

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 63 (1972)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Vergilbungsmessungen lichttechnischer Werkstoffe  
**Autor:** Mäder, F. / Res, M. / Maier, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915673>

### **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:** 30.03.2025

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

# BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)  
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

## Vergilbungsmessungen lichttechnischer Werkstoffe

Von F. Mäder, M. Res und A. Maier, Wabern

628.955:53.082.56

Die serienmässige Überprüfung lichttechnischer Eigenschaften von Werkstoffen war der Grund dafür, auch Vergilbungserscheinungen dieser Materialien Aufmerksamkeit zu schenken. Als Vergilbung hervorrufoende Strahlenquellen kamen eine definierte UV-Strahlenquelle und eine Gammastrahlenquelle zum Einsatz, deren Charakteristik kurz beschrieben wird. Es wurden Kunststoffe, Papiere und Glas bestrahlt und die auftretenden Vergilbungen gemessen. Ein Teil der Prüflinge wurde mit Hilfe des Vergilbungsfaktors  $y$ , einer von der CEI empfohlenen Methode, beurteilt. Ausserdem wurde die relative Lichtdurchlässigkeit aller Prüflinge für die Wellenlänge  $\lambda = 450$  nm mit einem Spektralphotometer gemessen. Die Messergebnisse weisen deutliche Unterschiede der Lichtdurchlässigkeit einzelner Werkstoffe nach der jeweiligen für sämtliche Prüflinge gleichen Bestrahlung auf. Die Messmethodik des Vergilbungsfaktors  $y$  und der relativen Lichtdurchlässigkeit für die Wellenlänge  $\lambda = 450$  nm ist auf Grund der Resultate als objektiv und reproduzierbar anzusehen. Sie kann zur Beurteilung von Vergilbungserscheinungen lichttechnischer Werkstoffe herangezogen oder in der Fertigungskontrolle und Forschung «lichtempfindlicher» und lichttechnisch messbarer Materialien angewandt werden.

Le contrôle en série des propriétés des matières pour l'éclairage motiva également l'attention consacrée aux phénomènes de jaunissement de celles-ci. Pour les jaunir nous avons utilisé une source de rayonnement-UV définie, ainsi qu'une source de rayons gamma dont la caractéristique sera rapidement décrite. Nous avons irradié des matières plastiques, du papier et du verre, et nous avons mesuré ensuite le jaunissement produit. Une partie des éprouvettes est appréciée à l'aide du facteur de jaunissement  $y$ , une méthode recommandée par la CIE. Nous avons mesuré en outre à l'aide d'un spectrophotomètre la transmission de toutes les éprouvettes à une longueur d'onde  $\lambda = 450$  nm. Les résultats des mesures indiquent des différences sensibles dans la transmission des diverses matières après une même irradiation appliquée à toutes les éprouvettes. Sur la base des résultats acquis, la méthode de mesure du facteur de jaunissement  $y$  et de transmission relative à une longueur d'onde  $\lambda = 450$  nm peut être considérée comme objective et reproductible. Elle peut être utilisée lors de l'appréciation des phénomènes de jaunissement des matières pour l'éclairage, ou s'appliquer au contrôle de fabrication et aux recherches des matériaux «photosensibles» et mesurables avec la technique de l'éclairage.

### 1. Einleitung

#### 1.1 Allgemeines

Die Verwendung verschiedener Werkstoffe für die Konstruktion von Leuchten, als Schutz der Lichtquellen gegen Witterungseinflüsse oder als lichtlenkendes oder lichtstreuendes Material lässt die Frage zu, inwieweit durch UV-Strahlung eine merkbare Veränderung der lichttechnischen Materialeigenschaften hervorgerufen werden kann. Bekanntlich hat die UV-Bestrahlung von Kunststoffen und Papier eine Vergilbung zur Folge, während an Gläsern die sog. Solarisation beobachtet werden kann. In beiden Fällen absorbieren die bestrahlten Werkstoffe mehr Licht bestimmter Wellenlängen als die unbestrahlten. Massenweise im Betrieb stehende Lichtquellen, welche eine intensive UV-Strahlung liefern, beschränken sich vor allem auf die verschiedenen Typen von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen. Dabei ist zu beachten, dass der den Quarzbrenner umhüllende Glaskolben, mit oder ohne Leuchtstoffbelag, grösstenteils ein vorzügliches Filter zum Abfiltern der UV-Strahlung bildet. Nur im Falle eines durch Stoss oder Vibration hervorgerufenen Lampenkolbenbruches besteht ausgehend vom Quarzbrenner für das Leuchtenmaterial, besonders aus Kunststoff, eine direkte Vergilbungsfahr. Andere UV-Strahlenquellen, sei es

die Quecksilberdampf-Niederdrucklampe (Leuchtstofflampe), die Kohlenbogenlampe oder die Xenonlampe, sollen an dieser Stelle nicht in Betracht gezogen werden. Wegen der hohen thermischen Beanspruchung kommen als lichttechnischer Werkstoff für die Leuchten der letztgenannten zwei Lichtquellen anorganische Silikatgläser in Betracht, wobei gegebenenfalls ein durch Solarisation verursachter Farbwechsel des lichttechnischen Werkstoffes Glas durch die von der speziellen Lichtquelle hervorgerufene Eigenerhitzung teilweise oder gänzlich rückgängig gemacht werden kann.

Bei Leuchtstofflampen filtrierte das Kolbenglas die UV-Strahlung dermassen ab, dass Vergilbungsanzeichen der für die Leuchten benützten lichttechnischen Kunststoffe erst nach dem Lampentod einiger nacheinander in einer Leuchte betriebener Lampen in Erscheinung treten können.

Eine Ausnahme bilden die Gericidal- und Erythemalichtquellen, deren Aufgabe darin besteht, Energie verschiedener Wellenlängen des UV-Bereiches auszustrahlen.

Angaben über den Einfluss der natürlichen UV-Strahlenquelle – der Sonne – auf die für Aussenleuchten benützten Werkstoffe können der Arbeit von H. Meyer und E. O. Seitz [1]<sup>1)</sup> entnommen werden. Danach ergibt die Summe der von der

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

Tabelle I

Klasse	Werkstoff	Benötigte Bestrahlungszeit zum Erreichen des Vergilbungsfaktors $\gamma=15$ h
A	Unverändertes Polystyrol mit oder ohne Beigabe lichtstreuender Pigmente und mit geringen Mengen von Gleitmitteln	100
B	Im wesentlichen Material der Klasse A, charakterisiert durch verbesserte Wärmedeformationseigenschaften	100
C	Im wesentlichen Polystyrol mit oder ohne Beigabe lichtstreuender Pigmente und mit Beimischungen, welche die durch UV-Strahlung hervorgerufene Verfärbung (Vergilbung) verhindern	500

Sonne ausgestrahlten Strahlung für die Wellenlängen  $\lambda < 280...400$  nm den Zahlenwert 4, wogegen eine bestimmte Quecksilber-Hochdruck-Quarzlampe für die Strahlung derselben Wellenlänge den Zahlenwert 23,5, also eine etwa 6fache UV-Gesamtstrahlung liefert.

