



Leseprobe

Christian Hopmann, Walter Michaeli, Helmut Greif, Leo Wolters

Technologie der Kunststoffe

Lern- und Arbeitsbuch für die Aus- und Weiterbildung

ISBN (Buch): 978-3-446-44233-7

ISBN (E-Book): 978-3-446-44207-8

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44233-7>

sowie im Buchhandel.

Vorwort

Wir freuen uns, dass Sie sich für den Kauf dieses Buches entschieden haben, welches mit dieser Auflage gleichzeitig auch neu als E-Book auf dem Markt erschienen ist.

Die Basis dieses Buches entstand vor etwas mehr als 40 Jahren im Rahmen eines mehrjährigen Forschungsprojektes mit dem Ziel nach geeigneten Methoden der Wissensvermittlung am Beispiel der Kunststofftechnologie zu suchen und diese zu entwickeln. Im Jahre 1976 erschien eine erste Auflage als Lernprogramm Technologie der Kunststoffe, welches vom Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen unter der Beteiligung des Instituts für Erziehungswissenschaft der RWTH Aachen gemeinsam entwickelt wurde.

Die Herausgeber waren Prof. Georg Menges (Leiter des Instituts für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen), Prof. Johannes Zielinski (Direktor des Instituts für Erziehungswissenschaft der RWTH Aachen) sowie Ulrich Porath als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kunststoffverarbeitung.

Das Vorwort der ersten Auflage im Jahre 1976 begann mit der Aussage:

„Kunststoffe sind aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Wir nehmen diesen Werkstoff ganz selbstverständlich zur Hand, ohne uns mit ihm näher auseinandergesetzt zu haben....“

Diese Aussage gilt heute, nahezu 40 Jahre später umso mehr, da der Werkstoff Kunststoff in nahezu allen Lebensbereichen Anwendungsgebiete erschlossen hat und auch zukünftig weitere erschließen wird.

Die vorliegende überarbeitete Neuauflage des Lern- und Arbeitsbuches verfolgt nach wie vor das gleiche Ziel, dem Leser in die Welt der Kunststoffe einzuführen und die wesentlichen Grundlagen zum Werkstoff und zur Be- und Verarbeitung zu vermitteln. Das Buch wurde mit den letzten Auflagen sowie mit der hier vorliegenden Auflage fachlich, technisch sowie pädagogisch neu überarbeitet. An dieser Stelle sei allen, die an den Überarbeitungen der verschiedenen Auflagen mitgewirkt haben, Dr. Johannes Thim, Hans Kaufmann, Prof. Walter Michaeli sowie Franz-Josef Vossebürger herzlich gedankt.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lernen und Arbeiten mit dieser neuen Auflage.

Inhalt

Vorwort	V
Hinweise Arbeiten mit dem Lern- und Arbeitsbuch	XIII
Einführung Kunststoff – ein künstlicher Stoff?	1
Lektion 1 Grundlagen der Kunststoffe	5
1.1 Was sind „Kunststoffe“?	6
1.2 Woraus macht man Kunststoffe?	6
1.3 Wie teilt man Kunststoffe ein?	7
1.4 Wie werden Kunststoffe bezeichnet?	8
1.5 Welche physikalischen Eigenschaften haben Kunststoffe?	9
Erfolgskontrolle zur Lektion 1	13
Lektion 2 Rohstoffe und Polymersynthese	15
2.1 Rohstoffe für Kunststoffe	16
2.2 Monomere und Polymere	17
2.3 Synthese des Polyethylens	19
Erfolgskontrolle zur Lektion 2	21
Lektion 3 Polymersyntheseverfahren	23
3.1 Polymerisation	24
3.2 Polykondensation	26
3.3 Polyaddition	29
Erfolgskontrolle zur Lektion 3	31

