

Inhaltsverzeichnis

(Literatur befindet sich am Ende jedes Kapitels)

Vorwort	VII
Abbildungsnachweis	XI
Verzeichnis der Abkürzungen	XIII

TEIL I: STRUKTUR

1 Einführung	3
1.1 Mikro- und makromolekulare Chemie	3
1.2 Der Molekülbegriff	10
1.3 Geschichtliche Entwicklung	13
1.4 Einteilung und Bedeutung makromolekularer Verbindungen	21
2 Konstitution	28
2.1 Der Begriff der Struktur	28
2.2 Atombau und Kettenbildung	28
2.2.1 Isoketten	29
2.2.2 Heteroketten	32
2.3 Verknüpfung von Einzelketten	36
2.3.1 Verzweigungen	36
2.3.2 Ungeordnete Netzwerke	38
2.3.3 Geordnete Netzwerke	40
2.4 Verknüpfung der Grundbausteine	43
2.4.1 Unipolymere	43
2.4.2 Copolymere	46
2.4.2.1 Zusammensetzung	47
2.4.2.2 Konstitutive Uneinheitlichkeit	48
2.4.2.3 Sequenz	55
2.5 Substituenten	58
2.6 Endgruppen	59
2.7 Molekulargewicht	60
2.7.1 Einfache Mittelwerte	61
2.7.2 Zusammengesetzte Mittel	65
2.7.3 Polymolekularitätsparameter	70
2.8 Molekulargewichtsverteilung	72
2.8.1 Darstellung von Verteilungsfunktionen	72
2.8.2 Typen von Verteilungsfunktionen	78
2.8.2.1 Gauß-Verteilung	79
2.8.2.2 Logarithmische Normalverteilung	79
2.8.2.3 Poisson-Verteilung	81
2.8.2.4 Schulz-Flory-Verteilung	83
2.8.2.5 Tung-Verteilung	84
3 Konfiguration	87
3.1 Ideale Strukturen	87
3.1.1 Definitionen	87
3.1.2 Projektionen	89
3.1.3 Monotaktische Polymere	89
3.1.4 Ditaktische Polymere	91

3.2	Reale Strukturen	92
3.2.1	Diaden und Triaden	92
3.2.2	Sequenzlängen	94
3.3	Experimentelle Methoden	95
3.3.1	Röntgenographie	95
3.3.2	Kernresonanzspektroskopie	95
3.3.3	Infrarotspektroskopie	98
3.3.4	Andere Methoden	98
3.4	Optische-Aktivität	99
4	Konformation	102
4.1	Einleitung	102
4.2	Konformation im Vakuum	103
4.3	Konformation im Kristall	108
4.4	Konformation in Lösung	112
4.4.1	Mikrokonformation	112
4.4.2	Ideale statistische Knäuel	113
4.4.2.1	Segmentmodell	113
4.4.2.2	Valenzwinkelkette	116
4.4.2.3	Valenzwinkelkette mit behinderter Drehbarkeit	116
4.4.2.4	Die Kette mit Persistenz	120
4.4.3	Reale statistische Knäuel und starre Moleküle	121
4.4.3.1	Grundlagen	121
4.4.3.2	Ausgeschlossenes Volumen starrer Moleküle	122
4.4.3.3	Ausgeschlossenes Volumen unverzweigter Knäuelmoleküle	123
4.4.3.4	Ausgeschlossenes Volumen verzweigter Knäuelmoleküle	126
4.4.3.5	Ausgeschlossenes Volumen von Polyelektrolyten	127
4.4.4	Helices	128
4.4.4.1	Dimensionen	128
4.4.4.2	Optische Aktivität	129
4.4.4.3	Helix-Knäuel-Umwandlung	133
4.4.5	Kompakte Moleküle	135
A-4	Anhang: Berechnung der Fadenendenabstände	137
5	Übermolekulare Strukturen	141
5.1	Phänomene	141
5.2	Bestimmung der Kristallinität	144
5.2.1	Röntgenographie	144
5.2.2	Dichte-Messungen	149
5.2.3	Kalorimetrie	150
5.2.4	Infrarotspektroskopie	150
5.2.5	Indirekte Methoden	151
5.3	Kristalliner Zustand	151
5.3.1	Kristallstrukturen	151
5.3.2	Mikromorphologie	156
5.3.3	Überstrukturen	161
5.4	Nichtkristalliner Zustand	163
5.5	Orientierung	164
5.5.1	Definition	164
5.5.2	Röntgeninterferenzen	164
5.5.3	Optische Doppelbrechung	165
5.5.4	Infrarot-Dichroismus	166