### 1.2 Der Vergilbungsfaktor $\gamma$

Im Zusammenhang mit anderen lichttechnischen Messungen von Kunststoffen (*F. Mäder* und *M. Res* [2]) wurde beabsichtigt, auch die durch UV-Bestrahlung hervorgerufene Vergilbung zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wurde die von der CIE empfohlene Messmethode des Vergilbungsfaktors  $\gamma$  gewählt. Der Vergilbungsfaktor  $\gamma$  ist das Verhältnis aus der Differenz der Änderungen des spektralen Transmissionsgrades eines Werkstoffes unter dem Einfluss definierter Bestrahlung bei den Wellenlängen  $\lambda = 420$  und  $680$  nm und dem spektralen Transmissionsgrad ohne Bestrahlung bei der Wellenlänge  $\lambda = 560$  nm. Der Zahlenwert ergibt sich aus der Gleichung:

$$\gamma = \frac{[\tau_{(420)} - \tau'_{(420)}] - [\tau_{(680)} - \tau'_{(680)}]}{\tau_{(560)}} 100 \%$$

$\tau_{(420)}$ ,  $\tau_{(560)}$ ,  $\tau_{(680)}$  spektraler Transmissionsgrad bei  $\lambda = 420$  bzw.  $560$ , bzw.  $680$  nm, ohne Bestrahlung

### Übersicht und Bezeichnung der geprüften Werkstoffe<sup>1)</sup>

Tabelle II

Prüfling	Nr.
Polycarbonat klar	(1)
Polycarbonat opak	(2)
Polystyrol opak — UV-stabilisiert	(3)
Polystyrol ungefärbt — UV stabilisiert	(4)
Styrol-Acrylnitril Copolymerisat klar	(5)
Celluloseacetobutyrat opak	(6)
Celluloseacetobutyrat klar	(7)
Polyesterharz glasfaserverstärkt — UV-stabilisiert	(8)
Zeitungspapier (ca. 45 g/m <sup>2</sup> , stark holzhaltig ohne optischen Aufheller. Stark zur Vergilbung neigend)	(9)
Karteikarton (ca. 180 g/m <sup>2</sup> holzfrei, optisch aufgehellt. Zur Vergilbung neigend)	(10)
Silikatglas — Massivopal	(11)

<sup>1)</sup> In allen graphischen Darstellungen und im Text werden die Prüflinge mit der jeweiligen in Tabelle II angeführten Nummer bezeichnet.

$\tau'_{(420)}$ ,  $\tau'_{(680)}$  spektraler Transmissionsgrad bei  $\lambda = 420$  bzw.  $680$  nm nach definierter Bestrahlung

Definition und Gleichung entstammen den in Ill. Engineering ohne Autorenangabe [3] publizierten Empfehlungen lichttechnischer Charakteristiken von im Beleuchtungswesen angewandtem Polystyrol. Als UV-Energiequelle wird hier ein Fadeometer (Type FDA-R) angegeben. Zur Prüfung gelangte Polystyrol, welches je nach seiner Güte einer Bestrahlungszeit von minimal entweder 100 oder 500 h ausgesetzt wurde.

Die Klasseneinteilung des jeweiligen Polystyroltyps ist aus Tabelle I ersichtlich. Als kritisch objektiv gelb sollen dabei diejenigen Prüflinge beurteilt werden, deren Vergilbungsfaktor  $\gamma$  den Wert 15 überschreitet. Ausser dieser Bewertung wurde ebenfalls die relative Lichtdurchlässigkeit der geprüften Werkstoffe für die Wellenlänge  $\lambda = 450$  nm in unbestrahltem und bestrahltem Zustand gemessen und ausgewertet.

## 2. Die Prüflinge

Für die Untersuchung des Einflusses der UV-Bestrahlung auf die Vergilbung einiger Kunststoffarten, von Papieren und Glas wurden für Vergleichszwecke die in Tabelle II angeführten Werkstoffe gewählt. Ausser acht Prüflingen aus Kunststoffen wurden zwei zur Vergilbung neigende Papierarten mit UV-Strahlen bestrahlt. Eine Solarisation anorganischer Silikatgläser durch UV-Bestrahlung konnte jedoch aus Zeitgründen nicht in Betracht gezogen werden. Um aber dennoch den charakteristischen Transmissionsverlust bestrahlter Gläser darstellen zu können, wurde einem anorganischen Silikatglas (Massivopalglas) eine hohe Gammastrahlendosis (rund 0,9 Mrad) verabfolgt. Gleichzeitig wurden die als organische Gläser zu betrachtenden Prüflinge aus Kunststoff Nr. (2), (3), (6) und (8) aus Tabelle II mitbestrahlt.

Die eingetretene Vergilbung wurde an allen bestrahlten Prüflingen mit Hilfe eines Spektralphotometers als relativer Transmissionsverlust für die Wellenlänge  $\lambda = 450$  nm gemessen.

## 3. Die Messeinrichtung

### 3.1 Die UV-Strahlenquelle

Als UV-Strahlenquelle wurde ein Quecksilber-Quarzbrenner des Typs SN25 eingesetzt. Die Betriebswerte und die Bestrahlungsstärke in  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  sind aus Tabelle III ersichtlich.

Die Strahlungsmessungen der UV-Strahlenquelle SN25 erfolgten mit Hilfe einer Normal-Thermosäule (nach *Moll* und *Burger*), vor deren Eintrittsöffnung eine mit Wasser gefüllte Quarzküvette gestellt wurde. Der Quecksilber-Quarzbrenner war in einem Abstand von 2,5 m vor der Thermosäule aufgestellt. Zur Ermittlung des ultravioletten, des sichtbaren und

### Betriebswerte der eingesetzten UV-Strahlenquelle<sup>1)</sup>

Tabelle III

Brenner Typ	Spannung am Brenner V	Brennerstrom A	Brennerleistung W	Bestrahlungsstärke in $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ in 1 m Abstand vom Brenner (Gesamter UV-Bereich)
SN 25	135	3,3	375	305

<sup>1)</sup> Bei allen hier beschriebenen Messergebnissen wurden die Prüflinge jeweils im Abstand von 1 m von der Strahlenquelle aufgestellt.

