

# Inhaltsverzeichnis

<b>Das Ziel dieses Buches . . . . .</b>	<b>XV</b>
<b>I. Die Zelle . . . . .</b>	<b>1</b>
1. Die Zelle und die Evolution . . . . .	1
2. Die Pflanzenzelle . . . . .	1
3. Struktur und Funktion . . . . .	2
4. Hilfsmittel der Strukturforschung . . . . .	2
5. Die fraktionierende Zentrifugierung . . . . .	4
6. Zellmodelle embryonaler Zellen . . . . .	6
7. Das Modell einer spezialisierten Pflanzenzelle . . . . .	19
8. Das Phänomen der Kompartimentierung . . . . .	21
<b>II. Rekapitulationen . . . . .</b>	<b>22</b>
1. Begründung . . . . .	22
2. Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	23
3. Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	23
4. Freie Energie . . . . .	24
5. ATP und „gekoppelte Reaktionen“ . . . . .	27
6. Redoxsysteme und Redoxpotential . . . . .	29
7. Die biologische Katalyse . . . . .	33
8. Fließgleichgewichte . . . . .	39
<b>III. Die genetische Information . . . . .</b>	<b>41</b>
1. Lokalisation der genetischen Information in der Zelle . . . . .	41
2. Chromosomenmodelle . . . . .	42
3. Der Nucleolus . . . . .	47
4. Die DNS der Chloroplasten und der Mitochondrien . . . . .	48
5. Das Plasmon . . . . .	49
<b>IV. Proteinsynthese . . . . .</b>	<b>50</b>
1. Das Credo der Molekularbiologie . . . . .	50
2. Das Ribosomen-Modell . . . . .	51
3. Die RNS der Zelle . . . . .	52
4. Proteinsynthese im Cytoplasma kernhaltiger Zellen . . . . .	54
5. Proteinsynthese in den Chloroplasten . . . . .	58
6. Die intracelluläre Regulation der Proteinsynthese . . . . .	59
a) Das Problem . . . . .	59
b) Bakterienzellen . . . . .	61
c) Kernhaltige Zellen . . . . .	64
d) Chloroplasten . . . . .	67
<b>V. Kern-Plasma-Beziehungen bei <i>Acetabularia</i> . . . . .</b>	<b>69</b>
1. Das Objekt . . . . .	69
2. Die Vorteile von <i>Acetabularia</i> . . . . .	71
3. Einige Beobachtungen zum Einfluß des Plasmas auf den Kern . . . . .	71
4. Die Bedeutung des Kerns für die spezifische Morphogenese . . . . .	72

a) Zwei grundlegende Experimente . . . . .	72
b) Interspezifische Kernübertragungen . . . . .	74
c) Die biochemische Natur der „morphogenetischen Substanzen“ . . . . .	75
d) Kernabhängige spezifische Enzymsynthese . . . . .	76
5. Einschränkungen . . . . .	77
 VI. Entwicklungsphysiologie vielzelliger Systeme	
1. Grundlegende Phänomene . . . . .	77
2. Quantitative Aspekte des Wachstums . . . . .	80
a) Die Messung des Wachstums . . . . .	80
b) Einige Beispiele . . . . .	81
i) 1. Beispiel: Das Wachstum des Hypokotyls der Keimlinge von <i>Sinapis alba</i> L. . . . .	81
ii) 2. Beispiel: Das Wachstum der Frucht einer Kürbisplantze, <i>Cucurbita pepo</i> L. . . . .	86
iii) 3. Beispiel: Das Wachstum der Gametophyten von <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) SCHOTT. . . . .	87
iv) 4. Beispiel: Das Wachstum einer Zellsuspension (Beispiel: <i>Chlorella vulgaris</i> ) . . . . .	88
c) Die Tragweite von Wachstumsfunktionen . . . . .	89
d) Allometrisches Wachstum . . . . .	90
i) Das allometrische Wachstum von Flaschenkürbissen, <i>Lagenaria spec.</i> . . . . .	90
ii) Das allometrische Wachstum von Farngametophyten, <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) SCHOTT. . . . .	91
iii) Die allometrische Gleichung . . . . .	92
3. Die Regulation des Zellwachstums . . . . .	93
a) Zellteilung und Zellwachstum . . . . .	93
b) Geeignete Objekte . . . . .	93
