

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 29 (1938)

**Heft:** 2

**Rubrik:** Mitteilungen SEV

#### 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:** 22.02.2026

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

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Ueber Anwendung und Wirtschaftlichkeit des Mischlichtes. 621.326.4 : 621.327.3

Das Bedürfnis nach guter, reichlicher Beleuchtung ist noch lange nicht befriedigt. Die Gasentladungslampen scheinen nun berufen zu sein, diesem Bedürfnis weiter zu entsprechen, indem sie ermöglichen, die Beleuchtungsverhältnisse allgemein zu verbessern. Mit ihnen kann man in erster Linie die Beleuchtung auf Gebiete und Objekte ausdehnen, die mit Glühlampen infolge zu hoher Betriebskosten bisher überhaupt nicht beleuchtet werden konnten. Darüber hinaus eignen sich aber die Entladungslampen zur Verbesserung der Beleuchtung, weil die Sehbedingungen in gewissen Fällen bei monochromatischem Licht (Natriumdampflampen!) günstiger sind als beim komplexen Licht der Glühlampen. Ferner besteht die immer mehr ausgenützte Möglichkeit, Glühlampenlicht mit Quecksilberdampflicht zu mischen (sog. Mischlicht). Dadurch wird die Farbe des Lichtes tageslichtähnlicher, was in gewissen Fällen von Vorteil ist. Besonders aber ermöglicht das Mischlicht auf wirtschaftliche Weise, die Beleuchtungsstärke zu erhöhen, denn die Lichtausbeute der Quecksilberdampflampen ist wesentlich grösser als die der Glühlampen.

Dieses letztergenannte Argument wird oft missbraucht oder zum mindesten zu Unrecht in den Vordergrund gerückt. Es gibt Prospekte, in denen sogar von 50 %iger Energieersparnis durch Mischlicht gesprochen wird. Dazu ist nun folgendes zu sagen:

Das Mischlicht dient nicht dazu, die Betriebskosten einer bestehenden Beleuchtung durch Ersatz des reinen Glühlampenlichtes zu verbilligen, sondern die Beleuchtung wirtschaftlich zu verbessern. Das ist die anzustrebende Entwicklung und die sinnvolle Ausnutzung der neuen Lichtquellen. Es kann gar nicht in Frage kommen, z. B. eine Bureaubeleuchtung von Glühlampen auf Mischlicht umzubauen, ohne die Beleuchtungsstärke ganz wesentlich zu erhöhen, z. B. auf das Doppelte oder auf das Dreifache, schon deshalb nicht, weil Mischlicht zu geringer Stärke unangenehm kalt wirkt.

Es ist daher unrichtig und verfehlt, nicht sachverständigen Interessenten Ersparnisse durch Mischlicht in Aussicht zu stellen, denn diese sind nur relativ. Man muss ihnen erklären, dass sie mit Mischlicht die Beleuchtung ganz wesentlich verbessern können, weil die Betriebskosten bei weitem nicht im selben Verhältnis steigen.

Von einer 50 %igen Ersparnis zu sprechen ist sogar theoretisch nicht haltbar. Folgende Vergleichsrechnungen zeigen das. Der Vergleich bezieht sich auf gleichen erzeugten Lichtstrom, wozu ausdrücklich wiederholt sei, dass in der Praxis beim Umbau auf Mischlicht allgemein bedeutend mehr Lichtstrom vorzusehen ist und vorgesehen wird als bei der zu ersetzenden Glühlampenanlage, so dass in den allermeisten Fällen gegenüber früher keine Ersparnis, sondern sogar etwas höhere Betriebskosten entstehen.

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass das Licht der heute handelsüblichen Quecksilberdampflampen *mindestens* im Verhältnis 1 : 1 mit Glühlampenlicht gemischt werden muss, um ein praktisch brauchbares Mischlicht zu erhalten. In sehr vielen Fällen ist sogar ein wesentlich grösserer Anteil des Glühlampenlichtes nötig.

Es ist klar, dass diese errechnete höhere Lichtausbeute beim Mischlicht sinkt, wenn das Mischungsverhältnis steigt, d. h. wenn der Anteil des Glühlampenlichtes grösser ist als derjenige des Quecksilberdampflichtes. Kombiniert man z. B. eine Quecksilberdampflampe von 3300 Lumen (83 Watt) mit einer Glühlampe von 5250 Lumen (300 Watt), dann ergibt

Beispiele.		
	Netzspannung	220 Volt
		110 Volt
<b>Beispiel 1</b>	<b>a) Mischlicht</b>	
	Hg-Dampflampe zu 3300 lm = 83 W	3300 lm = 83 W
	Glühlampe „ 3220 lm = 200 W	3620 lm = 200 W
	Zusammen 6520 lm = 283 W	6920 lm = 283 W
	Lichtausbeute $\frac{6520}{283} = 23 \text{ lm/W}$	$\frac{6920}{283} = 24,4 \text{ lm/W}$
	<b>b) Glühlampenlicht</b>	
	Glühlampe zu 5250 lm = 300 W	6000 lm = 300 W
	Lichtausbeute $\frac{5250}{300} = 17,5 \text{ lm/W}$	$\frac{6000}{300} = 20 \text{ lm/W}$
	<b>Prozentualer Gewinn</b>	
	mit Mischlicht $\frac{23}{17,5} = 1,31 = 31\%$	$\frac{24,4}{20} = 1,22 = 22\%$
<b>Beispiel 2</b>	<b>a) Mischlicht</b>	
	Hg-Dampflampe zu 5500 lm = 130 W	5500 lm = 130 W
	Glühlampe „ 5250 lm = 300 W	6000 lm = 300 W
	Zusammen 10750 lm = 430 W	11500 lm = 430 W
	Lichtausbeute $\frac{10750}{430} = 25 \text{ lm/W}$	$\frac{11500}{430} = 26,7 \text{ lm/W}$
	<b>b) Glühlampenlicht</b>	
	Glühlampe zu 9500 lm = 500 W	10500 lm = 500 W
	Lichtausbeute $\frac{9500}{500} = 19 \text{ lm/W}$	$\frac{10500}{500} = 21 \text{ lm/W}$
	<b>Prozentualer Gewinn</b>	
	mit Mischlicht $\frac{25}{19} = 1,31 = 31\%$	$\frac{26,7}{21} = 1,27 = 27\%$

sich ein Mischungsverhältnis von 1 : 1,59 (bei 220 Volt). Als Lichtausbeute ergibt sich:

**a) Mischlicht.**  
 Quecksilberdampflampe . . . . . = 3300 lm = 84 W  
 Glühlampe . . . . . = 5250 lm = 300 W  
 $8550 \text{ lm} = 384 \text{ W}$   
 Lichtausbeute =  $\frac{8550}{384} = 22,2 \text{ Lumen/Watt}$

**b) Glühlampenlicht**  
 Glühlampe . . . . . = 9500 lm = 500 W  
 Lichtausbeute =  $\frac{9500}{500} = 19 \text{ Lumen/Watt}$

**Prozentualer Gewinn beim Mischlicht** =  $\frac{22,2}{19} = 1,16 = 16\%$ .

Als ergänzende Erklärung sei noch beigefügt, dass bei diesen Berechnungen jeweils eine Glühlampe zum Vergleich diente, deren Lichtstrom (Lumen) ungefähr demjenigen des Mischlichtes entspricht. Bei der ersten Berechnung beträgt z. B. der Lichtstrom beim Mischlicht 6520 Lumen; deshalb ist zum Vergleich unter b) eine Glühlampe zu 300 Watt (5250 Lumen) als nächstliegender Lampentyp angeführt. *Hu.*

## Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

### Kontrast-Verstärkung.

621.396.666

Die Tonverstärker zeigen heute meist eine Einrichtung zur Dynamikentzerrung oder Kontrastexpansion, englisch «A.V.E.» = automatic volume expansion genannt. Unter Dynamik versteht man das Verhältnis der kleinsten zur grössten Amplitude, also pianissimo : fortissimo. Dieses Verhältnis

beträgt für musikalische Darbietungen rund 1 : 1000, während es auf Schallplatten nur 1 : 30 bis 1 : 100 erreicht und für Radioübertragung auf 1 : 100 bis 1 : 200 herabgesetzt wird. Auf der Schallplatte ist die maximale Amplitude durch den pro Rille verfügbaren Platz begrenzt und die minimale Amplitude ergibt sich aus der Forderung, dass der Ton um (Fortsetzung auf Seite 40)

## Energiestatistik

der Elektrizitätswerke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung.

Bearbeitet vom Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke.

Die Statistik umfasst die Energieerzeugung aller Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte, die über Erzeugungsanlagen von mehr als 300 kW verfügen. Sie kann praktisch genommen als Statistik aller Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte gelten, denn die Erzeugung der nicht berücksichtigten Werke beträgt nur ca. 0,5 % der Gesamterzeugung.

Nicht inbegriffen ist die Erzeugung der Schweizerischen Bundesbahnen für Bahnbetrieb und der Industriekraftwerke für den eigenen Bedarf. Die Energiestatistik dieser Unternehmungen wird jährlich einmal in dieser Zeitschrift erscheinen.

Monat	Energieerzeugung und Bezug												Spelcherung **)			Energieausfuhr		
	Hydraulische Erzeugung *)		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug *)		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende	Aenderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung					
	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38		1936/37	1937/38	1936/37	1937/38			
in Millionen kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	%	in Millionen kWh					
Oktober . . .	456,1	474,1	0,2	0,3	2,3	4,3	—	1,0	458,6	479,7	+ 4,6	637	716	—	44	— 46	145,9	129,9
November . . .	423,1	461,6	1,2	1,3	2,7	2,4	1,0	2,1	428,0	467,4	+ 9,2	585	626	—	52	— 90	127,4	114,9
Dezember . . .	436,6		1,5		3,3		1,3		442,7			507	484	—	78	— 142	127,2	
Januar . . . .	406,5		1,6		2,6		4,5		415,2			406		—	101		112,9	
Februar . . . .	390,3		1,2		2,7		3,1		397,3			339		—	67		110,1	
März . . . . .	439,7		0,7		2,8		2,3		445,5			255		—	84		120,2	
April . . . . .	441,7		0,2		1,5		0,6		444,0			225		—	30		128,4	
Mai . . . . .	411,0		0,2		1,1		—		412,3			353		+ 128			126,0	
Juni . . . . .	410,3		0,5		0,8		—		411,6			545		+ 192			124,1	
Juli . . . . .	432,6		0,2		5,4		—		438,2			642		+ 97			140,0	
August . . . . .	434,9		0,3		5,6		—		440,8			665		+ 23			144,5	
September . . . .	457,0		0,2		5,7		—		462,9			671		+ 6			149,5	
Jahr . . . . .	<b>5139,8</b>		8,0		36,5		12,8		<b>5197,1</b>			—		—	—	—	<b>1556,2</b>	
Okt.-Nov. . . .	879,2	935,7	1,4	1,6	5,0	6,7	1,0	3,1	886,6	947,1	+ 6,8						273,3	244,8

