

DIETRICH BRAUN



Kleine  
**GESCHICHTE**  
der  
**KUNSTSTOFFE**



HANSER

Dietrich Braun

Kleine Geschichte der Kunststoffe

## Die Internet-Plattform für Entscheider!

- **Exklusiv:** Das Online-Archiv der Zeitschrift Kunststoffe!
- **Richtungweisend:** Fach- und Brancheninformationen stets top-aktuell!
- **Informativ:** News, wichtige Termine, Bookshop, neue Produkte und der Stellenmarkt der Kunststoffindustrie

***Kunststoffe.DE***

Immer einen Click voraus!

Dietrich Braun

# **KLEINE GESCHICHTE DER KUNSTSTOFFE**

HANSER

*Der Autor:*

Prof. Dr. Dietrich Braun, Jakob-Jung-Straße 56, 64291 Darmstadt



**MIX**  
**Papier aus verantwortungsvollen Quellen**  
**FSC® C014889**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in  
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische  
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.  
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der  
Vervielfältigung des Buches oder von Teilen daraus, vorbehalten.  
Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Ver-  
lages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes  
Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit  
Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –,  
reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme  
verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Trotz aller Bemühungen ist es dem Verlag nicht gelungen,  
sämtliche Rechteinhaber ausfindig zu machen. Wir bitten diese  
darum, sich mit dem Verlag in Verbindung zu setzen, damit wir  
eventuelle Korrekturen bzw. die üblichen Vergütungen vornehmen  
können.

© 2013 Carl Hanser Verlag München  
Herstellung: Steffen Jörg  
Coverdesign und -realisierung: Stephan Rönigk  
Satz: Kösel, Krugzell  
Druck und Bindung: Friedrich Pustet, Regensburg  
Printed in Germany

ISBN 978-3-446-43685-5  
E-Book ISBN 978-3-446-43686-2

Meinen Enkelkindern  
Antonia und Konstantin Becker  
zu Erinnerung



# INHALT

Vorwort	XI
1 Einführung	1
1.1 Plastische Massen, Kunststoffe, Plastics	1
Richard Escales prägt ein neues Wort	1
Auch Zeitschriften haben ihre Schicksale	5
Kunststoff – ein deutsches Wort	8
Zur Einteilung der Kunststoffe	11
Eine Industrie stellt sich vor	15
Im Zaubergarten der Kunststoffe: Handelsnamen	17
Kunststoffe als Ersatzstoffe	20
Zur Sozialgeschichte der Kunststoffe	23
1.2 Eine neue Wissenschaft: Hermann Staudinger als Begründer der makromolekularen Chemie	26
1.3 Vom Rohstoff zum Fertigerzeugnis	33
2 Epochen der Kunststoffgeschichte	45
3 Vorzeit – bis ca. 1800	51
3.1 Terpenharze	52
3.2 Wildkautschuk	53
3.3 Frühe Kunststoffe aus Eiweißstoffen	56
Gelatine	57
Albumin	61
Kasein	62
3.4 Das „maleable“ Glas der Alten	65

<b>4</b>	<b>Frühzeit – 1800 bis 1900</b>	<b>69</b>
4.1	Hornartige Kunststoffvorgänger	71
	Horn	71
	Schildpatt	72
	Steinnuss	74
	Fischbein	75
	Elfenbein	75
4.2	Naturharze	76
	Bernstein	77
	Kopal	81
	Schellack	82
	Schellack als Schallplattenmasse	87
4.3	Frühe Proteoplaste	90
	Kunststoffe aus Blut	90
	Fischleim	93
4.4	Polyisoprene	94
	Naturkautschuk und Guttapercha	95
	Elastomere	98
	Wildkautschuk	99
	Anfänge der Kautschukindustrie	100
	Vulkanisation	103
	Hartgummi	108
	Vom Wildkautschuk zum Plantagenkautschuk	109
	Beginn der Kautschukforschung	112
	Synthesekautschuk	113
	Zur Geschichte des Gummireifens	119
	Guttapercha und Balata	121
	Guttapercha als Isolierstoff in der Elektrotechnik	123
4.5	Celluloseabkömmlinge	128
	Cellulose	129
	Papyrus und Pappmaschee	131
	Pergamentpapier und Vulkanfiber	136
	Belagstoffe	141
	Wachstuch	142

---

Kamptulikon und Linoleum	143
Cellulosekunststoffe	148
Celluloid	148
Zellglas	160
Celluloseether	162
<b>5 Neuzeit – 1900 bis 1960</b>	<b>167</b>
<b>5.1 Frühe Kunstharze</b>	<b>170</b>
Beginn der Industrie plastischer Massen	170
Eigenständige Materialien und Surrogate	172
<b>5.2 Kunsthorn</b>	<b>177</b>
Kasein	180
Milch als Rohstoff	181
Galalith	184
Das Ende des Kunstorns	191
Kaseinfasern	192
<b>5.3 Phenoplaste und Aminoplaste</b>	<b>194</b>
Phenoplaste	194
Bakelite – „the material of thousand uses“	206
Aminoplaste	210
<b>5.4 Die großen Drei</b>	<b>215</b>
Polyvinylchlorid	215
Polymerisation	216
Stabilisierung	219
Weichmachen	220
Verarbeitung	222
PVC und Umwelt	223
Polystyrol	225
Polyolefine	231
Polyethylen	232
Polypropylen	235
Stereospezifische Polymerisation	235
Polyisobutylen	238
<b>5.5 Polyacrylate – Organisches Glas</b>	<b>239</b>