c) Der physiologische Nachweis eines Wachshormons . . . . .	94
d) Die biochemische Natur des Auxins . . . . .	97
e) Faktorenanalyse des Zellwachstums . . . . .	97
f) Biologische Testverfahren für den Nachweis von Auxin . . . . .	98
g) Das allgemeine Vorkommen von Auxinen . . . . .	100
h) Die „multiple Wirkung“ der IES . . . . .	100
i) Synthetische Auxine . . . . .	103
k) Die Wirkungsweise der IES . . . . .	104
i) Eine formale Betrachtung . . . . .	104
ii) Die molekulare Ebene . . . . .	104
l) Ein kritischer Zusatz . . . . .	106
4. Die Regulation der Zellteilung . . . . .	108
a) Problemstellung . . . . .	108
b) Biochemische Aspekte der Mitose . . . . .	109
c) Die Regulation der Mitoseaktivität . . . . .	111
d) Die Regulation der Teilungsebene . . . . .	112
i) Sporenkeimung bei <i>Equisetum spec.</i> . . . . .	112
ii) Photomorphogenese bei Farngametophyten . . . . .	114
5. Vorläufige Zusammenfassung . . . . .	114
6. Das Problem der Differenzierung . . . . .	115
7. Der Nachweis der Omnipotenz differenzierter Zellen . . . . .	117
a) Regenerationsexperimente an Farnprothallien . . . . .	117
b) Regenerationsexperimente an Begonienblättern . . . . .	118
c) Regeneration <i>in vitro</i> aus isolierten Einzelzellen von <i>Daucus carota</i> L. . . . .	118
8. Ein Nachtrag zum Problem der Differenzierung . . . . .	121
9. Modifizierende Faktoren . . . . .	121

<b>A. Organismuseigene modifizierende Faktoren . . . . .</b>	<b>121</b>
a) Primäre Differenzierung durch die Polarität der Mutterzelle. (Beispiel: Gonosporenkeimung bei <i>Equisetum spec.</i> ) . . . . .	123
b) Der physiologische Nachweis organismuseigener modifizierender Faktoren bei der Entwicklung eines Thallus. (Einfaches Beispiel: Keimlinge von <i>Fucus spec.</i> ) . . . . .	124
i) Das Objekt . . . . .	124
ii) Experimente . . . . .	124
c) Ein weiteres Beispiel für korrelative Hemmung . . . . .	126
d) Hormone als „organismuseigene modifizierende Faktoren“ . . . . .	127
i) Die Entdeckung der Gibberelline . . . . .	127
ii) Physiologische Effekte der Gibberelline . . . . .	128
iii) Die molekulare Basis der Hormonwirkungen . . . . .	129
iv) Genphysiologische Gesichtspunkte . . . . .	133
e) Weitere Beispiele für Korrelationen im Kormus . . . . .	134
i) Organkultur einer Wurzel . . . . .	134
ii) Organkulturen von Blättern . . . . .	136
f) Umdifferenzierungen (= Änderungen der Modifikation)	137
i) Die Bildung des interfascikulären Kambiums . . . . .	137
ii) Regeneration von Xylemsträngen in Sproßachsen von Coleus-pflanzen . . . . .	138
g) Aufhebung der „normalen“ Korrelationen . . . . .	138
i) Bildung von Gallen . . . . .	138
ii) Bildung von Tumoren („Krebsen“)	139
a) Wurzelhalsgallen . . . . .	140
b) Genetische Tumoren . . . . .	141
<b>B. Modifizierende Außenfaktoren . . . . .</b>	<b>143</b>
a) Licht . . . . .	143
b) Einige Phänomene	144
i) Das Etiolament von Keimpflanzen ( <i>Sinapis alba L.</i> ) . . . . .	144
ii) Das Etiolament der Kartoffelsprosse ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ) . . . . .	144
iii) Ein Beispiel aus dem Freiland ( <i>Gentiana campestris L.</i> ) . . . . .	144
c) Photomorphosen des Senfkeimlings ( <i>Sinapis alba L.</i> ) . . . . .	146
i) Terminologische Vorbemerkungen . . . . .	146
ii) Einige instruktive Photomorphosen . . . . .	147
iii) Genphysiologische Gesichtspunkte . . . . .	148
