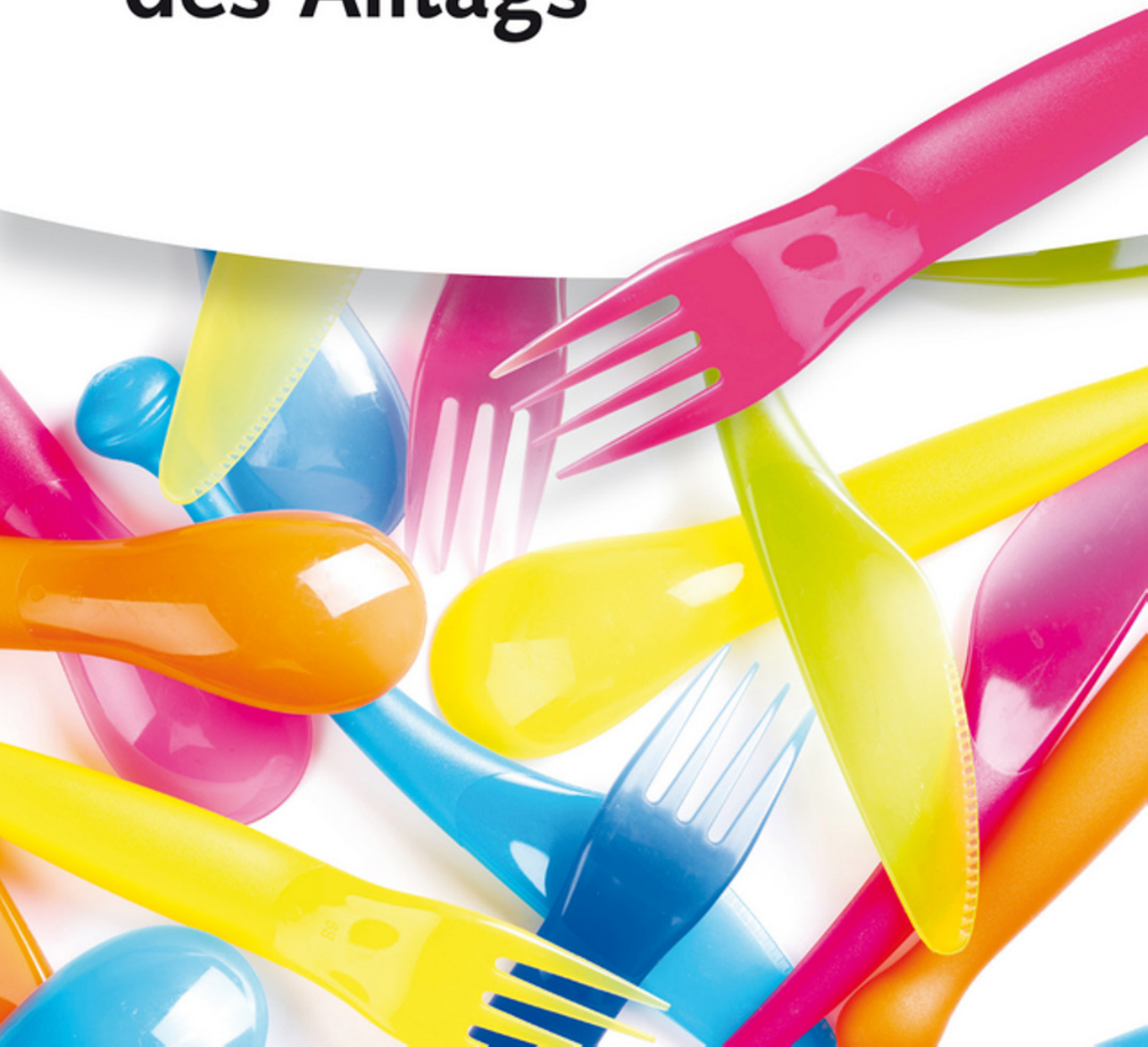


Georg Schwedt

Experimente rund um die Kunststoffe des Alltags



Georg Schwedt

**Experimente rund um die
Kunststoffe des Alltags**

**Beachten Sie bitte auch
weitere interessante
Titel zu diesem Thema**

Schwedt, G.
**Flaschen, Fleece und
Styropor**
Ohne Kunststoffe geht es nicht

2013
978-3-527-33362-2

Schwedt, G.
Zuckersüße Chemie
Kohlenhydrate & Co

2010
978-3-527-32786-7

Schwedt, G.
**Experimente rund ums
Kochen, Braten, Backen**

2010
978-3-527-32790-4

Schwedt, G.
**Noch mehr Experimente mit
Supermarktprodukten**
Das Periodensystem als Wegweiser

