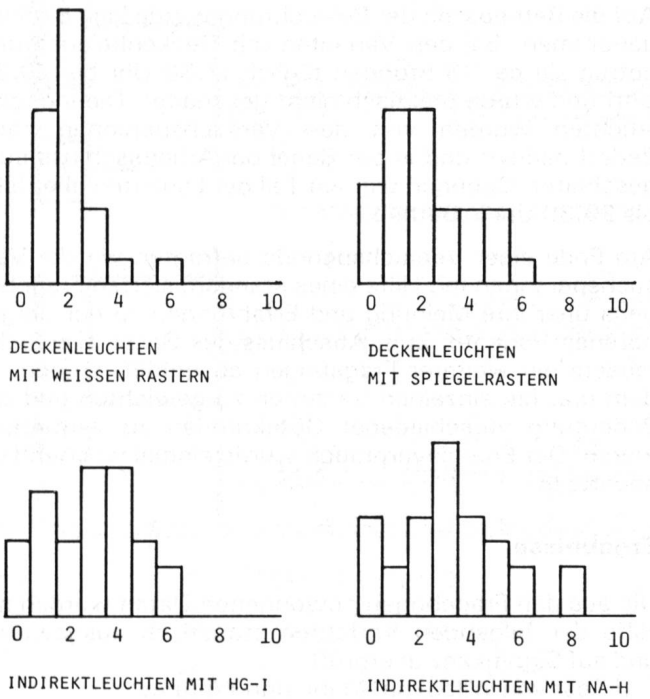


Abb. 8: Punktbewertung der vier Beleuchtungsvarianten (Häufigkeitsverteilung)

Der unerwartet niedrige Energieverbrauch der Indirektbeleuchtung gegenüber der Direktbeleuchtung (Abb. 9) hat folgende Gründe:

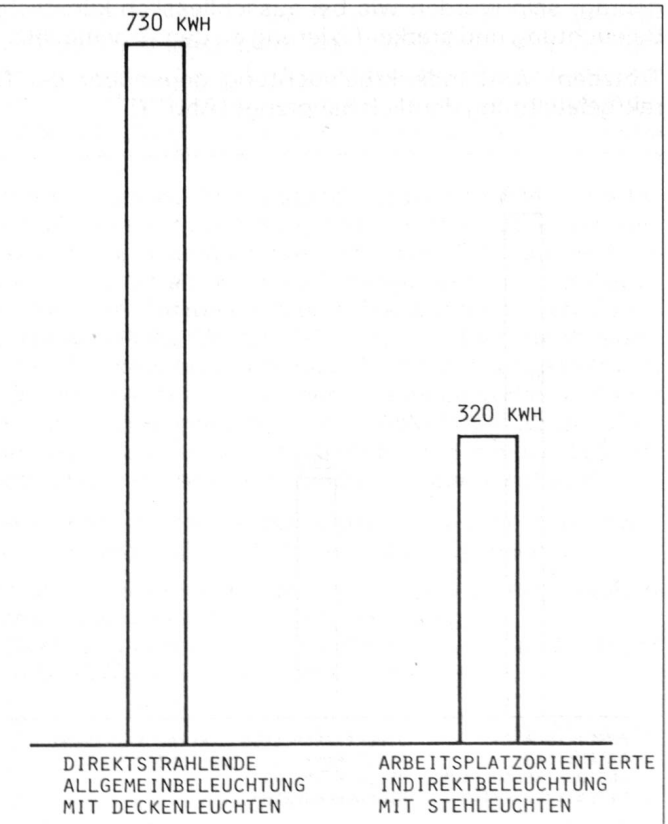


Abb. 9: Durchschnittlicher Energieverbrauch im Winterhalbjahr

- Bei der arbeitsplatzorientierten Indirektbeleuchtung ist die erforderliche Anschlussleistung niedriger, weil Nebenzonen nicht unnötig hell beleuchtet werden.
- Da die Leuchten individuell schaltbar sind, werden sie in der Regel nur dann in Betrieb genommen, wenn der betreffende Arbeitsplatz besetzt ist und nicht genügend Licht erhält.
- Eine gleichmässig über den Raum verteilte Deckenbeleuchtung mit zentralem Schalter ist anonym, so dass sich niemand bemüssigt fühlt, sie bei Nichtgebrauch zu löschen.

