

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 30 (1939)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Bericht über den Stand der Frage der spektralen Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges  
**Autor:** König, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058420>

### **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:** 18.01.2025

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

# ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

# BULLETIN

## RÉDACTION:

Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens  
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

## ADMINISTRATION:

Zurich, Stauffacherquai 36 ♦ Téléphone 5 17 42  
Chèques postaux VIII 8481

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXX<sup>e</sup> Année

N<sup>o</sup> 23

Vendredi, 10 Novembre 1939

## Bericht über den Stand der Frage der spektralen Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges.

Von H. König, Bern.

(Mitteilung aus dem Eidg. Amt für Mass und Gewicht.)

535.736.14

*Die Internationale Beleuchtungskommission hat im Juni dieses Jahres beschlossen, die seinerzeit für die Hellempfindlichkeitsfunktion  $V(\lambda)$  provisorisch festgesetzten Werte nicht zu ändern. Da dieser Beschluss für die gesamte Lichttechnik von weittragender Bedeutung ist, sei versucht, einen weiteren Kreis vertraut zu machen mit den Gründen, die gegen eine Aenderung von  $V(\lambda)$  gesprochen haben.*

*La Commission Internationale de l'Eclairage a décidé en juin dernier de ne pas modifier les valeurs fixées provisoirement pour la fonction  $V(\lambda)$  du facteur de visibilité relative. Cette décision ayant une portée énorme pour toutes les questions d'éclairage, l'auteur essaye d'expliquer à un cercle plus étendu les raisons qui s'opposaient à une modification de la courbe  $V(\lambda)$ .*

Da Licht physikalisch strahlende Energie ist, ist es das Gegebene, seine Wirksamkeit auf unser Auge auf das Energiemass zu beziehen. Die unmittelbar erkennbare Tatsache, dass im kontinuierlichen Spektrum das Licht z. B. an den Enden weniger hell wirkt als im mittleren gelbgrünen Teil, soll also ihren quantitativen Ausdruck finden in einer Hellempfindlichkeitsfunktion  $V(\lambda)$ , welche die Helligkeitseindrücke monochromatischer Strahlungen derselben Energie und verschiedener Wellenlängen  $\lambda$  miteinander vergleicht.

Zu einer ersten Einschränkung zwingt folgende Tatsache: Während am hellen Tag der sog. Zäpfchenapparat, mit einem Empfindlichkeitsmaximum im Gelbgrün, wirksam ist, arbeitet bei niedriger Beleuchtungsstufe (z. B. Mondlicht, ca.  $\frac{1}{10}$  Lux) der mehr blaugrün empfindliche sog. Stäbchenapparat. Die Zunahme der Blauempfindlichkeit mit Abnahme der Helligkeit ist als Purkinje-Effekt bekannt. Da sich die Industrie in erster Linie für Arbeitsbeleuchtung, also verhältnismässig hohe Beleuchtungsstufen interessiert, soll sich  $V(\lambda)$  nur auf das helladaptierte Auge beziehen.

Schon die grundlegenden Arbeiten von Ives (1912)<sup>1)</sup> lassen zwar erkennen, dass auch in diesem eingeschränkten Bereich  $V(\lambda)$  als Funktion von  $\lambda$  allein nicht existiert. Aber man lege in den folgenden Jahren das Gewicht mehr auf die ebenfalls von Ives stammende tröstliche Feststellung, dass die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der verschiedenen (unten noch näher besprochenen) Verfahren gegen hohe Beleuchtungen hin und für kleine Feldgrössen kleiner, und zwar von der Grössenordnung der Messfehler würden.

<sup>1)</sup> Ives, Phil. Mag. Bd. 24 (1912), S. 149, 352, 744, 845 und 853.

Wir haben den Eindruck, dass das Gefühl für die starke Abhängigkeit der Funktion  $V(\lambda)$  von den Messbedingungen vorübergehend etwas verloren gegangen sei. So stand in den Diskussionen, die die Grundlage der 1924 erfolgten provisorischen Festsetzung von  $V(\lambda, \text{int})$  bildeten, das Existenzproblem von  $V(\lambda)$  zu sehr im Hintergrund.

Aus der gleichen Einstellung heraus, die mit dem Begriff « $V(\lambda)$ » die Vorstellung von etwas allzu Präzisiertem verband, führten die in den Jahren 1936/37 aufgedeckten Abweichungen von  $V(\lambda, \text{int})$  zur Frage, welches nun das wahre  $V(\lambda)$  eigentlich sei — mit dem Ergebnis, dass jedenfalls flimmerphotometrisch ein «wahres» allgemeingültiges  $V(\lambda)$  nicht existiert.

Der Praktiker kann sich aber mit dieser physiologischen Feststellung nicht begnügen. Die kommerzielle Photometrie muss, wenn sie ihrem Zweck dienen soll, eine einfache Struktur besitzen<sup>2)</sup>; dies heisst, dass irgendeine lichttechnische Grösse gemäss der Formel

$$\text{Konstante} \cdot \int E(\lambda) V(\lambda, \text{int}) d\lambda$$

eindeutig und linear aus den spektralen Energieanteilen  $E(\lambda)$  aufgebaut sein soll; hierin soll die vereinbarte Hellempfindlichkeitsfunktion  $V(\lambda, \text{int})$  eine Funktion von  $\lambda$  allein sein. Diese letztere Funktion bildet gewissermassen den Rahmen, in den die Durchschnittseigenschaften des menschlichen Auges hineingepresst werden müssen.

Dies sind, etwas schematisiert, die Grundzüge der Entwicklung. Um Einzelheiten verständlich machen zu können, benötigen wir eine kurze Uebersicht über die wichtigsten Verfahren der heterochromen Photometrie im Lichte neuerer Forschungen.

<sup>2)</sup> König, Das Licht Bd. 7 (1937), S. 261.

1. *Das Sehschärfeverfahren.* Zwei Beleuchtungen werden als gleich definiert, wenn die Erkennbarkeit von Sehzeichen dieselbe ist. Der Vergleich zweier Lichter erfolgt durch zwei *räumlich und zeitlich getrennte* Messungen. Die Sehschärfe-Messungen sind mühsam und ungenau (bestenfalls  $\pm 5\%$ ) und kommen für laufende photometrische Messungen kaum in Frage.

