

Zeitschrift: Mitteilungen über Textilindustrie : schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie
Band: 69 (1962)
Heft: 9
Rubrik: Spinnerei, Weberei

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: 15.10.2024

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

Spinnerei, Weberei

Zur Beleuchtung von Industriehallen

Von H. Lienhard, c/o «Elektrowirtschaft», Zürich

I. Grundsätzliche Bemerkungen

Von einer kommerziellen, auf elektrischen Lichtquellen beruhenden Beleuchtungstechnik kann man seit etwa 70 Jahren sprechen. In dieser, objektiv betrachtet, recht kurzen Zeitspanne hat sich die Beleuchtungstechnik außerordentlich vielfältig gewandelt, weiterentwickelt und technisch immer bessere und auch wirtschaftlichere Lösungen gezeigt. Gegenwärtig stehen wir keineswegs am Ende dieser Entwicklung, sondern es zeigt sich vielmehr am Beispiel der gegenwärtig in Entwicklung begriffenen neuen und verbesserten Lichtquellen, daß die Beleuchtungstechnik einer dynamischen Weiterentwicklung gewiß ist. Neben den Arbeiten zur Weiterverbesserung bestehender Lichtquellen hinsichtlich Lichtausbeute, Lichtfarbe, Lebensdauer, kleineren Abmessungen, etc. wird auch mit neuen Lichtquellen experimentiert. Alle diese Forschungsarbeiten haben letztlich zum Ziel, die Wirtschaftlichkeit und Annehmlichkeit der künstlichen Beleuchtung weiter zu erhöhen unter gleichzeitiger Verbesserung ihrer Betriebseigenschaften und der Erschließung neuer Anwendungsmöglichkeiten in technischer, künstlerischer und architektonischer Hinsicht.

Es stellt sich nun die Frage, ob der künstlichen Beleuchtung auch im Betrieb tatsächlich eine so hohe Bedeutung zukomme, daß diesem Problem seitens der Betriebsleitung, des Geschäftsinhabers und andern verantwortlichen Stellen hohe Beachtung geschenkt werden müsse. Es sollen deshalb nachstehend zur Beantwortung dieses Fragenkomplexes einige Gesichtspunkte grundsätzlicher Art kurz gestreift werden.

Neben den ständigen Entwicklungsarbeiten an Lichtquellen und Beleuchtungskörpern wurden im Verlaufe der beiden letzten Jahrzehnte auch bedeutende Erkenntnisse über das Zusammenwirken von Beleuchtung und Mensch und insbesondere über die Abhängigkeit der Seh- und damit Arbeitsfähigkeit des Menschen von der Beleuchtung gewonnen. Man erkannte, daß neben einem genügend hohen Beleuchtungsniveau eine ganze Reihe anderer Faktoren ebenfalls von entscheidender Bedeutung

sind. Es handelt sich hierbei beispielsweise um den Einfluß der Leuchtdichteverteilung im Raum, der Lichtfarbe der Lichtquellen, den Schattenverhältnissen, der Richtung des Lichteinfalles, der Lichtreflexion resp. Absorption, der Farbgebung von Wänden, Decken, Böden und Einrichtungsgegenständen, etc. Man hat nun alle diese Einflußfaktoren unter dem Begriff Behaglichkeit resp. Unbehaglichkeit zusammengefaßt. Sie bilden heute neben den direkt lichttechnisch meßbaren Größen ein maßgebendes Kriterium zur Beurteilung der Qualität einer Beleuchtungsanlage.

Viele theoretische und insbesondere auch praktische Versuche wurden angestellt, um herauszufinden, welche Beleuchtungsstärke im Einzelfall notwendig ist, um eine ganz bestimmte Arbeit während längerer Zeit (ermüdungsfrei) ausführen zu können. Im Laufe dieser Untersuchungen hat sich dann gezeigt, daß weitere Einflußgrößen bedeutsam sind. So hat man z. B. herausgefunden, daß die Seh-Leistungsfähigkeit des Menschen bei einer bestimmten Beleuchtungsstärke stark vom Alter der betreffenden Person abhängt. Nimmt man als Basis zur Erfüllung einer bestimmten Sehaufgabe eines 40-jährigen eine Beleuchtungsstärke von z. B. x Lux, so benötigt ein 20-jähriger die Hälfte von x Lux und ein 30-jähriger zwei Drittel von x Lux, während ein 50-jähriger die doppelte Beleuchtungsstärke von $2x$ Lux und ein 60-jähriger gar rund die fünffache Beleuchtungsstärke wie ein 40-jähriger. Diese Aufstellung zeigt deutlich, daß man bei der Planung einer Beleuchtungsanlage nicht zu geringe Werte vorsehen soll, weil mit zunehmendem Alter des Personals die Sehfähigkeit abnimmt und ein höheres Beleuchtungsniveau notwendig wird.

Bevor auf Fragen der Beleuchtungstechnik eingegangen werden kann, sollen die hier interessierenden elektrischen Lichtquellen und deren Eigenschaften kurz besprochen werden. Als Uebersicht und zum besseren Verständnis der in der Licht- und Beleuchtungstechnik wesentlichen technischen Größen sind die wichtigsten Begriffe und ihre Beziehungen in der nachstehenden Tabelle 1 ohne Kommentar kurz zusammengestellt:

Größe	Symbol	Einheit	Beziehung	
Lichtstärke	I	Candela (cd)	$I = B \cdot A = \frac{\Phi}{\omega}$	1 cd = 1/60 der Lichtstärke, die 1 cm ² des bei 1769 °C leuchtenden schwarzen Körpers hat
Lichtstrom	Φ	Lumen (lm) 1 lm = 1 cd · 1 str	$\Phi = I \cdot \omega = E \cdot A$	1 lm = Lichtstrom, den die Lichtstärke 1 cd in den Raumwinkel 1 strahlt bzw. der auf einer Fläche von 1 m ² die Beleuchtungsstärke 1 lx erzeugt
Beleuchtungsstärke	E	Lux (lx) 1 lx = 1 lm 1 m ⁻²	$E = \frac{\Phi}{A}$	1 lx = Beleuchtungsstärke, die vom Lichtstrom 1 lm auf der Fläche 1 m ² erzeugt wird
Lichtmenge	Q	Lumenstunde (lmh) Lumensekunde (lms)	$Q = \Phi \cdot t$	1 lmh = Lichtmenge, die während einer Stunde von einem Lichtstrom von 1 lm abgegeben wird
Leuchtdichte	B	Stilb (sb) 1 sb = 1 cd cm ⁻² Apostilb (asb) 1 asb = $\frac{1}{10^4 \cdot \pi}$ sb	$B = \frac{I}{A}$	1 sb = Leuchtdichte, die eine Lichtquelle von 1 cd bei 1 cm ² leuchtender Fläche hat

