

# impp

**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“**

**Auflage von  
Januar 2014**



## Vorwort zur Auflage von Januar 2014

In dieser aktualisierten Auflage des Teilkatalogs „Physiologie“ im IMPP-Gegenstandskatalog für den schriftlichen Teil des Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung (IMPP-GK-1) wurden - unter Beibehaltung der allgemeinen Struktur - eine Vielzahl von Begriffen aktualisiert und präzisiert sowie einige Themengebiete an besser geeigneter Stelle abgehandelt.

Formal wird bis einschließlich Frühjahr 2015 den Prüfungen ausschließlich die vorhergehende Auflage von Februar 2005 zugrunde gelegt. Die Prüfung Herbst 2015 berücksichtigt beide Auflagen. Ab Frühjahr 2016 gilt nur noch die neue Auflage.

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 (ÄAppO) 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 (§ 22 und Anlage 10 der 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.

Die Prüfungen schließen Aspekte ein, die die Verknüpfung des medizinischen Grundlagenwissens über die Körperfunktionen mit klinischen Anteilen sichern (vgl. Anlage 10 der ÄAppO). Zum einen ist somit bestimmtes klinisches Basiswissen bereits Prüfungsstoff. Zum anderen können klinische Bezüge auch einer anwendungsorientierten Prüfungsfragestellung dienen, ohne selbst zum Prüfungsstoff zu gehören. Im letzteren Fall wird das Anwendungsbeispiel mit den nötigen Informationen in der Aufgabenstellung mitgeliefert. Der IMPP-GK-1 enthält in der vierten (rechten) Spalte 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-1 in den vorderen Spalten aufgeführt sein und somit beim dortigen Item zum Prüfungsstoff gehören.

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

Auch die Querverweise innerhalb des IMPP-GK-1 erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wird in einen anderen Teilkatalog des IMPP-GK-1 verwiesen, werden folgende Abkürzungen verwendet:

GK = Teilkatalog des IMPP-GK-1

Physik = Physik für Mediziner

Chemie/Bioch. = Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie

Biol. = Biologie für Mediziner

Anat. = Anatomie

Psych./Soz. = Grundlagen der Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie

## „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 Chemie/Bioch. Kap. 14
- 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 Herztätigkeit
- 4 Blutkreislauf**
  - 4.1 Allgemeine Grundlagen
  - 4.2 Hochdrucksystem
  - 4.3 Niederdrucksystem
  - 4.4 Organdurchblutung
  - 4.5 Fetalen und placentaren Kreislauf s. 11.7 und 11.8
- 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 Integrierte 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

## „Physiologie“

- 10 Hormonelle Regulation**
  - 10.1 Allgemeine Hormonlehre
  - 10.2 Physiologie einzelner Hormone
  - 10.3 Zusammenspiel von Hormonen in Wasser-, Elektrolyt- und Mineralhaushalt, Wachstum, Entwicklung, Stoffwechsel und Energiehaushalt
- 11 Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie**
  - 11.1 Geschlechtsfestlegung und Pubertät
  - 11.2 Estrogene und Progesteron
  - 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 Muskulatur
- 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 Allgemeine Organisation des motorischen Systems, 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, Gleichgewichtssinn
  - 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
  - 17.4 Informationsverarbeitung in der Sehbahn