Bei der subjektiven Bewertung der verschiedenen Beleuchtungssysteme lassen sich folgende bemerkenswerte Tatsachen registrieren (Abb. 10):

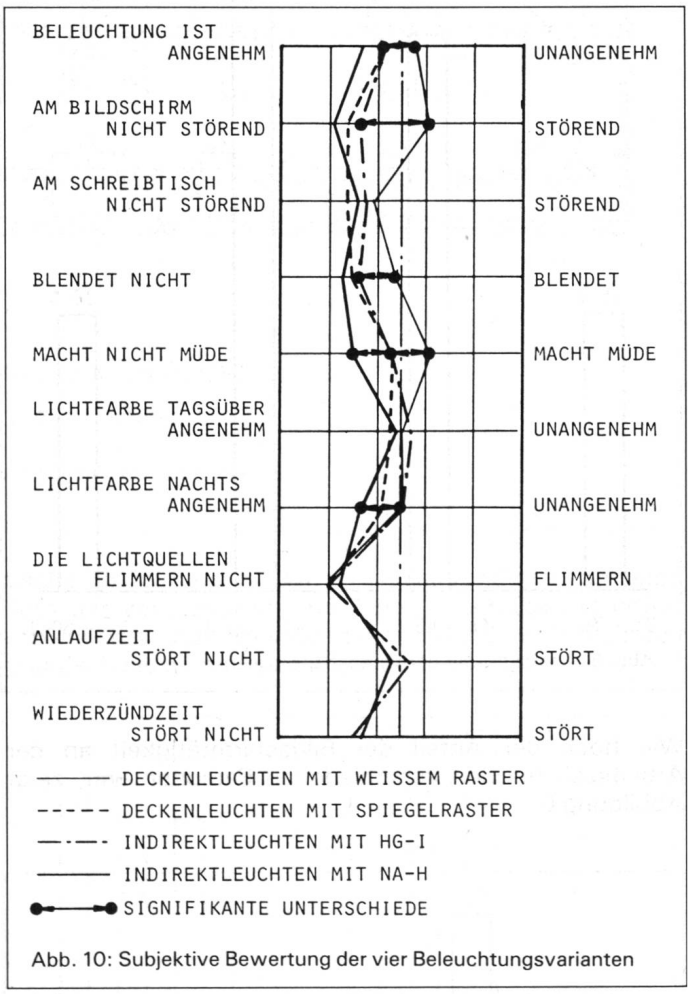


Abb. 10: Subjektive Bewertung der vier Beleuchtungsvarianten

- Spiegelrasterleuchten und Indirektleuchten werden bezüglich Blendung und Störgrad an Bildschirm und Arbeitsplatz praktisch gleich bewertet.
- Ermüdungserscheinungen sind bei Indirektbeleuchtung mit gelbweissem Licht signifikant geringer als bei den anderen Varianten.
- Gelbweisse Lichtfarbe wird bei Dunkelheit signifikant als angenehmer beurteilt.
- Das Flimmern von Hochdruck-Entladungslampen stört genauso wenig wie das von Fluoreszenzlampen.
- Die Anlauf- und Wiederzündzeiten von Hochdruck-Entladungslampen werden kaum als störend empfunden.

Die Reihenfolge in der Wichtigkeit bei der Einschätzung verschiedener Beleuchtungskriterien zeigt, dass der Schutz vor Blendung, Glanz und Spiegelungen an erster Stelle steht, gefolgt von ausreichendem Beleuchtungsniveau und angenehmer Lichtfarbe. Den Farbwieder-

gabe-Eigenschaften wird dagegen eher weniger Bedeutung beigemessen (Abb. 11).

