

# Über die Prüfung der Wetterbeständigkeit von Kunststoffen

Autor(en): **Eichenberger, Wilfried**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen  
Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **79 (1963)**

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-832785>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ÜBER DIE PRÜFUNG  
DER WETTERBESTÄNDIGKEIT  
VON KUNSTSTOFFEN

---

WILFRIED EICHENBERGER

## I.

Die jährliche Kunststoff-Weltproduktion hat sich in den letzten 15 Jahren alle fünf Jahre verdoppelt und liegt heute in der Größenordnung von 19 Mio m<sup>3</sup> (zum Vergleich Eisen 70 Mio m<sup>3</sup>). Ein großer Anteil findet Verwendung als Konstruktionswerkstoff und im Bauwesen, wobei gerade in diesen Anwendungsgebieten – im Gegensatz etwa zum Konsumwarenssektor – das Problem der Wetterbeständigkeit oft entscheidend für die Gebrauchstüchtigkeit ist. Dabei muß man bedenken, daß diese Problemstellung sich nicht nur auf die Kunststoffe beschränkt. Ungezählt sind die Untersuchungen und Vorschläge, wie man Metalle, Holz und selbst mineralische Baustoffe wie Steine und Beton vor dem Zerfall durch Wettereinflüsse schützen soll. Metalle und Holz sind immer wieder mit Schutzanstrichen zu versehen, und jeder Hausverputz ist von Zeit zu Zeit zu erneuern.

In der Kunststoffindustrie hat sowohl die Erzeuger- als auch die Verarbeiterseite dem Bewitterungsverhalten seit jeher ihre volle Aufmerksamkeit gewidmet, wobei gerade der ernsthafte Kunststoffverarbeiter an einwandfreien Resultaten, das heißt zutreffenden Prognosen, besonders interessiert ist, weil er seine Kunden möglichst gut beraten will. Wie im folgenden gezeigt wird, kann eben nicht generell postuliert werden, dieser oder jener Kunststoff sei a priori wetterfest, sondern sowohl die Eigenart des Kunststoffteiles als auch die besondere Beanspruchungsart, zum Beispiel die gleichzeitige Einwirkung von mechanischen Spannungen, sind mitbestimmend für die Auswahl. In vielen Fällen wird der gewissenhafte Berater auch ein «Nein» nicht scheuen.

## II.

Das Kriterium «wetterbeständig» ist sehr umweltbedingt, gibt es doch ganz verschiedenartige Klimata: Kontinentalklima, Meeres- oder Tropenklima, Hochgebirgsklima usw. Je nach Exposition wirken auf den Kunststoff Sonne und Regen in unterschiedlichem Verhältnis ein. Salzgischt, Pilze und Mikroben, atmosphärische Verunreinigungen aus Industriegegenden wie Schwefeldioxyd u. a. verschärfen die Beanspruchung. Besonders zu beachten ist der schädigende Einfluß der energiereichen Ultraviolettstrahlungen, welche ganz allgemein organische Materie aggressiv angreifen.

Durch erhöhte Temperatur – an einem heißen Sommertag kann ein dunkles Kunststoffteil ohne weiteres eine Temperatur von 60 °C

bis 70°C erreichen – wird die Schädigung stark beschleunigt, vor allem, wenn verschiedene Einflüsse gemeinsam auftreten, also zum Beispiel das Klima sehr feucht ist.

Der schädigende Einfluß des «Wetters» äußert sich im Gebrauch in verschiedener Weise. Einerseits fallen die mechanischen Werte wie Biegefestigkeit stark ab, was zu Anrißbildung oder gänzlichem Bruch führt. Die Schlagempfindlichkeit nimmt stark zu. Andererseits wird die Oberfläche matt oder gar rau. Ein und dasselbe Phänomen kann ganz verschiedenartige Ursachen haben. Ein Kunststoff kann zum Beispiel spröde werden, indem infolge unzulässig hoher Temperatur die Kunststoffmakromoleküle zerfallen oder indem der immer anwesende Sauerstoff (als O<sub>2</sub> oder Ozon O<sub>3</sub>) Moleküldoppelbindungen angreift oder indem Wasser eine Hydrolyse bewirkt. Andere Effekte sind eher physikalischer Art wie die Auswanderung von Weichmachern und Pigmenten (Auskreidung).