## „Physiologie“

- 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“

<b>1</b>	<b>Allgemeine und Zellphysiologie, Zellerregung</b>		
<b>1.1</b>	<b>Stoffmenge und Konzentration (s. a. GK Physik 2.5)</b>		
		Aktivität, Konzentration, Ionenstärke; absolute und relative Molekülmasse; pH-Wert, Molalität, Molarität, Partialdruck; Löslichkeitskoeffizient; Temperaturabhängigkeit	
<b>1.2</b>	<b>Osmose (s. a. GK Physik 4.6)</b>		
		Osmolarität, Osmolalität, osmotischer und onkotischer Druck, Reflexionskoeffizient, Tonizität, Van ´t Hoff-Beziehung, Wasserkanäle	Ödementstehung, osmotische Diurese
<b>1.3</b>	<b>Stofftransport</b>		
1.3.1	in und von Gasen und Flüssigkeiten	Diffusion (Fick’sches Gesetz), Konvektion, Filtration, Gradient, Trieb„kräfte“, Fließgleichgewicht	Störungen der alveolären Gasdiffusion, Ventilation, Zirkulation
1.3.2	durch Membranen (s. a. GK Anatomie 2.3.2 und GK Chemie/Bioch. 20.2.3)	Löslichkeit von Stoffen in Membranen; elektrisches, chemisches und elektrochemisches Potential (Trieb„kräfte“); Solvent drag; Permeabilität; Ionenleitfähigkeit; nichtionische Diffusion; Ionenkanäle: Struktur, Funktion und 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; Hirnödem; Durchfallursachen; Dumpingsyndrom; Carrierdefekte; Malabsorption; Diurese, glomeruläre und tubuläre Proteinurie; tubuläre Aminoazidurie, tubuläre Glucosurie, Mukoviszidose; Muskelkrankungen
1.3.3	intrazellulär	funktionelle Polarisierung von Zellen; Sorting; Vesikeltransport; Speicherung und Entspeicherung von Stoffen	Lipoproteinämien; Speicherkrankheiten; Zelltransformation; Allergien; Immundefekte; Nervenläsion und -regeneration
1.3.4	über Zellverbände (s. a. GK Biol. 1.2.6 und GK Anat. 2.3, 2.6.2 und 2.6.3)	Para- und transzellulärer Transport; Gap junctions; Dichtigkeit von Zellverbänden, Schlussleisten und Desmosomen und deren Regulation; elektrische und chemische Interaktion zwischen Nerven- und Gliazellen sowie zwischen Endothel und glatten Muskelzellen; Blut-Hirn- und Blut-Liquorschranke	Störungen der kapillären Filtration; Hautverbrennungen; Entzündungen und Verätzungen von Ösophagus, Magen und Darm; Durchfallursachen; Arteriosklerose; Hirnödem; Epilepsie; Hirntumoren; Entzündungen, z. B. Meningitis; Nekroseabgrenzung, z. B. Herzinfarkt
<b>1.4</b>	<b>Zellorganisation und -beweglichkeit</b>		
		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; Epithel- und Endothelreparatur; Tumormetastasierung
<b>1.5</b>	<b>Elektrische Phänomene an Zellen</b>		
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, Selektivität); transzelluläres (z. B. trans-epitheliales) 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, 12.3.1 und 13.3	
<b>1.6</b>	<b>Energetik s. GK Physik 2.4 und GK Chemie/Bioch. Kap. 14</b>		

## „Physiologie“

<b>2</b>	<b>Blut und Immunsystem</b> (s. a. GK Anat. 2.11 und 2.12 sowie GK Chemie/Bioch. Kap. 24 und 25)		
<b>2.1</b>	<b>Blut</b>		
		Volumen (Normalwerte, Bestimmung, Regulation), Bestandteile, Stammbaum der Hämatopoiese, CFU („colony forming unit“), CSF („colony stimulating factor“), Interleukine; Transportfunktionen	Hypo-, Hypervolämie, Schockprophylaxe
<b>2.2</b>	<b>Erythrozyten</b>		
		Konzentration, Hämatokrit; Größe, Form und Verformbarkeit (insb. Zytoskelett); Hämoglobingehalt. Regulation der Bildung (z. B. Hypoxie, Erythropoietin); Retikulozyten; Lebensdauer, Abbau; funktionelle Besonderheiten des Stoffwechsels, Aufbau und Funktionen der Erythrozytenmembran; Blutsenkungsgeschwindigkeit; Hämolysen; Blutgruppen (s. a. 2.5.5) Grundzüge der Anämien und ihre Ursachen (z. B. hypo-, normo-, hyperchrome Anämie; Eisenmangel)	Anämien; Erythrozytosen; Bluttransfusion; Hämorrhagien; myeloproliferative Erkrankungen; Hämolysen (z. B. mechanisch, toxisch); Membranopathien; chronische Höhenkrankheit
<b>2.3</b>	<b>Blutplasma</b>		
2.3.1	Transportfunktion	für Wärme, Hormone, Substrate, Stoffwechselprodukte; Lipoproteine	
2.3.2	niedermolekulare Bestandteile	wichtige Bestandteile (z. B. anorganische Ionen, Glucose, Harnstoff, Creatinin); Konzentrationen von Ionen und Nichtelektrolyten (z. B. Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Cl <sup>-</sup> , H <sup>+</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Glucose); Osmolalität des Plasmas	Elektrolytstörungen (Auswirkungen z. B. auf Herz, Knochenstoffwechsel, ZNS), Niereninsuffizienz; nephrotisches Syndrom; Leberzirrhose; Aszites
2.3.3	Plasmaproteine	Proteinfraktionen; Bildungsorte; Normalbereich der Konzentrationen von Gesamtprotein und Albumin; Funktion der Plasmaproteine (z. B. Stofftransport, humorale Abwehr, Gerinnung, onkotischer Druck), Proteasehemmung; pathophysiologische Grundlagen von Hypo- und Hyperproteinämien	Entzündungsdiagnostik; Ödeme, Tetanie, Proteinverlust, z. B. Leber-, Nierenkrankheiten, Hungerödeme, Aszites, Plasmozytom, Emphysem
<b>2.4</b>	<b>Hämostase und Fibrinolyse</b>		
2.4.1	Thrombozyten	Konzentration, Bildung (z. B. Thrombopoietin); Funktion (Aktivierung, Sekretion, Formänderung, Adhäsion, Aggregation, Inhaltstoffe); Blutungszeit	Thrombozytopenie/-pathien, Thrombasthenien, Thrombozytenaggregationshemmung
2.4.2	Hämostase	primäre Hämostase (Thrombozytenpfropf); Gerinnungskaskade (Aktivierungs-, Koagulations- und Retraktionsphase; exogene und endogene Aktivierung, Gerinnungsfaktoren, Rolle von Ca <sup>2+</sup> ); Hemmstoffe der Blutgerinnung in vivo und in vitro; Serinproteaseinhibitoren; Grundzüge der Prüfmethode der Blutstillung und der Blutgerinnung (z. B. INR, 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, Thrombolysen