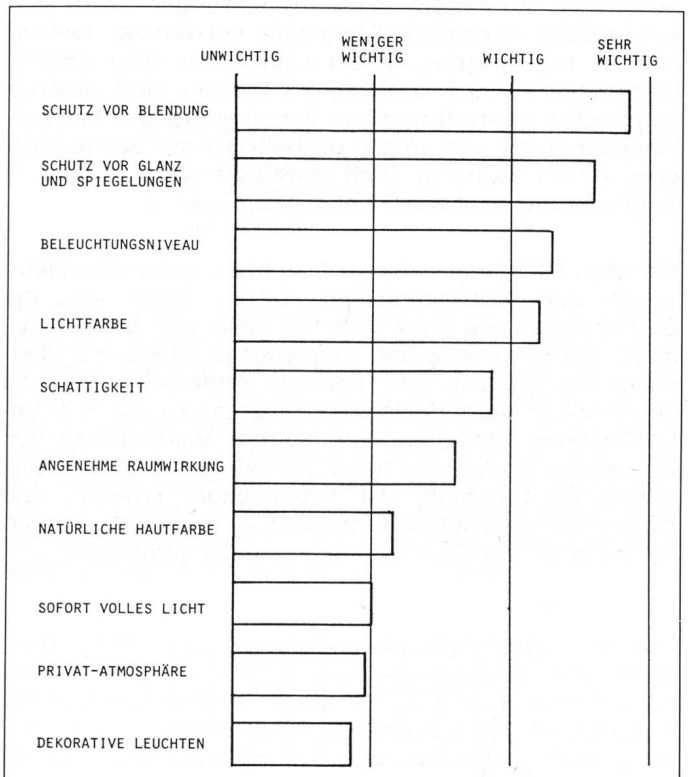


Abb. 11: Subjektive Gewichtung verschiedener Gütekriterien

Schlussfolgerungen

Obwohl die Versuchsbedingungen nicht optimal waren, erlauben die Ergebnisse doch einige klare Aussagen:

- Indirektbeleuchtung wird auch an Bildschirmarbeitsplätzen einer Direktbeleuchtung deutlich vorgezogen.
- Besonders wichtige Gütekriterien bei der Beleuchtung sind Schutz vor Blendung sowie vor störendem Glanz und Spiegelungen an Arbeitsplatz und Bildschirm, ausreichendes Beleuchtungsniveau und angenehme Lichtfarbe.
- Bezüglich Blendung sowie Störung an Arbeitsplatz und Bildschirm bestehen keine signifikanten Unterschiede in der Bewertung zwischen Indirektbeleuchtung und Spiegelrasterleuchten.
- Warmweisse Lichtfarbe wird vorgezogen, besonders während der Dunkelstunden.
- Bei den Befürwortern der Indirektbeleuchtung gibt es grössere Minderheiten (30...45%), die entweder das gelbweisse Licht der Natriumdampf-Hochdrucklampe oder tageslichtweisses Licht ablehnen. Einige Versuchspersonen akzeptieren keine der beiden Indirektvarianten, weil sie die Fartemperaturen als zu extrem empfinden. Alle diese Personen würden jedoch warmweisses oder neutralweisses Licht akzeptieren.
- Es wird geschätzt, wenn die Beleuchtung am Arbeitsplatz individuell beeinflusst werden kann.
- Arbeitsplatzorientierte Indirektbeleuchtung mit individuell schaltbaren Ständerleuchten ist wirtschaftlicher als Allgemeinbeleuchtung mit Deckenleuchten.

Ein weiterer Langzeitversuch in einem Gruppenbüro bestätigte diese Egebnisse. Er zeigte darüberhinaus, dass die Lichtverteilungscharakteristik bei Indirektleuchten ein wesentliches Qualitätsmerkmal ist. Die Decke muss grossflächig und mit weichen Leuchtdichte-Übergängen beleuchtet werden, und die Wände sollen kein direktes Licht erhalten. Werden diese Forderungen nicht beachtet, muss mit Direktblendung und störenden Spiegelungen im Bildschirm gerechnet werden.

Aus diesen Versuchen und praktischen Erfahrungen mit bestehenden Anlagen lassen sich für die Beleuchtung von Büro-Arbeitsräumen mit und ohne Bildschirmgeräte die folgenden Empfehlungen ableiten:

- Tiefstrahlende Spiegelrasterleuchten (BAP-Leuchten) lassen sich allenfalls in Räumen mit hohem Tageslichtanteil einsetzen, in denen die künstliche Beleuchtung nur während der Randstunden benötigt wird, oder dort, wo Arbeitsplatz, Blickrichtung und Leuchtenanordnung sorgfältig aufeinander abgestimmt werden können, um Glanzstörungen soweit als möglich zu reduzieren.
- In jedem Fall ist eine Arbeitsplatz-orientierte Indirektbeleuchtung ohne Direktanteil zu bevorzugen.
- Als Leuchten kommen dafür Ständerleuchten, Tischleuchten oder in den Arbeitsplatz integrierte Leuchten in Frage.
- Als Lichtquellen eignen sich Hochdruck-Entladungslampen besonders gut, weil sie kompakt und wirtschaftlich sind.
- Die Lichtfarbe sollte warmweiss, allenfalls neutralweiss sein (Farbtemperatur etwa zwischen 3000 K und 4500 K).
- Die Lichtverteilung der Leuchten muss so breitstrahlend sein, dass die Decke grossflächig und ohne ausgeprägte Helligkeitsmaxima ausgeleuchtet wird.
- Die Decke muss matt sein.
- Die Leuchten sind soweit von der Wand zu distanzieren, dass diese nicht direkt beleuchtet wird.
- Die Leuchten sollen individuell schaltbar sein.

