

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 45 (1954)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Untersuchungen an Schmelzsicherungen unter Berücksichtigung erstrebenswerter Eigenschaften  
**Autor:** Wittmann, D.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061201>

### **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:** 03.04.2025

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

# Untersuchungen an Schmelzsicherungen unter Berücksichtigung erstrebenswerter Eigenschaften

Von D. Wittmann, Erlangen

621.316.923.1

Die Konstruktion von Schmelzsicherungen wird stets zu einem Kompromiss zwischen den Merkmalen «Kurzschlussfestigkeit», «Selektivität», «Dauerbelastbarkeit», «Erwärmung» u. ä. führen. Es ist verhältnismässig leicht, die eine oder andere Eigenschaft auf ein Maximum zu entwickeln, wenn weitere vernachlässigt werden. Nach den bisherigen Untersuchungen ist festzustellen, dass sich die widerstrebenden Eigenschaften «kalt», «verlustarm», «überlastbar» und andererseits «kurzschlussfest» und «feinselektiv» nur in besonders aufgebauten Sicherungen befriedigend vereinen lassen.

Die Gestaltung des Schmelzleiters bei gegebenen Abmessungen des Sicherungskörpers ist die Grundlage für das richtige Verhalten der Sicherung unter den verschiedensten Betriebsbedingungen. Theoretische Überlegungen und Betriebserfahrungen liessen es richtig erscheinen, weder Einloch-Flachleiter noch mehrere parallel liegende, untereinander nicht verbundene Schmelzdrähte in einem Diazed-Sicherungskörper einzusetzen, sondern einen mehrfach gelochten Schmelzleiter zu verwenden. Eine Verbesserung sämtlicher Betriebseigenschaften konnte ebenso wie bei den vor Jahren neu entwickelten, mit Zündstegschmelzleitern ausgerüsteten NH-Sicherungen festgestellt werden.

Da die Sicherung als thermisches Abbild der Leitung den Stromkreis unterbrechen soll, bevor bei einer Überlastung die Erwärmung der Leitung unzulässig gross wird, muss der Querschnitt des Schmelzleiters so bemessen und geformt sein, dass sich bei einem bestimmten Belastungsstrom, nämlich dem Grenzstrom der Sicherung, ein Gleichgewicht zwischen zu- und abgeführter Wärme einstellt. Bei höheren Strömen als den Grenzströmen überwiegt die zugeführte Wärme. Sie lässt die Abschaltung nach einer bestimmten Zeit, wie sie durch SEV- oder VDE-Stromzeitkennlinien vorgegeben ist, erfolgen.

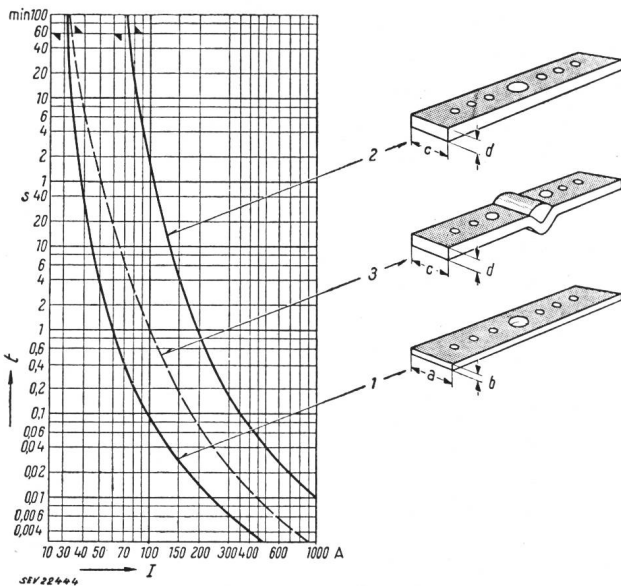


Fig. 1

Stromzeitkennlinien von Schmelzeinsätzen mit verschiedenartig geformten Schmelzleitern  
1, 2 «flank»; 3 «träge»; t Zeit; I Strom