## „Physiologie“

<b>2.5</b>	<b>Abwehrsystem und zelluläre Identität (Immunologie)</b>	
2.5.1	Leukozyten	Typen, Bildung und Prägung (Lymphozyten), Kompartimentierung, Lebensdauer, Konzentration. Eigenschaften (z. B. Chemotaxis, Migration, Phagozytose, Sekretion)
2.5.2	unspezifische Abwehr	bakterizide und antivirale Stoffe (Lysozym, C-reaktives Protein, Interferone, reaktive Sauerstoff-Spezies); Zytokine; Rezeptoren von Granulozyten und Monozyten (z. B. Toll-like-Rezeptoren), Opsonisierung; Komplementsystem (Komponenten, Aktivierungswege); natürliche Killerzellen; Grundzüge der Apoptose
2.5.3	spezifische Abwehr	Antigen, Antikörper; Oberflächenrezeptoren, Rolle und Aktivierung der T-Zelltypen und der B-Lymphozyten; Antigenpräsentation, Rolle von Makrophagen, B-Zellen und dendritischen Zellen, 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
2.5.5	Blutgruppen	Vorkommen, Erbgang, Antigene, Antikörper, Bestimmungsmethoden (ABO- und Rh-System); Unverträglichkeitsreaktionen; Blutgruppen und Schwangerschaft (Rh-Inkompatibilität, Rh-Prophylaxe)
<b>3 Herz</b>		
<b>3.1</b>	<b>Elektrophysiologie des Herzens</b>	
3.1.1	spezielle Elektrophysiologie des Myokards	Ruhe- und Aktionspotential: Ionenkanäle, Permeabilitätsänderungen, Ionenströme, Einfluss von Vagus und Sympathikus; Refraktärphasen, vulnerable Phase; Ionenpumpen in den Membranen: Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup> -ATPase, Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup> -Austauscher, Ca <sup>2+</sup> -ATPasen; Grundzüge der Folgen von Anoxie und Elektrolytstörungen (z. B. Hypo- und Hyperkaliämie und -kalzämie, Ischämie, Azidose und Alkalose)
3.1.2	Erregungs- und -leitungssystem (s. a. GK Anat. 7.5.2)	Lokalisation und funktionelle Bedeutung der einzelnen Abschnitte, Schrittmacher- und Aktionspotentiale in verschiedenen Herzabschnitten, Mechanismen und Regulation der diastolischen Depolarisation an Sinusknoten, 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
Entzündungsreaktionen, Leukämien, Sepsis; Allergien; Immunsuppression; Autoimmunerkrankungen; Immundefekte (z. B. AIDS); Transplantation; Organabstoßung; antiinflammatorische Medikamente		
Bluttransfusion; Rh-Inkompatibilität		
Herzrhythmusstörungen bei Ionenverschiebungen, kardioplege Lösung; Hypoxie, Azidose; Vorhof- und Kammerflimmern, Stromunfälle, Long-QT-Syndrom		
Rhythmusstörungen: ektopische Erregungsbildung, Ersatzrhythmen (z. B. AV-Rhythmus, Kammereigenrhythmus), Adams-Stokes-Anfall; Extrasystolie (supraventrikulär, nodal, ventrikulär), Blockbildung (AV-Knoten, Kammer-schenkel), bradykarde und tachykarde Störungen; Reentry der Erregung, Defibrillation, künstliche Schrittmacher; Herzhypertrophie; Durchblutungsstörungen		