2. *Der direkt heterochrome Vergleich.* Das Verhältnis der Beleuchtungen zweier aneinandergrenzender Photometerfelder wird so lange geändert, bis der Eindruck der Gleichhelligkeit entsteht. Der Ungeübte hat anfänglich Mühe, ein Urteil: «gleichhell» zu finden. Mit einiger Übung sind reproduzierbare Werte erhältlich. Nachteilig ist die Ueberschätzung sattfarbiger Lichter (Wirksamkeitsplus nach Kohlrausch, Farbenglut nach Helmholtz), die so weit gehen kann, dass der Eindruck ( $A+B$ ) einer Lichtsumme  $A+B$  niedriger bewertet wird als der Eindruck ( $A$ ) des Lichtes  $A$ . Die direkt heterochrom gewonnene  $V(\lambda)$ -Kurve verläuft an den Enden des Spektrums merklich höher als die Sehschärfe- $V(\lambda)$ -Kurve.

3. *Das Kleinstufen-Verfahren.* Statt nach 2. die Farbdifferenz mit einem Sprung zu überwinden, werden nacheinander kleinere Sprünge nach 2. ausgeführt. Ob dabei die Ueberschätzungs-Fehler systematisch auflaufen oder nicht, d. h. ob sich die Ergebnisse mit denjenigen von Verfahren 2 decken, oder ob sie sich unter gewissen Bedingungen mehr denjenigen von 1. nähern, ist noch nicht restlos abgeklärt.

Dieses Verfahren verdient, weniger im Hinblick auf seine Anwendung in der Praxis, als zur Vertiefung unseres Verständnisses des Helligkeits-Begriffes, noch eingehend untersucht zu werden, und zwar namentlich hinsichtlich der Abhängigkeit der Ergebnisse von der Leuchtdichte.

4. *Das Flimmerverfahren.* Die zu vergleichenden Leuchtdichten werden dem Auge auf derselben Fläche *nacheinander* in raschem Wechsel dargeboten. Das Verfahren beruht darauf, dass das Verschwinden des Eindrucks des Farbwechsels bei niedrigerer Flimmerfrequenz erfolgt als das Verschwinden des Eindrucks des Helligkeits-Flimmerns.

Von den vier genannten Verfahren führt 4. weitaus am raschesten zu reproduzierbaren Werten. Dieselben liegen den Sehschärfe-Werten näher als den durch Direktvergleich gewonnenen Werten. Im Gegensatz zu 2. ist die Additivität (Eindruck der Lichtsumme = Summe der Eindrücke der Einzellichter) in einem engen Leuchtdichtebereich weitgehend gewährleistet.

Im Jahre 1924 setzte die Internationale Beleuchtungskommission, gestützt auf einige sehr sorgfältige, vorwiegend amerikanische Untersuchungen nach dem Flimmer- und Kleinstufen-Verfahren provisorisch die in Fig. 1 dargestellte, hier stets als  $V(\lambda, \text{int})$  bezeichnete Funktion fest<sup>3)</sup>.

Das Flimmerverfahren als das theoretisch-physiologisch komplizierteste, aber bequemste Verfahren wurde *von jeher* nur deshalb anerkannt, weil es mit dem Sehschärfe-Verfahren leidlich übereinstimmende Werte ergab; kleinere Unstimmigkeiten durften nicht verwunderlich erscheinen.

Dass die Ergebnisse für den relativ kleinen Farbensprung von der Kohlefadenlampe (gleichfarbig mit der Hefner-Kerze) zur Wolframdraht-Vakuumlampe in den verschiedenen Laboratorien um 3% differierten, war bedauerlich, aber vorübergehend tragbar und im übrigen aus der Entwicklung heraus verständlich. Dasselbe galt für die Differenzen von ca. 10% im Blau, auf die man stiess, als um das Jahr 1932 das Auftauchen der Gasentladungs-

3) Commission Internationale de l'Eclairage, Comptendu, Genève 1924 (Cambridge 1926), S. 67. — Eine Uebersicht über die der internationalen Kurve zugrunde liegenden Arbeiten findet sich bei Jainski, Dissertation T. H. Berlin 1938 (Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin).

lampen erneut zum Studium grösserer Farbensprünge zwang.

Die in den Jahren 1936/37 von Arndt<sup>4)</sup>, Dresler<sup>5)</sup> und Rieck<sup>6)</sup> an den Linien  $\lambda = 546, 578$  und 589 vorgenommenen Flimmermessungen führten z. B. zu 20% Abweichung vom internationalen

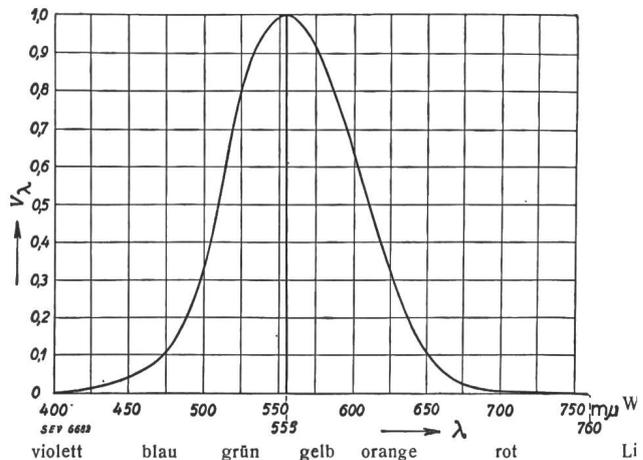


Fig. 1.

Kurve der spektralen Hellempfindlichkeit des helladaptierten Auges nach der provisorischen Festlegung der IBK im Jahre 1924.

*Erklärung:* Strahlungen von der Wellenlänge 400...750  $m\mu$  ( $1 m\mu = 1$  Millionstel mm) erzeugen im Auge Lichtindrücke. Die Stärke der Hellempfindung ist von der Wellenlänge der Strahlung abhängig. Unter der Voraussetzung, dass die verschiedenen Strahlungen des sichtbaren Bereiches einzeln und mit gleicher Strahlungsintensität auf das helladaptierte Auge wirken, zeigt die Kurve den Grad der Hellempfindung  $V_\lambda$ . Dieser Wert beträgt 1,0 oder 100% für die Wellenlänge 555  $m\mu$ , welche die stärkste Hellempfindung auslöst. Die Werte der Hellempfindlichkeit für andere Wellenlängen sind relative Werte, bezogen auf diesen Höchstwert.

Aus: Schweiz. Allg. Leitsätze für elektrische Beleuchtung, Zürich 1939, S. 15.

Wert beim Verhältnis  $V(589)/V(546)$ . Die Messbedingungen waren zwar bei diesen Autoren von den üblichen (Feldgrösse  $2^\circ$ , Leuchtdichte  $25 \cdot \frac{\text{Stilb}}{\pi \cdot 10^4}$ )<sup>\*)</sup> bewusst teilweise verschieden; trotzdem waren diese Abweichungen beunruhigend hoch.