In Fig. 1 stellt die Kurve 1 den Mittelwert der Abschaltzeiten eines Types mit den Schmelzleiterquerschnitt-Abmessungen  $a \cdot b$  dar. Die Kurve 2 gilt für ein ähnliches Band, aber grösseren Querschnittes  $c \cdot d$ . Bringt man auf das letztere Band etwa in der Mitte einen geeigneten Werkstoff auf, der bei länger dauernden Überlastungen eine Widerstandserhöhung bewirkt, verschiebt sich der Kennlinienverlauf dieses relativ dicken Bandes auf die Kurve 3. Im Gebiete des Grenzstromes, mit dem die Sicherung dauernd belastet werden kann, hat der neue Schmelzeinsatz Abschaltzeiten, wie

der mit dem schwächeren Schmelzleiter nach Kurve 1. Im Kurzschlussgebiet wirkt sich dagegen der vergrösserte Querschnitt zu Gunsten längerer Abschaltzeiten aus. Flinke Sicherungen, deren Stromzeitkennlinien durch die Kurven 1 und 2 charakterisiert werden, sind demnach dort zu verwenden, wo es auf ein rasches Ansprechen im Kurzschlussfall ankommt. Mit Rücksicht auf hohe Anlaufströme, z. B. von Motoren und Stossbelastungen im Minutenbereich der Kennlinie ist aber für den allgemeinen Betriebsfall eine träge Sicherung nach Kurve 3 günstiger.

Ein Vergleich an Hand der Fig. 2 und 3 zwischen einfach und mehrfach gelochtem Schmelzleiter für eine flinke Sicherung verdeutlicht den mit dem sog. Siebschmelzleiter erzielten Vorteil. Abgesehen von den geringeren Abmessungen der Schmelzraupe sind bei Siebleitern unbeschädigte Rest-

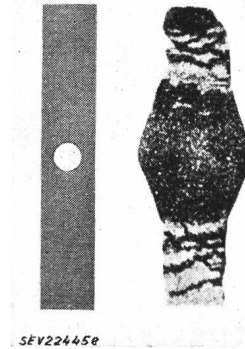


Fig. 2  
Einloch-Schmelzleiter und dessen Schmelzraupe nach Kurzschlussversuch mit 36 kA 550 V ~

querschnitte am oberen und unteren Schmelzleiterende vorhanden.

Ausserdem kann für die betrachteten flinken und trägen Sicherungen das gleich hohe Kurzschlussabschaltvermögen genannt werden.

Die Verwendung von Schmelzleitern mit mehreren geeignet bemessenen Engstellen, wie sie z. B. an Siebleitern zu finden sind, wirkt sich vor allem auf die Belastung der im Kurzschlusskreis befindlichen Geräte und Leitungen aus. Es wurde gefunden, dass die Arbeitsfaktoren der Schmelz- und Löscherperiode bei den neuen Schmelzeinsätzen klein bleiben.

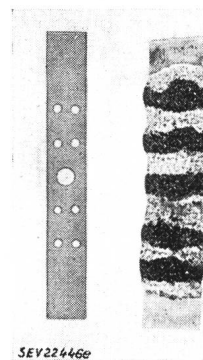


Fig. 3  
Siebschmelzleiter, unter den Bedingungen nach Fig. 2 geprüft

zung zur Bestimmung der Selektivität von Schmelzsicherungen. Zwei Sicherungen in Reihenschaltung arbeiten zumindest dann selektiv, wenn der Arbeitsfaktor des gesamten Abschaltvorganges der nachgeschalteten Sicherung kleiner bleibt als der Arbeitsfaktor des Schmelzvorganges der vorgeschalteten Sicherung. Im normalen Bereich, d. h. bei Kurzschlussströmen wie sie in den Länderprüfvorschriften gefordert sind, bleiben Sicherungen mit Siebschmelzleitern von Stufe zu Stufe selektiv, wobei kein Unterschied in dem Verhalten von flinken oder trägen Sicherungen gefunden wurde.

Wenn die hohe Kurzschlussfestigkeit für Siebschmelzleiter-Sicherungen hervorgehoben wurde, sollte diese Tatsache unter dem Begriff «Überlastbare Sicherung» behandelt sein, da sie auf den Teil der Sicherungskennlinie Bezug nimmt, der durch höchste Ströme und kürzeste Zeiten gekennzeichnet ist. In dem Gebiet der Überlast, also kleiner

Überströme und hoher Abschaltzeiten, sind durch Vorschriften nur wenig Angaben über das Verhalten von Sicherungen gegeben.