1) A = vom Licht senkrecht getroffene Fläche

Tabelle 1: Zusammenstellung der wichtigsten Begriffe der Lichttechnik

II. Lichtquellen zur Beleuchtung von Fabrikationsräumen

1. Kennwerte einer technischen Lichtquelle

Eine technische Lichtquelle wird durch folgende Daten charakterisiert:

- Betriebsspannung in Volt (V)
- Aufgenommene elektrische Leistung in Watt (W)
- Abgegebener Lichtstrom in Lumen (lm)
- Lichtausbeute in Lumen pro Watt (lm/W)
- Lichtverteilungskurve
- Lebensdauer
- Form und Abmessungen der Lampe
- Ausführung des Glaskolbens oder der Entladungsröhre (z. B. angebrachte Beläge oder Reflexschichten)
- Art des Sockels

Unter der *Betriebsspannung* in V versteht man die Speisespannung der Lichtquelle, die z. B. bei den ein Vorschaltgerät benötigenden Gasentladungslampen nicht mit der Netzspannung von 220 oder evtl. 380 V übereinstimmt.

Die aufgenommene *elektrische Leistung* in W der Glühlampe oder Entladungslampe ist als elektrischer Kennwert (z. B. für die Bemessung der elektrischen Zuleitungen) wesentlich; während Glühlampen eine rein ohmsche Last für das speisende Netz bedeuten, bedingt das für den Betrieb von Gasentladungslampen notwendige (induktive oder kapazitive) Vorschaltgerät die Aufnahme einer bestimmten Blindleistung, die je nach den örtlichen Vorschriften des stromliefernden Elektrizitätswerkes separat bezahlt werden oder mittels Kondensatoren kompensiert werden muß.

Unter dem *Lichtstrom* wird die gesamte von einer Lichtquelle ausgestrahlte Lichtleistung — die in der Zeiteinheit ausgestrahlte Lichtenergie — verstanden. Die Einheit des Lichtstromes ist das Lumen (lm).

Im Gegensatz zu Glüh- und Leuchtstoffröhren gibt man für Hochspannungsröhrenlampen nicht den angegebenen Lichtstrom, sondern die Betriebsstromstärke und den Röhrendurchmesser an.

Unter der *Lichtausbeute* versteht man schließlich das Verhältnis des von der Lichtquelle erzeugten Lichtstromes in Lumen zur aufgenommenen elektrischen Leistung in Watt.

$$\text{Lichtausbeute} = \frac{\text{Lichtstrom}}{\text{aufgenommene elektr. Leistung}} \text{ in lm/W}$$

Die Lichtausbeute der Glühlampen nimmt mit der Lampenleistung zu; Glühlampen hoher Leistung weisen eine fast doppelt so hohe Lichtausbeute auf wie kleine Lampen. Wirtschaftlich betrachtet — was mit einer guten Beleuchtung nicht immer identisch ist — wird man also darnach trachten, eher nur eine Glühlampe von zum Beispiel 300 W anzuwenden, die eine Lichtausbeute von 15 lm/W aufweist als 5 Glühlampen zu je 60 W mit je etwa 10 lm/W.

Bei Entladungslampen wird die Lichtausbeute immer unter Berücksichtigung der Verluste im Vorschaltgerät angegeben. Auch bei den Entladungslampen nimmt die Lichtausbeute meist mit der Größe der Lampe zu.

Die Lichtstärken technischer Lichtquellen sind in den verschiedenen Raum-Richtungen ungleich groß. Die Gesamtheit aller Lichtstärken einer Lichtquelle in allen Ausstrahlungsrichtungen wird mit *Lichtverteilung* bezeichnet. Von dieser Lichtverteilung kann man sich durch Anfertigung einer *Lichtverteilungskurve* eine Vorstellung machen. Man geht dabei so vor, daß man die Lichtstärke in cd in den verschiedenen Richtungen des Raumes mißt und die gemessenen Lichtstärken als Längen in einem bestimmten Maßstab vom Mittelpunkt der Lichtquelle aus aufträgt, wie dies Fig. 1 zeigt. Durch Verbindung der Endpunkte der Lichtstärke-Vektoren erhält man die Lichtverteilungskurve; Fig. 1 zeigt diejenige einer nackten Glühlampe.

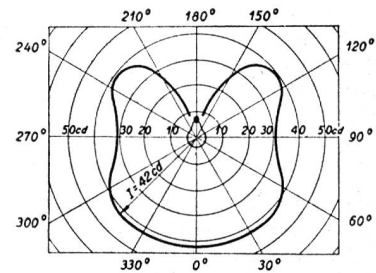


Fig. 1 Lichtverteilungskurve einer nackten Glühlampe (vertikal)

Analog dieser Darstellung der Lichtverteilung in der Vertikalebene kann auch die Lichtverteilung in der Horizontalebene interessieren, was ebenfalls durch geeignete Lichtverteilungskurven dargestellt werden kann.

Da nackte Lichtquellen meist stark blenden, werden sie meist nur zusammen mit Beleuchtungskörpern verwendet. Es interessiert deshalb in der Praxis insbesondere die Lichtverteilungskurve der Leuchte.

Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen und die Ersatzlagerhaltung interessiert auch die *Lebens- oder Brenndauer* einer Lichtquelle. Die meisten Glühlampen sind für eine durchschnittliche Brenndauer von 1000 Stunden ausgelegt, Quecksilberdampflampen erreichen 6000 h und Leuchtstofflampen für Niederspannung gegen 7500 h. Innerhalb dieser Zeit geht der Lichtstrom auf rund drei Viertel des ursprünglichen Wertes zurück.