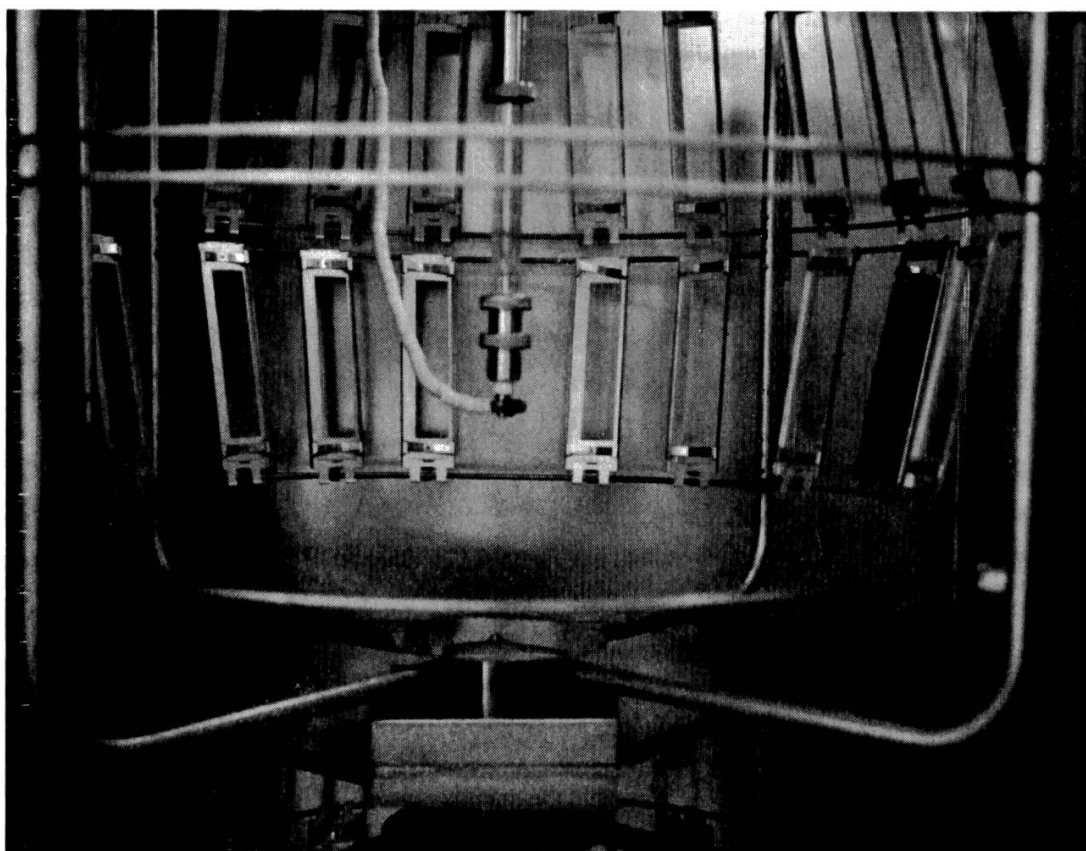
### III.

Wie soll nun geprüft werden, ob oder wie weit ein *Kunststoffteil* den Beanspruchungen durch das Wetter gewachsen ist? Zur sichersten Aussage würde man gelangen, indem man eine ganze Reihe von solchen Teilen aus verschiedenen Kunststoffen herstellt und diese Teile dann denjenigen Witterungsverhältnissen aussetzt, welche später beim Gebrauch auftreten. Da die Beanspruchungsart eines Kunststoffteiles aber nicht immer von vornherein festliegt, müßte man diesen Teil bei ganz verschiedenartigen Klimata bewittern, und erst nach vielen Jahren wären Resultate verfügbar. Deshalb untersuchen natürlich die Kunststoffherzeuger ihrerseits bereits bei der Entwicklung ihrer Kunststoffe deren Wetterbeständigkeit mittels *Prüfstäben und Prüfplatten*, welche sie in Prüfständen an klimatisch verschiedenartigen Orten wie Meeresnähe, Industriegelände oder in den Tropen (zum Beispiel Singapur) exponieren. Daß auch eine solche natürliche Bewitterung auf dem genormten, 45° gegen Süden geneigten Prüfstand eigentlich nur einen Laboratoriumsversuch unter kontrollierten Bedingungen darstellt, darf nicht unerwähnt bleiben.