Werden diese Forderungen erfüllt, steht mit der arbeitsplatzorientierten Indirektbeleuchtung ein System zur Verfügung, das an modernen Büroarbeitsplätzen die unterschiedlichen und zum Teil divergierenden visuellen Bedürfnisse im Sinne eines ausgewogenen Kompromisses berücksichtigt. Es erstaunt deshalb nicht, dass in Räumen, die bereits mit dieser Beleuchtungsart ausgerüstet sind, auch nach Jahren praktisch keine Klagen über unbefriedigende Lichtverhältnisse festzustellen sind.

Dipl.-Ing. Carl-Heinz Herbst
beratender Ingenieur für Lichttechnik
und visuelle Ergonomie
Brauchli & Amstein AG
beratende Ingenieure
Mühlebachstrasse 43
CH-8008 Zürich

Was steckt hinter gutem Licht?

Dieser Aufsatz soll dem Praktiker einige handfeste Informationen und Tips als Hilfe bei der Realisierung und dem Unterhalt von zuverlässigen Beleuchtungsanlagen vermitteln. Dabei verzichten wir bewusst auf Projektierungshinweise bezüglich Leuchten-Ausführung und -Anordnung. Die lichttechnischen Anforderungen und die gegebenen Umstände sind von Fall zu Fall derart ver-

schieden, dass grundsätzlich bei jedem Neu- oder Umbauobjekt ein kompetenter Beleuchtungsplaner mit der Projektierung beauftragt werden sollte.

Die Ausführungen beschränken sich auf die Merkmale der meistverwendeten Lichtquellen und die Auswirkungen bei der Wahl von Vorschaltgerät und Startsystem.

1. Die verschiedenen Lichtquellen

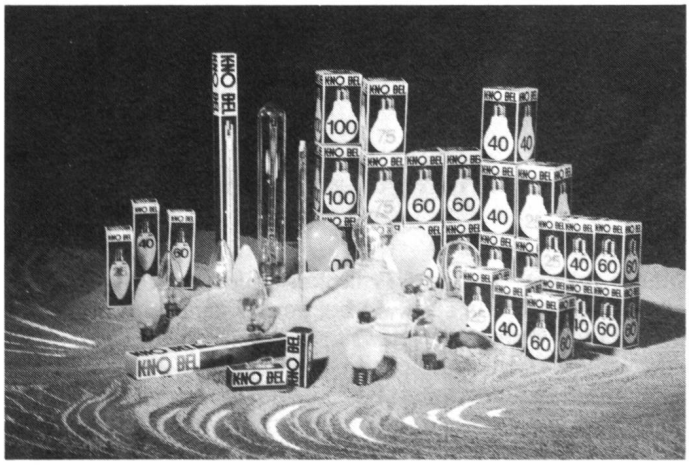
Man unterscheidet zwei Arten von künstlichen Lichtquellen: Temperaturstrahler und Lumineszenzstrahler. Zur ersten Gruppe gehören die Glühlampen, während der zweite Begriff alle übrigen Lichtausstrahlungen zusammenfasst. Während bei den Glühlampen ein hocherhitzbarer Wolframdraht zum Glühen gebracht wird, ist die Lichterzeugung durch Lumineszenz die Folge einer kontrollierten Entladung beim Durchgang des elektrischen Stromes durch Gase oder Metalldämpfe. Zu dieser Gruppe gehören beispielsweise die Fluoreszenzlampen.

1.1 Glühlampen

Von den Stückzahlen her gesehen ist die Glühlampe die meistverwendete Lampenart. Sie wird in einer Vielzahl von Formen, Leistungen und Sockel-Ausführungen hergestellt.