Dieser Befund veranlasste das Deutsche Beleuchtungs-Komitee, die Internationale Beleuchtungskommission auf die Notwendigkeit einer Neubestimmung von  $V(\lambda)$  aufmerksam zu machen.

Die in den Jahren 1937/38 von Dresler<sup>7)</sup>, Preston<sup>8)</sup>, Jaggi<sup>9)</sup> und von Forsythe, Barnes und Shrider<sup>10)</sup> gemachten Anstrengungen brachten eine weitgehende, aber nicht vollkommene Klärung der Situation.

Das wertvolle Hauptergebnis dieser Aktion ist die Vertiefung unseres Verständnisses für den Hel-

4) Arndt, Das Licht Bd. 6 (1936), S. 75.

5) Dresler, Das Licht Bd. 7 (1937), S. 81.

6) Rieck, Das Licht Bd. 7 (1937), S. 215.

7) Dresler, Das Licht Bd. 7 (1937), S. 203.

8) Preston, Proc. Phys. Soc. Bd. 50 (1938), S. 398.

9) Jaggi, Helv. Phys. Acta Bd. 12 (1939), S. 77.

10) Forsythe, Barnes und Shrider, Journ. Opt. Soc. Amer. Bd. 28 (1938), S. 241.

\*)  $1 \text{ Stilb} = 1 \text{ Kerze pro cm}^2$ ;  $1/\pi \cdot 10^4 \text{ Stilb}$ , entsprechend dem in Deutschland gebräuchlichen «Apostilb», ist die Leuchtdichte einer ideal weissen diffusen, mit 1 Lux beleuchteten Fläche.

ligkeitsbegriff, wie er durch das Flimmerverfahren definiert wird<sup>11)</sup>. Wir wissen heute:

a) Im Blau können Unterschiede bis zu 30 % erzwungen werden lediglich durch Aenderung der Grösse des Flimmerfeldes.

Diejenige Stelle der Netzhaut, auf welcher sich die fixierte Stelle abbildet, ist äusserlich durch eine Gelbfärbung, also optisch durch eine besondere Undurchlässigkeit bzw. Unempfindlichkeit gegenüber Blau gekennzeichnet. Der 2...3<sup>o</sup> grosse gelbe Fleck (macula lutea) ist nicht scharf begrenzt, sondern geht schon von 1<sup>o</sup> an allmählich in die Umgebung über. Vollkommen stäbchenfrei ist nur das zentrale Gebiet von 40 Bogenminuten Durchmesser, was aber für das Tagessehen nicht von Bedeutung ist, da oberhalb  $20 \cdot \frac{\text{Stilb}}{\pi \cdot 10^4}$  die Stäbchen sicher nicht mehr nennenswert am Sehprozess beteiligt sind.

b) Die Hellempfindlichkeit des stäbchenfreien Zentrums nimmt im Rot bei einer Erhöhung der Leuchtdichte von 10 auf  $6000 \frac{\text{Stilb}}{\pi \cdot 10^4}$  durchschnittlich um 30 % ab (inverser Purkinje-Effekt).

Bei höheren Leuchtdichten pflegt man mit etwas höherer Flimmerfrequenz zu arbeiten; der inverse Purkinje-Effekt ist jedoch keineswegs als Abhängigkeit von der Flimmerfrequenz deutbar.

c)  $V(\lambda)$  ist in noch nicht geklärter Weise von der Vorgeschichte nicht nur des Auges, sondern des ganzen Organismus abhängig; Variabilitätsbereich wahrscheinlich 5 %.

d) Die Additivität gilt auch beim Flimmerverfahren, zu dem man in dieser Hinsicht von allen Verfahren das grösste Zutrauen hatte, selbst in einem kleinen Leuchtdichtebereich (Intensitätsverhältnis 1 zu 2) bei satten Farben nur auf 1...2 % genau.

e) Die Eindeutigkeit (Unabhängigkeit des Verhältnisses zweier Lichter vom Vergleichslicht) ist beim Flimmerverfahren bei satten Farben nur auf 1...2 % genau gewährleistet.

f) Eine Aenderung der Messvorschrift kann das Ergebnis leicht um 1 % beeinflussen.

g) Der Einfluss der Umfeldbeleuchtung hält sich innerhalb 1 %.

Die Flimmer-Hellempfindlichkeit ist also mathematisch nicht durch eine Funktion von  $\lambda$ , sondern durch einen Bereich von nicht-eindeutigen Funktionen von  $\lambda$  charakterisiert.

Unter Verzicht auf quantitative Einzelheiten beschränken wir uns auf einige charakteristische Feststellungen und verweisen im übrigen auf die Originalarbeiten und den Bericht der Internationalen Beleuchtungskommission<sup>12)</sup>.

Nicht alle Autoren scheinen die wirksamen Leuchtdichten richtig angegeben zu haben. Wir erinnern daran, dass ein Irrtum um einen Faktor 2 in der Gegend von  $50 \cdot \frac{\text{Stilb}}{\pi \cdot 10^4}$  im Rot 5 % in  $V(\lambda)$  ausmacht.

<sup>11)</sup> Siehe hierzu besonders: Jaggi, Helv. Phys. Acta Bd. 12 (1939), S. 77.

<sup>12)</sup> Commission Internationale de l'Eclairage, Rapport du Comité Hongrois (J. Urbanek et E. Ferencz) (1939); ferner: Dresler, Zeitschr. für techn. Physik Bd. 19 (1938), S. 206.

Fehler von einigen Prozenten in den Energiemessungen an den Enden des Spektrums können vorkommen.

Vorzeichen und Grössenordnung der Abweichungen neubestimmter  $V(\lambda)$  von  $V(\lambda, \text{int})$  möge man aus Fig. 2 entnehmen, wo als Beispiele die (unter verschiedenen Bedingungen aufgenommenen!)  $V(\lambda)$ -Kurven von Dresler und Jaggi dargestellt sind.

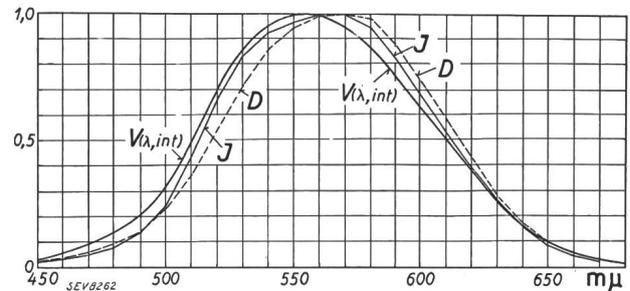


Fig. 2.