Monat	Verwendung der Energie im Inland																	
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektro-kessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicher-pumpen <sup>2)</sup>		Inlandverbrauch inkl. Verluste					
	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	1936/37	1937/38	ohne Elektrokessel und Speicherpump.	mit Elektrokessel und Speicherpump.	Veränderung gegen Vorjahr <sup>3)</sup>	%		
in Millionen kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . . .	111,4	113,4	49,0	56,2	30,9	60,1	43,6	39,6	22,4	23,5	55,4	57,0	266,5	307,7	312,7	349,8	+11,9	
November . . .	114,8	119,5	49,7	58,1	27,5	61,1	32,9	28,6	22,9	27,2	52,8	58,0	(2,2)	265,5	321,4	300,6	352,5	+17,3
Dezember . . .	125,3		52,7		26,3		29,8		25,8		55,6		283,5		315,5			
Januar . . . .	121,3		51,7		28,5		24,2		25,7		50,9		276,7		302,3			
Februar . . . .	106,2		49,0		33,5		25,6		23,4		49,5		257,7		287,2			
März . . . . .	113,6		51,3		40,0		41,0		26,9		52,5		282,4		325,3			
April . . . . .	102,5		53,2		45,2		37,8		25,0		51,9		273,3		315,6			
Mai . . . . .	94,8		49,3		37,4		36,2		17,1		51,5		243,5		286,3			
Juni . . . . .	93,5		51,4		34,5		39,2		18,4		50,5		241,7		287,5			
Juli . . . . .	97,4		53,0		37,6		37,5		19,2		53,5		254,7		298,2			
August . . . . .	99,9		52,9		36,2		35,6		19,1		52,6		256,0		296,3			
September . . . .	104,6		54,9		40,4		40,6		19,3		53,6		268,4		313,4			
Jahr . . . . .	<b>1285,3</b>		618,1		418,0		424,0		265,2		630,3		(47,0)	<b>3169,9</b>		<b>3640,9</b>		
Okt.-Nov. . . .	226,2	232,9	98,7	114,3	58,4	121,2	76,5	68,2	45,3	50,7	108,2	115,0	(4,8)	532,0	629,1	613,3	702,3	+14,5

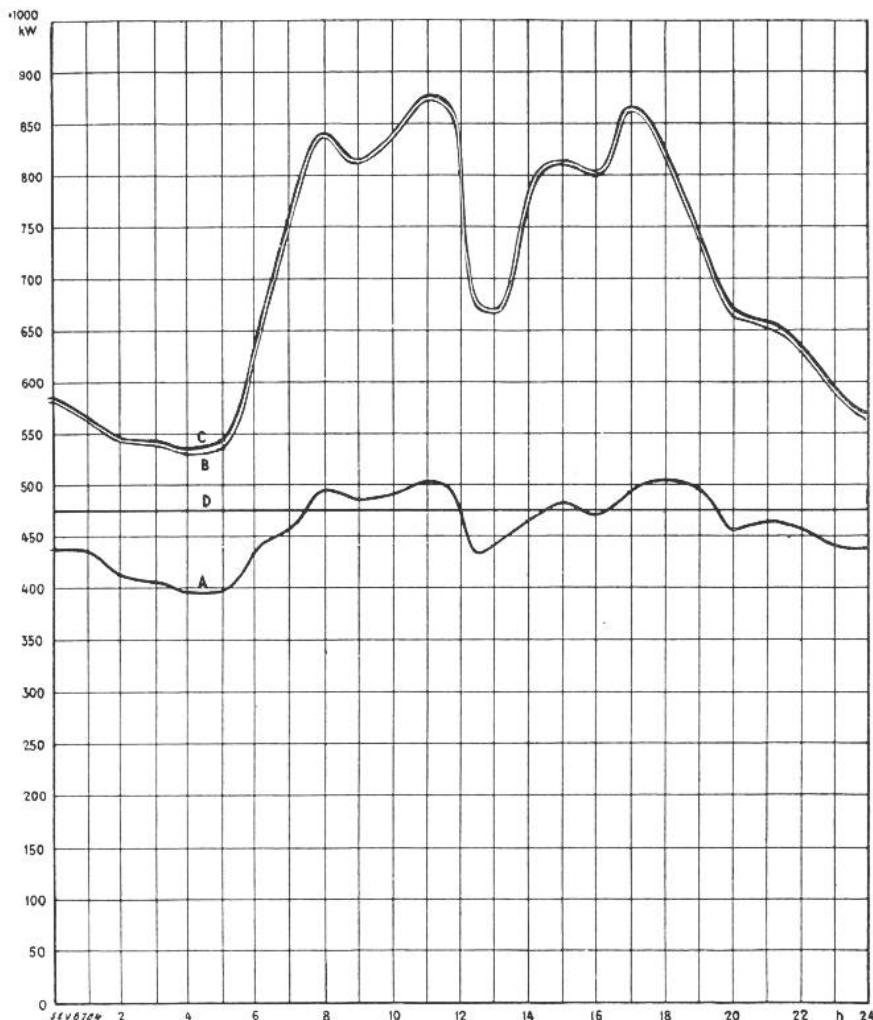
\*) Neu in die Statistik aufgenommen: ab 1. Juli 1937 Bannalpwerk; ab 1. Oktober 1937 Etzelwerk.

\*\*) Neu in die Statistik aufgenommen: ab 1. Oktober 1937 Etzelwerk.

<sup>1)</sup> d. h. Kessel mit Elektrodenheizung.

<sup>2)</sup> Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.

<sup>3)</sup> Kolonne 17 gegenüber Kolonne 16.



Tagesdiagramm der beanspruchten Leistungen, Mittwoch, den 17. November 1937

#### Legende:

1. Mögliche Leistungen:	$10^8 \text{ kW}$
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse (O-D)	475
Saisonspeicherwerke bei voller Leistungsabgabe (bei max. Seehöhe)	647
Thermische Anlagen bei voller Leistungsabgabe	100
Total	1222

#### 2. Wirklich aufgetretene Leistungen:

O-A Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher)  
A-B Saisonspeicherwerke  
B-C Thermische Werke, Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr.

#### 3. Energieerzeugung:

$10^8 \text{ kWh}$
Laufwerke . . . . . 11,0
Saisonspeicherwerke . . . . . 6,1
Thermische Werke . . . . . 0,1
Erzeugung, Mittwoch, den 17. Nov. 1937 . 17,2
Bezug aus Bahn- u. Industrie-Kraftwerken und Einfuhr . . . . . 0,1
Total, Mittwoch, den 17. November 1937 . 17,3

Erzeugung, Samstag, den 20. Nov. 1937 . 14,5  
Erzeugung, Sonntag, den 21. Nov. 1937 . 11,4

#### Produktionsverhältnisse an den Mittwochen von Oktober 1936 bis November 1937

#### Legende:

1. Mögliche Erzeugung	(nach Angaben der Werke)
a	in Laufwerken allein
d <sub>0</sub>	in Lauf- und Speicherwerken, unter Berücksichtigung der Vermehrung durch Speicherentnahme und Verminderung durch Speicherfüllung (inkl. 2 c).
P <sub>max</sub>	
P <sub>min</sub>	

#### 2. Wirkliche Erzeugung:

a	Laufwerke
b	Saisonspeicherwerke
c	Thermische Werke, Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr
d	Gesamte Erzeugung + Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken + Einfuhr
P <sub>max</sub>	
P <sub>min</sub>	

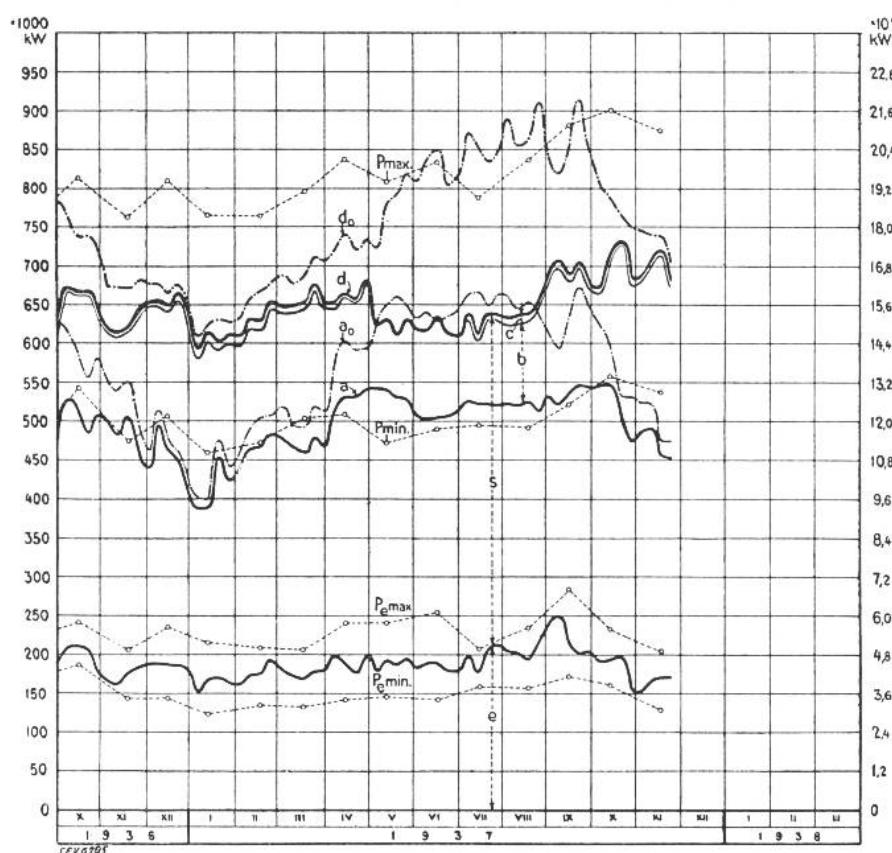
#### 3. Verwendung:

s	Inland
e	Export

#### 4. Maximal- und Minimalleistungen an den der Monatsmitte zunächst gelegenen Mittwochen:

P <sub>max</sub>	Maximalwert } der Gesamtbelastung aller
P <sub>min</sub>	Minimalwert } Unternehmungen zusammen
P <sub>e max</sub>	Maximalwert } der Leistung der
P <sub>e min</sub>	Minimalwert } Energieausfuhr

N.B. Der linksseitige Maßstab gibt für die Angaben unter 1 bis 3 die durchschnittliche 24-stündige Leistung, der rechtsseitige Maßstab die entsprechende Energiemenge an.



ein gewisses Mass lauter sein muss als das Nebengeräusch. Die Dynamikentzerrung soll nun bei der Wiedergabe auch das ursprüngliche Amplitudenverhältnis wieder herstellen und die Erfahrung hat gezeigt, dass besonders Schallplattenmusik dadurch wesentlich natürlicher klingt.

Die automatische Verkleinerung der Amplitudenvariation, die «Kompression», wird auch für die transatlantische Telephonie seit 1932 verwendet<sup>1)</sup>. Dort ist die minimale Inten-

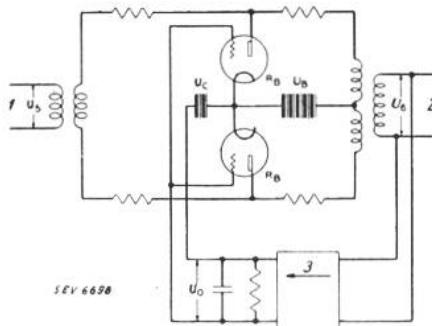


Fig. 1.

