

imppp

**INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE UND
PHARMAZEUTISCHE PRÜFUNGSFRAGEN**

Rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts • Mainz

IMPP-GEGENSTANDSKATALOG (IMPP-GK 1)

für den schriftlichen Teil des

ERSTEN ABSCHNITTS DER ÄRZTLICHEN PRÜFUNG

(ÄAppO vom 27. Juni 2002)

Teilkatalog „Physiologie“

Stand: Februar 2005



Die Vorgaben zum schriftlichen Teil des neuen Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung in der Approbationsordnung für Ärzte (ÄAppO) vom 27. Juni 2002 sind weitgehend denjenigen zum schriftlichen Teil der bisherigen Ärztlichen Vorprüfung in der zuletzt am 27. April 2002 geänderten ÄAppO vom 14. Juli 1987 nachgebildet. Bereits in der Ärztlichen Vorprüfung konzentrierte sich die Prüfung der naturwissenschaftlichen und theoretischen Grundlagen zunehmend in Verbindung mit klinischen Fragestellungen auf die medizinisch relevanten Ausbildungsinhalte (vgl. § 22 Abs. 3 ÄAppO vom 27. Juni 2002). Der Übergang vom schriftlichen Teil der Ärztlichen Vorprüfung zu dem des neuen Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung wird also ganz gezielt in harmonischer Anbindung erfolgen.

Ein wichtiger Schritt hierfür war die im Januar 2001 veröffentlichte 4. Auflage des IMPP-Gegenstandskatalogs (IMPP-GK) für den schriftlichen Teil der Ärztlichen Vorprüfung. Erstmals wurde der Katalog durch eine vierte (rechte) Spalte ergänzt. Sie enthält stichwortartig „Anwendungsbeispiele“, mit denen der in Spalte 3 detaillierte Prüfungsstoff in Beziehung steht. Es kann sich hierbei im engeren Sinn um Bezüge handeln, die hohe klinische Relevanz besitzen oder denen wegen ihres Modellcharakters besonderer didaktischer Wert zukommt. Die rechte Spalte folgt weder einer eigenen Systematik, noch wird Vollständigkeit angestrebt. Stattdessen könnte sie als Anregung dafür dienen, noch mehr als bisher über sinnvolle Schnittstellen zwischen den grundlagenwissenschaftlichen und späteren Ausbildungsabschnitten nachzudenken. Ein Eintrag in der rechten Spalte erweitert also nicht den Prüfungsstoff des entsprechenden Items. Der Sachverhalt kann aber an anderer Stelle in einem der Teile dieses IMPP-GK in den vorderen Spalten aufgeführt sein und somit beim dortigen Item zum Prüfungsstoff gehören.

Um jeglichem Missverständnis vorzubeugen, sei daher wiederholt: ***Der in Betracht kommende Prüfungsstoff findet sich in den Spalten eins bis drei des IMPP-Gegenstandskatalogs.***

Dessen ungeachtet können besonders wichtige Entwicklungen, wie sie in der lebendigen Wissenschaft ständig vor sich gehen, auch dann schon Prüfungsstoff sein, wenn sie dem Prüfungsstoffkatalog der Approbationsordnung für Ärzte zuzuordnen sind, im IMPP-GK aber noch nicht aufgeführt werden. Es sei deutlich darauf hingewiesen, dass Grundlage für den schriftlichen Teil des Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung allein der in der ÄAppO festgelegte Prüfungsstoff ist (Anlage 10 der neuen ÄAppO). Der IMPP-GK 1 ist als Erläuterung und Konkretisierung der dort in allgemeiner Form festgelegten Prüfungsthemen zu verstehen. Er ist damit als Hilfestellung sowohl bei der Prüfungsvorbereitung als auch bei der Gestaltung von Ausbildungsinhalten anzusehen und dient selbstverständlich auch als Richtschnur bei der Auswahl der schriftlichen Prüfungsthemen.

In Anlage 9 und 10 der neuen ÄAppO wird das Teilgebiet II nunmehr „Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie“ statt „Chemie für Mediziner und Biochemie“ genannt, um die Bedeutung der Molekularbiologie für die moderne Medizin zu unterstreichen. Im IMPP-GK 1 wurde die neue Bezeichnung für den Teilkatalog entsprechend übernommen. Eine weitere Änderung erübrigte sich. „Molekularbiologie und Zellbiologie“ war und ist die vierte von fünf Zwischenüberschriften im zugehörigen Teilkatalog. Außerdem heißt es in Anlage 10 der neuen ÄAppO im Teilgebiet III jetzt „Grundlagen der Humangenetik. Genetik“ statt bisher „Genetik“, um die Bedeutung der Humangenetik für die moderne Medizin zu unterstreichen. Im IMPP-GK-Teil „Biologie für Mediziner“ finden sich unverändert die Grundlagen der Humangenetik im Kapitel 2. Nur dessen Überschrift wurde von „Genetik“ in „Genetik / Grundlagen der Humangenetik“ geändert. Von einigen verbesserten Schreibweisen abgesehen erfolgten keine weiteren Änderungen.

Auch wenn der IMPP-GK vorerst praktisch unverändert bleibt, heißt dies nicht, dass der schriftliche Teil des neuen Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung derselbe wie der bisherige schriftliche Teil der Ärztlichen Vorprüfung bleiben wird. Eine harmonische Anbindung wird zwar erfolgen, aber die Fragestellungen in den Prüfungsaufgaben werden sich weiter verändern. In welche Richtung dies erfolgen wird, verdeutlicht der allgemeine Teil im „Prüfungsstoff für den Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung“ (Anlage 10 der ÄAppO vom 27. Juni 2002):

Prüfungsaufgaben zum Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung betreffen das medizinische Grundlagenwissen über die Körperfunktionen, insbesondere sind die naturwissenschaftlichen Fächer auf die medizinisch relevanten Inhalte auszurichten. Die Prüfungen schließen Aspekte ein, die die Verknüpfung dieses Grundlagenwissens mit klinischen Anteilen sichern, wie

- Methodik, Durchführung und Ergebnisse der körperlichen Untersuchung und weiterer diagnostischer Verfahren (z.B. diagnostische Eingriffe; laborgestützte, bildgebende, elektrophysiologische und andere apparative Diagnostik; grundlegende psychodiagnostische Ansätze),*
- therapeutische einschließlich pharmakotherapeutische Interventionen,*
- das Verständnis von Krankheitsentstehung, -bewältigung und -prävention,*
- die Gestaltung der Arzt-Patient-Beziehung.*

"PHYSIOLOGIE" (Inhaltsübersicht)

- 1 Allgemeine und Zellphysiologie, Zellerregung**
 - 1.1 Stoffmenge und Konzentration
 - 1.2 Osmose
 - 1.3 Stofftransport
 - 1.4 Zellorganisation und -beweglichkeit
 - 1.5 Elektrische Phänomene an Zellen
 - 1.6 Energetik s. GK Physik 2.4 und GK Biochemie 10
- 2 Blut und Immunsystem**
 - 2.1 Blut
 - 2.2 Erythrozyten
 - 2.3 Blutplasma
 - 2.4 Hämostase und Fibrinolyse
 - 2.5 Abwehrsystem und zelluläre Identität (Immunologie)
- 3 Herz**
 - 3.1 Elektrophysiologie des Herzens
 - 3.2 Mechanik des Herzens
 - 3.3 Ernährung des Herzens
 - 3.4 Steuerung der Herzstätigkeit
- 4 Blutkreislauf**
 - 4.1 Allgemeine Grundlagen
 - 4.2 Hochdrucksystem
 - 4.3 Niederdrucksystem
 - 4.4 Organdurchblutung
 - 4.5 Fetalen und placentaren Kreislauf s. 11.8 und 11.9
- 5 Atmung**
 - 5.1 Morphologische Grundlagen
 - 5.2 Nicht-respiratorische Lungenfunktion
 - 5.3 Physikalische Grundlagen
 - 5.4 Atemmechanik
 - 5.5 Lungenperfusion
 - 5.6 Gasaustausch in der Lunge
 - 5.7 Atemgastransport im Blut
 - 5.8 Atmungsregulation
 - 5.9 Atmung unter ungewöhnlichen Bedingungen
 - 5.10 Säure-Basen-Gleichgewicht und Pufferung
- 6 Arbeits- und Leistungsphysiologie**
 - 6.1 Allgemeine Grundlagen
 - 6.2 Organbeteiligung
 - 6.3 Erfassung von Leistung und Leistungsbeurteilung
- 7 Ernährung, Verdauungstrakt, Leber**
 - 7.1 Ernährung
 - 7.2 Motorik des Magen-Darm-Trakts
 - 7.3 Sekretion
 - 7.4 Aufschluss der Nahrung
 - 7.5 Absorption
 - 7.6 Integrative Steuerung der Magen-Darm-Funktion
- 8 Energie- und Wärmehaushalt**
 - 8.1 Energiehaushalt
 - 8.2 Wärmehaushalt und Temperaturregulation
- 9 Wasser- und Elektrolythaushalt, Nierenfunktion**
 - 9.1 Wasser- und Elektrolythaushalt

- 9.2 Niere
- 10 Hormonale Regulation**
 - 10.1 Grundlagen und Allgemeines
 - 10.2 Wasser- und Elektrolythaushalt
 - 10.3 Energiehaushalt und Wachstum
- 11 Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie**
 - 11.1 Geschlechtsfestlegung und Pubertät
 - 11.2 weibliche Sexualhormone
 - 11.3 Menstruationszyklus
 - 11.4 Androgene
 - 11.5 Gameten
 - 11.6 Kohabitation und Befruchtung
 - 11.7 Schwangerschaft
 - 11.8 Fetus
 - 11.9 Geburt
 - 11.10 Laktation
 - 11.11 Alter
- 12 Funktionsprinzipien des Nervensystems**
 - 12.1 Ionenkanäle s. 1.3.2
 - 12.2 Ruhemembranpotential s. 1.5.1
 - 12.3 Signalübertragung in Zellen
 - 12.4 Signalübertragung zwischen Zellen
 - 12.5 Signalverarbeitung im Nervensystem
 - 12.6. Funktionsprinzipien sensorischer Systeme
- 13 Muskulatur**
 - 13.1 Allgemeine Muskelphysiologie
 - 13.2 Quergestreifte Muskulatur
 - 13.3 Glatte Muskel
- 14 Vegetatives Nervensystem (VNS)**
 - 14.1 Morphologische Grundlagen, Entwicklung, Wachstumsfaktoren
 - 14.2 Zelluläre und molekulare Mechanismen der Signaltransduktion im VNS
 - 14.3 Funktionelle Organisation des VNS
- 15 Motorik**
 - 15.1 Programmierung der Willkürbewegung
 - 15.2 Motorische Repräsentation auf dem Kortex
 - 15.3. Efferente Projektion der motorischen Kortexes
 - 15.4 Neuronale Systeme des Rückenmarks
 - 15.5 Motorische Funktionen des Hirnstamms
 - 15.6 Basalganglien
 - 15.7 Zerebellum
 - 15.8 Integrale motorische Funktionen des Zentralnervensystems
 - 15.9. Störungen der Motorik
- 16 Somatoviszzerale Sensorik**
 - 16.1 Funktionelle und morphologische Grundlagen
 - 16.2 Tastsinn
 - 16.3 Temperatursinn
 - 16.4 Tiefensensibilität
 - 16.5 Viszerale Sensorik
 - 16.6 Nozizeption
- 17 Visuelles System**
 - 17.1 Dioptrischer Apparat
 - 17.2 Signalverarbeitung in der Retina
 - 17.3 Zentrale Repräsentation des visuellen Systems

"Physiologie"

- 17.4 Informationsverarbeitung in der Sehbahn
- 18 Auditorisches System**
 - 18.1 Physiologische Akustik
 - 18.2 Gehörgang und Mittelohr
 - 18.3 Innenohr
 - 18.4 Zentrale Hörbahn und kortikale Repräsentation
 - 18.5 Sprachbildung und Sprachverständnis
- 19 Chemische Sinne**
 - 19.1 Grundlagen der chemischen Sinne
 - 19.2 Geschmack
 - 19.3 Geruchssinn und trigeminaler chemischer Sinn
- 20 Integrative Leistungen des Zentralnervensystems**
 - 20.1 Allgemeine Physiologie und funktionelle Anatomie der Großhirnrinde
 - 20.2 Integrative Funktionen durch Interaktionen zwischen Hirnrinde und subkortikalen Hirnregionen

"PHYSIOLOGIE"

1	Allgemeine und Zellphysiologie, Zellerregung		
1.1	Stoffmenge und Konzentration (s.a. GK Physik 2.5)		
		Aktivität, Konzentration, Ionenstärke; relative Molekularmasse; pH-Wert, Molalität, Molarität, Fraktion, Partialdruck; Löslichkeitskoeffizient; Temperaturabhängigkeit	
1.2	Osmose		
		Osmolarität, Osmolalität, osmotischer und onkotischer Druck, Reflexionskoeffizient, Tonizität, Van't Hoff-Beziehung, Wasserkanäle	Ödementstehung, osmotische Diurese; Gewebeerträglichkeit von Lösungen
1.3	Stofftransport		
1.3.1	in und von Gasen und Flüssigkeiten	Diffusion (Ficksches Gesetz), Konvektion, Filtration, Gradient, Trieb"kräfte"	Störungen der Ventilation, Zirkulation, alveolären Gasdiffusion und kapillären Filtration
1.3.2	durch Membranen	Löslichkeit von Stoffen in Membranen; elektrisches, chemisches und elektrochemisches Potential (Trieb"kräfte"); Solvent drag; Permeabilität; Ionenleitfähigkeit; nichtionische Diffusion; Ionenkanäle und ihre Steuerung; Carrier-vermittelter Transport; passiver, primär-aktiver und sekundär-aktiver Transport; erleichterte "Diffusion" (Uniporter); gekoppelter Transport, Symporter, Antiporter; Endo- und Exozytose; vesikuläres Kompartiment	Toxizität lipophiler Stoffe; Ödem- und Aszitesentstehung; Dialyse; Störungen der Gasdiffusion, der renalen Resorption und der Blut-Hirnschranke; Hirnödeme; Durchfallursachen; Dumpingsyndrom; Carrierdefekte; Malabsorption; glomeruläre und tubuläre Proteinurie; Mukoviszidose; Muskelerkrankungen
1.3.3	intrazellulär	funktionelle Polarisierung von Zellen; Sorting; Vesikeltransport; Speicherung und Entspeicherung von Stoffen	Lipoproteinämien; Speicherkrankheiten; Zelltransformation; Allergien; Immundefekte, z.B. Chediak-Higashi-Syndrom; Nervenläsion und -regeneration
1.3.4	über Zellverbände	Para- und transzellulärer Transport; Gap junctions; Dichtheit von Zellverbänden, Schlussleisten und Desmosomen und deren Regulation; Interaktion zwischen Nerven- und Gliazellen sowie zwischen Endothel und glatten Muskelzellen; Blut-Hirn- und Blut-Liquorschranke	Hautverbrennungen; Entzündungen und Verätzungen von Ösophagus, Magen und Darm; Durchfallursachen; Arteriosklerose; Hirnödeme; Epilepsie; Hirntumoren; Entzündungen, z.B. Meningitis; Nekroseabgrenzung, z.B. Herzinfarkt
1.4	Zellorganisation und -beweglichkeit		
		funktionelle Kompartimentierung (z.B. Atmungskette, Proteinsynthese, Calciumspeicherung, saure Hydrolyse); Kommunikation in der Zelle, Botenstoffe (s.a. 1.3.3); Zellhomöostase (z.B. Volumen, pH-Wert); Zellmigration	Anoxie; Azidose/Alkalose; Apoptose; Nekrose; maligne Hyperthermie; Epithel- und Endothelreparatur; Tumormetastasierung

"Physiologie"

1.5	Elektrische Phänomene an Zellen		
1.5.1	Grundphänomene und -funktionen	Ionenverteilung intra-/extrazellulär, Ursachen und Funktion; Diffusionspotential; Membranpotential; elektrochemisches Gleichgewichtspotential (Nernst); Goldman-Gleichung; Membrankapazität und -widerstand; Ohm-Gesetz; Ionenkanäle (Leitfähigkeit; Offenwahrscheinlichkeit); transzelluläres (z.B. transepitheliales) Potential; elektrogener und elektroneutraler Transport	Anoxie, Energiemangel; lokale und zentrale Anästhesie; Muskelrelaxantien; Toxine; Demyelinisierung u.a. Nervenschädigungen; Epilepsie; hypoglykämisches Koma u.a. Bewusstseinsstörungen; Nierenversagen, Diuretikawirkungen; Störungen des Elektrolythaushalts; Herzrhythmusstörungen, Stromunfälle, Defibrillation; Tetanie; Myotonien; Muskeldystrophien; Myasthenien; Spastik
1.5.2	Funktion erregbarer Zellen	s. 3.1, 12.1-3 und 13.3	
1.6	Energetik s. GK Physik 2.4 und GK Biochemie 10		
2	<u>Blut und Immunsystem</u>		
2.1	Blut		
		Volumen (Normalwerte, Bestimmung, Regulation), Bestandteile	Hypo-, Hypervolämie, Schockprophylaxe
2.2	Erythrozyten		
		Konzentration, Hämatokrit; Form und Verformbarkeit (insbes. Zytoskelett); Hämoglobingehalt. Regulation der Bildung (z.B. Hypoxie, Erythropoietin), Lebensdauer, Abbau; funktionelle Besonderheiten von Membran und Stoffwechsel; Blutsenkungsgeschwindigkeit; Hämolyse; Grundzüge der Anämien (z.B. hypo-, normo-, hyperchrome; Eisenmangel); Blutgruppen (s.a. 2.5.5)	Tumor-, Entzündungsdiagnostik; Anämien; Bluttransfusion; Hämorrhagien; myeloproliferative Erkrankungen; Hämolyse (z.B. mechanisch, toxisch); chronische Höhenkrankheit
2.3	Blutplasma		
2.3.1	Transportfunktion	für Wärme, Hormone, Substrate, O ₂ , Stoffwechselprodukte; Lipoproteine	
2.3.2	niedermolekulare Bestandteile	wichtige Bestandteile (z.B. anorganische Ionen, Glucose, Harnstoff, Kreatinin); Konzentrationen von Ionen und Nichtelektrolyten (z.B. Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Cl ⁻ , H ⁺ , HCO ₃ ⁻ , Glucose); Osmolalität des Plasmas	Elektrolytstörungen (Auswirkungen z.B. auf Herz, Knochenstoffwechsel, ZNS), Niereninsuffizienz; nephrotisches Syndrom; Leberzirrhose; Aszites; Plasmozytom
2.3.3	Plasmaproteine	Proteinfractionen; Normalbereich der Konzentrationen von Gesamtprotein und Albumin; Funktion der Plasmaproteine (u.a. Stofftransport, humorale Abwehr, Gerinnung, onkotischer Druck); pathophysiologische Grundlagen von Hypo- und Hyperproteinämie	Ödeme, Tetanie, Proteinverlust, z.B. Leber-, Nierenkrankheiten, Hungerödeme, Aszites, Plasmozytom

"Physiologie"

