

**Zeitschrift:** Nachrichten aus der Eisen-Bibliothek der Georg-Fischer-Aktiengesellschaft

**Herausgeber:** Eisenbibliothek

**Band:** - (1971)

**Heft:** 38

**Vereinsnachrichten:** Elfte Eisen-Bibliothek-Tagung im Klostergut Paradies 14. November 1969

### **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.](#)

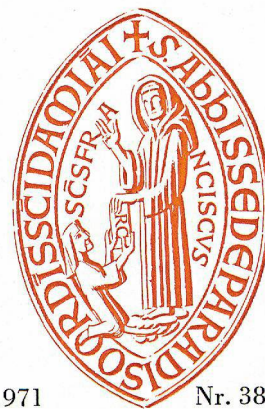
### **Terms of use**

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:** 08.02.2025

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

# NACHRICHTEN AUS DER EISEN-BIBLIOTHEK DER GEORG FISCHER AKTIENGESELLSCHAFT



„VIRIS FERRUM DONANTIBUS“

Schaffhausen, Oktober 1971

Nr. 38

## ELFTE EISEN-BIBLIOTHEK-TAGUNG IM KLOSTERGUT PARADIES 14. NOVEMBER 1969

An der elften Eisen-Bibliothek-Tagung 1969 im Klostergut Paradies sprach

*Prof. Dr. H. Hopff* vom Tech.-Chem. Laboratorium der ETH in Zürich über das Thema:

### «KUNSTSTOFF — STAHL — ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG».

Der Referent ist mit den Kunststoffen gross geworden. Seine Laufbahn begann in einem grossen deutschen Unternehmen, wo er sich praktisch betätigte und die Entwicklung der Kunststoffe miterlebte. Seit 1952 lehrt Professor Dr. H. Hopff an der Eidgenössischen Technischen Hochschule.

Nachstehend folgt eine Zusammenfassung des Vortrages.

Wenn sich die organischen Kunststoffe in einem beispiellosen Siegeszug fast alle Zweige der Technik erobert haben, so ist dies in erster Linie auf eine Reihe von Eigenschaften zurückzuführen, in denen sie den bekannten Werkstoffen überlegen sind:

- das niedrige spezifische Gewicht (0,9—1,5)
- die leichte Verformbarkeit bei mässigen Temperaturen in vollautomatischen Maschinen, die eine Massenfertigung erlaubt
- die ausgezeichnete Beständigkeit gegen Korrosion
- vorzügliche elektrische Werte, geringe dielektrische Verluste und hohe Isolierwirkung
- die Färbbarkeit in beliebigen Tönen und in vielen Fällen
- glasklare Durchsichtigkeit.

Die einzigartige Entwicklung des Kunststoffgebietes wird durch die Tatsache illustriert, dass die Weltproduktion von ca. 20 000 t im Jahre 1900 auf über 20 Millionen t im Jahre 1969 gestiegen ist. Ein Ende dieser Entwicklung ist vorläufig nicht abzusehen, da ständig neue Anwendungsgebiete für Kunststoffe gefunden werden. Manche moderne technische Entwicklungen wären ohne die Kunststoffe überhaupt nicht möglich gewesen, wie das Fernsehen, das Radar und die Raumfahrt. Auch der Auto- und vor allem der Flugzeugbau, die auf spezifisch leichte Werkstoffe angewiesen sind, wurden durch die Kunststoffentwicklung stark gefördert. In jedem modernen Auto sind ca. 50 Teile aus Kunststoff und man schätzt, dass es in einigen Jahren über 100 sein werden. Im Flugzeug- und Schiffsbau ist eine noch stärkere Hinwendung zum Kunststoff zu erwarten. (Bild 1).

Es ist daher verständlich, dass alle grossen Industrienationen dem Ausbau der Kunststoffproduktion grosse Beachtung schenken. An der Spitze stehen die USA mit 36%, Japan mit 17% und Deutschland mit 16% der Weltproduktion. (Bild 2).