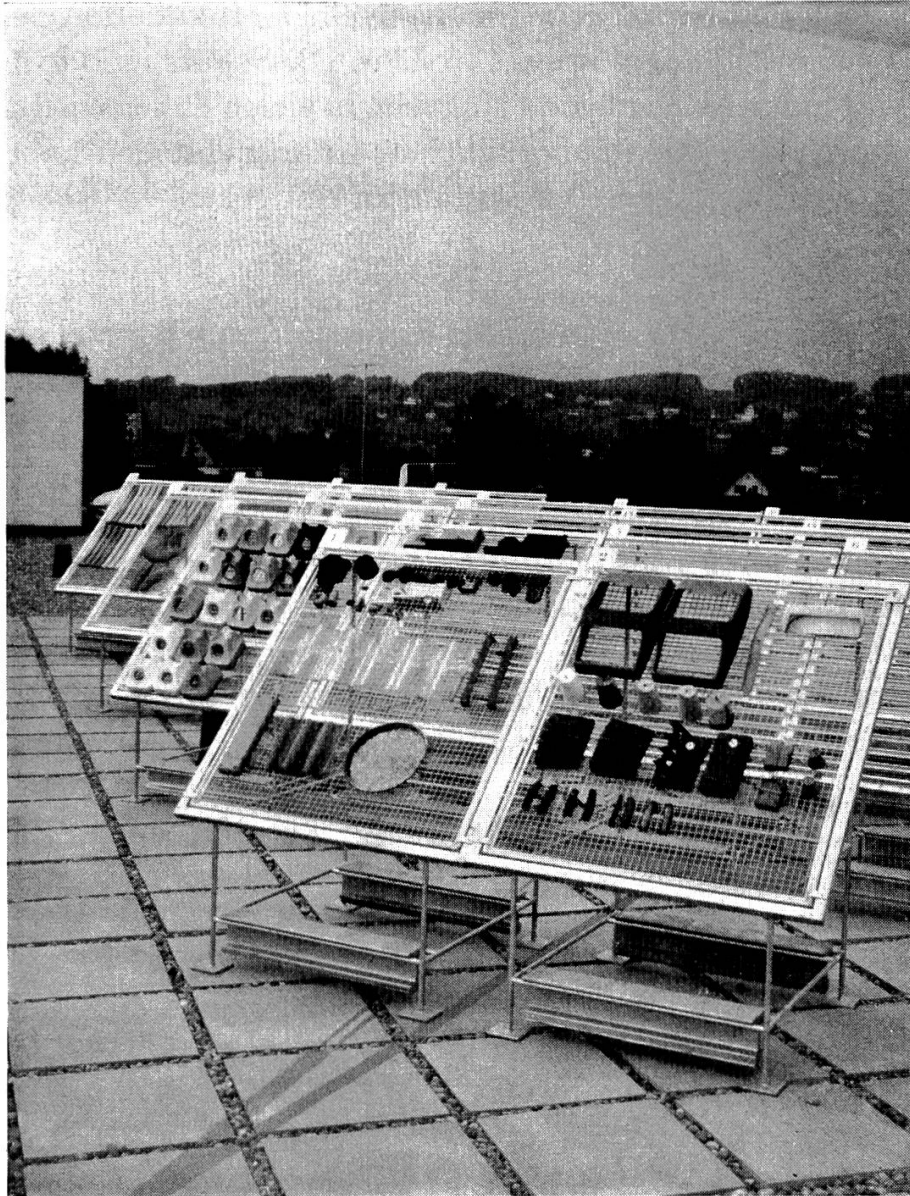
Da die natürliche Bewitterung bis zum Vorliegen von Resultaten sehr viel Zeit in Anspruch nimmt und zudem das Wetter nicht reproduzierbar ist, hat man schon seit langem versucht, in Bewitterungsapparaten das natürliche Wetter im 24-Stunden-Betrieb *reproduzierbar* zu simulieren. Die Sonne wird ersetzt durch eine Kohlenbogen-