## „Physiologie“

3.1.3	elektromechanische Kopplung (s. a. GK Anat. 2.6.2)	Calcium und Kontraktionssteuerung: Calciumspeicherung und -freisetzung (Speicherorganellen), Calciumkanäle: Dihydropyridin- und Ryanodin-empfindliche Kanäle, Bedeutung der cholinergen und adrenergen Rezeptoren, Steuerfunktion der second messenger (s. a. 12.4.6), Bedeutung der Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup> -ATPase; Inotropie (auch Frequenzinotropie); Mechanismen und Steuerung der Calciumelimination; Sensitivierung der Myofilamente	Therapie der Herzinsuffizienz (z. B. Herzglykoside, Calciumkanal-Blocker, Betablocker)
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; Grundzüge der Diagnostik (typische Rhythmus-/Leitungs-Störungen)	diagnostische Grundlagen (Störungen von Erregungsbildung und -ausbreitung), Beurteilung der Lage der elektrischen Herzachse (Links-/ Rechtshypertrophie, Schenkelblock), Arrhythmien, myokardiale Ischämie, Elektrolytstörungen, Kammerflimmern
<b>3.2</b>	<b>Mechanik des Herzens</b>		
3.2.1	Grundlagen der Muskelkontraktion (s. a. 13.1)	beteiligte Myofilamente, Mechanismen der Kraftgenerierung, Dehnungseinflüsse, Herzgröße und Myokardspannung (Laplace-Beziehung), Einfluss des Perikards, Regulation der Herzmuskelmasse	Kompensation und Dekompensation der Herzleistung, Herzinsuffizienz, Remodeling des Myokards, Kardiomyopathien, Herzdilatation, Herzhypertrophie, kritisches Herzgewicht
3.2.2	Herzklappen (s. a. GK Anat. 7.5.1)	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, 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, 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

## „Physiologie“

<b>3.3</b>	<b>Energiestoffwechsel des Herzens</b>		
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; arterio-venöse Sauerstoffdifferenz, Sauerstoff-Extraktionsrate und myokardialer O <sub>2</sub> -Verbrauch, Einfluss von Gefäßstenosen und Herzfrequenz auf die Myokarddurchblutung, transmurale Durchblutungsgradienten	Arteriosklerose, koronare Herzkrankheit, Koronarinsuffizienz (therapeutische Grundzüge der pharmakologischen Beeinflussung, Ballondilatation, Bypass, Angiokardiographie), Angina pectoris, Prinzmetal-Angina, Herzinfarkt (typische EKG-Veränderungen, Plasmaenzyme), Rhythmusstörungen, Bestimmung der Koronarreserve
3.3.2	Energieumsatz	Substrate und deren Umsatz, Sauerstoffverbrauch, ATP-Resynthese, Energieverbrauch und Koronardurchblutung	Myokardischämie, Gewebsazidose, Myokardschaden, Reperfusion, Wiederbelebung
<b>3.4</b>	<b>Steuerung der Herzfähigkeit</b>		
3.4.1	Grundmechanismen	Frank-Starling-Mechanismus, Herzmuskelhypertrophie (zeitliche Dimensionen dieser Effekte), Abstimmen der Förderleistung beider Herzhälften; Vorlast (Preload), Nachlast (Afterload) und Anpassung an Volumen- und Druckbelastung, Auswirkungen von Klappenfehlern, Shuntvitien; Dehnung und Wandspannung (Laplace-Beziehung); endsystolisches Restvolumen; zentrales Blutvolumen; Orthostase	zentraler Venendruck, Hypovolämie, Orthostaseprobleme, Hypertonie; Herzdilatation, Lungenödem bei Linksherzversagen; Therapie bei Herzinsuffizienz, Herztransplantation
3.4.2	Herznerven	efferente Herznerven (Adrenozeptoren, Cholinozeptoren, s. a. Kap. 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 $\beta_1$ -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); natriuretische Peptide (ANP und BNP); Besonderheiten des fetalen Herzens	respiratorische Arrhythmie; Arbeitsumstellung; Körperhaltung, Volumenbelastung des Herzens und Diurese; sportmedizinische, arbeitsmedizinische und schulmedizinische Aspekte, Herzhypertrophie („Sportlerherz“), Rehabilitation
<b>4</b>	<b>Blutkreislauf</b>		
<b>4.1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b>		
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; statischer Blutdruck	Wandveränderungen der Gefäße, Stenosen, Dilatationen, Aneurismen, Shuntbildung, Thrombosen, Embolien
4.1.2	funktionelle Abschnitte	Hochdruck- und Niederdrucksystem, Aorta als Windkessel, Arterien als Leitungsgefäße, 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, Varizen, Lungenembolie