Wohl sind die Begriffe «kleiner und grosser Prüfstrom» oder «Überstrom 1 und 2» für Belastungszeiten von 1 bzw. 2 h aus den deutschen und schweizerischen Vorschriften bekannt. Sie sind jedoch reine Prüfwerte von Schmelzsicherungen, welche nichts über eine Mehr-Stunden-Belastbarkeit von

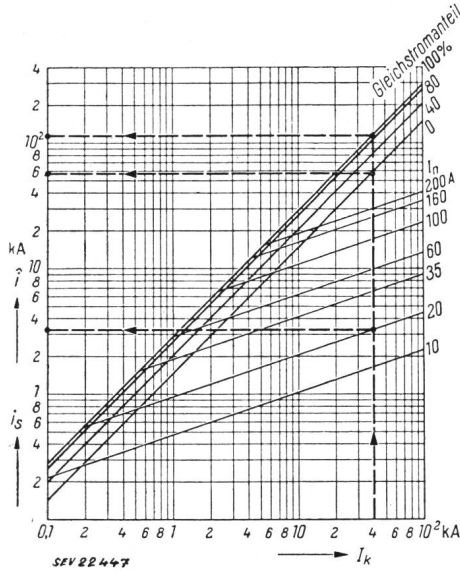


Fig. 4

**Abschaltung von Wechselstrom-Kurzschlüssen durch träge Schmelzeinsätze**

Ablesebeispiel:

Stromkreisdaten:  $I_k$  40 kA; Sicherungstyp: TDz II 20

Ablösung:

Stromspitze  $\hat{i}$  ohne Begrenzung durch die Schmelzsicherung ohne Gleichstromglied: 56 kA  
 mit einem Gleichstromglied von 100%: 113 kA  
 Schmelzstrom der Sicherung  $\hat{i}_s$ : 3,25 kA

Sicherungen aussagen. Nach Vorschriften für die Errichtung von Installationsanlagen kann eine Dauerbelastbarkeit der Diazid-Sicherungen bei Belastungsströmen, die fast oder überhaupt dem kleinen Prüfstrom entsprechen, gar nicht gefordert sein. Die SEV- und VDE-Vorschriften verlangen nämlich, dass eine Leitung nicht dauernd über den Nennstrom der einem bestimmten Leiterquerschnitt zugeordneten Strom-Sicherung hinaus belastet werden soll. So ist eine

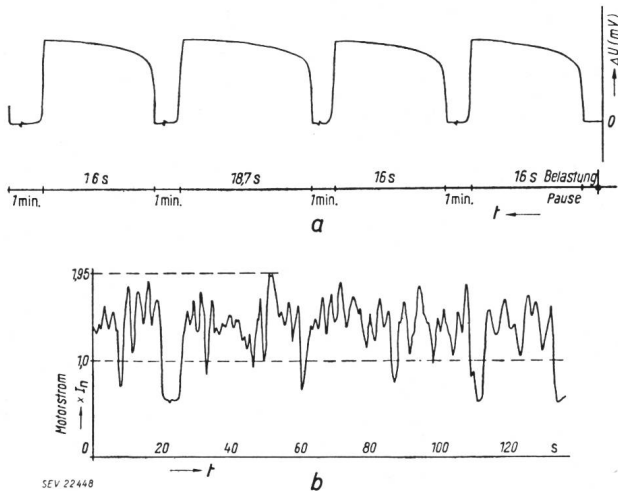


Fig. 5

**Stossbelastungsprüfung von Schmelzeinsätzen**

- a Prüfung eines 60-A-Schmelzeinsatzes in Funktion des Spannungsabfalles  
 $\Delta U$ : 150 mV im Mittel bei 2,5-fachem Nennstrom
- b Stromaufnahme des Antriebsmotors einer Landwirtschaftsmaschine mit veränderlicher Zufuhr des Arbeitsgutes

Schmelzsicherung mit dem Nennstrom 25 A, die z. B. dauernd den 1,4fachen Nennstrom führen könnte, eine Sicherung, die dem Nennstrom 35 A entspricht und nur einer Leitung höheren Querschnittes zugeordnet werden darf.