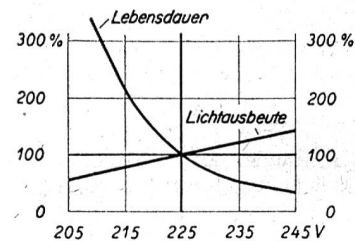


Fig. 2 Zusammenhang von Lebensdauer und Lichtausbeute bei Glühlampen bei Abweichung von der Netzspannung

Lebensdauer und Lichtausbeute der Glühlampen stehen in einer festen Beziehung zueinander, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Eine Verlängerung der Lebensdauer läßt sich darnach nur auf Kosten der Lichtausbeute erzielen und umgekehrt läßt sich eine Erhöhung des Lichtstromes bei gleichbleibender Bauart (Betriebsspannung) der Lampe nur auf Kosten der Lebensdauer erreichen. Die Wirtschaftlichkeit einer Glühlampe und einer Lichtquelle überhaupt muß also derart festgesetzt werden, daß die größte Lichtmenge bei geringsten Kosten für die elektrische Energie und die Anschaffung der Lampe geliefert wird. Das Verhältnis zwischen der höchsten Lichtausbeute einerseits und der vorteilhaftesten Lebensdauer andererseits wird deshalb durch den kWh-Preis und den Anschaffungspreis der Lampe bestimmt. Bei den verschiedenen Entladungslampen ist dabei zu berücksichtigen, daß deren Lebensdauer durch die Häufigkeit der Schaltungen beeinflusst wird.

Glühlampen sind gegen Netzschwankungen sehr empfindlich. Bei 1% Überspannung nimmt der Lichtstrom um rund 3,5% zu, die Lebensdauer jedoch um 14% ab. Das umgekehrte gilt für Unterspannung. Bei 5% Unterspannung wird dagegen die Lebensdauer bereits um etwa 50% verkürzt.

Entladungslampen sind hinsichtlich ihrer Lebensdauer gegenüber Spannungsschwankungen viel weniger empfindlich.

Für viele Anwendungsfälle kommt der *Lichtfarbe* der Lichtquellen hohe Bedeutung zu; man denke nur etwa an

die gemütliche Heimbeleuchtung, die Stimmungsbeleuchtung einer gepflegten Gaststätte oder die effektvolle Warenauslage in einem Schaufenster. Die handelsüblichen Leuchtstofflampen weisen eine ganze Skala verschiedener Leuchtfarben auf, die bei Leuchtstoffröhren-Beleuchtungsanlagen eine sehr weitgehende Anpassung der Lichtfarbe an den spezifischen Anwendungszweck erlauben.

2. Lichtquellen

Neben den Glühlampen, die im Hinblick auf die vielfältigen Anwendungsfälle von den Lampenherstellern in einer Vielzahl von verschiedenen Kolbenformen und Kolbenausführungen geliefert werden (wie z. B. innenopalisiert, innenmattiert, klar, verspiegelt, gefärbt, innenverspiegelt oder in Preßglasausführung, etc.) haben in der Beleuchtungspraxis folgende Arten von Gasentladungslampen Bedeutung erlangt:

- Leuchtstofflampen für Niederspannung
- Leuchtstoffröhren für Hochspannung
- Leuchtröhren für Hochspannung (Neonröhren)
- Quecksilberdampf-Hochdrucklampen
- Quecksilberdampf-Mischlichtlampen
- Natriumdampflampen
- Xenonlampen

Während die Hochspannungs-Leuchtröhren sich speziell als farbige Reklamebeleuchtung, die Natriumdampflampen auf Grund ihres monochromatischen Lichtes als Straßenlampen und die Xenonlampen für Spezialzwecke verwendet werden (beste Tageslichtähnlichkeit), so sollen nachstehend die normalerweise in Fabrikations- und Lagerhallen verwendeten Gasentladungslampen kurz besprochen werden. Die Normreihe der normalen Allgebrauchsglühlampen mit dem von ihnen gelieferten Lichtstrom ist in der Tabelle 2 aufgeführt; die bei Glühlampen vorkommenden Lampensockel zeigt Fig. 3.

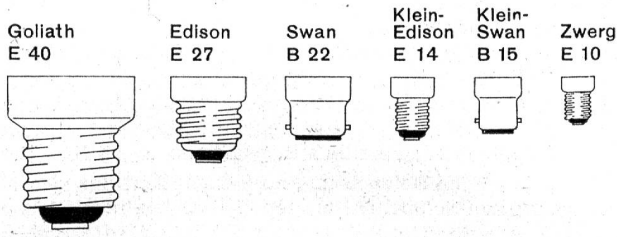


Fig. 3 Sockel für Lampen zu normalen Beleuchtungszwecken. Die Zahl der Sockelbezeichnung gibt den Durchmesser in mm an

Leistungsaufnahme in Watt	Lichtstrom in Lumen bei 220 V, Lampe innenmattiert	Sockel
15	120	E 27
25	230	E 27
40	430	E 27
60	730	E 27
75	960	E 27
100	1380	E 27
150	2100	E 27
200	2950	E 27, E 40
300	4750	E 27, E 40
500	8400	E 27, E 40

Tabelle 2: Normreihe der Allgebrauchs-Glühlampen

Leuchtstofflampen

Die Leuchtstoff- oder Fluoreszenzlampe ist eine Entladungslampe, die für den Betrieb an der Netzspannung ein Vorschaltgerät benötigt. Die Strahlung erzeugende elektrische Gas-Entladung findet dabei in einem Glasrohr statt, auf dessen Innenwand eine Schicht Leuchtstoff an-

gebracht ist. Im Glasrohr befindet sich ein Edelgas, meist Argon und etwas fein verteiltes Quecksilber. Bei Warmkathoden-Leuchtstofflampen sind an jedem Röhrende gewendelte Heizfäden als Elektroden angebracht, die den Startvorgang erleichtern, Fig. 4.

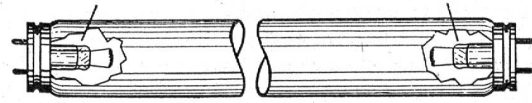


Fig. 4 Genormte Leuchtstofflampe mit Zweistiftsockel, 1 Elektroden

Nach dem Einschalten der Lampe verdampft das Quecksilber im Entladungsrohr und es entsteht deshalb außer einem schwach bläulichen Licht eine starke unsichtbare ultraviolette Strahlung, die im Leuchtstoff beim Austreten aus dem Entladungsrohr in langwelligeres, sichtbares Licht umgewandelt wird.