Bei diesen Zahlen ist der grösste Kunststoff, der Synthese-Kautschuk noch nicht berücksichtigt, dessen Verbrauch von 4,5 Mill. t im Jahr 1969 den Naturkautschuk mit 2,7 Mill. t weit überflügelt hat. Dazu kommt noch, dass die Kunststoffe auf dem Gebiet der synthetischen Fasern eine revolutionäre Entwicklung eingeleitet haben, die zur Schaffung ganz neuer Fasern mit überlegenen Eigenschaften geführt hat. Ihre Weltproduktion hat 1968 bereits 3,75 Mill. t erreicht. (Bild 3).

Die Kunststoffe sind makromolekulare Verbindungen, d. h. sie bestehen aus sehr grossen Molekülen. Die zwischen den Makromolekülen wirkenden Anziehungskräfte sind für die hohen Festigkeitseigen-

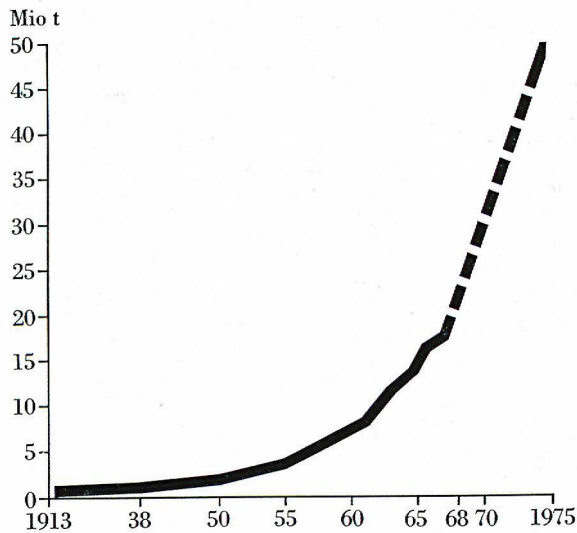
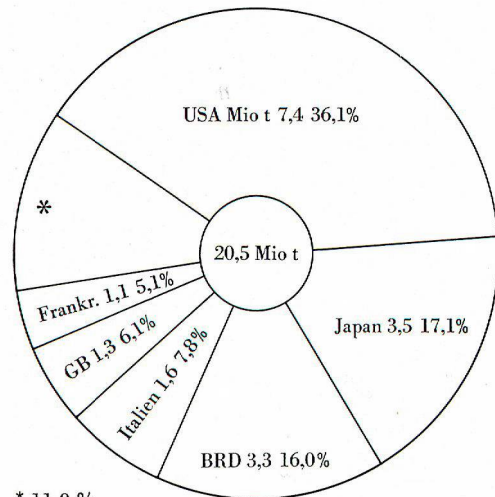


Bild 1 Die Entwicklung der Kunststoffproduktion in der westlichen Welt



\* 11,8 %  
restl. Welt, davon: Niederlande 0,3 Kanada 0,3 Schweden 0,2  
Spanien 0,2 Australien 0,2 Belgien 0,2

Bild 2 Die grössten Kunststoffherzeuger-Länder:  
Produktion und Anteil an der Weltproduktion 1968

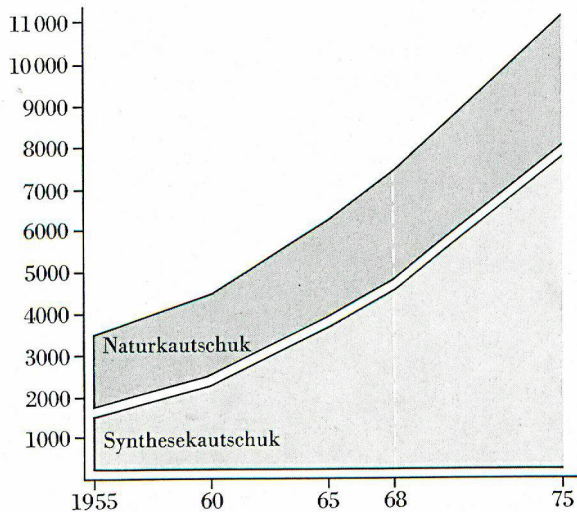


Bild 3 Verbrauch von Natur- und Synthesekautschuk in der Welt  
Mengen in 1000 Long tons