Ältere Anordnung zur Kontrastverminderung, «Kompression».  
1 Eingang,  
2 Ausgang,  
3 Linearer Gleichrichter.

sität z. B. dadurch begrenzt, dass durch den drahtlosen Teil der Uebertragung Störungen eindringen. Versuche haben gezeigt, dass bei der Sprache die leisen Anteile gegenüber den lauten etwa 30 db kleinere Intensität aufweisen; dazu kommen weitere 40 db Unterschied zwischen einer leisen und einer lauten Stimme. Dieser zweite Unterschied wurde im Anfang der Entwicklung vom überwachenden Techniker von Hand ausreguliert. Von Crisson wurde dann 1929 eine selbsttätige Einrichtung angegeben, welche augenblicklich die Sprechamplituden komprimierte (also die restlichen 30 db) und beim Empfang wieder expandierte. Sie bestand in der Hauptsache aus der Serieschaltung einer Elektronenröhre mit einem grossen Widerstand. Versuche ergaben, dass dieses System ein breiteres Frequenzband benötigt, wenn nicht Verzerrungen merkbar sein sollen. Man ging daher dazu über, die Regulierung nicht von der momentanen Amplitude, sondern vom mittleren Energieniveau abzuleiten, zur Steuerung also eine mittlere Gleichspannung durch Gleichrichtung der tonfrequenten Spannung zu gewinnen. In Fig. 1 ist die Kompressor-Anordnung, in Fig. 2 die «Expandor»-Anordnung ge-

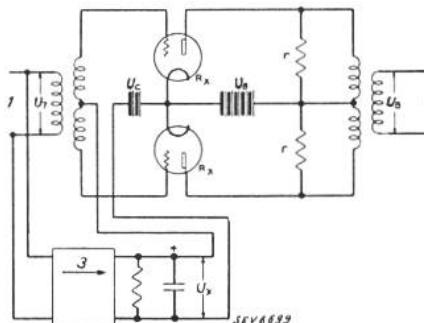


Fig. 2.

Ältere Anordnung zur Kontrastvermehrung, «Expansion».  
1 Eingang,  
2 Ausgang,  
3 Linearer Gleichrichter.

geben; beides zusammen wurde als «Compandor» bezeichnet. In Fig. 1 wirken die Röhren nur durch ihren veränderlichen Widerstand; in Fig. 2 wird der Verstärkungsgrad geändert. Während man heute Mehrgitterröhren verwendet, versuchte man damals mit Trioden auszukommen. Die Anordnung komprimierte eine Dynamik von 45 db auf 22,5 db und es musste also die frühere Handregulierung trotzdem beibehalten werden. Die komprimierte Sprache klingt etwas unnatürlich.

Für einfache Tonverstärkeranlagen hat es sich gezeigt, dass eine Kontrastexpansion für die natürliche Sprache nicht wünschenswert ist; es zeigt sich vielmehr ein gegenteiliges Bedürfnis, nämlich eine automatische Lautstärkeregulierung im gewöhnlichen Sinne<sup>2)</sup>. Falls ein Redner nur ein Mikrofon vor sich hat und während des Vortrages die Kopfrichtung ändert, so wird die Stärke der Wiedergabe im Lautsprecher stark schwanken und Teile der Rede können ver-

<sup>1)</sup> R. C. Mathes und S. B. Wright, The «Compandor» — An aid against radio static, El. Engng., Bd. 53, No. 6, June 1934.

<sup>2)</sup> Harry Paro, Public adress AVC, Electronics, July 1937.

loren gehen. Man wird also in Analogie zur automatischen Lautstärkeregulierung der Radioempfänger die schwachen Stellen mehr verstärken, also gerade umgekehrt zur AVE, wo die leisen Teile leiser, die lauten noch lauter gemacht werden. Beide Regulierarten können nun leicht im gleichen Verstärker ermöglicht werden, indem durch einen Umschalter der Sinn der Beeinflussung gewechselt wird. Fig. 3 zeigt eine solche Anordnung mit Mischröhre 6L7, deren Verstär-

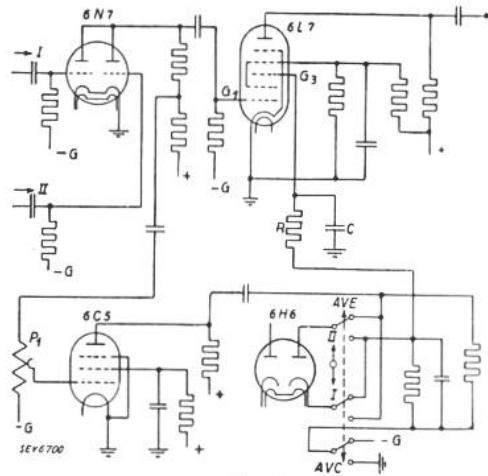


Fig. 3.

Teilschema eines Tonverstärkers mit Mischröhre 6N7 und Einrichtung zur wahlweisen Einschaltung von Kontrastexpansion (AVE) oder automatischer Lautstärkeregulierung (AVC).

kungsgrad mittels der am Gitter  $G_3$  liegenden Vorspannung reguliert wird. Diese Vorspannung wird so erzeugt, dass zuerst ein am Potentiometer  $P_1$  einstellbarer Teil des tonfrequenten Signals in der Röhre 6C5 verstärkt, dann in der Diode 6H6 gleichgerichtet und an  $R$  und  $C$  gesiebt wird; ihre Grösse ist also der ankommenden Lautstärke proportional. Je nach der Stellung des Umschalters ist der Sinn der Beeinflussung ein anderer, so dass in Stellung I automatische Lautstärkeregulation (AVC), für die Verstärkung von Ansprachen, in Stellung II automatische Kontrastexpansion (AVE) für die Wiedergabe von Schallplattenmusik verfügbar ist. In der gewöhnlich vorhandenen Doppeltriode 6N7 können zwei Tonquellen miteinander gemischt oder leicht übereinander gebündelt werden. Mit Rücksicht auf den Preis und den

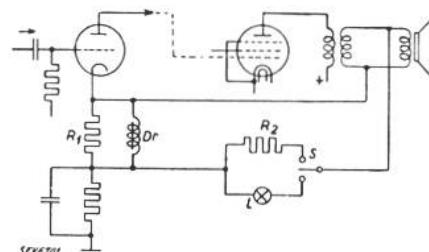


Fig. 4.

Prinzipschema der N.F.-Gegenkopplung eines Radioempfängers mit Kontrastexpansion durch Glühlampe  $L$  und Bassbetonung durch Drossel  $Dr$ .

robusten Aufbau finden statt Instrumente, z. B. für die Anzeige der abgegebenen Leistung, die grün leuchtenden Abstimmröhren Verwendung.

In diesem Zusammenhang kann eine einfache Anordnung für die Kontrastexpansion erwähnt werden, welche bei Radioempfängern Anwendung gefunden hat. Ist das Leistungsniveau genügend hoch, so kann die Widerstandsänderung einer kleinen Glühlampe in einer Brückenschaltung im Lautsprecherkreis die gewollte Steuerung bewirken; der Wirkungsgrad dieser Anordnung ist allerdings schlecht. Eine viel elegantere Lösung ist in einem Empfängermodell 1937 im Zusammenhang mit einer Gegenkopplung verwirklicht. Die Glühlampe ist hier in den Rückkopplungskreis geschaltet, in welchem nur einige Prozent der Ausgangsleistung verlorengehen; steigt nun die Spannung am Lautsprecher (Fig. 4), so steigt der Widerstand der Glühlampe, die negative Rückkopplung wird schwächer und die Niederfrequenzverstärkung nimmt zu. Bekanntlich<sup>3)</sup> kann auch die Frequenz-

<sup>3)</sup> Vgl. den Artikel «Die Gegenkopplung» in einer nächsten Nummer des Bull. SEV.

kurve des Verstärkers dadurch beeinflusst werden, dass der negativen Rückkopplung ein gegenteiliger Frequenzgang gegeben wird. Im Beispiel der Fig. 4 wird die Gegenkopplung für tiefe Frequenzen dadurch geschwächt, dass die Niedervolldrosselspule  $D_r$  dem Kopplungswiderstand  $R_1$  parallel geschaltet ist; dies ergibt «Bassbetonung», also eine vermehrte Verstärkung der tiefen Töne. Ferner kann durch

den Schalter  $S$  an Stelle der Glühlampe ein fester Widerstand  $R_2$  eingeschaltet werden, wodurch die Kontrastexpansion ausser Funktion gesetzt wird. Der Verstärkungsgrad ist nun bei Gegenkopplung angenähert vom Grad derselben abhängig, also hier für höhere Frequenzen (Vernachlässigung der Drosselspule  $D_r$ ):  $(R_1 + R_2)/R_1$ . — (R. C. Matthes und S. B. Wright. Elektr. Engng. Bd. 53 [1934], Nr. 6.) K. E. M.

## Miscellanea.

### Persönliches und Firmen.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

**Internationales Eisenbahnamt.** Der Bundesrat wählte am 14. Januar 1938 Herrn Dr. h. c. A. Schrafl, Ingenieur, bisher Präsident der Generaldirektion der Schweiz. Bundesbahnen, zum Direktor des Zentralamtes für die internationale Eisenbahnbeförderung.

### Kleine Mitteilungen.

**Ein Kurs über Kunststoffe**, veranstaltet vom Betriebswissenschaftlichen Institut an der ETH gemeinsam mit dem Schweiz. Verband für Materialprüfungen der Technik und der Abteilung für industrielle Forschung am Institut für technische Physik, findet statt:

*Freitag, den 4. und Samstag, den 5. Februar 1938,*  
in der ETH, Hauptgebäude, Auditorium III, Mittelbau,  
1. Stock.

Die Vorträge sollen eine allgemeine Uebersicht über die meistverwendeten Kunststoffe unter Berücksichtigung neuer Verwendungsmöglichkeiten vermitteln. Es handelt sich nicht um Ersatzstoffe, sondern um neuere Werkstoffe, die dank ihrer Eigenschaften auch in unserm Lande zum Teil heute schon eine grössere Bedeutung erlangt haben. Der Kurs ist vor allem für die in der Praxis stehenden Ingenieure und Techniker bestimmt und bezweckt eine

#### Orientierung über Eigenschaften, Verarbeitung und Verwendung der Kunststoffe.

Das *Kursgeld* beträgt: für Mitglieder der obgenannten Institutionen Fr. 15.—, für übrige Teilnehmer Fr. 20.—, für Studierende Fr. 5.—. Wenn mehr als zwei Personen der gleichen Firma am Kurse teilnehmen, ermässigt sich das Kursgeld um 20 %.

#### Kursprogramm:

*Freitag, den 4. Februar 1938.*

Beginn: 9.30 Uhr.

9.30—9.45 Uhr: Begrüssung und Ansprache von Prof. R. de Vallière und Prof. Dr. M. Ros.

9.45—11.00 Uhr: Dr. H. Stäger, Priv.-Doz. an der ETH:

Allgemeine Einführung. Begriffsbestimmung, Rohstoffbasis, wichtigste Erzeugungsmethoden, Eigenschaften und Prüfmethoden.

11.05—12.00 Uhr: Dr. K. Frey, Gesellschaft für Chemische Industrie: 1. Allgemeine chemische Aufbauprinzipien. 2. Zusammenhang zwischen Aufbau und Eigenschaften (mechanische Festigkeit, thermisches Verhalten, Plastizität usw.). 3. Systematische Uebersicht über die technisch wichtigen Kunststoffe auf Grund des Herstellungsverfahrens.