TEIL II: EIGENSCHAFTEN

6	Thermodynamik der Lösungen	171
6.1	Grundbegriffe	171
6.2	Statistische Thermodynamik	173
6.2.1	Entropie athermischer Lösungen von Makromolekülen	173
6.2.2	Enthalpie regulärer Lösungen von Makromolekülen	174
6.2.3	Freie Mischungsenthalpie	175
6.2.4	Chemisches Potential konzentrierter Lösungen	176
6.2.5	Chemisches Potential verdünnter Lösungen	178
6.2.6	Polyelektrolyte	179
6.3	Phasentrennung	179
6.3.1	Binäre Systeme mit oberer kritischer Mischungstemperatur	179
6.3.2	Quasibinäre Systeme mit oberer Mischungstemperatur	182
6.3.3	Systeme Polymer/Lösungsmittel/Fällungsmittel	183
6.3.4	Systeme aus zwei verschiedenen Polymeren	185
6.3.5	Binäre Systeme mit unterer kritischer Mischungstemperatur	187
6.3.6	Kristalline Polymere	189
6.3.7	Quellung	190
6.4	Löslichkeitsparameter	192
6.5	Virialkoeffizienten	196
6.5.1	Definition	196
6.5.2	Ausgeschlossenes Volumen	198
6.5.3	Temperaturabhängigkeit	200
6.6	Assoziation	200
6.6.1	Definition	200
6.6.2	Geschlossene Assoziation	202
6.6.3	Offene Assoziation	205
6.6.4	Konzentrierte Lösungen und Schmelzen	207
7	Transport- und Grenzflächenphänomene	209
7.1	Hydrodynamisch wirksame Größen	209
7.2	Diffusion	210
7.2.1	Grundlagen	210
7.2.2	Diffusion in Lösungen	212
7.2.2.1	Experimentelle Methoden	212
7.2.2.2	Molekulare Größen	213
7.2.3	Permeation durch Folien	215
7.2.3.1	Grundlagen	215
7.2.3.2	Experimentelle Methoden	215
7.2.3.3	Einfluß der Konstitution	216
7.2.4	Rotationsdiffusion und Strömungsdoppelbrechung	217
7.3	Grenzflächenphänomene	219
7.3.1	Polymere auf flüssigen Oberflächen (Spreitung)	219
7.3.2	Flüssigkeiten auf festen Oberflächen (Benetzung)	220
7.3.3	Polymere auf festen Oberflächen (Adsorption)	222
7.4	Adhäsion und Klebung	224
7.4.1	Typen der Adhäsion	224
7.4.2	Klebung	225
8	Bestimmung von Molekulargewicht und Molekulargewichtsverteilung	229
8.1	Einleitung und Übersicht	229
8.2	Membranosmometrie	230