Allgebrauchslampen sind bekannt als Standard-, Zier- oder Kerzenlampen in klarer, innenmattierter oder opalisierter Ausführung. Bei den kuppenverspiegelten Lampen ist die dem Sockel abgewandte Hälfte des Kolbens verspiegelt, so dass der gesamte Lichtstrom in den fassungsseitigen Halbraum gestrahlt wird. Solche Lampen werden vor allem in Leuchten mit Parabolreflektoren als Punktlichtstrahler verwendet. Reflektor-Glühlampen haben einen verspiegelten Glaskolben, der annähernd parabolisch geformt ist. Dadurch wird das Licht gebündelt und der Ausstrahlungswinkel mehr oder weniger stark begrenzt. Neben den Lampen mit geblasenem Kolben aus Weichglas werden auch solche aus Hartglas gefertigt. Sie weisen eine grössere mechanische Festigkeit auf und widerstehen auch schroffen Temperaturwechseln. Daher können sie auch ungeschützt im Freien verwendet werden. Die Ausführungen mit Kaltlichtspiegel ermöglichen, dass auch temperaturempfindliche Objekte intensiv beleuchtet werden können. Bei Anwendung dieser Lampen ist zu beachten, dass sich die Fassung und ihre Umgebung stärker als bei normalen Lampen erwärmt. Es muss daher für gute Wärmeabfuhr gesorgt werden, vor allem bei Deckeneinbau der Lampen.

Abb. 1



Halogenglühlampen unterscheiden sich gegenüber Allgebrauchslampen durch eine erhöhte Lichtausbeute, konstanten Lichtstrom während einer verlängerten Lebensdauer und extrem kleine Abmessungen. Dazu sind komplizierte chemische Vorgänge notwendig, welche nur bei Temperaturen in der Lampe von über 250°C stattfinden können. Halogenglühlampen sind deshalb empfindlich gegen fetthaltige Verunreinigungen wie z.B. Fingerabdrücke. Sie sollten deshalb nur mit Schutzhülle bzw. einem sauberen Tuch angefasst werden. Abb. 1 zeigt eine Auswahl von Glühlampen.

Bei allen Glühlampen ist zu beachten, dass die elektrischen und lichttechnischen Daten stark von der Betriebsspannung abhängen. So sinkt z.B. die Lebensdauer auf die Hälfte des Nennwertes, wenn die Überspannung lediglich 5% beträgt! Anderseits wird die Lebensdauer verdoppelt, wenn die Lampe mit 5% Unterspannung betrieben wird. Durch Verwendung von Überspannungslampen wird auf einfache Weise eine mehrfache Erhöhung der Lebensdauer erreicht, und zwar ohne wesentliche Einbussen an Beleuchtungsstärke. In Fig. 2 sind diese Zusammenhänge dargestellt.

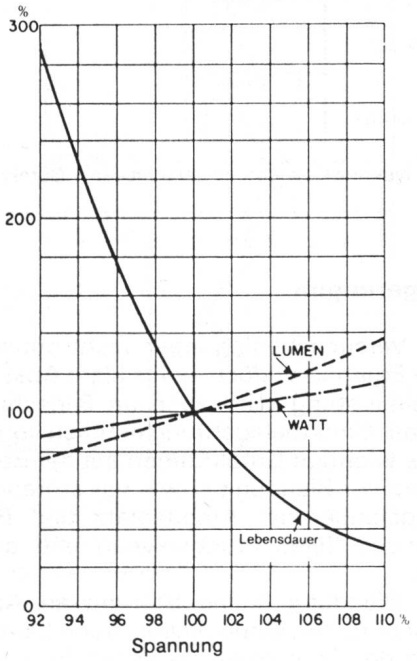
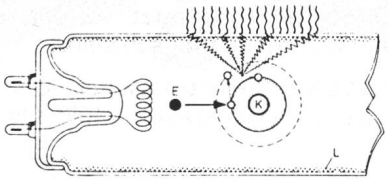


Fig. 2

1.2 Fluoreszenzlampen

In der Schweiz wird rund 80% des künstlich produzierten Lichts durch Fluoreszenzlampen erzeugt. Einige Gründe für diesen grossen Anteil sind die hohe Lichtausbeute, die lange Lebensdauer und die vielen Lichtfarben mit genügenden bis sehr guten Farbwiedergabe-Eigenschaften.