14.15—15.30 Uhr: Prof. A. Imhof, Micafil A.G.: Die Eigenschaften der Kunststoffe, betrachtet an konstruktiven Beispielen: 1. Die an Kunststoffen hauptsächlich interessierenden Eigenschaften. 2. Einige Uebersichtstafeln der Eigenschaften wichtiger Kunststoffe. 3. Bedeutung der Werkstoff-Grobstruktur für die Eigenschaften. 4. Betrachtung der Eigenschaften an Anwendungsbeispielen, hauptsächlich solchen der Elektrotechnik.

15.40—16.40 Uhr: Ing. Wirth, Micafil A.G.: Härtbare und thermoplastische Kunststoffe, deren Verarbeitung und Bearbeitung.

16.45—17.45 Uhr: Dipl.-Ing. A. Métraux, Haefely & Cie. A.G.: Messungen an Kunststoffen. Bestimmung der mechanischen Festigkeit, Härteprüfung, Bestimmung der Glutfestigkeit und Brennbarkeit, Messung der elektrischen Eigenschaften, im besondern der dielektrischen Verluste und der Oberflächenfestigkeit. Vergleich der wichtigsten Vorschriften.

*Samstag, den 5. Februar 1938.*

8.15—9.15 Uhr: Dir. W. Meyer, Weidmann A.G.: Kunstharz-Pressformstücke vom wirtschaftlichen Standpunkte aus gesehen.

9.25—10.25 Uhr: Dipl.-Ing. E. Tobler, Obering. der Technischen Prüfanstalten des SEV: Anwendungen der Kunststoffe in der Konstruktion von Installationsmaterialien und elektrischen Apparaten in der Niederspannungstechnik; werkstoffgerechte Anwendung (Beispiele); sicherheitstechnische Prüfungen.

10.35—11.35 Uhr: Dipl.-Ing. Dir. H. Tschudi, Weidmann A.G.: Die Entwicklung der Kunststoffe in den USA. Eindrücke einer Studienreise.

14.15—17.00 Uhr: Diskussion.

## Literatur. — Bibliographie.

### Nr. 1551

389.6 (494) **VSM-Normblattverzeichnis**, Ausgabe 1937, herausgegeben vom VSM-Normalienbureau, Lavaterstr. 11, Zürich 2. Format A5, 70 Seiten. Preis Fr. 1.80.

Das neu erschienene Normblattverzeichnis enthält Titel und Normblattnummern der VSM-Normblätter gruppenweise geordnet. Der einleitende Text gibt Angaben über die Organisation des VSM-Normalienbureau, die Entwicklung eines Normblattes und die Gruppeneinteilung der Normen. Der Abschnitt «Anwendung der Normen in der Praxis» weist hin auf die Bearbeitung der Normen und auf die nötige öffentliche Kritik bei deren Veröffentlichung. Die Bezugsbedingungen orientieren über die Normblattpreise bei Einzelbezug und im Abonnement. Für die Bestellung und zum Aufsuchen von VSM-Normblättern ist das Verzeichnis unerlässlich; deshalb sei Firmen, Verwaltungen und Schulen das unentbehrliche Normblattverzeichnis zur Beachtung sehr empfohlen.

### Nr. 1518

651.824 (494) **Kommentar zu den Bundesvorschriften über die Arbeit in den Fabriken**. Von Ed. Eichholzer. 289 S., A5. Polygraphischer Verlag A.G., Zürich 1937. Preis: brosch. Fr. 9.—, geb. Fr. 10.—.

Die Literatur zur eidgenössischen Fabrikgesetzgebung ist dürftig; ein Kommentar fehlt bis heute. Dieser Mangel war besonders deshalb spürbar, weil es nicht leicht ist, sich im Bundesgesetz und in der Bundesverordnung auszukennen, und weil es ferner viel Zeit und Mühe kostet, die zerstreut liegenden Entscheide der Rechtsprechung und die zahlreichen Weisungen der zuständigen Verwaltungsorgane überhaupt zu finden und sich über den Inhalt rasch zu orientieren.

Der vorliegende Fabrikgesetzkommentar enthebt uns all dieser Sorgen. Er ist ein vorzüglicher Wegweiser und Ratgeber. Strenge Sachlichkeit, Uebersichtlichkeit und gedrängte Kürze sind ihm eigen. Der Kommentar ist kein geliehrtes Nachschlagewerk mit scharfsinnigen Begriffsanalysen, sondern ein unentbehrliches Handbuch, das dem Praktiker und dem Inhaber des dem Fabrikgesetz unterstellten Betriebes dienen will. Wer über Fabrikbau, Hygiene, Arbeitszeit, Dienstverhältnis, Lohn usw. Auskunft haben muss, findet hier sicherer, von kompetenter Stelle (der Verfasser ist stellvertretender Sektionschef im Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit) in einfacher Sprache erteilten Rat. Ein ausführliches Sachregister weist dem Leser zuverlässig und rasch den Weg.

Pf.

621.3

Nr. 1546

**Agenda Dunod 1938 «Electricité».** (Aide mémoire pratique de l'électricité.) Par L.-D. Fourcault. 470 p., 10×15 cm. Editeur: Dunod, 92, Rue Bonaparte, Paris (6<sup>e</sup>) 1938. Prix: fr. 25.—.

Le praticien de l'électricité ne peut se dispenser de posséder un aide-mémoire qui lui fournit des formules et des renseignements immédiatement utilisables dans la pratique. L'agenda Dunod «Electricité» (édition 1938) répond exactement à cet objet. Son index alphabétique, comprenant plus de 350 rubriques, contribue à rendre encore plus facile et plus rapide la recherche des renseignements.

Cet agenda contient, à côté de tableaux et d'exemples de calculs, une documentation abondante et soigneusement tenue

à jour des progrès de la technique. Après avoir exposé des notions générales sur les quantités physiques, les unités de mesure légales, les symboles graphiques internationaux, l'auteur passe en revue les phénomènes magnétiques et électrostatiques, le courant électrique, les phénomènes électromagnétiques, calorifiques et lumineux. Il examine ensuite leurs applications à la production, à la transformation et à la distribution de l'énergie électrique, étudie en détail les canalisations, accumulateurs, moteurs et donne des renseignements sur l'électrochimie, la radiotélégraphie et la radiotéléphonie. Dans cette nouvelle édition, on trouvera les spécifications des gaz rares utilisés en éclairage, des renseignements sur les moteurs universels à courant continu et à courants alternatifs, et des extraits des textes législatifs récents les plus importants.

## Briefe an die Redaktion — Communications à l'adresse de la rédaction.

### Beitrag zur Frage der Verwendung von Glimmlampen zu stroboskopischen Demonstrationen und Messungen.

Von M. Landolt, Winterthur.

(Bull. SEV 1937, Nr. 23, S. 598.)

Herr Prof. E. Lecoultrre, Ecole des Arts et Métiers, Genève, schreibt uns:

«J'ai lu avec grand intérêt l'article de Monsieur le Prof. Landolt dans le No. 23 du Bulletin, concernant l'emploi de lampes à luminescence pour des mesures stroboscopiques.

Je vous signale que j'emploie dans le même but et depuis un an des lampes Philips à vapeur de mercure sous pression. L'éclairement que l'on obtient avec une lampe HP 300, devant un disque stroboscopique est excellent et permet de faire toutes les mesures de glissement sans qu'il soit nécessaire d'obscurcir la salle de cours ou le laboratoire. Tous ceux qui ont à diriger des essais dans une école apprécieront cet avantage.

J'ai employé avec succès et dans le même but une lampe à vapeur de sodium qui donne une image plus nette encore; cette lampe a par rapport à la lampe à vapeur de mercure, l'inconvénient d'un encombrement plus grand.»

Der Autor, Herr Prof. M. Landolt, Technikum Winterthur, antwortet folgendes:

«Es ist zu begrüßen, dass Herr Lecoultrre auf die Verwendbarkeit der handelsüblichen Metalldampflampen hinweist. Er speist sie<sup>1)</sup> über die normal mitgelieferten Trans-

<sup>1)</sup> Nach einer brieflichen Mitteilung.

formatoren, ohne zusätzliche Apparate zu verwenden. Er erhält so unzweifelhaft sehr helle Bilder. Da indessen der Strom im Nulldurchgang nur kurzzeitig unterbrochen wird, ergeben sich nach meinen Erfahrungen sehr unscharfe Bilder. Ich ziehe daher die weniger hellen Bilder vor, die ich mit der Glimmlampe in wechselstromgespeister Blinkschaltung erhalte.

Um mit Metalldampflampen exakte Bilder zu erhalten, benötigt man besondere Schaltungen. Eine solche wurde in Verbindung mit einer mit Quecksilberdampf niedrigen Druckes gefüllten Speziallampe kürzlich beschrieben<sup>2)</sup>. Die AEG verwendet in ihrem soeben bekannt gegebenen «Lichtblitzstroboskop»<sup>3)</sup> vermutlich eine normale Quecksilberdampf-Hochdrucklampe. Die dabei offenbar verwendete komplizierte Schaltung wird sich wesentlich vereinfachen lassen, wenn es sich nur darum handelt, Schlupfe von Asynchronmotoren und Verdrehungen von Rotoren von Synchronmaschinen zu messen und zu demonstrieren.

Sind lediglich Schlupfe zu messen, so kann man auch mit der Glimmlampe mit Tageslicht arbeiten. Man beobachtet hiezu die Frequenz des Aufleuchtens der Glimmlampe durch eine auf die Welle des Prüflings gesetzte Lochscheibe. Diese hat ebensoviele Löcher wie der Prüfling Polpaare. Dann ist der Schlupf gleich der Periodendauer der Wechselspannung dividiert durch das Zeitintervall, das von einem Aufleuchten der Glimmlampe bis zum folgenden verstreicht. Mit etwas Uebung kann man auch ohne Lochscheibe auskommen. Man beleuchtet mit der Glimmlampe einen an einer schattigen Stelle der Welle angebrachten Kreidestrich und misst wieder das Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden Bildern.»

<sup>2)</sup> Electrician, Bd. 118 (1937), S. 494/495.

<sup>3)</sup> AEG-Mitt. 1937, S. 383/384.

## Qualitätszeichen, Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV.

### I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial.



für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsboxen, Kleintransformatoren.

----- für isolierte Leiter.

Mit Ausnahme der isolierten Leiter tragen diese Objekte ausser dem Qualitätszeichen eine SEV-Kontrollmarke, die auf der Verpackung oder am Objekt selbst angebracht ist (siehe Bull. SEV 1930, Nr. 1, S. 31).

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung wurde das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV erteilt für:

#### Kleintransformatoren.

Ab 1. Januar 1938.

Remy Armbruster jun., Basel (Vertretung der Firma A. Grothe und Söhne, Köln-Zollstock).

Fabrikmarke:



Niederspannungs-Kleintransformatoren.

Verwendung: ortsfest, in trockenen Räumen.

Ausführung: kurzschlüssichere Einphasen-Transformatoren. Klasse 1a, Typ 3131 und 3132, 4 VA, Gehäuse aus Kunstharzisolierpreßstoff.

Spannungen: primär 130 bzw. 220 V, sekundär 3, 5, 8 V.

Hans Gloor, Elektrische Apparate und Transformatoren, Zürich-Oerlikon.

