Inhalt

1. Einleitung - Was sind Biopolymere? 1

2. Polynucleotide (Nucleinsäuren) 4

2.1 Basenzusammensetzung der Polynucleotide 6
2.1.1 Chargaffsche Regel 8
2.2 Konformation der DNA im aggregierten Zustand ... 11
2.2.1 Die Polynucleotid-Doppelhelix 11
2.2.2 Die Doppelhelix-Familien 12
2.2.3 Die Doppelhelix-Furchung 14
2.2.4 Zuckerwellung 16
2.2.5 Orientierungs-Parameter von Basen und Pentosen . 18
2.2.6 Struktur-Parameter der verschiedenen DNA-Doppelhelix-Familien 21
2.2.7 Die DNA-Z-Doppel-Helix 24
2.2.8 Weitere Ergebnisse von Röntgen-Untersuchungen an Einkristallen von Oligonucleotiden 27
2.2.9 Die Hydratation der DNA-Doppelhelix 29
2.2.9.1 Unterschiedliche Hydratationszustände von A-, B-, C- und Z-DNA 32
2.2.10 Die Stabilisierung der Doppelhelix 36
2.3 Physikalisch-chemische Eigenschaften der DNA und ihre Konformation in Lösung 37
2.3.1 Untersuchung mittels UV-Absorption 37
2.3.2 Hypo bzw. Hyperchromie und Stapeleffekt 39
2.3.3 Stapeleffekt und zwischenmolekulare Wechselwirkungen 40
2.3.4 Optische Aktivität der DNA 41
2.3.5 Konformation und Konformations-Umwandlung der DNA in Lösung 41
2.3.5.1 Thermisch induzierte Konformations-Umwandlungen 42
2.3.5.2 pH-induzierte Konformations-Umwandlungen 43
2.3.5.3 Einfluß von Elektrolyten auf die DNA-Konformation in Lösung 46
2.3.5.4 Konformations-Umwandlungen bei hohen Salzkonzentrationen und bei Zugabe von organischen Lösungsmitteln 48
2.3.5.5 Intercalation von kondensierten aromatischen Ringsystemen und DNA-Konformation 49
2.3.5.6 Reversibilität der DNA-Doppelhelix-Knäuelumwandlung 51

2.4 Konformation und Funktion der Ribonucleinsäuren (RNA) 53
2.4.1 Die t-RNA 53
2.4.2 Die ribosomalen (r)-RNA 59
2.4.3 Struktur und Funktion von Viroiden 60
2.4.4 Virale RNA 62
2.4.5 Konformationsumwandlungen von RNA 63
2.4.6 Konformation und Konformationsumwandlungen von synthetischen RNA 66
2.4.6.1 Die Z-RNA 72
2.5 Die Proteinbiosynthese (PBS) 72
2.5.1 Die Transkription 73
2.5.1 Unterschiede der Transkription bei Pro- und Eukaryonten 73
2.5.2 Die Translation bei der Proteinbiosynthese 80
2.5.3 Die Regulation der Gen-Expression 86
2.5.3.1 Regulator-Gene, Struktur-Gene und Repressoren .. 87
2.5.3.2 Das Operon-Modell 88
2.5.4 Der genetische Code 90
2.5.4.1 Die Zuordnung der Codons 91
2.5.4.2 Universalität des genetischen Codes 95