2009
978-3-527-32476-7

Schwedt, G.
**Experimente mit
Supermarktprodukten**
Eine chemische Warenkunde

2009
978-3-527-32450-7

Kreißl, F. R., Krätz, O.
**Feuer und Flamme, Schall
und Rauch**
Schauxperimente und
Chemiehistorisches

2008
978-3-527-32276-3

Georg Schwedt

Experimente rund um die Kunststoffe des Alltags



WILEY-
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Autor

Prof. Dr. Georg Schwedt
Lärchenstr. 21
53117 Bonn

1. Auflage 2013

■ Alle Bücher von Wiley-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung

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.

© 2013 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,
Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Umschlaggestaltung Simone Benjamin,
McLeese Lake, Canada

Satz Reemers Publishing Services GmbH, Krefeld

Druck und Bindung Markono Print Media Pte Ltd,
Singapore

ISBN: 978-3-527-33503-9

ePDF: 978-3-527-33573-2

epub: 978-3-527-67253-0

mobil: 978-3-527-67252-3

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	<i>IX</i>
1	Einführung	<i>1</i>
1.1	Ausgewählte Daten aus der Geschichte der Kunststoffe	<i>1</i>
	Exkurs: Kunststoffgeschichte im Museum für Stadt- und Industriemuseum in Troisdorf	<i>2</i>
1.2	Zur Systematik der Kunststoffe, deren Strukturen sowie Eigenschaften	<i>5</i>
1.3	Materialien für die Experimente	<i>9</i>
2	Allgemeine physikalisch-chemische Eigenschaften	<i>11</i>
2.1	Dichte	<i>12</i>
	EXPERIMENT: Dichte-Vergleich von Kunststoffmaterialien	<i>13</i>
2.2	Lösemittel-Beständigkeit	<i>14</i>
	EXPERIMENT: Verhalten verschiedener Kunststoffe beim Kontakt mit Lösemitteln	<i>14</i>
2.3	Wärmeleitfähigkeit	<i>15</i>
	EXPERIMENT: Versuche zur Wärmeleitfähigkeit	<i>17</i>
2.4	Kunststoffe im Heißluftstrom	<i>18</i>
	EXPERIMENT: Versuche mit der Heißluftpistole	<i>20</i>
2.5	Brennbarkeit	<i>21</i>
	EXPERIMENT: Untersuchung verschiedener Kunststoffe auf Brennbarkeit	<i>21</i>
2.6	Saugfähigkeit spezieller Polymere	<i>23</i>
	EXPERIMENT: Untersuchung der Saugfähigkeit einiger Kunststoffe	<i>23</i>
3	Experimente mit speziellen Biokunststoffen	<i>25</i>
3.1	Modifizierte Biopolymere – Pergamentpapier und Cellophan	<i>25</i>
	EXPERIMENT: Prüfung auf Wasserdichtigkeit bzw. Veränderungen durch Wasser – im Vergleich zu Polyethylen	<i>29</i>
	EXPERIMENT: Prüfung auf Fettdichtigkeit bzw. Verhalten gegenüber Öl	<i>30</i>
	EXPERIMENT: Spezielle Versuche mit dem Cellophan	<i>31</i>