d) Das Reversible Hellrot-Dunkelrot-Photoreaktionssystem . . . . .	148
i) Die Ausarbeitung von Wirkungsspektren . . . . .	148
ii) Ein erstes Beispiel: Die Keimung „lichtbedürftiger“ Achänen von <i>Lactuca sativa L.</i> , cv. Grand Rapids . . . . .	149
iii) Ein zweites Beispiel: Die Keimung von Farnsporen ( <i>Dryopteris filix-mas (L.) SCHOTT.</i> ) . . . . .	151
iv) Ein drittes Beispiel: Das Sproßachsenwachstum bei grünen Bohnenpflanzen ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) . . . . .	153
e) Phytochrom	154
i) Allgemeine Charakterisierung . . . . .	154
ii) Einige Angaben zur Biochemie des Phytochroms . . . . .	156
iii) Die Lokalisation des Phytochroms in der Zelle . . . . .	157
iv) Die Instabilität des Phytochrom 730 . . . . .	157
v) „Hochenergiereaktion“ und Phytochrom . . . . .	157
vi) Kinetische Studien zur Photomorphogenese im Dunkelrot-Dauerlicht: Eine Rechtfertigung für den nächsten Abschnitt . . . . .	162
f) Die Photomorphogenese des Senfkeimlings ( <i>Sinapis alba L.</i> ) . . . . .	162
i) Das Objekt . . . . .	162
ii) Das Problem . . . . .	163
iii) 3 Kategorien von Photomorphosen . . . . .	164

a) Positive Photomorphosen . . . . .	164
β) Negative Photomorphosen . . . . .	164
γ) Komplexe Photomorphosen . . . . .	164
iv) Deutung der positiven Photomorphosen durch differentielle Genaktivierung . . . . .	165
v) Die phytochrom-induzierte Anthocyansynthese als Prototyp einer „positiven Photomorphose“ . . . . .	166
vi) Phytochrom-induzierte Enzymsynthese . . . . .	170
vii) Schwierigkeiten . . . . .	172
viii) Mögliche Deutung der negativen Photomorphosen . . . . .	172
ix) Die Koordination der Photomorphosen . . . . .	173
<b>10. Blütenbildung . . . . .</b>	<b>174</b>
a) Das Phänomen . . . . .	174
b) Genphysiologische Deutung . . . . .	175
i) Die autonome Umsteuerung des Vegetationspunktes . . . . .	175
ii) Die Umsteuerung des Vegetationspunktes durch ein Blühhormon . . . . .	175
c) Photoperiodismus . . . . .	177
i) Phänomene . . . . .	177
a) Obligatorische Kurztagpflanzen . . . . .	177
β) Obligatorische Langtagpflanzen . . . . .	178
ii) Die photoperiodische „Induktion“ der Blütenbildung . . . . .	179
iii) Ppropfexperimente . . . . .	179
a) Die Ppropfung als Technik der Pflanzenphysiologie . . . . .	179
β) Ppropfexperimente und Florigen . . . . .	179
iv) Die Bedeutung des Phytochroms . . . . .	180
a) Phänomene . . . . .	180
β) Die Wirkungsspektren des Zusatzlichtes . . . . .	181
γ) Genphysiologische Gesichtspunkte: eine Spekulation . . . . .	182
δ) Endogene Rhythmisierung und Blütenbildung . . . . .	183
v) Ein spezifischer Blaulichteffekt . . . . .	183
<b>11. Blütenbildung und Gibberelline . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>12. Vernalisation . . . . .</b>	<b>184</b>
i) Vernalisation beim Wintergetreide . . . . .	184
ii) Vernalisation bei biennuellen Rosettenpflanzen . . . . .	185
<b>13. Einige weitere Temperatureffekte . . . . .</b>	<b>187</b>
i) Thermoperiodismus . . . . .	187
ii) Beendigung der Knospenruhe durch Kältebehandlung . . . . .	188
<b>14. Photoperiodische Phänomene unabhängig von der Blütenbildung . . . . .</b>	<b>188</b>
i) Photoperiodische Steuerung der Bildung von Kartoffelknollen . . . . .	188
ii) Photoperiodische Steuerung des Aktivitätszustandes von Vegetationspunkten bei Holzpflanzen . . . . .	189