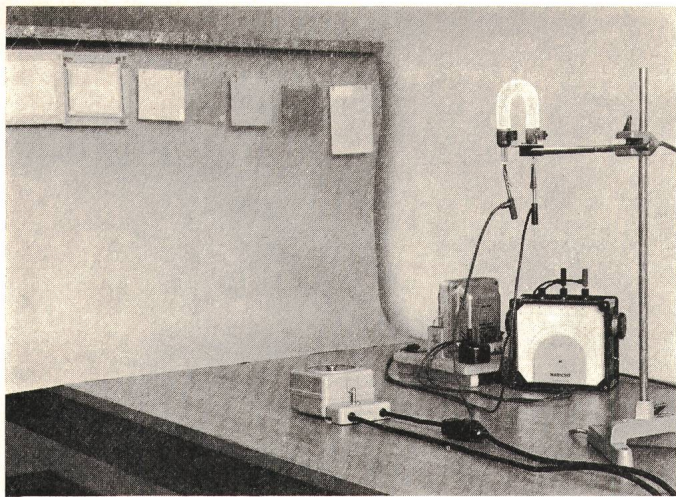


Fig. 1

**UV-Strahlenquelle im Betrieb mit Prüflingen**

Die Messeinrichtung besteht aus: Quecksilber-Quarzbrenner Typ SN25; Netzanschlussgerät; Spannungskontrollinstrument; Synchronzeitschalter; Laborständer;

Abstand der Prüflinge von der UV-Strahlenquelle: 1 m

des nahen infraroten Anteils der Gesamtstrahlung wurden eine 1,6 mm dicke Quarzplatte, ein 2 mm dickes Schottglas WG 1, dessen kurzwellige Absorptionsgrenze bei 375 nm liegt und ein 2 mm dickes Schottglas RG 8, dessen Durchlässigkeit etwa von 3000 bis 700 nm reicht, verwendet.

Die Differenz zwischen den Messungen mit Quarzplatte und mit dem Glas WG 1 ergab die UV-Strahlung unterhalb 375 nm. Die UV-Strahlenquelle ist in Fig. 1 abgebildet.

(250 mg/cm<sup>2</sup>) gewährleistete in den Proben definierte Bestrahlungsverhältnisse (Sekundärelektronengleichgewicht). Die Lage der Proben im inneren Kollimator der Strahlenquelle ist aus Fig. 4 ersichtlich. Die Ionendosisleistung am Ort des Prüflings wurde mit einer Victoreen-Ionisationskammer Mod. 621 bestimmt und betrug 6,3 kR/h. Daraus errechnet sich die Energiedosisleistung in den Prüflingen zu 5,8 krad/h für organische Gläser und 5,5 krad/h für das Silikatglas (Massivopal).

**4. Messergebnisse**

Nachdem die Prüflinge einer bestimmten Bestrahlung ausgesetzt waren, wurde deren Transmissionsgrad mit Hilfe eines Spektralphotometers gemessen. Zur Berechnung des Ver-

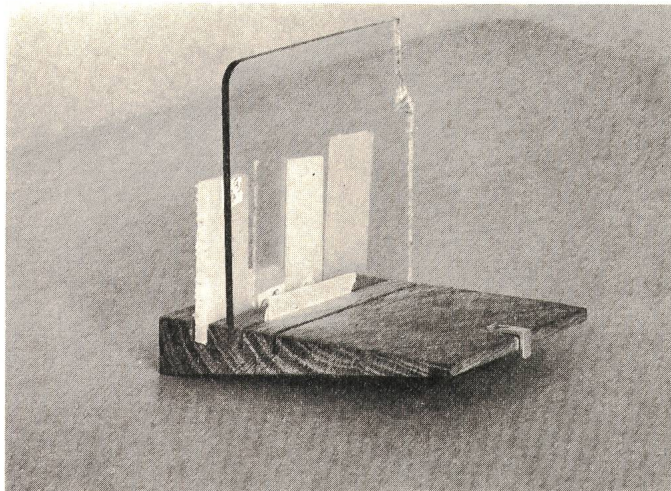


Fig. 3

**Das Filter zum Aufbau des Sekundärelektronengleichgewichtes und vier Prüflinge in der Halterung**

gilbungsfaktors  $\gamma$  gemäss der CIE-Empfehlung wurden die  $\tau$ -Werte aller Prüflinge für die Wellenlänge  $\lambda = 420$  nm, 560 nm und 680 nm gemessen. Für die Bewertung der Vergilbung wurde ausserdem auch die relative Lichtdurchlässig-

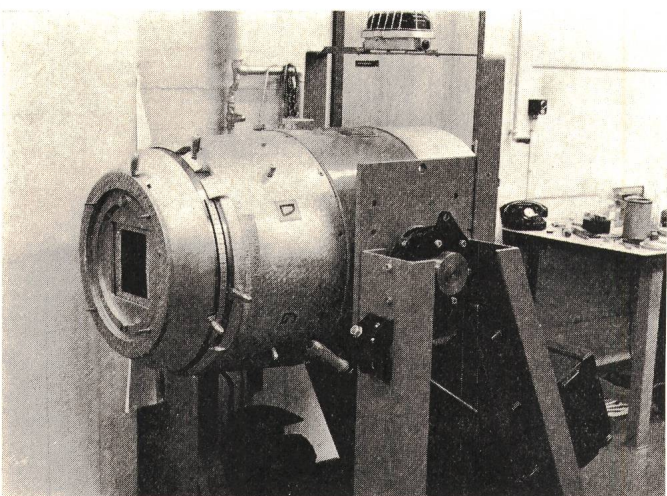


Fig. 2

**Gammastrahlenquelle**

Der Strahler aus metallischem Kobalt liegt im Zentrum einer rund 26 cm starken Bleiabschirmung. Darin ausgespart ist der kegelförmige Strahlenaustrittskanal, welcher gegen den links im Bild sichtbaren verstellbaren äusseren Kollimator gerichtet ist. Der innere Kollimator (s. Fig. 4) ist verdeckt. Im Ruhezustand ist der Strahlenaustrittskanal mit Quecksilber gefüllt

**3.2 Die Gammastrahlenquelle**

Die Gammabestrahlung der Prüflinge erfolgte in einer Therapie-Anlage [Modell «Eldorado» der Atomic Energy of Canada Ltd. (Fig. 2)] mit Strahlung von <sup>60</sup>Co, deren mittlere Quantenenergie 1,25 MeV beträgt. Die Proben wurden zusammen mit einem vorgesetzten Filter auf einer Halterung (Fig. 3) befestigt. Das Filter aus Celluloseacetobutyrat