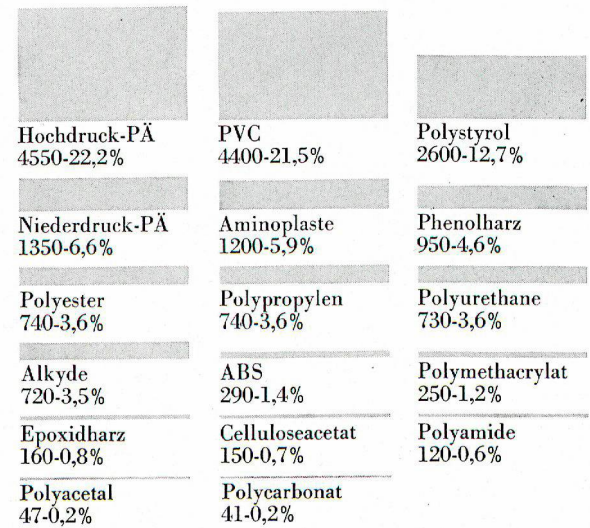


Bild 4 Aufteilung der Kunststoffproduktion in der Welt nach Typen  
Mengen in 1000 Tonnen / % an der Welt

schaften der Kunststoffe verantwortlich. Beim Lösen in organischen Lösungsmitteln liefern makromolekulare Verbindungen nach vorheriger Quellung hochviskose Lösungen. Die Viskosität steht nach *Staudinger* zur Molekulargrösse in einem gesetzmässigen Zusammenhang. Die Gestalt der die Kunststoffe zusammensetzenden Makromoleküle kann sehr verschieden, z. B. stäbchenförmig, astartig verzweigt, durch Brückenbindungen vernetzt oder schraubenförmig verdreht sein.

Je nach der Natur der Ausgangsstoffe sind die Kunststoffe weich, hart oder gummiartig elastisch. Nach ihrer Anwendung werden sie eingeteilt in

1) Thermoplaste, d. h. durch Hitze und Druck re-

versibel verformbare Produkte,

2) Duroplaste, d. h. härtbare Kunststoffe, die während der Verformung eine fortschreitende Molekülvergrösserung unter Vernetzung eingehen, die zur Unlöslichkeit und Unschmelzbarkeit führt,

3) Elastomere, d. h. kautschukelastische Produkte.

Nach ihrer Herstellung unterscheidet man

- 1) Chemisch veredelte Naturstoffe
- 2) Polymerisate
- 3) Polykondensate
- 4) Polyaddukte.

Die Bedeutung der aus der Cellulose des Holzes oder der Baumwolle hergestellten Kunststoffe, wie

Vulkanfiber, Nitrat- und Acetylcellulose geht fortlaufend zurück. Dagegen hat das Cellulosexanthogenat für die Herstellung von Spinnfasern und Verpackungsfolien nach wie vor große Bedeutung.

