

DI, 1. 89

34

Deetjen/Speckmann

Physiologie

Herausgegeben von
P. Deetjen, E.-J. Speckmann

Mit Beiträgen von
E. G. Berger, D. Bingmann, G. ten Bruggencate, T. G. Cooper,
E. David, P. Deetjen, N. Dieringer, U. Eysel, P. Gaetgens, R. Greger,
H. O. Handwerker, H. Hirche, J. Höper, M. Illert, M. Kessler,
F. W. Klußmann, M. Koltzenburg, W. Kuschinsky, F. Lang, H. Murer,
E. Nieschlag, K.-H. Plattig, E.-J. Speckmann, G. F. Weinbauer,
W. Wittkowski, E. Zrenner

2. Auflage

Mit 435 überwiegend vierfarbigen Abbildungen,
52 Tabellen sowie Fragen zur Vorbereitung
auf die mündliche Prüfung

Technische Hochschule Darmstadt
FACHBEREICH 10 - BIOLOGIE
- Bibliothek -
Schnittspahnstraße 10
D-64287 Darmstadt

Inv.-Nr. 13550
.....

Urban & Schwarzenberg
München-Wien-Baltimore

Inhalt

Funktionelle Organisation des Organismus	
(P. Deetjen, E.-J. Speckmann) . . .	1

Grundlagen biologischer Regelung	
(E.-J. Speckmann, P. Deetjen) . . .	1
Prüfungsfragen zum 2. Kapitel . . .	4

1 Funktionsziele und Elemente des Nervensystems	
(E.-J. Speckmann)	5
Prüfungsfragen	8

2 Allgemeine Neurophysiologie	
2.1 Das Ruhemembranpotential (E.-J. Speckmann)	9
2.1.1 Natrium-Kalium-Pumpe	9
2.1.2 Das aktuelle Ruhemembranpotential.	13
2.1.3 Änderungen des Ruhemembranpotentials.	14
2.2 Das Aktionspotential (E.-J. Speckmann)	16
2.3 Die Erregungsleitung (E.-J. Speckmann)	22
2.4 Die Erregungsübertragung (E.-J. Speckmann)	28
2.5 Die Erregungsausbreitung im Neuronenverband (E.-J. Speckmann)	34
2.6 Physiologie der Gliazellen (E.-J. Speckmann)	40

2.7 Blut-Hirn-Schranke, Liquor cerebrospinalis (W. Kuschinsky, E.-J. Speckmann).	41
Prüfungsfragen siehe Seite	4

3 Sensorisches System	
3.1 Allgemeine Physiologie sensorischer Systeme (G. ten Bruggencate)	43
3.1.1 Grundelemente und funktionelle Prinzipien	43
3.1.2 Objektiv-neuronale Sinnesphysiologie	46
3.1.3 Subjektiv-neuropsychologische Sinnesphysiologie	51
3.2 Spezielle sensorische Teilsysteme	56
3.2.1 Somatoviszzerale Sensibilität (G. ten Bruggencate)	56
3.2.1.1 Periphere Codierung und Psychophysik	57
3.2.1.2 Informationstransfer zu Thalamus und Cortex	65
3.2.1.3 Informationsverarbeitung in Thalamus und Cortex	69
3.2.1.4 Pathophysiologie der Nozizeption	75
3.2.2 Visuelles System (E. Zrenner, U. Eysel)	77
3.2.2.1 Wandlung von Licht in visuelle Empfindung	78
3.2.2.2 Die Optik des Auges	78
3.2.2.3 Der Augenspiegel	83
3.2.2.4 Die Pupille	84
3.2.2.5 Der Augeninnendruck	87
3.2.2.6 Die Signalverarbeitung in der Netzhaut	88
3.2.2.7 Physiologische Charakteristiken retinaler Mechanismen der Wahrnehmung.	94
3.2.2.8 Topographie und Neurophysiologie der zentralen Sehbahn	103
3.2.2.9 Augenbewegungen	107