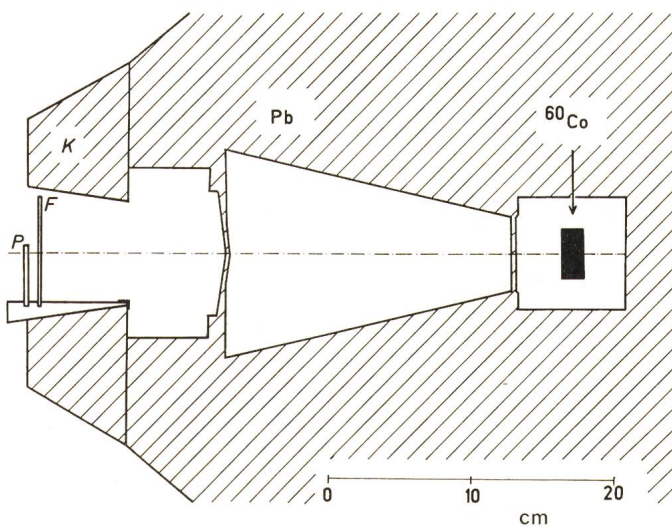


Fig. 4

**Schnitt durch die inneren Teile der Gammastrahlenquelle während der Bestrahlung (schematisch)**

K innerer Kollimator;  
F Filter zum Aufbau des Sekundärelektronengleichgewichtes;  
P Prüflinge

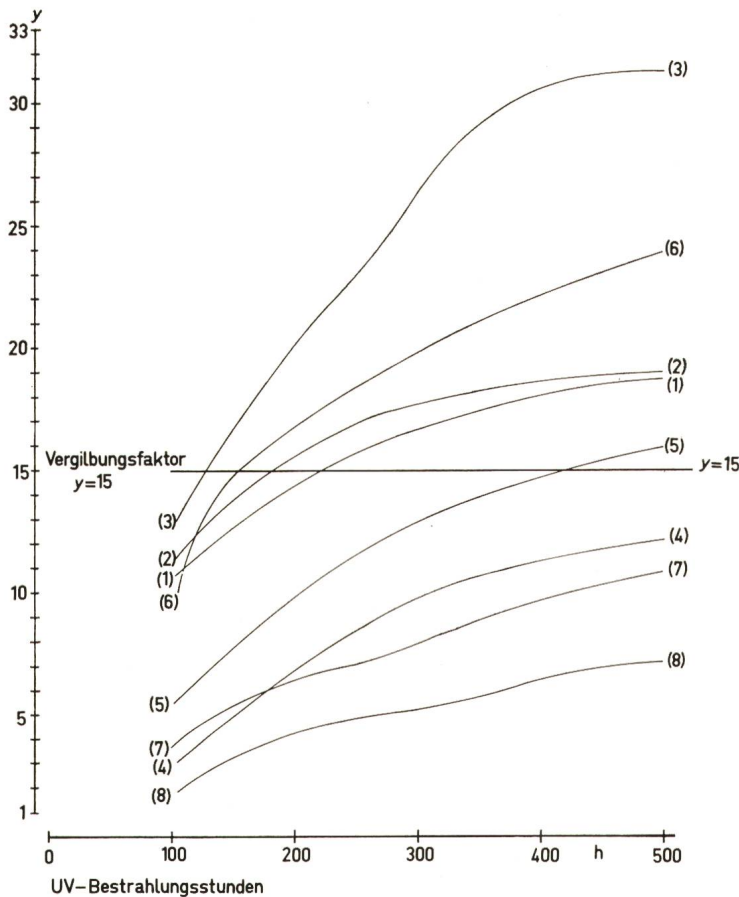


Fig. 5  
**Vergilbungsfaktor  $y$  von Kunststoffen**  
 (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8),  
 Nummern der Prüflinge gemäss Tabelle II  
 UV-Strahlenquelle siehe 3.1.

sichtlich. Die beiden Prüflinge Nr. (9) und (10) weisen einen merklichen Unterschied des Vergilbungsfaktors  $y$  auf. Im Vergleich zu den Kunststoffen aus Fig. 5 erreichen die geprüften Papiere den Vergilbungsfaktor  $y = 15$  in einer beträchtlich kürzeren Bestrahlungszeit.

In Fig. 7 und 8 ist die relative Lichtdurchlässigkeit für die Wellenlänge  $\lambda = 450 \text{ nm}$  von Kunststoffen und Papieren nach einer Bestrahlungsdauer von 0...450 h für Kunststoffe respektive 0...100 h für Papiere eingezeichnet. Der durch Vergilbung hervorgerufene Transmissionsverlust im sichtbaren «blauen» Spektralbereich ist allgemein bekannt.

Die Bewertung der Vergilbung auf die letztgenannte Weise zeigt ähnliche Resultate wie die Beurteilung mit Hilfe des Vergilbungsfaktors  $y$ . Die getrübtten Kunststoffe weisen in allen Fällen einen ebenfalls grösseren Transmissionsverlust auf als die klaren (Fig. 7). Die Intensität der Vergilbung der einzelnen Werkstoffe variiert stark. So sind z. B. zwischen den Prüflingen aus klarem Kunststoff

keit der bestrahlten und unbestrahlten Prüflinge für die Wellenlänge  $\lambda = 450 \text{ nm}$ , d.h. im sichtbaren Bereich – blau – gemessen. Die Messwerte wurden tabellarisch zusammengestellt und graphisch aufgezeichnet.

In Fig. 5 sind die Vergilbungsfaktoren  $y$  von Kunststoffen eingezeichnet. Zum Vergleich der Folgen einer gleichen Bestrahlung auf verschiedene Werkstoffe dienen die in Fig. 6 eingetragenen Vergilbungsfaktoren  $y$  zweier Papiersorten. Wenn die Kunststoffe in Fig. 5 mit Hilfe der Tabelle I beurteilt werden, können folgende Schlüsse gezogen werden:

Die Prüflinge Nr. (1), (2) und (6) entsprechen den Anforderungen an den Vergilbungsfaktor  $y$  von Polystyrol der Klassen A und B. Die UV-stabilisierten Prüflinge Nr. (4) und (8) entsprechen den Anforderungen an den Vergilbungsfaktor  $y$  der Klasse C. Ausnahmen bilden die Prüflinge Nr. (5) und (7), welche, obwohl nicht UV-stabilisiert, den Anforderungen der Klasse C entsprechen und der UV-stabilisierte Prüfling Nr. (3) der zwar in die Klassen A und B eingereicht werden kann, aber die Anforderungen für die Klasse C nicht erfüllt, obwohl er laut Bezeichnung dafür präpariert war.