Da man nicht annehmen kann, dass Sicherungen konstant mit einem bestimmten Vielfachen des Nennstromes betrieben werden, wird es als vorteilhafter erachtet, an Stelle von Dauerlastprüfungen mit bestimmten konstanten Strömen be-

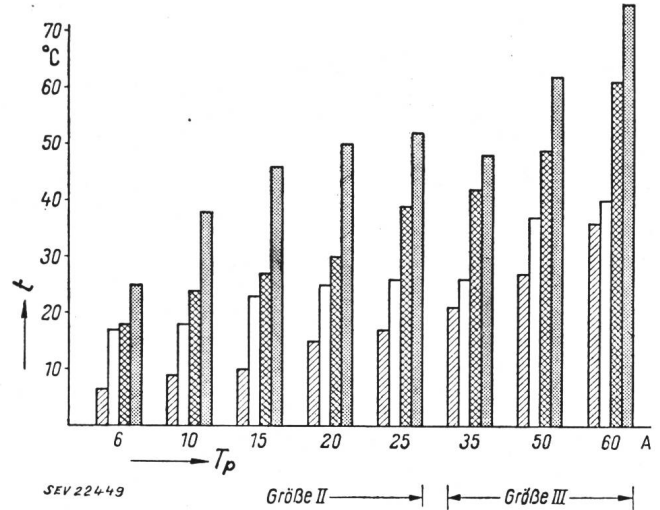


Fig. 6

**Erwärmung von Schraubkappen bei Belastung des Schmelzeinsatzes mit Nennstrom bzw. kleinem Prüfstrom**

von  $1,5 \times I_n$ ;  $1,4 \times I_n$ ;  $1,3 \times I_n$

t Erwärmung;  $T_p$  Typ nach Nennstrom;

- träge Schmelzeinsätze bei Nennstrombelastung
- flinke Schmelzeinsätze bei Nennstrombelastung
- träge Schmelzeinsätze bei Prüfstrombelastung
- flinke Schmelzeinsätze bei Prüfstrombelastung

Raumtemperatur 20 °C

Es gelten für Grösse II folgende Bedingungen:

- Sicherungssockel UZE 25
- Schraubkappe K II
- Montageart und -Ort Holzwand 1,5 cm stark, senkrecht stehend
- Verwendete Leitung NYA 6e, 1 m lang
- Ort und Art der Messung Thermoelement an Schraubkappe
- Belastungsstrom  $1,0 \cdot I_n$ ;  $1,4 \cdot I_n$
- Messzeit  $2\frac{1}{2}$  h nach Einschaltung

sondere, an praktische Betriebsfälle angepasste Prüfungen vorzunehmen. Z. B. belasten Motoren bei veränderlichem Betrieb die Sicherungen stossartig. Zur Beurteilung der Belastungsfähigkeit der Sicherung ist diese unter verschärften Bedingungen durchgeführte Stossbelastungsprüfung ein gutes Vergleichsmittel, wenn die Änderung des Schmelzleiterspannungsabfalles bekannt wird. Fig. 5 zeigt ein Diagramm der stossweisen Belastung einer 60-A-Sicherung bei 2,5-fachem Nennstrom, charakterisiert durch den Verlauf der Spannungsabfalländerung. Rasch zunehmender Spannungsabfall lässt auf eine verhältnismässig niedrige Dauerbelastbarkeit und rasche Ermüdung schliessen (Leitwertänderung des Schmelzleiters). Bei den angestellten Untersuchungen konnte stets eine höhere Stosszahl für die neuentwickelten Siebschmelzleiter im Vergleich zu Sicherungen anderer Bauart festgestellt werden. Ohne Vorbehalt ist eine hohe Stosszahl nur dann zu werten, wenn von der Sicherung die Abschaltzeit für den grossen Prüfstrom eingehalten wird. Sicherungen, die diesen Wert überschreiten, erreichen wohl eine höhere Stosszahl, sie sind aber nicht mehr als vorschriftsmässig anzusehen, da ihnen ein höherer Nennstrom zugeordnet werden müsste.

Eine enge Verbindung besteht zwischen den Werten des kleinen und grossen Prüfstromes und der Erwärmung. Eine Sicherung, die in ihrem Abschaltverhalten nahe an dem grossen Prüfstrom liegt, muss notwendigerweise einen relativ grossen Schmelzleiterquerschnitt aufweisen und geringere Erwärmung zeigen. Bei Diskussionen über Erwärmungsmessungen sollte dieser Punkt Beachtung finden. Den oft schwer reproduzierbaren Erwärmungsmessungen ist die präzise An-

gabe aller die Messung beeinflussenden Bedingungen zur Voraussetzung zu machen.