3.2.3	Auditorisches System (<i>E. David</i>)	111
3.2.3.1	Physikalische Grundlagen	111
3.2.3.2	Psychophysik des Hörens	112
3.2.3.3	Bau und Funktion des äußeren Ohrs	113
3.2.3.4	Bau und Funktion des Mittelohrs	114
3.2.3.5	Bau und Funktion des Innenohrs	114
3.2.3.6	Funktion des Transformationsorgans	117
3.2.3.7	Innervation der Haarzellen	118
3.2.3.8	Anatomie und Funktionsbeiträge der Hörbahn	119
3.2.3.9	Codierungsmechanismen von Wahrnehmungsqualitäten	120
3.2.3.10	Untersuchungsmethoden in der Audiologie	121
3.2.4	Sprechen (<i>E. David</i>)	122
3.2.4.1	Phonation	123
3.2.4.2	Artikulation	124
3.2.4.3	Sprachwahrnehmung und Sprach- verarbeitung	124
3.2.4.4	Sprachstörungen	124
3.2.5	Vestibuläres System (<i>E. David</i>)	125
3.2.5.1	Anatomischer Aufbau	125
3.2.5.2	Die Sinneszellen	125
3.2.5.3	Adäquater Reiz für die Bogengang- organe	126
3.2.5.4	Adäquater Reiz für die Makulaorgane	126
3.2.5.5	Transformation des Beschleuni- gungsreizes	126
3.2.5.6	Zentrale Verarbeitung vestibulärer Afferenzen	128
3.2.5.7	Vestibuläre Reflexe und Nystagmus	129
3.2.5.8	Gleichgewichtsstörungen	130
3.2.6	Gustatorisches und olfaktorisches System (<i>K.-H. Plattig</i>)	130
3.2.6.1	Schwellen	131
3.2.6.2	Adaptation und Habituation	132
3.2.6.3	Regeneration der gustatorischen und olfaktorischen Sensoren	132
3.2.6.4	Geschmack	133
3.2.6.5	Geruch	133
3.3	Sensorische Integration im Cortex (<i>N. Dieringer, G. ten Bruggencate</i>)	137
3.3.1	Strukturelle und funktionelle Gliederung des Cortex	137
3.3.2	Hemisphärendominanz für Sprache und Handgebrauch	137
3.3.3	Parallele Verarbeitung submodaler Information	140
3.3.4	Erkennung und Interpretation des Gesehenen	141
	Prüfungsfragen	144

4	Motorisches System	
4.1	Knochen (<i>D. Bingmann</i>)	145
4.1.1	Funktion und Bauprinzip	145
4.1.2	Osteoblasten und Osteozyten- Funktionen	145
4.1.3	Osteoklasten-Funktion	148
4.1.4	Anpassung des Knochens an mechanische Belastungen	149
4.2	Muskulatur (<i>H. Hirche</i>)	149
4.2.1	Skelettmuskulatur	149
4.2.2	Die glatte Muskulatur	161
4.2.3	Abstufung der Kraft der Kontraktion	166
4.2.4	Energiehaushalt	161
4.2.5	Die neuromuskuläre Endplatte	168
4.3	Motorik – Bewegung und Haltung (<i>M. Illert</i>)	171
4.3.1	Zielmotorik: Ergebnis eines mehrstufigen zentralnervösen Plans	171
4.3.2	Sensorische Afferenz: Voraussetzung jeder Motorik	172
4.4	Die motorische Einheit: Effektor der Motorik (<i>M. Illert</i>)	173
4.4.1	Typen motorischer Einheiten im Skelettmuskel	174
4.4.2	Steuerung der Kontraktionskraft: Rekrutierung und Frequenzkodierung	176
4.5	Der zerebrale Cortex (<i>M. Illert</i>)	176
4.5.1	Der motorische Cortex	177
4.5.1.1	Somatotopischer Aufbau	177
4.5.1.2	Efferente Projektion	177
4.5.1.3	Kortikospinale und kortikobulbäre Trakte	178
4.5.1.4	Mono- und polysynaptische Projek- tionen auf spinale Motoneurone	179
4.5.1.5	Läsion der Pyramidenbahn: Störung der Fingermotorik	179
4.5.1.6	Aktivierung kortikaler Neurone vor der Bewegung	180
4.5.2	Motorische Areale außerhalb des primären motorischen Cortex	181
4.5.2.1	Supplementär-motorischer Cortex: Programmierung der sequentiellen Bewegungskomponenten	181
4.5.2.2	Prämotorischer Cortex: Orientierung des Körpers zum Ziel	182
4.5.2.3	Posterior-parietaler Cortex: Bereitstellung der räumlichen Information	183