- 3.2 Galalith aus Magermilch 32
 - EXPERIMENT: Galalith, Variante 1 – *Aus Milch wird Plastik* 34
 - EXPERIMENT: Galalith, Variante 2 – Ein Bio-Kunststoff 35
 - EXPERIMENT: Galalith, Variante 3: „*Knöpfe aus Milch*“ 36
 - EXPERIMENT: Galalith, Variante 4a: „Kunststoff aus Milch“ 38
 - EXPERIMENT: Galalith, Variante 4b 38
 - EXPERIMENT: Untersuchung von Knöpfen oder Stricknadeln auf Galalith 39
- 3.3 Stärkopor und Folien aus Stärke 40
 - EXPERIMENT: Stärkopor 41
 - EXPERIMENT: Folien aus Stärke, Variante 1 42
 - EXPERIMENT: Folien aus Stärke, Variante 2 42
 - EXPERIMENT: Geschäumte Stärke 43
- 3.4 Polyester aus Sorbit und Citronensäure 44
 - EXPERIMENT: Polymer aus Sorbit und Citronensäure 44
 - EXPERIMENT: Biopolymer-Blend 45
- 3.5 Gummi – aus Kautschuk oder synthetisch? 46
 - 3.5.1 Radiergummi 47
 - EXPERIMENT: Experimente mit Radiergummi 48
 - 3.5.2 Gummiringe 49
 - EXPERIMENT: Eigenschaften eines roten Gummibands (-rings) 50
 - 3.5.3 Gummihandschuhe 51
 - EXPERIMENT: Eigenschaften von Gummihandschuhen 51
 - 3.5.4 Luftballon 52
 - EXPERIMENT: Nachweis von Proteinen im Luftballon 53
 - EXPERIMENT: Brennprobe bei Luftballons 53
 - 3.5.5 Gummistiefel 54
 - EXPERIMENT: Eigenschaften eines Gummistiefels 55
 - 3.5.6 Kaugummi 56
 - EXPERIMENT: Versuche mit Kaugummi 57
- 3.6 Schwämme aus Viskose 58
 - EXPERIMENT: Vergleich der Saugfähigkeit von Schwämmen 60
 - EXPERIMENT: Brennprobe bei Schwämmen 60
- 4 Experimente mit vollsynthetischen Kunststoffen 63**
 - 4.1 Massenkunststoffe – Überblick und Synthesen 63
 - 4.1.1 Polyethylen und Polypropylen 63
 - Exkurs: Polyethylen und Polypropylen aus Wesseling am Rhein 66
 - 4.1.2 Polyvinylchlorid (PVC) 71
 - 4.1.3 Polyethylenterephthalat (PET) 71
 - 4.1.4 Polystyrol, Polycarbonate, Polyurethane, Polyamide und Polymethylmethacrylate 72
 - 4.2 Verfahren der Kunststoff-Verarbeitung 74
 - 4.3 Massenkunststoffe: PE/PP, PET, PVC und PS 77
 - 4.3.1 Allgemeine Untersuchungen 77

	EXPERIMENT: Dichte von Massen-Kunststoffen	77
	EXPERIMENT: Thermisches Verhalten von Massen-Kunststoffen	79
	EXPERIMENT: Brennbarkeit von Massen-Kunststoffen	79
	EXPERIMENT: Lösemittel-Beständigkeit von Massen-Kunststoffen	80
4.3.2	PS (Polystyrol)	80
	EXPERIMENT: Thermische Stabilität von Polystyrol	81
	EXPERIMENT: Lösemittel-Beständigkeit von Polystyrol	82
	EXPERIMENT: Expandiertes Polystyrol schäumen	83
	EXPERIMENT: Expandiertes Polystyrol in siedendem Wasser	84
	EXPERIMENT: Eigenschaften von Schaum-Polystyrol	86
4.3.3	PVC (Polyvinylchlorid)	87
	EXPERIMENT: Brennprobe an PVC-Stäbchen	88
	EXPERIMENT: Erwärmen von PVC-Stäbchen im heißen Wasser	88
	EXPERIMENT: Erhitzen von PVC-Stäbchen im Heißluftstrom	89
	EXPERIMENT: Zersetzung von PVC-Stäbchen	90
	EXPERIMENT: Lösemittelbeständigkeit von PVC-Stäbchen	90
4.4	Technische Kunststoffe	91
4.4.1	PA (Polyamide)	91
	EXPERIMENT: Thermisches Verhalten von Polyamiden	91
4.4.2	PMMA (Plexiglas)	93
	EXPERIMENT: Thermische Stabilität von Plexiglas	94
	EXPERIMENT: Lösemittelbeständigkeit von Plexiglas	95
5	Experimente mit speziellen Kunststoff-Produkten	97
5.1	Superabsorber	97
	EXPERIMENT: Saugfähigkeit einer Babywindel	99
	EXPERIMENT: Absorption von Leitungswasser durch Superabsorber	100
	EXPERIMENT: Versuchsreihe zur Absorption von destilliertem und salzhaltigem Wasser durch Superabsorber	101
5.2	Joghurtbecher	103
	EXPERIMENT: Vergleich durchsichtiger (klarer) und weißer Joghurtbecher	104
	EXPERIMENT: Thermische Stabilität der Polyethylen-Varianten	106
5.3	Tischtennisball	107
	EXPERIMENT: Eigenschaften eines Tischtennisballs	109
	EXPERIMENT: Verhalten von Celluloid in heißem Wasser	113
	EXPERIMENT: Brennbarkeit von Celluloid	114
5.4	Basotect®-Schmutzradierer	115
	EXPERIMENT: Basiseigenschaften von Basotect® in Wasser	115
	EXPERIMENT: Versuchsreihe zur Saugfähigkeit von Basotect®	117
	EXPERIMENT: Trocknen eines Basotect®-Schwammes	118
	EXPERIMENT: Basotect® und die Spiritusflamme	119
	EXPERIMENT: Der „Schaumeffekt“ im Experiment	120
	EXPERIMENT: Verwendung als Wasser-Radiergummi	121