Lektion 4	Bindungskräfte in Polymeren	33
	4.1 Bindungskräfte innerhalb von Molekülen	34
	4.2 Zwischenmolekulare Bindungskräfte	34
	4.3 Einfluss der Temperatur	35
	Erfolgskontrolle zur Lektion 4	37
Lektion 5	Einteilung der Kunststoffe	39
	5.1 Bezeichnung der Kunststoffgruppen	40
	5.2 Thermoplaste	40
	5.3 Vernetzte Kunststoffe (Elastomere und Duroplaste)	42
	5.4 Be- und Verarbeitungsverfahren	44
	5.5 Formgebungsverfahren thermoplastischer Kunststoffe	45
	Erfolgskontrolle zur Lektion 5	47
Lektion 6	Formänderungsverhalten von Kunststoffen	49
	6.1 Verhalten von Thermoplasten	50
	6.2 Amorphe Thermoplaste	50
	6.3 Teilkristalline Thermoplaste	51
	6.4 Verhalten von vernetzten Kunststoffen	53
	Erfolgskontrolle zur Lektion 6	55
Lektion 7	Zeitabhängiges Verhalten von Kunststoffen	57
	7.1 Verhalten von Kunststoffen unter Last	58
	7.2 Einfluss der Zeit auf das mechanische Verhalten	59
	7.3 Rückstellverhalten von Kunststoffen	60
	7.4 Temperatur- und Zeitabhängigkeit von Kunststoffen ...	61
	Erfolgskontrolle zur Lektion 7	65
Lektion 8	Physikalische Eigenschaften	67
	8.1 Dichte	68
	8.2 Wärmeleitfähigkeit	68
	8.3 Elektrische Leitfähigkeit	69
	8.4 Lichtdurchlässigkeit	71
	8.5 Materialkennwerte von Kunststoffen	72
	Erfolgskontrolle zur Lektion 8	76

Lektion 9	Grundlagen der Rheologie	77
	9.1 Rheologie	78
	9.2 Fließ- und Viskositätskurven	80
	9.3 Fließverhalten von Kunststoffschmelzen	81
	9.4 Schmelzeindex	83
	Erfolgskontrolle zur Lektion 9	85
Lektion 10	Aufbereitung von Kunststoffen	87
	10.1 Überblick	88
	10.2 Zusatzstoffe und Dosieren	88
	10.3 Mischen	90
	10.4 Plastifizieren	91
	10.5 Granulieren	93
	10.6 Zerkleinern	95
	Erfolgskontrolle zur Lektion 10	96
Lektion 11	Extrusion	97
	11.1 Grundlagen	98
	11.2 Extrusionsanlagen	98
	11.3 Coextrusion	107
	11.4 Extrusionsblasformen	107
	Erfolgskontrolle zur Lektion 11	110
Lektion 12	Spritzgießen	111
	12.1 Grundlagen	112
	12.2 Spritzgießmaschine	113
	12.3 Werkzeug	117
	12.4 Verfahrensablauf	118
	12.5 Weitere Spritzgießverfahren	122
	Erfolgskontrolle zur Lektion 12	123
Lektion 13	Faserverstärkte Kunststoffe (FVK)	125
	13.1 Werkstoffe	126
	13.2 Verfahrensablauf	128
	13.3 Handwerkliche Verarbeitungsverfahren	128

	13.4 Maschinelle Verarbeitungsverfahren	129
	Erfolgskontrolle zur Lektion 13	134
Lektion 14	Kunststoffschaumstoffe	135
	14.1 Beschaffenheit von Schaumstoffen	136
	14.2 Herstellung von Schaumstoffen	139
	Erfolgskontrolle zur Lektion 14	142
Lektion 15	Thermoformen	143
	15.1 Grundlagen	144
	15.2 Verfahrensschritte	145
	15.3 Technische Anlagen	146
	Erfolgskontrolle zur Lektion 15	148
Lektion 16	Schweißen von Kunststoffen	149
	16.1 Grundlagen	150
	16.2 Verfahrensschritte	150
	16.3 Schweißverfahren	151
	Erfolgskontrolle zur Lektion 16	158
Lektion 17	Mechanische Bearbeitung von Kunststoffen	159
	17.1 Grundlagen	160
	17.2 Technische Verfahren	160
	Erfolgskontrolle zur Lektion 17	166
Lektion 18	Kleben von Kunststoffen	167
	18.1 Grundlagen	168
	18.2 Einteilung der Klebstoffe	172
	18.3 Die Ausführung der Klebung	173
	Erfolgskontrolle zur Lektion 18	175
Lektion 19	Kunststoffabfälle	177
	19.1 Kunststoffabfälle und deren Wiederverwendung	178
	19.2 Kunststoffe in Produktion und Verarbeitung	178
	19.3 Kunststoffprodukte und ihre Lebensdauer	180
	19.4 Abfallvermeidung und Abfallverwertung	182
	Erfolgskontrolle zur Lektion 19	184

Lektion 20	Recycling von Kunststoffen	185
	20.1 Wiederverwertung von Kunststoffabfällen	186
	20.2 Werkstoffliches Recycling	187
	20.3 Rohstoffliches Recycling	190
	20.4 Energetische Verwertung	192
	Erfolgskontrolle zur Lektion 20	195
Anhang 21	Qualifizierung in der Kunststoffverarbeitung	197
	21.1 Kunststoffausbildung in der Industrie	198
	21.2 Kunststoffausbildung im Handwerk	204
Anhang 22	Weiterführende Literatur	207
Anhang 23	Glossar	209
Anhang 24	Lösungen	219