4.6	Das Rückenmark (M. Illert)	183	4.8.4	Pathophysiologie der Basalganglien.	203
4.6.1	Der Reflex: ein zielgerichtetes motorisches Verhalten	183	4.8.4.1	Hyperkinetische Bewegungsstörungen	205
4.6.1.1	Der Reflexweg ist anatomisch definiert.	183	4.8.4.2	Hypokinetische Bewegungsstörungen	206
4.6.1.2	Die Interneurone der Reflexwege: integrierende Zentren.	184	4.9	Cerebellum (M. Illert).	206
4.6.2	Das Reflexsystem der Muskelspindelafferenzen	185	4.9.1	Ein- und Ausgangssysteme	207
4.6.2.1	Das neuroanatomische Substrat	185	4.9.1.1	Eingangssysteme	207
4.6.2.2	Der Muskeldehnungsreflex: Stabilisierung der Muskellänge	187	4.9.1.2	Ausgangssysteme	208
4.6.2.3	Die Alpha-Gamma-Coaktivierung: Sicherung der Rezeptorfunktion.	188	4.9.2	Die Mikroarchitektur des zerebellären Cortex	208
4.6.2.4	Präsynaptische Hemmung: Selektion der Rückmeldung	189	4.9.2.1	Eingangssystem: Aktivierung der Purkinje-Zellen	209
4.6.2.5	Reziproke Inhibition an Scharniergelenken	190	4.9.2.2	Interneurone: Hemmung der Purkinje-Zellen	209
4.6.3	Neuronale Wege von Golgi-Sehnenorganen	191	4.9.3	Die Projektion der Purkinje-Zellen: Einteilung in funktionell unterschiedliche Kompartimente	210
4.6.3.1	Ib-Afferenzen: Erfassung aller Muskeln einer Extremität.	192	4.9.3.1	Das Vestibulocerebellum: Körpergleichgewicht und Okulomotorik	210
4.6.3.2	Golgi-Sehnenorgane: Messung der Muskelspannung.	192	4.9.3.2	Das Spinocerebellum: Efferenzkopie	210
4.6.3.3	Der Ib-Weg: ein multisensorischer Reflexweg.	193	4.9.3.3	Das Cerebrocerebellum: Planung der Zielmotorik	212
4.6.4	Der Beugereflex	193	4.9.4	Cerebellum und motorisches Lernen	212
4.6.5	Reflexmuster nach Rückenmarksdurchtrennung: Verlust der supraspinalen Kontrolle.	194	4.10	Die Ortsveränderung des Körpers im Raum – Lokomotion (M. Illert).	214
4.6.6	Spezifische Reflexantworten von Afferenzen der Gruppen II, III und IV	194	4.10.1	Der Lokomotionsgenerator: Lokalisation im Rückenmark	215
4.7	Kontrolle der Haltung (M. Illert).	195	4.10.2	Steuerung der Aktivität des Lokomotionsgenerators.	216
4.7.1	Kompensatorische Reaktion beim Stand: posturale Synergien	195	4.10.2.1	Deszendierende Kontrolle	216
4.7.2	Posturale Reaktionen: Aufbau aus verzahnten Programmen	196	4.10.2.2	Spinale Kontrolle des Generators	216
4.7.3	Posturale Subprogramme	196	4.10.3	Rückenmarksquerschnitt: Ist Lokomotion erlernbar?	216
4.7.3.1	Stellreflexe	196	4.10.3.1	Querschnitt bei nicht ausgereiftem Rückenmark	216
4.7.3.2	Auge-Kopf-Koordination	196	4.10.3.2	Querschnitt bei ausgereiftem Rückenmark	216
4.7.3.3	Statische posturale Reaktionen	196		Prüfungsfragen	218
4.7.3.4	Stützreaktionen	197	5 Integrative Funktionen des Nervensystems		
4.7.4	Der Hirnstamm: wichtigstes Integrationszentrum der posturalen Reaktionen	197	5.1	Komplexe Hirnfunktionen im Spiegel des Elektroenzephalogramms (E.-J. Speckmann, D. Bingmann).	219
4.7.5	Dezerebrierungsstarre: Beispiel einer retikulären Dysregulation	197	5.2	Schlaf-Wach-Rhythmus (D. Bingmann)	225
4.8	Die Basalganglien (M. Illert).	198	5.3	Lernen und Gedächtnis (D. Bingmann)	231
4.8.1	Das neuroanatomische Substrat	198		Prüfungsfragen zum 5. Kapitel	239
4.8.1.1	Aufbau aus mehreren Kerngebieten	198		Prüfungsfragen zum 6. Kapitel	240
4.8.2	Transmittersysteme der Basalganglien	201			
4.8.2.1	Drei primäre Transmittersysteme	201			
4.8.2.2	Cotransmitter: Untergruppen der Projektionssysteme	201			
4.8.3	Steuerung des Thalamus durch Disinhibition.	201			