8.2.1	Semipermeable Membranen	230
8.2.2	Experimentelle Methodik	232
8.2.3	Nichtsemipermeable Membranen	234
8.3	Ebullioskopie und Kryoskopie	236
8.4	Dampfdruckosmometrie	237
8.5	Lichtstreuung	238
8.5.1	Grundlagen	238
8.5.2	Kleine Teilchen	239
8.5.3	Copolymere	242
8.5.4	Konzentrationsabhängigkeit	245
8.5.5	Große Teilchen	247
8.5.6	Meßtechnik	250
8.6	Röntgenkleinwinkelstreuung	251
8.7	Ultrazentrifugation	252
8.7.1	Phänomene und Methoden	252
8.7.2	Grundgleichungen	255
8.7.3	Sedimentationsgeschwindigkeit	256
8.7.4	Sedimentationsgleichgewicht	258
8.7.5	Gleichgewichte in Dichtegradienten	258
8.7.6	Präparative Ultrazentrifugation	260
8.8	Chromatographie	262
8.8.1	Elutionschromatographie	262
8.8.2	Gelpermeationschromatographie	262
8.9	Viskosimetrie	264
8.9.1	Grundlagen	264
8.9.2	Experimentelle Methoden	266
8.9.3	Konzentrationsabhängigkeit der Viskosität bei Nichtelektrolyten	269
8.9.4	Konzentrationsabhängigkeit der Viskosität bei Polyelektrolyten	271
8.9.5	Staudinger-Index und Molekulargewicht starrer Moleküle	272
8.9.6	Staudinger-Index und Molekulargewicht von Knäuelmolekülen	274
8.9.7	Eichung von Viskositäts/Molekulargewichts-Beziehungen	277
8.9.8	Einflüsse der chemischen Struktur	280
8.9.9	Temperaturabhängigkeit der Staudinger-Indices	281
9	Thermische Umwandlungen	284
9.1	Phänomene	284
9.2	Methoden	285
9.2.1	Thermodynamische Größen	285
9.2.2	Ausdehnung und Wärmeleitfähigkeit	287
9.2.3	Differentialthermoanalyse	289
9.2.4	Breitlinienkernresonanz	290
9.2.5	Technische Prüfmethoden	291
9.3	Kristallisation	292
9.3.1	Morphologie	292
9.3.2	Keimbildung	294
9.3.3	Keimwachstum	298
9.3.4	Kristallisationsgeschwindigkeit	299
9.3.5	Einfluß von Zusätzen	303
9.3.6	Rekristallisation	303
9.4	Schmelzen	304
9.4.1	Grundlagen	304
9.4.2	Schmelzpunkt und chemische Struktur	305
9.4.3	Schmelzpunkt von Copolymeren	309

9.5	Glasumwandlung	310
9.5.1	Phänomene	310
9.5.2	Glastemperatur und chemische Struktur	312
9.5.3	Weichmachung	314
10	Rheologische und mechanische Eigenschaften	317
10.1	Phänomene	317
10.2	Viskosität	319
10.2.1	Begriffe	320
10.2.2	Methoden	322
10.2.3	Fließkurve	325
10.2.4	Viskosität von Schmelzen	326
10.2.5	Viskosität konzentrierter Lösungen	328
10.3	Energieelastizität	329
10.4	Entropieelastizität	332
10.4.1	Phänomene	332
10.4.2	Phänomenologische Thermodynamik	335
10.4.3	Statistische Thermodynamik	336
10.5	Viskoelastizität	340
10.5.1	Grundlagen	340
10.5.2	Relaxationsprozesse	341
10.5.3	Retardationsprozesse	342
10.5.4	Kombinierte Prozesse	343
10.5.5	Dynamische Beanspruchungen	344
10.5.6	Dynamische Glastemperatur	345
10.6	Verformvorgänge	347
10.6.1	Zugversuch	347
10.6.2	Bruchvorgänge	352
10.6.3	Zeitfestigkeit	354
10.6.4	Spannungskorrosion	356
10.6.5	Härte	356
11	Ausrüstung und Verarbeitung von Kunststoffen	359
11.1	Ausrüstung	359
11.1.1	Allgemeines	359
11.1.2	Füllstoffe	360
11.1.3	Farbstoffe und Pigmente	361
11.1.4	Weichmacher	362
11.1.5	Trenn- und Gleitmittel, Stabilisatoren, Antistatika	363
11.2	Verarbeitung von Thermoplasten, Duromeren und Elastomeren	363
11.2.1	Einteilung	363
11.2.2	Verarbeitung über den viskosen Zustand	364
11.2.3	Verarbeitung über den elastoviskosen Zustand	366
11.2.4	Verarbeitung über den elastoplastischen Zustand	368
11.2.5	Verarbeitung über den viskoelastischen Zustand	369
11.2.6	Verarbeitung über den festen Zustand	370
11.3	Verarbeitung zu Fasern	371
11.3.1	Einführung	371
11.3.2	Verfahren	373
11.3.3	Fadenbildung	374
11.3.4	Spinnprozeß	376
11.3.5	Verstrecken	377
11.4	Veredelung von Kunststoffoberflächen	377