5.5	Folien	122
	EXPERIMENT: Versuche mit Folien	123
5.6	PET-Flaschen	124
	EXPERIMENT: PET-Flasche im Heißluftstrom	125
	EXPERIMENT: Brennprobe mit PET	125
	EXPERIMENT: Lösemittel-Beständigkeit von PET	126
5.7	Kunststoffkorken und andere Flaschenverschlüsse	127
	EXPERIMENT: Korken in soda-alkalischer Lösung	129
	EXPERIMENT: Korken in Spiritus	129
	EXPERIMENT: Nachweis von Chlor in PVC- bzw. PVdC-Dichtungen	130
	EXPERIMENT: Kunststoffstopfen im Heißluftstrom	131
	EXPERIMENT: Brennprobe mit Korken	131
5.8	Phenolharze: Proben aus dem Bakelit-Museum Kierspe	132
	EXPERIMENT: Thermisches Verhalten von Phenolharz	136
5.9	Plastik-Geschirr für das Picknick	137
	EXPERIMENT: Versuche mit Plastikgeschirr	140
5.10	SAN: Messbecher für die Küche	141
	EXPERIMENT: Vergleich zweier Messbecher aus PS und SAN	142
5.11	Die CD und ihre Hülle	143
	EXPERIMENT: Thermisches Verhalten der CD und ihrer Hülle	144
5.12	Perlmutter-Imitate für Knöpfe und Plektren für Zupfinstrumente	146
	EXPERIMENT: Knöpfe aus echtem oder synthetischem Perlmutter?	147
5.13	Kunststoffmaterialien aus dem Baumarkt	148
	EXPERIMENT: Identifizierung von Kunststoffmaterialien	150

Literatur 153

Index 155

Vorwort

Kunststoffe bestimmen unseren Alltag: „Flaschen, Fleece und Styropor – Ohne Kunststoffe geht es nicht“ – so der Titel eines Sachbuchs vom Autor dieses Experimentierbuchs, in dem die Entdeckung, die Entwicklung und die Bedeutung der verschiedensten Kunststoffe und der daraus entstandenen Produkte als Teil sowohl der Wissenschafts- und Technikgeschichte als auch der Sozial- und Kulturgeschichte dargestellt sind.

Parallel dazu ist dieses Experimentierbuch entstanden. In ihm werden die Grundlagen der Polymerchemie und -synthese vorgestellt, aber vor allem die Eigenschaften der verschiedenen Kunststoffe bzw. Polymere – vom Naturprodukt über vollsynthetische Kunststoffe bis zu Biopolymeren und Kunststoff-Blends – durch Experimente anschaulich gemacht.

Im Vordergrund aller (einfachen) Experimente stehen folgende Eigenschaften, die auch zur Identifizierung von Kunststoffen geeignet sind: Dichte, thermisches Verhalten, Brennbarkeit, Verhalten gegenüber Lösemitteln. Aber auch spezielle Eigenschaften wie die Kristallinität von Polymeren oder die Einflüsse auf die Elastizität von Elastomeren werden in den auf einfache Weise durchführbaren Experimenten veranschaulicht. Einige Biopolymere werden sogar synthetisiert.