5.6	Polyamide	245
5.7	Polyurethane	250
5.8	Polyester	254
	Polyalkylenterephthalate	254
	Polycarbonate	254
	Ungesättigte Polyester	256
5.9	Polyacetale	259
5.10	Fluorkunststoffe	261
5.11	Epoxidharze	263
5.12	Silicone	266
Anhang		273
A	Zeittafel	273
B	Weiterführende Literatur zur Geschichte der Kunststoffe	284
C	Der Autor	286
Index		287

# VORWORT

Die Geschichte der Menschheit ist eng mit den jeweils verfügbaren Werkstoffen verbunden. Dabei bezeichnen nach Meinung vieler Historiker die um 1820 von dem dänischen Archäologen Christian Thomsen eingeführten Begriffe Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit usw. weniger geschichtliche Epochen als vor allem Kulturstadien. Gebrauchsgegenstände, Werkzeuge, Waffen, künstlerische Objekte und Schmuck aus Stein, Metall und Keramik bestimmten die Zivilisation von frühester Zeit an. Die eingesetzten Rohstoffe haben den einzelnen Abschnitten der Frühgeschichte daher sicher zu Recht ihre Namen gegeben.

Erst sehr viel später lernten die Menschen, neben den Materialien natürlichen Ursprungs, z. B. klebenden Baumharzen, auch künstlich erzeugte Werkstoffe einzusetzen. Dazu gehören durch Verhüttungsprozesse aus Erzen gewonnene Metalle, nicht in der Natur vorkommende Legierungen wie Bronze und Stahl oder keramische Massen. In neuerer Zeit wurden aus Naturprodukten wie Milch, Kautschuk und Cellulose sowie aus fossilen oder nachwachsenden Rohstoffen, d. h. auf chemischem Wege, „Kunststoffe“ erhalten, die daher manchmal auch als „Chemiewerkstoffe“ bezeichnet werden.

Ganz sicher ist unsere Gegenwart ohne Kunststoffe nicht vorstellbar. Es ist deshalb verständlich, wenn Karl Mienes 1965 für den jüngsten Abschnitt der Menschheitsgeschichte in der Be-

geisterung für das „Kunststoffzeitalter“ das Wort „Plasticaeum“ geprägt hat. Natürlich kann man darüber diskutieren, ob eine so junge und im Vergleich zu den vorangegangenen Perioden noch sehr kurze Phase überhaupt schon mit einem Namen belegt werden sollte. Unstreitig ist aber, dass die Kunststoffe die Entwicklung unserer Zivilisation und Kultur seit dem Mittelalter in einer Weise gesteuert und beschleunigt haben, die ohne diese „Werkstoffe aus Menschenhand“ (H. Saechtling) nicht denkbar wäre.

Dabei sollte auch nicht vergessen werden, dass die Geschichte der Kunststoffe sehr weit zurückreicht. Schon von jeher wurde nach gut zugänglichen und leicht zu bearbeitenden Werkstoffen gesucht, um mit möglichst geringem körperlichen und maschinellen Aufwand Hilfsmittel für das tägliche Leben, zum Lösen technischer Aufgaben oder zum Erreichen künstlerischer Wirkungen zu finden. So wurden bereits in der Steinzeit natürliche Harze als Klebstoffe verwendet, und im Mittelalter dienten Produkte aus Milcheiweiß (Kasein) als Ersatz von natürlichem Horn für Intarsien oder kleine Medaillons, bis daraus gegen Ende des neunzehnten Jahrhunderts schließlich aus „Milchstein“ (Galalith) einer der frühen Kunststoffe wurde.

Die sich nach etwa 1700 rasch verändernden sozialen Strukturen führten zu einer Fülle von Imitationen und Surrogatstoffen, die dem Bürger Zugang zu bis dahin nur wenigen, meist wohlhabenden Schichten vorbehaltenen Dingen ermöglichten. Beispiele hierfür sind Möbel, Puppenköpfe und Ornamente aus Pappmaschee, später Linoleum (mit Korkmehl gefülltes getrocknetes Leinöl auf einer Gewebeunterlage) als Bodenbelag und Ersatz für einfache Holzböden und schließlich das im neunzehnten Jahrhundert erfundene Celluloid als künstliches Elfenbein. Der erste technisch brauchbare Kunststoff im heutigen Sinne war der vulkanisierte Wildkautschuk, der als Hartgummi (Ebo-

nit) ein Surrogat für Ebenholz wurde und sogar natürliches Schildpatt ersetzte.

Den chemisch modifizierten Naturstoffabkömmlingen aus Naturkautschuk, Kasein und Cellulose folgte zu Anfang des 20. Jahrhunderts als erster vollsynthetischer Kunststoff das von Leo Hendrik Baekeland entwickelte Bakelit, ein Polymeres aus Phenol und Formaldehyd, das zwar schon 1872 entdeckt worden war, aber zunächst kaum Interesse (Adolf v. Bayer: „nur ein Harz“) und keine praktische Anwendung fand. Mit den sogenannten Phenolharzen beginnt in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts die moderne „Kunststoffzeit“, in der zahlreiche weitere synthetische Produkte wie Polyvinylchlorid, Polystyrol und die Polyolefine ihren Ursprung haben.

Die auf den deutschen Nobelpreisträger Hermann Staudinger und viele andere Forscher zurückgehenden Grundlagen der chemischen und physikalischen Natur der hochmolekularen Stoffe führten nach dem zweiten Weltkrieg zu einem ungeahnten Aufschwung der Kunststoffindustrie, aber auch zu hochmolekularen Stoffen (Polymeren), die nicht nur Werkstoffe, sondern zugleich Funktionsträger sind und die ihre Anwendung z. B. in der Datenverarbeitung oder der Medizin gefunden haben.