3 Polypeptide und Proteine 96

3.1 Konformation von Polypeptiden und Proteinen 99
3.1.1 Sterische Grundlagen der Konformation von Polypeptiden und Proteinen 100
3.1.1.1 Die Pauling-Corey'sche Peptideinheit 100
3.1.1.2 Die Rotationswinkel ϕ, ψ und ω 102
3.1.1.3 Erlaubte, partiell erlaubte und verbotene Rotationswinkel 104
3.1.1.4 Einfluß der Seitenketten auf die Konformation . 104
3.1.2 Helicale Konformationen 107
3.1.2.1 Die α-Helix 107
3.1.2.2 Die ß-Faltblattstruktur 110
3.1.2.3 Polyglycin-II und Polyprolin-Helices 113
3.1.2.4 Die ω-Helix 115
3.1.2.5 Die 3_{10}-Helix 118
3.1.2.6 Die π- oder ß-Helices 119
3.1.3 Nichtperiodische Konformationen 120
3.1.3.1 Die ß-turn-Konformationen 120
3.1.3.2 Der γ-turn 123
3.1.4 Supersekundärstrukturen und Domänen 124
3.1.5 Das Ramachandran-Diagramm 124

3.1.6	Arten zwischenmolekularer Wechselwirkungen	129
3.1.6.1	Polkräfte	129
3.1.6.2	Dispersionkräfte	131
3.1.6.3	Wasserstoffbrückenbindungen (HBB)	133
3.1.6.4	Die Struktur des flüssigen Wassers	135
3.1.6.5	Die hydrophoben Wechselwirkungen	142
3.1.6.6	Beeinflussung hydrophober Wechselwirkungen durch niedermolekulare Substanzen	153
3.1.7	Konformationsanalyse von Polypeptiden und Proteinen	156
3.1.8	Proteinkonformation und Krebs	158
3.2	Nucleoproteine	159
3.2.1	Histone	159
3.2.1.1	Primärstruktur der Histone	161
3.2.1.2	Konformation und Überstruktur der Histone	162
3.2.2	Protamine	167
3.2.2.1	Primärstruktur der Knochenfisch-Protamine	167
3.2.2.2	Konformation der Knochenfisch-Protamine	168
3.2.3	Säugetier-Protamine	169
3.2.3.1	Primärstruktur und Konformation der Säugetier-Protamine	170
3.3	Keratine	173
3.3.1	Chemie der Keratinfasern	178
3.3.2	Primärstruktur, Konformation und Überstruktur von α-Keratinen	182
3.3.3	Mechanische Eigenschaften von Keratinfasern	189
3.3.4	α->ß-Umwandlung von Faserkeratinen	194
3.3.5	Die Glastemperatur T_G von Wolle	196
3.3.6	Physiologische Eigenschaften von Textilien aus Keratinfasern	197
3.4	Die ß-Keratine	200
3.4.1	Überstruktur und Eigenschaften von ß-Keratinen	202
3.4.2	Chemie der ß-Keratine aus Vogelfedern	205
3.4.3	Primärstruktur und Konformation einiger Feder- und Hautschuppen-ß-Keratine	208
3.5	Seiden - extrakorporale biogene Werkstoffe	211
3.5.1	Klassifizierung der Seiden	214
3.5.2	Zur Geschichte der Seiden-Nutzung	214
3.5.3	Lebensweise des Maulbeer-Seidenspinners Bombyx mori	216
3.5.4	Wildseiden	220
3.5.5	Chemische Zusammensetzung und Primärstruktur der Seidenfibroine	221