2.4	Hämostase und Fibrinolyse		
2.4.1	Thrombozyten	Konzentration, Bildung (z.B. Thrombopoietin); Funktion (Aktivierung, Sekretion, Formänderung, Adhäsion, Aggregation, Inhaltstoffe)	Thrombozytopenie, Thrombozytopathien, Thrombasthenien
2.4.2	Hämostase	primäre Hämostase (Thrombozytenpfropf); Gerinnungskaskade (Aktivierungs-, Koagulations- und Retraktionsphase; exogene und endogene Aktivierung, Gerinnungsfaktoren, Rolle von Ca^{2+}); Hemmstoffe der Blutgerinnung in vivo und in vitro; Grundzüge der Prüfmethode der Blutstillung (Blutungszeit) und der Blutgerinnung (z.B. Quick-Wert, PTT); Grundzüge der Ursachen von Thrombosen und von Störungen der Blutstillung	hämorrhagische Diathese, Koagulopathien, Hämophilien, Thromboseprophylaxe, disseminierte intravasale Gerinnung; klinische Diagnostik; Therapie angeborener Gerinnungsstörungen
2.4.3	Fibrinolyse	Ablauf der Fibrinolyse, Aktivierung und Hemmung	Infarktbehandlung, Thrombolyse
2.5	Abwehrsystem und zelluläre Identität (Immunologie)		
2.5.1	Leukozyten	Typen, Bildung und Prägung (Lymphozyten), Kompartimentierung, Lebensdauer, Konzentration. Eigenschaften (z.B. Chemotaxis, Migration, Phagozytose, Sekretion)	Entzündungsreaktionen, Leukämien, Sepsis; Allergien; Immunsuppression; Autoimmunerkrankungen; Immundefekte (z.B. AIDS); Transplantation; Organabstoßung; antiinflammatorische Medikamente
2.5.2	unspezifische Abwehr	bakterizide und antivirale Stoffe (Lysozym, C-reaktives Protein, Interferone, reaktive Sauerstoff-Metabolite); Opsonisierung; Komplementsystem (Komponenten, Aktivierungswege); natürliche Killerzellen; Grundzüge der Apoptose	
2.5.3	spezifische Abwehr	Antigen, Antikörper; Oberflächenrezeptoren, Aktivierung der Makrophagen, Rolle und Aktivierung der T-Zelltypen und der B-Lymphozyten; Antigenpräsentation, Rolle von Makrophagen, B-Zellen und Langerhanszellen; Rolle der HLA- (=MHC-)Proteine; B-Zell-/T-Zell-Kooperation: Plasmazellen, Immunglobuline und Unterklassen, klonale Expansion und Differenzierung, Gedächtniszellen; aktive und passive Immunisierung	
2.5.4	Entzündungsreaktionen	beteiligte Zellen, Entzündungsmediatoren, Chemotaxis, Margination, Diapedese; Grundzüge von Überempfindlichkeitsreaktionen	

"Physiologie"

2.5.5	Blutgruppen	Vorkommen, Erbgang, Antigene, Antikörper, Bestimmungsmethoden (AB0- und Rh-System); Blutgruppen und Schwangerschaft (Rh-Inkompatibilität, Rh-Prophylaxe)	Bluttransfusion; Rh-Inkompatibilität
3	Herz		
3.1	Elektrophysiologie des Herzens		
3.1.1	spezielle Elektrophysiologie des Myokards	Ruhe- und Aktionspotential: Ionenkanäle (insbes. für Na ⁺ , K ⁺ und Ca ²⁺), Permeabilitätsänderungen, Ionenströme, Einfluss von Vagus und Sympathikus; Refraktärphasen, vulnerable Phase; Ionenpumpen in den Membranen: Na ⁺ /K ⁺ -ATPase, Na ⁺ /Ca ²⁺ -Austauscher, Ca ²⁺ -ATPasen; Grundzüge der Folgen von Anoxie und Elektrolytstörungen (z.B. Hypo- und Hyperkaliämie und -kalzämie)	Herzrhythmusstörungen bei Ionenverschiebungen, kardioplege Lösung; Hypoxie, Azidose; Vorhof- und Kammerflimmern, Stromunfälle
3.1.2	Erregungs- bildungs- und -leitungssystem	Lokalisation und funktionelle Bedeutung der einzelnen Abschnitte, Schrittmacher- und Aktionspotentiale in verschiedenen Herzabschnitten (insbes. Ein- und Auswärtsströme für Na ⁺ und Ca ²⁺), aktueller und potentieller Schrittmacher, Sinusrhythmus; chronotrope Effekte; Wirkung der Herznerven; Erregungsausbreitung (funktionelles Syncytium durch Gap junctions, Alles-oder-Nichts-Gesetz, transversales tubuläres System), Bedeutung des AV-Knotens, Purkinje-Fasern als Frequenzfilter; Dromotropie	Rhythmusstörungen: ektopische Erregungsbildung, Ersatzrhythmen (z.B. AV-Rhythmus, Kammereigenrhythmus), Adams-Stokes-Anfall; Extrasystolie (supraventrikulär, nodal, ventrikulär), Blockbildung (AV-Knoten, Kammerschenkel), bradykarde und tachykarde Störungen; Reentry der Erregung, Defibrillation, künstliche Schrittmacher; Herzhypertrophie; Durchblutungsstörungen
3.1.3	elektromechanische Koppelung	Calcium und Kontraktionssteuerung: Calciumspeicherung und -freisetzung (Speicherorgane), Calciumkanäle: Dihydropyridin- und Ryanodinempfindliche Kanäle, Bedeutung der cholinergen und adrenergen Rezeptoren, Steuerfunktion der Second messenger (s.a. 12.4.6), Bedeutung der Na ⁺ /K ⁺ -ATPase; Inotropie (auch Frequenzinotropie); Mechanismus und Steuerung der Calciumelimination; Sensitivierung der Myofilamente	Grundzüge der Therapie der Herzinsuffizienz (z.B. Herzglykoside, Calciumkanal-Antagonisten, Beta-blocker)
3.1.4	Elektrokardiographie (EKG)	Potentialentstehung, Bedeutung der Wellen, Zacken, Segmente und Intervalle; Ableitungsformen (bipolar und unipolar, Extremitäten- und Brustwandableitungen); Cabrera-Kreis, Vektorbetrachtung und Lagetypen;	diagnostische Grundlagen (Störungen von Erregungsbildung und -ausbreitung), Beurteilung der Lage der elektrischen Herzachse (Links-/ Rechtshypertrophie, Schenkelblock), Arrhythmien, myokardiale Ischämie,

"Physiologie"

		Grundzüge der Diagnostik (typische Rhythmus-/Leitungs-Störungen)	Elektrolytstörungen, Kammerflimmern
3.2	Mechanik des Herzens		
3.2.1	Grundlagen der Muskelkontraktion (s.a. 13.1.1)	beteiligte Myofilamente, Mechanismen der Kraftgenerierung, Dehnungseinflüsse, Herzgröße und Myokardspannung (Laplace), Einfluss des Perikards	Kompensation und Dekompensation der Herzleistung, Herzinsuffizienz, Remodeling des Myokards, Kardiomyopathien, Herzdilatation, Herzhypertrophie, kritisches Herzgewicht
3.2.2	Herzklappen	Bau und Funktion von Taschen- und Segelklappen, Öffnungs- und Schließungsmechanismen, Klappenöffnungsflächen; Herztöne, Auskultationsorte, Phonokardiographie; typische Klappenfehler und ihre hämodynamischen Auswirkungen	Endokarditis, Klappengeräusche, Stenose und Insuffizienz, operativer Klappenersatz; intrakardiale Thrombenbildung, arterielle Embolien; Dyspnoe, Lungenödem; Herzhypertrophie
3.2.3	Herzzyklus	Aktionsphasen, Einfluss der Herzfrequenz; Druck- und Volumenänderungen in Systole und Diastole, maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit, Herzspitzenstoß, Arbeitsdiagramm, Restvolumen und Ejektionsfraktion, Perkussion und Auskultation; Druck-Volumen- und Beschleunigungsarbeit, Herzleistung; funktionelle Unterschiede rechtes/linkes Herz; Echokardiographie	Herztätigkeit bei Druck- und Volumenbelastung, Auswirkungen von Herzinfarkten, kardiogener Schock; paroxysmale Tachykardie; Herzkathetermessungen; Darstellung von Myokardwand- und Herzklappenbewegungen
3.2.4	Füllung des Herzens	Norm- und Maximalwerte von Schlag- und Zeitvolumen, Frequenzabhängigkeit, Messmethoden; venöser Rückstrom, zentralvenöser Druck, Bedeutung der Vorhofkontraktion, Preload, Ventilebenenmechanismus; Herzfunktionskurve (Starling-Kurve); Einfluss von Atmung und Körperhaltung; hämodynamische Folgen von Klappen- und Septumdefekten; Doppler-Sonographie	Arbeitsumstellung, Rechtsherz- und Linksherzinsuffizienz, Herzdilatation, Kardiomyopathien, Klappenfehler und Herzleistung; Perikarderguss, Perikardtamponade, Perikarditis; Ventrikelseptumdefekte; Wanddeformationen nach Infarkten, Lokalisation von Septumdefekten und Klappenregurgitationen
3.3	Ernährung des Herzens		
3.3.1	Koronardurchblutung	Zeitverlauf der Strömung im Herzzyklus, Unterschiede epikardiale, endokardnahe Arterienabschnitte und Koronarsinus; Messmethoden; Bedarfsanpassung durch lokalchemische (metabolische), neurohumorale und endotheliale Mechanismen; Regulationsbreite, Koronarreserve; medikamentöse Beeinflussung; arterio-venöse Sauerstoffdifferenz, Sauerstoff-Extraktionsrate und myokardialer Sauerstoffverbrauch	Arteriosklerose, koronare Herzkrankheit, Koronarinsuffizienz (therapeutische Grundzüge der pharmakologischen Beeinflussung, Balldilatation, Bypass, Angiokardiographie), Angina pectoris, Prinzmetal-Angina, Herzinfarkt (typische EKG-Veränderungen, Plasmaenzyme), Rhythmusstörungen
3.3.2	Energieumsatz	Substrate und deren Umsatz, Sauerstoffverbrauch, ATP-Resynthese,	Myokardischämie, Gewebsazidose, Myokardschaden, Reperfusion,

"Physiologie"

		Energieverbrauch und Koronardurchblutung	Wiederbelebung
3.4	Steuerung der Herztätigkeit		
3.4.1	Frank-Starling-Mechanismus	Abstimmen der Förderleistung beider Herzhälften; Preload, Afterload und Anpassung an Volumen- und Druckbelastung, Auswirkungen von Klappenfehlern, Shuntvitien; Dehnung und Wandspannung (Laplace); endsystolisches Restvolumen; zentrales Blutvolumen; Orthostase	zentraler Venendruck, Hypovolämie, Orthostaseprobleme, typische Körperhaltung der Herzkranken, Hypertonie; Herzdilatation, Lungenödem bei Linksherzversagen; Formen und Grundzüge der Therapie bei Herzinsuffizienz, Herztransplantation
3.4.2	Herznerven	efferente Herznerven (Adrenozeptoren, Cholinozeptoren, s.a. 14): Steuerung von Schlagfrequenz, Kontraktionskraft und Erschlaffungsgeschwindigkeit, Kontraktilität des Herzens; afferente Herznerven: Dehnungs-, Spannungs-, Volumen- und Schmerzrezeptoren	Trainingsbradykardie; Tachykardien; reflektorischer Herzstillstand (z.B. KO-Schlag); Änderung der Dichte der β_1 -Adrenozeptoren bei Herzinsuffizienz; Therapie der Herzinsuffizienz
3.4.3	Funktionsabhängige Anpassung	Arbeit, Atmung, Stress, Sport, Körperlage, Emotionen; Ursache und Formen der Herzhypertrophie; Reflexe (intrakardiale und extrakardiale Rezeptoren für Dehnung und Spannung); atrialer natriuretischer Faktor (Atriopeptin); Besonderheiten des fetalen Herzens	respiratorische Arrhythmie; Arbeitsumstellung; Körperhaltung, Volumenbelastung des Herzens und Diurese; sportmedizinische, arbeitsmedizinische und schulmedizinische Aspekte, Herzhypertrophie ("Sportlerherz"), Rehabilitation
4	Blutkreislauf		
4.1	Allgemeine Grundlagen		
4.1.1	physikalische Gesetzmäßigkeiten (s.a. GK Physik 2.9)	Gesetze nach Ohm, Hagen-Poiseuille, Laplace, Kirchhoff, Starling; Strömungskontinuität; Zusammenhänge zwischen Druck, Stromstärke, Strömungswiderstand, Strömungsgeschwindigkeit, Strombahnquerschnitt, (scheinbarer) Viskosität; Wandspannung in Hohlorganen; Stagnationsdruck	Wandveränderungen der Gefäße, Stenosen, Dilatationen, Aneurismen, Shuntbildung, Thrombosen, Embolien
4.1.2	funktionelle Abschnitte	Hochdruck- und Niederdrucksystem, Aorta und Arterien als Druckspeicher, Arteriolen als Widerstandsgefäße, Kapillaren als Austauschgefäße, Venolen und Venen als Kapazitätsgefäße; Bedeutung des intrathorakalen Blutvolumens, Blutverteilung bei Änderung der Körperlage, hydrostatische Einflüsse	hämodynamische Auswirkungen von Thrombosen und Embolien in Arterien und Venen, Bypassoperationen, Gefäßprothesen, orthostatischer Kollaps
4.1.3	Druck	intravasale Drücke, Druckverlauf entlang der Gefäße, Druckpulse und Pulswellengeschwindigkeiten in Arterien und Venen, arterielle Blutdruckamplitude; Volumenelastizität, Wanddeh-	Katheterisierung von Arterien und Venen; Varizen, Lungenembolie, Stenosen, Steal-Syndrom; pulmonale Hypertension, Arteriosklerose

"Physiologie"

		nung, transmuraler Druck, hydrostatische Einflüsse; Messmethoden	
4.1.4	Strömung	Stromstärke und Strömungsgeschwindigkeit in verschiedenen Kreislaufabschnitten, Messmethoden (u.a. Thermodilution, Doppler-Sonographie); Strompuls; Fließeigenschaften des Blutes (z.B. Fahraeus-Lindqvist-Effekt), laminare und turbulente Strömung, Blutviskosität	Ursache, Erfassung und Lokalisation von Durchblutungsstörungen, Gefäßverschlüsse (u.a. Embolie, Thrombose), Ausbildung von Kollateralsystemen; Arteriosklerose und Risikofaktoren, Aneurismenbildung; Schockprophylaxe
4.1.5	Strömungswiderstand	Totaler peripherer Widerstand, druckpassives Durchmesserhalten, Autoregulation, lokal-chemische Reaktionen, neurogene Regulation, Dichte von α - und β -Adrenozeptoren in verschiedenen Gefäßabschnitten. Einfluss der Blutviskosität; vasomotorische Endothelfunktionen (z.B. NO), Hormonwirkungen, myogener Gefäßtonus, Regulation der Blutverteilung in den einzelnen Organen, Bedarfsanpassung der Durchblutung	Reaktionen auf Entzündungen, Diabetes, Gefäßspasmen; Widerstandshochdruck, Blutviskosität und Hämatokrit; Grundlagen der Schockprophylaxe; Hämodilution, chronische Höhenanpassung; Ischämie und Reperfusionsschaden, Endothelfunktionsstörungen und deren Therapie
4.1.6	Blutvolumen (s.a. 1.3.4 und 2.1)	Messmethoden; Verteilung auf verschiedene Abschnitte des Gefäßsystems in Ruhe und bei Arbeitsbelastung; Hämatokrit, Wirkung von Erythropoietin; Regulationsmechanismen: kardiale Rezeptoren, Adiuretin, Atriopeptin, Osmorezeptoren; Durst, Einflüsse von Temperatur und körperlicher Arbeit	Volumenhochdruck, Nykturie, Ödeme; Substitution bei Volumenmangel und Schock; Dehydratation und Hyperhydratation
4.1.7	Stoffaustausch (s.a. 1.3.4)	Endothelbarriere (Besonderheit: Blut-Hirn-Schranke), hydrostatischer und kolloid-osmotischer Druck, Lymphbildung und -abfluss; Grundlagen der Ödementstehung	Abflussbehinderung (Stauung, Aszites), tumorbedingte Ödeme, Hungerödeme, Bilharziose, Insektenstich, Lungenödem; anaphylaktische Reaktionen, Entzündungsreaktionen, arteriosklerotische Veränderungen
4.2	Hochdrucksystem		
4.2.1	arterieller Blutdruck	systolischer und diastolischer Blutdruck, Messmethoden (Riva-Rocci, Korotkoff, Herzkatheter), Abhängigkeit von Alter, Trainingszustand und körperlicher Leistung; Mitteldruck und treibende Kraft der Blutströmung, hydrostatische Einflüsse; Windkesselfunktion, zentraler und peripherer Druckpuls, Pulswellengeschwindigkeit in zentralen und peripheren Arterien	Seitenunterschiede rechter/linker Arm; Querschnittseinengung (z.B. Thromboembolie, Aortenisthmusstenose), Steal-Syndrom
4.2.2	Blutdruckregulation	zentralnervöse und hormonelle Steuerung; Kreislaufreflexe (Baro-, Dehnungs-, Chemorezeptoren, Lokalisa-	Ursachen, Formen und Folgen der Hypertonie, Phäochromozytom, Conn-Syndrom, Cushing-Syndrom;

"Physiologie"

		tion im arteriellen und venösen Gefäßgebiet, Adaptationsverhalten), Orthostase; Renin-Angiotensin-Aldosteron-System; Blutdruckrhythmik; Reaktionen auf Volumenbelastung, Muskularbeit, Körperhaltung, emotionale Belastung; Altersabhängigkeit der Blutdruckhöhe; Funktionsprüfung der Regulationsfähigkeit, Normotonie, Grundzüge und Auswirkungen von Hypotonie und Hypertonie, verschiedene Schockformen, Kreislaufkollaps	Hypertoniebehandlung: (z.B. ACE-Hemmer, Betablocker, Calciumkanal-Antagonisten, natriumarme Ernährung); Übergewicht und Blutdruck; Einfluß der Antikonzeptiva; Hypotonie und Orthostase; Formen und Therapien des Kreislaufschocks; Zentralisation des Kreislaufs, Multiorganversagen
4.3	Niederdrucksystem		
4.3.1	venöser Blutdruck	Venen als Kapazitätsgefäße, venöser Rückstrom und Herzzeitvolumen, zentraler Venendruck, Einfluss von z.B. Atemphasen, hydrostatischen Effekten, Muskelpumpe, Venentonus; Messmethoden für Druck und Strömung	Venenklappeninsuffizienz (Varizen), mangelhafter Venentonus, orthostatischer Kollaps; Varikosis, Thrombose, Thrombolyse
4.3.2	intrathorakale Abschnitte	Druckschwankungen im rechten Herzen, A. und Vv. pulmonales, Messmethoden, Druckverhalten bei Änderungen der Förderleistung des Herzens, Beziehung zwischen Venendruck und Blutvolumen; zentrales (intrathorakales) Blutvolumen; Regulation des Blutvolumens (venöse und kardiale Volumenrezeptoren, Adiuretin, Atriopeptin), Durst	pulmonaler Hochdruck, Lungenstauung, Lungenödem; Störungen der Segelklappen und der Pulmonalisklappe; Cor pulmonale; Lungenembolie; Rechtsherzinsuffizienz (periphere Ödeme, Nykturie); Hypovolämie, hypovolämischer Kollaps, Blutersatz, Hypertransfusion
4.4	Organdurchblutung		
4.4.1	Grundmechanismen (s.a. 4.1.4)	Vasokonstriktion und -dilatation, druckpassives Durchmesserverhalten; Regulation lokal, neurogen, humoral, Autoregulation, Bedarfsanpassung, Beziehung zwischen Durchblutung und Organleistung; Durchblutungsreserve; Anteil der spezifischen Organdurchblutung am Herzzeitvolumen; metabolische und reaktive Hyperämie	Vaskulitis, Thrombangitis obliterans; Raynaud-Phänomen; "Raucherbein"; Endothelfunktionsstörungen
4.4.2	Lunge	s. 5.5	
4.4.3	Gehirn	funktionsabhängige Durchblutung der Hirnabschnitte, Hirndurchblutung und Leistungsfähigkeit, Korrelation neuronale Tätigkeit und Durchblutung; autoregulatorisches Verhalten, neurogene und metabolische Einflüsse; Messung der Hirndurchblutung	Schlaganfall, Hirndruck, Hirntod; Migräne; epidurales Hämatom, Hirnblutungen
4.4.4	Niere	s. 9.2.2	
4.4.5	Haut	neuronale und lokale Regulation der Hautdurchblutung, regionale Unterschiede; emotionale Einflüsse; Schweißsekretion, Einfluss auf die	Akrozyanose; Erfrierungen, Verbrennungen; Akklimatisation; perkutane Aufnahme von Arzneimitteln