1

Lektion

Grundlagen der Kunststoffe

Themenkreis Grundlagen der Kunststoffe

Leitfragen Wie können Kunststoffe definiert werden?
Woraus stellt man Kunststoffe her?
Wie teilt man Kunststoffe ein?
Aus welchem Kunststoff ist die CD?
Sind Kunststoffe wiederverwertbar?
Welche Eigenschaften haben Kunststoffe?
Wo werden Kunststoffe überall eingesetzt?

Inhalt 1.1 Was sind „Kunststoffe“?
1.2 Woraus macht man Kunststoffe?
1.3 Wie teilt man Kunststoffe ein?
1.4 Wie werden Kunststoffe bezeichnet?
1.5 Welche physikalischen Eigenschaften haben Kunststoffe?

Erfolgskontrolle zur Lektion 1

■ 1.1 Was sind „Kunststoffe“?

- Oberbegriff** Der Name „Kunststoff“ steht nicht alleine für ein Material. So wie man etwa mit „Metall“ nicht nur Eisen oder Aluminium bezeichnet, ist der Name „Kunststoff“ der Oberbegriff für viele in Aufbau, Eigenschaften und Zusammensetzung verschiedene Stoffe. Die Eigenschaften der Kunststoffe sind so vielfältig, dass diese oft an die Stelle von herkömmlichen Werkstoffen wie Holz oder Metall treten oder diese ergänzen.
- Makromolekül** Die Kunststoffe haben aber alle eins gemeinsam. Sie entstehen durch die Verknäuelung oder Verkettung von sehr langen Molekülketten, den sogenannten Makromolekülen (makro = groß). Diese Makromoleküle bestehen oft aus mehr als 10.000 Einzelbausteinen. In diesen Molekülketten sind die einzelnen Bausteine wie Perlen auf einer Kette hintereinander angeordnet. Man kann sich den Kunststoff ähnlich einem Wollknäuel aus vielen einzelnen Fäden vorstellen. Ein einzelner Faden lässt sich nur sehr schwer aus dem Knäuel herausziehen. Ähnlich ist es auch beim Kunststoff, bei dem sich die Makromoleküle gegenseitig „festhalten“. Da die Makromoleküle und damit die Kunststoffe aus vielen Einzelbausteinen, den Monomermolekülen (mono = einzeln, meros = Teil), aufgebaut sind, nennt man sie allgemein auch Polymere (poly = viel).
- Definition** Kunststoffe sind Materialien, deren wesentliche Bestandteile aus makromolekularen, organischen Verbindungen bestehen, die synthetisch oder durch Umwandlung von Naturprodukten entstehen. Sie sind in der Regel bei der Verarbeitung unter bestimmten Bedingungen (Wärme, Druck) plastisch formbar oder sind plastisch verformt worden.

■ 1.2 Woraus macht man Kunststoffe?

- Monomere** Die Ausgangsstoffe für die Polymere heißen „Monomere“. Aus den einzelnen Ausgangsstoffen kann man oft mehrere verschiedene Polymere herstellen, indem man das Herstellungsverfahren ändert oder verschiedene Mischungen herstellt.
- Ausgangsstoffe** Die Ausgangsstoffe für die Monomere sind hauptsächlich Erdöl und Erdgas. Da für die Herstellung allein der Kohlenstoff von Bedeutung ist, könnte man theoretisch Monomere auch aus Holz, Kohle oder sogar dem CO₂ in der Luft erzeugen. Diese Stoffe werden aber nicht eingesetzt, weil die Herstellung aus Gas und Öl preiswerter ist. Einige Monomere waren vor vielen Jahren noch Abfallstoffe bei der Herstellung von Benzin oder Heizöl. Der hohe Verbrauch an Kunststoffen macht heute die gezielte Herstellung dieser „Abfallmonomere“ in Raffinerien notwendig.
- Raffinerieprodukte**

■ 1.3 Wie teilt man Kunststoffe ein?

Man unterscheidet drei große Werkstoffgruppen von Kunststoffen, die in Bild 1.1 aufgeführt und mit Beispielen belegt sind.