In jeder Fluoreszenzlampe wird Strahlung im unsichtbaren Ultraviolett-Bereich erzeugt. Zur Umwandlung in Licht ist auf der Innenseite des Entladungsrohres ein Leuchtstoffbelag aufgebracht, der die kurzwellige Strahlung absorbiert und in längerwellige, sichtbare Strahlung transformiert. In Fig. 3 sind diese Vorgänge vereinfacht dargestellt. Je nach der Zusammensetzung des Leuchtstoffbelages können die Lichtfarben in weiten Grenzen variiert werden. Damit ist die Voraussetzung geschaffen, die Lichtfarbe dem Anwendungsfall entsprechend auszuwählen.

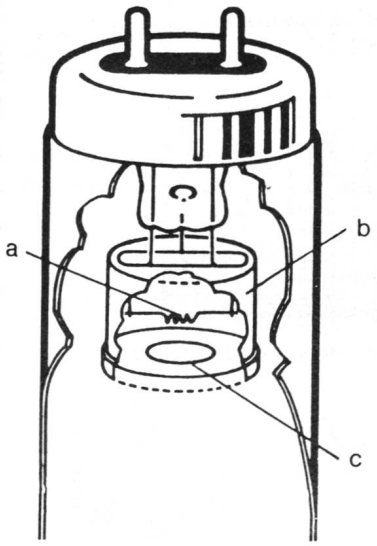


Lichterzeugung in der Leuchtstofflampe
L Leuchtstoff
K Kern des Hg-Atoms
E Anregungselektron
wwww UV-Strahlung
~~~ Lichtstrahlung

Fig. 3

Damit Fluoreszenzlampen überhaupt betrieben werden können, werden Vorschaltgeräte und Startsysteme benötigt. Darüber informieren wir im 2. Kapitel. Hier soll lediglich auf das Zündverhalten von sogenannten Energiesparlampen mit 26 mm Durchmesser hingewiesen werden. Aus den gegenüber Standardlampen mit 38 mm Durchmesser unterschiedlichen Gaszusammensetzungen und Fülldrucken resultieren höhere Anforderungen an Starter und Startsysteme. Für solche Lampen gelten deshalb bestimmte Einschränkungen.

Einen hervorragenden Platz unter allen Fluoreszenzlampen nimmt die Luma «long-life»-Lampe ein. Diese schwedische Spezialität gibt es sowohl im Durchmesser 38 mm als auch als Energiesparlampe mit Durchmesser 26 mm. Die besondere Konstruktion der Elektroden, ausgeklügelte Fabrikationsverfahren und die Güte der verwendeten Materialien garantieren eine 3 bis 4 mal längere Lebensdauer gegenüber herkömmlichen Fluoreszenzlampen. Diese vorteilhafte Lampe wird deshalb besonders dort eingesetzt, wo ein Lampenwechsel viel Umtriebe verursacht oder ganz allgemein Unterhaltskosten gespart werden sollen: Luma «long-life»-Lampen müssen drei- bis viermal weniger häufig gewechselt werden! Eine höchst willkommene Begleiterscheinung ist die Umweltfreundlichkeit, denn es sind ja auch drei- bis viermal weniger ausgebrannte Lampen zu vernichten. Fig. 4 zeigt die patentierte Elektroden-Konstruktion der Luma «long-life»-Lampen.



a Kathode
b Kathodenschirm
c Glimmerscheibe

Aufbau einer Luma «long-life»-Fluoreszenzlampe.

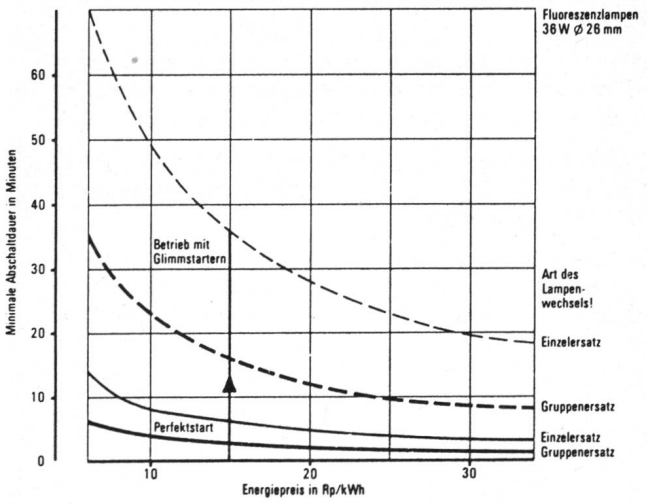
Fig. 4

2. Vorschaltgeräte und Startsysteme

Bekanntlich sind für den Betrieb von Fluoreszenzlampen Vorschaltgeräte und Startsysteme notwendig. Die einfachste Kombination besteht aus einer Drosselspule und einem Glimmstarter. Wegen der empfindlichen Lebensdauerverkürzung der Lampen bei durchschnittlicher bis hoher Schalthäufigkeit, des niedrigen Zündkomforts und der relativ hohen Unterhaltskosten ist diese Anordnung nur für Anlagen mit sehr wenig Schaltungen und langen Betriebszeiten zu empfehlen. Da unter diesen Bedingungen die Energiekosten besonders stark ins Gewicht fallen, sollten Geräte mit niedrigen Eigenverlusten verwendet werden. Als Beispiele seien die Modelle Miniloss bzw. Etawatt erwähnt, welche rund 20% bzw. 45% tiefere Verlustleistungen als Standardgeräte aufweisen. Da Glimmstarter nur für eine beschränkte Lebensdauer gebaut sind, sollten sie bei jedem Lampenwechsel ersetzt werden. Sicherheitsstarter sind nur beschränkt anwendbar. Seit Jahrzehnten bekannt und äusserst zuverlässig ist Perfektstart. Bei diesem problemlosen Startsystem ist ein hochwertiges Vorschaltgerät und eine bewährte Startvorrichtung optimal aufeinander abgestimmt und in einer Einheit zusammengefasst. Ob gewöhnlichen Röhren oder Energiesparlampen vorgeschaltet – Perfektstart zündet sie zuverlässig und ohne lästiges Flackern innerhalb ca. 2 Sekunden nach Schalterbetätigung. Der schonende Start ermöglicht es aber auch, durch gezieltes Lichtabschalten die Energiekosten zu senken. Fig. 5 zeigt, ab welcher Zeitdauer das Lichtausschalten sinnvoll ist.

Fig. 5

Mindestwert der Abschaltdauer in Abhängigkeit des Strompreises



Berechnungsbeispiel:

Annahme:

Mittlerer Strompreis = 15 Rp./kWh.

Vorgesehen ist gruppenweiser Ersatz der defekten Fluoreszenzlampen.

Resultat:

Mit Perfektstart-Vorschaltgeräten lohnt sich das Abschalten zum Zweck der Energieeinsparung bereits ab 3 Minuten Pausendauer.

In Anlagen mit Glimmstartern hingegen können erst ab Pausendauern von über 15 Minuten Kosten gespart werden (bei Einzelersatz ist sogar über eine halbe Stunde nötig).
~~~