12 Elektrische Eigenschaften	380
12.1 Dielektrische Eigenschaften	380
12.1.1 Polarisierbarkeit	380
12.1.2 Verhalten im elektrischen Wechselfeld	381
12.1.3 Durchschlagsfeldstärke	382
12.1.4 Kriechstrom	383
12.1.5 Elektrostatistische Aufladung	383
12.1.6 Elektrete	385
12.2 Elektronische Leitfähigkeit	385
12.2.1 Einfluß der chemischen Struktur	385
12.2.2 Meßmethoden	387

TEIL III: SYNTHESEN

13 Grundlagen der Polyreaktionen	391
13.1 Chemische Voraussetzungen	391
13.1.1 Funktionalität	391
13.1.2 Ring- und Kettenbildung	393
13.1.3 Cyclopolymerisation	395
13.2 Experimentelle Verfolgung von Polyreaktionen	398
13.2.1 Nachweis und quantitative Bestimmung der Polymerbildung	398
13.2.2 Isolierung und Reinigung des Polymeren	400
13.3 Gleichgewichte Kette/Monomer	401
13.3.1 Definition	401
13.3.2 Gleichgewichtskonstante	402
13.3.3 Einflüsse der Arbeitsbedingungen	405
13.3.4 Konstitutions-Einflüsse	409
13.3.4.1 Polymerisationsentropie	409
13.3.4.2 Polymerisationsenthalpie	412
13.3.4.3 Freie Polymerisationsenthalpie	415
13.4 Gleichgewichte Kette/Kette	416
13.5 Mechanismus und Kinetik	418
13.5.1 Einteilung von Polyreaktionen	418
13.5.2 Aktivierung und Desaktivierung	419
13.5.3 Kinetik	427
13.5.4 Molekulareinheitliche Makromoleküle	429
13.6 Stereokontrolle	431
13.6.1 Einteilung und Ablauf	431
13.6.2 Stereospezifische Polyreaktionen	432
13.6.3 Stereoselektive Polyreaktionen	432
13.6.4 Asymmetrische Induktion	433
13.6.5 Statistik endkontrollierter Polyreaktionen	434
13.6.6 Statistik bei enantiomorphen Katalysatoren	437
13.6.7 Temperaturabhängigkeit der Stereokontrolle	439
14 Radikalische Unipolymerisation	443
14.1 Initiation und Start	443
14.1.1 Phänomene	443
14.1.2 Thermischer Start	444
14.1.3 Start durch Strahlung	445
14.1.4 Thermischer Zerfall von Radikalbildnern	446
14.1.4.1 Konstitution und Radikalbildung	446