Das zum Betrieb jeder Leuchtstofflampe erforderliche Vorschaltgerät dient zur Erzeugung der hohen Zündspannung und nach erfolgter Zündung zur Herabsetzung der Netzspannung auf die niedrigere Brennspannung und zur Stabilisierung des Betriebsstromes. Als Vorschaltgerät dienen im allgemeinen Drosselspulen (induktives Vorschaltgerät) oder Kombinationen von Drosseln mit Kondensatoren (kapazitives Vorschaltgerät). Die Zündung wird durch Glimm- oder Thermostarter, in zunehmendem Maße aber auch durch die Verwendung von Resonanzschaltungen eingeleitet.

Die Lichtfarbe der Leuchtstofflampen hängt sehr stark vom verwendeten Leuchtstoff ab. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß die Hersteller von Leuchtstofflampen eine ganze Skala von Lampen anbieten, die vom tageslichtweißen Licht bis zum «Warmton» einen weiten Bereich umfaßt, mit dem die meisten in der Praxis auftretenden Beleuchtungsansprüche befriedigend gelöst werden können.

Bezüglich der geometrischen Abmessungen werden neben der ursprünglichen Stabform heute auch U- und Ringformen häufig gebraucht.

Die Leistungsaufnahme der Leuchtstofflampen des marktgängigen Angebots reicht von 4 W bis 65 W. Je nach Lichtfarbe und Leistungsaufnahme werden Lichtausbeuten zwischen 25 und 70 lm/W (ohne Berücksichtigung der Verluste im Vorschaltgerät) erreicht. Außerdem sind Leuchtstofflampen mit Reflexschicht, die das Licht in eine bevorzugte Richtung ausstrahlen, farbige Lampen für Illuminationszwecke, Lampen mit lichtdurchlässigen Sockeln und solche für Gleichstrombetrieb wie auch für explosionsgeschützte Leuchten auf dem Markt.

Besonders günstig sind Reflexor-Leuchtstofflampen bezüglich der Verstaubung. Bei starker Staubablagerung auf der obren Lampenrohrhälfte ist der Rückgang der Beleuchtungsstärke senkrecht unter der Lampe beträchtlich geringer als bei Lampen ohne inneren Reflektor. In Tabelle 3 sind die hier interessierenden technischen Daten üblicher Leuchtstoffröhren zusammengestellt.

Leistung der Lampe	W	40	65
Leistungsaufnahme mit Vorschaltgerät	W	54	80
Lichtstrom je nach Lichtfarbe	lm	1750 ... 2800	2800 ... 4400
Lichtausbeute je nach Lichtfarbe	lm/W	32 ... 52	35 ... 55
Leuchtdichte	sb	0,45 ... 0,7	0,55 ... 0,8
Brennspannung	V	103	108
Lampenstrom	A	0,42	0,7
Lampenlänge inkl. Sockel	cm	122	152
Lampendurchmesser	cm	3,8	3,8

Tabelle 3:

Daten üblicher Leuchtstoffröhren für Niederspannung

Hochspannungs-Leuchtstoffröhren — auch als Kaltkathodenröhren bezeichnet — werden im Gegensatz zu den genormten handelsüblichen Leuchtstoffröhren für Niederspannung einzeln für spezielle Anwendungsfälle hergestellt. Sie können deshalb in jede beliebige Form — gerade oder gebogen — gebracht und architektonischen Gegebenheiten weitgehend angepaßt werden. Der konstruktive Unterschied im Aufbau gegenüber den genormten Leuchtstoffröhren liegt nur im Aufbau der Elektroden (Kathoden), die Zylinderform aufweisen und im Betriebsgerät. Dieses besteht meist aus einem Streufeldtransformator.

Quecksilberdampf-Hochdrucklampen

Diese Lampen haben auch zur Beleuchtung hoher Industriehallen eine gewisse Bedeutung erlangt. Der Name rührt daher, daß der Gasdruck im Entladungsrohr 1 at oder mehr beträgt. Der Brenner besteht aus einem Quarz- oder Hartglasrohr mit zwei eingeschmolzenen Elektroden. Zwischen diesen beiden Elektroden findet eine Entladung im Quecksilberdampf statt. Um beständige Betriebsverhältnisse zu erreichen, ist der Quecksilberbrenner von einem Außenkolben umgeben. Das Kolbenende ist mit einem Schraubensockel analog den Glühlampen versehen. Fig. 5 zeigt den inneren Aufbau einer solchen Lampe und in Fig. 6 ist die heute auf dem Markt befindliche Typenreihe abgebildet.

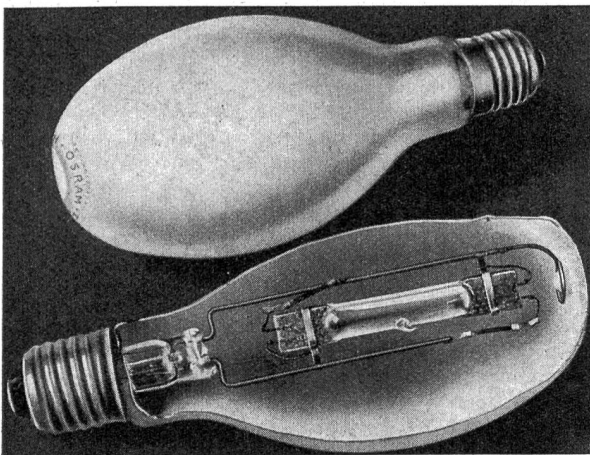


Fig. 5 Äußere Form und Innenaufbau der heutigen Quecksilberdampf lampen

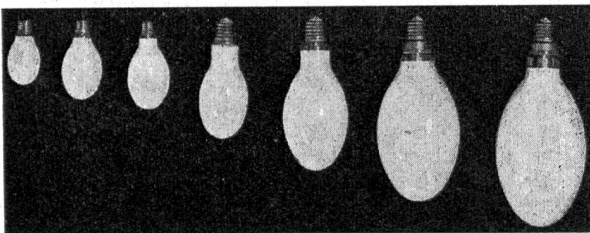


Fig. 6 Typenreihe von Leuchtstoffhochdruck lampen mit Leistungsaufnahmen von 50 W ... 1000 W

Die Quecksilberdampf-Strahlung enthält in der Hauptsache nur gelbes, grünes, violette und ultraviolette Licht, während rotes Licht fehlt. Deshalb ist das sichtbare Licht der Quecksilberdampflampen bläulich-weiß. Seit einiger Zeit werden deshalb auch Quecksilberdampf-Hochdrucklampen mit Leuchtstoffbelag angeboten, bei denen die in der Hochdruckentladung kurzwellige Ultraviolettstrahlung durch Leuchtstoffe in rotes Licht transformiert werden kann. Die erwähnte Leuchtstoffschicht ist ähnlich wie bei den Leuchtstofflampen auf der Innenseite des Glaskolbens aufgetragen. Dank diesem Leuchtstoffbelag kann die Lichtfarbe gegenüber dem reinen Quecksilberdampflicht wesentlich verbessert und derjenigen des Mischlichtes angenähert werden.