Schliesslich ist zu erwähnen, dass die Lampenlebensdauer mit Perfektstart rund verdoppelt wird. Reichlich dimensionierte Schaltelemente erübrigen jeden Startersatz und gewährleisten einen störungsfreien und wartungsarmen Betrieb. Das System garantiert tiefste Unterhaltskosten.

Sowohl für Lichtquellen als auch für Vorschaltgeräte existieren Broschüren mit ausführlichen Informationen, desgleichen für Notbeleuchtungssysteme. Alle Unterlagen können kostenlos und unverbindlich bei nachstehender Adresse angefordert werden:

J. Meier
F. Knobel, Elektroapparatebau AG
8755 Ennenda

Mess- und Prüfgeräte

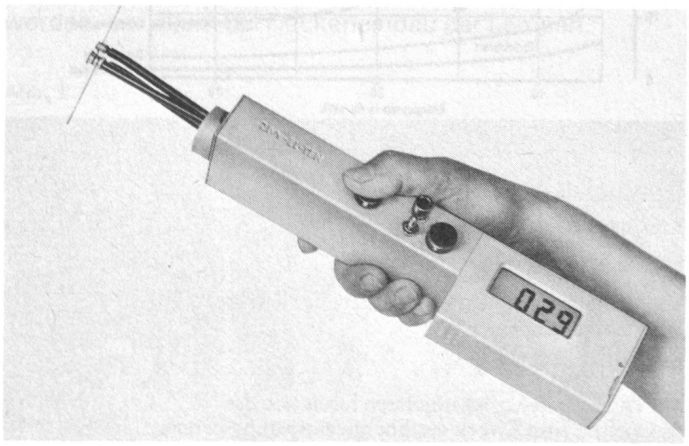
Die Bestimmung der Garnspannung im Betrieb

Ob auf Strickmaschinen, Spulautomaten, Spinnmaschinen, Webstühlen oder Texturiermaschinen etc., die Kontrolle der Fadenspannung ist einer der wichtigsten Faktoren, welche die Qualität des Endproduktes beeinflussen.