Durch das Zusammenwirken der wissenschaftlichen Grunddisziplinen des Kunststoffgebiets gelang es schließlich, die in der Anfangszeit nur empirisch erkannten Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe zu verstehen. Gleichzeitig entstand mit den Verfahren zum Formen von Kunststoffen zu Fertigprodukten ein eigenständiger Zweig der Ingenieurwissenschaft, so dass heute Chemie, Physik und Verarbeitungstechnik (mit den dafür verwendeten Maschinen) gemeinsam die Säulen dieser jüngsten Werkstoffgruppe in der Geschichte der Technik bilden.

Bisher sind neben einigen, inzwischen meist vergriffenen, allgemein verständlichen Büchern kaum zusammenfassende, nicht nur für Fachleute bestimmte Darstellungen der Kunststoffgeschichte in deutscher Sprache erschienen. Diese Lücke soll das vorliegende Buch schließen. Es richtet sich vor allem an ein Publikum, das sich für das Entstehen und Wachsen der Kunststoffe und ihre Bedeutung für unsere Zeit interessiert und weniger für wissenschaftliche und technische Einzelheiten. Dazu enthält Kapitel 1 einige kurze Erläuterungen der Grundbegriffe des Kunststoffgebiets. Das Kapitel 2 gibt einen kurzen Überblick über die Epochen der Geschichte der Kunststoffe. In den Kapiteln 3 bis 5 wird die Geschichte der bis in die sechziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts auf den Markt gekommenen Kunststoffe erläutert und auch auf die wichtigsten Materialeigenschaften und Anwendungen hingewiesen, soweit dies zum Verständnis ihrer aktuellen Bedeutung hilfreich ist.

Die Beschreibung der einzelnen Kunststoffe und ihrer Vorgänger beschränkt sich auf den Zeitraum von der Vorgeschichte bis zum Beginn der Gegenwart, die man etwa um 1960 ansetzen kann. Die darauf folgende Zeit ist Gegenstand zahlreicher aktueller Monographien und Lehrbücher, so dass dieser Teil der Historie nur in einer Zeittafel im Anhang mit ihren wesentlichen Ereignissen dargestellt wird. Beispielhaft etwas ausführlicher wurde die Geschichte einiger früher Kunststoffe wie des Kunsthorns und der Phenoplaste behandelt, da sich hieran einige prinzipielle Probleme beim Entstehen der Kunststoffindustrie besonders anschaulich erkennen lassen.

Im vorgegebenen Rahmen einer gestrafften Darstellung der Geschichte der Kunststoffe war natürlich eine gewisse Auswahl notwendig. Einige Themen konnten nur angeschnitten werden, so die Industrie- und Firmengeschichte und die bisher noch kaum genauer betrachtete Sozialgeschichte der Kunststoffe. Das

gilt auch für vorwiegend wissenschaftliche oder technische Entwicklungen der Kunststoffchemie oder der Verarbeitungstechnik.

Bei den Vorarbeiten zu diesem Buch wurden neben der nicht sehr umfangreichen älteren Buchliteratur vor allem die von 1911 bis 1960 erschienenen Bände 1 bis 50 der Zeitschrift Kunststoffe ausgewertet. Historisch wichtige Veröffentlichungen wurden in den betreffenden Kapiteln zitiert, wobei allerdings auch hierbei eine gewisse Beschränkung erforderlich war. Selbstverständlich bin ich allen Lesern für sachliche und ergänzende Anmerkungen dankbar.

Dem Verlag und insbesondere Frau Dipl.-Ing. Ulrike Wittmann habe ich für viele Anregungen und Hinweise und meiner Frau für ihre Geduld und Rücksicht während der langen Zeit des Schreibens sowie ihre Hilfe bei der Literatursuche und den Korrekturen zu danken. Besonderer Dank gilt auch dem Kunststoff-Museums-Verein e. V. Düsseldorf und vor allem Frau Uta Scholten für zahlreiche Bilder von historischen Sammlungsobjekten.

Darmstadt, im Mai 2013, Dietrich Braun



# EINFÜHRUNG

*Denn eben, wo Begriffe fehlen,  
da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein.*

*(Goethe, Faust I, Schülerszene)*

## 1.1 Plastische Massen, Kunststoffe, Plastics

Richard Escales prägt ein neues Wort

Um 1910 prägte Dr. Ernst Richard Escales (1863 – 1924) (Bild 1.1) das Wort „Kunststoff“ und gründete einer Anregung bei der Jahresversammlung des Vereins Deutscher Chemiker in München 1910 folgend die gleichnamige Zeitschrift [1]. Diese Zeitschrift erscheint seit 1911 (Bild 1.2) mit nur einer kurzen Unterbrechung nach dem zweiten Weltkrieg und ist bis heute eines der wichtigsten Fachorgane des Kunststoffgebiets. Erst erheblich später entstanden in Amerika die entsprechenden Zeitschriften „Modern Plastics“ (1924) und in England „British Plastics“ (1928).



**Bild 1.1** Richard Escales (1863–1924)

In der Einführung zum ersten Heft der neuen Zeitschrift schrieb ihr Begründer: „Unsere Zeitschrift soll sich ... mit Stoffen beschäftigen, welche für die Industrie und den allgemeinen Bedarf von ähnlich großer Bedeutung sind wie die ... Farbstoff- und die Pharmaindustrie, ... bei denen (gemeint sind die Kunststoffe) aber die wissenschaftliche Durchforschung – und davon abhängig – die chemische Nachbildung erst im Beginne ihrer Entwicklung stehen“.