Beispiele von Ergebnissen neuerer  $V(\lambda)$ -Bestimmungen.  
D Dresler, J Jaggi.

Preston und Forsythe, Barnes und Shrider finden keine nennenswerten Abweichungen von  $V(\lambda, \text{int})$ .

Der Vergleich älterer und neuerer Messungen in den verschiedenen Spektralbereichen gestattet nachstehende Folgerungen:

Die Unterschiede im Blau lassen sich zur Not als Einfluss der Feldgrösse und auf die Heranziehung des Kleinstufenverfahrens bei der Aufstellung von  $V(\lambda, \text{int})$  deuten. Eine Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  im Blau wäre also nur dann ins Auge zu fassen, wenn man aus grundsätzlichen oder messtechnischen Gründen ein kleineres Feld (z. B. 1,2<sup>o</sup>) als «besser» ansehen wollte.

Wenn man im Rot mit monochromatischen Lichtern gleicher Leuchtdichte arbeitet, so erhält man ein  $V(\lambda)$ , welches wegen dem inversen Purkinje-Effekt steiler verläuft, als wenn man  $V(\lambda)$  aus Messungen an Lichtern gleicher Energie, also mit wachsendem  $\lambda$  abnehmender Leuchtdichte, ableitet. Dieser Umstand sowie wiederum die Tatsache, dass bei der Aufstellung von  $V(\lambda, \text{int})$  das Kleinstufenverfahren mitgesprochen hat, lassen verständlich erscheinen, warum fast alle neueren Messungen etwas steileren Abfall von  $V(\lambda)$  verglichen mit  $V(\lambda, \text{int})$  im Rot ergeben. Die Lage von  $V(\lambda)$  im Rot kann man durch Wahl der Flimmerleuchtdichte stark verändern.

Die 20 Prozent Unterschied im Verhältnis  $V(589)/V(546)$  zwischen den Ergebnissen von Dresler und Preston bereiten dem Verständnis einige Schwierigkeiten. Vielleicht die Hälfte dieser Diskrepanz liesse sich als Einfluss der Leuchtdichte und der Jahreszeit deuten.

Im Gelb haben die neueren Untersuchungen durchschnittlich eine gegen  $V(\lambda, \text{int})$  erhöhte Hellempfindlichkeit ergeben, was sich in einer Verschiebung des Empfindlichkeits-Maximums äussert.

Man ist aber noch nicht so weit, dass man sicher sagen könnte, ob unter direkt vergleichbaren Bedingungen, d. h. bei gleicher Feldgrösse, Leucht-

dichte und Jahreszeit zwischen den Beobachtergruppen verschiedener Länder physiologisch reale Differenzen von der Grössenordnung 5 % im Gelb und Rot bestehen bleiben oder nicht.

Von den an verschiedenen Stellen im Gang befindlichen Untersuchungen, sowie von dem geplanten internationalen Filter-Austausch versprechen wir uns eine definitive Abklärung dieser Fragen.

Soviel über die wissenschaftliche Basis, auf welcher eine Diskussion über eine evtl. Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  erfolgen konnte, und zwar konnte es sich grössenordnungsmässig handeln um 0...—20 % im Blau, 0...+5 % im Gelb und 0...±10 % im Rot.

Anlässlich ihrer 10. Vollversammlung im Juni 1939 in Scheveningen fasste die Internationale Beleuchtungskommission u. a. folgende Beschlüsse:

1° Tout résultat de mesure photométrique doit être placé, conformément au sens des recommandations officielles No. 5 et 6 du Comité 1b «Définitions et Symboles» de la CIE adoptées en 1935, sur la base fondamentale unique définie par la relation

$$B = K_m \cdot \int E(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

où  $B$  signifie la brillance lumineuse,  $K_m$  la valeur maximum du coefficient de visibilité,  $E(\lambda)$  les brillances énergétiques par unité de longueur d'onde;  $V(\lambda)$  les facteurs de visibilité relative définis par la CIE,  $\lambda$  la longueur d'onde.

2° Il n'y a pas lieu de changer les facteurs de visibilité relative actuellement en vigueur.

Im ersten Beschluss erkennt man das Festhalten am Prinzip der *linearen* Struktur der Photometrie.

Der zweite Beschluss trägt zunächst der Tatsache Rechnung, dass im Juni 1939 der für eine Neufestsetzung nötige Grad von Uebereinstimmung innerhalb der neueren Messungen noch nicht erreicht war; darüber hinaus bringt er zum Ausdruck, dass nicht nur momentan, sondern auch späterhin kein triftiger Anlass zur Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  zu erwarten sei, ohne dass aber die bisherigen provisorischen  $V(\lambda, \text{int})$ -Werte ausdrücklich als definitiv erklärt werden.

Beide Beschlüsse sind für die gesamte Lichttechnik von grosser Tragweite. Der erstgenannte bedarf keiner weiteren Begründung mehr, wohl aber der zweite.

In einem durch das Schweizerische Beleuchtungskomitee der Internationalen Beleuchtungskommission vorgelegten Memorandum<sup>13)</sup>, auf welches sich die nachfolgenden Betrachtungen stützen, haben wir die Beibehaltung des bisherigen  $V(\lambda, \text{int})$  dringend empfohlen und den extremen Standpunkt vertreten, wonach eine Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  nicht nur jetzt, sondern *überhaupt nicht* angebracht erscheine.

Die Begründung dieser ablehnenden Haltung ist nicht einfach, weil die ins Feld zu führenden Argumente verschiedenartiger Natur sind und zum Teil gar nicht gegeneinander ausgespielt werden können.

Man muss wohl unterscheiden zwischen grundsätzlichen und rein messtechnischen Erwägungen.

<sup>13)</sup> Eidg. Amt für Mass und Gewicht: Versuch einer Begründung, weshalb eine Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  weder jetzt, noch später angebracht erscheint (Januar 1939).

### Grundsätzliche Erwägungen.

Wenn man  $V(\lambda, \text{int})$  definitiv wählen will, so muss man sich zuerst darüber im klaren sein, welchen grundsätzlichen Forderungen  $V(\lambda, \text{int})$  genügen solle.

Seit Ives vertritt man die Auffassung, dass das ideale  $V(\lambda, \text{int})$  die Verhältnisse widerspiegeln sollte, die beim Arbeiten und Lesen herrschen. Quantitativ, so glauben wir heute, könnte man diese Forderung durch Sehschärfe-Messungen verwirklichen.