Im einzelnen wären, da keine eindeutigen Prüfvorschriften vorliegen, folgende Prüfparameter anzugeben, um aus den Messwerten eine einwandfreie Beurteilung geben zu können: Sicherungstyp, Sicherungssockel- und Schraubkappentyp, Montageart und -Ort, verwendete Leitungen, Ort und Art der Messungen, Belastungsstrom, Messzeit, Raumtemperatur.

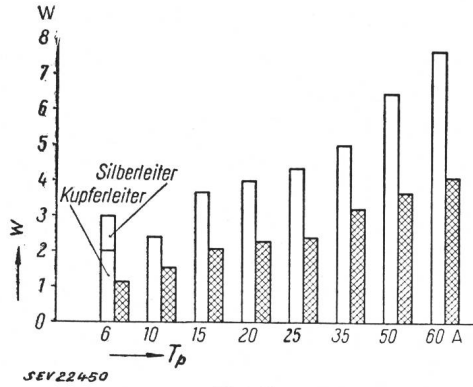


Fig. 7

**Eigenverbrauch von Schmelzeinsätzen**

- W Eigenverbrauch;  $T_p$  Typ nach Nennstromstärke
- Eigenverbrauch von flinken Schmelzeinsätzen und
- ▨ Eigenverbrauch von trägen Schmelzeinsätzen bei Belastung mit Nennstrom

Angebracht erscheint es, Erwärmungen auf eine Raumtemperatur von 20 °C zu beziehen und die Temperaturwerte selbst mit Thermoelementen wegen deren Genauigkeit und guten Montagemöglichkeit zu bestimmen. Unter Beachtung der erwähnten Parameter durchgeführte Versuche zeigten z. B. für Diazed-Sicherungen die in Fig. 6 angegebenen Erwärmungswerte.

Geht man von der Voraussetzung aus, dass Leitungen nicht dauernd über den Nennstrom der zugeordneten Siche-

rung belastet werden sollen, so zeigt das Bild der Erwärmungswerte das «kalte» Betriebsverhalten der Original-Diazed-Sicherungen deutlich. Träge Sicherungen nehmen eine Sonderstellung ein, auch hier zeigt sich, dass man ihnen in der Anwendung unabhängig der schon oben genannten Eigenschaften den Vorzug geben sollte.

Da Verluste und Erwärmungen in einem ursächlichen Zusammenhang stehen, lassen sich Angaben über den Eigenverbrauch von Sicherungen einflechten. Eigenverbrauchsmessungen an Sicherungen, die zusammen mit Kurzschlussprüfungen durchgeführt wurden, ergaben für flinke und träge Diazed-Sicherungen ein günstiges Bild (Fig. 7).

Die praktische Auswertung könnte zeigen, dass bei Verwendung der hier angeführten Sicherungen mit niedrigem Eigenverbrauch eine Energieersparnis zu erwarten ist. Bei der grossen Verbreitung von Schmelzsicherungen ist sie für ein grosses Versorgungsgebiet nicht zu vernachlässigen. Zum anderen aber steigt der Eigenverbrauch eines 100 m langen Leitungsstückes mit einem Querschnitt von 10 mm<sup>2</sup> bei 10%iger Zunahme des Belastungsstromes um mehr als 120 W, wenn man die nach den Vorschriften zugeordnete maximale Stromsicherung von 50 A zugrunde legt. Diese Verluste könnten nur durch eine grössere Zahl von Sicherungen geringeren Eigenverbrauches wettgemacht werden. Kaum mehr wären die Verluste auszugleichen, wenn man einen Belastungsstrom annimmt, der dem kleinen Prüfstrom der vorgeschalteten 50-A-Sicherung entspricht. Dieser Fall ist insofern nur eine Annahme, als die Sicherheitsvorschriften eine derartige Leitungsbelastung nicht zulassen.