Die Lichtausbeute der Quecksilberdampf-Hochdrucklampen liegt heute bei 27 ... 50 lm/W und die Lebensdauer erreicht etwa 6000 Stunden. Technische Daten einiger solcher Quecksilberdampf-Hochdrucklampen gehen aus untenstehender Tabelle 4 hervor.

Auch die Quecksilberdampf-Hochdrucklampen benötigen ein Vorschaltgerät zu ihrem Betrieb (zur Zündung und zur Begrenzung der Stromstärke).

Es werden auch Lampen mit Leuchtstoff und Reflexschicht hergestellt. Diese haben pilzförmige Kolben und sind mit einem Reflektor ausgerüstet, der das Licht in einer bevorzugten Richtung abstrahlt. Solche Lampen sind besonders geeignet für Beleuchtungsanlagen, die starker Verschmutzung ausgesetzt sind.

III. Beleuchtungstechnik

Im Zusammenhang mit der Beleuchtungstechnik — der Anwendung der Lichttechnik — ist festzuhalten, daß hier nicht nur rein technische Gesichtspunkte maßgebend sind, sondern auch physiologische Probleme von Bedeutung sind, die im Zusammenhang mit der Lichtaufnahme durch das menschliche Auge auftreten. Hierher gehört sowohl der eigentliche Sehvorgang, aber auch die Möglichkeit des Auges zur Akkomodation und Adaption des Auges. Unter der Adaption versteht man dabei insbesondere die Fähigkeit des Auges, sich an verschiedene Lichtstärken anzupassen; normalerweise auf die im Blickfeld vorkommende höchste Leuchtdichte. Unter Leuchtdichte versteht man dabei die Oberflächenhelligkeit, gemessen in Stilb.

Eine künstliche Beleuchtung muß aber nicht nur zweckmäßig und wirtschaftlich, sondern soweit als möglich den Forderungen der Gesundheit und Schönheit entsprechen. Um die Blendung moderner Lichtquellen zu vermeiden, andererseits aber den erzeugten Lichtstrom geeignet einzusetzen, bedingen die Lichtquellen die zusätzliche Verwendung von Leuchten. Nach ihrem Verwendungszweck unterscheidet man die Innenraumleuchten wie folgt in solche für:

1. direkte Beleuchtung
2. vorwiegend direkte Beleuchtung
3. gleichförmige Beleuchtung
4. vorwiegend indirekte Beleuchtung
5. indirekte Beleuchtung

Bei der direkten Beleuchtung wird der gesamte Lichtstrom nach unten gestrahlt und es entsteht eine kräftige Schattenwirkung. Bei der vorwiegend direkten Beleuchtung

Leistungsaufnahme der Lampe ohne Drosselspule	W	50	80	125	250	400	700	1'000	2'000
mit Drosselspule	W	59	89	137	266	425	735	1'045	2'070
Lampen-Betriebsstrom	A	0,62	0,8	1,15	2,15	3,25	5,45	7,5	8,0
Brennspannung	V	95	112	122	132	137	140	142	270
Lichtstrom	lm	1600	3000	5250	11'500	20'500	37'000	52'000	125'000
Lichtausbeute inkl. Verluste in der Drosselspule	lm/W	27	34	38	43	48	50	50	60
Mittlere Leuchtdichte	cd/cm ²	4	4	6	9	10	12	14	25

Tabelle 4: Daten handelsüblicher Quecksilber-Hochdrucklampen mit Leuchtstoff

tung wird der größere Teil des Lichtstromes nach unten und der kleinere Teil nach oben ausgestrahlt; es entstehen so weniger kräftig ausgeprägte Schattenwirkungen. Bei der gleichförmigen Beleuchtung werden etwa gleichgroße Teile des Lichtstromes nach oben und nach unten ausgestrahlt und es entsteht eine mäßige Schattenwirkung. Bei der vorwiegend indirekten Beleuchtung wird der geringere Teil des Lichtstromes nach unten und der größere nach oben gegen die Decke ausgestrahlt und von dieser zerstreut und nach unten zurückgeworfen. In diesem Fall entsteht eine schwache Schattenwirkung. Bei der indirekten Beleuchtung wird der gesamte Lichtstrom nach oben gegen die Decke ausgestrahlt, von der Decke zerstreut und nach unten zurückgeworfen, wo ein fast schattenfreies, weiches Licht entsteht.

Da der Beleuchtungswirkungsgrad in einem Raum sehr stark von der Art der Beleuchtung abhängt und bei indirekter Beleuchtung sehr viel höher liegt als bei direkter Beleuchtung, so wird in der Praxis in Fabrikations- und Lagerräumen fast ausschließlich die direkte oder vorwiegend direkte Beleuchtung angewandt.

Welche Gesichtspunkte sind nun bei der Installation einer einwandfreien Betriebsbeleuchtung erforderlich?