Weitaus den Hauptanteil aller Kunststoffe stellen die vollsynthetischen Produkte, und unter diesen vor allem die Polymerisate. Sie entstehen durch Vereinigung vieler,  $[n]$ , Moleküle einer ungesättigten Verbindung  $[R]$  zu einem Riesen(Makro)-Molekül  $[R]_n$ , wobei eine gesättigte Verbindung von derselben Zusammensetzung wie der Ausgangsstoff gebildet wird. (Polymerisation). Damit dieser Vorgang rasch verläuft, muss er durch Katalysatoren eingeleitet werden, wobei man für die Abführung der beträchtlichen Polymerisationswärme Sorge tragen muss. Die Zahl der polymerisationsfähigen Verbindungen ist sehr gross, doch hat nur eine beschränkte Anzahl praktische Bedeutung, vor allem Äthylen, Propylen, Isobuthylen, Styrol, Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, Tetrafluoräthylen, Trifluormonochloräthylen, Acrylnitril, Methacrylsäureester, Vinylacetat, Vinylpropionat, die Vinyläther und Butadien. Aus diesen gasförmigen oder flüssigen Ausgangsstoffen (Monomeren) lassen sich Polymere mit den verschiedensten Eigenschaften herstellen, die man durch gemeinsame Polymerisation verschiedener Monomeren beliebig abwandeln kann (Copolymerisation).

Alle auf Bild 4 verzeichneten Kunststoff-Typen sind bezüglich ihrer Molekulargröße, Verzweigung und Vernetzung und ihrem stereospezifischen Aufbau sehr variierbar, so dass man ihre Eigenschaften dem Anwendungszweck weitgehend anpassen kann. Eine Gegenüberstellung von Kunststoff und Stahl führt zwangsläufig zur Schlussfolgerung, dass sich diese beiden Werkstoffe gegenseitig wertvoll ergänzen und jeder ein grosses Anwendungsgebiet für sich beanspruchen kann. In vielen Fällen dürfte eine Kombination von Kunststoff mit Stahl (Palatal etc.) zur Korrosionsverhütung zusätzliche Aussichten haben. Trotz der enormen Entwicklung der Kunststoffanwendung hat der Stahl seine Stellung als Konstruktionsmaterial behauptet, trotz seiner ca. 7 Mal höheren Dichte. Von den Eigenschaften, in denen Stahl den Kunststoffen immer überlegen sein wird, sind vor allem die hohe Temperatur- und Lichtbeständigkeit, der viel grössere Elastizitätsmodul, die gute elektrische Leitfähigkeit, die Härte und Zeitstandfestigkeit, die Magnetisierbarkeit und das Wärmeleitvermögen zu erwähnen. Die Kunststoffe sind dagegen dem Stahl in folgenden Eigenschaften überlegen: niedrige Dichte, hervorragendes elektrisches Isoliervermögen, chemische

Beständigkeit, leichte Verformbarkeit, Färbbarkeit und Anpassung der Eigenschaften an den Verwendungszweck. Dadurch haben die Kunststoffe den Stahl auf einigen Gebieten verdrängen können, doch beträgt dieser Anteil wenig mehr als 5%. Bei anderen Metallen, besonders Kupfer, Blei und Messing ist die Konkurrenz des Kunststoffes wesentlich grösser. Durch Aufdampfen von Metallen auf Kunststoffartikel kann man diesen Metallglanz und andere metallische Eigenschaften verleihen.

Schliesslich muss berücksichtigt werden, dass der Preis der Kunststoffe wesentlich höher als der von Stahl und Eisen ist.

Es besteht kein Zweifel darüber, dass sich der steile Anstieg der Kunststoffproduktion in den nächsten Jahren unvermindert fortsetzen wird. Wie man sich die Entwicklung bis zum Jahre 2000 vorstellt, geht aus Tabelle 1 und Bild 5 hervor.

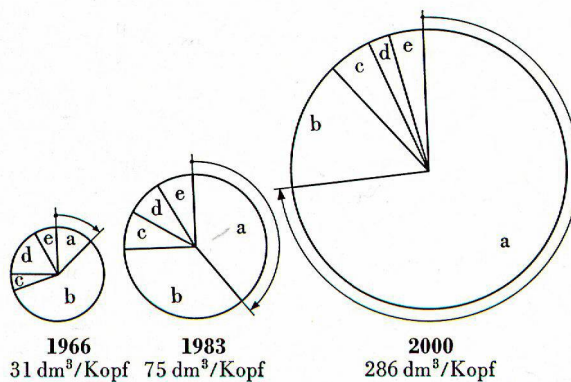


Bild 5 Voraussichtliche Entwicklung des gesamten und des anteiligen Pro-Kopf-Verbrauchs wichtiger Konstruktionsmaterialien bis zum Jahr 2000 nach dem Volumen (Welt-Durchschnitt) a Kunststoffe, b Eisen, c übrige Metalle, d Natur-Kautschuk und -Fasern, e Synthese-Kautschuk und -Fasern