Für die verwendeten Materialien bzw. deren Auswahl galten zwei Regeln:

- 1) Alles, was nach dem Gebrauch in die *Gelbe Tonne* als Wertstoff gelangen würde, ist für die beschriebenen Versuche geeignet.
- 2) Spezielle Materialien aus den Bereichen Büro- bis Baumarkt wurden so ausgewählt, dass sie zu den „Billig-/Preiswertprodukten“ (in der Regel zwischen ein und zwei Euro) zu rechnen bzw. als solche zu erwerben sind.

Ziel der Versuche ist es, jeweils an einem *exemplarischen Beispiel* die wesentlichen Eigenschaften eines Kunststoffes erkennbar zu machen. Darüber hinaus sollen sie zur Untersuchung weiterer Produkte (jeweils als Produktgruppen genannt) anregen, die möglicherweise aus den gleichen Kunststoffen bestehen. Dafür sind die genannten allgemeinen Untersuchungsverfahren gut geeignet.

Ein Experiment, das sich nur an einem speziellen Produkt (Material) durchführen lässt, regt nicht dazu an, sich weiterhin – die Palette erweiternd, die Kenntnisse vertiefend, das Interesse und die Neugier fördernd – und darüber

hinausgehend mit der Chemie der Kunststoffe zu beschäftigen. Ziel und Zweck dieses Buches ist es aber, den Leser zu ermutigen, über die beschriebenen und vom Autor erprobten Experimente hinausgehend eigene Entdeckungsreisen in die Welt der Kunststoffe zu unternehmen.

Ich danke dem Unternehmen *BASF*, Ludwigshafen, für die Bereitstellung des „Experimentiersets Kunststoffe“ (mit CD), der *Arbeitsgemeinschaft Deutsche Kunststoff-Industrie* (AKI) in Frankfurt am Main für die „Kunststoff-Probensammlung“ und den Mitarbeitern der *LyondellBasell* in Wesseling, die mich mit Informationen und vor allem umfangreichen Materialien zum Experimentieren (s. Abschn. 4.1) unterstützt haben, sowie Herrn Dr. Volker *Hofmann* als Vorsitzendem vom Förderverein des *Troisdorfer Kunststoff-Museums* für seine interessante Führung (s. Abschn. 1.1).

1

Einführung

1.1

Ausgewählte Daten aus der Geschichte der Kunststoffe

1530	<i>Galalith</i> („Kunsthorn“ aus Casein) – Benediktinerpater Wolfgang Seidel (1492–1562), nach einem Rezept des Schweizer Handelsherrn Bartholomäus Schobinger (1500–1585)
1770	<i>Radiergummi</i> aus Naturkautschuk – von Joseph Priestley (1733–1804) bekannt gemacht
1833	Begriff <i>Polymerie</i> – J. J. Berzelius (1779–1848)
1841	<i>Heißvulkanisation</i> des <i>Kautschuks</i> mit Schwefel – Charles Goodyear (1800–1860)
1865	Herstellung von <i>Celluloseacetat</i> – Paul Schützenberger
1868	<i>Celluloid</i> – Gebrüder John Wesley Hyatt (1837–1920), in Amerika als Vater der „Plastikindustrie“ bezeichnet, und Isaiah Hyatt
1882	<i>Viskose</i> aus Cellulosexanthogenat (Kunstseide)
1904	Produktion von <i>Casein-Kunststoff</i> in Hamburg-Harburg
1907	<i>Bakelit</i> – Leo Hendrik Baekeland (1863–1944)
1908	<i>Cellophan</i> – Jacques E. Brandenberger (1872–1954)
1909	<i>Cellon</i> (Celluloseacetat) – Ernst Arthur Eichengrün (1867–1949)
1912	<i>Polyvinylchlorid</i> (PVC) – Fritz Klatte (1880–1934)
1922	Begriff <i>Makromolekül</i> – Hermann Staudinger (1881–1965)
1930	<i>Nylon</i> – W. H. Carothers (1896–1937)
1932	<i>Plexiglas</i> (Polymethylmethacrylat) – Röhm & Haas
	<i>Hochdruckpolymerisation</i> von <i>Ethylen</i> in England
1937	<i>Polyurethan</i> – Otto Bayer (1902–1982)
1938	<i>Perlon</i> (aus Caprolactam) – Paul Schlack (1897–1987)
1941	<i>Polyurethanschaum</i> – August Hoechtlen und Walter Droste, I.G. Farben, Leverkusen
1946	<i>Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere</i> (ABS) – US Rubber Company
1949	<i>Aufschäumen</i> von <i>Polystyrol</i> (Styropor) – Fritz Stastny (1908–1985)
1952	<i>Niederdruck-Polyethylen</i> – Karl Ziegler (1898–1973)
	<i>Polycarbonat</i> – Hermann Schnell (1916–1999); Makrolon/Bayer AG
1976	<i>Polymerblend</i> aus Polycarbonat und ABS (Acryl-Butadien-Styrol) – Bayer AG
1983	Verbrauch von Kunststoffen übertrifft volumenmäßig (125 Mio m ³) die Stahlproduktion