Beachtenswert ist, dass die getrübtten Werkstoffe mit Ausnahme des Prüflings Nr. (2) den kritischen Wert des Vergilbungsfaktors  $y = 15$  zeitlich weit früher erreichen als die klaren Prüflinge aus den jeweils gleichen Werkstoffen, wie aus dem Vergleich der Prüflinge Nr. (4) mit (3) und Nr. (7) mit (6) ersichtlich ist. Eine besondere Stellung nimmt der Prüfling Nr. (8) aus stabilisierten glasfaserverstärkten Polyesterharzen ein, welcher in allen Phasen der Bestrahlung den niedrigsten Wert des Vergilbungsfaktors  $y$  aufweist.

Die Methode der Bestimmung des Vergilbungsfaktors  $y$  wurde ebenfalls an zwei zur Vergilbung neigenden Papiersorten angewandt. Die Messergebnisse sind aus Fig. 6 er-

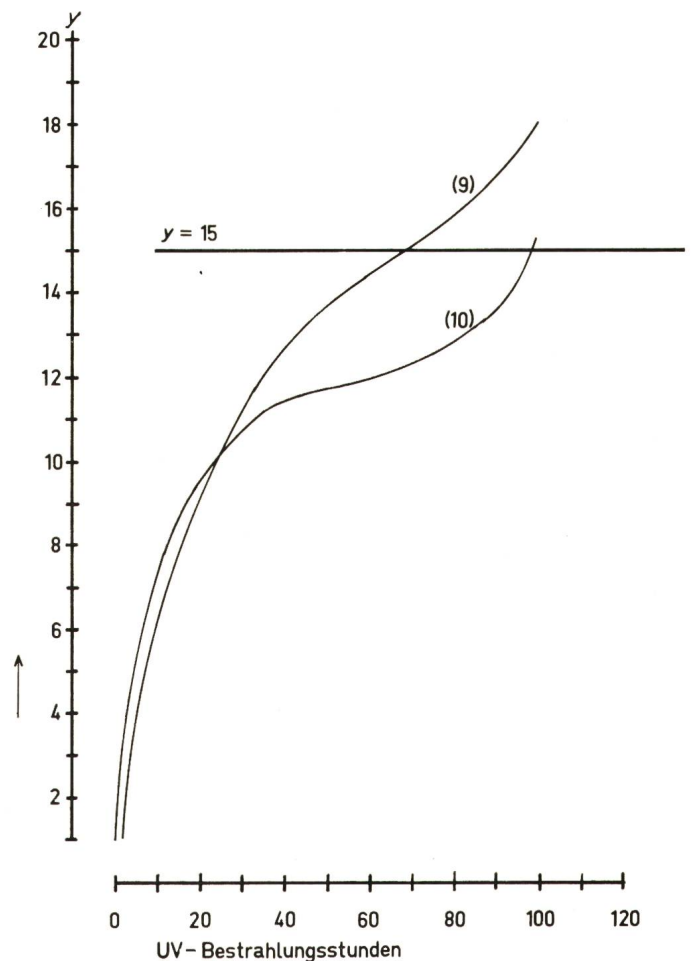


Fig. 6  
**Vergilbungsfaktor  $y$  von Papieren**  
 (9) (10) Nummern der Prüflinge gemäss Tabelle II  
 UV-Strahlenquelle siehe 3.1.

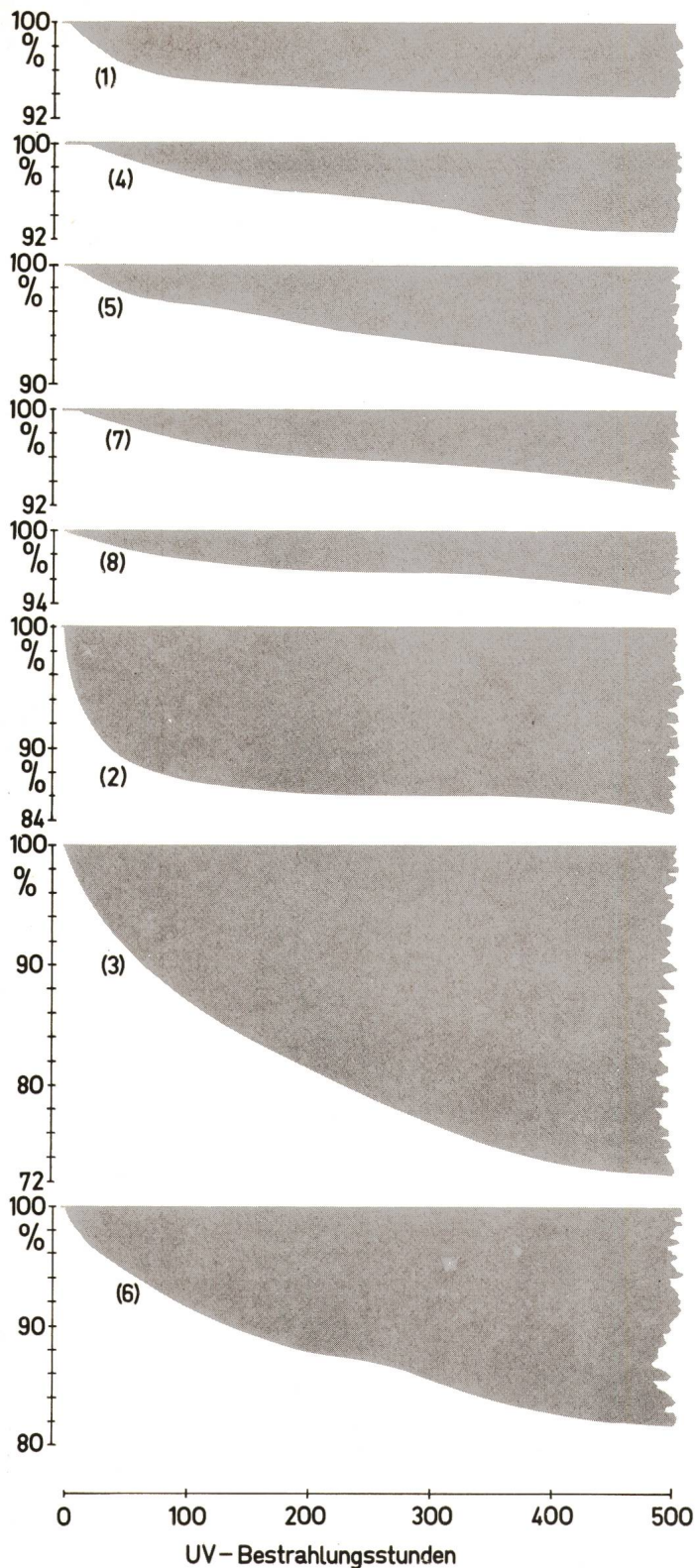


Fig. 7  
Relative Lichtdurchlässigkeit für  $\lambda = 450$  nm der UV-bestrahlten Kunststoffe, bezogen auf die unbestrahlten Prüflinge gleich 100 %  
Die Prüflingsnummern bezeichnen die Kunststoffe gemäss Tabelle II  
UV-Strahlenquelle siehe 3.1  
Transmissionsverlust nach der UV-Bestrahlung

(1) und (5) und den Prüflingen aus getrübtetem Kunststoff (2) und (3) deutliche Unterschiede der relativen Lichtdurchlässigkeit für die Wellenlänge  $\lambda = 450$  nm zu erkennen.