"Physiologie"

		Wärmeabgabe (s.a. 8.2); Fieber; Hyperthermie, Hitzekollaps	
4.4.6	Herz	s. 3.3.1	
4.4.7	Skelettmuskel (s.a. 6.2.4)	Durchblutungsregulation in Ruhe und bei körperlicher Arbeit, Einfluss der Muskelkontraktion, neurogene und lokal-chemische Regulationsmechanismen; Muskelpumpe; Muskeldurchblutung und körperliche Leistungsfähigkeit	Claudicatio intermittens, Varizen, arterielle Embolien
4.4.8	Splanchnikusgebiet	Besonderheiten des Portalkreislaufes; autoregulatorisches Verhalten in Darm und Leber, Beziehung zwischen Verdauung und Durchblutung; Nahrungsaufnahme, Darmdurchblutung und körperliche Leistungsfähigkeit	Alkoholschädigung, Hepatitis, Leberzirrhose, portale Hypertension, Ascites, Ösophagusvarizen, hepatische Enzephalopathie, Störungen des Gerinnungsstatus
4.5	Fetaler und plazentarer Kreislauf s. 11.7 und 11.8		
5	<u>Atmung</u>		
5.1	Morphologische Grundlagen (s.a. GK Anatomie 7.2)		
		Bronchialbaum, Aufbau der Bronchialwand, alveoläre Blut-Gas-Barriere; Zellen des Atemtraktes; bronchiale und pulmonale Blutgefäße; Pleuraspalt	Pneumothorax, Tumore der Lunge
5.2	Nicht-respiratorische Lungenfunktion		
		unspezifische Abwehr: Flimmerepithel, Bronchialschleim, Alveolarmakrophagen; spezifische Abwehr: Antikörper des Bronchialsekrets	Bronchitis, Asthma bronchiale
5.3	Physikalische Grundlagen (s.a. 1, GK Physik 4.3)		
		ideales Gasgesetz, Gasgemische: Fraktion und Partialdruck der Komponenten, Wasserdampf; Volumenmessbedingungen (ATPS, BTPS, STPD); Zusammensetzung der atmosphärischen Luft; Luftdruck und Höhe; Löslichkeit und Diffusion von Gasen in Flüssigkeiten	Lungenfunktionsdiagnostik; Tauchunfälle; Caisson-Krankheit
5.4	Atemmechanik		
5.4.1	Lungenvolumina und Statik des Atemapparates	Lungenvolumina und ihre Messung (z.B. Spirometrie); Normalwerte. Druck-Volumen-Beziehung von Lunge und Thorax; Zusammenhang zwischen Alveolardruck und Pleuradruck; Elastizität der Lunge; Compliance; Oberflächenkräfte in der Lunge, Surfactant (Laplace-Beziehung); Surfactantmangel	restriktive Lungenerkrankungen; Ankylose; künstliche Beatmung; Atemnotsyndrom des Neugeborenen
5.4.2	Dynamik des Atemapparates	Atemmuskeln, Wirkungsweise bei Ruheatmung und maximaler Kraftentfaltung (Valsalva-, Müller-Manöver);	obstruktive Atemwegserkrankungen (z.B. Asthma, chronische Bronchitis, Mukoviszidose); restriktive Ventila-

"Physiologie"

		Atemwegswiderstand, nervale Beeinflussung; Zusammenhang zwischen Atemstromstärke, Alveolardruck, Pleuradruck bei ruhiger und forcierter Atmung; forcierte Expiration (Tiffeneau-Test); Atemgrenzwert; Grundzüge obstruktiver und restriktiver Ventilationsstörungen	tionsstörungen (z.B. Lungenfibrose); künstliche Beatmung
5.5	Lungenperfusion		
		intravasale, perivaskuläre Drücke, Gefäßweite; Strömungswiderstand, passive, aktive Beeinflussung (z.B. hypoxische pulmonale Vasokonstriktion); regionale Unterschiede der Perfusion	pulmonale Hypertonie; Rechtsherzbelastung; Lungenödem
5.6	Gasaustausch in der Lunge		
5.6.1	O ₂ - Aufnahme, CO ₂ - Abgabe	Messverfahren, Normalbereiche in Ruhe und Maximalwerte (z.B. bei körperlicher Arbeit); respiratorischer Quotient (z.B. Lungen-RQ, Stoffwechsel-RQ)	Ventilationsüberwachung
5.6.2	Ventilation	Atemzugvolumen, Atemfrequenz, Atemzeitvolumen; Totraum (z.B. anatomischer, alveolärer, physiologischer), Totraumventilation; alveoläre Ventilation; Hyper-, Hypoventilation; Partialdrücke von O ₂ und CO ₂ im Expirations- und Alveolargas; Bestimmungsmethoden und Normalbereiche	Ventilationsstörungen (zentral, Erkrankungen der Atemmuskulatur, Einschränkung der Thoraxbeweglichkeit); respiratorische Azidose und Alkalose
5.6.3	Diffusion	Diffusionskapazität der Lunge; Bestimmung (z.B. für CO); Grundzüge von alveolären Diffusionsstörungen	Lungenemphysem, α_1 -Proteinase-Inhibitor-Mangel, Lungenfibrose, Pneumothorax, interstitielles Lungenödem
5.6.4	Verteilung	Bedeutung ungleichmäßiger Verteilung von Lungen-Ventilation und -Perfusion für die O ₂ -Aufnahme und CO ₂ -Abgabe; Grundzüge von Verteilungsstörungen und der Differentialdiagnose einer arteriellen Hypoxämie	restriktive, obstruktive Ventilationsstörungen, Atelektase; arterielle Hypoxämie; zentrale Zyanose; Hypo-, Hyperkapnie; Lungenödem
5.7	Atemgastransport im Blut		
5.7.1	O ₂	physikalische Lösung und chemische Anlagerung an Hämoglobin (Hb); O ₂ -Konzentration, -Sättigung, -Partialdruck, O ₂ -Bindungskurve; Messmethoden und Normalbereiche im arteriellen und gemischt-venösen Blut; Beeinflussung der O ₂ -Anlagerung an Hb (z.B. pH, CO ₂ , 2,3-Bisphosphoglycerat, Temperatur); unterschiedliche Hämoglobine (z.B.	Methämoglobinämie; Vergiftungen (z.B. CO, Cyanat); Anämien bei gestörtem Hb (z.B. Thalassämie, Sichelzellanämie)

"Physiologie"

		HbA, HbF); inaktives Hämoglobin (z.B. MetHb, HbCO).	
5.7.2	CO ₂	physikalische Lösung und chemische Bindung als HCO ₃ ⁻ und Carbamat; Konzentration und Partialdruck von CO ₂ (CO ₂ -Bindungskurve); Messmethoden und Normalbereiche im arteriellen und gemischt-venösen Blut; ionale Austauschvorgänge an der Erythrozytenmembran (z.B. HCO ₃ ⁻ /Cl ⁻ -Austausch, Carboanhydrase)	Störungen des Säure-Basenhaushaltes; Hyperkapnie; Erstickung; Asphyxie
5.7.3	Wechselwirkung zwischen O ₂ - und CO ₂ -Bindung	O ₂ -Sättigung und CO ₂ -Anlagerung an Hämoglobin (Bohr-Haldane-Effekt); Wechselspiel zwischen O ₂ - und CO ₂ -Austausch in Lunge und Geweben	
5.8	Atmungsregulation		
5.8.1	Atemzentren, Atemreize	medulläre Atemzentren; rückgekoppelte Atemreize (Lungendehnungsrezeptoren, periphere und zentrale Chemorezeption); nicht-rückgekoppelte Atemreize (z.B. willkürliche Beeinflussung der Atmung, Einflüsse von Temperatur- und Schmerzrezeptoren); Ventilation bei Arbeit	chronische Ateminsuffizienz; Vergiftung (z.B. Barbiturat); Schlafapnoe; Dyspnoe; O ₂ -Beatmung
5.8.2	Formen normaler und veränderter Atmung	Normo-, Hyper- und Hypoventilation; Eu-, Hyper- und Hypopnoe, Tachypnoe, Apnoe; Dyspnoe, Orthopnoe; pathologische Atmungsformen (z.B. Kussmaul, Cheyne-Stokes, Biot, Schnappatmung)	metabolische Azidose (z.B. Coma diabeticum); zerebrale Mangeldurchblutung; Hirnstammläsionen
5.9	Atmung unter ungewöhnlichen Bedingungen		
		Grundzüge der Höhenatmung; Hyperventilation, respiratorische Alkalose (s.a. 5.10.4); Akklimatisation (z.B. Polyglobulie); Grenzen der Höhentoleranz (z.B. hypokapnische Vasokonstriktion der Hirngefäße); Grundzüge des Tauchens; Tauchen mit Schnorchel (Grenzen aktiver Inspiration); Tauchen mit komprimierten Gasen (z.B. Gefahr der O ₂ -Vergiftung, Inertgasnarkose, Dekompressionskrankheit)	Höhenkrankheit (Höhen-Lungenödem [HAPE]); Tauchunfälle; Störungen durch Hyperoxie (z.B. Entzündung der Atemwege, Krampfanfälle)
5.10	Säure-Basen-Gleichgewicht und Pufferung		
5.10.1	Pufferung und H ⁺ -Ionen	pH-Wert; biologische Puffersysteme, Pufferkapazität; Henderson-Hasselbalch-Gleichung	respiratorische und metabolische Alkalose (z.B. Hypokaliämie, chronisches Erbrechen, Hyperaldosteronismus,
5.10.2	Pufferung und CO ₂ -	Besonderheiten des HCO ₃ ⁻ /CO ₂ -Puffersystems (Pufferung im	Hypoparathyreoidismus); respira-

"Physiologie"

	Austausch	geschlossenen und offenen System); Pufferung bei Veränderung des P_{CO_2} ; $HCO_3^-/pH/P_{CO_2}$ -Diagramm	torische und metabolische Azidosen (z.B. Hyperkaliämie, Niereninsuffizienz, renale Azidose, Diabetes mellitus, chronische Diarrhö); therapeutische Korrektur durch Blutersatz; künstliche Beatmung; Störungen des Knochenstoffwechsels
5.10.3	Säure-Basen-Haushalt	Bilanz von Säuren und Basen im Stoffwechsel, Zusammenhang mit Ernährung; Bedeutung von Leber und Niere für ihre Ausscheidung; Beurteilung des Säure-Basen-Status im Blut (z.B. pH, P_{CO_2}, HCO_3^- im arteriellen Plasma, Standard-Bicarbonat, Basenüberschuss); Bestimmungsmethoden und Normalbereiche	
5.10.4	Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichtes	respiratorische und nicht-respiratorische Störungen (Azidosen, Alkalosen); Ursachen und Diagnostik; Mitwirkung von Lunge, Nieren und Leber bei kurz- und langfristiger Kompensation	
6	<u>Arbeits- und Leistungsphysiologie</u>		
6.1	<u>Allgemeine Grundlagen</u>		
6.1.1	Muskularbeit (s.a. 8.2 und 13.1.5)	Definition von Arbeit und Leistung; Haltearbeit (Isometrie); Last und Verkürzungsgeschwindigkeit; Wirkungsgrad (brutto/netto); aerobe und anaerobe Energiegewinnung (Zeitabhängigkeit), Bedeutung der verschiedenen Nährstoffe für die Energiegewinnung, Energiespeicher; Bedeutung der Muskelfasertypen; Wärmeproduktion und -abgabe (Arbeitshyperthermie); Einfluss von Bewegungsmangel	Belastung durch verschiedene Arbeitsformen, Einfluss der Umgebungstemperatur, reduzierte Belastbarkeit bei Kranken; Ernährung und Training; Rehabilitation
6.1.2	Kurzzeitbelastung und Ausdauerleistung (s.a. 8.1.3)	statische und dynamische Arbeit; Substratversorgung des Muskels (insbes. Energiespeicher, Glykogenolyse, Lipolyse, Glukoneogenese); eingegangene und abgetragene Sauerstoffschuld, Sauerstoffdefizit, maximale Sauerstoff-Aufnahme; Arbeitsumsatz bei verschiedenen Sportarten; Bedeutung der Erholungsphasen für die Leistungsfähigkeit; Energieumsatz während ärztlicher Eingriffe; geschlechtsabhängige Leistungsfähigkeit; Dauerleistungsgrenze, Höchstleistungsgrenze	körperliche Arbeit und Gewichtsreduktion; spezielle Trainingsformen z.B. für Sprinter, Langstreckenläufer und Kraftsportler; Doping; Ursache, Therapie und Verhütung typischer Sportverletzungen
6.2	<u>Organbeteiligung</u>		
6.2.1	Blut (s.a. 2.1 und 2.2)	Anpassung bei körperlicher Arbeit: Blutvolumen, Hämatokrit, Blutgase, O_2 - und CO_2 -Transport, Lactatkonzentration (aerobe und anaerobe Schwel-	Anämie, Störungen des pulmonalen Gasaustausches bei Herz- und Lungenerkrankungen; Tauchunfälle; Sauerstoffatmung; Erythropoetin-

"Physiologie"

		le), Sauerstoffausschöpfung, Transportkapazität; hyperbare Atmung; hormonelle Umstellung bei Arbeit; körperliche Leistungsfähigkeit als Funktion der maximalen Sauerstoffaufnahme; Wasser- und Elektrolytersatz bei Arbeit	gabe und Hämatokrit
6.2.2	Lunge (s.a.5.4.2 und 5.8)	maximale Ventilation, alveoläre Ventilation, Atemäquivalent, Atemantrieb bei körperlicher Arbeit, Atemreserven; maximale Sauerstoffaufnahme; Verhalten der Blutgaswerte unter körperlicher Arbeit	Ventilationsstörungen als Ursache verminderter körperlicher Leistungsfähigkeit
6.2.3	Kreislaufsystem (s.a. 3.4, 4.2.2 und 4.4.7)	maximales Herzzeitvolumen; Trainingsbradykardie, Herzfrequenz unter körperlicher Belastung, maximale Herzfrequenz (Altersabhängigkeit), Steady state und Ermüdungsanstieg, Ausbelastung, Erholungspulssumme; Herzvolumen, Schlagvolumen, Zeitvolumen und arterieller Blutdruck bei körperlicher Arbeit; Mechanismen der Kreislaufregulation, Blutverteilung in Ruhe und bei Arbeit; Belastung durch statische und dynamische Arbeit	Dauerleistung als Funktion von Herzzeitvolumen und maximaler Sauerstoffversorgung; Trainingsbradykardie, Sportlerherz; Rehabilitation, Behindertensport, Arbeitsmedizin; eingeschränkte Leistungsfähigkeit bei Krankheiten, Schulsport
6.2.4	Skelettmuskulatur (s.a. 13.2.2)	Schnellkraft, Haltekraft, Maximalkraft; Muskelanteil am Körpergewicht, Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Training; Hyper- und Hypotrophie; Wärmeproduktion; Durchblutungsregulation (Zeitbedarf)	spezielle Trainingsformen für Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer; Bodybuilding, Rehabilitation nach längerer Immobilisation
6.2.5	ZNS (s.a. 15.8.4)	Optimierung der motorischen Steuerung durch Sensomotorik, intra- und intermuskuläre Koordination, Haltung und Bewegung, Verbesserung der Zielmotorik, motorisches Lernen, Zielantizipation, intra- und intermuskuläre Koordination, Bedeutung der Mitbewegungen, Bewegungsökonomie; Vorstartzustand; Tagesrhythmus; mentale und emotionale Arbeit; Notfallreaktion	Einüben von Kontraktionsabläufen, Optimierung der Bewegungskoordination, mentale Einstellung auf die körperliche Arbeit, Motivation; Schichtarbeit
6.3	Erfassung von Leistung und Leistungsbeurteilung		
6.3.1	Spiroergometrie (s.a. 5.4 und 5.6)	Ergometrieverfahren, Bewertung der Leistung nach Sauerstoffaufnahme, Atemzeitvolumen, Herzfrequenz (PWC ₁₇₀), Herzzeitvolumen, Laktatkonzentration im Blut; Ausbelastung; Dauerleistungsgrenze	Erfassung von Trainingszustand, Leistungsfähigkeit (Fitness) und Beanspruchung
6.3.2	Training (s.a. 13.1.5 und	Trainingsformen: Krafttraining, Ausdauertraining, Schnelligkeitstraining,	Muskelhypertrophie; Motivation und Leistungsfähigkeit, Höhenakkli-

"Physiologie"

	13.2)	isokinetisches Training, Begabung, Trainingsgewinn; Training von Ventilationsapparat, Herz-Kreislauf-System und Sauerstofftransport; Leistungsprognose; hormonale Einflüsse, Trainierbarkeit im Alter	matisation; Anabolika und Doping; Sportlerherz; Leistungstests, psychophysiologische Tests, Rehabilitation nach Unfällen und nach Herzinfarkt, Schulsport
6.3.3	Ermüdung und Erholung (s.a. 13.2.2)	periphere und zentrale (psychische) Ermüdung, physische Ermüdung, Ermüdung des Muskels, Tremor, Erschöpfung; Muskelkater; Abklingphase nach Arbeitsende, Aufbauphase, Leistungsphase; nicht-ermüdende und ermüdende Arbeit, Zwangshaltung und Ermüdung, Verspannung, Fehlhaltung; Fehlmotorik, Ergonomie	Überlastungssyndrom; Regeneration, Trainingsintervalle, Superkompensation, Ernährung und körperliche Leistungsfähigkeit; Einfluss der Körperhaltung auf die Ermüdung
7	<u>Ernährung, Verdauungstrakt, Leber</u>		
7.1	<u>Ernährung</u> (s.a. 1.6)		
7.1.1	Nahrungsmittel	normale Nahrung: Zusammensetzung, täglicher Bedarf, biologische Wertigkeit und funktionelle Bedeutung der Bestandteile sowie Ausmaß von deren gegenseitiger Ersetzbarkeit; Grundzüge von Diätetik und parenteraler Ernährung	Adipositas; Arteriosklerose; Obstipation; intestinale Tumorentstehung; Anorexie; Mangelkrankheiten infolge einseitiger Ernährung, Unterernährung, gastrointestinale Störungen, Pankreasinsuffizienz sowie Maldigestion u. Malabsorption; Hungerödeme; Analfissuren
7.1.2	inadäquate Ernährung	Über- und Unterernährung; einseitige Ernährung (z.B. rein pflanzlich, ballaststofffrei oder Mangel an Vitaminen und Spurenelementen); Fasten; Grundzüge von Mangelkrankheiten (z.B. Eisen, Jod, Cobalamine, Folat, Vitamin A, C, D, K); Regelung des Körpergewichts (z.B. Leptin, Melanocortin)	
7.1.3	Regulation der Nahrungsaufnahme	Hunger, Sättigung, Appetit, Durst; Regulation der intestinalen Absorption, Speicherung und Entspeicherung von Nahrungsbestandteilen (z.B. Fett, Glucose, Eisen, Calcium); Grundzüge des Diabetes mellitus; Rolle des Hypothalamus; Einfluss körperlicher Aktivität	Adipositas; Kachexie; Anorexie; parenterale Ernährung; Eisenmangelanämie; Hyper- u. Hypokalzämien; Diabetes mellitus; Hypo- und Hyperthyreose
7.2	<u>Motorik des Magen-Darm-Trakts</u>		
7.2.1	Grundlagen	prinzipielle Eigenschaften, Funktionen und Steuerung der Muskulatur des Verdauungstrakts sowie des enteralen Nervensystems; Chemo- und Mechanosensoren(-rezeptoren); interdigestive Motilität	s. 7.2.2 - 7.2.5
7.2.2	Kauen und Schlucken	Aufgaben, zeitlicher Ablauf, funktionelle Bedeutung der beteiligten Strukturen; Motorik, ZNS-Steuerung;	Achalasie; Sklerodermie; gastroösophageale Refluxkrankheit; Hiatushernie; Ösophagusersatz; Adipositas