## „Physiologie“

4.1.3	Druck	intravasale Drücke, Druckverlauf entlang der Gefäße, Druckpulse und Pulswellengeschwindigkeiten in Arterien und Venen, arterielle Blutdruckamplitude; Volumelastizität, Wanddehnung, transmuraler Druck, hydrostatische Einflüsse; Messmethoden	Katheterisierung von Arterien und Venen; Stenosen, Steal-Syndrom; pulmonale Hypertension, Arteriosklerose
4.1.4	Strömung	Stromstärke und Strömungsgeschwindigkeit in verschiedenen Kreislaufabschnitten, Messmethoden (z. B. Thermodilution, Doppler-Sonographie, Venenverschlussplethysmographie, fMRT, PET); Strompuls; Fließigenschaften 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 Durchmesserverhalten, Autoregulation, lokal-chemische Reaktionen, neurogene Regulation, Dichte und Funktion von $\alpha$ - und $\beta$ -Adrenozeptoren in verschiedenen Gefäßabschnitten; Einfluss der Blutviskosität; vasomotorische Endothelfunktionen (z. B. NO), Hormonwirkungen, myogener Gefäßtonus, ascendierende Vasodilatation, gap junctions, Bedeutung des Strömungswiderstandes für Perfusion und Kapillardruck, Regulation der Blutverteilung in den einzelnen Organen, Bedarfsanpassung der Durchblutung	Reaktionen auf Entzündungen, Diabetes, Gefäßspasmen; Widerstandshochdruck, Blutviskosität und Hämatokrit; 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; Regulationsmechanismen: kardiale Rezeptoren, Adiuretin (ADH), Atriopeptin (ANP), Osmorezeptoren; Durst, Einflüsse von Temperatur und körperlicher Arbeit; Hypo- und Hypervolämie	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, perfusions- und diffusionslimitierter Stofftransport; Lymphbildung und -abfluss; Grundlagen der Ödementstehung	Abflussbehinderung (Stauung, Aszites), tumorbedingte Ödeme, Hungerödeme; allergische Reaktionen (z. B. Insektenstich); Lungenödem; anaphylaktische Reaktionen, Entzündungsreaktionen, arteriosklerotische Veränderungen
<b>4.2</b>	<b>Hochdrucksystem</b>		
4.2.1	arterieller Blutdruck	systolischer und diastolischer Blutdruck, Messmethoden (Riva-Rocci, Korotkoff, invasive Blutdruckmessung); 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; Druckpulscurve bei Volumenmangel, Arteriosklerose, Hypertonie

## „Physiologie“

4.2.2	Blutdruckregulation (s. a. GK Anatomie 9.3.3)	zentralnervöse und hormonelle Steuerung; Kreislaufreflexe (Baro-, Dehnungs-, Chemo-rezeptoren, Lokalisation im Hochdruck- und Niederdrucksystem, Adaptationsverhalten), Orthostase; Renin-Angiotensin-Aldosteron-System; Beitrag der Niere zur Blutdruckregulation; Blutdruckrhythmik; kurz-, mittel- und langfristige Blutdruckregulationsmechanismen; Reaktionen auf Volumenbelastung, Muskelarbeit, Körperhaltung, emotionale Belastung; Altersabhängigkeit der Blutdruckhöhe; Funktionsprüfung der Regulationsfähigkeit, Normotonie; Grundzüge und Auswirkungen von Hypotonie und Hypertonie; verschiedene Schockformen, Kreislaufkollaps, Synkope	Ursachen, Formen und Folgen der Hypertonie, Phäochromozytom, Conn-Syndrom, Cushing-Syndrom; Hypertoniebehandlung (z. B. Diuretika, ACE-Hemmer, Beta-Blocker, Calciumkanal-Blocker, natriumarme Ernährung); Übergewicht und Blutdruck; Hypotonie und Orthostase; Formen und Therapien des Kreislaufschocks; Zentralisation des Kreislaufs, Multiorganversagen
<b>4.3</b>	<b>Niederdrucksystem</b>		
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; Thrombose, Thrombolysse
4.3.2	intrathorakale Abschnitte	Druckschwankungen im rechten Herzen, Aa. 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 (ADH), Atriopeptin (ANP), Durst	pulmonaler Hochdruck (z. B. Höhenkrankheit), Lungenstauung, Lungenödem; Störungen der Segelklappen und der Pulmonalklappe; Cor pulmonale; Lungenembolie; Rechtsherzinsuffizienz (periphere Ödeme, Nykturie); Hypovolämie, hypovolämischer Kollaps, Blutersatz, Hypertransfusion
<b>4.4</b>	<b>Organdurchblutung</b>		
4.4.1	Grundmechanismen (s. a. 4.1.4)	Vasokonstriktion und -dilatation, druckpassives Durchmesserhalten; Regulation lokal, neurogen, humoral; Autoregulation, Bedarfsanpassung, Beziehung zwischen Durchblutung und Organleistung; Durchblutungsreserve; Anteil der spezifischen Organdurchblutung am Herzzeitvolumen; metabolische und reaktive Hyperämie, Grundzüge der Angiogenese, Kollateralkreislauf, Arteriogenese, vaskuläre Regeneration und deren Regulation	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, fMRT, PET, intrakranielles Blutvolumen, Hirndruck	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, noradrenerge Konstriktion und cholinerge Dilatation, regionale Unterschiede; emotionale Einflüsse; Schweißsekretion, Einfluss auf die Wärmeabgabe (s. a. 8.2); Fieber; Hyperthermie, Hitzekollaps	Akrozyanose; Erfrierungen, Verbrennungen; Akklimatisation; perkutane Aufnahme von Arzneimitteln