oder Xenonlampe. Der Prüfling wird auch beregnet, und selbst Dunkelphasen werden in den Prüfzyklus aufgenommen, nachdem man erkannt hat, daß die durch die Bestrahlung erzeugten Molekülradikalen sich im Dunkeln rekombinieren können. Damit man möglichst bald zu Resultaten gelangt, sollte die «künstliche Sonne» den Prüfling verschärfend beanspruchen. Ihr Lichtspektrum muß dennoch aber einigermaßen demjenigen des natürlichen Sonnenlichtes entsprechen, weil sonst ganz andere Effekte auftreten und die Untersuchung nicht mehr repräsentativ für die Wirklichkeit ist. Aus diesen Gründen hat sich in letzter Zeit die Xenonlampe (Bild 1) durchgesetzt, welche ein recht sonnenähnliches Licht ausstrahlt, das allerdings dauernd überwacht werden muß, unter anderem anhand der sogenannten Schwarztafeltemperatur. Nach zirka 1500 Beleuchtungsstunden muß die Lampe ausgewechselt werden, weil sich das Spektrum verändert hat.

Man hat also allgemein erkannt, daß die künstliche Bewitterung nicht über ein gewisses Maß hinaus beschleunigt werden darf und



*Bild 1* Atlas-«Weatherometer». In der Mitte die Xenonlampe, welche von den am Karussell angebrachten Probenhaltern umkreist wird. (Bild: H. WEIDMANN AG.)



*Bild 2* Bewitterungsprüfstand auf dem Areal der Firma H. WEIDMANN AG in Rapperswil SG.

daß man sich mit einem Faktor 3 bis 5 zufriedengeben muß. Aber auch dann braucht es viel Erfahrung und die Kombination mit Resultaten der natürlichen Bewitterung, um zu repräsentativen Aussagen und Prognosen zu gelangen (Bild 2). Erschwert wird leider die Beurteilung ferner dadurch, daß eine Vielzahl von Bewitterungsschutzsubstanzen entwickelt worden sind, welche in die Kunststoffe als Additive eingearbeitet werden. Diese Schutzmittel (meist UV-absorbierende Chemikalien) schützen den Kunststoff gewissermaßen nur auf Zeit, indem der Stabilisator nach und nach zerstört wird und

seine Schutzwirkung verliert. Erst nach einer «Inkubationsperiode» zeigt der Kunststoff sein wahres Gesicht. Die Schutzperiode mag für viele Anwendungen genügend lang sein, in vielen Fällen wird sie aber nicht ausreichen. Die diesbezüglichen Untersuchungen haben sich deshalb auf einen längeren Zeitraum zu erstrecken.

#### IV.

Hat man einen ganz bestimmten Kunststoff, zum Beispiel ein Polyäthylen, geprüft, so ist es unstatthaft, die Resultate unbesehen auf die ganze Polyäthylenklasse zu übertragen, gibt es doch ganz verschiedenartige Polyäthylene bezüglich Molekulargewicht, Kettenverzweigung und Kristallinität. Und viele der für die Verarbeitung wichtigen Zutaten wie Gleitmittel, Verarbeitungsstabilisatoren und vor allen die *Farbpigmente* beeinflussen in großem Maße die Wetterbeständigkeit (siehe Tabelle 1), obwohl sie nur in sehr geringen Mengen (zum Beispiel 1 bis 2 %) zugesetzt werden und damit etwa die mechanischen Eigenschaften kaum verändern.

*Tabelle 1* Zugfestigkeit eines Polyäthylens mit färbenden Zusätzen nach zwei Jahren Bewitterung. In Prozenten des Ausgangswertes (100 %).