6 Atmung und Säure-Basen-Haushalt

(P. Deetjen) 241

6.1 Atmungsphysiologie 241

6.1.1 Abkürzungen und Symbole 241

6.1.2 Atemgase 241

6.1.3 Atemmechanik. 243

6.1.4 Lungenvolumina 248

6.1.5 Ventilation 250

6.1.6 Lungenperfusion 250

6.1.7 Atemgastransport 252

6.2 Säure-Basen-Haushalt. 258

6.2.1 pH-Wert und Puffer. 258

6.2.2 Henderson-Hasselbalch-Gleichung. 259

6.2.3 Störungen des Säure-Basen-Haushalts 260

6.3 Atmungsregulation 263

6.3.1 Zentrale Rhythmogenese. 263

6.3.2 Anpassung der Atmung. 265

6.3.3 Chemische Kontrolle der Atmung. 266

6.3.4 Atmung bei Überdruck 267

6.3.5 Atmung in großen Höhen 269

Prüfungsfragen siehe Seite 240

7 Physiologie des Bluts

(P. Gaehtgens) 271

7.1 Funktionen, Volumen und Zusammensetzung des Bluts 271

7.1.1 Funktionen des Bluts 271

7.1.2 Blutvolumen, Hämatokrit und zelluläre Bestandteile 272

7.2 Das Blutplasma 275

7.2.1 Plasmaproteine: Funktionen, Bildung und Differenzierung. 275

7.2.2 Elektrolytkonzentrationen im Plasma 276

7.2.3 Osmotischer Druck, Osmolalität und Tonizität. 276

7.3 Bildung der Blutzellen: Hämatopoese im Knochenmark 277

7.3.1 Erythropoese. 278

7.3.2 Granulo-, Monozyto- und Thrombopoese im Knochenmark 279

7.4 Erythrozyten: Transporter für Atemgase 280

7.4.1 Anzahl, Größe, Form und Verformung 280

7.4.2 Erythrozytenaggregation und Blutsenkungsgeschwindigkeit 281

7.4.3 Der rote Blutfarbstoff: Hämoglobin 281

7.4.4 Anämie und Polyglobulie. 282

7.4.5 Erythrozyteneigenschaften und Blutviskosität 282

7.4.6 Erythrozytenalterung und -abbau 282

7.5 Leukozyten: Freß- und Killerzellen 283

7.5.1 Differenzierung von Leukozyten im peripheren Blut 284

7.5.2 Granulozytenfunktion: Margination, Emigration und Phagozytose 284

7.5.3 Monozytenfunktion. 286

7.5.4 Lymphozytenfunktion und spezifische Immunität. 286

7.6 Thrombozyten: Homöostase durch Hämostase 286

7.7 Blutstillung, Blutgerinnung und Wundheilung. 286

7.7.1 Primäre Hämostase oder „vorläufige“ Blutstillung 287

7.7.2 Sekundäre Hämostase: Blutgerinnung und „endgültige“ Blutstillung. 289

7.7.3 Exogenes und endogenes System: Alternative oder Kooperation? 289

7.7.4 Wundheilung und endgültige Sicherung des Defekts 290

7.7.5 Blutungs- und Gerinnungsstörungen. 291

7.7.6 Intravasale und therapeutische Gerinnungshemmung. 291

7.7.7 Gerinnungstests 293

7.7.8 Fibrinolyse 293

7.8 Physiologische Mechanismen der Infektabwehr und Immunität 293

7.8.1 Unspezifische (oder angeborene) Abwehrmechanismen. 295

7.8.2 Spezifische (oder erworbene) Abwehrmechanismen. 297

7.8.3 Zelluläre Immunität. 299

7.9 Blutgruppen 301

7.9.1 Das AB0-System. 302

7.9.2 Das Rhesus-System 303

Prüfungsfragen. 304

8 Herz-Kreislauf-Funktion

(W. Kuschinsky) 305

8.1 Herzmechanik. 306

8.2 Herzerregung 311

8.2.1 Grundphänomene. 311

8.2.2 Elektrokardiogramm (EKG) 316

8.3 Kreislauf 325

8.3.1 Allgemeine Hämodynamik 325

8.3.2 Hämodynamik der einzelnen Gefäßsysteme 330

8.3.2.1 Das Hochdrucksystem 330

8.3.2.2 Die Mikrozirkulation 332