So naheliegend diese theoretische Bevorzugung des Sehschärfeverfahrens erscheint, so ist sie doch nicht ganz frei von Willkür. Eine bessere theoretische Grundlage für die Diskussion ist uns aber nicht bekannt.

Es wäre grundsätzlich gestattet, die langwierigen und ungenauen Sehschärfemessungen zu ersetzen, wenn bewiesen werden könnte, dass ein bequemeres Verfahren existiert, welches die Sehschärfe- $V(\lambda)$ -Werte zu reproduzieren gestattet. Von allen Verfahren könnte das Flimmerverfahren am ehesten berufen sein, diese Rolle zu spielen.

Theoretisch kennen wir nun keinen Grund, weshalb Flimmer- und Sehschärfe-Bewertung sich decken sollten. In der Tat zeigen die wenigen brauchbaren Sehschärfe-Bestimmungen Unterschiede gegenüber der Flimmermethode; sie sind aber nicht so gross wie diejenigen gegenüber dem direkt-heterochromen Vergleich.

Werden sich diese Differenzen bestätigen oder nicht? Diese Frage ist weit schwieriger zu beantworten, als man zunächst annehmen sollte.

Die Kritik des Flimmerverfahrens hat bereits dazu geführt, das Flimmer- $V(\lambda)$  nicht mehr als Funktion, sondern als Funktionsbereich zu charakterisieren.

Es ist zu erwarten, dass mit zunehmender Kenntnis des Sehschärfe-Verfahrens die Kritik einsetzen wird in dem Sinne, dass man zur Einsicht kommen wird, dass bei diesem Verfahren der Kontrast in speziellerer Weise herangezogen wird als bei der Leuchtdichte-Beurteilung im täglichen Leben. Dies würde zwangsläufig zu einem Hin- und Herschwanke zwischen grundsätzlichen und rein messtechnischen Erwägungen führen, und man wäre nicht viel weiter, als man heute hinsichtlich des Flimmerverfahrens ist. Und nicht zuletzt könnte sich herausstellen, dass beim Sehschärfe-Verfahren die Additivität nicht ausreichend gewährleistet ist. (Es liegt in der Natur des Verfahrens, dass hinsichtlich der Eindeutigkeit keine Schwierigkeiten zu befürchten sind.) Dann käme man, wie unten am Beispiel des Flimmerverfahrens erläutert werden wird, nicht ohne Willkür weiter.

Im Falle zweier sich vermutlich teilweise überdeckender Bereiche wäre es aber schwer, zu entscheiden, ob man das Gewicht mehr auf die teilweise Uebereinstimmung oder auf die teilweise Nicht-Uebereinstimmung legen soll. Nehmen wir an, ein klarer Entscheid sei dereinst möglich. Dann ergeben sich zwei Alternativen:

I) Die Differenzen zwischen Sehschärfen- und Flimmer-Verfahren mögen durch zukünftige Untersuchungen bestätigt werden. In diesem Fall bedeutet ein Festhalten an der grundsätzlichen Forderung, Sehschärfen-Werte als «richtig» zu betrachten, eine Abkehr von der Flimmermethode als Primärmethode zur Aufstellung von  $V(\lambda, \text{int})$ . Dann aber heisst es nichts anderes als: Warten bis das Sehschärfen- $V(\lambda)$  zuverlässig festgelegt ist.

Diesen Weg kann man sich für alle Fälle offen halten, aber viel verspricht man sich besser nicht davon. Dem Einwand, dass wir allzu sehr mit Vermutungen operieren, können wir nur entgegenen, dass dieselben nicht ganz unbegründet sind und dass die Hoffnung auf eine grundsätzlich befriedigende Lösung des  $V(\lambda, \text{int})$ -Problems auf Grund des Sehschärfen-Verfahrens nicht gerade gross ist.

Und wenn diese Lösung auch möglich wäre, so würde dies nach I) bedeuten, dass das Flimmerverfahren, das wohl stets das praktische subjektive Verfahren sein wird, keine  $V(\lambda, \text{int})$ -getreuen Werte liefern kann, sondern grundsätzlich müsste beim Flimmern mit Korrekturgläsern vor dem Auge oder mit andern Kunstgriffen gearbeitet werden.

Wer aber hiervor zurückschrecken und lieber die Sehschärfenmethode opfern würde, um die Flimmermethode als Primärmethode zu retten, verlasse damit automatisch den grundsätzlichen Standpunkt und dürfte von da ab keine andern als rein messtechnische Argumente mehr gelten lassen.

Soweit die Alternative I) und ihre Auswirkungen. Nun:

II) Zwischen Sehschärfen- und Flimmer-Verfahren mögen keine nennenswerten Differenzen nachgewiesen werden. Es ist wichtig, festzustellen, dass nur unter dieser einschränkenden Voraussetzung ein weiteres Diskutieren über grundsätzliche Gesichtspunkte im Zusammenhang mit dem Flimmerverfahren ohne Berücksichtigung des Sehschärfeverfahrens überhaupt noch einen Sinn hat.

Zunächst sei daran erinnert, dass die einzige allgemeine Anforderung grundsätzlicher Natur, die man vom Standpunkt der Anwendung im täglichen Leben an  $V(\lambda, \text{int})$  stellen darf, diejenige ist, dass eine  $V(\lambda, \text{int})$ -getreue Leuchtdichte-Bewertung mit unserer unmittelbaren Empfindung tunlichst nicht in Widerspruch gerate. Widersprüche sind im Gebiet des Tagessehens nicht zu befürchten. In denjenigen Sonderfällen, in denen die unmittelbare subjektive Bewertung von der  $V(\lambda, \text{int})$ -getreuen Bewertung abweicht (z. B. Dämmerungssehen, Dunkelkammer-Beleuchtung usw.), handelt es sich um Beträge über 50 %, also Beträge, die weit grösser sind als diejenigen, um die es sich bei einer Neuwahl von  $V(\lambda, \text{int})$  handeln könnte.

Hieraus folgt, dass die Forderung, dass  $V(\lambda, \text{int})$ -getreue Bewertung mit unserem primitiven Vermögen, Helligkeiten unmittelbar abzuschätzen, nicht in Konflikt geraten dürfe, in der Diskussion über eine evtl. Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  weder pro noch contra als Argument brauchbar ist.

Nun ein spezielleres Argument: Die allgemeine Forderung der Wiedergabe der Verhältnisse bei Tagessehen enthält in sich, bzw. wird gewöhnlich

ergänzt durch die spezielle grundsätzliche Forderung, dass nur eine kleine zentrale Partie der Netzhaut massgebend sein dürfe, entsprechend dem Umstand, dass Arbeiten und Lesen in einem Fixieren bestehe. Diese Teilforderung hat in der Tat etwas Ueberzeugendes in sich; sie ist quantitativer Art und daher auch vom messtechnischen Standpunkt aus diskutabel. Ihre Folge wäre eine Bevorzugung der Feldgrössen unter  $1,5^\circ$  und damit, wenn man die Konsequenzen ziehen will, eine Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$ .