# KUNSTSTOFFE

Zeitschrift für Erzeugung und Verwendung veredelter oder chemisch hergestellter Stoffe

mit besonderer Berücksichtigung von Kunstseide und anderen Kunstfasern, von vulkanisiertem, devulkanisiertem (wiedergewonnenem) und künstlichem Kautschuk, Guttapercha usw. sowie Ersatzstoffen, von Zellhorn (Zelluloid) und ähnlichen Zellstofferzeugnissen, von künstlichem Leder und Ledertuchen (Linoleum), von Kunstharzen, Kasein-Erzeugnissen usw.

mit Unterstützung von Dr. Paul Alexander (Berlin), Dr. Leo Bakeland (Yonkers), Professor Dr. M. Bamberger (Wien), Dr. Ludwig Borend (Wiesbaden), Dozent Dr. Ernst Bert (Tübingen), Professor Max Beilker (Würgzburg), Professor Dr. E. Bronner (Darmstadt i. E.), Dr. Rudolf Dimar (Graz), Dozent Dr. Karl Dieterich (Halleberg-Dresden), Dr. Arthur Eichengrün (Berlin), Dr. H. Fuchs (Berlin), Dozent-Reg.-Baumeister M. Gerdingmeyer (Berlin), Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Harries (Kiel), Professor Dr. Alois Herzog (Stoos), Professor Dr. F. W. Hinrichsen (Berlin), Direktor Julius Hübner (Manchester), Professor Dr. A. Jungbunn (Berlin), Regierungsrat Dr. O. Kausch (Berlin), Dr. Arthur Klein (Pest), Arthur D. Little (Boston), Dr. J. Marcasson (Berlin), Professor Dr. W. Massol (Krefeld), Dr. Carl Piest (Hann.), Professor Dr. Carl G. Schwalbe (Darmstadt), Professor Dr. Wilhelm Suida (Wien), Regierungsrat Dr. Karl Sävern (Berlin), Dr. W. Vieweg (Hann.), Geh. Reg.-Rat Professor Dr. H. Wichelhaus (Berlin) und anderen Sonderfachleuten  
herausgegeben von Dr. Richard Escales (München).

1. Januar 1911 Die *Zeitschrift Kunststoffe* erscheint monatlich zum 1. und 15. in Säften von 16-20 Seiten. Bezugspreis jährlich M. 10.—, Einzelheft M. 1.—. 4. Zusendungen werden für die Redaktion erbeten an Dr. Escales, München, Wattenstrasse 33; für den Bezug sowie für Anzeigen an J. F. Lehmanns Verlag, München, Paul-Heyse-Str. 20. 1. Jahrgang Nr. 1

## Inhalt.

**Originalarbeiten:** Kausch, Verfahren zur Herstellung von Kunstleder. S. 1.  
Beitler, Überblick über den gegenwärtigen Stand der Industrie der Kunstharze. S. 3.  
Reko, Tonempfindliche Kunststoffe. S. 5.  
Thors, Die Guttapercha, ihre Gewinnung und Verwendung in der Seetabelfabrikation. S. 7.  
Beutinger, Die Anlage kleiner Cellulosefabriken. S. 10.  
Fritz, Zur Geschichte des Linoleums. S. 12.  
**Patentbericht:** Meyer, Herstellung glatter oder gemusterter Ueberzüge auf geeigneten Unterlagen. — Dyckerhoff, Linoleumersatz. — Blank, Künstliches Leder. — Werner, Schwer brennbares Linoleum. — Fritz, Gefärbte Linoleummasse. S. 15. — Reidel, Künstliches Sehlleder. — Beyer, Klebe- und Anstrichmittel. — Siemens und Halake, Bindemittel zwischen Metall und Glas. — Stocker und Lehmann, Leinwand. — Kantorowicz, Klebemittel. — Uebel, Künstliche Fäden aus Kupferoxydammoniak-

celluloselösungen. — Hofmann, Celluloselösungen für Kunstfäden, Hochspann. Filme. — First Donnersmarck'sche Werke, Färbung von Erzeugnissen aus Cellulosefestsäure-Estern. S. 16. — Wirth, Gelatineperlen. — Geffers, Gebrauchsgegenstände aus Celluloid. — Messner, Aufweisen von Celluloidspuren. — Weidenmüller und Beer, Form zur Herstellung von Hohlkörpern aus Gelatine. — Hüttinger, Werke, Elastisch-plastische Massen. — Collardon, Masse für Buchdruckerküchleinchen. — Fabmore, Regenerieren von Kautschuk-Abfällen. — Mann und Burmeister, Kautschukersatz. S. 17. — Pape, Masse aus Torf. S. 18.  
**Beihilfsstoffe:** Firminprozess. S. 18.  
**Wirtschaftliche Rundschau:** Deutschlands auswärtiger Handel mit Kunststoffen. S. 18. — Neugründungen von Kunststofffabriken in Russland. — Oesterreichische Aktiengesellschaft für Celluloidfabrikation. — Weimar. — Annaberg. S. 20.  
**Patentlisten:** Deutschland, Anmeldungen. S. 20.

## Zur Einführung.

Die letzten 50 Jahre haben der chemischen Technik außerordentliche Erfolge gebracht auf dem Gebiete der künstlichen Herstellung von Farbstoffen, Arzneimitteln und Riechstoffen, die früher mühsam und kostspielig aus Pflanzen gewonnen werden mußten und jetzt aus billigen Rohmaterialien (bes. Teer-Destillaten) künstlich aufgebaut werden. Man hat sich weiterhin nicht damit begnügt, die natürlichen Stoffe nachzuahmen, sondern man stellte auch ähnliche, zum Teil wirksamere, jedenfalls mannigfaltigere chemische Verbindungen her, wobei man sich im allgemeinen an den von der Natur gegebenen Typus hielt; mit zunehmender Erkenntnis der für den gewünschten Zweck wirksamen Gesetzmäßigkeiten ist man endlich dazu gelangt, künstliche Farbstoffe, Arzneimittel und Riechstoffe zu erzeugen, von anderer Zusammensetzung als die Naturprodukte, ihnen aber an Wirkung gleichkommend oder überlegen. — Die Ergebnisse der vorstehend erwähnten Arbeiten sind in zahlreichen wissenschaftlichen und technischen Zeitschriften niedergelegt, denen es nicht an Material fehlt; denn hervorragend eingerichtete Laboratorien großer Fabriken bearbeiten die betreffenden Gebiete systematisch; an unseren Universitäten und technischen Hochschulen haben bis vor kurzem die synthetischen Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Farbstoff- und pharmazeutischen Industrie einen vorherrschenden Platz eingenommen.