8.3.2.3 Das Niederdrucksystem 335

8.3.3 Kreislaufregulation 339

8.3.3.1 Nerval-humorale Durchblutungsregulation. 339

8.3.3.2 Durchblutungsregulation durch Mechanismen der Peripherie. 340

8.3.3.3 Blutdruckregulation über Kreislaufreflexe – kurzfristige Regulation 343

8.3.3.4 Langfristige Blutdruckregulation – Volumenregulation 348

8.4 Messung von Kreislaufparametern 350

8.4.1 Messung des Blutdrucks 350

8.4.2 Messung des Herzminutenvolumens 351

8.4.3 Messung von Gefäßperfusion und Organdurchblutung 353

8.5 Pathophysiologisch veränderte Kreislauf-funktionen 353

8.5.1 Volumenmangelschock 353

8.5.2 Herzinsuffizienz 354

Prüfungsfragen 356

9 Niere

(R. Greger) 357

9.1 Aufgaben der Nieren 357

9.2 Feinbau der Nieren 358

9.3 Nierendurchblutung 360

9.3.1 Messung der Nierendurchblutung 361

9.3.2 Regulation der Nierendurchblutung 362

9.3.3 Ischämie der Nieren. 365

9.4 Glomeruläre Filtration 365

9.4.1 Messung der glomerulären Filtrationsrate (GFR) 367

9.4.2 Autoregulation der GFR 369

9.4.3 Einschränkung der Filtrationsleistung 370

9.5 Tubuläre Transport-mechanismen 370

9.5.1 Konzept des transepithelialen Transports 372

9.5.2 Hauptresorptionsleistung des proximalen Nephrons. 372

9.5.3 Dicke aufsteigende Henle-Schleife 373

9.5.4 Distales Nephron und Sammelrohr 374

9.5.5 Harnkonzentrierung im Gegenstromsystem 375

9.5.6 Wirkung von Diuretika 376

9.5.7 Tubulärer Na⁺-Transport 378

9.5.8 Tubulärer K⁺-Transport 378

9.5.9 Tubulärer Cl⁻-Transport 379

9.5.10 Tubulärer Bicarbonattransport 379

9.5.11 Tubulärer Ca²⁺- und Mg²⁺-Transport 381

9.5.12 Tubulärer Transport von Phosphat 381

9.5.13 Renale NH₄⁺-Ausscheidung 383

9.5.14 Renale Protonenausscheidung 383

9.5.15 Tubulärer Glucosetransport 386

9.5.16 Tubulärer Aminosäuren- und Peptidtransport 386

9.5.17 Tubulärer Harnstofftransport 388

9.5.18 Tubulärer Harnsäuretransport 388

9.5.19 Tubulärer Transport von Oxalsäure 389

9.5.20 Tubuläre Sekretion organischer Anionen und Kationen 389

9.6 Endokrine Funktionen der Niere 391

9.6.1 Erythropoetin 391

9.6.2 1,25-Dihydroxy-Vitamin-D₃ 391

9.7 Wirkung von Hormonen auf die Niere 392

9.7.1 Aldosteron 392

9.7.2 Adiuretin (ADH) 393

9.7.3 Atriales natriuretisches Peptid (ANP) 393

9.7.4 Parathyrin (PTH) 394

9.7.5 Calcitonin 394

9.7.6 Andere Hormone 394

9.7.7 Vegetative Innervation der Niere 394

9.8 Urämie 395

Prüfungsfragen 396

10 Wasser- und Salzhaushalt

(P. Deetjen) 397

10.1 Wasser als Baumaterial des Körpers 397

10.2 Wasserbilanz 398

10.2.1 Wasserverluste 398

10.2.2 Wasseraufnahme 398

10.2.3 Enterale Wasserabsorption 398

10.3 Regulation des Wasserhaushalts 400

10.3.1 Osmoregulation 400

10.3.2 Volumenregulation 401

10.4 Regulation des Elektrolyt-haushalts 401

10.4.1 Regulation des Kochsalzhaushalts 401

10.4.2 Regulation des Kaliumhaushalts 403

10.4.3 Regulation des Calciumphosphat-haushalts 404

10.4.4 Regulation des Magnesiumhaushalts 405

10.5 Störungen der Salz-Wasser-Bilanz 405

Inhalt