"Physiologie"

		Reflexe und Schutzmechanismen (z.B. Volumen- und pH-Clearance); Steuerung von und Einflüsse auf Verschluss und Öffnung des unteren Ösophagussphinkters	
7.2.3	Magen	Aufgaben, Steuerung (mechanisch, chemisch, hormonal, neuronal; Schrittmacherpotential) und zeitlicher Ablauf der Motorik von proximalem und distalem Magen (Nahrungsspeicherung bzw. -aufarbeitung) und des Pylorus; zentralnervöse, lokale und intestinale Einflüsse; Magenentleerung: Mechanismus, Steuerung und Entleerungszeiten in Abhängigkeit von der Nahrungszusammensetzung; Grundzüge der Folgen von Gastrektomie, Magenresektion und Gastrinom	Gastrektomie; Magenresektionen; Vagotomie; Ersatzmagen; frühes und spätes Dumpingsyndrom; Gastrinom; Pylorospasmus
7.2.4	Erbrechen	Ursachen, Vorboten, Ablauf, Steuerung und Bedeutung des Erbrechens; Folgen, lokal und für den Gesamtorganismus	Kinetosen; Schwangerschaft; Bestrahlungsfolge; diagnostische Bedeutung, z.B. bei Hirndruck, und abdominalen Erkrankungen; Bulimie; erbrechensbedingte Hypovolämie, Hypokaliämie, Azidose, Unterernährung
7.2.5	Dünn- und Dickdarm; Defäkation	Aufgaben, Aktivierungsmechanismen, Typen, Ablauf und Steuerung der Darmmotorik; Besonderheiten und Funktionen der beteiligten Muskelschichten, der neuronalen Elemente (enterisch-lokal, vegetatives Nervensystem, Reflexe) und von Hormonen; Passagezeiten und Einflüsse darauf; Ablauf und Organisation des Defäkationsreflexes; Komponenten, Funktion und Kontrolle des analen Schließapparates; paralytischer Ileus; Grundzüge anderer intestinaler Motilitätsstörungen und von Funktionseinbußen nach Darmresektionen	Obstipation; Obstruktion und Pseudoobstruktion neurogener (z.B. Megacolon congenitum, Polyneuropathie), myogener (z.B. Sklerodermie) oder mechanischer (z.B. Volvulus, Tumor, Striktur) Ursache; paralytischer Ileus; Analfissur; Anismus; Darmresektion und -entzündungen; Prolaps; künstlicher Darmausgang
7.3	Sekretion		
7.3.1	Grundlagen	exokrine Sekretion: zelluläre Komponenten und ihr Zusammenwirken; Transport- und Steuerungsmechanismen	s. 7.3.2 - 7.3.6
7.3.2	Mund, Rachen, Ösophagus	Zusammensetzung und Funktion der Sekrete; Speichelsekretionsrate; Mechanismus und Steuerung der Speichelsekretion; duktale Modifikation des Primärspeichels; Rolle des Speichels bei der ösophagealen pH-Clea-	Xerostomie; zahnmedizinische Probleme; orale Immunabwehr; Dysphagie; Speicheldrüsenerkrankungen und -chirurgie; Speichelsteine; ösophageale Refluxkrankheit; Medikamentenneben-

"Physiologie"

		rance	wirkungen (z.B. Atropin)
7.3.3	Magen	Zusammensetzung, Volumen und Funktion des Magensaftes; Regelmechanismen der Magensaftproduktion; zelluläre Sekretionsmechanismen der Haupt-, Beleg- und Oberflächen-(Neben-)zellen; Schutz der Magenwand gegenüber dem Magensaft; Grundzüge der Ursachen und Folgen von Cobalaminmangel, Achlorhydrie und Magenerkrankungen	Achlorhydrie; perniziöse Anämie; Metaplasie, Karzinoid, Karzinom; Gastrektomie, Ersatzmagen; Dumping-Syndrom; Gastritis; Ulkus; Gastrinom; Eisenmangelanämie; Malabsorption; gastroösophageale Refluxkrankheit
7.3.4	Pankreas	Zusammensetzung, Volumen und Funktion des Bauchspeichels; Mechanismen und Steuerung der zellulären Sekretion in Azinus und Ausführungsgängen; duktales Modifikation des Primärsekrets; Aktivierungsmechanismen der Pankreasenzyme; Grundzüge der Ursachen und Folgen der Pankreasinsuffizienz und der Mukoviszidose	akute und chronische Pankreatitis; Pankreasinsuffizienz; Mukoviszidose; Pankreasgangblockade (Tumor, Papillenstenose, -stenose); duodenopankreatischer Reflux
7.3.5	Leber und Galle	Entgiftungs- und Ausscheidungsfunktionen der Leber, Rolle im Intermediärstoffwechsel; Bildungsmechanismen, Zusammensetzung, Volumen und Sekretionssteuerung von Lebergalle; Funktion und Entleerungssteuerung der Gallenblase; Löslichkeit, Aufgaben, intestinale Modifikation und enterohepatischer Kreislauf der Gallekomponenten; Grundzüge der Ursachen und Folgen von Leberinsuffizienz, Ikterus und Aszites	Hepatitis; Alkoholabusus; akute Leberinsuffizienz; Leberzirrhose; Pharmakodynamik und -kinetik von Medikamenten; Steroidhaushalt; parenterale Ernährung; Blutungsneigung; Ileum-Resektion; Gallensteine; hämolytische Anämie; Ikterusursachen; Aszites; Herzinsuffizienz
7.3.6	Dünn- und Dickdarmsekrete; Stuhl, Darmflora	Herkunft, Zusammensetzung, und Bedeutung der Sekrete von Dünn- und Dickdarm; zelluläre Mechanismen der intestinalen Flüssigkeitssekretion und deren Steuerung; Zusammensetzung und Ausscheidungsfunktion des Stuhls; Bedeutung der Darmbakterien; Darmgase; Grundzüge der Ursachen und Folgen von chronischem Durchfall, Malabsorption sowie der Wirkung von Abführmitteln	Durchfall; Malabsorption; Dumping-Syndrom; Enzymdefekte; Bakterientoxine; Darmresektion, -entzündungen und -verletzungen; künstlicher Darmausgang; Lebensmittelallergien; Flatulenz; Antibiotikabehandlung; Darmspülung; Abführmittel
7.4	Aufschluss der Nahrung (s.a. GK Biochemie 22.2)		
7.4.1	Kohlenhydrate	Lokalisation, Zwischen- und Endprodukte der Aufspaltung; Spezifität und Herkunft der beteiligten Enzyme; Ver-	Malabsorption; Dumping-Syndrom; Durchfälle; Enzymdefekte und -mangel; Flatulenz; Durchfall;

"Physiologie"

		daubarkeit der verschiedenen Kohlenhydrate; Grundzüge der Ursachen und Folgen der Kohlenhydratmaldigestion	krankheitsspezifische Diät, sportart-spezifische Ernährung
7.4.2	Proteine	Lokalisation, Zwischen- und Endprodukte der Aufspaltung; Rolle des Magensafts; Spezifität, Herkunft und Aktivierung der beteiligten Enzyme; Grundzüge der Ursachen und Folgen der Proteinmaldigestion	Proteinmaldigestion; Enzym- und Carrierdefekte; Flatulenz; krankheitsspezifische Diät; Pankreasinsuffizienz; Gastrektomie, Magenresektion
7.4.3	Lipide	Lokalisation, Zwischen- und Endprodukte der Aufspaltung; Spezifität, Herkunft und Aktivierung der beteiligten Enzyme; Besonderheiten der Aufbereitung und Verdauung lipophiler Substanzen (z.B. Emulsions- und Mizellenbildung); Grundzüge der Ursachen und Folgen der Fettmaldigestion	Fettmaldigestion; krankheitsspezifische Diät; Pankreasinsuffizienz; Gastrektomie, Magenresektion; Leberfunktionsstörungen; Cholestase; Ileumresektion; Gastrinom; Achlorhydrie; Mukoviszidose; Therapie von Hyperlipoproteinämien
7.5	Absorption		
7.5.1	Eigenschaften intestinaler Epithelien	Mechanismen des Stofftransportes durch Membranen und Zellen; parazellulärer Transport (s. 1.3)	s. 7.5.2 - 7.5.5
7.5.2	Monosaccharide, Aminosäuren, Oligopeptide	beteiligte Abschnitte des Verdauungstraktes, zelluläre Absorptionsmechanismen und Weiterverteilung an extraintestinale Organe; Grundzüge der Ursachen und Folgen der Malabsorption von Kohlenhydraten und Proteinen	Malabsorption; Carrierdefekte; orale Volumentherapie; Pankreaserkrankungen; Achlorhydrie, Gastrinom; Bakterienbesiedelung des Dünndarms; Enteritiden; Flatulenz
7.5.3	Lipide (s.a. GK Biochemie 22.2.4)	beteiligte Abschnitte des Verdauungstraktes, zelluläre Absorptionsmechanismen und Weiterverteilung an extraintestinale Organe; Grundzüge der Ursachen und Folgen der Malabsorption von Fetten und fettlöslichen Vitaminen	Fettmalabsorption; Dünndarmresektion und-ischämie; Vitamin-D-, -K- und -A-Mangel; Enteritiden; Abetalipoproteinämie; Verlegung der intestinalen Lymphwege
7.5.4	Wasser und Elektrolyte	Ausmaß, Lokalisation, zelluläre Mechanismen, Regelung und Bedeutung des absorptiven und sekretorischen (s.a. 7.3.6) Transportes von Wasser und Elektrolyten (insbesondere Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , Ca ²⁺) im Verdauungstrakt; Grundzüge der Ursachen und Folgen von chronischen Durchfällen	Durchfälle; Dumping-Syndrom; Bakterientoxine; Darmresektion; künstlicher Darmausgang; Enteritiden; Colitis; Lebensmittelallergien; Darmspülung; Abführmittel; orale Volumensubstitution; Einlauf; Substitution bei Aufenthalt und Arbeit in heißer Umgebung
7.5.5	sonstige Nahrungsbestandteile	insbes. Vitamine, Eisen, Gallensalze; Lokalisation, zelluläre Mechanismen, Regelung und Bedeutung der intestinalen Absorption. Verteilungs-, Speicherungs- und Wiederverwendungsmechanismen;	Avitaminosen; megaloblastische und Eisenmangel-Anämie; Hämochromatosen; Methotrexat- und Colestyramintherapie; Ileumresektion; Enteritiden; Pankreasinsuffizienz; Achlorhydrie; Obstipation

"Physiologie"

		Grundzüge der Avitaminosen, der Störungen des Eisenstoffwechsels sowie der Ursachen und Folgen des Gallensalz-mangels; Ballaststoffe	
7.6	Integrative Steuerung der Magen-Darm- Funktion (s.a. 14.3.1)		
		zeitliche Koordination der digestiven und interdigestiven Verdauungstraktaktivität; Gastrointestinale Hormone (Gastrin, Sekretin, Cholecystokinin, Gastric inhibitory peptide, Somatostatin, Motilin): Produktionsorte, Ausschüttungssteuerung und Zielzellen; Rolle des enteralen Nervensystems; Reflexe (s.a. 7.2) und Beeinflussbarkeit durch das vegetative Nervensystem und andere Faktoren	operative Eingriffe am Magen-Darmtrakt; Medikamentennebenwirkungen (z.B. Opiate); hormonproduzierende Tumore; Querschnittslähmung, diabetische Polyneuropathie, Parkinson; Peritonitis; paralytischer Ileus; Enteritiden; psychosomatische Magen-Darm-Störungen; Obstipation
8	Energie- und Wärmehaushalt		
8.1	Energiehaushalt		
8.1.1	Grundlagen	s. 1.6 und GK Physik 4.2	
8.1.2	Energiequellen	Energiebereitstellung im Stoffwechsel (s.a. 1.6 und 6 und GK Biochemie 12 und 13); physikalischer und biologischer Brennwert von Nahrungstoffen und Ethanol; energetisches Äquivalent; Grundzüge der Diätetik, der parenteralen Ernährung sowie der Über- und Unterernährung	Säuglings- und Krankenernährung; parenterale Ernährung; krankheitsspezifische Diät (z.B. Diabetes mellitus); Über-, Unter- und einseitige Ernährung; Sport- und Präventivmedizin; sportliche Leistungsfähigkeit; Trainingskontrolle; Kachexie; Anorexie; Adipositas; Hypo- und Hyperthyreose; Pankreasinsuffizienz; Darmresektion und -entzündungen; Dumping-Syndrom
8.1.3	Energieumsatz (s.a. 6.1.2)	Messung (direkte und indirekte Kalorimetrie); Grundumsatz (Messbedingungen und Einflussfaktoren); Ruheumsatz, Beteiligung der Organe (gemessen an deren spezifischem O ₂ -Verbrauch); aerobe u. anaerobe Energiegewinnung; Wirkungsgrad äußerer Arbeit	
8.2	Wärmehaushalt und Temperaturregulation		
8.2.1	Körpertemperatur	Topographie (Kern und Schale; Homoio- und Poikilothermie); Temperaturmessung; Normalwerte der Kerntemperatur und Einflüsse (z.B. Tagesrhythmik, Ovarialzyklus); Ursachen und Folgen des Fiebers; Grundzüge der Pathophysiologie von Hyper- und Hypothermie	Hyperthermie: Hitzekollaps, Hitzschlag, maligne Hyperthermie; Folgen der Hyperthermie auf Wasserhaushalt, Blutdruck; hyperthermiebedingtes Hirnödem; Hyper- und Hypothermietherapie; Arbeitsplatz- und Wohnungsklima; klimabedingte Bekleidungsfragen; Vermeidung von Hypo- und Hyperthermie beim Sport und in umgebungs-, alters- und krankheitsbedingten Extremsituationen; Vorsorge für tempera-
8.2.2	Wärmebildung	Wärmebildung bei äußerer Arbeit (z.B. Wirkungsgrad), bei innerer Arbeit (z.B. Stoffwechselprozesse) sowie unter extremen Klima- und Arbeitsbedin-	

"Physiologie"

		gungen sowie im Schlaf; thermoregulatorische Wärmebildung (Muskeltonus und -zittern; zitterfreie Thermogenese); Besonderheiten bei Säugling und Kleinkind	turbedingte Notfallsituationen; Verbrennungen und Erfrierungen; Dehydratation; Urolithiasis, Harninfektionen; Hyper- und Hypothyreoidismus; narkosebedingte Hypothermie
8.2.3	Wärmeabgabe und -aufnahme	äußerer Wärmestrom: Leitung und Konvektion, Strahlung, Verdunstung (Perspiratio sensibilis und insensibilis, Einfluss der Luftfeuchtigkeit); innerer Wärmestrom: Hautdurchblutung, Gegenstrom-Wärmeaustausch in der Peripherie; Schutz vor zu großer und zu geringer Wärmeabgabe und -aufnahme; Besonderheiten bei Säugling und Kleinkind; Grundzüge der Therapie von Hyper- und Hypothermie sowie der Pathophysiologie von umgebungs-, alters- und krankheitsbedingten thermischen Sondersituationen	
8.2.4	Temperaturregulation	Normothermie, prinzipielle Ursachen von Hypo- und Hyperthermie (Umgebungstemperatur, Aufenthalt im Wasser im Vergleich zu dem in Luft, Windgeschwindigkeit, Strahlungseinflüsse), thermoneutrale Zone, Bereich der Temperaturregulation, Temperatursensoren (zentrale, Haut), Temperaturregelkreis, Effektoren der Temperaturregulation. Steuerung der Schweißdrüsen; Fieber: Thermoregulation (z.B. Schüttelfrost, Schwitzen), endogene Pyrogene und endogene antipyretische Mechanismen	
8.2.5	Akklimatisation	Temperaturregulation durch Verhalten; Adaptation der Schweißsekretion	
9	<u>Wasser- und Elektrolythaushalt, Nierenfunktion</u>		
9.1	Wasser- und Elektrolythaushalt		
9.1.1	allgemeine Grundlagen	Beziehungen zwischen Zelle und Zellumgebung; "inneres Milieu" und Homöostase; biologisch bedeutsame Eigenschaften des Wassers und der in den Körperflüssigkeiten gelösten Elektrolyte	
9.1.2	Flüssigkeitsräume	Wassergehalt des Körpers; Volumenteil und Zusammensetzung der intrazellulären, interstitiellen und intravasalen Flüssigkeit; Bestimmung; Bedeutung der jeweiligen Lösungs-	Hypo- und Hypervolämie, Hyper- und Hyponatriämie, Hyper- und Hypohydratation. Einschränkung der Nierenfunktion; Infusion von Elektrolyt- und Glucoselösungen; Hyper-

"Physiologie"

		bestandteile und sonstiger Faktoren für die Volumenkonstanz dieser Flüssigkeitsräume; Ursachen, Mechanismen und Folgen der Volumenverschiebung zwischen diesen Räumen	und Hypoaldosteronismus; Diabetes insipidus; Ödeme, Aszites, Lungen- und Hirnödem; Fieber; körperliche Arbeit und Sport in heißer Umgebung; Verbrennungen; Blutverluste; Durchfälle, chronisches Erbrechen; Salzverlustniere;
9.1.3	Wasser	Aufnahme, Abgabe, Bildung und Bilanzierung des Wassers: Ort, Ausmaß, Einflüsse und Regelung; Durst; Ursachen und Folgen von Wassermangel und -überschuss; Grundzüge der Infusionstherapie, der Volumenmangelbehandlung sowie der Niereninsuffizienz	Volumenhochdruck; hypovolämische Hypotonie; Hypo- und Hyperproteinämie; Oligurie, Urolithiasis; diuretische Therapie; Hämo- und Peritonealdialyse
9.1.4	Natrium (s.a. 10.2)	Vorkommen in der Nahrung; extra-, intrazelluläre Konzentration; Aufnahme, Abgabe; Grundzüge von Ursachen und Folgen von Natriummangel und -überschuss	
9.1.5	Kalium	Vorkommen in der Nahrung; extra-, intrazelluläre Konzentration; Aufnahme, Abgabe, Verteilung, Bilanzierung und Funktion von K^+ : Ort, Ausmaß, Einflüsse, Regelung; Zusammenhang zwischen K^+ - und Säure-Basen-Haushalt; Grundzüge der Ursachen und Folgen von K^+ -Mangel und -überschuss, der Hämolyse und der hypo-/hyperkaliämiebedingten Herzrhythmusstörungen	Niereninsuffizienz; Infusion von K^+ -haltigen Elektrolytlösungen; Hyper- und Hypoaldosteronismus; Insulintherapie; Fasten; diuretische Therapie; Störungen des Säure-Basen-Haushaltes; schwere körperliche Arbeit, Hochleistungssport; Hämolyse, Myolyse; Adynamie, Hyperreflexie, Herzrhythmusstörungen
9.1.6	Calcium	Vorkommen in der Nahrung; extra- und intrazelluläre Konzentration; Aufnahme, Abgabe, Verteilung, Bilanzierung und Funktionen von Ca^{2+} : Ort, Ausmaß, Einflüsse, Regelung; Löslichkeit, Proteinbindung und Komplexbildung; pH-Einflüsse; Verbindungen zwischen Calcium- und Phosphathaushalt, Knochenstoffwechsel; Grundzüge der Ursachen und Folgen von Mangel/Überschuss von Ca^{2+} (z.B. Tetanie, Herzrhythmusstörungen, Urolithiasis)	Hypo- und Pseudohypoparathyreoidismus; Mangel an Vitamin D und Ca^{2+} ; Niereninsuffizienz; Tetanie, Parästhesien; Alkalose; Hyperparathyreoidismus; Vitamin-D-Intoxikation; Milch-Alkali-Syndrom; Immobilisierung, Knochenerkrankungen und -metastasen; Nephrolithiasis; Digitalistherapie
9.1.7	Phosphat	extra- und intrazelluläre Konzentration; Stoffwechselquellen; Puffereigenschaften; Verteilung, Bilanzierung und Funktionen von anorganischem Phosphat: Ort, Einflüsse, Regelung; Verbindungen zwischen Calcium- und Phosphathaushalt, Knochenstoffwechsel;	Malabsorption, Alkoholismus; Vitamin-D-Mangel, Aluminiumhydroxidtherapie; Diuretika- und Cortikoidtherapie; Fanconi-Syndrom; Niereninsuffizienz; Insulintherapie; diabetisches Koma; Knochenimmobilisierung, -erkrankungen und -metastasen; Hyperparathyreoidismus