<b>15. „Hormonale“ Integration bei der geschlechtlichen Fortpflanzung . . . . .</b>	<b>191</b>
i) Das Objekt . . . . .	191
ii) Hormonwirkungen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung von <i>Oedogonium spec.</i> . . . . .	192
<b>16. Aspekte einer Physiologie des Generationswechsels . . . . .</b>	<b>193</b>
i) Das Problem . . . . .	193
ii) Geeignete Objekte (leptosporangiate Farne; Filices) . . . . .	194
iii) Generationswechsel und Kernphasenwechsel . . . . .	194
a) Vergleichend-entwicklungsgeschichtliche Daten . . . . .	194
β) Experimentelle Daten . . . . .	195
iv) Baumfarne und Rhizomfarne: Ein Vergleich . . . . .	195
v) Das Verhalten isolierter Zygoten und isolierter junger Sporophyten . . . . .	197

## Inhaltsverzeichnis

IX

vi) Die obligatorische Photomorphogenese der Farngametophyten . . . . .	197
a) Die Grundphänomene . . . . .	197
β) Das Wirkungsspektrum . . . . .	199
γ) Genphysiologische Deutung der Blaulichtwirkung . . . . .	200
 VII. Wirkungen ultravioletter Strahlung . . . . .	 203
1. Licht, Infrarot und Ultraviolett . . . . .	203
2. Der „inaktivierende“ Effekt des kurzweligen UV . . . . .	203
3. Die selektive Inaktivierung der Chloroplastenbildung durch kurzwelliges UV ( <i>Euglena gracilis</i> ) . . . . .	205
4. Die Wirkung des kurzweligen UV auf Blütenpflanzen (Beispiel: Dikotylen-Keimling) . . . . .	206
5. Der molekulare Mechanismus der UV-Wirkung . . . . .	206
6. Photoreaktivierung . . . . .	209
a) Das Phänomen . . . . .	209
b) Das Wirkungsspektrum der Photoreaktivierung . . . . .	209
c) Der molekulare Mechanismus . . . . .	209
d) Photoreaktivierung von Partialschäden . . . . .	210
 VIII. Wirkungen ionisierender Strahlung . . . . .	 211
1. Anregende und ionisierende Strahlung (eine Rekapitulation) . . . . .	211
2. Die Bedeutung ionisierender Strahlung für die experimentelle Biologie . . . . .	212
3. Typen ionisierender Strahlung . . . . .	212
4. Etwas über Ionisationen . . . . .	212
5. Zur Treffertheorie . . . . .	214
6. Einige Phänomene . . . . .	215
a) Bleibende Effekte . . . . .	215
b) Mehr oder minder reparable Effekte . . . . .	215
c) Ein anschauliches Beispiel für die unterschiedliche „Empfindlichkeit“ verschiedener Gewebe derselben Pflanze . . . . .	217
 IX. Bewegungsphysiologie . . . . .	 217
1. Zur Einführung . . . . .	217
2. Die freie Ortsbewegung . . . . .	218
a) Die Bewegung der Rhizome . . . . .	218
b) Die freie Ortsbewegung begeißelter monadoider Zellen . . . . .	219
i) Die Feinstruktur der Geißel . . . . .	219
ii) Die äußere Mechanik der Geißelbewegung . . . . .	220
c) Die gerichtete freie Ortsbewegung (Beispiel: Phototaxis) . . . . .	222
i) Die Phobo-Phototaxis . . . . .	222
ii) Die Topo-Phototaxis . . . . .	223
a) Die Einstellung in die Lichtrichtung (Beispiel: <i>Euglena spec.</i> ) .	223
β) Wirkungsspektren der Topo-Phototaxis . . . . .	224
3. Wachstumsbewegungen . . . . .	226
a) Phototropismen . . . . .	226
i) Grundphänomene . . . . .	226
a) Der Dikotylenkeimling . . . . .	226
β) Das Farnchloronema . . . . .	226
ii) Der Polarotropismus . . . . .	227
iii) Der Phototropismus der Gramineen-Koleoptile . . . . .	231

a) Grundlegende Phänomene . . . . .	231
β) Spitzreaktion und Basiskrümmung . . . . .	231
γ) Die 1. positive Krümmung . . . . .	233
δ) Der Photorezeptor der 1. positiven Krümmung . . . . .	235