Fabrikmarke: Firmenschild.

Niederspannungs-Kleintransformatoren.

Verwendung: ortsfest, in trockenen Räumen.

Ausführung: nicht kurzschlüssichere Einphasen-Transformatoren, Klasse 3b, 100 bis 3000 VA. Abschluss nach aussen durch Gehäuse aus Isolierpreßstoff, oder Eisenkern und Gussgehäuse.

Spannungen: primär 51 bis 500 V, sekundär 51 bis 500 V.

Transformatorenfabrik A.G., Neuveville.

Fabrikmarke:



Niederspannungs-Kleintransformatoren.

Verwendung: ortsfest, in trockenen Räumen.

Ausführung: nicht kurzschlußsichere Einphasen-Transformatoren, Klasse 2b, Sonderausführungen ohne Gehäuse und Klemmen für den Einbau in Invictus-Geräte.

Typ KTb 25 bis 200 VA.

Spannungen: primär 110 bis 250 V (auch mit Anzapfung), sekundär 24 V.

### Lösung des Rechts zur Führung des SEV-Qualitätszeichens.

Die Firma

*Elektrotechnische Fabrik Friedrich Joerg, Unterrodach,*

Vertreter:

*Otto Steiner, Ingenieur, Zürich,*

verzichtet ab 1. Januar 1938 auf das Recht zur Führung des SEV-Qualitätszeichens für die 6-A-Drehschalter Nr. 1220 Tr, 1220 K und 1223 K.

Folglich steht dieser Firma das Recht, die erwähnten Schalter mit ihrem Firmenzeichen  und dem SEV-Qualitätszeichen in den Handel zu bringen, nicht mehr zu.

Die Firma

*C. Schaefer, Limmatstrasse 210, Zürich,*

hat die Schwachstrom-Abteilung an die Firma

*Remy Armbruster jun., Holbeinstr. 27, Basel,*

übertragen. Die mit ihr abgeschlossenen Verträge betreffend das Recht zur Führung des Qualitätszeichens für Kleintransformatoren sind deshalb auf 31. Dez. 1937 erloschen und das Recht zur Führung des Qualitätszeichens steht nicht mehr ihr, sondern der Firma

*Remy Armbruster jun.*

zu (siehe Publikation Seite 42).

### III. Radioschutzzeichen des SEV.



Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung gemäss § 5 des «Reglements zur Erteilung des Rechts zur Führung des Radioschutzzeichens des SEV» (siehe Veröffentlichung im Bulletin SEV 1934, Nr. 23 und 26) wurde das Recht zur Führung des SEV-Radioschutzzeichens erteilt:

Ab 15. Januar 1938.

*AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zürich* (Vertretung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin).

Fabrikmarke:



Staubsauger «Vampyr 200» 165 W für die Spannungen 125, 150, 220 und 250 V.

### Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des SEV und VSE.

### Leitsätze für künstliche Beleuchtung.

Das Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) schreibt hiemit folgenden Entwurf zu «Leitsätzen für künstliche Beleuchtung» zur Stellungnahme aus. Einsprachen und Bemerkungen zu diesem Entwurf sind dem Sekretariat des CSE, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bis zum 28. Februar 1938 einzureichen. Nach der Behandlung allfälliger Einsprachen und Bemerkungen werden die Leitsätze in Kraft gesetzt. (Vgl. S. 29.)

#### Entwurf.

### Leitsätze für künstliche Beleuchtung.

Aufgestellt vom Comité Suisse de l'Eclairage (CSE).

### E i n l e i t u n g .

Menschliches Schaffen ist ohne künstliche Beleuchtung völlig undenkbar; geistige und körperliche Tätigkeit, ja selbst ein Ausspannen von der Arbeit stellt an die künstliche Beleuchtung Bedingungen, deren bestmögliche Erfüllung von allen Fachleuten anzustreben ist.

Fachleute für Beleuchtung sind alle diejenigen, welche an der Planung, an der Herstellung und beim Betrieb mitwirken, also Architekten, Beleuchtungs-Ingenieure und -Techniker, Beleuchtungskörper- und Glühlampen-Fabriken, Elektrofachfirmen und Elektrizitätswerke, ferner Augenärzte und Hygieniker, Behörden, die für sachgemäße Einrichtungen verantwortlich sind, sowie Professoren an technischen Lehranstalten, denen die Ausbildung von Architekten, Ingenieuren und Technikern obliegt, und Lehrer an Gewerbeschulen, denen die fachliche Heranbildung von Berufsleuten anvertraut ist.

Die Wegleitung bezwecken, allen Fachleuten den neuesten Stand der Anschauungen über künstliche Beleuchtung der Internationalen Beleuchtungskommission (IBK), in der die Schweiz durch das Comité Suisse de l'Eclairage (CSE) vertreten ist, in gedrängter Form zu vermitteln und ihnen

dadurch ein praktisches Werkzeug in die Hand zu geben, das ihnen ermöglichen soll, Beleuchtungsaufgaben nach einheitlichen Richtlinien zu lösen.

Die Wegleitungen enthalten die *Beleuchtungs-Leitsätze* allgemeiner Art, welche dem Beleuchtungspraktiker die meisten Probleme der Außen- und Innenbeleuchtung zu behandeln gestatten.

Sondergebiete, wie Überlandstrassenbeleuchtung, Automobilbeleuchtung, Luftverkehrsbeleuchtung, Signalbeleuchtung, Tageslichtbeleuchtung usw., bleiben einer späteren Bearbeitung als Nachträge zu diesen Wegleitungen vorbehalten.

Der Anhang umfasst eine Einteilung einiger Arbeitszweige, ferner die *lichttechnischen Grundbegriffe*, wobei die wichtigsten international geregelten Definitionen angeführt sind.

### B e l e u c h t u n g s - L e i t s ä t z e .

Die künstliche Beleuchtung muss den Forderungen der Gesundheit und des Wohlbefindens des Menschen entsprechen; sie soll zweckentsprechend und wirtschaftlich sein sowie zeitgemäßen Ansprüchen der Schönheit genügen. Gut ist die Beleuchtung, wenn Beleuchtungsstärke, Schattigkeit, örtliche und zeitliche Gleichmässigkeit, Blendung und Lichtfarbe den Forderungen der jeweiligen Arbeit, dem Ort und der Sicherheit angepasst sind.

### I. Beleuchtungsgüte.

#### I. Erforderliche Beleuchtungsstärken.

Es ist zwischen reiner *Allgemeinbeleuchtung* und *Arbeitsplatzbeleuchtung mit zusätzlicher Allgemeinbeleuchtung* zu unterscheiden. Die geforderte Stärke der Allgemeinbeleuchtung soll bei Außenanlagen auf dem Boden als Messebene, in Innenräumen in horizontaler Ebene 85 cm über Boden (normale Tischhöhe) vorhanden sein. Bei der Arbeitsplatzbeleuchtung gilt der geforderte Wert stets auf der wirklichen Arbeitsfläche. Dabei sind stets die Regeln für «Betrieb und Unterhalt» (siehe Abschnitt II 3) zu beachten.

Neben der erforderlichen Beleuchtung auf der Messebene müssen auch die übrigen Stellen des Raumes eine ausreichende Beleuchtungsstärke besitzen.

### a) Arbeitsstätten einschliesslich Schulen.

Tabelle I.

Art der Arbeit	Reine Allgemeinbeleuchtung		Arbeitsplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung	
	Mittlere Beleuchtungsstärke		Arbeitsplatz-Beleuchtung Lux	Allgemein-beleuchtung Mittlere Stärke Lux
	Empfohlener Wert Lux	Mindest-stärke Lux		
grob . . .	40	20	100 . . . 50	20
mittelein .	80	40	300 . . . 100	30
fein . . .	150	75	1000 . . . 300	40
sehr fein .	300	150	nach oben 1000 keine Grenze	50

Der Wert der Allgemeinbeleuchtung an der ungünstigsten Stelle soll womöglich 50 %, mindestens aber 35 % der mittleren Beleuchtungsstärke betragen.

Der grosse Unterschied der Beleuchtungsstärken bei reiner Allgemeinbeleuchtung und bei solcher in Verbindung mit Arbeitsplatzbeleuchtung ist auf die verschiedene örtliche Verteilung beider Beleuchtungsarten zurückzuführen (siehe Abschnitt 3).

Eine Einteilung einiger Arbeits-Zweige und -Räume in Industrie- und Gewerbebetrieben sowie in Schulen findet sich im Anhang I.

### b) Aufenthalts- und Wohnräume.

Tabelle II.

Art der Ansprüche	Allgemeinbeleuchtung Mittlere Stärke	
	Empfohlener Wert Lux	Mindestwert Lux
niedrig . . .	40	20
mittel . . .	80	40
hoch . . .	150	75

Die Beleuchtungsstärken gelten für mittlere Reflexion der Decke und Wände (40 . . . 60 %).

Die Beleuchtung an der ungünstigsten Stelle des Raumes soll womöglich 50 %, mindestens aber 35 % der mittleren Werte betragen. Für Arbeitsplatzbeleuchtung gelten die Werte nach Tabelle I.

### c) Verkehrsanlagen.

Tabelle III.

Art der Anlage	Mittlere Beleuchtungsstärke <sup>1)</sup>	
	Empfohlen. Wert Lux	Mindest-wert Lux
<b>Strassen und Plätze</b>		
mit schwachem Verkehr . . . . .	3	1
» mittlerem » . . . . .	8	3
» starkem » . . . . .	15	8
» stärkstem » . . . . .	30	15
<b>Fabrikhöfe</b>		
mit schwachem Verkehr . . . . .	3	1
» starkem » . . . . .	15	5
<b>Durchgänge und Treppen</b>		
mit schwachem Verkehr . . . . .	15	5
» starkem » . . . . .	30	10
<b>Bahnanlagen, Gleisfelder</b>		
mit schwachem Verkehr . . . . .	1,5	0,5
» starkem » . . . . .	5	2
<b>Bahnsteige und Verladestellen</b>		
mit schwachem Verkehr . . . . .	15	5
» starkem » . . . . .	30	10

<sup>1)</sup> Im allgemeinen bezogen auf den Boden als Messebene. In vielen Fällen ist außer der Horizontalbeleuchtung auch die Vertikalbeleuchtung von Wichtigkeit. Sie ist die auf einer senkrechten, quer zur Verkehrsrichtung angenommenen Messebene in der Verkehrsrichtung vorhandene Beleuchtungsstärke.

An der ungünstigsten Stelle soll die Beleuchtungsstärke betragen:

#### auf Strassen und Plätzen

mit schwachem Verkehr womöglich 20 %, mind. aber 10 %
» mittlerem » 25 %, » » 15 %
» starkem » 35 %, » » 20 %
» stärkstem » 35 %, » » 25 %
bei den übrigen Anlagen 50 %, » » 25 %

des mittleren Wertes.

Von den beiden in den Tabellen angeführten Werten soll der empfohlene Wert gewählt werden, ausnahmsweise ein geringerer, wenigstens aber der angegebene Mindestwert. Bei der Beleuchtung von Strassen und Plätzen darf die mittlere Beleuchtungsstärke außerhalb der normalen Verkehrszeiten höchstens bis auf einen Drittel vermindert werden.