Dabei sind die verschiedenen Werkstoffe nach dem Verbrauch pro Kopf in kg und dm<sup>3</sup> dargestellt. Man rechnet also damit, dass im Jahre 1983 die Kunststoffproduktion die der Eisenmetalle erreicht und wir in das Zeitalter der Kunststoffe eintreten. Für das Jahr 2000 hat man berechnet, dass 75% aller Konstruktionsmaterialien von den neuen Werkstoffen bestritten werden, da sie in viele, bisher unbekannte Verwendungsgebiete eindringen werden. Diese Entwicklung wird nur zu einem kleinen Teil auf Kosten von Eisen und Stahl gehen, denn für tragende Teile unter Belastung sind Kunststoffe wegen des kalten Flusses nicht brauchbar. Daher wird auch für Eisenmetalle bis 2000 eine Erhöhung der Produktion auf das Sechsfache erwartet. Wenn man die oben erwähnte Produktionssteigerung für Kunststoffe als wahrscheinlich zugrundelegt, so stellt sich die Frage nach der Rohstoffsituation

ation. Fast alle Kunststoffe sind auf das Erdöl als Ausgangsmaterial angewiesen, dessen nachgewiesene Vorräte über 55 Milliarden t betragen. Bei einem Jahresverbrauch von 1,5 Milliarden t werden heute nur ca. 5 % für chemische Produkte verwendet. Die restlichen 95 % dienen als Treibstoff und Heizmaterial. Die in Millionen von Jahren in der Erdrinde gebildeten Kohlenwasserstoffe des Erdöls

werden dabei nur schlecht ausgenützt und sollten für wertvollere Produkte, wie Kunststoffe, Arzneimittel und dergleichen reserviert bleiben. Dann wäre die Rohstoffsituation für die zukünftige Entwicklung der Kunststoffe gesichert. Wir treiben heute mit dem Erdöl einen Raubbau, der sich nicht mehr lange verantworten lässt.