10.5.1	Isotone Hydratationsstörungen . . .	405	11.5.4.5	Wasserlösliche Vitamine	446
10.5.2	Hypotone Hydratationsstörungen . .	407	11.5.4.6	Nucleotide	447
10.5.3	Hypertone Hydratationsstörungen . .	408	11.5.4.7	Kurzkettige Fettsäuren; Hydroxy- und Ketosäuren	447
	Prüfungsfragen	410	11.5.4.8	Phosphat	448
			11.5.4.9	Calcium	448
			11.5.4.10	Sulfat	449
			11.5.4.11	Eisen	449
11	Physiologie des Magen-Darm-Trakts		11.6	Darmimmunsystem	449
	(H. Murer, E. G. Berger)	411	11.6.1	Orale Antigene	449
11.1	Motilität	411	11.6.2	Grundlage des Darmimmunsystems .	449
11.1.1	Nahrungsaufnahme	411	11.6.3	Immunantwort des Darmimmun- systems	450
11.1.2	Allgemeine Prinzipien der Motorik des Magen-Darm-Trakts	413	11.6.4	Passive Immunisierung	451
11.1.3	Magen	415		Prüfungsfragen	452
11.1.4	Dünndarm	415			
11.1.5	Kolon	417			
11.1.6	Defäkation	417			
11.1.7	Erbrechen	417			
11.2	Sekretion	417	12	Energiehaushalt	
11.2.1	Allgemeine Funktion	417		(J. Höper, M. Kessler)	453
11.2.2	Mechanismen der Sekretion	418	12.1	Der Energieumsatz	453
11.2.2.1	Speicheldrüsen	418	12.1.1	Energieumsatz und Sauerstoff- verbrauch	454
11.2.2.2	Magensekretion	419	12.1.2	Umsatz des Gesamtorganismus . . .	455
11.2.2.3	Pankreassekretion	421	12.1.3	Bestimmung des Grundumsatzes . .	455
11.2.2.4	Gallensekretion (Lebersekretion) . .	424	12.1.4	Energieumsatz und Hormone	457
11.2.2.5	Darmsekretion (duodenale Sekretion)	427	12.2	Sauerstoffhaushalt	458
11.3	Regulation der Motorik und Sekretion	427	12.2.1	Sauerstoffaufnahme	458
11.3.1	Mechanismen der Regulation	427	12.2.2	Sauerstoffverteilung	459
11.3.1.1	Myogene und neurale Regulation . .	427	12.2.3	Sauerstoffverbrauch	461
11.3.1.2	Humorale Regulation	431	12.3	Lokale Unterschiede des Energieverbrauchs	463
11.3.2	Phasen der Regulation	431	12.3.1	Bestimmung des lokalen Sauerstoff- verbrauchs	463
11.3.2.1	Kephale Phase	431	12.3.2	Basaler und spezifischer zellulärer Energieverbrauch	464
11.3.2.2	Gastrale Phase	432	12.3.3	Energieversorgung verschiedener Organe	465
11.3.2.3	Intestinale Phase	432	12.4	Sauerstoffbilanz und Leistung unter Sauerstoffmangel	469
11.4	Verdauung	433		Prüfungsfragen	472
11.4.1	Kohlenhydrate	433			
11.4.2	Proteine/Peptide	434			
11.4.3	Fette	434			
11.5	Absorption	436			
11.5.1	Allgemeine Prinzipien	437			
11.5.1.1	Funktionelle Anatomie	437			
11.5.1.2	Epithelialer Salz- und Wasser- transport	437			
11.5.2	Resorption von NaCl, K ⁺ und Bicarbonat	440			
11.5.2.1	Dünndarm	440			
11.5.2.2	Kolon	440			
11.5.3	Diarrhö	443			
11.5.4	Absorption verschiedener Nährstoffe	443			
11.5.4.1	Zucker	444			
11.5.4.2	Aminosäuren	445			
11.5.4.3	Peptide	445			
11.5.4.4	Fette, fettlösliche Vitamine und Gallensäuren	445			
			13	Wärmehaushalt und Temperaturregulation	
				(F. W. Klußmann)	473
			13.1	Wärmehaushalt	473
			13.1.1	Wärmebildung und Wärmeleich- gewicht	473
			13.1.2	Körperkern und Körperschale	474
			13.1.3	Körpergröße und Wärmebildung . .	476
			13.1.4	Kältezittern und zitterfreie Wärmebildung	477
			13.1.5	Innerer Wärmetransport	478