iv) Der Phototropismus des Dikotylenkeimlings . . . . .	237
v) Der Phototropismus von Sporangiothoren . . . . .	238
α) Ein günstiges Objekt . . . . .	238
β) Der Photorezeptor . . . . .	238
γ) Zum Reaktionsmechanismus . . . . .	241
b) Geotropismen . . . . .	242
i) Einige Beispiele . . . . .	243
α) Grundphänomene . . . . .	243
β) Das Verhalten von <i>Coleus</i> -Pflanzen auf dem Klinostaten . . . . .	244
γ) Die Blütenstiele von <i>Lilium martagon</i> . . . . .	245
ii) Die kausale Analyse an Koleoptilen und Sproßachsen . . . . .	245
α) Die Induktion der geotropischen Krümmung . . . . .	245
β) Das „Statolithen“-Konzept . . . . .	246
γ) Die Querverschiebung von Auxin . . . . .	246
iii) Experimente mit Wurzeln . . . . .	249
c) Der Chemotropismus der Pollenschläuche . . . . .	250
d) Rankenbewegungen . . . . .	250
i) Die „reizphysiologische“ Terminologie . . . . .	250
ii) Die Blattranken von <i>Bryonia dioica</i> (Zaunrübe) . . . . .	250
iii) Die haptotropische Krümmung und die Folgereaktionen . . . . .	251
iv) Einige Rankentypen . . . . .	252
v) Reizaufnahme und Reizleitung . . . . .	254
<b>X. Aspekte der Zellphysiologie . . . . .</b>	<b>254</b>
1. Struktur und Dynamik . . . . .	254
a) Dynamik des Grundplasmas . . . . .	254
b) Dynamik der Partikel . . . . .	256
i) Chloroplasten . . . . .	256
ii) Zellkern . . . . .	256
c) Chloroplastenbewegung . . . . .	257
i) Schwachlicht- und Starklichtstellung . . . . .	257
ii) Die Induktion der Schwachlichtbewegung bei <i>Mougeotia spec.</i> . . . . .	258
2. Zustand und Leistung der Zelle . . . . .	259
a) Die Vacuole . . . . .	260
b) Das Osmometer-Modell . . . . .	260
c) Die Anwendung des Osmometer-Modells auf die Zelle . . . . .	261
d) Turgescenz und Plasmolyse . . . . .	263
e) Die Messung des osmotischen Werts und der Saugkraft . . . . .	263
i) Die Bestimmung des osmotischen Werts durch „Grenzplasmolyse“ . . . . .	263
ii) Die Bestimmung der Saugkraft . . . . .	265
f) Eine andere Formulierung für den Wasserzustand einer parenchymatischen Zelle . . . . .	266
i) Die Erniedrigung des Wasserpotentials . . . . .	266
ii) Der Begriff der „Hydratur“ . . . . .	267
g) Turgorbewegungen . . . . .	268
i) Die Seismonastie und Photonastie von <i>Mimosa pudica</i> L. . . . .	268
α) Die seismonastische Reaktion . . . . .	269
β) Die photonastische Reaktion . . . . .	270
ii) Die Stomabewegung . . . . .	271
α) Die Stomabewegung als Turgorbewegung . . . . .	271
β) Die Stomabewegung als Photonastie . . . . .	272
iii) Ein Beispiel für „Turgor-Schleuderbewegungen“ . . . . .	274

h) Eigenschaften der Plasmagrenzmembranen . . . . .	275
i) Morphologische Gesichtspunkte . . . . .	275
ii) Aufnahme von Molekülen . . . . .	277
i) Ionenaufnahme . . . . .	278
i) Aktive Aufnahme, Ionenakkumulation . . . . .	278
α) Der freie Diffusionsraum (= apparent free space) . . . . .	279
β) Die aktive Aufnahme . . . . .	279
γ) Ionenaufnahme und Zellatmung . . . . .	281
δ) Ein kritischer Zusatz . . . . .	281
ii) Makroelemente . . . . .	281
iii) Mikroelemente . . . . .	282
k) Die Verwendung der Ionen im Plasma . . . . .	283
i) Kationen . . . . .	283
ii) Anionen . . . . .	284
iii) Düngung . . . . .	287
l) Drüsenzellen . . . . .	287
i) Definition . . . . .	287
ii) Einige Beispiele für Drüsenzellen . . . . .	287
iii) Zum „Mechanismus“ der Sekretion . . . . .	288