Farbzusatz	Restfestigkeit
Titandioxyd (Anatas)	11 %
Titandioxyd (Rutil)	25 %
Phthalozyaninblau	30 %
Kadmiumrot	69 %
Eisenoxyd	100 %
Ruß	105 %

Es erweist sich auch hier, daß Ruß als Zusatz zu Kunststoffen (wie bekanntlich auch im Autoreifen, also auf dem Kautschuksektor) ausgezeichnete Wetterbeständigkeit verleiht, obwohl er schwarz färbt und damit die Temperatur bei Sonneneinstrahlung eigentlich erhöht. Für viele Anwendungsfälle kommt Ruß allerdings leider nicht in Frage, nämlich wenn aus optischen Gründen eine bunte Farbe verlangt wird.

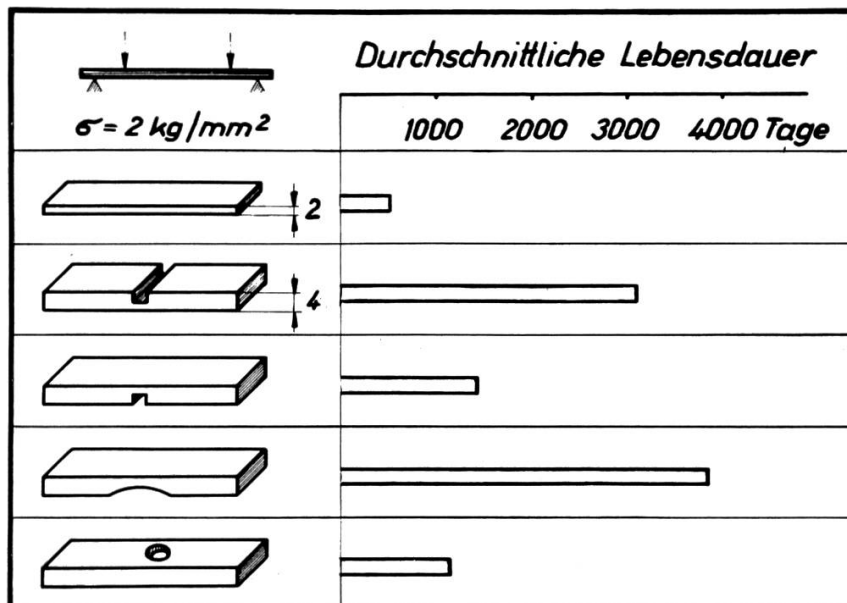
Beachtliche Unterschiede im Bewitterungsverhalten treten aber nicht nur bei ein und demselben Kunststoff verschiedener Einfär-

bung auf, sondern sogar auch bei gleichartig eingefärbtem Kunststofftyp verschiedener *Provenienz*, siehe Tabelle 2.

*Tabelle 2* Schlagzähigkeit (cmkg) von ABS-Polymeren vor und nach verschiedenartiger Bewitterung.

Bewitterungsart	ABS-Sorten			
	I	II	III	IV
Im Anlieferzustand	17,0	16,0	13,6	7,0
Nach Bewitterung (nicht kumulativ)				
½ Jahr Hochgebirge	3,0	9,1	3,2	2,9
½ Jahr Großstadt	3,8	12,3	4,1	3,2
1 Jahr Rapperswil	4,0	–	–	2,2
2 Jahre Rapperswil	3,2	1,4	2,2	2,2
1000 h «Atlas»-Bewitterungsgerät (siehe Bild 1)	2,6	2,3	3,6	3,3

ABS = Acrylnitril-Butadien-Styrol-Polymer  
 Prüfkörper der Größe 15 × 10 × 3 mm



*Bild 3* Lebensdauer von Stäben aus Phenoplast-Preßmasse. Einfluß unterschiedlicher Kerbung bei Lagerung im Freien unter einer Biegespannung von 2 kg/mm<sup>2</sup>. (H. WEIDMANN AG.)

Dabei fällt auf, daß die anfangs zweitbeste Sorte nach der Bewitterung (1000 h Bewitterungsgerät oder zwei Jahre Rapperswil) auf den letzten Rang gefallen ist. Gleichzeitig zeigt diese Versuchs-



reihe auch, wie stark die Eigenschaften von der Bewitterungsart abhängen.