Bei zu hoher Spannung im Falle von Stapelfasern besteht die Gefahr der Faserverschiebung, bei Synthesefäden, die der plastischen Verformung.

Zu niedrige oder unregelmässige Spannung führt zu schlechter Qualität im Endprodukt, gleichgültig ob gestrickt oder gewoben.

Verschiedene Maschinen sind mit Spannungsreglern versehen. Diese sind innerhalb gewisser Toleranzen sehr wirksam. Sie benötigen aber eine regelmässige Kontrolle.



No. 1: Garnspannungsmesser

Ein Garnspannungsmesser für den Einsatz im Betrieb muss einfach in der Bedienung, muss auch an schlecht zugänglichen Stellen eingesetzt werden können und muss so genau wie irgend möglich sein.

Der ZIVY-EL-TEN-D (elektronischer Garnspannungsmesser) der neuesten Generation erfüllt alle diese Anforderungen.

Der Raumbedarf des Messkopfes ist sehr gering, die auf Spezial-Miniatur-Kugellager gelagerten Rollen bieten praktisch keine Reibung. Das Gerät wird mit nur einer Hand bedient und ist von äusserer Stromquelle ganz unabhängig.

Die kugelgelagerten Führungsrollen sind ein besonderer Vorteil. Reibung, unvermeidlich mit Stiftführungen, geht als zusätzlicher Wert in die Messung ein. Deshalb ergeben, unter gleichen Bedingungen, Garne verschiedener Durchmesser, oder verschiedenen Materials, auch verschiedene, nicht vergleichbare Messwerte.

Die kürzlich eingeführte Neigbarkeit des Anzeigeteils erlaubt bequemes Ablesen in allen Lagen.

Sowohl analoge wie auch digitale Anzeige der cN-Werte sind lieferbar.

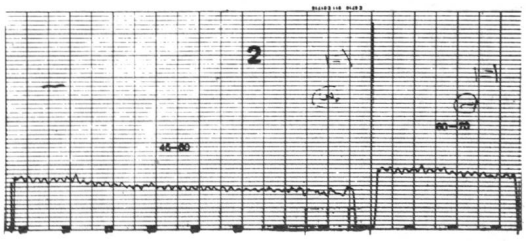
Ein Gerät für den betrieblichen Einsatz muss gut ablesbar sein. Eine gewisse Dämpfung der Anzeige, ob analog oder digital, ist deshalb unerlässlich, damit die Ablesung bequem erfolgen kann. Die Dämpfung bewirkt, dass Spannungsveränderungen, die mit einer bestimmten, den gewählten Grenzwert übersteigenden, Frequenz erfolgen, nicht mehr angezeigt werden. Die Anzeige pendelt auf einen Mittel- oder Zwischenwert ein.

Es gibt aber Fälle, wo es von Bedeutung ist, feststellen zu können, ob und wo Spannungsspitzen erfolgen. Solche Spitzen können die verschiedensten Ursachen haben. (Klassisches Beispiel: Riemenschloss). Unregelmässige Garndicke, Noppen etc. sind Beispiele. Am besten ist dies mit einem geeigneten Schreiber möglich.

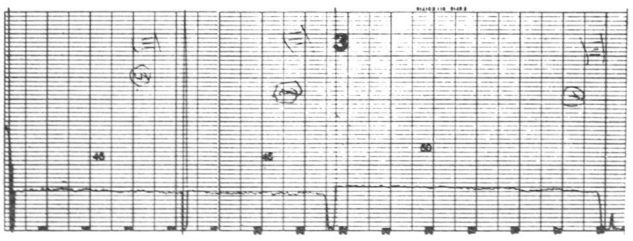
Aus diesem Grund werden nunmehr alle ZIVY-EL-TEN-D mit einer Buchse und zugehörigem Stecker geliefert, die die Verbindung zu einem 1-V-Kompensationsschreiber erlauben.

Nachfolgend einige Beispiele von Diagrammen, die von einem Benützer im Betrieb aufgenommen wurden.

Schreiber: 1-V-Kompensationsschreiber.
Diagramm: 100 % = 200 cN



No. 2: Spulmaschine. Schlafhorst-Autoconer. Schurwolle. Maschine nicht gut geregelt.



No. 3: Wie oben, nach Einstellung der Maschine.