Die Bestrahlung zur Vergilbung neigender Papiersorten erfolgte deshalb nur über eine Dauer von 100 h, weil schon zu

diesem Zeitpunkt eine für die Messzwecke befriedigende Vergilbung der Prüflinge eingetreten war. Die relative Lichtdurchlässigkeit für die Wellenlänge  $\lambda = 450$  nm dieser vergilbten Papiere ist in Fig. 8 graphisch dargestellt. Der unterschiedliche Kurvenverlauf der Prüflinge Nr. (9) und (10) lässt die Wirksamkeit dieser zur Beurteilung von Vergilbungserscheinungen gewählten Methode deutlich erkennen. Im Vergleich mit den Kunststoffen aus Fig. 7 ist eine grössere Neigung der Kurven für Papier schon vom Anfang der Bestrahlung an zu erkennen.

Wie erwähnt, wurden im weiteren ein getrübtetes Silikatglas einer Gammabestrahlung von 0,88 Mrad und einige Vertreter von Kunststoffen einer solchen von 0,93 Mrad ausgesetzt. Es ist bekannt [4], dass anorganische Silikatgläser je nach Zusammensetzung sich durch Radiumbestrahlung verfärben. Die Verfärbung kann nach gelb, braun, schwärzlich oder nach blau und violett, bei Bleigläsern nach rötlich und bei phosphorhaltigen Gläsern nach rot erfolgen. Der Einfluss energiereicher Strahlung (Gamma- oder Betastrahlung) auf Kunststoffe richtet sich gemäss Biederbick [5] nach der Dosisleistung. Je nach Dosisleistung kann ein oxydativer Abbau, eine Kettenvernetzung oder auch eine Verbesserung der anwendungstechnischen Eigenschaften eintreten. Die nach Gammabestrahlung einiger getrübteter und eines glasfaserverstärkten Kunststoffes sowie eines anorganischen Silikatglases (Massivopalglas) gemessenen Werte der relativen Lichtdurchlässigkeit für die Wellenlänge  $\lambda = 450$  nm sind in Fig. 9 und 10 graphisch dargestellt. Der Verlauf der einzelnen Kurven von Kunststoffen in Fig. 9 sowie des bestrahlten Silikatglases in Fig. 10 beweisen, dass die spektralphotometrischen Messungen der relativen Lichtdurchlässigkeitsänderungen für  $\lambda = 450$  nm von Werkstoffen nach der Gammabestrahlung ebenso charakteristische Kurvenformen liefern wie nach der UV-Bestrahlung. Beachtenswert ist der ähnliche Kurvenverlauf für die Prüf-

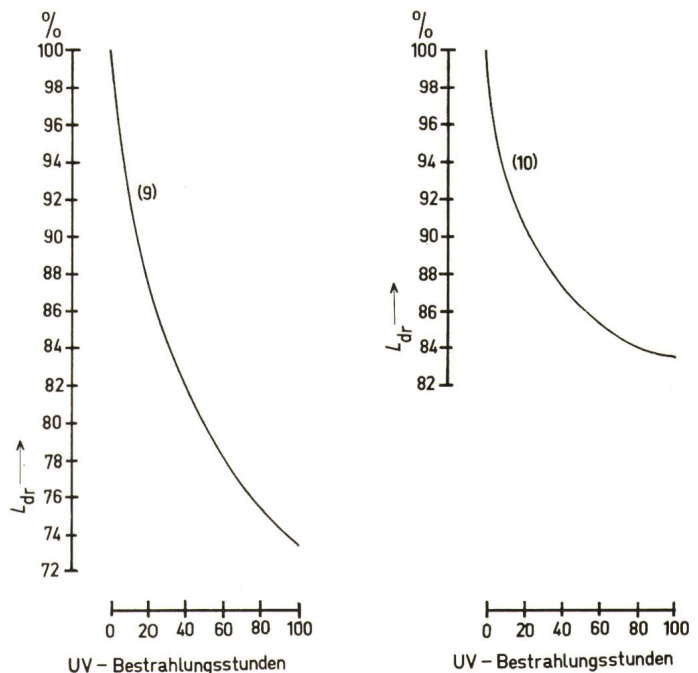


Fig. 8  
Relative Lichtdurchlässigkeit für  $\lambda = 450$  nm der UV-bestrahlten Papiere bezogen auf die unbestrahlten Prüflinge gleich 100 %  
Die Prüflingsnummern (9) und (10) bezeichnen das Papier gemäss Tabelle II  
UV-Strahlenquelle siehe 3.1