Jahr	1966		1970		1980		1985		1990		2000	
Bevölkerung [10 <sup>9</sup> ]	3,4		3,7		4,6		5,0		5,6		7,0	
	1000 t kg/Kopf	1000 m <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> /Kopf	1000 t kg/Kopf	1000 m <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> /Kopf	1000 t kg/Kopf	1000 m <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> /Kopf	1000 t kg/Kopf	1000 m <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> /Kopf	1000 t kg/Kopf	1000 m <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> /Kopf	1000 t kg/Kopf	1000 m <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> /Kopf
<b>Metalle</b>												
Eisen	470 000 137	60 000 17,5	560 000 150	71 600 19	900 000 196	115 000 25	1 130 000 220	145 000 28	1 400 000 248	179 000 32	2 250 000 321	287 000 41
Aluminium	7 700 2,1	2 900 0,8	11 300 3	4 190 1,1	32 000 7	11 850 2,6	55 000 11	20 000 4	90 000 16	33 300 5,9	250 000 36	92 700 13
Kupfer	5 400 1,5	600 0,2	6 200 1,7	693 0,2	9 200 2	1 027 0,3	10 000 2	1 100 0,3	13 500 2,4	1 508 0,3	20 000 3	2 235 0,3
Zink	4 300 1,2	600 0,2	5 000 1,3	703 0,3	7 200 1,6	1 020 0,2	8 700 1,7	1 250 0,25	10 400 1,8	1 462 0,3	15 000 2,1	2 105 0,3
Summe Metalle	487 400 145	64 100 18,8	582 500 158	77 186 21,0	948 400 206	128 897 28,0	1 203 700 241	167 350 33,5	1 513 900 270	215 270 38,5	2 535 000 362	384 040 54,4
<b>Chemiewerkstoffe</b>												
Kunststoffe	16 000 5	14 200 4,3	27 000 7	23 450 6,3	105 000 23	91 400 20	240 000 48	205 000 41	420 000 75	365 500 65	1 700 000 243	1 480 000 211
Synthesekautschuke	3 900 1,1	4 100 1,2	5 500 1,5	5 800 1,6	11 500 2,5	12 000 2,6	16 000 3,2	17 000 3,4	23 000 4,1	24 000 4,3	44 000 6,4	46 000 6,7
Chemiefasern	5 600 1,6	4 700 1,4	7 150 1,9	6 000 1,6	13 000 2,8	11 000 2,3	17 000 3,4	14 200 2,8	24 500 4,3	19 500 3,6	46 000 6,6	38 000 5,6
Summe Chemiewerkstoffe	25 500 7,5	23 000 6,7	39 650 10,8	35 250 9,5	129 500 28	114 400 25	273 000 55	236 200 47	467 500 83	409 000 73	1 790 000 256	1 564 000 223
<b>Naturstoffe</b>												
Kautschuk	2 200 0,6	2 400 0,7	2 500 0,7	2 700 0,8	2 600 0,6	2 700 0,6	2 700 0,5	2 900 0,6	2 800 0,5	3 000 0,6	3 000 0,4	3 200 0,5
Fasern	19 000 5,5	16 000 4,4	21 500 5,8	18 000 4,8	30 250 6,6	25 000 5,6	35 000 7,0	29 000 5,9	41 500 7,4	34 500 6,2	60 000 8,6	50 000 7,1
Summe Naturstoffe	21 200 6,1	18 400 5,1	24 000 6,5	20 700 5,6	32 850 7,2	27 700 6,2	37 700 7,5	31 900 6,5	44 300 7,9	37 500 6,8	63 000 9,0	53 200 7,6
Gesamt	534 100 157	105 500 31	646 150 175	133 136 36	1 110 750 242	271 000 59	1 514 400 303	435 450 87	2 025 700 363	661 770 118	4 388 000 627	2 001 240 286

Voraussichtlicher jährlicher Welt-Bedarf einiger Konstruktions-Materialien

## NEUREGELUNG DER ORGANE DER EISEN-BIBLIOTHEK

### STIFTUNGSRAT

H. C. Bechtler, Dipl.-Ing. ETH, Zürich, *Präsident*  
 Prof. Dr. J. Ackeret, Küsnacht ZH  
 Prof. Dr. H. Boesch, Zollikon  
 Minister Dr. J. Burckhardt, Zürich  
 Prof. Dr. h.c. R. Durrer, Zumikon ZH  
 G. Kaiser, Dipl.-Ing. ETH, Winterthur  
 Dr. B. Peyer, Schaffhausen  
 Prof. Dr. K. Schib, Schaffhausen  
 P. Schmidheiny, Zürich  
 Dr. P. Sulzer, Hettlingen  
 K. Türler, Binningen

### VORSTAND

Dr. B. K. Greuter, *Präsident*  
 Mitglied der +GF+ Konzernleitung  
 Dr. H. Weber, *Vizepräsident*  
 Konzernstab Personal  
 Dr. K. Gut  
 Konzernstab Forschung und Entwicklung  
 Dr. E. Hofmann  
 Konzernstab Unternehmensplanung

### ARBEITSTEAM

Dr. W. Maurmann, *Wissenschaftlicher Leiter*  
 H. Wegmann, *adm. Geschäftsführer*  
 Fräulein A. M. Kappeler, *Bibliothekarin*