Unsere Zeitschrift soll sich nun mit Stoffen beschäftigen, welche für die Industrie und den allgemeinen Bedarf von ähnlich großer Bedeutung sind wie die oben genannten, bei denen aber die wissenschaftliche Durchforschung und — davon abhängig — die chemische Nachbildung, Umbildung und Ersetzung erst im Beginn ihrer Entwicklung stehen. — Zunächst sind es diejenigen Industrien, welche sich von dem Ausgangsmaterial Zellstoff ableiten. Die angewandte Zellstoff-Chemie, worunter wir die Industrien des Celluloids und ähnlicher Stoffe, der künstlichen Seiden, des künstlichen Leders usw. verstehen, hat neuerdings eine außerordentlich große praktische Bedeutung erlangt; mit Hilfe chemischer Veredelungsprozesse hat man Holz und andere cellulosehaltigen Materialien in wertvolle Kunststoffe übergeführt. Wenn wir aber an den innigen Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Technik denken und die Entwicklung der deutschen Farbenindustrie als direkt abhängig von den Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung be-

Bild 1.2 Kopf der ersten Seite der Zeitschrift Kunststoffe aus dem Jahr 1911

Escales verwies auf die damals schon bedeutende angewandte Cellulosechemie, zu der nicht nur die Papierherstellung gehörte, und die Gummi- und Kautschukindustrie sowie das noch sehr

junge Gebiet der Kunstharze mit Bakelit, Resinit usw. und fuhr fort: „Wie sich die Chemiker nicht mit Nachahmungen der Natur begnügt haben, so werden auch hier im Laufe der Zeit künstliche Stoffe erzeugt werden, die vielleicht noch besser als die der Natur nachgebildeten ... sein werden“. Damit wird verständlich, warum die aus natürlichen Rohstoffen wie Cellulose, Eiweißstoffen und Wildkautschuk erhaltenen frühen Kunststoffe bis in die Gegenwart mitunter als „veredelte Naturstoffe“ bezeichnet werden.

Der Begriff „Kunststoff“ war zunächst nicht näher definiert, zumal bis etwa 1920 keine allgemein anerkannten Vorstellungen zur Chemie dieser Stoffklasse bestanden. Erst durch die Arbeiten Staudingers (siehe Abschnitt 1.2 „Eine neue Wissenschaft: Hermann Staudinger ...“) setzte sich nach und nach die Erkenntnis durch, dass Kunststoffe hochmolekulare (makromolekulare) Stoffe sind, die im Gegensatz zu den bis dahin bereits gut bekannten niedermolekularen Stoffen der organischen Chemie aus sehr großen Molekülen mit hohen Molekulargewichten bestehen, worauf auch ihr Verhalten als Werkstoff beruht.

Manchmal wurde der Begriff Kunststoff zunächst sehr breit ausgelegt: Pöschl [2] betrachtete noch 1932 auch Kunstbutter, Kunstspeisefette und Portlandzement als „Kunststoffe aus Urstoffen“ und nannte im weiteren Sinne sogar Produkte aus Abfällen wie Korkmehl oder Holzmehl (Kunstkork, Kunstholz) Kunststoffe. Er zählte schließlich auch synthetischen Kampfer oder Indigo im Gegensatz zu den entsprechenden Naturprodukten zu den Kunststoffen. Neben den älteren Kunststoffen wie Glas und Tonwaren gehörten für ihn zu „Kunststoffen im engeren Sinne“ die zu jener Zeit bekannten „abgewandelten Naturstoffe“ wie Celluloid, Zellhorn, Kunstharze, Kunsthorn, Kunstseide usw.

Das neue Wort „Kunststoff“ fand zunächst keineswegs uneingeschränkte Akzeptanz, weil ihm lange Zeit der Geruch eines künstlich erzeugten und damit nicht natürlichen und sogar we-

niger wertvollen Stoffes anhaftete. Noch nach dem zweiten Weltkrieg wurde z. B. ausgerechnet im Fachnormenausschuss Kunststoffe im Deutschen Normenausschuss der Vorschlag gemacht, dafür das Wort Polyplaste (Einzahl Polyplast) zu verwenden, da der Begriff Kunststoffe bisher nicht klar definiert worden sei und sich das Wort auch nicht in anderen Sprachen eingeführt hätte [3] [4]. Der sehr kontrovers diskutierte Vorschlag „Polyplaste“ erledigte sich allerdings bald von allein, da eine Firma für dieses Wort Schutzrechte beanspruchte, so dass es nicht mehr frei verfügbar war. In einer Vornorm wurde dann 1954 das Wort „Plaste“ verwendet, bis dieser Normentwurf schließlich 1957 ganz zurückgezogen wurde. Geblieben ist aber immerhin die Begriffsbestimmung, die sich inzwischen weitgehend durchgesetzt hat:

„Polyplaste“ (später Plaste und heute Kunststoffe) „sind Materialien, deren wesentliche Bestandteile aus makromolekularen organischen Verbindungen bestehen und die entweder synthetisch oder durch Umwandlung von Naturprodukten entstehen. Sie sind in der Regel bei der Verarbeitung unter bestimmten Bedingungen plastisch formbar oder sind plastisch geformt worden“.