## „Physiologie“

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; Kalium-abhängige Dilatation und endothelabhängige Durchblutungsregulation, flussabhängige Vasodilatation (NO), conducted responses (gap junctions)	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 Arbeit	Alkoholschädigung, Hepatitis, Leberzirrhose, portale Hypertension, Aszites, Ösophagusvarizen, hepatische Enzephalopathie, Störungen des Gerinnungsstatus
4.5	<b>Fetaler und plazentarer Kreislauf s. 11.7 und 11.8</b>		
5	<b>Atmung</b>		
5.1	<b>Morphologische Grundlagen (s. a. GK Anatomie 7.2)</b>		
		Bronchialbaum, Aufbau der Bronchialwand, alveoläre Blut-Gas-Barriere; Zellen des Atemtraktes; bronchiale und pulmonale Blutgefäße; Pleuraspalt	Pneumothorax, Tumore der Lunge
5.2	<b>Nicht-respiratorische Lungenfunktion</b>		
		unspezifische Abwehr: Flimmerepithel, Bronchialschleim, Alveolarmakrophagen; spezifische Abwehr: Antikörper des Bronchialekrets	Bronchitis, Asthma bronchiale
5.3	<b>Physikalische Grundlagen (s. a. Kap. 1 sowie GK Physik, 2.7, 4.3 und 4.6)</b>		
		ideales Gasgesetz, Gasgemische: Fraktion und Partialdruck der Komponenten, Wasserdampf; Volumenmessbedingungen (ATPS, BTPS, STPD); Zusammensetzung der Luft; Luftdruck und Höhe; Löslichkeit und Diffusion von Gasen in Flüssigkeiten	Lungenfunktionsdiagnostik; Tauchunfälle; Caisson-Krankheit
5.4	<b>Atemmechanik</b>		
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 (s. a. GK Anatomie 6.2 und 7.8.4)	Atemmuskeln, Wirkungsweise bei Ruheatmung und maximaler Kraftentfaltung (Valsalva-, Müller-Manöver); Atemwegwiderstände, nervale Beeinflussung; Zusammenhang zwischen Atemstromstärke, Alveolardruck, Pleuradruck bei ruhiger und forcierter Atmung; forcierte Expiration (Tiffeneau-Test); Atemgrenzwert; Grundzüge obstruktiver und restriktiver Ventilationsstörungen	obstruktive Atemwegserkrankungen (z. B. Asthma bronchiale, chronische Bronchitis, Mukoviszidose); restriktive Ventilationsstörungen (z. B. Lungenfibrose); künstliche Beatmung
5.5	<b>Lungenperfusion</b>		
		intravasale, perivaskuläre Drücke, Gefäßweite; Strömungswiderstand, passive, aktive Beeinflussung (z. B. hypoxische pulmonale Vasokonstriktion); regionale Unterschiede der Perfusion	pulmonale Hypertonie; Rechtsherzbelastung; Lungenödem