Aus zwei in ihrer Art ganz verschiedenen Gründen sollte man diesem Dogma von der fovealen Beobachtungswiese — etwas anderes ist es nämlich nicht — nicht zu grosses Gewicht beilegen.

1. Wenn mit der Wahl eines kleinen Feldes  $V(\lambda)$  wirklich definiert wäre, so wäre alles in Ordnung. Dem ist aber nicht so. Die starke Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen im Rot zwingt zu ganz willkürlichen, d. h. durch keine theoretischen Gesichtspunkte nahegelegte Festsetzungen. Das jetzige  $V(\lambda, \text{int})$  im Blau der niedrigeren «wahren», zu Feldgrösse  $1,2\dots 1,5^\circ$  gehörigen Werten anzugleichen, würde bedeuten, dass man einer theoretischen Idee ein Opfer bringen will, das, aufs Ganze gesehen, sich gar nicht bringen lässt. Denn (es sei nochmals wiederholt): Die «foveale Tageshellempfindlichkeitskurve» ist ja doch an sich nichts Definiertes;  $V(\lambda)$  muss im Rot und darf folglich im Blau weitgehend beliebig festgesetzt werden, also beispielsweise gleich dem bisherigen  $V(\lambda, \text{int})$ .

2. Wenn man einem Beobachter mit kräftiger Macula-Pigmentierung ein blaues Flimmerfeld ( $\lambda = 475 \text{ nm}$ ) das eine Mal als Kreis von  $1^\circ$ , das andere Mal als Kreisring von  $7^\circ$  äusserem und  $6^\circ$  innerem Durchmesser (Fixierpunkt im Zentrum) darbietet, wird er um 50 % differierende Resultate finden. Wenn er aber die ganze blaue Kreisfläche von  $7^\circ$  Durchmesser statisch anschaut, wird er nicht den Eindruck haben, er sehe in der Mitte eine um 50 % dunklere Stelle; die Lokaladaptation sorgt eben für weitgehenden Ausgleich. Dies ist nur ein Gedanke von vielen, die zur Frage der Wechselwirkung zwischen verschiedenen Netzhautstellen angetönt werden könnten; wir führen ihn nur an, um zu zeigen, wie vorsichtig man der Bewertung dogmatischer Behauptungen wie derjenigen von der Kleinfeld-Beobachtung gegenüber sein muss.

Mit diesen auf Alternative II) sich beziehenden Erkenntnissen ist, sofern man sich ihnen anschliessen will, wiederum viel gewonnen: Sie bedeuten eine Befreiung, eine Lossage von den «höheren Gesichtspunkten, denen  $V(\lambda, \text{int})$  unterstellt sein soll», zugunsten reiner Zweckmässigkeitsbetrachtungen.

Fassen wir zusammen: *Theoretische Erwägungen reichen zur Definierung der Messbedingungen kaum aus; die Normalisierungsfrage wird daher besser als eine rein messtechnische Angelegenheit angesehen und behandelt.*

Die theoretischen Erwägungen wären ganz unvollständig, wenn wir nicht noch den Zusammenhang zwischen Photometrie und Kolorimetrie erwähnen würden.

Alle Farben lassen sich als Mischungen dreier weitgehend beliebig wählbarer Grundfarben, z. B. Blau, Grün und Rot, darstellen. Das monochromatische Licht der Energie  $E(\lambda)\Delta\lambda$  sei in diesem Sinn durch die drei Anteile  $B(\lambda)\Delta\lambda$ ,  $G(\lambda)\Delta\lambda$  und  $R(\lambda)\Delta\lambda$  charakterisiert.

Die Blau-, Grün- und Rot-Erregung durch die Strahlung  $E(\lambda)\Delta\lambda$  bewirkt aber auch, dass wir dieselbe als Licht einer gewissen Stärke im photometrischen Sinn wahrnehmen. Wenn die Farb-Erregungen *unabhängig* voneinander zur Erzeugung der Hell-Erregungen beitragen würden, so müsste eine Beziehung von der Form

$$V(\lambda) = a \cdot B(\lambda) + b \cdot G(\lambda) + c \cdot R(\lambda)$$

bestehen. Eine solche Beziehung ist nicht zu umgehen, wenn man, wie es bereits geschehen ist, sowohl für die Kolorimetrie als auch die Photometrie eine lineare Struktur *fordert*.

Die Tragweite dieser Beziehung erkennt man erst richtig, wenn man bedenkt, dass die drei kolorimetrischen Funktionen ausschliesslich aus *Farbgleichungen* abgeleitet sind, während das photometrische  $V(\lambda)$  grundsätzlich auf dem Vergleich ungleichfarbiger Lichter, also auf *Farbungleichungen* fusst. Die Urteile, die das Auge in den beiden Fällen zu fällen hat, sind ganz ungleicher Art. Diese Feststellung ist wichtig zum Verständnis der Tatsache, dass die drei kolorimetrischen Funktionen in einem viel grösseren Leuchtdichtebereich konstant sind als die verschiedenen photometrisch definierten  $V(\lambda)$ .

Die Konstanten  $a$ ,  $b$  und  $c$  sind zwar aus kolorimetrischen Messungen allein *nicht* ableitbar; trotzdem stellt die obige Gleichung einen Zwang dar, dem bei der Festsetzung von  $V(\lambda, \text{int})$  Rechnung getragen werden muss, wenn die theoretische Einheitlichkeit im Aufbau der Lichttechnik nicht gestört werden soll.

Die Kritik der neueren  $V(\lambda)$ -Bestimmungen vom Standpunkt des Zusammenhanges zwischen Photometrie und Kolorimetrie aus fehlt noch vollständig.

#### Messtechnische Erwägungen.

Wir wollen zunächst versuchen, auf Grund einer rein messtechnischen Ueberlegung zu beweisen, dass eine Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  im Blau umgangen werden kann.

Für ein dunkelblaues Schott-Filter BG 12, 1 mm dick, ergab sich: Durchlässigkeit bei Farbtemperatur 2720° auf Grund von  $V(\lambda, \text{int})$  berechnet: 2,96 %; für eine Gruppe von 14 normalen Beobachtern bei Feldgrösse 1,2° gemessen: Mittel 2,31 %, Streuung der Gruppe von 1,8 bis 2,8 %. Die Streuung ist also viel grösser als die evtl. in Betracht kommende Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$ .