3.5.6	Primärstruktur von Sericin	224
3.5.7	Konformation und Überstruktur von Bombyx mori Fibroin	225
3.5.8	Primärstruktur und mechanische Eigenschaften von Seidenfibroin	228
3.5.9	Spinnenseiden	229
3.5.10	Muschelseiden	231
3.6	Kollagen	233
3.6.1	Vorkommen und Bedeutung von Kollagen	233
3.6.2	Primärstruktur von Kollagenen	234
3.6.3	Konformation fibrillenbildender Kollagene	236
3.6.4	Biosynthese von Kollagen	238
3.6.5	Gestalt der Tropokollagen-Moleküle in Lösung	242
3.6.6	Thermische Stabilität der Konformation von Tropokollagen	243
3.6.7	Denaturierung von unlöslichem Kollagen	245
3.6.8	Rekonstitution und Morphologie von Kollagenfibrillen	246
3.6.9	Übersicht über die bisher bekannten Kollagentypen	252
3.6.9.1	Fibrillenbildende Kollagene	252
3.6.9.2	Kollagene, die keine Fibrillen bilden	252
3.6.9.3	Die Kollagene der Basalmembranen	253
3.6.10	Kollagene von Invertebraten (Wirbellosen)	258
3.7	Elastin	259
3.7.1	Vorkommen und Eigenschaften von Elastin	259
3.7.2	Primärstruktur von Elastin	261
3.7.3	Gummielastischer- und Glaszustand von Elastin	265
3.8	Kontraktile Proteinsysteme	266
3.8.1	Mikrotubuli, Cilien, Geißeln	266
3.8.2	Muskelproteine	270
3.8.2.1	Das Myosinmolekül	273
3.8.2.2	Primärstruktur des Myosins	274
3.8.2.3	Konformation und Überstruktur von Myosin	276
3.8.2.4	Die Proteine der dünnen Filamente (Actin, Troponin, Tropomyosin)	278
3.8.3	Die Muskelkontraktion	283
3.8.3.1	Kontraktion der quergestreiften Muskulatur und Konformation der Muskelproteine	283
3.8.3.2	Untersuchungen an Modellsystemen	285
3.9	Fibrinogen und Fibrin	286
3.9.1	Primärstruktur des Fibrinogens	286
3.9.2	Konformation und Morphologie des Fibrinogens	290

3.9.3 Die Polymerisation des Fibrinogens zum Fibrin . 290
3.9.4 Der Abbau von Fibrin 293
3.10 Theoretische Grundlagen kooperativer Konformationsumwandlungen 296
3.10.1 Helix-Knäuel-Umwandlungen 297
3.10.2 Helix-Helix-Umwandlungen 304
3.10.3 Doppelhelix-Knäuel-Umwandlung von Nucleinsäuren 308
3.11 Poly-(α-aminosäuren) 310
3.11.1 Darstellung von Poly-(α-aminosäuren) 310
3.11.2 Poly-(L-alanin) 315
3.11.3 Poly-(γ-methyl-L-glutamat) 316
3.11.4 Poly-(L-leucin) 317
3.11.5 Poly-(L-glutaminsäure) 321
3.11.6 Poly-(L-lysin) 324
3.11.7 Poly-(L-arginin) 325
3.11.8 Copolymere Poly-(α-aminosäuren) 326

4 Polysaccharide 330

4.1 Cellulose 330
4.1.1 Primärstruktur der Cellulose 332
4.1.2 Konformation und Überstruktur der Cellulose ... 333
4.1.3 Cellulosegewinnung 345
4.1.4 Fasern aus regenerierter Cellulose 346
4.2 Hemicellulosen, Pektine, Algen-, und mikrobielle-Polysaccharide 354
4.2.1 Hemicellulosen 354
4.2.1.1 Mannane 354
4.2.1.2 Xylane 355
4.2.2 Pektine 357
4.2.3 Polysaccharide aus Algen und Seetangen 359
4.2.3.1 Alginsäuren 359
4.2.3.2 Alginsäureester 362
4.2.4 Alternierende $[A(1,3)-B(1,4)]_n$ Polysaccharide mariner pflanzlicher Lebewesen 362
4.2.4.1 Agar-Agar 363
4.2.4.2 Carrageenan 364
4.2.5 Mikrobielle Polysaccharide 367
4.2.5.1 Gellan 368
4.2.5.2 Schizophyllan 369
4.2.5.3 Emulsan 370
4.2.5.4 Xanthan 371
4.2.5.5 Acetan 373