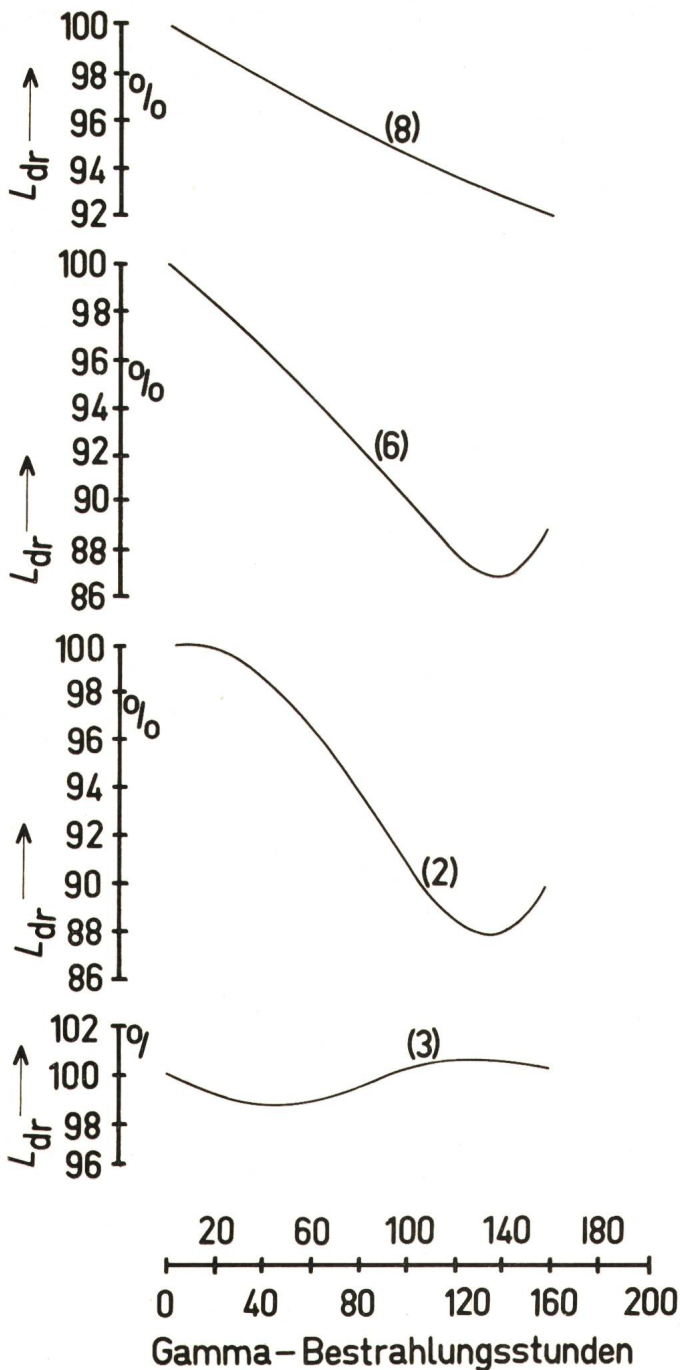


Fig. 9

Relative Lichtdurchlässigkeit für  $\lambda = 450 \text{ nm}$  von Gamma-bestrahlten Kunststoffen, bezogen auf die unbestrahlten Prüflinge gleich 100 %  
Die Gammastrahlenquelle siehe 3.2

linge Nr. (2) und Nr. (6) in Fig. 9, wogegen der Prüfling Nr. (3) keinen merkbaren Transmissionsverlust aufweist. Im Gegenteil ist eine verbesserte Lichtdurchlässigkeit für  $\lambda = 450 \text{ nm}$  nach Bestrahlung mit etwa 0,8 Mrad nicht auszuschliessen, was im Einklang mit *Biederbick* [5] stehen kann. Der Verlauf der relativen Lichtdurchlässigkeitskurve für die Wellenlänge  $\lambda = 450 \text{ nm}$  des bestrahlten Trübglases in Fig. 10 hat dagegen einen vollkommen von den hier geprüften Kunststoffen unterschiedlichen Charakter, denn die relative Lichtdurchlässigkeit für die genannte Wellenlänge erreicht im steil abfallenden Kurvenverlauf den Messwert von 0%. Der Kurvenverlauf des Prüflings Nr. (8) aus Fig. 9 kann deshalb stark durch die in ihn eingebauten Glasfasern beeinflusst sein.

### 5. Zusammenfassung

Die Messungen und Berechnungen des Vergilbungsfaktors  $y$  oder der relativen Lichtdurchlässigkeit für die Wellenlänge  $\lambda = 450 \text{ nm}$  haben nachweisbare Bedeutung für die objektive

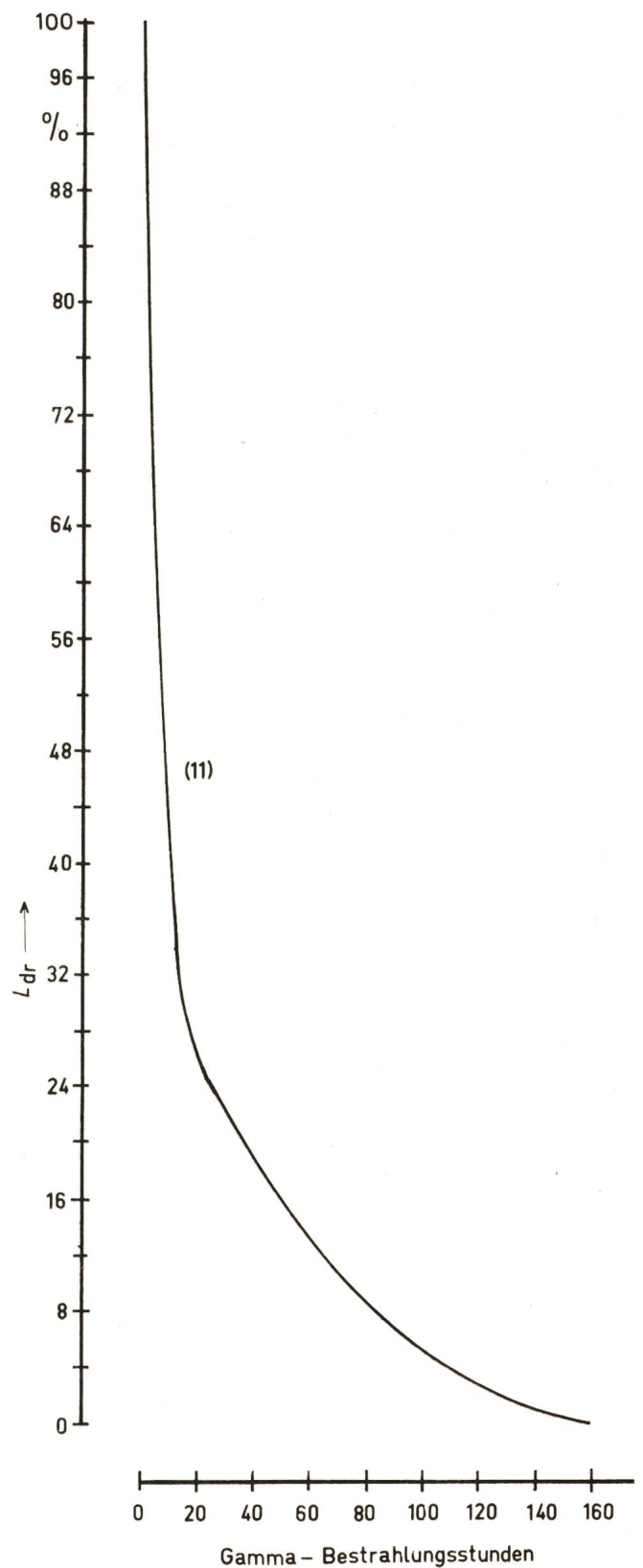


Fig. 10

Relative Lichtdurchlässigkeit für  $\lambda = 450 \text{ nm}$  des Gamma-bestrahlten Silikatglases (Massivopal), bezogen auf den unbestrahlten Prüfling gleich 100 %

Prüfling Nr. (11) gemäss Tabelle II  
Die Gammastrahlenquelle siehe 3.2

Beurteilung von Vergilbungserscheinungen verschiedener Werkstoffe. Dabei können nicht nur typische als lichttechnische Werkstoffe angewandte Materialien geprüft werden. Man kann auch alle anderen Werkstoffe, sofern sie «lichtempfindlich» und lichttechnisch messbar sind auf ähnliche wie die hier beschriebene Weise beurteilen.