Falsch ist hier nur das Wort „Verbindungen“, das heute durch „Stoffe“ ersetzt werden muss, da makromolekulare Stoffe wegen ihrer molekularen Uneinheitlichkeit (siehe Abschnitt 1.2 „Eine neue Wissenschaft: Hermann Staudinger ...“) keine chemisch einheitlichen Verbindungen sind [5].

## Auch Zeitschriften haben ihre Schicksale

Schon die alten Lateiner wussten, dass Bücher ihre Schicksale haben („habent sua fata libelli, Terentianus Maurus“, Ende des dritten Jahrhunderts n. Chr.), und das gilt auch für die Zeitschrift „Kunststoffe“. Nach dem Tode von Richard Escales im Jahre 1924 führte sie Oskar Kausch zunächst weiter, bis im Dezember 1932

der Sohn des Zeitschriftengründers Ernst Erich Escales neben der Arbeit an seiner Dissertation die Schriftleitung übernahm. Er ahnte wohl nicht, was Deutschland – und auch ihm persönlich – bevorstand, als er in seinem Grußwort zum Jahreswechsel im Januar-Heft 1934 schrieb: „Ein Jahr voller grundlegender Entscheidungen liegt hinter uns. Der politische Umschwung hat den zündenden Funken nationalen Empfindens im deutschen Volke entfacht und in seiner folgerichtigen Auswirkung auf allen Gebieten tiefgreifende Änderungen geschaffen. Dem Sieg über die nationale Einigung steht der Kampf für das soziale Problem an Gewaltigkeit nicht nach. Es ist tatsächlich gelungen, einen großen Teil beschäftigungsloser Volkgenossen wieder in den wertschaffenden Arbeitsprozess einzugliedern. Diese Erfolge der deutschen Arbeitsfront, in der sich Kopf und Faust auf gemeinsamer Ebene verbinden, sind bereits jetzt beispieldlos“.

Erich Escales wurde trotz dieser Sympathiebekundung für das Dritte Reich 1937 gezwungen, die Redaktion der Zeitschrift abzugeben. Schon seit 1935 arbeitete er als Chemiker im Werk Ludwigshafen der damaligen I.G. Farbenindustrie, musste jedoch 1939 aus politischen Gründen auch dort ausscheiden. Er konnte sich aber zunächst in Wiesbaden an einem Kunststoff verarbeitenden Betrieb beteiligen, ehe er 1943 als politischer Häftling in das Konzentrationslager Buchenwald gebracht wurde, das er erst 1945 beim Einmarsch der amerikanischen Truppen verlassen konnte.



**Bild 1.3** Erich Escales (1907–1979)

Die Herausgabe der Zeitschrift Kunststoffe übernahmen 1937 die beiden großen technisch-wissenschaftlichen Verbände „Verein Deutscher Chemiker“ (VDCh) und „Verein Deutscher Ingenieure“ (VDI). Gleichzeitig wurde die Zeitschrift zum Organ der Fachgruppe Chemie der Kunststoffe im VDCh und wenig später auch des Fachausschusses für Kunst- und Pressstoffe des VDI bestimmt und damit Bestandteil der nationalsozialistischen Industriepolitik. Die verantwortliche Schriftleitung ging im Juli 1937 an Dr. J. Hausen und Dipl.-Ing. E. Römer über, „da der derzeitige Schriftleiter Dr.-Ing. Erich Escales zur Industrie übergetreten ist“, wie es dazu offiziell hieß.

Daneben gab es in Deutschland 1937 noch einige weitere Zeitschriften auf dem Kunststoffgebiet, z.B. „Plastische Massen in Wissenschaft und Technik“, „Kunststoffverarbeitung“, „Kautschuk“ und „Gelatine, Leim, Klebstoffe“, die aber nie die Bedeutung der „Kunststoffe“ erreichten und ihr Erscheinen längst eingestellt haben.

Im April 1943 wurden infolge des Mangels an Arbeitskräften und an Papier die Zeitschriften „Kunststoff-Technik und Kunststoff-Anwendung“ und „Kunststoffe“ unter deren Redaktion vereinigt. Ab 1944 konnte die Zeitschrift nur noch zweimonatlich erscheinen, bis sie im Februar 1945 ganz eingestellt wurde. Nach dem Ende des zweiten Weltkrieges kamen die „Kunststoffe“ erstmals im Juli 1946 als Jahrgang 36 wieder unter der Schriftleitung von Erich Escales heraus. Da der J. F. Lehmann's Verlag von der Besatzungsbehörde geschlossen wurde, übernahm 1946 der Carl Hanser Verlag in München die Zeitschrift, bei dem sie auch heute noch verlegt wird.

## Kunststoff – ein deutsches Wort

Richard Escales dachte um 1910 bei seiner Wortschöpfung sicher vor allem an künstlich erzeugte und nicht in der Natur entstandene Stoffe, zumal damals schon Worte wie Kunstseide, Kunstfasern, Kunstharze usw. gängig waren. Das Wort „Kunststoff“ blieb jedoch eine Eigenheit der deutschen Sprache. Es sollte wohl die „künstliche“ Bildung dieser Stoffgruppe im Gegensatz zu den nur wenigen, unmittelbar für Werkstoffe geeigneten Naturstoffen, z. B. Holz, verdeutlichen.