## „Physiologie“

<b>5.6</b>	<b>Gasaustausch in der Lunge</b>		
5.6.1	O <sub>2</sub> -Aufnahme, CO <sub>2</sub> -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 <sub>2</sub> und CO <sub>2</sub> 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, $\alpha_1$ -Proteinase-Inhibitor-Mangel, Lungenfibrose, Pneumothorax, interstitielles Lungenödem
5.6.4	Verteilung	Bedeutung ungleichmäßiger Verteilung von Lungen-Ventilation und -Perfusion für die O <sub>2</sub> -Aufnahme und CO <sub>2</sub> -Abgabe; Grundzüge von Verteilungsstörungen und der Differentialdiagnose einer arteriellen Hypoxämie	restriktive, obstruktive Ventilationsstörungen, Atelektase; arterielle Hypoxämie; zentrale Zyanose; Hypo-, Hyperkapnie; Lungenödem
<b>5.7</b>	<b>Atemgastransport im Blut (s. a. GK Chemie/Bioch. 25.1.1 bis 25.1.3)</b>		
5.7.1	O <sub>2</sub>	physikalische Lösung und chemische Anlagerung an Hämoglobin (Hb); O <sub>2</sub> -Konzentration, O <sub>2</sub> -Sättigung, O <sub>2</sub> -Partialdruck, O <sub>2</sub> -Bindungskurve; O <sub>2</sub> -Kapazität, O <sub>2</sub> -Gehalt; Messmethoden und Normalbereiche im arteriellen und gemischt-venösen Blut; Beeinflussung der O <sub>2</sub> -Anlagerung an Hb (z. B. pH, CO <sub>2</sub> , 2,3-Bisphosphoglycerat, Temperatur); Hämoglobin-Isoformen (z. B. HbA, HbF); MethHb, COHb; fetaler O <sub>2</sub> -Transport	Methämoglobinämie; Vergiftungen (z. B. CO, Cyanat); Anämien bei Hb-Gendefekten (z. B. Thalassämie, Sichelzellanämie)
5.7.2	CO <sub>2</sub>	physikalische Lösung und chemische Bindung als HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> und Carbamat; Konzentration und Partialdruck von CO <sub>2</sub> (CO <sub>2</sub> -Bindungskurve); Messmethoden und Normalbereiche im arteriellen und gemischt-venösen Blut; ionale Austauschvorgänge an der Erythrozytenmembran (z. B. HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /Cl <sup>-</sup> -Austausch, Carboanhydrase)	Störungen des Säure-Basen-Haushaltes; Hyperkapnie; Erstickung; Asphyxie
5.7.3	Wechselwirkung zwischen O <sub>2</sub> - und CO <sub>2</sub> -Bindung	O <sub>2</sub> -Sättigung und CO <sub>2</sub> -Anlagerung an Hämoglobin (Bohr-Effekt und Haldane-Effekt); Wechselspiel zwischen O <sub>2</sub> - und CO <sub>2</sub> -Austausch in Lunge und Geweben	
<b>5.8</b>	<b>Atmungsregulation</b>		
5.8.1	Atemzentren, Atemreize	medulläre und pontine Atemzentren; respiratorische Neuronenklassen; Rhythmogenese; rückgekoppelte Atemreize (Lungendehnungsrezeptoren, periphere und zentrale Chemorezeption); nicht-rückgekoppelte Atemreize (z. B. willkürliche Beeinflussung der Atmung, Einflüsse von Temperatursensoren, Nozizeptoren, Progesteron); reflektorische Kontrolle; Ventilation bei Arbeit	chronische Ateminsuffizienz; Vergiftung (z. B. Barbiturat); Schlafapnoe; Dyspnoe; O <sub>2</sub> -Beatmung

## „Physiologie“

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 Mangel durchblutung; Hirnstammläsionen
<b>5.9</b>	<b>Atmung unter ungewöhnlichen Bedingungen</b>		
	(s. a. GK Physik 2.7)	Grundzüge der Höhenatmung; Hyperventilation, respiratorische Alkalose (s. a. 5.10.4); Akklimatisation (z. B. Erythrozytose); 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 <sub>2</sub> -Vergiftung, Inertgasnarkose, Dekompressionskrankheit)	Höhenkrankheit (Höhen-Lungenödem, HAPE); Tauchunfälle; Störungen durch Hyperoxie (z. B. Entzündung der Atemwege, Krampfanfälle)
<b>5.10</b>	<b>Säure-Basen-Gleichgewicht und Pufferung</b> (s. a. GK Chemie/Bioch. 3.4 und 21.1)		
5.10.1	Pufferung und H <sup>+</sup> -Ionen	pH-Wert; biologische Puffersysteme, Pufferkapazität; Henderson-Hasselbalch-Gleichung	respiratorische und metabolische Alkalose (z. B. Hypokaliämie, chronisches Erbrechen, Hyperaldosteronismus, Hypoparathyreoidismus); respiratorische und metabolische Azidosen (z. B. Hyperkaliämie, Niereninsuffizienz, renale Azidose, Diabetes mellitus, chronische Diarrhö); therapeutische Korrektur durch Blutersatz;
5.10.2	Pufferung und CO <sub>2</sub> -Austausch	Besonderheiten des HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /CO <sub>2</sub> -Puffersystems (Pufferung im geschlossenen und offenen System); Pufferung bei Veränderung des PCO <sub>2</sub> ; HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /pH/PCO <sub>2</sub> -Diagramm	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; Beurteilung des Säure-Basen-Status im Blut (z. B. pH, PCO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> im arteriellen Plasma, Standard-Bicarbonat, Basenüberschuss BE, Anionenlücke); Bestimmungsmethoden und Normalbereiche	
5.10.4	Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichts	respiratorische und nicht-respiratorische Störungen (Azidosen, Alkalosen); Ursachen und Diagnostik; Mitwirkung von Lunge, Nieren und Leber bei kurz- und langfristiger Kompensation; Beziehung zu Elektrolyten (z. B. K <sup>+</sup> ); Auswirkungen (z. B. auf Durchblutung und Stoffwechsel)	
<b>6</b>	<b>Arbeits- und Leistungsphysiologie</b>		
<b>6.1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b>		
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); aerober und anaerober Energieumsatz (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