14.1.4.2	Einfacher Zerfall	448
14.1.4.3	Induzierter Zerfall	450
14.1.5	Redox-Systeme	451
14.1.6	Wirkung von Sauerstoff	452
14.1.7	Elektrolyse	453
14.2	Wachstum und Abbruch	453
14.2.1	Aktivierung der Monomeren	453
14.2.2	Abbruchsreaktionen	455
14.2.3	Kinetik bei kleinen Umsätzen	459
14.2.3.1	Kleine Initiatorkonzentrationen	459
14.2.3.2	Hohe Initiatorkonzentrationen	460
14.2.3.3	Abbruch durch das Monomer	461
14.2.3.4	Kinetische Kettenlänge	461
14.2.4	Absolute Geschwindigkeitskonstanten	462
14.2.4.1	Methode des rotierenden Sektors	462
14.2.4.2	Geschwindigkeitskonstanten und Aktivierungsenergien	465
14.2.5	Molekulargewicht und Molekulargewichtsverteilung	466
14.2.5.1	Molekulargewichte	466
14.2.5.2	Molekulargewichtsverteilung	467
14.2.6	Kinetik bei großen Umsätzen	469
14.2.6.1	Dead end-Polymerisation	469
14.2.6.2	Glas- und Geleffekt	471
14.3	Übertragungsreaktionen	473
14.3.1	Einteilung	473
14.3.2	Übertragung zum Monomeren	474
14.3.3	Übertragung zu Lösungsmitteln und Reglern	475
14.3.4	Übertragung zum Initiator	477
14.3.5	Übertragung zum Polymeren	478
14.3.6	Inhibition und Stabilisierung	480
14.4	Stereokontrolle	481
14.5	Polymerisation in festem Zustand	483
14.5.1	Start	483
14.5.2	Wachstum	484
14.5.3	Abbruch und Übertragung	485
14.6	Technische Polymerisationen	486
14.6.1	Polymerisation in Masse	486
14.6.2	Polymerisation in Suspension	486
14.6.3	Polymerisation in Lösungs- und Fällungsmitteln	487
14.6.4	Emulsionspolymerisation	488
14.6.4.1	Phänomene	488
14.6.4.2	Kinetik	490
14.6.4.3	Produkteigenschaften	493
14.6.5	Polymerisation in der Gasphase und unter Druck	494
15	Ionische Polymerisation	498
15.1	Grundlagen	498
15.1.1	Polarisation, Ionisation und Dissoziation	498
15.1.2	Auslösende Spezies	499
15.1.3	Startmechanismen	500
15.2	Anionische Polymerisation	503
15.2.1	Initiation	503
15.2.2	Wachstum	505
15.2.3	Abbruch und Übertragung	508
15.2.4	Molekulargewichtsverteilung	509
15.2.5	Kinetik	511

15.3	Kationische Polymerisation	517
15.3.1	Initiation	517
15.3.2	Wachstum und Übertragung	519
15.3.3	Abbruchsreaktionen	522
15.4	Stereokontrolle	523
16	Polyinsertion	526
16.1	Grundlagen	526
16.2	Ziegler-Polymerisation	528
16.2.1	Katalysatoren	528
16.2.2	Wachstumsmechanismus	532
16.2.3	Abbruchsreaktionen	534
16.3	Pseudoionische Polyreaktionen	535
16.3.1	Pseudoanionische Polyreaktionen	535
16.3.2	Pseudokationische Polyreaktionen	537
17	Copolymerisation	540
17.1	Die Copolymerisationsgleichung	540
17.1.1	Grundlagen	540
17.1.2	Experimentelle Bestimmung der Copolymerisationsparameter	544
17.1.3	Spezialfälle	547
17.1.4	Sequenzverteilung in Copolymeren	551
17.2	Terpolymerisation	552
17.3	Thermodynamik	555
17.4	Radikalische Copolymerisation	555
17.4.1	Konstitution und Copolymerisationsparameter	555
17.4.2	Effekte des vorletzten Gliedes	557
17.4.3	Kinetik	558
17.4.4	Einfluß der Umgebung	559
17.4.5	Das Q-e-Schema	561
17.5	Ionische Copolymerisation	564
17.5.1	Phänomene	564
17.5.2	Copolymerisationsgleichungen	566
17.5.2.1	Voraussetzungen	566
17.5.2.2	Ideale ionische Copolymerisation	567
17.5.2.3	Blockcopolymerisation	567
17.5.2.4	Copolymerisationen mit vorgelagertem Gleichgewicht	568
17.5.3	Kinetik	569
18	Polykondensation	571
18.1	Chemische Reaktionen	571
18.2	Gleichgewichte bifunktioneller Polykondensationen	572
18.2.1	Gleichgewichtskonstanten	572
18.2.2	Umsatz und Polymerisationsgrad	573
18.2.3	Molekulargewichtsverteilung und Umsatz	576
18.3	Gleichgewichte multifunktioneller Polykondensationen	579
18.3.1	Gelpunkte	579
18.3.2	Molekulargewichte	583
18.4	Kinetik	586
18.4.1	Kinetik homogener Polykondensationen	586
18.4.2	Kinetik heterogener Polykondensationen	587
18.5	Technische Polykondensationen	590