"Physiologie"

		Grundzüge von Ursachen und Folgen von Phosphat-Mangel und -Überschuss (z.B. Ca^{2+} -Haushalt, Knochenstoffwechsel, Urolithiasis)	
9.1.8	Magnesium	Verteilung im Körper; extra- und intrazelluläre Konzentration; Proteinbindung; Bilanzierung und Funktionen von Mg^{2+} ; Grundzüge der Mg^{2+} -Mangelsymptome	diuretische Therapie; Hyperaldosteronismus; Salzverlustniere; Bartter-Syndrom; Diabetes mellitus, Fasten; akute Pankreatitis; Krämpfe, Herzrhythmusstörungen; Hyper-/Hypokalzämie; Hyper-/Hypoparathyreoidismus; Niereninsuffizienz; Diabetes mellitus; iatrogene Mg^{2+} -Zufuhr
9.1.9	Säure-Basen-Haushalt	s. 5.10	
9.2	Niere		
9.2.1	Bau und Funktion	funktionelle Bedeutung der Anordnung und prinzipielle Eigenschaften des Gefäßsystems, der Nierenkörperchen, der Nephronabschnitte und der Sammelrohre (s.a. GK Anatomie 8.6.1)	akutes Nierenversagen; chronische Niereninsuffizienz; Nierenfunktion und -reaktion bei systemischer Hypotonie und isolierter renaler Minderdurchblutung; langfristige Blutdruckregulation, renaler Hochdruck; Glomerulonephritiden; Nephrotoxizität; Pharmakotherapie mit Medikamenten, die an Plasmaproteine binden; Myo- und Hämoglobinämie; Hämodilution, Hyperproteinämie; nephrotisches Syndrom, Ödeme; glomeruläre Proteinurie, Hämaturie; Schwangerschaftsnephropathie; hepatorenales Syndrom
9.2.2	Durchblutung	renaler Blut- und Plasmafluss (Normalbereich, Blutdruckabhängigkeit, Messverfahren); Einfluss von Catecholaminen; O_2 -Verbrauch und -Verwendung; Drücke in den renalen Gefäßabschnitten; Rinden-/Markdurchblutung, kortikale/juxtamedulläre Nephrene; Grundzüge der Ursachen und Folgen renaler Durchblutungsstörungen und renaler Hypertonie; Druckdiurese	
9.2.3	Filtration	Filtrationsfraktion; Zusammensetzung des Primärharns; Plasmaproteinbindung und Filtrierbarkeit einer Substanz; Ultrafiltrations-Prozess (Durchlässigkeit des glomerulären Filters, Siebungskoeffizient, hydraulische Leitfähigkeit, effektiver Filtrationsdruck); glomeruläre Filtrationsrate (GFR): Normalbereich, Messverfahren; GFR und Plasmakonzentrationen harnpflichtiger Substanzen (z.B. Kreatinin); Grundzüge der Ursachen und Folgen einer verminderten GFR sowie einer erhöhten Proteindurchlässigkeit des glomerulären Filters	
9.2.4	Transport an renalen Epithelien	Transportmechanismen an Zellmembranen und Zellverbänden (s.a. 1.3); prinzipielle Eigenschaften und Aufgaben der renalen Epithelien	
9.2.5	Resorption,	Lokalisation, Triebkräfte, Beein-	(z.B. Cystinurie, Hartnup-

"Physiologie"

	Sekretion	<p>flussung und Regulation des Transportes von Wasser und anderen Bestandteilen der Tubulusflüssigkeit (z.B. für Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Bicarbonat, Phosphat, Glucose, Aminosäuren, Oligopeptide, Proteine, organische Säuren (z.B. PAH) und Basen, Wasser, Harnstoff, Harnsäure, Oxalat, Ammoniak/ Ammonium);</p> <p>Formen und Anpassungsvorgänge der Ausscheidung fixer Säuren (s.a. 5.10.3);</p> <p>Wirkungsprinzipien diuretisch wirksamer Substanzen;</p> <p>Grundzüge der Pathophysiologie der renalen Resorptions- und Sekretionsstörungen (z.B. Glukosurien, Hyperaminoazidurien, renale Azidosen, Proteinurien)</p>	<p>Erkrankung), renaler Phosphatdiabetes, familiäre Proteinintoleranz; Fanconi-Syndrom; Nephrotoxizität (Cyclosporin, Cisplatin, Schwermetallvergiftungen u.v.a.); respiratorische, metabolische und renale Azidosen; Kompensation respiratorischer Alkalosen und Azidosen; Volumendepletionsalkalose; Hyperurikämie, Gicht; prärenale und tubuläre Proteinurie; Barbituratvergiftung; osmotische Diurese, Kalium-verlierende und -sparende Diuretika; Carboanhydrasehemmer</p>
9.2.6	Harnkonzentrierung	<p>funktionelle Elemente und Einflussfaktoren; Gegenstrom-Austausch und -Multiplikation; Mechanismen und Bereiche von Wasser- und Antidiurese; Rolle des Harnstoffs bei der Konzentrierung; zelluläre Mechanismen der ADH-Wirkung; Harn-Osmolalität und ihre Messung; osmotische Diurese, Druckdiurese;</p> <p>Grundzüge der Ursachen und Folgen eingeschränkter Harnkonzentrierung</p>	<p>Diabetes mellitus, zentraler und renaler Diabetes insipidus; Alkoholwirkung auf die Wasserausscheidung; Langzeitregulation des Blutdrucks; Diuretikawirkungen</p>
9.2.7	globale Nierenfunktion und Regulation	<p>normale Zusammensetzung des Endharns; Bestimmung von Clearance, absoluter und fraktioneller Harnausscheidung eines Stoffes; Regulation der Funktion von Glomerulus, Tubulus und Sammelrohr; Regulation der tubulären Wasser- und Elektrolyt-Resorption; Mechanismen und Konsequenzen hormonaler Einflüsse auf die Funktion von Tubuluszellmembran, Epithelzelle und Nephronabschnitt; renale Einflüsse auf die Blutdruckregulation; Grundzüge von Hyperreninismus und Nierenersatztherapie, Prinzip der Dialyse</p>	<p>Diabetes mellitus; Proteinurien; Störungen und iatrogene Bilanzierung des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basenhaushalts; Schwangerschaftsnephropathie; interstitielle Nephritis, Pyelonephritis, Zystenniere; Myo- und Hämoglobinämie; Anforderungen an Nierenersatztherapie; Schockniere und Niere im Kreislaufversagen; Hypo- und Hyperaldosteronismus; Vitamin-D-Mangel und -Überschuss; Hyperreninismus, renaler Hochdruck; Urämie; Hämo- und Peritonealdialyse; Nierentransplantation</p>
9.2.8	Stoffwechsel und Hormonbildung	<p>Bedeutung des Nierenstoffwechsels für renale Transport- und Ausscheidungsprozesse (z.B. ATP-Bildung und -Verwertung, Carboanhydrase, Glutaminasen, lysosomale Enzyme, luminale Peptidasen); renale Hormone (z.B. Calcitriol, Erythropo-</p>	<p>renale Hypoxie und Ischämie; Carboanhydrasehemmer; Azidosen; prärenale, glomeruläre und tubuläre Proteinurien; Niereninsuffizienz; Cystinose; Fasten und Hungern; renale Anämie</p>

"Physiologie"

		etin); metabolische Service-Funktionen der Niere für den Gesamtorganismus (z.B. Glukoneogenese, Protein- und Peptidabbau)	
9.2.9	ableitende Harnwege	Funktion und neuronale Steuerung von Ureter und Harnblase, Miktion (s.a. 14.3.1/2 und 16.5.2); schwer lösliche Harnbestandteile; Grundzüge von Ursachen, Folgen und Therapie der Harnkonkrementbildung	Harninkontinenz, Querschnittslähmung; Uretermissbildungen, Tumore/Infektionen der ableitenden Harnwege; Nierenkoliken; Schrumpfniere; prärenale Hyperphosphat- und Hyperkalziurie; Cystinurie, Hyperurikämie, interstielle Nephritis, Pyelonephritis, Hyperparathyreoidismus, Vitamin-D-Toxizität; Prävention der Harnsteinbildung;
10	Hormonale Regulation (s.a. Kap. 7, 9 und 11 sowie GK Biochemie 18)		
10.1	Grundlagen und Allgemeines		
10.1.1	funktionelle Struktur des Hormonsystems	hormonproduzierende Zellen und Organe; Prinzipien der Hormonsynthese; Prinzipien von Entspeicherung und Synthese-Aktivierung; Hormontransport; Zielzellen; Hormon-Rezeptoren; Zellantwort; Hormonabbau; Hormon-Hierarchie; Regelkreise; geregelte Größen; kompensatorische Hypertrophie und Atrophie von Hormondrüsen; endokrine, parakrine und autokrine Hormonwirkung; Grundzüge der prinzipiellen Störungen im Hormonhaushalt, der Hormonsubstitution sowie der Folgen der exogenen Hormonzufuhr	Hormondrüsen und -zellen: Adenom, Hyperplasie, Aplasie; ektope Hormonproduktion, z.B. beim kleinzelligen Bronchialkarzinom; Verlust durch Trauma, Nekrose, chirurgische Eingriffe; hormonelle Störungen durch Leber- und Niereninsuffizienz; endokrine Störungen durch genetisch-enzymatische Ursachen, durch Änderung der Hormonrezeptordichte und -aktivierbarkeit; endokrine Erkrankungen, z.B. hypophysärer Kleinwuchs, Akromegalie, adrenogenitales Syndrom, primärer und sekundärer Hyperaldosteronismus, Morbus Cushing, Morbus Addison, Hypo- und Hyperthyreose, Diabetes mellitus, Hyperinsulinismus; Hormontherapien und -substitution
10.1.2	Hormoneigenschaften	Einteilung, z.B. nach chemischer Struktur, Bildungsort und Biosyntheseprinzip	
10.1.3	Signalkette	zelluläre Mechanismen der Hormonfreisetzung; extra- und intrazelluläre Rezeptoren der Zielzelle; Signalübertragung von extra- nach intrazellulär; Typen, Herkunft, Wirkung und Beeinflussbarkeit sekundärer Botenstoffe; Signalkette bei intrazellulärer Hormon-Rezeptor-Bindung; prinzipielle Hormonwirkungen auf die Zelle; Grundzüge von Ursachen und Folgen gestörter Signaltransduktion	
10.1.4	neuroendokrine Signalübertragung	Typen, Freisetzung und Funktionen der hypothalamischen Liberine und Statine und der Neurohypophysenhormone; Herkunft der Ausschüt-	

"Physiologie"

		tungssignale; Regelkreise; Einflüsse des vegetativen Nervensystem auf Freisetzung der Nebennierenmarkhormone und der Pankreas-Inselhormone	
10.2	Wasser- und Elektrolythaushalt (s.a. Kap. 8 u. 9)		
		Bildungsorte, Vorstufen, Transport, Wirkung, Steuerung und Inaktivierung der beteiligten Hormone (Aldosteron, Angiotensin, Adiuretin, atrialer natriuretischer Faktor, Calcitonin, Parathormon, Calcitriol); Bedeutung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems; Grundzüge hormonaler Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes (z.B. Hypo- und Hyperaldosteronismus, Hypo- und Hyperparathyreoidismus, Vitamin-D-Mangel, Diabetes insipidus, Hyperreninismus)	primärer und sekundärer Hyperaldosteronismus, Nebenniereninsuffizienz; renaler Hochdruck; Hypo- und Hyperparathyreoidismus; Vitamin-D-Mangel und -vergiftung; Diabetes insipidus; Hypo- und Hyperhydratation
10.3	Energiehaushalt und Wachstum (s.a. GK Biochemie 18.3)		
		Bildungsorte, Vorstufen, Transport, Wirkung, Steuerung und Inaktivierung der beteiligten Hormone (T ₃ , T ₄ , Glucocorticoide, Adrenalin, STH, Somatomedine, Insulin, Glukagon); Grundzüge hormonaler Störungen (z.B. Hyper- und Hypothyreose, Diabetes mellitus, Störungen der Nebennierenrindenfunktion)	Hypo- und Hyperthyreose, Diabetes mellitus Typ I und II; Hyperinsulinismus; Morbus Cushing; Cortisontherapie; primärer und sekundärer Hyperaldosteronismus; Nebenniereninsuffizienz; Fettsucht, Anorexie; Ernährungsplanung; Akromegalie, Klein- und Riesenwuchs
11	Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie (s.a. 10.1)		
11.1	Geschlechtsfestlegung und Pubertät		
		Geschlechtschromosomen, Gonadenbildung und somatisches Geschlecht: genetische, hormonelle und psychologische Einflüsse; sekundäre Geschlechtsmerkmale; Grundzüge der Störungen der Geschlechtsfestlegung	Intersexualität (Klinefelter-, Turner- und "XX-male"-Syndrom); echter und Pseudohermaphroditismus; Pubertas praecox; sexualhormonbedingter Hochwuchs
11.2	weibliche Sexualhormone		
		Bildungsorte, Plasmatransport, Steuerung, Zielorgane, Wirkung und Inaktivierung der beteiligten Hormone; Regelkreise; ausgeschiedene Hormon-Metaboliten; prinzipielle Ursachen der weiblichen Infertilität	Fertilität, Familienplanung, Amenorrhö, Infertilität; hormonale Störungen in der Pubertät, in den Wechseljahren und der Menopause; Ovarialinsuffizienz; Hormonsubstitutionstherapie; hormonale Kontrazeption; Hypophysentumore und -schädigungen; polyzystische Ovarien; Totaloperationen; ektope Sexualhormonbildung; Hyperprolaktinämie
11.3	Menstruationszyklus		
		Zyklusphasen; zeitliche Veränderungen von Hormonspiegeln (Estradiol, Progesteron, FSH, LH, Prolaktin und übergeordnete Hormone); Uterus und Ovar sowie Empfängnisbereitschaft	

"Physiologie"

		während des Zyklus; neuroendokrine Einflüsse; Grundzüge der hormonalen Kontrazeption	
11.4	Androgene		
		Bildungsorte, Regulation, Zielzellen, Wirkung und Inaktivierung bei Mann und Frau; Einflüsse auf Geschlechtsdifferenzierung; Grundzüge der Folgen von Androgenüberschuss und -mangel bei Kindern und Erwachsenen	Verweiblichung des Mannes, Vermännlichung der Frau; Intersexualität; Orchektomie; Infertilität; Forensik von Sexualstraftaten; Anabolika-Doping
11.5	Gameten		
		Oozytenreifung, Eisprung; Bildung und Reifung der männlichen Gameten, Ejakulat	s. 11.1 sowie Impotentia generandi
11.6	Kohabitation und Befruchtung		
		sexuelle Erregung und Orgasmus; Ablauf und Steuerung von Erektion und Ejakulation; Spermatozoenaszension; Befruchtung, Wanderung und Implantation der Eizelle	Impotentia coeundi und deren Therapie; psychische und psychosomatische Sexualstörungen; künstliche Befruchtung; Leistenhoden
11.7	Schwangerschaft		
		Umstellung im mütterlichen Organismus; Dauer; Bildungsorte, Regulation, Wirkung und Zielorgane der beteiligten Hormone; "fetoplazentare Einheit"; Funktion der Plazenta; Stoffaustausch zwischen Mutter und Fetus; Zeitgang der Hormon-Plasmakonzentrationen während der Schwangerschaft (z.B. HCG, Progesteron, Estrogene); Grundzüge der Schwangerschaftstests	Schwangerschaftsdiagnose, -betreuung und -beratung; Schwangerschaftsbeschwerden und -störungen und deren Therapie; Abort und Schwangerschaftsunterbrechung; Plazentainsuffizienz; pränatale Diagnostik; Rhesusinkompatibilität
11.8	Fetus		
		Fetalkreislauf; Besonderheiten von endokrinem System, Blutzusammensetzung, Gastransport sowie von Lungen-, Gastrointestinal- und Leberfunktion im Vergleich zur Situation als Kind und Erwachsener	Versorgung von und Störungen bei Frühgeborenen; pränatale Diagnostik; angeborene Vitien, persistierender Ductus arteriosus
11.9	Geburt		
		hormonelle und vegetativ-nervale Steuerung der Uteruskontraktion. Anpassung des Neugeborenen (Kreislauf, Atmung, Ernährung, Thermoregulation) an die geänderte Umwelt; hormonale Umstellung der Mutter nach der Geburt	hormonelle Beeinflussung des Geburtsvorgangs; Neugeborenenbetreuung; physische und psychische Störungen der Mutter nach der Geburt
11.10	Laktation		
		Bildungsorte, Regulation und Wirkung	Laktationsstörungen, frühzeitiges

"Physiologie"

		der beteiligten Hormone; Reflexe; Zusammensetzung der Muttermilch	Abstillen; Muttermilchersatz; Laktorrhö bei Frau und Mann
11.11	Alter		
		Wechseljahre, Menopause; Einflüsse der Sexualhormone auf den Stoffwechsel (z.B. Lipoproteine, Knochen)	altersbedingte Sexual- und andere sexualhormonbedingte Störungen
12	<u>Funktionsprinzipien des Nervensystems</u>		
12.1	Ionenkanäle s. 12.3.2		
12.2	Ruhemembranpotential s. 1.5.1		
12.3	Signalübertragung in Zellen		
12.3.1	passive elektrische Eigenschaften	Kapazität, Zeitkonstante, Längskonstante der Nervenmembran (Auswirkungen auf Zeitverlauf und Form elektrischer Potentiale); elektrischer Widerstand von Nervenmembran und Axoplasma; elektrotonische Leitung, Axondurchmesser und Erregbarkeit; Leitungsgeschwindigkeit, Axondurchmesser und Markscheide; elektrotonische Leitung an Dendriten, an kleinen Zellen (z.B. Rezeptoren)	Parästhesien bei entzündlichen und degenerativen Markscheidenveränderungen; symptomatische Wirkung von K ⁺ -Kanalblockern; Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit; Leitungsblock; Multiple Sklerose; Formen der Degeneration am Nerven
12.3.2	Aktionspotential	Aktivierung und Inaktivierung spannungsgesteuerter Na ⁺ -Kanäle; Aktivierung und Inaktivierung spannungsgesteuerter K ⁺ -Kanäle; Steuerung der Repolarisation; Nachhyperpolarisation und Aktionspotentialfrequenz; Lokalanästhetika	neuronale Erregbarkeitsänderungen bei Verschiebung der extrazellulären Ionenkonzentrationen; Lokalanästhetika; Tetrodotoxin; Kanalopathien
12.3.3	Fortleitung des Aktionspotentials	Leitungssignal über lange Strecken; Axone mit unterschiedlicher Myelinisierung; Ranvier-Schnürring; axonale Verteilung der spannungsgesteuerten Na ⁺ -Kanäle; saltatorische Erregungsfortleitung; Erregungsfortleitung an markarmen Axonen; Klasseneinteilungen der Axone; Nervenleitungsgeschwindigkeit: Messmethoden, Abhängigkeit von den verschiedenen Axontypen, Markscheidenerkrankungen; orthodrome und antidrome Leitung	s.a. 12.3.2; evozierte Potentiale zur klinischen Diagnostik (z.B. somatosensorische Potentiale); transkranielle Magnetstimulation; Parästhesien; Dysästhesien; Hyperpathien; sensorische Ataxie; Markscheidenerkrankungen
12.3.4	intrazellulärer Transport (s.a. 1.3.3)	Mikrotubuli; Mikrofibrillen; axonaler Transport (retrograd/anterograd, schnell/langsam); Funktion der Transporte; Nerve growth factor; BDNF	Herpes simplex; Tollwut; Kinderlähmung; Wundstarrkrampf
12.4	Signalübertragung zwischen Zellen		
12.4.1	Prinzipien synaptischer Übertragung	elektrische Synapse; Gap junction; Konnexone; Richtung des Stromflusses; Änderung des Koppelungswiderstandes; Austausch kleinmolekularer Substanzen (z.B. ATP, Peptide);	Koppelungswiderstände bei Hirnfarkten; Synchronisierung der Zellaktivität; Epilepsie; Tremor; genetisch bedingte Ionenkanalerkrankungen; Transmittersubstitution

