

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Vorbemerkungen

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Zur Geschichte der Endokrinologie</b>	<b>5</b>
2.1	Altzeit	5
2.2	Neuzeit	6
2.3	Moderne	6
2.4	Aktuelle Probleme	6
2.5	Tabellarischer Überblick	7

## Teil II Biochemie von Hormonen – Ein Ausflug in die Grundlagen

<b>3</b>	<b>Hormone – eine Definition</b>	<b>13</b>
3.1	Das Wesen des Hormonsystems	13
3.2	Was ist ein Hormon?	13
3.2.1	Hormonwirkung = endokrin	14
3.2.2	Neurotransmitter	15
3.2.3	Zytokine und Lymphokine	15
3.2.4	Prostaglandine und Tromboxane	15
3.2.5	Pheromone	15
3.3	Was charakterisiert das Hormonsystem?	16
3.4	Hierarchie im Hormonsystem	16
<b>4</b>	<b>Drei Typen von Hormonen</b>	<b>19</b>
4.1	Protein-/Peptid-Hormone des Menschen und der Vertebraten	21
4.1.1	Translation	22
4.1.2	Post-translationale Modifizierung – Hormonreifung	23
4.1.3	Peptidhormone des Hypothalamus und des Gehirns	29
4.1.4	Hormone der Adenohypophyse	47
4.1.5	Hormone des Hypophysenzwischenlappens	66
4.1.6	Hormone der Neurohypophyse: Oxytozin und Vasopressin	67
4.1.7	Regulatoren des Zucker- und Energiestoffwechsels	72

4.1.8	Regulatoren der Nahrungsaufnahme .....	77
4.1.9	Hormone des Verdauungstraktes .....	80
4.1.10	Weitere Neuropeptide im Enterischen Nervensystem .....	90
4.1.11	Nichtsteroidale Regulatoren der Reproduktion .....	92
4.1.12	Weitere Neuropeptide .....	98
4.1.13	Angiotensine und Renin .....	100
4.1.14	Atriale Natriuretische Peptide .....	102
4.2	Peptidhormone bei Invertebraten .....	105
4.2.1	Stoffwechsel-aktive Peptidhormone .....	105
4.2.2	Regulation der Herzfrequenz und des Druckes durch Neuropeptide .....	110
4.2.3	Kinine .....	116
4.2.4	Neuropeptide der Reproduktion .....	123
4.2.5	Peptidhormone der Metamorphose und der Häutung .....	129
4.2.6	Regulatoren der Nahrungsaufnahme .....	134
4.2.7	Neuropeptid-Regulatoren des Juvenilhormon-Stoffwechsels .....	137
4.2.8	Peptidhormone der Haut .....	140
4.2.9	Weitere NP .....	141
4.2.10	Zusammenfassung und Überblick .....	145
4.3	Hormone aus dem Mevalonat-Stoffwechsels: Juvenil-Hormone und Steroid-Hormone .....	145
4.3.1	Überblick über die Wege zu Juvenilhormonen und Steroiden .....	147
4.3.2	Juvenil-Hormone .....	148
4.3.3	Steroide .....	154
4.3.4	Steroidogene Enzyme .....	156
4.3.5	Geschlechtshormone .....	160
4.3.6	Kortikoide .....	163
4.3.7	Steroide im Gehirn .....	165
4.3.8	Andere Steroidhormone .....	165
4.3.9	1,25-Dihydroxy-Vitamin D <sub>3</sub> (Kalzitriol) .....	167
4.4	Abkömmlinge von Aminosäuren .....	170
4.4.1	Katecholamine .....	170
4.4.2	Thyroxin – das Schilddrüsenhormon .....	173
4.4.3	Melatonin .....	175
5	<b>Hormonrezeptoren .....</b>	179
5.1	Kernrezeptoren .....	180
5.2	Rezeptoren mit sieben Membranbereichen .....	181
5.2.1	Guanosin-Triphosphat (GTP)-bindende Proteine .....	181
5.2.2	Rezeptor-G-Protein-Wechselwirkung .....	184
5.2.3	Ziele von G-Proteinen .....	184
5.2.4	Variabilität durch differentiell exprimierte Rezeptortypen: Somatostatin-Rezeptoren .....	184
5.3	Rezeptoren mit Tyrosin-Kinase-Aktivität .....	186
5.4	Membran-Rezeptoren mit Serin/Threonin-Kinase-Aktivität .....	187
5.5	Membran-Rezeptoren ohne Kinase-Aktivität .....	187
5.6	Membranständige Steroid-Rezeptoren–noch unbekannt? .....	188