Alle in den Tabellen angeführten Beleuchtungsstärken stellen nur Richtwerte dar; es sind hierbei mittlere, die Scharbeit beeinflussende Faktoren angenommen. In ungünstigen Fällen, also z. B. wo die Reflexion des Arbeitsgutes oder der Raumauskleidung klein und die Kontraste gering sind, müssen noch höhere Beleuchtungsstärken gewählt werden.

### 2. Schattigkeit.

Das Erkennen der Körperlichkeit von Gegenständen wird durch die Schatten wesentlich beeinflusst. Daher muss die Beleuchtung die richtige Schattigkeit aufweisen.

Unter der Schattigkeit der Beleuchtung versteht man das Verhältnis aus dem abgeschatteten Anteil und der ohne Abschattung vorhandenen Beleuchtungsstärke. Die Schattigkeit wird mit Schattenmessvorrichtungen auf Beleuchtungsmessern ermittelt.

Die Arbeitsbeleuchtung darf nicht völlig schattenlos sein; ihre Schattigkeit beträgt mindestens 0,2, d. h. wenigstens 20 % der Beleuchtungsstärke soll vom gerichteten Lichtstrom herführen. Umgekehrt sollen die Schatten bei wichtigen Arbeits- und Verkehrsplätzen nicht zu tief sein; die Schattigkeit soll höchstens 0,8 erreichen. Durch Art, Zahl und Anordnung der Lichtquellen können schroffe Leuchtdichte-Unterschiede auf einer Fläche günstig beeinflusst werden.

Ein zwischen Lichtquelle und beleuchteter Fläche befindlicher lichtundurchlässiger Gegenstand erzeugt einen Schlagschatten, der je nach Art der Lichtquelle als reiner Kernschatten oder als Kern- und Halbschatten oder als Halbschatten allein auftritt. Punktförmige Lichtquellen erzeugen nur Kernschatten, ausgedehnte Lichtquellen auch Halbschatten, der sich abfallend um den Kernschatten legt und bei grosser Lichtquellenausdehnung, wozu auch leuchtende Decken und Wände zählen, aufzehrt. Ein von einem Halbschatten umgebener Kernschatten wirkt weniger störend als ein reiner Kernschatten.

Eigenschatten entstehen auf Körperflächen, die dem Licht abgewandt sind; ihre von der Stellung der einzelnen Oberflächen zur Lichtquelle abhängige verschiedenartige Tiefe verursacht die Schattierung, die den Eindruck der Körperlichkeit entstehen lässt.

Lichtquellen sind im Raum so anzuordnen, dass störende Schatten durch feststehende oder bewegte Gegenstände möglichst vermieden werden. Ist dies nicht zu verhüten, dann sind Arbeits- und wichtige Verkehrsstellen durch besondere Lichtquellen aufzuhalten.

Die Richtung des auffallenden Lichtes sei stets so, dass die auftretenden wichtigsten Schlag- und die Eigenschatten dem natürlichen Empfinden nicht widersprechen; das Licht soll hauptsächlich von oben oder schräg oben einfallen.

### 3. Oertliche Gleichmässigkeit.

Die Beleuchtungsverteilung sei gleichmässig; schroffe Unterschiede von Stelle zu Stelle sind stets zu vermeiden, da starke Ungleichmässigkeit die Erkennbarkeit beeinträchtigt.

Nebeneinander liegende Räume, die häufig begangen werden, dürfen daher keine grossen Beleuchtungsunterschiede aufweisen, ebenfalls nicht der Übergang von Haupt- zu Nebenstrassen.

Zur Erzielung einer angemessenen örtlichen Gleichmässigkeit sind an den ungünstigsten Stellen die in Abschnitt 1 geforderten Mindest-Beleuchtungsstärken einzuhalten.

Das Auge passt sich Änderungen der Leuchtdichte wohl an, doch beansprucht diese Umstellung eine gewisse Zeit, die bei Adaptieren von Hell auf Dunkel grösser ist als umgekehrt.

Eine reine Allgemeinbeleuchtung schafft günstigere Schat bedingungen als Platzbeleuchtung. Wird diese vorgesehen, dann sind höhere Beleuchtungsstärken erforderlich und

ausserdem eine zusätzliche angemessene Allgemeinbeleuchtung (Tabelle I in Abschnitt 1).

#### 4. Zeitliche Gleichmässigkeit.

Zeitliche Lichtschwankungen müssen entweder so schnell oder so langsam erfolgen, dass sie vom Auge nicht als störend empfunden werden.

Das Licht elektrischer Glühlampen bei Wechselstrom von 50 Per./s erscheint im allgemeinen und bei ruhenden Gegenständen zeitlich konstant; rasch bewegte Dinge können dagegen stroboskopische Wirkungen hervorrufen, die gefährlich sein können, indem z. B. umlaufende Gegenstände zu ruhen oder sich langsam zu bewegen scheinen. In solchen Fällen sind Sicherheits- und Warnungsmassnahmen zu treffen.

Bei Wechselstromanlagen geringer Frequenz, z. B. 16 2/3 Per./s, machen sich Lichtschwankungen nicht mehr störend bemerkbar, wenn Glühlampen mit genügend grosser Wärmeträgheit des Leuchtsystems — dicker Leuchtdraht — Verwendung finden.

Bei elektrischen Beleuchtungsanlagen sind die durch stark schwankende Spannung verursachten Lichtunterschiede durch geeignete Mittel zum Konstanthalten der Spannung zu be seitigen.

#### 5. Blendung.

Blendung durch Lichtquellen oder Leuchten oder durch Reflexion beleuchteter Gegenstände ist in allen Fällen zu vermeiden. Die Blendung tritt infolge zu starker Beanspruchung der Netzhaut auf; sie setzt die Empfindlichkeit des Auges herab und wirkt wie ungenügende Beleuchtungsstärke. Sie führt zu Unsicherheit bei der Arbeit und zu Unbehagen und verringert deshalb Güte und Menge der Arbeit. Sie kann auch Ursache von Unglücksfällen sein.

Um Blendung in einfacher Weise festzustellen, wird das Auge gegen die Richtung, in der die Blendung vermutet wird, abgeschirmt. Tritt ein betrachteter Gegenstand bei Abschirmung deutlicher hervor, dann ist Blendung vorhanden.

Die Blendung ist in erster Linie von der Leuchtdichte der Lichtquelle abhängig, ferner vom Verhältnis dieser Leuchtdichte zu jener der Umgebung, sowie von der Grösse der Blendungsquelle, von ihrer Entfernung vom Auge und von ihrer Lage im Schefeld. Sie ist um so grösser, je näher sich die Blendungsquelle in der Mitte des Blickfeldes befindet (Infeldblendung) und wird um so kleiner, je weiter sie an den Rand des Schefeldes rückt (Umfeldblendung).

Es ist heute noch nicht möglich, alle die beeinflussenden Faktoren zahlenmäßig zu bewerten.

**Blendung ist in vielen Beleuchtungsanlagen der Hauptfehler, der oft nicht genügend erkannt wird.**

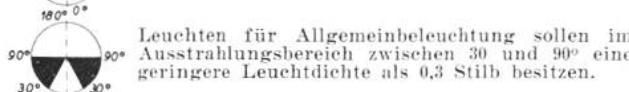
Für ihre Beseitigung oder Verringerung gelten folgende Regeln:

1. Jede nackte unabgedeckte Lichtquelle ist zu vermeiden.  
2. Lichtquellen sind gegen das Auge durch undurchsichtige Reflektoren abzuschirmen oder in stark streuende Leuchten (aus Trügglas, Papier oder Webstoffe) einzuschliessen. Mattierte oder Prismengläser und mattierte Glühlampenkolben verhüten die Blendung nicht.

3. Damit Leuchten bei den in Abschnitt I 1 geforderten Stärken nicht blenden, wird empfohlen, die folgenden Leuchtdichten nicht zu überschreiten:



Leuchten für Aussenbeleuchtung dürfen im Ausstrahlungsbereich zwischen 60 u. 90° eine Leuchtdichte von höchstens 2 Stilb aufweisen.



Leuchten für Allgemeinbeleuchtung sollen im Ausstrahlungsbereich zwischen 30 und 90° eine geringere Leuchtdichte als 0,3 Stilb besitzen.



Leuchten für Arbeitsplatzbeleuchtung sollen im Ausstrahlungsbereich von 60 bis 180° nirgends eine höhere Leuchtdichte als 0,2 Stilb aufweisen.

4. Bei Blendung durch Spiegelung muss die Stellung der Lichtquelle so gewählt werden, dass Reflexions- und Blickrichtung nicht zusammenfallen. Für die Arbeitsplatzbeleuchtung sind daher bewegliche Leuchteräte besonders zu empfehlen. Bei Schreibarbeiten ist die Verwendung matter Papiere und mattschreibender Kopierstifte anzuraten. Blanke Teile an Maschinen sind tunlichst zu vermeiden.

5. Blendung durch einzelne Leuchtgeräte am Rande des Blickfeldes ist durch Steigerung der Leuchtdichte des Ar-

beitsplatzes, ferner durch Vergrösserung des Winkels zwischen Blickrichtung und Einfallsrichtung des störenden Lichtes zu mildern oder zu beheben.

6. Blendung durch grosse leuchtende Flächen in der Umgebung des Arbeitsplatzes ist durch Erhöhung der Leuchtdichte der Arbeitsebene zu verhüten, also durch Erhöhung der Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz — z. B. mit Sonderleuchten — oder durch Erhöhung der Reflexion der Arbeitsfläche, bzw. Verminderung der Reflexion ihrer Umgebung.

#### 6. Lichtfarbe.

Die Farbe des künstlichen Lichtes soll sich im allgemeinen von jener des natürlichen Tageslichtes nicht allzu stark unterscheiden. Zwar stimmt die Lichtfarbe der heute üblichen Lichtquellen mit der Farbe des natürlichen Tageslichtes nicht völlig überein, doch ist dieser Unterschied für die meisten Arbeiten ohne Bedeutung.

Wo farbige Gegenstände bei künstlicher Beleuchtung nattreue erscheinen sollen, ist künstliches Tageslicht zu verwenden.

Künstliches Tageslicht ungenügender Beleuchtungsstärke wirkt kalt und unfreundlich; es ist deshalb nicht nur die Farbe, sondern auch die Stärke des natürlichen Tageslichtes nachzuahmen, d. h. es sind im allgemeinen wesentlich höhere Beleuchtungsstärken als bei gewöhnlicher künstlicher Beleuchtung zu wählen.

Wo natürliches Tageslicht wegen seiner Farbe unentbehrlich ist, aber nur ungenügend eintreten kann, ist künstliches Tageslicht als Zusatzbeleuchtung vorzusehen.

Für Stimmungsbeleuchtung kann mit Vorteil farbiges Licht Verwendung finden.

Infolge der höheren Lichtausbeute sowie der grösseren Schärfe des Auges bei einfarbigem (z. B. gelbem) Licht können z. B. zur Beleuchtung von Strassen vorteilhaft Gasentladungslampen (Natriumdampf- oder Quecksilberdampf-Lampen) verwendet werden.

## H. Beleuchtungsanlagen.

### 1. Wirtschaftlichkeit.

Beleuchtungsanlagen sollen im allgemeinen den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit entsprechen. Nur eine gute Beleuchtung ist wirtschaftlich.