Für nahezu dieselbe Gruppe folgt bei Feldgrössen 7°: Mittel 3,2 %, Streuung der Gruppe von 2,4 bis 3,9 %. Will man diese Werte noch höher hinaufdrücken, so braucht man nur statt eines Kreisfeldes einen schmalen Kreisring zu wählen. Diese Massnahme hat noch den Vorzug, dass die bei grossem Kreisfeld störende Unsicherheit in der Wahl des Kriteriums und daraus resultierende vermehrte Streuung des Einzelbeobachters stark herabgesetzt wird. Das Arbeiten mit einem Flimmerfeld von Kreisring-Form lässt sich lernen.

Hieraus folgt: Ohne Einbusse an relativer Messgenauigkeit ist es unabhängig von der Leuchtdichte möglich, für den grossen Teil der Beobachter der betrachteten Gruppe ein Kreisringfeld (mit Zentrum für Fixierung) auszusuchen derart, dass im Blau  $V(\lambda, \text{int})$ -getreue Resultate herauskommen.

Ein *messtechnischer* Grund zur Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  im Blau besteht hiernach nicht.

Um einem Missverständnis vorzubeugen, betonen wir: Der Fall des «kleinen» Feldes (1,5° oder kleiner) ist ein sauber definierter Grenzfall und muss daher besonders genau untersucht werden, aber er ist eben nicht der einzige messtechnisch überhaupt in Frage kommende Fall.

Wenn wie oben für den blauen Teil sich für das ganze Spektrum praktische Bedingungen angeben lassen würden, unter denen  $V(\lambda) = V(\lambda, \text{int})$  wäre, und die wir « $V(\lambda, \text{int})$ -Bedingungen» nennen möchten, so könnte man sagen: « $V(\lambda, \text{int})$  ist die bei Innehaltung der  $V(\lambda, \text{int})$ -Bedingungen wirksame Hellempfindlichkeitsfunktion», und es ist anzunehmen, dass unter diesen Umständen niemand eine Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  beantragen würde.

Solche  $V(\lambda, \text{int})$ -Bedingungen existieren aber vielleicht für den allgemeinen Fall beliebiger Lichtquellen nicht.

Derjenige Punkt, in dem man am meisten Mühe haben dürfte, durch Wahl der Messbedingungen eine Angleichung an  $V(\lambda, \text{int})$  zu erzwingen, ist der in fast allen neueren Untersuchungen festgestellte steilere Verlauf von  $V(\lambda)$  im Rot und Orange.

Soll man nun versuchen, die Abweichung von  $V(\lambda, \text{int})$  unwirksam zu machen, indem man nach dem Vorschlag von Richter ein Korrekturfilter oder, da dasselbe für die meisten Beobachter nicht existiert, Korrektur-Kombinationsfilter beizieht? Oder soll man  $V(\lambda, \text{int})$  ändern?

Der Gedanke der Anwendung von Korrekturfiltern ist nichts Abwegiges; es gibt Fälle, wo man sie ohnehin wegen der individuellen Abweichungen mit Vorteil verwenden wird, um nicht mit grossen Beobachtergruppen arbeiten zu müssen. Das sog. Filterverfahren führt nämlich, soweit wir theoretisch übersehen können<sup>14)</sup>, beim Vergleich gleichfarbiger Lichter von stark verschiedener Energieverteilung infolge der Abweichungen der individuellen  $V(\lambda)$ -Kurven im Fall geringer Beobachterzahl kaum mehr zu Ergebnissen, welche Präzisionscharakter haben. Eine zum mindesten rohe Korrektur ist also empfehlenswert.

Solche Filter könnten nun auch die allfälligen systematischen Abweichungen von  $V(\lambda, \text{int})$  beseitigen.

Die Schwierigkeiten in der Auffindung eines Korrektur-Kombinationsfilters für einen beliebigen Beobachter scheinen aber nach unseren Vorversuchen etwas grösser zu sein, wenn wir die Angleichung an  $V(\lambda, \text{int})$  anstreben, als wenn wir die aus den Messungen im Amt für Mass und Gewicht (Jaggi) abgeleitete Mittelkurve als Ziel der Anpassung wählen. Dieses ist zur Zeit der einzige praktisch-messtechnische Grund, den wir zugunsten einer Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  ins Feld führen könnten und dem gegenüber wir im Augenblick nichts unmittelbar entgegenzuhalten wüssten.

Aber auch im schlimmsten Fall, nämlich im Fall, dass sich durch Kombination von Messungen die Angaben eines Beobachters nicht vollständig korrigieren lassen, würden wir doch abraten, aus diesem speziellen messtechnischen Grund  $V(\lambda, \text{int})$

<sup>14)</sup> König, Helv. Phys. Acta Bd. 12 (1939), S. 229.

zu ändern, denn: Die Unterschiede von Beobachter zu Beobachter sind eher grösser (bei 580 nm Streuung bei Coblenz und Emerson<sup>15)</sup> 20 %, bei Jaggi ebenfalls) als die allfällige Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$ . Daher wäre mit der Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  nur ein Teil der Schwierigkeiten behoben, die der subjektiven Photometrie entgegenstehen. Mit andern Worten: *Das erstrebte Ziel, durch geeignete Festsetzung von  $V(\lambda, \text{int})$  zu erreichen, dass allfällige praktisch störende Differenzen zwischen subjektiver und objektiver Photometrie verschwinden, liesse sich durch eine Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  nur zum Teil erreichen.*

Dem wissenschaftlichen Für und Wider stehen die organisatorischen Erwägungen gegenüber, die angesichts der grossen Umtriebe, die die Aenderung von  $V(\lambda, \text{int})$  mit sich bringen würde, eindeutig gegen eine solche sprechen.

Dies sind im wesentlichen die Gründe, die uns veranlasst haben, die Auffassung zu vertreten, dass

<sup>15)</sup> Coblenz und Emerson, Bur. of Stand., Journ. of Research Bd. 14, 167 (1917).

bei Würdigung aller Argumente, die zugunsten einer  $V(\lambda, \text{int})$ -Aenderung angeführt werden können, eine solche nicht nur im gegenwärtigen, sondern auch in einem späteren Zeitpunkt nicht angebracht erscheine.