In den meisten anderen Sprachen wurde an Stelle des herkunftsbezogenen Begriffs eine vom plastischen Verhalten dieser Stoffklasse (siehe dazu weiter unten) abgeleitete Bezeichnung verwendet. Während man sich dabei relativ rasch auf Namen wie

„matière plastique“ (französisch), „plastics“ (angelsächsisch), „materie plastiche“ (italienisch) oder „plásticos“, (spanisch), plastmass (russisch) festlegte, konnte man sich im Deutschen lange nicht auf einen Namen einigen. Das Stichwort „Kunststoff“ fehlte z. B. noch anfangs der 1930er Jahre in Ullmanns „Enzyklopädie der technischen Chemie“ und in dem „chemischen Fachwörterbuch“ von A. E. W. Mayer.

Um 1950 empfahl dann der deutsche Normenausschuss das Wort „Polyplaste“ wieder, auch „Plastik“ und das von Lepsius vorgeschlagene Wort „Plaste“ wurden verwendet. Letzterer Begriff wurde nach dem zweiten Weltkrieg in der damals entstandenen DDR offizieller Sprachgebrauch bis zur deutschen Wiedervereinigung, auch wenn er häufig einen etwas abwertenden Beiklang besaß.

In Deutschland dauerte es lange, bis sich das Wort Kunststoffe im heutigen Sinne allgemein einbürgerte: Für Kunststoffe war bis in die Mitte der neunzehnhundertdreißiger Jahre noch der Begriff plastische Massen verkehrsblich, man verstand darunter Schnitzstoffe, Pressmassen, Pressgut-(Spitzguss-) und Schichtstoffe auf der Grundlage von Cellulose, Kunstharzen und Eiweißstoffen. Im weiteren Sinne gehörten dazu auch Massen aus natürlichen Ölen und Harzen, z. B. für Linoleum oder Schallplatten. Über die Zusammensetzung und die chemische Natur dieser Produkte war zunächst kaum etwas bekannt, sie sollten vielmehr natürliche Rohstoffe wie Holz, Metalle, Naturharze usw. ersetzen.

Obwohl der Begriff Kunststoff ab etwa 1930 zunehmend gebräuchlicher wurde, hat der Wortbestandteil „Kunst“ noch lange zu zahlreichen, vom wissenschaftlichen oder technischen Sinn ablenkenden Diskussionen geführt, zumal die meisten Menschen mit dem Wort Kunst den aus dem Althochdeutschen stammenden Begriff „etwas zu können“ und im weiteren Sinne auch die Gesamtheit des nicht von der Natur Hervorgebrachten ver-

banden. Dementsprechend assoziierte man mit „Kunststoff“ oft etwas künstlich Entstandenes und daher häufig auch weniger Wertvolles. Theodor Heuss soll gesagt haben, dass Kunststoff nichts mit Kunst zu tun habe. Inzwischen ist aber längst unbestritten, dass Kunststoff sehr wohl ein Material ist, mit dem Kunst erzeugt werden kann. Die spezifischen Eigenschaften dieses in der Kunstgeschichte noch jungen Werkstoffs erlauben dem Künstler eine große Vielfalt der Gestaltung, z. B. mittels der optischen Transparenz vieler Kunststoffe, die insbesondere in der angewandten Kunst und dem Design genutzt wird.

Wurden Kunststoffe also anfangs neben den vermeintlich „echten“ Stoffen als nicht besonders wertvoll oder „künstlich“ angesehen und waren sie oft „Ersatzstoffe“ für „natürliche“ Materialien, wurden sie um etwa 1950 mit dem Beginn des sogenannten Wirtschaftswunders auch zum Symbol für preisgünstigen Wohlstand und neuen Lebensstil. [6] Für Roland Barthes [7] war der Kunststoff „weniger ein Gegenstand, als Spur einer Bewegung“, und er wollte den Sammelbegriff „Kunststoff“ aus den Empfindungen der Zeit deuten und in Worte fassen. Der Künstler Ernest Igl, der schon in der Mitte des 20. Jahrhunderts Gebrauchsgegenstände aus Kunststoff gestaltete, deutete das Wort im positiven Sinne: Die Chemie erzeuge mit ihrer „Kunst, Stoffe zu schaffen“, Rohstoffe, die die Natur so nicht zur Verfügung stellen kann.

In der Bundesrepublik Deutschland war die Nomenklatur-Diskussion schließlich um 1960 fast völlig abgeschlossen und das Wort Kunststoff allgemein eingeführt. Wie oft in der Technik ging dabei die praktische Verwendung einer Erfindung ihrer theoretisch-wissenschaftlichen Erklärung weit voraus. Auch bei den in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstandenen neuen Werkstoffen hatte Goethe, der natürlich noch keine Kunststoffe kannte, recht: Zunächst entstand das Wort, erst später wurde im

Laufe vieler Jahre daraus ein mit Inhalt erfüllter Begriff, denn zu Anfang des 20. Jahrhunderts war „die wissenschaftliche Erforschung und die chemische Nachbildung dieser noch jungen Stoffklasse erst ganz am Anfang ihrer Entwicklung“ (R. Escales, siehe Abschnitt 1.1 „Richard Escales prägt ein neues Wort“).

Zwar konnte Emil Fischer schon um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert Zuckerbausteine sowie Aminosäuren schrittweise zu größeren Molekülen verknüpfen, für die er die Begriffe „Polysaccharide“ und „Polypeptide“ schuf. Aber er wusste um 1900 noch nicht, einer wie großen Zahl von miteinander verbundenen Saccharid- und Peptideinheiten die Vorsilbe „poly“ (griechisch viel) entsprechen könnte. Dies gilt auch für die frühen natürlichen und die synthetisch erzeugten „Polymeren“, die als makromolekulare Stoffe nach Staudinger (siehe Abschnitt 1.2 „Eine neue Wissenschaft: Hermann Staudinger ...“) aus vielen hundert oder gar tausend sog. Grundbausteinen bestehen, was aber bis etwa 1920 noch weitgehend unbekannt war. Bewundernswert ist daher der Weitblick von Escales, der voraussah, dass sich – wie schon auf anderen Gebieten der in der Mitte des 19. Jahrhunderts entstandenen industriellen Großchemie – die Chemiker auch bei den Kunststoffen nicht mit Nachahmungen der Natur begnügen würden.