(Nach: „Zeittafel zur Geschichte der Kunststoffe“ des *Deutschen Kunststoff Museums*: www.deutsches-kunststoff-museum.de). Weitere Daten auch in B. Tieke, s. Literaturverzeichnis).

Exkurs

Kunststoffgeschichte im Museum für Stadt- und Industriemuseum in Troisdorf

Troisdorf liegt rechtsrheinisch zwischen Bonn und Köln. Ihren Aufschwung erlebte die heutige Stadt mit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert – 1815 mit dem Betrieb einer Alaunhütte in Spich und 1825 mit dem Bau der Friedrich-Wilhelms-Hütte (später Mannstaedt-Werke), einer Eisenhütte, an der Agger. 1887 folgte der Bau einer Zündhütchen- und Sprengkapselabrik (Rheinisch-Westfälische Sprengstoff AG, RWS), der späteren Dynamit Nobel, und damit begann auch die Produktion von Kunststoffen.

An der Burg Wissem in Troisdorf, bekannt durch sein Kinderbuchmuseum, entstand mit dem Museum für Stadt- und Industriegeschichte – kurz *MUSIT* genannt – ein weiteres interessantes und nach neuesten Gesichtspunkten der Museumstechnologien und -pädagogik gestaltetes Museum. In ihm werden zahlreiche Exponate aus der Sammlung des Kunststoff-Museums Troisdorf informativ präsentiert. Auf der Webseite www.kunststoff-museum.de führen Links u. a. zu ausführlichen Informationen zur Entstehung des Museums, zur Sammlung und zur Geschichte der Kunststoffherstellung in Troisdorf, die am 4. März 1905 mit der Produktion von *Celluloid* begann. Die bereits genannte Vorgängerin der späteren Dynamit Nobel AG ließ zur gleichmäßigen Auslastung ihrer Anlagen zwei Zentrifugen nur für schwach nitrierte Celluloid-Kollodiumwolle laufen und stellte daraus Celluloid-Halbzeuge wie Platten, Folien und Rohre für die Produktion von Kämmen, Toilettenartikeln, Spielwaren, Puppen und später auch für technische Artikel wie Rechenschieber her. Alle diese Produkte als Anwendungsbeispiele können im *MUSIT* besichtigt werden.

Die Ausstellung insgesamt ist chronologisch aufgebaut. Sie beginnt um 1800 und endet mit Ideen zu einer „Stadt der Zukunft“. Sie wendet sich sowohl an Kinder und Jugendliche – mit Textinformationen, umfangreichem Bildmaterial, zahlreichen Exponaten und mit Hörstationen sowie interaktiven Stationen – als auch an Fachbesucher durch sogenannte „Vertiefungsebenen“ zu ausgewählten Ausstellungsthemen wie dem Schwerpunkt Kunststoffe.

Wer dieses Museum besichtigt hat, wird der Aussage des Museumsflyers zustimmen. Sie lautet:

„Einzigartig ist dabei die umfassende Darstellung der Entwicklung der Kunststoffindustrie, die 1905 in Troisdorf ihre Geburtsstunde erlebte. Zahlreiche Neuentwicklungen gingen von hier aus in alle Welt. Aufgrund der vorhandenen umfangreichen Sammlung lässt sich die Entwicklung dieses Industriezweiges von den Anfängen bis heute nachvollziehen. Die Besucher erleben hier, welche neuen Möglichkeiten der Werkstoff »Kunststoff« im Laufe der Geschichte eröffnete und wie sehr er den heutigen Alltag bestimmt.“