"Physiologie"

		chemische Synapse: Morphologie; Transmitterfreisetzung und Interaktion mit postsynaptischen Rezeptoren; Blockadeprinzipien	als therapeutisches Prinzip
12.4.2	Transmitterfreisetzung	Transmitterlokalisierung in präsynaptischen Vesikeln; Transmittersynthese; Mobilisierung der Vesikel durch aktionspotentialinduzierten Ca^{2+} -Strom; Quanten; Exozytose; Steuerung der Transmitterfreisetzung; Autorezeptoren	genetisch bedingte Störungen in Synthese, Speicherung und Freisetzung von Transmittern; Wirkungsmechanismus von Medikamenten; Drogen
12.4.3	Transmitter	Gruppen von Transmittern im Nervensystem (z.B. Aminosäuren, Oligopeptide, Monoamine, Acetylcholin, opiatähnliche Substanzen); Prinzip der Co-Transmitter; Beendigung der Transmitterwirkung; Wiederaufnahme aus dem synaptischen Spalt; Steuerung der Transmitterwirksamkeit (z.B. Autoinhibition, Empfindlichkeitsänderung der Rezeptoren, Desensibilisierung, Zahl der Rezeptoren); Angriffspunkt für pharmakologische Substanzen (Synthese, Freisetzung, Abbau, Wiederaufnahme); kompetitive Blocker	Transmitterdefekte; genetisch bedingter Transmittermangel; pharmakologische Blockade der postsynaptischen Rezeptoren; Störung der Wiederaufnahme von Transmittern; Blockade des Transmitterabbaus; Einschleusen falscher Transmitter; Wirkung von Drogen
12.4.4	Übertragung an der motorischen Endplatte	Aufbau der Endplatte; Acetylcholin als Transmitter; acetylcholin gesteuerter Kationenkanal; nikotinische (vs. muscarinerge) Rezeptoren; Endplattenpotential; Verteilung der Kationenkanäle nach Denervierung; Tubocurarin und Acetylcholinesterase-Hemmer	Myasthenia gravis; Eaton-Lambert-Syndrom; Acetylcholinesterase-Hemmer; Kampfgifte; Muskelrelaxantien bei Narkose und künstlicher Beatmung; Denervierung des Muskels; Botulinumtoxin
12.4.5	ligandengesteuerte Übertragung an zentralen Synapsen	exzitatorische postsynaptische Potentiale (EPSPs); Auslösung von Aktionspotentialen am Axonhügel; inhibitorische postsynaptische Potentiale (IPSPs); elektrotonische Ausbreitung synaptischer Potentiale	synaptische Potentiale als Integrationsmechanismus neuronaler Information; Konsolidierung synaptischer Übertragung
12.4.6	Second messenger gesteuerte Übertragung an chemischen Synapsen	Prinzip der Second-messenger-Kaskade (z.B. cAMP-System; IP3-DAG-System); direkte oder indirekte Wirkung auf Ionenkanäle; Regulation der Genexpression	Empfindlichkeitssteigerungen durch Second-messenger-Systeme; Toxinwirkungen (z.B. Cholera, Pertussis); Gedächtnisfunktionen; Lernmechanismen; Steuerung der Proteinsynthese (Ca^{2+} -Proteinkinasen)
12.4.7	Wirkmechanismen verschiedener Transmitter	Rezeptoren, Leitfähigkeiten, Wiederaufnahmemechanismen; u.a. Glutamat (Kationenkanal, NMDA-Rezeptor, AMPA-Rezeptor, Kainat-Rezeptor, metabotrope Rezeptoren); Glycin; GABA ($GABA_A$ - und $GABA_B$ -Rezeptoren, Bicucullin, Picrotoxin, Baclo-	synaptische Mechanismen des Lernens; Spastik; genetisch bedingter Mangel an inhibitorischen Mechanismen; Krampfgifte; Halluzinationen; Drogen; Psychopharmaka; Depression; Morbus Parkinson; Schizophrenie; Angsterkrankungen

"Physiologie"

		fen); Serotonin (verschiedene Rezeptoren, Second messenger, Reuptake); Dopamin (D1-, D2-, D3-Rezeptoren, Second-messenger-Koppelungen, Abbaumechanismen); Neuropeptide (Endorphine; Substanz P, Angiotensin II, Somatostatin, Vasoaktives Intestinales Polypeptid); Noradrenalin, Adrenalin (s.a. 14.2)	
12.4.8	synaptische Plastizität	NMDA-Kanal, posttetanische Potenzierung	Lernmechanismen, Chronifizierung von Schmerz
12.5	Signalverarbeitung im Nervensystem		
12.5.1	Elementarmechanismen	aktivierende und hemmende synaptische Übertragung; zeitliche versus räumliche Summation; präsynaptische versus postsynaptische Hemmung; Summation synaptischer Potentiale an neuronalen Membranen; Lokalisation der Synapsen; Leitung synaptischer Potentiale; Auslösung von Aktionspotentialen	Symptome bei funktioneller Veränderungen der Erregungsübertragung (z.B. Spastik); Symptome bei genetisch bedingtem Fehlen bzw. Dysfunktion von Ionenkanälen (z.B. Cl ⁻ -Kanäle bei Epilepsie oder Hyperplexia)
12.5.2	Verarbeitung in Neuronenpopulationen	räumliche Summation; Okklusion; Vorwärtshemmung; Rückwärtshemmung; laterale Inhibition; Kontrastverschärfung	
12.6.	Funktionsprinzipien sensorischer Systeme		
12.6.1.	allgemeine Aspekte	Sinnesreize; subjektive Wahrnehmungen; Sinnesmodalitäten; adäquater Reiz	
12.6.2	Rezeptorpotential	verschiedene Typen von Rezeptoren; primäre Sinneszellen; sekundäre Sinneszellen; Transduktion spezifischer Energieformen in elektrische Signale; mechanisch-gesteuerte Ionenkanäle; liganden-gesteuerte Ionenkanäle; Second-messenger-gesteuerte Ionenkanäle; graduierte Veränderungen der Ionenleitfähigkeit; adäquater Reiz; Amplitudenkodierung der Reizintensität; Arbeitsbereich der Rezeptoren	adäquate Reize; Gesetz der spezifischen Sinnesenergien; Missempfindungen; Parästhesien; Toxinwirkungen und Second-messenger-Prozesse; Schwellenveränderungen (z.B. zentrale oder periphere)
12.6.3	Transformation der Reize	elektrotonische Leitung der Rezeptorpotentiale; Generierung von Aktionspotentialen; Frequenzkodierung der Reizintensität; geschwindigkeitsabhängiges Rezeptorverhalten (proportional, differentiell); Adaptation; rezeptives Feld	siehe 12.3.3 und 12.4.2
13	Muskulatur		
13.1	Allgemeine Muskelphysiologie		
13.1.1	Myofilamente	Anordnung und Funktion von Aktin und Myosin, Sarkomer, Regulatorpro-	Überdehnung der Muskelfaser und Funktionseinschränkung, Muskelfas-

"Physiologie"

		teine (z.B. Troponin, Tropomyosin, Titin, Caldesmon, Calponin); Querbrückenbildung, Generation von Kraft und Verkürzung, "sliding filament", Einfluss der Dehnung, Arbeitsdiagramm und Maximalkurven, Muskelarbeit, lastfreie Verkürzungsgeschwindigkeit (Kontraktilität), Calciumsensitivierung; Optimierung der Arbeitsbedingungen für den kontraktile Apparat (z.B. Gelenkstellung, Belastung)	errisse; Dislokation bei Knochenbrüchen
13.1.2	Sarkolemm	transversales tubuläres System; Ionenkanäle für Natrium, Kalium und Calcium; Aktionspotentiale, Calciumfreisetzung und -einstrom, elektromechanische Koppelung, Prozess der Kontraktionsaktivierung; Angriffspunkte für hormonelle Beeinflussung; interzelluläre Kontakte	Erkrankungen des Skelettmuskels (Myotonia congenita, myotone Dystrophien, Paramyotonie), des Herzens (Erregungsbildungs- und -leitungsstörungen), des glatten Muskels (Spasmen)
13.1.3	sarkoplasmatisches Retikulum	Funktion als Calciumspeicher, Rolle der Calcium-ATPasen für die Speicherung und IP ₃ für die Entspeicherung	Steuerung von Kontraktions- und Erschlaffungsgeschwindigkeit über Freisetzung und Speicherung des Calciums
13.1.4	Sarkoplasma	Ionenzusammensetzung und Erregbarkeit bzw. Kontraktionssteuerung; Second messenger; Calcium-Sensitivierung der Myofilamente	Steuerung des Kontraktionsablaufes
13.1.5	Energieumwandlung	ATP-Spaltung und -Resynthese, Funktion des ATP, anaerobe und aerobe Energiegewinnung, Energiespeicher; Wirkungsgrad, Wärmeproduktion und Körpertemperatur; körperliche Leistungsfähigkeit, Sport und Ernährung	maligne Hyperthermie, Herzinsuffizienz, hypoxische Schädigung
13.2	Quergestreifte Muskulatur		
13.2.1	allgemeine Grundlagen	Calcium, Troponin und Kontraktionsaktivierung; Steuerung von Kraftentwicklung und Verkürzungsgeschwindigkeit; Längen-Spannungsbeziehung, Ruhedehnungskurve, Kontraktionsformen; Latenzzeit; Einzelzuckung, Tetanisierbarkeit; Relaxierung; Atrophie, Hypertrophie, Hyperplasie	Erfassung und Darstellung von Kontraktionsablauf, Muskelarbeit, Compliance
13.2.2	Skelettmuskel (s.a. 6.3.2)	Generierung des Aktionspotentials; Bedeutung der motorischen Endplatte; Aktionspotential und Mechanogramm (u.a. Dihydropyridin- und Ryanodinempfindliche Calciumkanäle); Calciumfreisetzung, Bedeutung der Chloridkanäle; Einzelzuckung und Superposition, tetanische Kontraktionskraft; motorische Einheit; Muskeltonus; Kontraktionsrückstände bei Ermü-	Bodybuilding, Anabolika; maligne Hyperthermie; Lähmung (z. B. Poliomyelitis, Curaresierung); Muskelkrämpfe (Tetanus, Botulismus); neurogene und myogene Muskelerkrankungen: Myasthenia gravis, Myotonien, Muskeldystrophien Myositiden, Myopathien (endokrin, myogen, neurogen); Spastik; Kontraktur; klinische Elektromyogra-

"Physiologie"

		<p>ung; schnelle und langsame Muskelfasern; Muskeltraining, Elektromyographie</p>	<p>phie, Muskelbiopsie</p>
13.2.3	Herzmuskel	s. 3.1	
13.3	Glatter Muskel		
		<p>Quellen des zytosolischen Calciums, Mechanismen der Calciumfreisetzung (elektromechanische und pharmakomechanische Koppelung), Rolle des Calmodulins, Phosphorylierungs- und Dephosphorylierungsprozesse, Kontraktionsablauf; myogene rhythmische Aktivität; phasische und tonische Muskeln; Single-unit- und Multi-unit-Typen; Dehnungsverhalten (u.a. Plastizität, Bayliss-Effekt); Hypertrophie; Bedeutung von Wirkstoffen aus Endothel bzw. Epithel und Blut; vegetative Innervation, Denervation und Übererregbarkeit, Spasmen; Relaxierung des Muskels</p>	<p>dysregulierte Motorik in Bronchien, Blutgefäßen, Magen-Darm-Kanal, ableitenden Harnwegen, Koliken</p>
14	Vegetatives Nervensystem (VNS)		
14.1	Morphologische Grundlagen, Entwicklung, Wachstumsfaktoren		
	<p>funktionelle Organisation (s.a. GK Anatomie 2.9.3)</p>	<p>supraspinale und spinale Zentren des vegetativen Nervensystems; Einteilung des VNS (zusätzlich zum enteralen System, s. 7.6) in sympathische und parasympathische Anteile; Organisation des vegetativen Nervensystems in prä- und postganglionäre Neurone; Innervation des Nebennierenmarkes</p>	<p>autonome Störungen; kongenitale Neuropathien mit vegetativen Dysfunktionen</p>
14.2	Zelluläre und molekulare Mechanismen der Signaltransduktion im VNS		
14.2.1	<p>synaptische Übertragung in den Ganglien</p>	<p>nikotinischer Cholinozeptor und Kanal; Grundlagen der Ganglienblocker, Cholinomimetika und Cholinesterasehemmer; Konvergenz und Divergenz bei der ganglionären Übertragung</p>	<p>Toxikologie der Cholinomimetika und Cholinesterasehemmer, z.B. Abusus von cholinomimetischen Drogen</p>
14.2.2	<p>Informationsübertragung von postganglionären Axonen auf Zielorgane</p>	<p>Überträgerstoffe; Kolokalisation von Transmittersubstanzen (z.B. Noradrenalin und Neuropeptid Y; Acetylcholin und VIP); präsynaptische Kontrolle der Transmitterfreisetzung; Typen von Adrenozeptoren und Cholinozeptoren, Lokalisation in verschiedenen Zielorganen, Wirkungen auf Zielzellen: Second-messenger-Pfade und Zielfunktionen, Denervierungshypersensitivität; Kompetitive und nicht-kompetitive Hemmung; Wirkung von α- und β-</p>	<p>Therapie der arteriellen Hyper- und Hypotonie; Autonomic failure, autonome Neuropathien (z.B. beim Diabetes)</p>

"Physiologie"

		Mimetika und -Antagonisten; Wirkung von muskarinischen Agonisten und Antagonisten	
14.2.3	Synthese und Abbau der Überträgerstoffe	Synthesewege und Reuptake-Mechanismen	Ausschaltung des Sympathikus durch "falsche Transmitter"; Reuptake-Hemmung und Hemmung von Second-messenger-Prozessen durch Pharmaka
14.3	Funktionelle Organisation des VNS		
14.3.1	vegetative Steuerungen	Leistungsanpassung des Kreislaufs; Regelung der Organdurchblutung; Steuerung von Organfunktionen: Auge, Herz, Bronchialsystem, Viscera, Harnblase, exokrine Drüsenfunktionen, Sexualfunktionen	Therapie der Hyper- und Hypoacidität des Magens, von Potenzstörungen; Wirkung von β -Mimetika auf den Atemwegswiderstand beim Asthmaanfall; autonome Neuropathie; Herzinsuffizienz
14.3.2	vegetative Reflexe	Pupillenreflexe; Baroreflex; kardiovaskuläre und kardio-renale Reflexe; reflektorischer Bronchospasmus; gastro-enterale Reflexe; Defäkation; Miktion; Sekretionsreflexe u.a.; funktionelle Testung des vegetativen Nervensystems; akute und chronische Querschnittslähmung und ihre Folgen für vegetative Reflex- und Kontrollfunktionen	Störungen der vegetativen Reflexe einzelner Organe, z.B. Miktionsstörungen, Defäkationsstörungen, Störungen der Sexualfunktionen; Para- und Tetraplegie; supraspinale vegetative Störungen (z.B. bei Stammhirnprozessen)
14.3.3	supraspinale Kontrolle durch das Stammhirn	Stammhirnfunktionen für Pupillen und Ziliarmuskel; Herz-Kreislauf, Atmung, Blasenfunktion, Mastdarmfunktion, Sexualfunktionen; vaso-vagale Synkope	Stammhirnerkrankungen (vaskuläre Störungen, Enzephalitiden usw.) mit vegetativen Begleiterscheinungen; Kreislauf und Atmungsfunktionen bei apallischem Syndrom; Differentialdiagnose der Synkopen
14.3.4	hypothalamische und limbische Steuerung	vegetative Aktivierungsmuster bei Instinktverhalten wie Hunger, Durst, Angst, Wut, sexuelle Erregung u.a.; vegetativ-motorische und vegetativ-endokrine Integration (s.a. 20.2.4); Thermoregulation (s.a. 8.2)	limbische Hyper- und Hypoaktivität bei psychiatrischen Erkrankungen, Kluver-Bucy Syndrom; Aura bei Temporallappenepilepsien
15	Motorik		
15.1	Programmierung der Willkürbewegung		
		Entschluss, neuronale Programme; Prinzipien der Rückmeldung; Bereitschaftspotential; ballistische Bewegungen; Folgebewegungen	Verhalten im Kontext; Strategiefindung; Motivation; Apraxie; Bewegungsstörungen der Zielmotorik
15.2	Motorische Repräsentation auf dem Kortex		
15.2.1	primärer motorischer Kortex (Area 4)	Lokalisation; Somatotopie; Plastizität der zentralen Repräsentation; zytoarchitektonischer Aufbau; Verschaltungsprinzipien der Neurone; Aktivierung kortikaler Neurone bei Bewegung; Kodierung von Kraft und Bewegungsrichtung; transkortikale Re-	Lokalisation von Tumoren und epileptischen Foci; Kontraktionskraft bei Hirnläsionen; transkortikale Reflexe als diagnostisches Hilfsmittel; zentrale Plastizität als eine Grundlage der Rehabilitation