### Teil III Hormonphysiologie

<b>6</b>	<b>Bildung, Freisetzung und Wirkung</b>	193
6.1	Wirksame Hormonmengen der HPG-Achse	194
<b>7</b>	<b>Organe des Hormonsystems</b>	197
7.1	Überblick	197
7.2	Das Hormonsystem im Gehirn	198
7.2.1	Der Hypothalamus	198
7.2.2	Der Hypophysenstiel	200
7.2.3	Die Hypophyse	201
7.2.4	Die Zirbeldrüse	204
7.2.5	Die Schilddrüse	206
7.3	Die Nebennieren	206
7.3.1	Die Nebennierenrinde	207
7.3.2	Das Nebennierenmark	210
7.4	Endokrine Zellen des Magen-Darm-Traktes	210
7.4.1	Der Magen	211
7.4.2	Der Zwölffinger- und Dünndarm	211
7.5	Langerhans'sche Inseln des Pankreas	213
7.6	Endokrine Zellen in der Niere	214
7.7	Die Gonaden	215
7.7.1	Entwicklung der Keimdrüsen	215
7.7.2	Die männlichen Keimdrüsen – Hoden	216
7.7.3	Die weiblichen Keimdrüsen – Ovarien	217
7.8	Ausgewählte Organsysteme bei Invertebraten	219
7.8.1	Neurosekretion bei Schnecken	219
7.8.2	Endokrine Drüsen bei Crustaceae	220
7.8.3	Neurosekretion und endokrine Organe bei Insekten	220
<b>8</b>	<b>Regulationsmuster</b>	225
8.1	Rückkopplungen	226
8.2	Regelkreise	226
8.2.1	Belastung und Stress	226
8.2.2	Kalziumstoffwechsel	229
8.3	Regulation der Fortpflanzung	230
8.4	Zuckerstoffwechsel	236
8.4.1	Wo kommt der Blutzucker her?	236
8.4.2	Regulatoren und Stellgrößen	236
8.4.3	Glukose-abhängige Genexpression in der Leber	237
8.4.4	Glukose-abhängige Insulinsekretion im Pankreas	238
8.4.5	Insulin-abhängige Vorgänge	238
8.4.6	Glukagon und Erhöhung des Blutzuckers	238
8.5	Appetit und Hunger	238
8.5.1	Hunger und Nahrungsaufnahme bei <i>Drosophila melanogaster</i>	243
8.6	Wachstum	244