## Zur Einteilung der Kunststoffe

Mit dem Wachsen der Kunststoffherzeugung, immer neuen Anwendungen und der für den Warenverkehr und aus wirtschaftlichen Gründen notwendigen Normung von Stoffen, Verfahren und der Prüfung der Eigenschaften wurde es unumgänglich, eine Einteilung der Kunststoffe zu entwickeln.

Es hat dabei nicht an Versuchen gefehlt, die rasch gestiegene Zahl von Kunststoffen nach ihren Rohstoffen, den Verarbeitungs-

methoden oder ihren Anwendungsgebieten zu klassifizieren. Eine erste Einteilung nach chemischen Gesichtspunkten [8], also nach Polymeren mit reinen Kohlenstoffketten und solchen, die auch Sauerstoff-, Stickstoff- oder Schwefelatome als Kettenglieder enthalten, hat längst nur noch historische Bedeutung.

Ähnlich wie um 1944 Lepsius [8] verwendeten Nitsche und Heering [4] nach dem zweiten Weltkrieg eine Klassifizierung gemäß den am Aufbau der Makromoleküle beteiligten Elementen (Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Silizium). Sie unterschieden Carbo-Plaste, Carb-oxy-Plaste, Carb-azo-Plaste, Carb-thio-Plaste und Sil-oxy-Plaste. Die Autoren waren sich aber darüber im Klaren, dass ihr Vorschlag nicht sofort auf allgemeine Zustimmung stoßen würde, zumal damit praktische Schwierigkeiten und Kosten verbunden wären. Wohl mit Blick auf die um 1950 mit dem Begriff „Kunststoff“ noch verbundene Ersatzmentalität meinten sie dennoch: „Wenn man aber überzeugt ist, dass der Ausdruck „Kunststoff“ so gewählt ist, dass man ihn als Belastung empfindet, so muss man auch den Mut zur Umbenennung aufbringen“.

Ebenso wenig eingeführt hat sich der von Rudolf Nitsche und Harry Heering an Stelle von „Kunststoff“ vorgeschlagene Begriff „Poly-Plaste“ [4]; damit sollte die Polymernatur hochmolekularer Werkstoffe und deren plastisches Verhalten, das ja nicht nur Polymeren, sondern z. B. auch Metallen wie Blei eigen ist, verknüpft werden. Daraus wurde als Begriffsbestimmung abgeleitet: „Poly-Plaste (Kunststoffe) sind Materialien, deren wesentlicher Bestandteil organisch und makromolekular ist und die bei der Verarbeitung unter bestimmten Bedingungen plastisch verformbar sind oder plastisch verformt wurden; sie sind in verformtem Zustand bei Raumtemperatur fest“.

Nitsche [9] sprach sich bei der Kunststofftagung 1949 in Mülheim-Ruhr nochmals für „Polyplaste“ aus, konnte sich damit

aber nicht durchsetzen, so dass dieser Begriff schließlich fallengelassen wurde.

In der weiteren Diskussion zur Suche nach einem geeigneten Oberbegriff und der Klassifizierung wurde von Bengt Oom [10] darauf hingewiesen, dass man in Schweden den ursprünglich verwendeten Begriff „Konstharts“ durch „Plast“ ersetzt hatte. Oom schlug vor, die Kunststoffe nach ihrem Ursprung (Kondensationsplaste (z. B. Phenoplaste), Polymerisationsplaste (z. B. Vinylplaste), Additionsplaste (z. B. Polyurethane) und abgewandelte hochmolekulare Naturprodukte (z. B. Celluloseacetat) sowie Naturplaste (z. B. Schellack) einzuteilen. Unter gebrauchstechnischen und physikalischen Gesichtspunkten sprach er von Hartplasten (entsprechend dem englischen „Thermosetting Resins“), Thermoplasten und Kautschukplasten.

Auch Lepsius hat sich nach dem zweiten Weltkrieg wieder in die Diskussion zur Systematik der organischen Werkstoffe eingeschaltet [11]. Nach seiner Meinung sollte eine systematische Ordnung der Kunststoffe auf deren chemischer Zusammensetzung aufgebaut sein und nicht auf ihrer Herkunft, den verwendeten Rohstoffen oder gar den Verarbeitungsverfahren. Er sprach sich noch 1949 dafür aus, dass für die Nomenklatur alle Bezeichnungen ungeeignet sind, die das Wort „Kunst“ enthalten, unbrauchbar sei aber auch der Begriff „organische Werkstoffe“, da nach seiner heute kaum noch nachvollziehbaren Meinung „gegen das Wort „Werkstoff“ nun einmal ein Vorurteil herrscht“. Er plädierte für den Begriff Plast und wies erneut darauf hin, dass es auch niedermolekulare plastische Stoffe gibt wie Blei, Wachse oder Fette, sieht darin aber keine Gefahr einer Kollision der Begriffe. Er hielt sogar den Begriff Plastplastik für gerechtfertigt, wenn man bedenke, dass schon plastische Kunstwerke aus Plexiglas geschaffen wurden. Interessant ist übrigens sein – natürlich unbeachtet gebliebener Hinweis, dass das von Stau-