Die wichtigsten sind:

- Genügend hohe Beleuchtungsstärke
- Vermeidung jeder Blendung
- Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke im ganzen Raum
- Richtiger Lichteinfall
- Verwendung einer auf die Art der Arbeit abgestimmten Lichtfarbe
- Raum- und Mobiliarfarben, die eine gute Lichtreflexion ermöglichen
- Wirtschaftlichkeit der Beleuchtungsanlage

Die hier nur apodiktisch aufgezählten Punkte sollen nun in einzelnen etwas erläutert werden. Bei Tageslicht können in gut erleuchteten Werkhallen, insbesondere Shedbauten Beleuchtungsstärken zwischen 1500 ... 3000 Lux gemessen werden. Im Freien sind diese Werte noch sehr viel höher. So kann z. B. auf freiem Feld bei strahlender Mittagssonne im Sommer ein Wert bis zu 100'000 Lux gemessen werden, während dann bei gleicher Sonne im Schatten eines Baumes der Wert immer noch gegen 10'000 Lux beträgt. Es ist dies ein Beleuchtungsniveau, das für die Ausübung irgend einer Sehaufgabe als ideal angesehen werden kann. Nun kann man allerdings auch bei ganz erheblich geringeren Werten «etwas» sehen. Doch wird bei den geringen Beleuchtungsstärken wie sie auch heute noch in vielen älteren Beleuchtungsanlagen gemessen werden können die Sehaufgabe unnötig erschwert, was zur Folge hat, daß die Arbeitsleistung merklich zurückgeht.



Fig. 7 Teilansicht einer Shed-Fabrikationshalle mit Blick auf die Fensterflächen. Die Beleuchtungsstärke beträgt über 1000 Lux

In der Erkenntnis dieser Tatsache wurden schon früh in allen hochindustrialisierten Ländern «Empfehlungen» und Richtlinien von maßgebenden Beleuchtungsfachleuten aufgestellt, um so für die Projektierung und Beurteilung von Anlagen vertretbare Beleuchtungsstärken festzulegen. War aber früher die Installation einer hohen Beleuchtungsstärke mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden, so kann heute dank stark verbesserter Lichtquellen bei gleichen Anwendungen ein bedeutend höheres Lichtniveau erreicht werden. Die Angabe von Werten soll hier unterbleiben, weil in jedem Einzelfalle Rücksicht auf viele arbeits- und ortsgebundene Werte zu nehmen ist, und Mittelwerte im Einzelfall zu tiefe, im andern eher zu reichliche Werte liefern würden.

Viele Versuche haben gezeigt, daß die Leuchtdichte auf der Arbeitsfläche zwischen 0,1 und 0,001 Stilb (sb) liegen soll, damit das Auge voll leistungsfähig ist. Bereits Leuchtdichten über 0,2 sb werden im allgemeinen — mindestens im Unbewußten — als unbehaglich registriert. Als Beispiel sei erwähnt, daß eine Leuchtstofflampe mit einer Leistungsaufnahme von 40 W und der Lichtfarbe weiß bei einem abgegebenen Lichtstrom von 1800 lm eine Leuchtdichte von 0,65 sb aufweist*).

Deshalb sind nackte Fluoreszenzlampen ohne Rasterabdeckung auch als Industriebeleuchtung ungeeignet; bei der in Zukunft zu erwartenden Steigerung des Lichtstromes der Leuchtstofflampen sollten ohnehin alle Leuchtstofflampen nur mit einer geeigneten Leuchte verwendet werden.

Um ermüdungsfrei arbeiten zu können, ist eine hinreichende Gleichmäßigkeit der Beleuchtung notwendig. Muß nämlich das Auge sich dauernd stark verschiedenen Leuchtdichten anpassen, so wirkt diese «Adaptierarbeit» sehr ermüdend. Aus diesem Grunde muß jeder Raum eine sog. Allgemeinbeleuchtung erhalten mit einem so hohen Beleuchtungsniveau, daß nur für ganz spezielle Sehaufgaben eine zusätzliche «Arbeitsleuchte» erforderlich ist.

Für viele Arbeiten ist auch der richtige Lichteinfall von großer Bedeutung, damit die richtige Schattigkeit entsteht. Dies ist notwendig, weil das plastische Sehen und gute Erkennen von z. B. kleinen Gegenständen nur dank den hell-dunkel (Leuchtdichte-) Unterschieden möglich ist. So ist z. B. in einem Maschinensaal mit Web- und Wirkstühlen ein schräger Lichteinfall für die Erkennbarkeit von Faden- und Webfehlern vorteilhaft.

In mit Leuchtstoffröhren ausgerüsteten Beleuchtungsanlagen muß auch die Frage der zweckmäßigen Lichtfarbe abgeklärt werden. Diese soll dem «Arbeitsklima» angepaßt sein. In normalen Arbeitsräumen ist die weiße Lichtfarbe am zweckmäßigsten; bei dieser Lichtfarbe kann nämlich das Tageslicht in der Dämmerung sehr gut ergänzt werden, ohne daß lästige Zwielichterscheinungen auftreten, wie sie vom Glühlampenlicht her bekannt sind. Auch hat sich gezeigt, daß das «Tageslichtweiß» auf die Arbeitenden stimulierend wirkt. In Büro- und Repräsentationsaufgaben erfüllenden Räumen sowie in Kantinen ist hingegen eine «Warmton»-Lichtfarbe empfehlenswert.

Im Zusammenhang mit der Beleuchtung ist auch die Raumfarbengebung wesentlich: Decken, Wände und Vorhänge sollten aus einem gebrochenen Weiß oder dann lichte, viel Weiß enthaltende Farbtöne aufweisen, damit nutzbringende Lichtreflexion auf die ebenfalls möglichst hell zu haltenden Arbeitsplätze eintritt. Satte und dunkle

*) Zum Vergleich sei die Leuchtdichte einiger anderer Lichtquellen angegeben:

Nicht mattierte Glühlampen bis ca. 800 sb

Hochdruck-Quecksilberdampf lampen mit Leuchtstoff belegtem Kolben bis zu 15 sb

Sonne im Zenit 15'000 sb



Fig. 8 Beleuchtung einer Fabrikationshalle einer Textilfabrik. Die Halle weist nur symbolische Fenster auf und ist dauernd künstlich beleuchtet, um immer gleiche Lichtverhältnisse zu haben

Raumfarben verschlucken dagegen hohe Anteile der erzeugten Lichtmenge. In großen Fensterfronten lassen fehlende Vorhänge relativ große Anteile des künstlich erzeugten Lichtes nutzlos nach außen fallen.

Bei der Projektierung einer Beleuchtungsanlage muß auch auf die Wirtschaftlichkeit großer Wert gelegt werden. Wirtschaftlich ist eine Anlage dann, wenn sie mit dem geringsten Jahresaufwand für Abschreibung, Lampenersatz, Reinigung und elektrische Energiekosten eine möglichst große Nutzlichtmenge (in Lumenstunden) abgibt.