Wenn in diesem Rahmen nur wenige beachtenswerte Fragen aus der Sicherungstechnik im Zusammenhang mit Diazed-Sicherungen behandelt werden konnten, so zeigt sich schon hier, dass man bei dem Bau von Sicherungen anstreben sollte, mehrere Vorteile in allen Typen zu vereinen. Eine einwandfreie Beurteilung der für den Verbraucher günstigen Eigenschaften von vorgelegten Sicherungen kann nur nach einer eingehenden Untersuchung in mehreren Richtungen erfolgen.

**Adresse des Autors:**

D. Wittmann, Dipl. Ing., Wehnelstrasse 5, Erlangen (West-Deutschland).

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Grundlagen der Berechnung und Messung der natürlichen Beleuchtung in Innenräumen

535.245.1 : 628.92

[Nach A. Dresler: Grundlagen der Berechnung und Messung der natürlichen Beleuchtung in Innenräumen. ATM 217 (Febr. 1954), V 423-1]

Die Schwierigkeiten der Berechnung und Messung des natürlichen Tageslichts liegen einmal in dessen starken zeitlichen Schwankungen und sodann in den von Fall zu Fall wechselnden Zusammenhängen zwischen betrachtetem Raum und der ausserhalb dessen befindlichen Lichtquelle.

#### Grundlagen der Tageslicht-Bewertung und -Berechnung

Da die Beleuchtungsstärken im Freien selbst während des Tages von wenigen lx bis gegen 100 000 lx variieren, wurde von jeher angestrebt, die Tageslicht-Bewertung von Innenräumen auf einer von diesen Schwankungen unabhängigen Basis durchzuführen. Von der Internationalen Beleuchtungskommission wurde im Jahre 1928 empfohlen, als Grundlage eine Mindestbeleuchtungsstärke im Freien zu wählen, die während des grössten Teils des Wintertages erreicht wird. (USA, England, Australien 5400 lx; Deutschland, Holland, Schweiz 3000 lx; Italien 5000 lx).

In zweiter Linie muss sodann eine minimale Innenbeleuchtungsstärke festgelegt werden, am besten in der Form des Tageslicht-Quotienten als Verhältnis der Raumbeleuchtungsstärke zur gleichzeitigen Horizontalbeleuchtungsstärke im Freien. Seine Festsetzung richtet sich nach den im Raume auszuführenden Arbeiten und wird beeinflusst von wirtschaftlichen und bautechnischen Überlegungen. Tabelle I zeigt die im Normblatt DIN 5034/1935 empfohlenen Werte.

### Mindest-Beleuchtungsstärken und -Tageslicht-Quotienten für verschiedene Arbeits-Kategorien

Tabelle I

Art der Arbeit	Mindest-Beleuchtungsstärke lx	Mindest-Tageslichtquotient %
grob	40	1,33
mittelfein	80	2,66
fein	150	5
sehr fein	300	6

Während ganz verschiedene Leuchtdichteverteilungen am Himmel dieselbe Horizontalbeleuchtungsstärke im Freien ergeben können, trifft dies für die Raumbeleuchtungsstärken auf keinen Fall zu, da dafür nur die Leuchtdichte eines relativ kleinen Himmelsausschnitts massgebend ist. Es wurden daher Wege gesucht, um die Verteilung der Himmelsleuchtdichte bereits beim Entwurf zu berücksichtigen. So wurde vorgeschlagen, den Tageslichtquotienten nur auf die mittlere Leuchtdichte des dem Fenster gegenüberliegenden Himmelsquadranten zu beziehen, womit eine ziemlich genaue Vor-ausberechnung möglich ist. Die zusätzliche Raumaufhellung durch Reflexion des Lichtes an gegenüberliegenden Wänden, am Boden, im Raume selbst usw. wurde bis heute in der Berechnung meist vernachlässigt und z. B. als durch Fenster-sprünge, Glasabsorption u. a. kompensiert angenommen.

Auf dieser Basis ergeben sich an den Raum-Rückwänden, wo das Licht speziell benötigt wird, ganz ungenügende Beleuchtungsstärken, obwohl in Wirklichkeit diese Stellen durch Streulicht meist genügend aufgehellt sind. Fig. 1 zeigt das Verhältnis von direkt und durch Reflexion einfallendem Licht, wobei der direkte Anteil verhältnismässig hoch ist infolge der Annahme unbehinderter Aussicht auf unbebautes

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 857

Es folgen «Die Seiten des VSE».