13.1.6	Wärmeabstrom von der Körperoberfläche	478
13.2	Temperaturregulation	481
13.2.1	Regelsystem und Regelschema	481
13.2.2	Zyklische Änderungen der Körpertemperaturen und hormonelle Einflüsse	483
13.2.3	Temperaturakklimatisierung	484
13.2.3.1	Akklimatisierung an Kälte	484
13.2.3.2	Akklimatisierung an Wärme	485
13.2.4	Temperaturregulation bei Arbeit	486
13.2.5	Temperaturregulation des Neugeborenen und im Alter	487
13.2.6	Hypothermie und Hyperthermie	487
13.2.7	Temperaturregulation und andere Regelsysteme	488
13.2.8	Temperaturregulation und Klima	489
	Prüfungsfragen siehe Seite	510

14 Reproduktion

(E. Nieschlag, G. F. Weinbauer, T. G. Cooper, W. Wittkowski). 491

14.1	Extragonadale Wirkungen der Sexualsteroid	491
14.1.1	Östrogene	491
14.1.2	Progesteron	492
14.1.3	Testosteron	492
14.2	Gametogenese	492
14.2.1	Oogenese und Menstrualzyklus	492
14.2.2	Spermatogenese, Spermiogenese und Spermienreifung	498
14.3	Transfer der Spermatozoen in den weiblichen Genitaltrakt	500
14.4	Aszension der Spermien, Fertilisation und Implantation	501
14.5	Entwicklung des Embryos sowie Ausbildung von Embryonalhüllen und Plazenta	503
14.5.1	Entwicklung des Embryos	503
14.5.2	Embryonalhüllen und Fruchtwasser	503
14.5.3	Plazenta und fetoplazentare Einheit	504
14.5.4	Nabelschnur und fetaler Kreislauf	506
14.6	Entwicklung des Fetus	506
14.7	Geburt	508
14.8	Entwicklung des Neugeborenen	509
	Prüfungsfragen zum 13. und 14. Kapitel	510

15 Koordination spezieller Organfunktionen

15.1	Vegetatives Nervensystem (H. O. Handwerker, M. Koltzenburg).	511
15.1.1	Allgemeine Physiologie des vegetativen Nervensystems	511
15.1.1.1	Bauplan und Funktionsprinzipien	511
15.1.1.2	Funktionelle Entwicklung des vegetativen Nervensystems	515
15.1.1.3	Funktioneller Antagonismus von Sympathikus und Parasympathikus	516
15.1.1.4	Ganglionäre Organisation	516
15.1.1.5	Neurotransmitter des vegetativen Nervensystems	516
15.1.1.6	Autonome Kerngebiete des Gehirns	524
15.1.2	Spezielle Physiologie des vegetativen Nervensystems	527
15.1.2.1	Generalisierte Einflüsse auf das vegetative Nervensystem	527
15.1.2.2	Herz- und Kreislaufreflexe	528
15.1.2.3	Nahrungsaufnahme und Verdauung	532
15.1.2.4	Kontinenz und Entleerungsreflexe	535
15.1.3	Schädigungen des vegetativen Nervensystems	537

15.2	Physiologie der Hormone (F. Lang)	538
15.2.1	Einführung	538
15.2.2	Allgemeine Aspekte endokriner Regulation	539
15.2.2.1	Prinzipien hormoneller Regelkreise	539
15.2.2.2	Mechanismen intrazellulärer Transmission	540
15.2.2.3	Die Rolle von Hypothalamus und Hypophyse bei der Regulation endokriner Systeme	546
15.2.3	Beschreibung einzelner Hormone	547
15.2.3.1	Somatotropin	547
15.2.3.2	Thyroxin, Trijodthyronin	548
15.2.3.3	Insulin	549
15.2.3.4	Glucagon	551
15.2.3.5	Glucocorticosteroide	551
15.2.3.6	Aldosteron	553
15.2.3.7	Antidiuretisches Hormon	554
15.2.3.8	Natriuretische Faktoren	555
15.2.3.9	Parathyrin, Calcitriol und Calcitonin	555

Quellen- und Literaturverzeichnis	557
--	-----

Sachverzeichnis	560
----------------------------------	-----