Alle mit Glühlampen bestückten Beleuchtungsanlagen sind gekennzeichnet durch niedrige einmalige Einrichtungskosten, dagegen relativ hohem Verbrauch elektrischer Energie. Wenige tägliche Brennstunden und ein niedriger kWh-Preis einschließlich Grundgebühr sind die wirtschaftlich günstigen Voraussetzungen für Glühlampenlicht.

Alle mit Gasentladungslampen (Quecksilber-Dampf- oder Leuchtstofflampen) bestückten Beleuchtungsanlagen sind gekennzeichnet durch höhere einmalige Einrichtungskosten, aber relativ niedrigem Verbrauch elektrischer Energie. Viele tägliche Benutzungsstunden und ein mittlerer oder gar hoher kWh-Preis einschließlich Grundgebühr sind die wirtschaftlich günstigen Voraussetzungen für Gasentladungslicht.

*

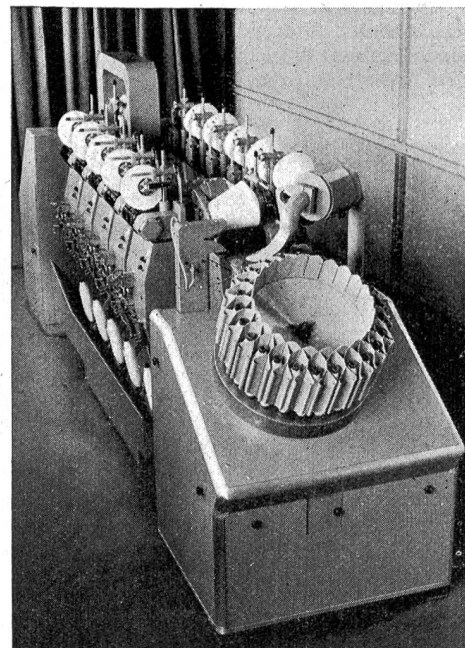
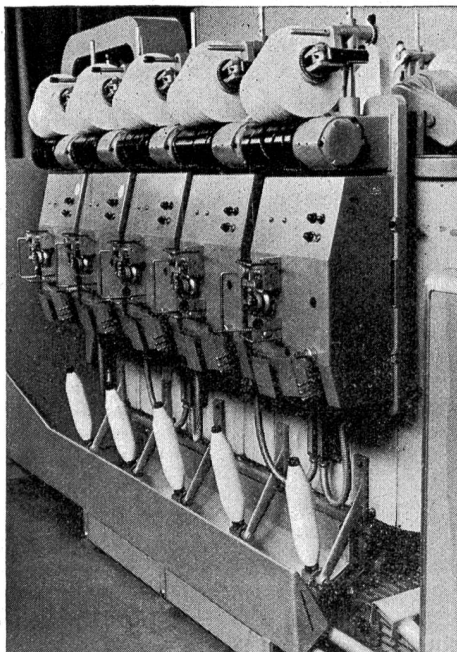
Die vorstehenden Angaben können nur Hinweise auf das vielschichtige Problem einer guten, zweckmäßigen und wirtschaftlich vertretbaren neuzeitlichen Beleuchtungsanlage sein; im Einzelfall wird sich der Betriebsinhaber zur Lösung einer gestellten Aufgabe am besten durch den Beleuchtungsfachmann beraten lassen.

Ein neuer Kreuzspulautomat

Die Gilbos-Werke AG., Alost/Belgien (Vertretung in der Schweiz: Theo Schneider u. Co., Rapperswil) hat die vollautomatische Kreuzspulmaschine «CONEMATIC» herausgebracht. Diese Maschine arbeitet mit «feststehendem Knüpfapparat — beweglichen Spulstellen». Die Spindelzahl je Knüpfapparat wird dem zu spulenden Garn ange-

paßt und liegt zwischen 12 und 24. Der Antrieb ist elektro-pneumatisch.

Ein kreisförmiges Magazin mit einer Fassung von 24 Kopsen bedient die automatische Aufsteckung. Der größtmögliche Durchmesser der Kopse beträgt 58 mm, die



größte Länge 310 mm. Ein leergelaufener Kops wird automatisch durch einen vollen ersetzt. Der Garninhalt der einzelnen Kopsse wird bei jedem Vorbeigang am Knüpfapparat kontrolliert. Bei zu kleinem Durchmesser wird der Kops ausgestoßen und durch einen vollen ersetzt.

Fadenbrüche im Fadenreiniger werden ebenfalls automatisch behoben.

Die Spulköpfe sind auf einem endlosen Band montiert. Dieses läuft mit einer Geschwindigkeit von 48 Spulstellen/min. so lange, bis zur Behebung eines Fadenbruches oder zum Auswechseln eines Kopses der Knüpf- bzw. Kopswechselapparat in Tätigkeit tritt. Jeder Spulkopf wird durch einen eigenen Motor angetrieben. Die Faden-

abzugsgeschwindigkeit beträgt im allgemeinen 840 m/min., die Maschine kann jedoch auf Wunsch auch mit einem Geschwindigkeits-Variator geliefert werden.

Es werden sowohl Konen 9°15' wie auch 5°57' hergestellt. Der gewünschte Spulendurchmesser wird mittels einer Skala eingestellt. Wird dieser Durchmesser erreicht, stellt der Spulkopf automatisch ab, und ein Leuchtsignal zeigt die volle Spule an.

Die einer Spulerin zuzuweisende Spindelzahl ergibt sich aus $20 \times$ Ablaufzeit eines Kopses in min. Der Kraftbedarf für den stationären Teil der Maschine beträgt 1,6 kW, und für jeden Spulkopf weitere 0,08 kW. Der Automat mit 12 Spindeln ist 3,7 m lang, 900 mm breit.