Als drittes Beispiel sei auf Versuchsreihen mit Stäben aus Phenoplasten (Phenol-Formaldehyd-Preßmassen) hingewiesen, die den Einfluß der Gestalt zeigen sollen. Bei verschiedenartigen Spannungskonzentrationen, wie sie bei mechanischen Belastungen zum Beispiel durch verschiedene Formen von Kerben erzeugt werden, ist ein Einfluß auf die Lebensdauer der Teile zu erwarten, was durch diese Versuche eindrücklich bestätigt wurde (Bild 3). Die Biegebeanspruchung war bei allen Prüfkörpern während der ganzen Prüfdauer durchwegs  $2 \text{ kg/mm}^2$ .

## V.

Zusammenfassend zeigt sich, daß die Wetterbeständigkeit von Kunststoffen von sehr vielen Einflüssen abhängt. Untersuchungen mit natürlicher und künstlicher Bewitterung geben Hinweise auf das Verhalten des Werkstoffes. Für ein konkretes Formstück spielt darüber hinaus die Gestalt eine wesentliche Rolle (auch sie ist werkstoffabhängig und deshalb unter Umständen mit vielen inneren Spannungen behaftet). Endlich gilt auch für die Kunststoffe die allgemeine Werkstoffenerfahrung, daß das Verhalten unter langzeitiger äußerer Spannungsbeanspruchung gerade unter Wettereinfluß vom Verhalten im Kurzzeitversuch abweicht. Nur die gleichzeitige Beachtung aller drei Faktoren wird in der Praxis zu voll befriedigenden Ergebnissen führen. Daß hierfür lange Erfahrung und ein nicht unerhebliches apparatives Instrumentarium zur Verfügung stehen müssen, braucht nicht näher erläutert zu werden.

Für anregende Diskussion bei der Ausarbeitung dieser Zeilen danke ich Herrn Dr. G. O. GRIMM, der seit 1943 in der Firma H. WEIDMANN AG, Rapperswil SG, umfangreiche Untersuchungen auf dem Gebiet der Wetterbeständigkeit der Kunststoffe durchgeführt hat.

## LITERATUR

- Building Research Station: Applications and Durability of Plastics. Digest Nr. 69 (1966), Garston (GB).
- GRIMM, G. O.: Über das Verhalten von härtbaren Kunststoffen im Wetter. Schweiz. Arch. angew. Wiss. Techn., Bd. 12 (1946), S. 311.
- GRIMM, G. O.: Die Beständigkeit von Kunststoffen bei langzeitiger Beanspruchung. Schweiz. Arch. angew. Wiss. Techn., Bd. 19 (1953), S. 217.
- GRIMM, G. O.: Verwendung von Kunststoffen bei der Herstellung von Formstücken. Bull. SEV, Bd. 51 (1960), S. 1340.
- FISCHER, H.: Radikalische Vorgänge bei der Alterung von Kunststoffen. Kunststoffe, Bd. 55 (1965), S. 344.
- KAMAL, M. R.: Weatherability of Plastic Materials. (Interscience Publishers, New York 1967.)
- SIMON, G.: Zeitraffender Bewitterungsversuch und Außenbewitterung. Kunststoffe, Bd. 55 (1965), S. 470.
- STÄGER, H.: Das Altern der Kunststoffe. Kunststoffe, Bd. 49 (1959), S. 589.
- TSCHUDI, H., und GRIMM, G. O.: Formpreßstücke aus härtbaren Kunststoffen. Schweiz. Techn. Zeitschrift, Bd. 46 (1949), S. 315.
- Diverse Autoren: Alterung und Korrosion von Kunststoffen. (Verlag Chemie, Weinheim 1967.)
- Diverse Autoren: Prüfung von organischen Pigmenten in Kunststoffen. Plastverarbeiter, Bd. 19 (1968), S. 309, 538.

Adresse des Verfassers:  
Dr. ing. chem. Wilfried Eichenberger  
c/o H. WEIDMANN AKTIENGESELLSCHAFT  
8640 Rapperswil SG