An die Celluloidproduktion anschließend wurde in den Troisdorfer Laboratorien ab 1911 Celluloseacetat hergestellt und 1921 erstmalig die Spritzgussverarbeitung für Celluloseester-Kunststoffe (*Cellon*) industriell angewandt. 1909 erhielt Ernst Arthur *Eichengrün* (1867–1949; 1896–1908 bei der Bayer AG) das Patent auf Cellon (Celluloseacetat, gewonnen durch Direktacetylierung von Cellulose mittels Essigsäureanhydrid). Eichengrün gründete ein Cellon-Werk in Berlin. 1911 erwarben die Rheinisch-Westfälischen Sprengstoffwerke eine Fertigungslizenz.

Mit *Trolit F* auf der Basis von Nitrocellulose-Typen fertigte man hartgummiähnliche Produkte für die Elektro- und Radioindustrie, von denen in der Ausstellung auch Exponate zu sehen sind. 1924 gelangten Phenolharze unter den Namen *Trolon* (Phenol-Formaldehyd-Gießharz) nach Auslaufen der Baekeland-Patente als Edelkunstharz auf den Markt – als Phenolharzpressmassen und -schichtstoffe *Trolitan* bzw. *Trolonit* genannt. 1922 wurde in Troisdorf ein *Trolit*-Presswerk errichtet und 1924 eine Knopffabrik mit *Trolit* und *Trolon* als Kunststoffrohstoffe aufgebaut. Auch solche Exponate sind im MUSIT ausgestellt. In den 1920er Jahren waren Phenol, Formaldehyd, Melamin und Harnstoff die wichtigsten Rohstoffe für die Produktion in Troisdorf. Mit dem Auslaufen der Baekeland-Patente begann ab 1931 die Herstellung von Harnstoff-Formaldehyd-Harzen unter dem Namen *Pollopas* (Erfinder Dr. Pollak; s. www.kunststoffmuseum.de, Sammlung, „Eine kurze Geschichte der Kunststoffe und die Rolle Troisdorfs“) sowie des Melamin-Formaldehyd-Harzes *Ultrapas*. Als Produkte (Harz 1938, papiergebundener dekorativer Schichtstoff ab 1954) werden u. a. Salatbestecke und Seifendosen, ein Telefon, Radiogehäuse, Lichtschalter und Steckdosen gezeigt.

Als *Trolitul* wurde ein Polystyrol- und als *Trolit* ein Acetylcellulose-Produkt bezeichnet. Unter dem Markennamen *Trolitax* kam ab 1935 ein Phenolharzgebundenes Hartpapier mit und ohne Kupferfolien auf den Markt. Ab 1973 wurden Epoxidharz-gebundene Glasgewebeerbund-Materialien (EPG), ebenfalls mit und ohne Kupferfolien, produziert. *Lignofol* nannte man Phenolharz-impregnierte und gehärtete Kunsthölzer (ab 1931, auch in der Ausstellung zu sehen).

Bereits 1928 gelangten die Hamburger Dynamit AG und die Troisdorfer Rheinisch-Westfälische Sprengstoff AG als Dynamit AG, Troisdorf unter das Dach der I.G. Farben. Die Firma Dynamit Nobel AG hatte im I.G. Farben-Verbund die Aufgabe, Kunststoffrohstoffe (u. a. der Firmen Bayer, BASF, Hoechst) mit geeigneten Rezepturen zur Verarbeitung mit Kunststoff-Verarbeitungsmaschinen (Kalandern, Pressen, Extrudern, Spritzgießmaschinen – s. Abschn. 4.2) weiterzuentwickeln. Damit wurde Troisdorf zum weltweiten Zentrum der Kunststoffverarbeitung.

Ab 1936 kamen erste PVC-Produkte auf den Markt: *Mipolam*-Bodenbeläge und Strangpressmassen für Kabelummantelungen, *Astralon*-Tafeln, -Platten und -Folien. In der Ausstellung werden diese Materialien u. a. als Schichtmaterialien für gravierte Schilder und Rechenschieber gezeigt. Als Polyvinylchlorid-Misch-

polymerisate wurden hochtransparente und eingefärbte *Astralon*-Folien hergestellt. Polystyrol wurde unter dem Markennamen *Trolitul* zu hochtransparenten Spritzgussartikeln wie Haushaltsgeräten verarbeitet. Polyisobutylen und Polyethylen wurden unter den Namen *Dynagen* und *Dynalen* u. a. als Folien produziert. 1933 wurde eine kontinuierlich arbeitende Anlage zur Herstellung von *Vulkanfiber* (Verbundmaterial auf der Basis von Zellstoff) in Betrieb genommen – ein Vulkanfiber-Koffer ist ausgestellt. Als *Troporit* wird ein Phenolharzschaum bezeichnet, die als Blumensteckmasse heute ebenso bekannt ist wie die *Mipolam*-Bodenbeläge.