Tagungen

Frühjahrstagung der Schweizerischen Vereinigung von Färbereifachleuten in Konstanz, 18. Mai 1962. — Die Frühjahrstagung des SVF galt dem heute speziell aktuellen Thema der Abwasserreinigung. Als Einleitung wurde den Tagungsteilnehmern am Morgen die Möglichkeit geboten, die neu erstellte Abwasserreinigungsanlage der Firma G. Herosé AG in Konstanz, zu besichtigen. Diese Versuchsanlage wurde von der Firma Turicit AG Zürich erbaut und war für die Besucher deshalb eine Neuheit, da bei der Klärung des anfallenden Textilwassers ganz neue Wege beschritten werden. Die Feststoffe werden durch einen Floationsprozess dem Wasser entzogen, eine anschließende Passage durch einen Kunstharzfilter ermöglicht bei diesem Verfahren auch die Entfernung der grenzflächenaktiven Stoffe, der anfallenden Farbstoffe und auch die den Algenwuchs so fördernden Polyphosphate.

Zum gemeinsamen Mittagessen trafen sich die Tagungsteilnehmer im Insel-Hotel Konstanz, wo der Präsident des SVF, Herr Dir. Keller, etwa 200 Interessenten aus Deutschland, der Schweiz, Oesterreich und sogar Italien, zum nachmittäglichen Vortragszyklus begrüßen konnte. Es war ein besonderer Verdienst des Präsidenten, dass er Herrn Prof. Dr. M. Kehren als Diskussionsleiter gewinnen konnte.

Herr Dir. Dr. W. Kling der Henkel-International GmbH referierte als erster und wies darauf hin, dass in erster Linie der Bevölkerungszuwachs für die steigende Verschmutzung der Gewässer verantwortlich zeichnet und für die anwesenden Textilleute war es sicher eine kleine Erleichterung zu hören, dass Textilbetriebe für nur 3% der Verschmutzung verantwortlich gemacht werden können, während ein Anteil von 58% auf die Haushaltungen entfällt. Das besondere Interesse des Referenten galt den grenzflächen-aktiven Stoffen, die, für die an vielen Stellen auftretenden Schaumberge auf Flüssen und Bächen verantwortlich sind. Bei der Herstellung des Haushaltwaschpulvers wird nun vermehrt darauf geachtet, dass sich die verwendeten Chemikalien biologisch leicht abbauen lassen. Aus diesem Grunde ist Herr Dr. Kling auch ein Befürworter des Klärungssystems, das von der Anwendung von Belebtschlamm mit nachträglichem biologischem Abbau der Schutzstoffe durch starke Belüftung ausgeht.

Herr Dr. Riemer erläuterte in seinen Ausführungen die am Morgen besuchte Kläranlage. Den Ausführungen des Referenten ist zu entnehmen, dass sein Klärverfahren dem anfallenden Abwasser weitgehend angepasst werden muss, um die guten Resultate zu erhalten, wie das bei der diskutierten Anlage der Fall ist. Wichtig ist die genaue pH-Regulierung, damit möglichst vollständige Flockung bei Zugabe von Aluminiumchlorid eintritt. Neu ist, dass nun die Ausflockungen so mit Luft beladen werden, dass die Feststoffe an die Oberfläche getragen werden, wo sie mit einem Schaber abgeschöpft werden. In einem adsorbierenden Kunstharzfilter werden nun die nicht ausgeflockten grossmolekularen organischen und anorganischen Stoffe zurückgehalten. Da dieser Kunstharzfilter im sauerarbeitenden

Gebiet kleinere Poren aufweist als im alkalischen Bereich, so ist die Regeneration durch Rückspülung des Filters mit verdünnter Natronlauge möglich.

Herr Dr. Riemer eröffnete den Anwesenden, dass demnächst die Versuchsanlage in eine Grossanlage umgebaut werden wird, was beweist, dass nicht nur vorschriftsgemäss gereinigtes Abwasser in den Rhein gegeben wird, sondern dass die Gesteigungs- bzw. Aufbereitungskosten im üblichen Rahmen gehalten werden können.

Herr Dr. Sontheimer, Frankfurt, gab zuerst einen Abriss über die Möglichkeiten bei der Abwasserreinigung, die entweder auf physikalischem, chemischem oder biologischem Wege geschehen kann. Das biologische Verfahren scheint nach Dr. Sontheimer die weitaus attraktivste Art der Wasserreinigung zu sein. Wenn nötig, werden dem Abwasser zuerst die fehlenden Mikroorganismen beigegeben und nun gilt es dem Wasser so viel Luft wie möglich zuzuführen. In Amerika werden Abwasser auf diese Weise erfolgreich in 24 Stunden gereinigt, wobei die nötigen Behälter nur durch Erdaushub erstellt wurden. Sofern der nötige Platz vorhanden ist, kann an der Wirtschaftlichkeit dieses Systems wohl kaum gezweifelt werden.

Herr Rhyn der Polymetron AG Zürich erläuterte in kurzen Zügen das Funktionieren der pH-Mess- und Dosierungsapparatur, die obige Firma in die Kläranlage der Firma G. Herosé, Konstanz, eingebaut hatte.

Die rege Diskussion, zu der Dr. Kehren durch seine grosse Erfahrung auf dem Abwassergebiet stark beitrug, ergänzten die drei Referate in vorteilhafter Weise und der Präsident, Herr W. Keller, konnte kurz nach 18 Uhr die interessante Tagung schliessen. Die drei Referate werden in der August-Nummer des SVF-Fachorganes erscheinen.

Exportverband der schweizerischen Bekleidungsindustrie. — Unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Herrn Eric Cathomas, Küssnacht ZH, hielt der Exportverband der schweizerischen Bekleidungsindustrie kürzlich im Grand Hôtel Dolder in Zürich seine 19. ordentliche Generalversammlung ab, die trotz des späten Datums gut besucht war.

Im Anschluss an die Begrüssung durch den Präsidenten ehrte die Versammlung die im vergangenen Jahr verstorbenen früheren Vorstandsmitglieder A. Dürsteler, Zürich, J. Rime, Lausanne, und gedachte insbesondere ihres ehemaligen langjährigen Präsidenten und Ehrenmitgliedes, Paul Metzger, Basel.

Nach Erledigung der statutarischen Geschäfte: Abnahme von Jahresbericht und Jahresrechnung für 1961 und Festlegung der Verbandsabgaben, die eine erhebliche Senkung erfuhren, nahm die Versammlung mit grossem Interesse eine Orientierung ihres Direktors, Prof. Dr. A. Bosshardt, Herrliberg ZH, über die Erfahrungen und Ergebnisse seiner im vergangenen Winter gemachten Studienreise durch Lateinamerika entgegen.