"Physiologie"

		flexe	
15.2.2	prä- und supplementärmotorischer Kortex (Area 6)	Lokalisation; Aktivierung bei Bewegungssequenzen; efferente Verschaltung	Durchführung komplexer zeitlich-räumlicher Funktionen; Apraxie; Koordination beidhändiger Bewegungen
15.2.3	motorischer Assoziationskortex (u.a. Area 8)	Lokalisation; Strategiefindung; Strategieänderungen; Start und Beendigung von Bewegungen; afferente und efferente Verschaltungsmuster	Perseverationen; Apraxie
15.3.	Efferente Projektion der motorischen Kortizes		
15.3.1	prinzipielle Verschaltungsmuster	Assoziationssysteme; kommissurale Systeme; efferente Projektion nach subkortikal; reziproke Verschaltungen mit Thalamus; Schleifen über subkortikale Kerngebiete (Basalganglien, Kleinhirn); Bildung von Kollateralen	
15.3.2	Projektion in subkortikale Gebiete	Capsula interna (Zusammensetzung, somatotopische Lokalisation der deszendierenden und ascendierenden Axone); kortiko-thalamische, -retikuläre, -bulbäre und -spinale Trakte; Pyramidenbahn; Aktivierung verschiedener Zielgebiete über Kollateralen; Symptomatik bei Ischämien und Blutungen der Capsula interna; Symptomatik bei Pyramidenbahnläsionen	Schlaganfall; Capsula-interna-Syndrom; Symptomatik bei Unterbrechung der kortikalen efferenten Projektion auf verschiedenen Höhen; Spastik; gestörte Fingermotorik; Hemiplegie; Massenbewegung; Extensorsynergismen
15.4	Neuronale Systeme des Rückenmarks		
15.4.1	Neuronentypen und ihre Lage	Motoneurone (α -, β -, γ -Motoneurone; vegetative Motoneurone); Interneurone; ascendierende Traktneurone; propriospinale Neurone	Rückenmarkskompressionen; Poliomyelitis; Muskelatrophien; Topik der Rückenmarksläsionen; spastische Spinalparalyse
15.4.2.	Reflexsysteme des Rückenmarks	Definition; Eigenschaften; Interneurone als integrierende Zentren; Informationsverarbeitung in interneuronalen Systemen; räumliche Fazilitation; Okklusion; zeitliche Fazilitation; monosynaptische versus polysynaptische Projektion auf Motoneurone; Servomechanismen; Schwellenveränderungen	pathologische motorische und vegetative Reflexe; Reflexirradiation; abgeschwächte Reflexe; Testung der verschiedenen Reflexe; Spastik; Verarbeitung in Reflexsystemen als eine Grundlage der Rehabilitation; motorisches Training
15.4.3	Reflexsystem der Muskelspindelafferenzen	Lokalisation, Aufbau der Rezeptoren; adäquater Reiz; zentrale Verschaltungswege; afferentes Entladungsmuster; Muskeldehnungsreflex; Steuerung der Rezeptoren über γ -Motoneurone; α - γ -Koaktivierung; β -Motoneurone; Reflexweg der reziproken Ia-Hemmung; Eigenreflexe; Reflextestung; Kokontraktion der Muskulatur; Muskeltonus	gesteigerter Eigenreflex, Spastik; Babinski-Zeichen; Paresen; Tremor; Verstärkung in Reflexen; Training; Rehabilitation bei Bewegungsstörungen; Klonus; Hypertonus, Hypotonus der Skelettmuskulatur
15.4.4	Reflexsystem der Golgi-Seh-	Lokalisation, Aufbau der Rezeptoren; adäquater Reiz; zentrale Verschalt-	Steuerung der Standphase beim Gehen; Kraftrezeptor; Muskelkrämpfe

"Physiologie"

	nenorgane	tungswege (autogene Hemmung; Aktivierung der Flexoren); funktionelle Einbindung	
15.4.5	Reflexsystem der Beugereflexe	Lokalisation, Aufbau der Rezeptoren; adäquater Reiz, zentrale Verschaltung; Bewegungsmuster in Abhängigkeit von der Rezeptoraktivierung; supraspinale Kontrolle der Beugereflexe; Fluchtreflexe; Schmerzreflexe; Reflexirradiation; Massenreflexe; Entwicklung und Erlernen des Reflexmusters	Schutzreflexe; Erlernen des Reflexverhaltens; Beugereflexe beim spinalen Querschnittsyndrom; Hyperreflexie; Plastizität der Reflexe
15.5	Motorische Funktionen des Hirnstamms		
15.5.1.	Augenmotorik (s.a. 17.1.8)	schnelle, langsame Augenbewegungen; Sakkaden; Konvergenzbewegungen; Nystagmus; Augenmuskeln und motorische Kerne; Areale in Kortex und Hirnstamm zur Generierung der Augenbewegungen; Naheinstellreflex; Horner-Trias	Parese der externen Augenmuskeln; konjugierte Augenmuskellähmungen; Spontannystagmus; Blickparesen; Horner-Syndrom
15.5.2	Bewegungs- und Lagesinn	Vestibularorgane mit Makula- und Bogengangorgan; Rezeptoren mit Transduktionsmechanismus; Bewegung des Kopfes im Raum; Funktionsprüfungen; Hirnstammverschaltung; vestibulärer Nystagmus	periphere Vestibularisstörung; akuter Vestibularisausfall; Lage- und Lagerungsschwindel; Meniere-Syndrom; Durchblutungsstörung; Schwindel; Bewegungserkrankungen
15.5.3	Vestibulariskerne und motorische Funktionen;	ventromediale Traktsysteme zur Haltungsregulation; Verschaltung der vestibulospinalen Trakte mit α -, γ -Motoneuronen; Verarbeitung der Lageinformation in den Vestibulariskernen; Muskeltonus (Hirnstammareale zur Einstellung); Dezerebrierungsstarre; Haltereflexe; Stellreflexe; Haltungsregulation und Willkürmotorik; Augenbewegungen und Kopfbewegungen; zerebelläre Steuerung von Haltungsregulation und Augenbewegungen;	Hirnstammsyndrome; Ataxie; Halte- und Stellreflexe zur Beurteilung der regelrechten Hirnentwicklung; apallische Syndrome; Spastik; Reflexe bei Hirnstammschädigungen
15.5.4	andere motorische Funktionen des Hirnstamms	Schluckreflexe (s. 7.2.2); Steuerung der Magenmotorik (s. 7.2.3); Erbrechen (s. 7.2.4); Atmungsregulation (s. 5.8)	
15.6	Basalganglien		
15.6.1	Verschaltung/ Informationsfluss	Schleife Kortex über Basalganglien, Thalamus zum Kortex; Aufbau aus mehreren Kerngebieten; interne Verschaltung	stereotaktische Operationen; Basalganglienstimulationen
15.6.2.	Verarbeitungsprinzipien	primäre Transmittersysteme; Ko-Transmittersysteme; Korrelation Transmitter und Projektionswege; aktivierende und hemmende Verschaltungssysteme, Disinhibition	Chorea Huntington; Parkinsonsche Erkrankung; Ballismus; Dystonie; genetisch bedingte Störungen der Transmittersysteme

"Physiologie"

15.6.3	Störungen der Motorik	Störungen im Dopamin-Transmittersystem; Grundlagen der hypo- und hyperkinetischen Bewegungsstörungen, der Parkinson-Erkrankung, der Dystonie, des Ballismus	typische Symptomatiken; Restitution des Dopamins; s.a. 15.6.2; Akinese; mimische Starre; Ruhetremor; Rigidity; Gangmuster; Depression
15.7	Zerebellum		
15.7.1	Verschaltung Informationsfluss	zytoarchitektonischer Aufbau der Kleinhirnrinde; synaptische Verschaltungen der Neurone der Kleinhirnrinde; Kleinhirnkerne und ihre Projektionen; Aktivierung und Hemmung der Purkinjezellen	degenerative Kleinhirnerkrankungen; Tremores olivärer oder zerebellärer Genese; Kleinhirnataxie; Kleinhirnbrückenwinkeltumor; Spontannystagmus; Störungen des motorischen Lernens
15.7.2	Verarbeitungsprinzipien	funktionelle Abschnitte mit afferenten und efferenten Verschaltungen; Steuerung von Körpergleichgewicht und Okulomotorik; Kontrolle der Bewegungsdurchführung; Planung der Zielmotorik; motorisches Lernen	s.a. 15.7.1; Intentionstremor; Dysmetrie; skandierende Sprache; Hypertonie der Muskulatur
15.7.3	Störungen der Motorik	lokalisationspezifische Störungssymptomatik; Dysmetrie; Adiadochokinese; Ataxie; Tremor; Muskeltonus	motorische Rehabilitation
15.8	Integrale motorische Funktionen des Zentralnervensystems		
15.8.1	Laufen und Gehen	Stand- und Schwungphase; Aufrichtung des Körpers gegen die Schwerkraft; spinaler Lokomotionsgenerator (periphere Steuerung durch afferente Systeme; aktivierende Hirnstammmechanismen; Adaptation durch zentrale Systeme); Gleichgewichtsregulation und Lokomotion	Gangstörungen; Ataxie; schleppender Gang; Sport; motorisches Training; Rehabilitation des Gehens (z.B. Laufband); Spastizität
15.8.2	Stehen und Gleichgewicht	posturale Reaktionen beim Stand; Kontrolle des Standes durch Kleinhirn, Vestibulariskerne und visuelles System	Störung des Standes; Schwindel; Ataxie
15.8.3	Ergreifen eines Gegenstandes	kortikale Repräsentation der Handmotorik; unabhängige Fingerbewegungen; Extensor- und Flexorsynergismen; Plastizität der zentralen Handrepräsentation; Repräsentation des Raumes auf dem parietalen Kortex; s.a. 16.1.3 und 16.2.4	Balint-Syndrom; Störung der Handmotorik; Pinzettengriff; Entwicklung der Handmotorik; Rehabilitation der Handmotorik
15.8.4	motorisches Lernen	Training einer Bewegung; Rückmeldung von neuronalen Programmen und Bewegungen; Fehlererkennungssysteme; Speicher für motorische Fertigkeiten; ballistische Bewegungen; Ermüdung mit zentralen und peripheren Komponenten	ontogenetisches Erlernen von Motorik; Entwicklungsfenster; der Begriff des "Übens"; Trainieren von Bewegungsabläufen; Sport; Grundlagen der Rehabilitation motorischer Funktionen; motorisches Gedächtnis (Fertigkeiten)
15.8.5	Sprache (s.a. 18.5 und 20.1.3)	Stimmerzeugung (Phonation); Sprachformung (Artikulation); Repräsentation der Sprachmotorik in Hirnstamm und Kortex; Sprechstörun-	skandierende Sprache; Broca-Aphasie; Wernicke-Aphasie; globale Aphasie; Dysarthrophonie; Taubstummheit; inhaltliche und for-

"Physiologie"

		gen; Sprache (Inhalt, Form, Anwendung); kortikale Repräsentation der Sprache, sprachdominante Hemisphäre; Sprachstörungen	male Sprachstörungen
15.9.	Störungen der Motorik		
15.9.1	Muskeltonus	klinisches Bild einer muskulären Hypertonie/Hypotonie; muskuläre bzw. neuronale Ursachen einer Tonusveränderung; tonusregulierende Hirnstammareale; Muskeltonus und Auslösbarkeit Eigenreflexe; Bedeutung des Muskeltonus	
15.9.2	Spastik	klinisches Bild (Trias von muskulärer Hypertonie, gesteigerten Eigenreflexen, erhöhtem Dehnungswiderstand der Muskulatur); neuronale Mechanismen der Spastik (z.B. α -Spastik, γ -Spastik); Beteiligung vestibulospinaler und retikulospinaler Trakte; beispielhafte Erkrankungen (Ischämien der Capsula interna; spastische Lähmungen nach Rückenmarksquerschnitt)	
15.9.3	Tremor	Ruhetremor; Intentionstremor; Tremor als Erkrankung der Reafferenz; beispielhafte Erkrankungen (Kleinhirntremor; Parkinsontremor; orthostatischer Tremor)	
15.9.4	Querschnittsverletzung des Rückenmarks	spinale Querschnittsareflexie; spinale Querschnittshyperreflexie; Parese; Reorganisationsvorgänge im Rückenmark; Sprouting	
16	Somato-viszerale Sensorik		
16.1	Funktionelle und morphologische Grundlagen		
16.1.1	Einteilung, Modalitäten und Qualitäten	Modalitäten: Hautsensibilität, Propriozeption, viszerale Sensibilität; Nozizeption und Schmerz; Submodalitäten der Hautsensorik: Tastsinn, Temperatursinn und Thermorezeption; Qualitäten (z.B. Wärme-Kälte; Berührung, Druck und Vibration usw.)	differentielle Nervenblockaden durch Druck und Ischämie; Oberflächenanästhesie, Regionalanästhesie, Leitungsanästhesie
16.1.2	rezeptive Strukturen	rezeptive Nervenendigungen; Endstrukturen mit Hilfszellen (z.B. Merkelzellen, Pacini-Körperchen; Sehenspindeln); komplexe Sensoren mit efferenter Kontrolle, Muskelspindeln; Transduktionsprozess in der Axonterminale; molekulare Transduktionsmechanismen; Transformation von Sensorpotentialen in Aktionspotentialfrequenzen;	periphere Neuropathien, die bevorzugt einzelne Klassen von Afferenzen betreffen (z.B. posttherpe-tische Neuralgie)

"Physiologie"

		peripheres rezeptives Feld	
16.1.3	afferente und zentrale Strukturen	Verteilung verschiedener Sensortypen in Haut, Bewegungsapparat und inneren Organen; Beziehung zwischen Leitungsgeschwindigkeit der afferenten Axone und Sensortyp; Eigenschaften sekundärer Neurone (rezeptive Felder, Konvergenz); Kontrolle der spinalen synaptischen Übertragung durch prä- und postsynaptische Hemmung (Einstellung des Arbeitsbereiches); Leitungsbahnen (lemniskale Bahn, anterolaterale spinothalamische Bahn u.a.); Lage und funktioneller Aufbau der Hirnrepräsentation in Thalamus und Cortex: Projektionsareale (Kreuzung, Somatotopie, funktionsspezifische Säulenorganisation, rezeptive Felder, usw.); S2-Cortex, parietaler Assoziationskortex	Ausfall des somatosensorischen Projektionsfeldes, oder des parietalen Assoziationsfeldes: Astereognosie; spinale und Hirnstammprozesse mit Läsionen aufsteigender Bahnen (z.B. Syringomyelie, Tabes dorsalis, Friedreich-Ataxie); dissoziierte Empfindungsstörung (Brown-Sequard)
16.2	Tastsinn		
16.2.1	Qualitäten	Qualitäten des Tastsinnes: Berührung, Druck und Vibration	neurologische Funktionstests; sensorische Neuropathien (z.B. diabetische Neuropathie)
16.2.2	Eigenschaften der Sensoren	Zuordnung von morphologischen Strukturen und funktioneller Antwortcharakteristik (Proportional-, Differential- und Integral-Antworten); periphere rezeptive Felder; Adaptation	postischämische Parästhesien, Druckblockade der Nervenleitung, Hyperpathie
16.2.3	funktionelle Organisation	Verteilung über die Körperoberfläche; räumliches und zeitliches Auflösungsvermögen (simultane und sukzessive Raumschwellen); Frequenzoptimum und biologische Bedeutung des Vibrationssinnes; Kitzel	Bedeutung der Hautsensibilität für soziale Kontakte und die Emotionalität; Informationsübertragung über die Haut bei Blinden
16.2.4	Besonderheiten des Tastsinnes der Hand	Verteilung der Sensortypen; Übertragungssicherheit im ZNS; große thalamische und kortikale Repräsentation bei kleinen rezeptiven Feldern kortikaler Neurone; Stereognosie; Bedeutung für die Greifmotorik	Berufsfähigkeitsbegutachtung: Bedeutung der Handsensibilität; Lesen von Braille-Schrift; Astereognosie
16.3	Temperatursinn		
16.3.1	Warm-/Kalt-sensoren, afferente Bahnen und zentralnervöse Projektionen	Verteilung auf der Körperoberfläche; statische Kennlinien; Proportional- und Differentialverhalten; Abhängigkeit der Erregung von Ausgangstemperatur und Geschwindigkeit der Temperaturänderung; Sensortyp und Leitungsgeschwindigkeit der Afferenzen; periphere rezeptive Felder;	Neuropathien, die zu thermischen Hypästhesien führen können (z.B. diabetische Neuropathie); dissoziierte Empfindungsstörungen bei Läsionen spinaler Bahnen (Brown-Sequard); fokale zentralnervöse Störungen, die zu thermischen Hyperästhesien führen

"Physiologie"

		aufsteigende Bahnen, thalamische und kortikale Repräsentation; rezeptive Felder zentraler Neurone	
16.3.2	funktionelle Organisation des Warm-/Kaltsinnes	Empfindungsqualitäten warm und kalt; Indifferenztemperatur; Abhängigkeit der Empfindungsschwellen von Geschwindigkeit der Temperaturänderung und räumlicher Ausdehnung des Reizes; Adaptation und Habituation; räumliches Auflösungsvermögen in verschiedenen Körperregionen; Beziehung zur Thermoregulation (s. 8.2)	emotionale Tönung der Wahrnehmung der Körpertemperatur in Abhängigkeit von der Thermoregulation; Sauna, Hyperthermie, Fieber
16.4	Tiefensensibilität		
16.4.1	funktionelle Organisation	Typen von Sensoren und Afferenzen der Propriozeption in Sehnen und Muskeln (Muskelspindeln und Sehnenorgane, freie Nervenendigungen), Zuordnung der Leitungsgeschwindigkeit der Afferenzen; Arbeitsbereichseinstellung (efferente Innervation der Muskelspindeln); zentrale Bahnen und Projektionen in verschiedene Hirnregionen (s.a. 15.4)	Gangstörungen und Haltungsstörungen; Gelenkschädigungen bei Störungen der Tiefensensibilität
16.4.2	biologische Bedeutung der Tiefensensibilität	Wahrnehmung der Körperstellung; Bedeutung der Muskelspindelafferenzen für die Wahrnehmung der Gelenkstellung; Funktionen für die Kontrolle der Motorik (s.a. 15.)	
16.5	Viszerale Sensorik		
16.5.1	periphere und zentrale Sensoren	Lage im peripheren oder zentralen Nervensystem; Sensoren für O ₂ , CO ₂ , pH, Osmolarität, arteriellen und zentralvenösen Gefäßdruck (Barorezeptoren); Dehnungssensoren in der Wand der Hohlorgane; unterschiedlicher Beitrag viszeraler sensorischer Systeme zu bewussten Empfindungen; Beitrag zur Homöostase	Kontrolle des Körpergewichts; Diabetes insipidus; Narkolepsie; Pickwick-Syndrom (s.a. 14.3.3)
16.5.2	viszerale Sensibilität	Sensoren und afferente Nerven, die viszerale Empfindungen vermitteln; Dehnungssensoren in der Wand von Hohlorganen; paravaskuläre Sensoren; Irritationssensoren in den Atemwegen, Ösophagus u.a.; zentrale Projektionen (spinal, vagal); Hustenreiz, Niesreiz, Brechreiz, Miktion und Defäkation (s.a. 14.3.2/3);	pathologisches Niesen; zentralnervös bedingtes Erbrechen; Singultus; Probleme nach Transplantation innerer Organe (z.B. Lungentransplantationen)

"Physiologie"

		viszero-kutane und viszero-motorische Reflexe; Abgrenzung von viszeraler Sensibilität und Schmerz	
16.5.3	viszerale Reflexe	Bedeutung für die Steuerung der Magen- und Darmmotilität (s.a. 7.2 und 14.3.2)	Erbrechen; Diarrhö, Obstipation
16.6	Nozizeption		
16.6.1	Nozizeptorerregung	Eigenschaften nozizeptiver Nervenendigungen in verschiedenen Organen; A δ - und C-Afferenzen; "schneller und langsamer" Schmerz; endogene Mediatoren der Nozizeptorerregung; Nozizeptorplastizität und primäre Hyperalgesie, peripher wirkende Analgetika; Neuropeptidfreisetzung aus Nozizeptoren, neurogene Vasodilatation und Entzündung	Entzündungsschmerz verschiedener Organe, z.B. Arthritis, Myositis, Sonnenbrand; Kopfschmerzen, Zahnschmerzen; Koliken; Tumorschmerzen; Schmerztherapie mit COX-Hemmstoffen
16.6.2	Nervenläsionen	projizierter Schmerz, Regeneration und Degeneration nach Läsionen; Veränderung in Neuronen des ZNS nach Nervenläsionen	Neuropathien, Neuralgien (z.B. postherpetische Neuralgie); Trigeminusneuralgie; Lumbago; Eigenschaften von Stumpfnervenomen, Stumpfschmerzen
16.6.3	spinale Organisation der Nozizeption	Plastizität der synaptischen Übertragung (Entzündung und Nervenläsionen); sekundäre Hyperalgesien; aufsteigende Bahnen; viszerale Nozizeption: Head-Zonen, viszero-somatische Konvergenz an spinalen Neuronen	dissoziierte Empfindungsstörung; Syringomyelie, Tabes dorsalis; Chordotomie; chronische Schmerzen verschiedener Genese (z.B. chronische Rückenschmerzen); Hyperalgesien, Allodynie; übertragener Schmerz z.B. bei Koronarinsuffizienz
16.6.5	supraspinale Organisation von Nozizeption und Schmerz	Mehrdimensionalität von Schmerz und Projektion in verschiedene Hirnregionen (sensorische Dimension und thalamo-kortikale Projektion; affektive Dimension und Projektion ins limbische System); zentrale Plastizität und Schmerzgedächtnis (z.B. Veränderung der kortikalen Projektion nach Amputationen)	Phantomschmerz, zentraler Schmerz nach Hirnläsionen (z.B. nach apoplektischem Insult); Schmerztherapie mit zentral wirkenden Analgetika; Neuroleptanalgesie; Narkose
16.6.6	endogene Schmerzhemmung	Hirnstamm-Kerngebiete, Neurone im Rückenmark; Mediatoren und Synapsentypen: Endorphine, Opiatrezeptoren; Monoamine; Grundzüge der zentralen Analgetikawirkung; Formen der endogenen Schmerzhemmung (z.B. Reiz-induzierte und Stress-induzierte Schmerzhemmung); Gegenirritation	verminderte Schmerzempfindlichkeit, z.B. "stumme" Koronar-Infarkte; Pharmakologie der Opioide; nicht-opioide, zentralwirkende Analgetika; nicht-medikamentöse Schmerztherapien: Krankengymnastik und Massage, Chiropraxis, Wärme- und Kältebehandlung, Akupunktur, transkutane Nervenstimulation (TENS)