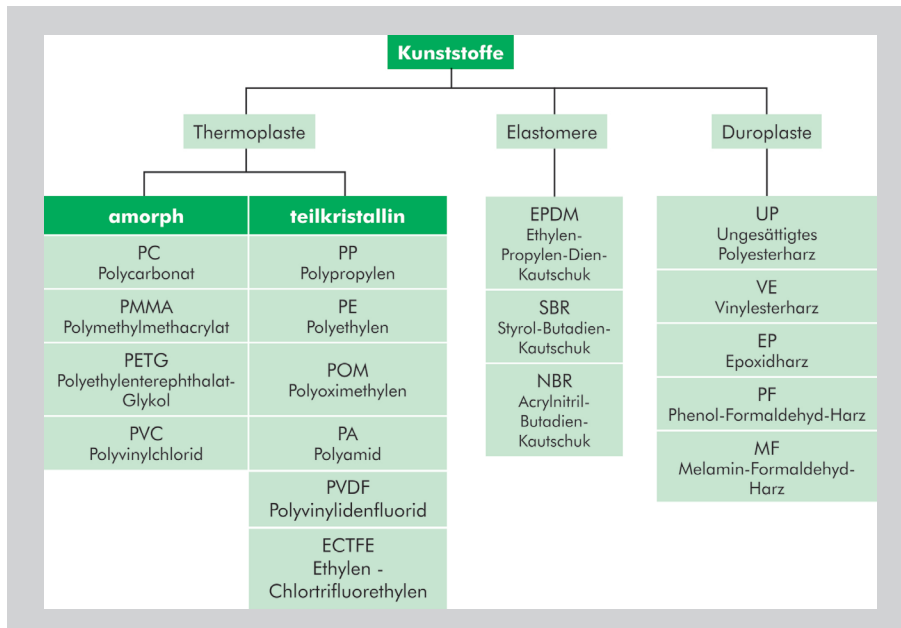


Bild 1.1 Einteilung der Kunststoffe

Thermoplaste (thermos = warm; plasso = bilden, bildsam) sind schmelzbar und löslich. Sie können mehrfach wieder eingeschmolzen werden und sind in vielen Lösemitteln löslich oder zumindest quellbar. Sie sind bei Raumtemperatur weich bis hartzäh oder hartspröde. Man unterscheidet zwischen amorphen (amorph = ungeordnet) Thermoplasten, die im molekularen Ordnungszustand dem Glas ähneln und glasklar sind, und teilkristallinen Thermoplasten, die ein milchig-opakes Aussehen haben. Wenn ein Kunststoff glasklar durchsichtig ist, kann man mit ziemlicher Sicherheit sagen, dass es ein amorpher Thermoplast ist. Thermoplaste machen mengenmäßig den größten Kunststoffanteil aus.

Den Deckel der Hülle unserer CD werden wir also aus einem amorphen Werkstoff herstellen, denn er soll ja durchsichtig sein, um das Titelverzeichnis lesen zu können. Der Kunststoff der CD selbst ist auch durchsichtig. Sie wird von einer Seite zuerst meistens mit Aluminium bedampft (die Aluminiumschicht wirkt wie ein Spiegel) und dann bedruckt, so dass der Laserstrahl nicht durch sie hindurch geht, sondern reflektiert wird.

Thermoplaste

amorpher Thermoplast

teilkristalliner Thermoplast

CD

■ Erfolgskontrolle zur Lektion 1

Nr.	Frage	Antwortauswahl
1.1	Kunststoffe teilt man in die Gruppen Thermoplaste, Elastomere und _____ ein.	Monomere Duroplaste
1.2	Thermoplaste teilt man in die zwei Untergruppen amorphe Thermoplaste und _____ Thermoplaste ein.	duroplastische teilkristalline
1.3	Thermoplaste sind _____.	schmelzbar nicht schmelzbar
1.4	Duroplaste sind stark vernetzt und deshalb sind sie nicht schmelzbar und _____.	löslich nicht löslich
1.5	Elastomere sind _____ vernetzt.	engmaschig weitmaschig
1.6	Elastomere sind _____.	schmelzbar nicht schmelzbar
1.7	Die meisten Kunststoffe sind _____ als Metalle.	leichter schwerer
1.8	Die Verarbeitungstemperatur von Kunststoffen ist _____ als bei Metallen.	höher niedriger
1.9	Die Durchlässigkeit für Gase ist bei verschiedenen Kunststoffen _____.	gleich unterschiedlich
1.10	Kunststoffe sind sehr _____ Isolatoren für Wärme und Strom.	schlechte gute
1.11	Viele Kunststoffe lassen sich _____.	wiederverwerten nicht wiederverwerten