Es ist gut, dass die  $V(\lambda)$ -Frage aufgeworfen worden ist, und es kann nur von Gutem sein, wenn sie später wieder einmal ventiliert wird. Doch wird eine erneute Diskussion über  $V(\lambda)$  nicht ohne gleichzeitige Erörterung der kolorimetrischen Grundfunktionen stattfinden dürfen. Diese kommenden Diskussionen über die Grundlagen der Photometrie und Kolorimetrie brauchen nicht in der Absicht ausgelöst zu werden, die genormten Funktionen zu ändern, sondern werden besser mit dem rein wissenschaftlichen Ziel unternommen, die Unterschiede zwischen den *genormten* und den unter verschiedenen Bedingungen *wirksamen* Funktionsverläufen festzustellen.

Zum Schluss möchte ich den HH. Dir. Buchmüller und Prof. Goldmann für eine Reihe wertvoller Hinweise danken.

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Die «Pol-Top»-Methode der Wiederbelebung von Verunfallten.

(Künstliche Atmung auf Freileitungsstangen.)

614.825

E. W. Oesterreich berichtet über die von der Duquesne Light Company, Pittsburgh, Pa., entwickelte und von dieser Gesellschaft seit einer Anzahl Jahren angewendete «Pol-Top»-Methode zur Wiederbelebung von Freileitungsmonteuren nach elektrischen Unfällen. Unter der «Pol-Top»-Methode ist eine bestimmte Art von Wiederbelebungsvorrichtungen zu verstehen, die an den vom elektrischen Strom Getroffenen vorgenommen werden, solange sich diese noch in bewusstlosem Zustande auf der Stange befinden. In 14 Fällen sollen solche Wiederbelebungsvorrichtungen vollen Erfolg gezeitigt haben, trotzdem man sich vom rein wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet über die eigentliche Ursache dieses Erfolges nicht im Klaren zu sein scheint. Während die Methode der künstlichen Atmung nach Schäfer, die bei den nordamerikanischen Elektrizitätswerken vorwiegend angewendet wird, im allgemeinen als ziemlich befriedigend bezeichnet wird, hat sie nach der Statistik meistens dort versagt, wo Monteure bei Arbeiten an Freileitungen mit dem elektrischen Strom in Berührung kamen und bewusstlos wurden. Es soll hier noch vorausgeschickt werden, dass es in Nordamerika allgemein üblich ist, Arbeiten an Hochspannungsleitungen auszuführen, ohne dass diese vorher ausser Betrieb gesetzt werden. Eine Statistik der Duquesne Light Company über Unfälle an Freileitungen der 2300-V-Verteilnetze erlaubt folgende interessante Feststellungen.

Bei einem Viertel aller mit dem Strom in Berührung gekommenen Personen waren Wiederbelebungsvorrichtungen nötig. Ungefähr die Hälfte der mit dem Strom in Berührung gekommenen Freileitungsmonteure blieb bei Bewusstsein. In Fällen, wo nicht lebenswichtige Organe des Körpers im Stromkreis lagen, verlor der Getroffene das Bewusstsein nicht. In 85 % aller Fälle, bei denen Wiederbelebungsvorrichtungen vorgenommen werden mussten, befand sich der Getroffene auf einem Mast mit geringem Erdungswiderstand (z. B. auf einem metallenen Tragwerk). In 80 % aller Fälle, bei denen der Fehlerstrom nach Austritt aus dem Körper über einen hölzernen Mast nach Erde floss, wurde die Besinnung wieder erlangt ohne die Vornahme von Wiederbelebungsvorrichtungen, und zwar ohne Rücksicht auf den Weg, den der Strom im Körper selbst nahm.

In allen Fällen, mit Ausnahme eines einzigen, immerhin zweifelhaften, versagte die Schäfersche Methode dort, wo es sich um Wiederbelebungsvorrichtungen an Personen handelte, die bei Arbeiten an Freileitungen verunfallten. Die Tüchtigkeit der Rettungsmannschaft stand dabei ausser Zweifel. Als Grund

des Misserfolges wird die Zeit angesehen, die bis zur Aufnahme der Wiederbelebungsvorrichtungen verstrich. Bekanntlich muss der Verunfallte von der Stange heruntertransportiert werden, bevor die Methode nach Schäfer angewendet werden kann, was unter idealen Verhältnissen mindestens 2 Minuten in Anspruch nimmt. Bedenkt man jedoch, dass in Wirklichkeit eine geschulte Hilfsmannschaft zuerst zum Unfallort gebracht und der Verunfallte von der Spannung führenden Leitung befreit werden muss und dass ausserdem ein Flaschenzug anzubringen ist, so erscheint eine Zeit von 10 Minuten nicht ungebührlich lang. Der Gedanke, die Zeit bis zum Einsetzen der Wiederbelebungsvorrichtungen möglichst zu kürzen, führte daher zur Entwicklung der sog. «Pol-Top»-Methode. Im Prinzip ist sie eine künstliche Atmungsmethode, die folgendermassen ausgeführt wird.

1. Der Mann, der den Verunfallten zuerst erreicht, befreit diesen von der Berührung mit spannungsführenden Teilen, wobei der Körper wenn möglich in der Sicherheitsgurte seitlich längs der Stange hängen soll.

2. Der Retter begibt sich dann in Stellung direkt unterhalb des Verunfallten und gurtet sich dort an. Dann arbeitet er sich an der Stange hinauf, wobei sich der Körper des Verunfallten zwischen dem Retter und der Stange befindet, und zwar so, dass die beiden Gurtenteile zwischen den Beinen des Verunfallten durchzuführen. Nachdem die Gurte des Retters soweit als möglich an der Stange hinaufgeschoben worden ist, wird der Körper des Verunfallten in eine Stellung gebracht, in der er rittlings auf dieser Gurte aufsitzt.

3. Allfällige Fremdkörper werden aus dem Mund des Verunfallten entfernt, die Zunge herausgezogen und der Kopf gegen die Stange gebogen.

4. Der Retter umfasst hierauf den Verunfallten um die Hüfte (unter den Armen hindurch) und placiert seine Hände, je eine von links und rechts, auf den Unterleib des Opfers, die Daumen unterhalb der untersten Rippen, die Finger angeschlossen (Fig. 1).

5. Der Retter versucht mit seinen Armen und Händen auf die obere Hälfte des Unterleibes eine Pressung nach aufwärts auszuüben. Am Ende dieser Aufwärtsbewegung sollten die Finger der leicht geballten Hand unterhalb des Brustbeines auf den Unterleib drücken. Hierauf wird der Körper vom Druck entlastet. Die gleichen Bewegungen werden in einem Rhythmus von 12 bis 15 pro Minute wiederholt, bis der Verunfallte das Bewusstsein wieder erreicht oder die Wiederbelebungsvorrichtungen abgebrochen werden müssen.