iv) Zusammenfassung . . . . .	290
<b>XI. Photosynthese . . . . .</b>	<b>290</b>
1. Die Bedeutung der Photosynthese . . . . .	290
2. Pflanzenhabitus und Photosynthese . . . . .	291
3. Gaswechselvorgänge . . . . .	292
4. Die Summenformel der Photosynthese . . . . .	292
5. Die begrenzenden Faktoren der Photosynthese-Intensität . . . . .	293
6. Der Quantenbedarf der Photosynthese . . . . .	297
7. Absorptionsänderungen im Photosynthese-Apparat . . . . .	298
8. Die Strukturen des Photosynthese-Apparates . . . . .	299
a) Eine Rekapitulation . . . . .	299
b) Lichtmikroskopische Daten . . . . .	300
c) Elektronenmikroskopische Daten . . . . .	301
d) Chloroplastenmodelle . . . . .	301
e) Information zur Biochemie der Thylakoide . . . . .	303
f) Das molekulare Strukturmodell . . . . .	305
g) Morphogenese der Chloroplasten . . . . .	308
h) Granafreie Chloroplasten . . . . .	308
9. Photosynthetisch aktive Pigmente . . . . .	308
a) Chlorophyll a, das Hauptpigment der Photosynthese . . . . .	308
b) Die Bedeutung des Protochlorophylls . . . . .	313
c) Akzessorische Pigmente im Photosynthese-Apparat . . . . .	314
i) Chlorophyll b . . . . .	314
ii) Carotinoide . . . . .	315
iii) Biliproteine . . . . .	317
10. Wirkungsspektren der Photosynthese . . . . .	318
a) Wirkungsspektren bei grünen Pflanzen . . . . .	318
b) Wirkungsspektren bei Rotalgen . . . . .	320
11. Die photosynthetische Phosphorylierung und die Bildung von reduziertem Pyridinnucleotid . . . . .	322

a) Der Ausgangspunkt . . . . .	322
b) Eine a priori-Überlegung . . . . .	323
c) Die Hill-Reaktion . . . . .	323
d) Die Photophosphorylierung . . . . .	324
e) Die neue Problemlage . . . . .	324
12. Der photosynthetische Elektronentransport . . . . .	325
13. Eine Zwischenbilanz . . . . .	327
a) Struktur und Funktion . . . . .	327
b) Lichtreaktionen und Dunkelreaktionen . . . . .	327
14. Der Weg des Kohlenstoffs bei der Photosynthese . . . . .	327
a) Der Calvencyclus . . . . .	327
b) Nochmals: Ein Blick auf die Summenformel der Photosynthese . . . . .	331
c) Einige Verfeinerungen zum Calvencyclus . . . . .	331
i) Bildung von Aminosäuren . . . . .	331
ii) Einfluß einer Blaulicht-abhängigen Photoreaktion auf den Weg des CO <sub>2</sub> in den Chloroplasten . . . . .	331
iii) Enzymaktivierung durch Licht . . . . .	331
15. Photosynthese und Zellatmung . . . . .	332
16. Die Photosynthese der Bakterien (ein Hinweis) . . . . .	333
<b>XII. Dissimilation . . . . .</b>	<b>335</b>
1. Terminologische Vorbemerkung . . . . .	335
2. Die Summenformel der Zellatmung . . . . .	335
3. Der respiratorische Gaswechsel . . . . .	336
4. Einige physiologische Daten . . . . .	337
a) Der Q <sub>10</sub> der Zellatmung . . . . .	337
b) Die Atmungsintensität verschiedener Pflanzen . . . . .	338
c) Veränderungen der Atmungsintensität durch Phytochrom . . . . .	339
d) Aerobe und anaerobe Dissimilation . . . . .	340
5. Alkoholische Gärung und Glykolyse . . . . .	340
a) Die alkoholische Gärung . . . . .	340
b) Die Glykolyse . . . . .	342
6. Strukturmodelle der Mitochondrien . . . . .	343
7. Die oxydative Decarboxylierung des Pyruvats . . . . .	345
8. Der Citronensäurecyclus . . . . .	346
9. Die Atmungskette . . . . .	347
a) Eine Übersicht . . . . .	347
b) Ein Blick auf die Energiebilanz . . . . .	348
c) Ein Blick auf die Regulation . . . . .	348