Gute Beleuchtung erhöht die Leistungsfähigkeit des Menschen, sie fördert Ordnung und Sauberkeit und verhindert die Unfallgefahr. Schlechte Beleuchtung verzögert die Sehtätigkeit und bewirkt dadurch längere Arbeitszeit. Dieser Mehraufwand an Zeit kostet aber mehr als die scheinbaren Ersparnisse, die bei Verwendung mangelhafter Beleuchtungseinrichtungen erzielt werden können. Deshalb ist gute Beleuchtung unter Berücksichtigung aller Faktoren stets billiger als schlechte.

Wo künstlerische Erwägungen in den Vordergrund treten, können Beleuchtungslösungen entstehen, die in wirtschaftlicher Hinsicht nicht mehr den höchsten Ansprüchen genügen. Auf keinen Fall dürfen aber die lichttechnischen Forderungen zugunsten ästhetischer Rücksichten vernachlässigt werden.

### 2. Anlage.

Die Verteilungsanlage muss dem Beleuchtungszweck angepasst werden, um eine bequeme und sichere Benützung zu ermöglichen. Die erforderlichen elektrischen Leitungen und Installationsmaterialien müssen den Vorschriften, bzw. Normalien des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (SEV) entsprechen. Beleuchtungsanlagen sind vor Ausführung fachmännisch zu projektiert, Innenbeleuchtungen am besten schon beim Entwurf eines Gebäudes.

Zur Projektierung der Beleuchtung in Innenräumen sind folgende Angaben erforderlich, die soweit möglich in die Pläne eingetragen werden:

1. Maßstäblicher Grundriss und Aufriss mit Angabe von Eingängen, Fenstern, Oberlichtern und Treppen.
2. Beschaffenheit der Decke und Wände mit Angabe des Reflexionsvermögens.
3. Raumteinrichtung und Art der Arbeit: Grösse und Stellung der Einrichtungsgegenstände, Lage und Grösse der Arbeitstische und -maschinen mit Angabe über Standorte der Arbeitenden, Reflexion der Einrichtungsgegenstände und des Arbeitsgutes.
4. Kräne, Transmissionen, Rohre und Schächte von Heizungs- und Entlüftungsanlagen.

5. Angabe besonderer Gefahrenquellen, wie Gruben, Stufen usw.
6. Stromart, Spannung und Frequenz der zur Verfügung stehenden Energieversorgung.

Bei der Projektierung ist zuerst unter Berücksichtigung der Art der Arbeit und der Raumbesetzung zu entscheiden, ob reine Allgemeinbeleuchtung oder Arbeitsplatzbeleuchtung mit zusätzlicher Allgemeinbeleuchtung in Frage kommt.

Reine Allgemeinbeleuchtung ermöglicht die gleichzeitige Beleuchtung aller Arbeitsplätze und Verkehrsgänge. Je nach dem erforderlichen Grad der Schattigkeit und je nach Ansprüchen, die an das Aussehen der Anlage gestellt werden, kann sie völlig direkt bis vollkommen indirekt durch richtig verteilte Leuchten erfolgen.

Bei der Arbeitsplatzbeleuchtung erhält im allgemeinen jede Arbeitsstelle ihre Sonderleuchte; es treten aber bei Arbeitsplatzbeleuchtung zwischen den einzelnen beleuchteten Stellen zu starke Schatten auf; deshalb ist noch zusätzliche Allgemeinbeleuchtung umganglich nötig. Bei hellen Innenräumen wird die mittlere Beleuchtungsstärke nur wenig von der Aufhängehöhe der Leuchten beeinflusst; deshalb sind Beleuchtungskörper möglichst hoch aufzuhängen; denn dadurch wird die Gleichmässigkeit besser und die Blendungsgefahr geringer. Bei Beleuchtung mit Leuchten von vorwiegend oder ganz indirekter Lichtausstrahlung ist auf gleichmässige Beleuchtung von Decke und Wänden zu achten.

Wo immer möglich, sind grosse Fensteröffnungen mit hellen Vorhängen zu versehen, damit kein Licht unnütz austritt und verlorengieht.

Zur Projektierung der *Aussenbeleuchtung* sind folgende Angaben erforderlich:

1. Maßstäblicher Grundriss, wenn nötig auch Aufriss.
2. Angabe schattenverursachender Gegenstände, Bäume, Mästen usw.
3. Verwendungszweck, Art der Arbeit, Art und Dichte des Verkehrs.
4. Standort der Verkehrszeichen.
5. Angabe besonderer Gefahrenquellen, wie Gruben oder Randsteine, Verkehrsinseln usw.
6. Stromart, Spannung und Frequenz der zur Verfügung stehenden Energieversorgung.

Beleuchtungen, die verschiedenen Zwecken dienen, dürfen einander nicht stören und sind so anzulegen, dass Verwechslungen ausgeschlossen sind. Strassenbeleuchtungen dürfen durch Lichtreklamen und Schaufensterbeleuchtungen nicht störend beeinflusst werden; Signallichter an Verkehrsanlagen sollen in ihrer Erkennbarkeit weder durch die Strassenbeleuchtung noch durch andere Lichtenanlagen beeinträchtigt werden.

### 3. Betrieb und Unterhalt.

Beleuchtungsanlagen müssen dauernd betriebssicher sein; deshalb ist eine gute Ueberwachung, in besonderen Fällen eine Notbeleuchtung nötig.

Die Nennspannung der elektrischen Lichtquellen soll mit der wirklich vorhandenen mittleren Betriebsspannung des Netzes möglichst gut übereinstimmen. Wenn die Betriebsspannung niedriger als die Lampenspannung ist, besitzen die Lichtquellen eine zu geringe Lichtausbeute; bei zu hoher Spannung brennen die Lampen vorzeitig durch.

Der abgegebene Lichtstrom der Glühlampen geht mit deren Benützungsdauer zurück, wodurch die Beleuchtungsstärke auch geringer wird. Die Lichtquellen sind daher rechtzeitig auszuwechseln.

Glühlampen und Beleuchtungskörper sowie die zur Beleuchtung beitragenden Decken und Wände von Innenräumen soll man nicht so verschmutzen lassen, dass die Beleuchtungsstärken unter die in Abschnitt I/1 empfohlenen Werte heruntersinken; in keinem Fall dürfen die Mindestwerte unterschritten werden. Daher ist in allen Beleuchtungsanlagen eine regelmässige Reinigung der Lampen, Leuchten, Decken und Wände sowie Fenster und Fenstervorhänge unbedingt erforderlich.

Durch regelmässige Prüfung der Beleuchtungsstärken lässt sich der Betriebszustand von Beleuchtungsanlagen gut überwachen; hierzu eignet sich ein Beleuchtungsmesser, der in keinem grösseren Betrieb fehlen sollte. In *Innenräumen* soll die künstliche Beleuchtung eingeschaltet werden, sobald die Tagesbeleuchtung unter die «empfohlenen Werte» der Tabellen sinkt.

Bei der *Beleuchtung von Verkehrsanlagen* ist künstliche Beleuchtung je nach der geographischen Breite während folgender Zeiten erforderlich:

im Winterhalbjahr von  $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{2}$  Std. nach Sonnenuntergang bis  $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{2}$  Std. vor Sonnenaufgang;  
im Sommerhalbjahr von  $\frac{1}{2} \dots \frac{3}{4}$  Std. nach Sonnenuntergang bis  $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{2}$  Std. vor Sonnenaufgang.

Auf besondere Witterungsverhältnisse (Nebel und starke Bewölkung) ist tunlich Rücksicht zu nehmen. Diese Forderung kann durch Photoclement-Steuerung erfüllt werden, die auch besonders für die Beleuchtung von Unterführungen und Strassentunnels zu empfehlen ist.

## Anhang I.

### Einteilung einiger Arbeitszweige und Räume in Industrie- und Gewerbebetrieben sowie in Schulen.

(Diese Beispiele sind sinngemäss auf andere Arbeitsarten zu übertragen.)

Arbeitszweige u. Räume	Grobe Arbeit	Mittelfeine Arbeit	Feine Arbeit	Sehr feine Arbeit
Räume ohne besondere Arbeitsstellen	Abstell- und Lagerräume Garagen und Wagenschuppen	Waschräume Garderoben Toiletten		
Giesserei	Giessen grosser Formen Gussputzen	Giessen kleiner Formen, Spritzguss, einfaches Formen	Schwieriges Formen	
Metallbearbeitung	Grobwalzen und -ziehen Schmieden am Amboss und im Gesenk Schruppen	Arbeiten an der Revolverdrehbank (ausgenommen Einrichten) Pressen, Stanzen Bohren Grobschlitten Grobmontage	Feinwalzen und -ziehen Einrichten von Revolverdrehbänken Feinschlitten Polieren Feine Pressarbeit Feinmontage	Feinmechanische Arbeiten Uhrmacherei Gravieren
Keramische Industrie	Arbeiten im Ofenraum, Überwachen masch. Einrichtungen	Formen grosser Gegenstände	Formen kleiner Gegenstände Bemalen Glasschleifen und Polieren	
Gerberei und Lederverarbeitung	Arbeiten an Gruben und Fässern	Scheren und Stossen	Arbeiten an Maschinen Färben Zuschneiden und Nähen	
Holzbearbeitung	Sägen am Gatter	Sägen, Hobeln Fräsen Zusammenbau	Feine Sägearbeiten, Drechseln, Polieren	Schnitzen
Papierherstellung u. Verarbeitung		Zellulose- und Holzstoffbereitung Arbeit an Papiermaschinen	Zurichten und Fertigmachen	
Nahrungs- und Genussmittel		Mühlen, Bäckereien, Teigwaren Konserven-, Schokolade- und pharmazeutische Fabriken, Metzgerien, Wurstereien und Küchen, Bierbrauereien und Kellereien, Tabakverarbeitung	Kontrolle, Abfüllen, Abwagen und Verpacken Laboratoriumsarbeiten	
Gewebeherstellung und Verarbeitung		Vorwerke der Spinnerei	Spinnen, Zwirnen, Weben, Zuschneiden und Nähen heller Ware Färben, Waschen und Bügeln	Spinnen, Zwirnen, Weben, Zuschneiden und Nähen dunkler Ware
Druckerei			Drucken	Setzen, Einrichten von Druckmaschinen, Lithographie Papierkontrolle

Arbeitszweige u. Räume	Große Arbeit	Mittelfeine Arbeit	Feine Arbeit	Sehr feine Arbeit
Büroarbeit			Lese- und Schreibarbeit Maschinen-schreiben Arbeit an anderen Büromaschinen	Zeichnen
Schulen		Versammlungs-räume, Singzimmer Waschräume Garderoben Toiletten	Unterrichtsräume Lessesäle Handfertigkeits-zimmer Laboratorien Turnhallen	Zeichensäle Nähzimmer

## A n h a n g II.

### Lichttechnische Grundbegriffe.

Für die Verständigung in allen licht- und beleuchtungstechnischen Fragen, z. B. in wissenschaftlichen Studien und Abhandlungen, bei photometrischen Messungen, in Projekten usw., sind eindeutige Begriffsbestimmungen von grundlegender Wichtigkeit.

Die Internationale Beleuchtungskommission (IBK) hat für die lichttechnischen Grundgrößen die folgenden Definitionen angenommen. Ueber diese Festlegungen hinaus hat das CSE im Auftrage der IBK ein Wörterbuch<sup>1)</sup> bearbeitet, das die wichtigsten gebräuchlichen Ausdrücke in deutscher, französischer und englischer Sprache bestimmt.