Die Geschichte der Kunststoffindustrie in Troisdorf bis zum Zweiten Weltkrieg ist zusammenfassend auf der Website wie folgt dargestellt; der Text spiegelt den im Museum auf eine sehr gelungene Weise durch Exponate dargestellten Überblick über mehr als 100 Jahre wider:

„Die erste industrielle Kunststoffproduktion von Celluloid (...) ab 1905, dann die Erzeugung von Phenol-Formaldehyd-Pressmassen ab den Zwanziger Jahren (erster vollsynthetischer Duroplast-Kunststoff) und solchem mit Harnstoff und Melamin, die Herstellung von Kunststoffhalbzeugen wie Tafeln, Folien, Platten, Rohren, Stäben, Filamenten und Formteilen etc. aus diesen Materialien und die Herstellung und Verwendung vollsynthetischer Thermoplast-Kunststoff-Massen und Formteile wie Polystyrol PS, Polyvinylchlorid PVC, Polyisobutylen PIB und Polyethylen PE. Die Kunststoff-Verarbeitungstechniken wie Strangpressen (Extrudieren), Spritzgießen, Kalandrieren, Kleben, Schweißen, Umformen etc. wurden in Troisdorf erfolgreich entwickelt. Diese Entwicklung brachte der Dynamit Nobel AG den Ruf der weltführenden Kunststoffverarbeitungs-firma und der Stadt Troisdorf das Attribut der Industriestadt ein. Die Dynamit Nobel G beschäftigte in Troisdorf 1939 etwa 9000 Mitarbeiter. (...) (Quellen: Matthias Dederichs „100 Jahre Kunststoffe aus Troisdorf“ in Troisdorfer Jahreshefte 2004 und „Hundert Jahre Dynamit Nobel AG“, Werkzeitschrift 1965, Bearbeitet Dr. Volker Hofmann, August 2007)“

Im Troisdorfer MUSIT kann der Besucher diese Entwicklungen anhand zahlreicher Exponate und anschaulicher Informationen nachvollziehen und wird je nach Alter auch einige oder viele der ausgestellten Exponate als Gebrauchsgegenstände seines Alltags – gestern und heute – wiedererkennen.

1.2

Zur Systematik der Kunststoffe, deren Strukturen sowie Eigenschaften

Als *Kunststoff* (in der Umgangssprache Plastik, Plaste) wird ein Feststoff, ein Polymer bezeichnet, dessen Grundkörper synthetisch oder auch halbsynthetisch aus monomeren organischen Molekülen aufgebaut ist.

Die wichtigsten Gruppen der Kunststoffe werden im Folgenden kurz charakterisiert.

Polymer	Formel
Poly(ethylen)	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$
Poly(propylen)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$
Poly(4-methylpenten-1)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{R}}{\text{CH}} \right]_n$ $\text{R} = \text{---CH}_2 - \overset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
Poly(vinylchlorid)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$
Poly(methylmethacrylat)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_n$
Poly(styrol)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$
Poly(oxymethylen)	$\left[\text{CH}_2\text{O} \right]_n$
Poly(ethylenterephthalat)	$\left[\text{---C}_6\text{H}_4\text{---CO---CH}_2\text{CH}_2\text{OC---} \right]_n$
Bisphenol-A-Polycarbonat	$\left[\text{---C}_6\text{H}_4\text{---C}(\text{CH}_3)_2\text{---C}_6\text{H}_4\text{---OC(=O)---} \right]_n$
Poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylenoxid)	$\left[\text{---C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_2\text{---O---} \right]_n$

Abb. 1.1 Formeln der wichtigsten thermoplastischen Kunststoffe. [Aus: B. Tieke, *Makromolekulare Chemie*, Tab. 2a, S. 15.]