"Physiologie"

17	Visuelles System		
17.1	Dioptrischer Apparat		
17.1.1	physikalische Grundlagen (s.a. GK Physik 7)	elektromagnetische Strahlung; Wellenlängenbereich des Sehens; einfaches, zusammengesetztes optisches System; Strahlengang; Abbildungsgleichung; Brechkraft; Farbe; Farbton, -sättigung; Helligkeit; Komplementärfarben; additive Farbmischung; Farbkontraste (simultan, sukzessiv)	
17.1.2	Auge als optisches System	dioptrischer Apparat; Strahlengang im Auge; Kardinalpunkte; reduziertes Auge; Brechkraft der verschiedenen Komponenten	Augenspiegel; Sehhilfen; Entfernung einer getrübbten Augenlinse ohne bzw. mit Linsenersatz
17.1.3	Abbildungsfehler	Aberrationen (sphärische, chromatische); Refraktionsanomalien (Myopie; Hyperopie; Astigmatismus)	Sehfehler und ihre Korrektur; verschiedene Formen der Sehhilfen; Untersuchungstechniken zur Feststellung von Sehfehlern
17.1.4	Akkommodation	Mechanismus der Nahakkommodation (Brechkraft, Konvergenz, Pupillenweite); neuronale Steuerung; Fernakkommodation; Nahpunkt; Fernpunkt; Akkommodationsbreite; altersabhängige Änderungen des Nahpunktes	Schielen; Alterssichtigkeit; Untersuchungsmethoden zur Feststellung der Brechkraft; Katarakt (grauer Star); Linsenoperationen; Schielen
17.1.5	Pupille	Steuerung der Pupillenweite; Lokalisation der motorischen Kerne; Pupillenreflexe; direkte und konsensuelle Lichtreaktion, Naheinstellungsreaktion; Konvergenzreaktion; Horner-Syndrom; Atropineffekte	Untersuchungstechniken der Pupille; Anomalien der Pupillenreaktion (z.B. amaurotische Pupille; reflektorische Pupillenstarre, Pupillotonie); Erkrankungen der Hirnnerven
17.1.6	Augeninnendruck	Bildung und Abfluss des Kammerwassers; Tonometrie; Glaukom; Blut-Kammerwasser-Schranke	normaler Augendruck; akutes und chronisches Glaukom; Carboanhydrasehemmer
17.1.7	Tränen	Tränendrüsen; Bildung, Zusammensetzung und Funktion der Tränenflüssigkeit; Weinen; Lidschlag; Steuerung des Lidschlags; Lidschlussreflex	Schutzfunktionen von Tränenflüssigkeit und Lidschlag
17.1.8	Augenmotorik (s.a. 15.5.1)	schnelle und langsame Augenbewegungen; Sakkaden; Konvergenzbewegungen; Augenmuskeln und ihre motorischen Kerne; kortikale Steuerung der Augenbewegungen; Naheinstellreflexe	Parese der externen Augenmuskeln; konjugierte Augenmuskellähmungen; Amblyopie
17.2	Signalverarbeitung in der Retina		
17.2.1	Aufbau der Retina	die verschiedenen neuronalen Zellen; Pigmentepithel; Photorezeptoren und ihre Verteilung; funktionelle Morphologie der Photorezeptoren	Untersuchungsmethoden der Retina; Augenspiegel; Fundus; Retinitis und Retinopathien; Netzhautablösung
17.2.2	Transduktionsprozess	Photopigmente (Konformationsänderungen; Interaktion mit Pigmentepi-	Nachtblindheit; Blendung; retinale Grundlagen der Sehschärfe; Elek-

"Physiologie"

		thel); photoneninduzierte Leitfähigkeitsänderungen der Rezeptormembran; photochemische Adaptation; photopisches Sehen; skotopisches Sehen	troretinogramm; Elektrokulogramm; Monitor (kritische Flimmerfusionsfrequenz)
17.2.3	neuronale Verarbeitungsprozesse	rezeptive Felder der Ganglienzellen; antagonistische Feldeigenschaften; On-Off-Reaktionen; Kontrastverstärkung; Sehschärfe; Signalverarbeitung (skotopisch, photopisch; Farbe, Form, Bewegung)	Visusbestimmung; Sinnestäuschungen durch Kontrastverstärkung
17.2.4	retinale Mechanismen des Farbsehens	Photopigmente für verschiedene Wellenlängen; Gegenfarbenneurone; Zapfensehen; Messmethoden zum Farbsehen; Farbanomalien (Rotblindheit; Grünblindheit; Blauviolettblindheit); Farbenschwäche; Genetik der Farbanomalien; Gegenfarbentheorie; Farbkonstanz	Farbenblindheit; Farbenschwäche; Psychophysiologie der Farbe; Farbtäuschungen
17.3	Zentrale Repräsentation des visuellen Systems		
17.3.1	Gesichtsfeld	Perimetrie; Gesichtsfelder und Farbe; Skotome; blinder Fleck; Gesichtsfeldausfälle	Messung des Gesichtsfelds, Skotomdiagnostik; Blickfeld
17.3.2	Verlauf der Sehbahn	Chiasma opticum; Verschaltungen: Corpus geniculatum laterale, Colliculus superior, prätektale Region; primäre Sehrinde; Retinopathie; visuell evozierte Potentiale	prächiasmatische Läsionen; retrobulbäre Neuropathie (z.B. bei multipler Sklerose); homonyme und heteronyme Hemianopsien
17.4	Informationsverarbeitung in der Sehbahn		
17.4.1	Verschaltung der Sehbahn	Verarbeitungsprozesse in den übertragenden Schaltstellen; efferente Kontrolle durch den visuellen Kortex; Zuordnung korrespondierender Netzhautstellen	neuronale Kartierung der Umwelt; Informationsselektion
17.4.2	Retina	spezialisierte Zellklassen für Detail-, Farben- und Bewegungssehen	Sinnestäuschungen bei Bildaufbau aus mehreren Ebenen; Farbkonstanz; Formkonstanz
17.4.3	Corpus geniculatum laterale	retinotopische Organisation; gekreuzte Projektion; kortikofugale Kontrolle	
17.4.4	visuelle Cortices (Areae 17, 18; V1, V2)	Schichtenaufbau; Zellen mit Orientierungsspezifität; Richtungsspezifität, Längenspezifität; okuläre Dominanzsäulen; Orientierungssäulen; sekundäre kortikale Areale; Eckendetektion	optische Agnosien und ihre topographischen Lokalisationen; posterior-parietaler Assoziationskortex (Koordinatensystem der Umwelt); temporaler Assoziationskortex (Inhaltsbeschreibung)
17.4.5	Tiefenwahrnehmung	korrespondierende Netzhautstellen; Horopters; Panum-Fusionsareal; Diplopie; Querdisparation; zeitliche Disparation; monokulares Tiefensehen; Strabismus; Wahrnehmung von Entfernungen	Amblyopie; Doppeltsehen; dominantes Auge; monokulare Sehschwäche; Größenkonstanz; Perspektive

"Physiologie"

18	Auditorisches System		
18.1	Physiologische Akustik		
18.1.1	Grundbegriffe	Intensitäts- und Frequenzschwellen; Schalldruck und Schalldruckpegel, Lautstärke, Lautheit; Phon, Dezibel; Isophone	Schallbelastung an Arbeitsplätzen und in Diskotheken
18.1.2	Testverfahren	Stimmgabelverfahren, Methoden der Audiometrie, objektive Audiometrie mit BERA, Hörkurve, Altersabhängigkeit des Hörvermögens	Anforderungen an Hörgeräte
18.2	Gehörgang und Mittelohr		
		Schallleitung und Impedanzwandlung; Funktion von Trommelfell und Gehörknöchelchenkette; Funktion der Mittelohrmuskel; Luftleitung und Knochenleitung	Otosklerose, Mittelohrerkrankungen
18.3	Innenohr		
		funktionelle Anatomie des Innenohrs, Ortsprinzip bei der Schallübertragung, Frequenzdispersion, Wanderwellentheorie, Funktionen von Endolymphe und Perilymphe, Anatomie und Elektrophysiologie der äußeren und inneren Haarzellen; Rezeptorpotentialgenese; Codierung in afferenten Nervenfasern, oto-akustische Emissionen	Schalltrauma, Tinnitus, Innenohrschwerhörigkeit, Cochlea-Implantat
18.4	Zentrale Hörbahn und kortikale Repräsentation		
		Testung mit evozierten Potentialen (Hirnstammpotential), kortikale Repräsentation des Hörens, Verarbeitung akustischer Reize in Neuronen der Hörbahn, efferente Kontrolle, Richtungs- und Entfernungshören, Bedeutung des binauralen Hörens, auditorische Raumorientierung	Hörvermögen von Neugeborenen, Frühdiagnose und Frühversorgung hörgeschädigter Kleinkinder, Lokalisation von Schädigungen der Hörbahn
18.5	Sprachbildung und Sprachverständnis		
18.5.1	Stimmbildung (s.a. 15.8.5)	funktionelle Anatomie von Lippen, Mundhöhle, Zunge und Kehlkopf; Zusammenspiel bei der Stimmbildung, Analyse der Stimmlippenschwingungen, Organisation der Sprachbildung und daran beteiligte Rindenareale	neurologische Ausfälle, z.B. Rekurrensparese, Dysarthrie, motorische Aphasien
18.5.2	Sprachverständnis	Repräsentation der Sprache in kortikalen Assoziationsfeldern, Organisation der visuellen und auditorischen Sprachverarbeitung	sensorische Aphasien, Alexie
19	Chemische Sinne		
19.1	Grundlagen der chemischen Sinne		
19.1.1	Einteilung,	Geruch, Geschmack und trigeminaler	Lebensmittelchemie,

"Physiologie"

	morphologische Grundlagen und sensorische Funktionen	chemischer Sinn; Morphologie der chemischen Sensoren und Bahnen; Kennsubstanzen für die drei Modalitäten; Schwellen für Testsubstanzen, Empfindlichkeit, Adaptation, Interaktionen	Ernährungswissenschaften; Läsionen der Chorda tympani (z.B. Operationsfolgen) Läsionen der Fila olfactorii (z.B. Schädelbasisfraktur); Geschmacksverstärkung; Aspirationsfolgen (z.B. Aspirationspneumonie)
19.1.2	Schutzreflexe, viszerale und sekretorische Reflexe	Sensoren, Leitungsbahnen und Zentren für Würge- und Brechreflex, Niesreflex, Husten; klassische Konditionierung sekretorischer Reflexe (z.B. Speichelfluss)	
19.2	Geschmack		
19.2.1	Geschmacksqualitäten und Psychophysiologie des Geschmackes	vier Qualitäten des Geschmacks und ihre gemeinsame Repräsentation in Sinneszellen der Zunge; Warnfunktion des Bittergeschmackes; Wahrnehmungs-, Unterschiedsschwellen; Abgrenzung vom trigeminalen chemischen Sinn (Qualität "scharf")	Ageusien, Dysgeusien (z.B. als Folge von Medikamenten)
19.2.2	Sensoren	Transduktionsmechanismen in den Sinneszellen für die Geschmacksqualitäten	
19.2.3	zentrale Projektionen	zentrale Bahnen; thalamischer Projektionskern, kortikales Projektionsfeld	Läsionen der Chorda tympani, zentralnervöse Läsionen
19.3	Geruchssinn und trigeminaler chemischer Sinn		
19.3.1	Sinnesmodalitäten, Qualitäten und Psychophysiologie des Geruchs	trigeminaler chemischer Sinn, Geruchssinn: Testsubstanzen, Geruchsqualitäten, Einteilungen der Gerüche; Testmethoden; hereditäre partielle Anosmien; Reiz- und Unterschiedsschwellen, Adaptation; Hedonik von Gerüchen	Anosmie (z.B. bei Schädelbasisfrakturen, Trigeminausfällen); Schnupfen
19.3.2	Transduktionsprozesse	Transduktionsmechanismen in den Sensoren des Geruchssinns; Erregungsschwellen, Adaptation	
19.3.3	Bahnen und zentralnervöse Verarbeitung	synaptische Verarbeitung im Bulbus olfactorius, Hemmvorgänge, aufsteigende Bahnen, kortikale Projektionen; Verstärkungen der Empfindlichkeit bei Veränderungen der Körperhomöostase (z.B. Hunger, Durst, Fieber, Schwangerschaft)	
19.3.4	Assoziationsregionen für den Geruchssinn	enge Beziehung zum limbischen System, emotionale Bedeutung des Geruchssinns	Parosmie, Hyperosmie (z.B. während der Aura von Temporallappenanfällen)

"Physiologie"

20	<u>Integrative Leistungen des Zentralnervensystems</u>		
20.1	Allgemeine Physiologie und funktionelle Anatomie der Großhirnrinde		
20.1.1	Organisation der Großhirnrinde (s.a. GK Anatomie 9.7.3)	Aufbau der Großhirnrinde in 6 Schichten, Zytoarchitektonik, Organisation in Neuronenkolumnen (Funktionssäulen), synaptischer Input- und Output, Verbindungen der Hemisphären über Kommissuren, Verbindungen mit subkortikalen Regionen	
20.1.2	kortikale Felder	Frontal-, Parietal-, Temporal- und Okzipitallappen; Projektions- und Assoziationsfelder und ihre Entsprechung in der Zytoarchitektonik, Sonderstellung des Frontalhirns und des limbischen Kortex	Plastizität der Somatotopie nach Amputationen; Agnosien, Apraxien und Psychopathologie spezifischer Hirnrindenzonen
20.1.3	kortikale Asymmetrie, Händigkeit und Sprachfunktionen	Dominanz einer Kortexhälfte bei Sprache und Händigkeit; spezielle Funktionen der subdominanten Hemisphäre; Funktion des Corpus callosum und der anderen Hirnkommissuren, Folgen der Balkendurchtrennung (Split brain) (s.a. 20.2.2); Zusammenwirken von Hirnrindenzonen bei der Sprachbildung und beim visuellen und akustischen Sprachverständnis (PET- und fMRI-Analysen); Funktion von Broca-, Wernicke-Zentrum und Gyrus angularis	motorische und sensorische Aphasien, apoplektischer Insult; "Sprachenshift" bei Hirnverletzungen in der frühen Kindheit
20.1.4	elektrophysiologische Analyse der Hirnrindenaktivität	elektrophysiologische Analyse von Hirnrindenaktivität auf verschiedenen Ebenen: extra- und intrazelluläre Einzelzellableitungen, Summenaktivität; elektrische Phänomene, die dem EEG zugrunde liegen, Frequenzanalyse von EEG und MEG, Wellenbänder und ihre funktionelle Bedeutung, Synchronisation, kortikale Gleichspannungspotentiale, ereignisbezogene Potentiale (Mittelungsmethoden)	Veränderungen der elektrischen Hirnerscheinungen bei Erkrankungen und unter Einfluss von Pharmaka; EEG-Analyse von Bewusstseinsstörungen und Krampfanfällen; Hirntoddiagnostik
20.2	Integrative Funktionen durch Interaktionen zwischen Hirnrinde und subkortikalen Hirnregionen		
20.2.1	Zirkadiane Periodik	zerebrale Generatoren zirkadianer Uhren, Wach-Schlafzyklus und seine Anpassung an den Tag-Nacht-Wechsel; Schlafperioden und Schlafmuster; Altersabhängigkeit der Schlafmuster; pathologische Schlafmuster; Schlafstadiendiagnostik mit EEG, EMG und Okulogramm; vegetative Funktionen in REM- und	Somnambulismus, Narkolepsie, Enuresis nocturna; Schlafstörungen bei Alkohol- und Drogenabusus; Jet-lag, Schichtarbeit

"Physiologie"

		nREM-Schlaf; REM-Schlaf und Träumen; Hypothesen der neuronalen Schlafsteuerung	
20.2.2	Bewusstsein	Bewusstseinsformen; Interaktion von subkortikalen und kortikalen Regionen und Bewusstseinshelligkeit; aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem (ARAS); Kurzzeitgedächtnis und Bewusstsein; Formen und Grade des Bewusstseinsverlustes; Narkosestadien; Differenzierung zwischen Schlaf und Bewusstlosigkeit	Stupor, Koma, Locked-in-Syndrom; Dämmerzustände
20.2.3	Plastizität, Gedächtnis und Lernen	Unterscheidung von Prägung und Lernen; nicht-assoziatives und assoziatives Lernen; Formen des assoziativen Lernens: operante und klassische Konditionierung; Gedächtnisformen: explizites und implizites Gedächtnis (Wissens- und Verhaltensgedächtnis); Einteilung der Gedächtnisformen nach der Dauer der Speicherung (Kurzzeitgedächtnis, Langzeitgedächtnis); Zugriffssicherheit und -geschwindigkeit zu verschiedenen Gedächtnisspeichern; an den verschiedenen Gedächtnisformen beteiligte Hirnregionen; neuronale Modelle der Kurz- und Langzeitspeicherung von Informationen; synaptische Plastizität, Hebbsche Synapse	anterograde, retrograde und komplette Amnesien, Korsakoff-syndrom; Alzheimer Demenz; Formen des Lernens; Rehabilitation
20.2.4	Triebverhalten, Motivationen und Emotionen	homöostatische und nicht-homöostatische Triebe; appetitives und aversives Verhalten; synaptische Systeme des appetitiven und aversiven Verhaltens (z.B. Endorphine); limbisches System als vertikal organisiertes System aus subkortikalen und kortikalen Regionen und seine Bedeutung für die Steuerung von Triebverhalten und Emotionen; Zusammenhang zwischen Triebverhalten, endokrinen, motorischen und vegetativen Funktionen (s.a. 14.3.4); Einteilung in Funktionseinheiten, beteiligte Hirnregionen, Einflüsse von Pharmaka: Kampf-, Furcht- und Fluchtverhalten; sexuelles Verhalten; Durst, Hunger und thermoregulatorisches Verhalten; gelernte Motivation und Sucht; neurobiologische Erklärungen von Suchtverhalten; neuronale Modelle von Sucht und	Schädigungen des limbischen Systems (z.B. bei Rabies); Formen und Pathophysiologie der Anorexien; Suchtarten und Suchtdiagnose; Zurechnungsfähigkeit; Wirkung von Antidepressiva

"Physiologie"

	Abhängigkeit: plastische Veränderungen an Rezeptoren, Synapsen und Second-messenger-Systemen	
--	--	--