#### 1. Lichttechnische Größen und deren Erklärung.

Grösse	Definition	
Benennung	Symbol	
1. Lichtstrom	$\phi$	Der Lichtstrom (Lichtleistung) ist die gemäss der von der IBK 1924 provisorisch festgelegten spektralen Hellempfindlichkeitskurve photometrisch bewertete Leistung.  Die Werte der spektralen Hellempfindlichkeit sind unter 13. angegeben.  Vereinfachte Definition: <i>Der Lichtstrom ist derjenige Teil der von einem leuchtenden Körper ausgestrahlten Leistung, der vom Auge als Licht empfunden wird.</i>
2. Lichtmenge	$Q$ In England u. Frankr. $L$	Produkt aus Lichtstrom und seiner Dauer.
3. Lichtstärke	$I$	Die Lichtstärke einer punktförmigen Lichtquelle in einer beliebigen Richtung ist der Quotient aus dem Lichtstrom in dieser Richtung und dem durchstrahlten Raumwinkel <sup>2)</sup> .  Die Lichtstärke ist also eine Raumwinkel-Lichtstromdichte. (Der Lichtstrom einer Lichtquelle, deren Abmessungen im Vergleich zu dem Abstande, aus dem sie beobachtet wird, vernachlässigt werden können, kann als von einem Punkte ausgehend angesehen werden.)

<sup>1)</sup> Erscheint anfangs 1938. Zu beziehen beim Central Office of the ICI, The National Physical Laboratory, Teddington, England. Preis 2 Schilling.

<sup>2)</sup> Der Raumwinkel ( $\omega$ ) ist der durch eine beliebige kegel- oder pyramidenförmige Umhüllung abgegrenzte Raumenteil, innerhalb dessen ein Teillichtstrom einer Lichtquelle ausgestrahlt wird. Man misst ihn, indem man sich um die Lichtquelle eine Kugel mit dem Radius 1 m gelegt denkt und den Oberflächenausschnitt 1 m<sup>2</sup>, so umschliesst der Mantel des herausgeschnittenen Teillichtstromes den Raumwinkel 1; der volle Raumwinkel hat also  $4\pi = 12,566$  Einheiten.

Grösse	Definition	
	Benennung	Symbol
4. Beleuchtungsstärke	$E$	Die Beleuchtungsstärke ist der Quotient aus dem auffallenden Lichtstrom und der Grösse der Fläche, wenn diese gleichmässig beleuchtet ist.
5. Leuchtdichte	$B$	Die Leuchtdichte eines leuchtenden Flächenelements in einer bestimmten Richtung ist der Quotient aus der Lichtstärke des Flächenelements in dieser Richtung und der Vertikalprojektion des Flächenelements auf die zu der Ausstrahlungsrichtung senkrechten Ebene.
6. Lichtausbeute	$\eta^3)$	Verhältnis des Gesamtlichtstroms zur aufgenommenen Leistung.
7. Reflexion	$\varrho$	Verhältnis des von dem Körper zurückgestrahlten Lichtstromes zum aufgestrahlten Lichtstrom.  Man unterscheidet gerichtete und zerstreute (diffuse) Reflexion, die zusammen die Gesamtreflexion bilden <sup>4)</sup> .
8. Absorption	$\alpha$	Verhältnis des von dem Körper absorbierten Lichtstroms zum aufgestrahlten Lichtstrom.
9. Durchlässigkeit	$\tau$	Verhältnis des von einem Körper hindurchgelassenen Lichtstroms zum aufgestrahlten Lichtstrom.  Man unterscheidet gerichtete, zerstreute (diffuse) und gemischte Durchlässigkeit <sup>4)</sup> .
10. Spez. Lichtausstrahlung	$R$	Die spezifische Lichtausstrahlung ist der Quotient aus dem von einer Fläche (selbstleuchtend oder nicht selbstleuchtend) ausgestrahlten Lichtstrom und der Grösse der ausstrahlenden Fläche, wenn die Ausstrahlung über die ganze Fläche gleichmässig ist.
11. Photometrisches Strahlungssäquivalent	$K$	Verhältnis eines monochromatisch ausgestrahlten Lichtstroms zu der ihm entsprechenden Strahlungsleistung.
12. Mech. Lichtäquival.	$M^3)$	Der reziproke Wert des Höchstwertes des photometrischen Strahlungssäquivalentes.
13. Spektrale Hellempfindlichkeit des Auges	$V_\lambda^3)$	Verhältnis des photometrischen Strahlungssäquivalents für eine Wellenlänge zu seinem Höchstwert im Spektrum.  Die IBK stimmte im Jahre 1924 provisorisch der folgenden Tabelle zu (vgl. Fig. 1):

$\lambda$ m $\mu$	$V_\lambda$						
400	0,0004	90	0,208	80	0,870	70	0,032
10	0012	500	323	90	757	80	017
20	0040	10	503	600	631	90	0082
30	0116	20	710	10	503	700	0041
40	023	30	862	20	381	10	0021
450	038	40	954	30	265	20	00105
60	060	550	995	40	175	30	00052
70	091	60	995	650	107	40	00025
80	139	70	952	60	061	750	00012
						60	00006

<sup>3)</sup> Ueber dieses Symbol besteht zur Zeit kein ausdrücklicher Beschluss der IBK.

<sup>4)</sup> Diese Grössen können je nach der Art und der Richtung des aufgestrahlten Lichtstromes verschieden sein.

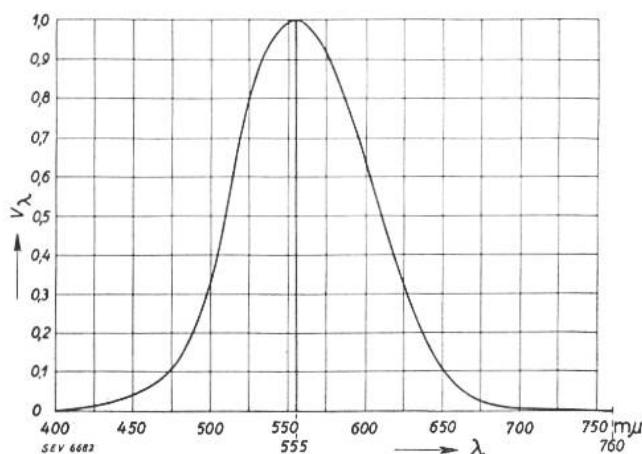


Fig. 1.  
Kurve der spektralen Hellempfindlichkeit des Auges.

## 2. Lichttechnische Einheiten und deren Definition.

Grösse	Einheit		Definition
	Benennung	Symbol	
1. Lichtstrom	Lumen	lm	Der von einer Lichtquelle mit der überall gleichen Lichtstärke Eins in den Raumwinkel Eins gestrahlte Lichtstrom.
2. Lichtmenge	Lumenstunde	lmh	Lichtmenge, die durch ein Lumen in einer Stunde erzeugt wird.
3. Lichtstärke	Kerze Internat. Kerze	b <sup>3)</sup>	Die Internationale Kerze ist die Einheit der Lichtstärke gemäss dem Uebereinkommen zwischen den drei nationalen Eichlaboratorien von Frankreich, Grossbritannien und den Vereinigten Staaten aus dem Jahre 1909. Diese Einheit wird seitdem in diesen Laboratorien mittels elektrischer Glühlampen aufrechterhalten. (Diese Laboratorien sind: das Laboratoire Central d'Electricité in Paris, das National Physical Laboratory in Teddington und das Bureau of Standards in Washington.)
Hefnerkerze <sup>5)</sup>	HK (HK)	b <sup>3)</sup>	(In Deutschland und in einigen anderen Ländern benutzte Lichtstärkeeinheit.) <sup>6)</sup> Die horizontale Lichtstärke der Hefnerlampe, wenn diese unter festgesetzten Bedingungen brennt.

<sup>5)</sup> Das Verhältnis  $\frac{b}{HK}$  ist vorübergehend, nach Vereinbarung:

Eichnormal	Farbtemp. °K	$\frac{b}{HK}$
Kohlenfadenlampe	2000	1,11
Wolfram-Vakuuulampe	2360	1,145
Gasfüllungslampe	2600	1,17

<sup>6)</sup> Weil alle photometrischen Einheiten von der Einheit der Lichtstärke abgeleitet sind und für diese Grösse zwei Einheiten, die Internationale Kerze und die Hefnerkerze, bestehen, gibt es auch für alle anderen photometrischen Grössen zwei Einheiten. Das ist bei den nächsten Einheiten zu beachten. Man vergewisse sich deshalb stets, um welche Einheiten es sich handelt.

Grösse	Einheit		Definition
	Benennung	Symbol	
	Neue Kerze <sup>7)</sup>		Vom 1. Januar 1940 an gilt die «Neue Kerze». Sie ist $\frac{1}{60}$ der Lichtstärke eines $\text{cm}^2$ des Schwarzen Strahlers bei der Erstarrungstemperatur des Platins <sup>7)</sup> .
4. Beleuchtungsstärke	Lux	Ix	Die Beleuchtungsstärke einer Fläche von $1 \text{ m}^2$ , auf die ein Lichtstrom von 1 Lumen in gleichmässiger Verteilung auftrifft.
5. Leuchtdichte	Stilb	sb	Die Leuchtdichte einer Lichtquelle mit der Lichtstärke einer Kerze und einer scheinbaren Oberfläche von $1 \text{ cm}^2$ . In Deutschland gilt als Einheit der Leuchtdichte (neben 1 Stilb = $1 \text{ HK/cm}^2$ ) auch noch 1 Apostilb = $\frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4} \text{ HK/cm}^2$ .
6. Lichtausbeute	Lumen pro Watt	lm/W <sup>8)</sup>	Quotient aus der Einheit des Lichtstromes und der Einheit der zur Erzeugung des Lichtstromes von der Lichtquelle aufgenommenen Leistung.

<sup>7)</sup> Beschluss des Comité International des Poids et Mesures, Paris, Juni 1937. Die Beziehungen der neuen Kerze zur Internationalen und zur Hefnerkerze sind noch nicht veröffentlicht.

<sup>8)</sup> Für elektrische Lichtquellen.

## 3. Beziehungen zwischen den verschiedenen Grössen und Einheiten.

Grösse	Beziehung	Einheit	Symbol
Lichtstrom	$\Phi$	Lumen	lm
Lichtmenge	$Q = \Phi \cdot t$	Lumenstunde	lmh
Lichtstärke	$I = \frac{\Phi}{\omega}$	Kerze	b
Beleuchtungsstärke	$E = \frac{I}{A}$	Lux	Ix
Leuchtdichte	$B = \frac{I_e}{a \cdot \cos \varepsilon}$	Stilb	sb
Lichtausbeute	$\eta = \frac{\Phi}{P}$	Lumen pro Watt	lm/W
Spezifische Lichtausstrahlung	$R = \frac{\Phi}{a}$	Lumen pro $\text{cm}^2$	lm/ $\text{cm}^2$

Hierin bedeuten:

- t die Zeit in Stunden
- $\omega$  den Raumwinkel
- A eine Fläche in  $\text{m}^2$
- a eine Fläche in  $\text{cm}^2$
- $\varepsilon$  den Ausstrahlungswinkel (Winkel zwischen Ausstrahlungsrichtung und Flächennormale)
- P zugeführte Leistung.