19	Reaktionen von Makromolekülen	592
19.1	Polymeranaloge Umsetzungen	592
19.1.1	Molekül und Gruppe	593
19.1.2	Medium	596
19.1.3	Konfigurationsumwandlungen	596
19.1.4	Anellierungen	598
19.1.5	Säure/Base-Reaktionen	604
	19.1.5.1 Titration von Polyelektrolyten	604
	19.1.5.2 Ionenaustauscher	607
19.2	Aufbau-Reaktionen	608
19.2.1	Blockcopolymerisationen	609
19.2.2	Pfropfcopolymerisationen	609
19.2.3	Vernetzungsreaktionen	612
19.3	Abbau-Reaktionen	615
19.3.1	Grundlagen	615
19.3.2	Kettenspaltung	616
19.3.3	Pyrolyse	619
19.3.4	Depolymerisation	621
19.4	Chemische Alterung	624
19.4.1	Oxidation	624
	19.4.1.1 Prozesse	624
	19.4.1.2 Antioxidantien	628
	19.4.1.3 Flammschutz	629
19.4.2	Lichtschutz	631
	19.4.2.1 Prozesse	631
	19.4.2.2 UV-Absorber	632
19.4.3	Ablation	633

TEIL IV: STOFFE

20	Anorganische Ketten	637
20.1	Einleitung	637
20.2	Homoketten	637
20.3	Heteroketten	639
20.3.1	Silikate	639
20.3.2	Silicone	641
20.3.3	Polyphosphate	645
20.3.4	Polyphosphazene	646
20.3.5	Andere Heteroketten	647
21	Kohlenstoff-Ketten	650
21.1	Kohlenstoffe	650
21.2	Polykohlenwasserstoffe	651
21.2.1	Polyäthylen	651
21.2.2	Polypropylen	658
21.2.3	Poly(buten-1)	659
21.2.4	Poly(4-methylpenten-1)	660
21.2.5	Polyisobutylen	660
21.2.6	Polystyrol	661
21.2.7	Cumaron/Inden-Harze	663
21.2.8	Poly(p-xylylen)	663
21.2.9	Polyphenylen	663

21.3	Polydiene	664
21.3.1	Polybutadien	664
21.3.2	Polyisopren	669
21.3.3	Polydimethylbutadien	675
21.3.4	Polychloropren	675
21.3.5	Polypenten	676
21.3.6	Diels-Alder-Polymere	677
21.3.7	Polymere aus ungesättigten Naturölen	678
21.4	Polyvinylverbindungen	678
21.4.1	Polyvinylacetat	678
21.4.2	Polyvinylalkohol	681
21.4.3	Polyvinylacetale	681
21.4.4	Polyvinyläther	682
21.4.5	Poly-N- und Poly-S-vinylverbindungen	683
21.4.6	Polyvinylchlorid	683
21.4.7	Polytetrafluoräthylen	688
21.4.8	Polytrifluorchloräthylen	690
21.4.9	Weitere Fluorverbindungen	690
21.5	Polyacrylverbindungen	690
21.5.1	Polyacrylsäure	691
21.5.2	Polyacrylsäureester	691
21.5.3	Polyacrolein	692
21.5.4	Polyacrylamid	693
21.5.5	Polyacrylnitril	693
21.5.6	Polymethacrylsäuremethylester	695
21.5.7	Weitere Polyacrylverbindungen	696
21.6	Polyallylverbindungen	696
22	Kohlenstoff/Sauerstoff-Ketten	701
22.1	Polyacetale	701
22.1.1	Konstitution	701
22.1.2	Polyoxymethylen	705
22.1.3	Polyacetaldehyd	705
22.1.4	Polyfluoral	705
22.2	Polyäther	705
22.2.1	Polyäthylenoxid	706
22.2.2	Polypropylenoxid	706
22.2.3	Epoxidharze	707
22.2.4	Phenoxyharze	710
22.2.5	Polyepichlorhydrin	712
22.2.6	Poly (2,2-dichlormethyltrimethylenoxid)	712
22.2.7	Polytetrahydrofuran	713
22.2.8	Polyphenylenoxid	713
22.3	Phenolharze	714
22.4	Polyester	719
22.4.1	Syntheseprinzipien	719
22.4.2	Polycarbonate	721
22.4.3	Aliphatische gesättigte Polyester	722
22.4.4	Ungesättigte Polyester	722
22.4.5	Aromatische Polyester	723
22.4.6	Alkydharze	724