8.6.1	Wachstumsfugen . . . . .	244
8.6.2	Verschiedene Zonen in den Wachstumsfugen . . . . .	245
8.6.3	Hormonelle Regulation . . . . .	245
8.7	Wachstum und Häutung bei Ecdysozoa . . . . .	248
8.7.1	Regulation des Wachstums bei Insekten . . . . .	249
8.7.2	Hormone und postembryonale Entwicklung . . . . .	250
8.7.3	Kopplung von Größenwachstum und Metamorphose . . . . .	251
8.7.4	Regulation der Ecdysis (Schlüpfen) . . . . .	253
8.7.5	Postembryonale Entwicklung bei Holometabolen . . . . .	255
8.8	Regulation von Blutdruck, Osmolarität und Blutvolumen . . . . .	256
8.8.1	Verschachtelung mehrerer Steuerkreise . . . . .	256
8.8.2	Osmorezeptoren an der Blut-Hirn-Schranke . . . . .	257
8.8.3	Angiotensin II-Rezeptoren an der Blut-Hirn-Schranke . . . . .	258
8.8.4	Arginin-Vasopressin-Freisetzung in der Neurohypophyse . . . . .	258
8.8.5	Die Rolle von Oxytozin . . . . .	260
8.8.6	Durst und das Hormonsystem des Gehirns . . . . .	260
8.8.7	Biochemie der Wasser- und Natrium-Rückresorption . . . . .	260
9	<b>Endokrine Musik: Sekretionsrhythmen . . . . .</b>	263
9.1	Ein universeller Rhythmusgeber . . . . .	264
9.2	Zirkadiane Rhythmen (Pulsfrequenz 24 Std. $\pm$ 2) . . . . .	267
9.3	Ultradiane Rhythmen (Pulsfrequenz weniger als 22 Std.) . . . . .	267
9.4	Jährliche Rhythmen . . . . .	269
10	<b>Evolution der Hormonbildung . . . . .</b>	273
10.1	Arbeitsteilung . . . . .	275
10.2	Evolution der Neuropeptidhormone . . . . .	275
10.3	Evolution der Glykoprotein-Hormone . . . . .	276
10.4	Insulin und Insulin-ähnliche Proteine . . . . .	276
10.5	Evolution der CYP-Enzyme und der Steroid-Hormone . . . . .	276
10.6	Katecholamin-Evolution . . . . .	278

#### Teil IV Medizin und Hormone

11	<b>Krankheiten des endokrinen Systems . . . . .</b>	283
11.1	Defekte des ZNS/Hypothalamus . . . . .	285
11.1.1	Kallmann-Syndrom . . . . .	285
11.1.2	Craniopharyngiome . . . . .	285
11.2	Hypophysen-Schäden . . . . .	285
11.2.1	Genetische Ausfälle . . . . .	285
11.2.2	Hypophysen-Tumoren . . . . .	286
11.2.3	Störungen des Wasserhaushaltes . . . . .	287
11.3	Schildrüsenkrankheiten . . . . .	288
11.4	Störungen der endokrinen Pankreasfunktion . . . . .	289
11.4.1	Tumoren . . . . .	289
11.4.2	Diabetes mellitus . . . . .	289
11.5	Nebennierenstörungen . . . . .	290

11.5.1 Kongenitale adrenale Hyperplasie (CAH) .....	290
11.5.2 Hyperkortisolismus .....	291
11.5.3 Katecholamin-ausscheidende Tumoren.....	292
11.5.4 Autoimmune Adrenalitis (Morbus Addison) .....	292
11.5.5 Aldosteron-Störungen .....	293
11.6 Multiple Endokrine Neoplastische Syndrome .....	293
11.7 Fertilitätsstörungen und Organdefekte der Reproduktionsorgane .....	293
11.7.1 Gendefekte mit Auswirkungen auf die Bildung von Geschlechtsorganen	295
11.7.2 Gendefekte, die Hypothalamus und Hypophyse beeinflussen .....	297
11.7.3 Gendefekte bei GnRH-R, bei Gonadotropin-Bildung und -Erkennung ..	297
11.7.4 Gendefekte mit Auswirkungen auf die Bildung von Steroid-Hormonen..	298
<b>12 Leistungssteigerung – legal und illegal .....</b>	<b>301</b>
12.1 Anabole Steroide .....	301
12.2 Beta-2-Agonisten .....	303
12.3 Peptidhormone .....	303
12.3.1 Gonadotropine .....	303
12.3.2 Kortikotropin .....	303
12.3.3 Wachstumshormon und IGF .....	304
12.3.4 Freisetzungshormone aus dem Hypothalamus .....	304
12.4 Beta-Blocker .....	304
12.5 Erythropoietin .....	304
<b>Teil V Anhang</b>	
<b>13 Ergänzungen .....</b>	<b>309</b>
13.1 Artenverzeichnis .....	309
13.2 Glossar .....	311
13.2.1 Aminosäuren .....	316
13.3 Rasmol-Skripte .....	320
13.3.1 Glykoprotein-alpha-Kette .....	320
13.3.2 HCG .....	320
<b>14 Literaturverweise .....</b>	<b>321</b>
Literaturzitate .....	321
<b>15 Sachverzeichnis .....</b>	<b>337</b>