Falls der geprüfte Werkstoff eine verhältnismässig zu lange UV-Bestrahlungszeit erfordert, um eine zweckmässige messbare Vergilbung hervorrufen zu können, wie es z.B. bei anorganischen Silikatgläsern der Fall ist, so kann für Kontrollzwecke eine Farbänderung des Prüflings mit Hilfe einer Gammabestrahlung in einer kürzeren Zeitspanne erzielt werden.

Die Vergilbungsmessungen können auch zur Kontrolle des Fertigungsprozesses oder in der Forschung angewandt werden, wobei sie die üblichen physikalischen Messmethoden wirksam ergänzen.

Die Autoren danken *A. Zeller* und *A. Luttringer*, beide am Eidg. Amt für Mass und Gewicht, für die Mitarbeit. Ferner sind sie Dipl.-Ing. *W. Thalman* von der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt und verschiedenen Firmen für die bereitwillig zur Verfügung gestellten Prüflinge und Informationen zu Dank verpflichtet.

#### Literatur

- [1] *H. Meyer* und *E. O. Seitz*: Ultraviolettstrahlen. Berlin, De Gruyter, 1942.
- [2] *F. Müder* und *M. Res*: Beurteilung der Lichtstreuung an lichttechnischen Werkstoffen. Bull. SEV 62(1971)15, S. 728...732.
- [3] Recommended light characteristics of polystyrene used in illumination. Illum. Engng. 53(1958)5, p. 284...286.
- [4] *H. Salmang*: Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Glasfabrikation. Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer-Verlag, 1957.
- [5] *K. Biederbick*: Kunststoffe. Würzburg, Vogel-Verlag, 1970.

#### Adresse der Autoren:

Dr. *F. Müder*, Dipl.-Ing. *M. Res* (z.Z. Pretoria N.P.R.L.-C.S.I.R.) und Dr. *A. Maier*, Eidg. Amt für Mass und Gewicht, Lindenweg, 3084 Wabern.

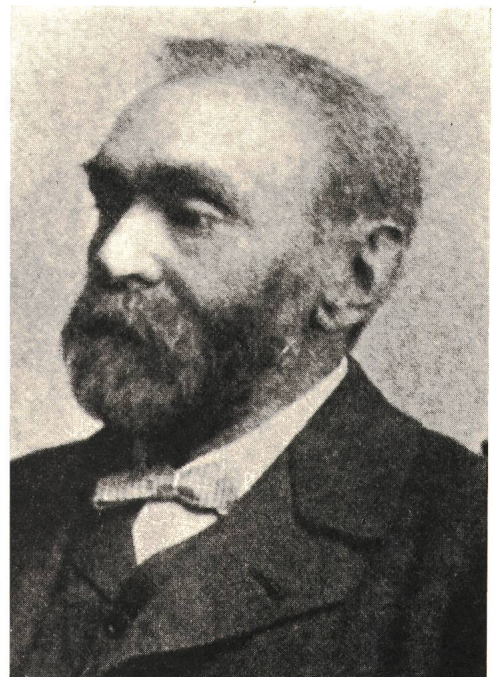
## ALFRED NOBEL

1833—1896

Alfred Nobel, der am 10. Dezember 1896 in San Remo starb, war, wie jedermann weiss, kein Elektriker, sondern Chemiker. Wenn seiner im Bulletin des SEV trotzdem gedacht wird, so darum, weil von den rund 70 Nobelpreisen für Physik sehr viele solchen Arbeiten zugedacht wurden, die direkt oder indirekt mit der Elektrizität und der Energiewirtschaft zu tun haben. Und es ist wohl nicht von der Hand zu weisen, dass die namhaften Mittel, die den Wissenschaftlern zuflossen, in irgendeiner Form weitem Forschungen zugute kamen. Aber auch mit seiner Erfindung des Dynamits trug Nobel Wesentliches zur Förderung der Energiewirtschaft bei, denn erst seit ein zuverlässiger Sprengstoff verfügbar ist, sind Stollen und Fundamente für Maschinenhäuser und Stauwerke in Fels wirtschaftlich möglich geworden.

Der Chemiker Alfred Nobel wurde am 21. Oktober 1833 in Stockholm geboren. Sein Vater, Immanuel Nobel, hatte 1862 Nitroglycerin — man nannte es auch Strengöl — eingeführt. 1865 wurde seine Fabrik durch eine Explosion zerstört, wobei einer seiner Söhne ums Leben kam. Ein anderer Sohn, Alfred, betätigte sich weiter auf diesem Gebiet. Beim Experimentieren zerbrach ihm einmal eine mit Nitroglycerin gefüllte Flasche, wobei die Flüssigkeit von Kieselgur aufgesogen wurde. Die durch diesen Zufall entstandene Mischung erwies sich hinsichtlich Sprengkraft gleichwertig, war aber bedeutend weniger empfindlich. Das war das Dynamit. Später erfand Nobel die Sprenggelatine und das für die Kriegführung wichtige rauchlose Pulver. Er hoffte, diese schreckliche Waffe würde so abschreckend wirken, dass künftige Kriege vermieden würden. Seine Fabriken in allen Ländern brachten ihm unerhörte Einnahmen. 1869 verlegte er seinen Arbeitsplatz nach Paris und seit 1891 lebte er in San Remo. Da er unverheiratet war, bestimmte er, dass sein 32 Millionen Schwedenkronen betragendes Vermögen als Fonds für die Ausrichtung von jährlich 5 Preisen dienen solle. Vier davon, der Chemie-, der Physik-, der Medizin- und der Literaturpreis werden von der Schwedischen Akademie der Wissenschaften verliehen. Ein vom norwegischen Storting gewähltes 5köpfiges Komitee bestimmt den Träger des Friedenspreises.

*H. Wüger*



ETH-Zürich