23 Kohlenstoff/Schwefel-Ketten	727
23.1 Polysulfide	727
23.2 Polysulfone	728
23.3 Poly(thiocarbonylfluorid)	729
24 Kohlenstoff/Stickstoff-Ketten	731
24.1 Polyimine	731
24.2 Aminoharze	731
24.3 Polyamide	735
24.3.1 Aufbau und Eigenschaften	735
24.3.2 Perlon-Reihe	737
24.3.2.1 Polymerisation der Lactame	737
24.3.2.2 Nylon 2	739
24.3.2.3 Nylon 3	739
24.3.2.4 Nylon 4	741
24.3.2.5 Nylon 5	741
24.3.2.6 Nylon 6	741
24.3.2.7 Nylon 7	743
24.3.2.8 Nylon 8	744
24.3.2.9 Nylon 9	744
24.3.2.10 Nylon 10	744
24.3.2.11 Nylon 11	745
24.3.2.12 Nylon 12	745
24.3.3 Nylon-Reihe	746
24.3.3.1 Nylon 6,6	747
24.3.3.2 Nylon 6,10	748
24.3.4 Spezielle Polyamide	748
24.4 Polyimide	750
24.4.1 Nylon 1	750
24.4.2 Aromatische Polyamide	750
24.4.3 Polybenzimidazol	752
24.5 Polyurethane	753
24.6 Polyharnstoffe	757
25 Polynucleotide	760
25.1 Aufbau	760
25.2 Chemische Synthese von Polynucleotiden	762
25.3 Desoxyribonucleinsäure	763
25.4 Ribonucleinsäuren	765
25.5 Nucleoprotide	765
25.5.1 Mikrosomen und Ribosomen	766
25.5.2 Protamine	766
25.5.3 Histone	766
25.5.4 Viren	767
26 Proteine	768
26.1 Chemische Struktur und Einteilung	768
26.2 Strukturaufklärung	770
26.2.1 Konstitution	770
26.2.2 Konformation	772
26.3 Protein-Synthese	774
26.3.1 Biosynthese	774
26.3.2 Peptidsynthese	776

26.3.3	Technische Protein-Synthese	778
26.4	Enzyme	779
26.4.1	Einteilung	779
26.4.2	Wirkungsweise	779
26.4.3	Proteolytisch wirkende Enzyme	780
26.4.4	Oxidoreduktasen	781
26.5	Faserförmige Proteine	781
26.5.1	Einteilung	781
26.5.2	Seide	782
26.5.3	Wolle	784
26.5.4	Kollagen	786
26.5.5	Casein	788
26.6	Proteine des Blutes	789
26.7	Glycoproteine	790
27	Polysaccharide	793
27.1	Einteilung	793
27.2	Biosynthese	793
27.3	Amylosegruppe	796
27.4	Dextran	797
27.5	Cellulose	797
27.5.1	Definition und Vorkommen	797
27.5.2	Chemische Struktur der Cellulose	798
27.5.3	Physikalische Struktur	799
27.5.4	Native Cellulosen	802
27.5.5	Hydratcellulosen	803
27.5.6	Regenerierte Cellulosen	804
27.5.7	Vernetzungsreaktionen an Cellulose	807
27.5.8	Cellulosederivate	810
27.6	Polyglucosamine	812
27.7	Pektingruppe	813
27.8	Chondroitinsulfat	814
27.9	Agar-Agar-Gruppe	815
27.10	Polymannosen	815
27.11	Polyfructosen	815
28	Holz und Lignin	818
28.1	Pressholz	818
28.2	Polymerholz	818
28.3	Aufschluß von Holz	819
28.4	Lignin	820
28.4.1	Definition und Vorkommen	820
28.4.2	Polymerisation	821
28.4.3	Technologie	822

TEIL V: ANHANG

V-1	Internationale Kurzbezeichnungen für Kunststoffe	827
V-2	Trivial- und Handelsnamen von makromolekularen Substanzen	828
	Sachregister	834