10. Bilanz der aeroben Dissimilation . . . . .	349
11. ATP-Bildung in lebendigen Systemen (eine Zusammenfassung) . . . . .	349
12. Der Glyoxylsäurecyclus . . . . .	349
13. Der Pentose-Phosphat-Cyclus . . . . .	351
14. Andere Endoxydasen in pflanzlichen Geweben . . . . .	351
<b>XIII. Die Kreisläufe von Kohlenstoff und Sauerstoff . . . . .</b>	<b>352</b>
a) Allgemeine Gesichtspunkte . . . . .	352
b) Der Mensch im Kreislauf von Sauerstoff und Kohlenstoff . . . . .	354
<b>XIV. Der Kreislauf des Stickstoffs . . . . .</b>	<b>355</b>
<b>XV. Der Strom der Energie . . . . .</b>	<b>356</b>
<b>XVI. Die Temperatur einer Pflanze . . . . .</b>	<b>358</b>
<b>XVII. Ferntransport . . . . .</b>	<b>361</b>
1. Ferntransport von Wasser bei Landpflanzen . . . . .	361
a) Wasserbilanz . . . . .	361

b) Erinnerungen . . . . .	363
i) Der Wasserzustand der Einzelzelle . . . . .	363
ii) Die Transportbahnen . . . . .	363
iii) Einige halbquantitative Überlegungen . . . . .	365
c) Transpiration . . . . .	365
i) Das Wasserpotential von Boden, Pflanze und Atmosphäre . . . . .	365
ii) Der Vorgang der Transpiration . . . . .	367
iii) Der Wassertransport in der Pflanze . . . . .	369
d) Guttation und Wurzeldruck . . . . .	370
2. Ferntransport von Ionen . . . . .	371
3. Ferntransport organischer Moleküle . . . . .	372
a) Problemstellung . . . . .	372
b) Die Anatomie der Siebröhren . . . . .	372
c) Zur Funktion der Siebröhren . . . . .	374
i) Transportmoleküle . . . . .	374
ii) Vorstellungen zum „Mechanismus der Stoffleitung“ . . . . .	375
d) Ein Blick auf die Kartoffelpflanze . . . . .	376
e) Einige neue Daten, die vielleicht weiterführen . . . . .	376
i) Differentielle Translokation . . . . .	376
ii) Bidirektionelle Translokation . . . . .	377
iii) Regulation der Translokations-Intensität durch Phytochrom . . . . .	378
4. Ferntransport von Gasen . . . . .	378
a) Diffusionsgesetze . . . . .	378
b) Einige Konsequenzen aus den Diffusionsgesetzen . . . . .	379
c) Der Weg der Gase ( $O_2$ , $CO_2$ ) . . . . .	379
i) Sauerstoff . . . . .	380
ii) Kohlendioxyd . . . . .	380
5. Ein kurzer Vergleich: Ferntransport, Parenchymtransport . . . . .	382
<b>XVIII. Endogene Rhythmen . . . . .</b>	<b>382</b>
1. Messung der Tageslänge und endogene Tagesrhythtmik . . . . .	382
2. Endogene Rhythmen: Einige Phänomene . . . . .	383
a) Tagesperiodische Blattbewegungen . . . . .	383
i) Exogene Periodizität und endogene Rhythtmik . . . . .	383
ii) Die Temperaturunabhängigkeit der Periodenlänge . . . . .	385
b) Tagesperiodische Bewegung von Blütenblättern . . . . .	385
c) Tagesperiodischer Sporangienabschuß bei <i>Pilobolus spec.</i> . . . . .	386
d) Circadiane Rhythtmik in Gewebekulturen . . . . .	386
e) Endogene Rhythtmik und Biolumineszenz ( <i>Gonyaulax polyedra</i> ) . . . . .	387
3. Ansätze zur Analyse der endogenen Rhythtmik . . . . .	389
a) Auslösung der Rhythtmik . . . . .	389
i) <i>Gonyaulax polyedra</i> . . . . .	389
ii) <i>Phaseolus multiflorus</i> . . . . .	389
b) Anpassungen der Rhythtmik bei Programmänderungen . . . . .	389
i) Inversion des Licht-Dunkel-Wechsels . . . . .	389
ii) Anpassung an Periodenlängen $\leq 24$ Std . . . . .	390
c) Endogene Rhythtmik und Zellatmung . . . . .	390
d) Endogene Rhythtmik und Zellkern . . . . .	390
4. Modelle der physiologischen Uhr . . . . .	391
Literatur . . . . .	392
Sachverzeichnis . . . . .	398