4.2.5.6	Welan	374
4.2.5.7	Pullulan	374
4.3	Aminoglucane	375
4.3.1	Mucopolysaccharide	375
4.3.1.1	Die Hyaluronsäure	376
4.3.1.2	Die Chondroitinsulfate	379
4.3.1.3	Dermatansulfat	381
4.3.1.4	Keratansulfat	381
4.3.1.5	Heparansulfat und Heparin	382
4.3.1.6	Modell-Untersuchungen der Wechselwirkungen von Mucopolysacchariden (Glycosaminoglycanen) (Mp) mit Polypeptiden (Pp)	386
4.3.2	Chitin	390
4.3.2.1	Chemische Eigenschaften des Chitins	391
4.3.2.2	Konformation, Überstruktur und physikalische Eigenschaften von Chitin	393
4.3.2.3	Anwendungsmöglichkeiten von Chitin für biomedizinische Zwecke	397
4.3.2.4	Herstellung und Eigenschaften von Chitinfasern und -folien	398
4.3.3	Mureine	402
4.4	Speicherpolysaccharide	404
4.4.1	Stärke	404
4.4.1.1	Primärstruktur von Amylose und Amylopektin	405
4.4.1.2	Cyclodextrine	407
4.4.1.3	Konformation und Kristallstruktur der nativen Stärkepolysaccharide	408
4.4.1.4	Konformation und Kristallstruktur der V-Amylosen	414
4.4.2	Galactomannane	419
4.4.2.1	Chemische Struktur der Galactomannane	419
4.4.2.2	Eigenschaften der Galactomannane	421
4.4.2.3	Derivate der Galactomannane	421
4.4.3	Glykogen	423
4.4.4	Dextrane	424
4.4.5	Fructane	424
4.4.5.1	Primärstruktur der Fructane	425
4.4.5.2	Konformation von Fructanen	427
5	**Biogene Polyester mikrobieller Herkunft**	**428**
5.1	Poly-(ß-hydroxybutyrat) (PHB)	429
5.2	Copolymere von 3-Hydroxybutyrat und 3-Hydroxy valerat	430

5.3 Poly-(3-hydroxybutyrat-co-4-hydroxybutyrat) P(3HB-co-4HB) 431
5.4 Poly-ß-hydroxyalkanoate mit Alkanseitenketten von vier bis acht C-Atomen 432
5.5 C8-ungesättigte und verzweigte biogene Polyester 433

6 Netzwerke bildende Biopolymere: Lignin, Polyisoprene, Japanlack 434

6.1 Lignin 434
6.1.1 Gewinnung von "Nativem Lignin" 434
6.1.2 Die chemische Struktur des Lignins 435
6.1.2.1 Biogenese des Lignins 436
6.1.2.3 Strukturaufklärung des Lignins durch chemischen Abbau 437
6.1.5 Abbau des Lignins 442
6.1.6 Die technische Bedeutung des Lignins 443
6.2 Polyisoprene : Kautschuk, Guttapercha, Balata . 446
6.2.1 Das Vorkommen von Kautschuk 446
6.2.2 Die Gewinnung von Kautschuk-Latex 448
6.2.3 Die Zusammensetzung des Kautschuk-Latex 449
6.2.4 Aufarbeitung des Latex 449
6.2.4.1 Konzentrieren des Latex 449
6.2.4.2 Herstellung von festem Kautschuk aus Latex 451
6.2.5 Die Kautschuk-Biosynthese 453
6.2.6 Zusammensetzung und chemische Eigenschaften von Kautschuk 455
6.2.7 Die Kautschuk-Vulkanisation 457
6.2.8 Die Anwendung von Naturkautschuk 458
6.3 Japanlack (Urushi) 459
6.3.1 Vorkommen und Gewinnung des Ausgangsmaterials . 460
6.3.2 Zusammensetzung des Saftes von Rhus vernicifera etc. 461
6.3.3 Die oxidative Vernetzung des Urushiols bei der Lackhärtung 463
6.3.4 Herstellung von Japanlack 465
6.3.5 Mechanische Eigenschaften von Japanlack-Filmen 467

7 Literaturverzeichnis 470

8 Sachverzeichnis 526