## „Physiologie“

6.1.2	Kurzzeitbelastung und Ausdauerleistung (s. a. 8.1.3)	statische und dynamische Arbeit; Substratversorgung des Muskels (insbes. Energiespeicher, Glykogenolyse, Lipolyse, Gluconeogenese); eingegangene und abgetragene Sauerstoffschuld, maximale Sauerstoffaufnahme; Arbeitsumsatz bei verschiedenen Sportarten; Bedeutung der Erholungsphasen für die Leistungsfähigkeit; geschlechtsabhängige Leistungsfähigkeit; Dauerleistungsgrenze, Höchstleistungsgrenze	körperliche Arbeit und Gewichtsreduktion; spezielle Trainingsformen z. B. für Sprinter, Langstreckenläufer und Kraftsportler; Doping; Ursachen, Therapie und Verhütung typischer Sportverletzungen
<b>6.2</b>	<b>Organbeteiligung</b>		
6.2.1	Blut (s. a. 2.1 und 2.2)	Anpassung bei körperlicher Arbeit: Blutvolumen, Hämatokrit, O <sub>2</sub> - und CO <sub>2</sub> -Transport, Lactatkonzentration (aerobe und anaerobe Schwelle), Sauerstoffausschöpfung, Transportkapazität; hormonelle Umstellung bei Arbeit; körperliche Leistungsfähigkeit als Funktion der maximalen Sauerstoffaufnahme; Wasser- und Elektrolytersatz bei Arbeit	Anämie, Störungen des pulmonalen Gasaustausches bei Herz- und Lungenerkrankungen; Tauchunfälle; Sauerstoffatmung; Blutdoping, Hämatokrit
6.2.2	Lunge (s. a. 5.4.2 und 5.8)	maximale 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; Koordination; Hyper- und Hypotrophie; Wärmeproduktion; Durchblutungsregulation	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
<b>6.3</b>	<b>Erfassung von Leistung und Leistungsbeurteilung</b>		
6.3.1	Spiroergometrie (s. a. 5.4 und 5.6)	Ergometrieverfahren, Bewertung der Leistung nach Sauerstoffaufnahme, Atemzeitvolumen, Herzfrequenz (PWC <sub>170</sub> ), Herzzeitvolumen, Lactatkonzentration im Blut; Ausbelastung; Dauerleistungsgrenze	Erfassung von Trainingszustand, Leistungsfähigkeit (Fitness) und Beanspruchung



## „Physiologie“

6.3.2	Training (s. a. 13.1.5 und 13.2)	Trainingsformen: Krafttraining, Ausdauertraining, Schnelligkeitstraining, Koordinationstraining, Flexibilitätstraining; Begabung; trainingsbedingte Überkompensation; Training von z. B. Ventilationsapparat, Herz-Kreislauf-System, Sauerstofftransport, Muskel; zentralnervöse Mechanismen; hormonale Einflüsse; Fitness; Übertraining; Trainierbarkeit im Alter	Muskelhypertrophie; Motivation und Leistungsfähigkeit, Höhenakklimatisierung; 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
<b>7</b>	<b>Ernährung, Verdauungstrakt, Leber</b>		
<b>7.1</b>	<b>Ernährung (s. a. 8.1 sowie GK Physik 2,4 und GK Chemie/Bioch. 27.1)</b>		
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 und 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, Iod, Cobalamin, Folat, Vitamin A, C, D, K) (s. a. GK Chemie/Bioch. 27.2.6); Regelung des Körpergewichts (z. B. Leptin, Melanocortin)	Eisenmangelanämie; Hyper- und Hypokalzämien; Jodmangel-Struma
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; Diabetes mellitus; Hypo- und Hyperthyreose
<b>7.2</b>	<b>Motorik des Magen-Darm-Trakts</b>		
7.2.1	Grundlagen	prinzipielle Eigenschaften, Funktionen und Steuerung der Muskulatur des Verdauungstrakts sowie des enteralen Nervensystems; Chemo- und Mechanosensoren(-rezeptoren); interdigestive Motilität	
7.2.2	Kauen und Schlucken	Aufgaben, zeitlicher Ablauf, funktionelle Bedeutung der beteiligten Strukturen; Motorik, ZNS-Steuerung; Reflexe und Schutzmechanismen (z. B. Volumen- und pH-Effekte); Steuerung von Verschluss und Öffnung des unteren Ösophagusphinkters	Achalasie; Sklerodermie; gastroösophageale Refluxkrankheit; Hiatushernie; Ösophagusersatz

## „Physiologie“

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 und Magenresektion	Gastrektomie; Magenresektionen; Vagotomie; Ersatzmagen; frühes und spätes Dumpingsyndrom; Gastrinom; Pylorospasmus
7.2.4	Erbrechen	Ursachen, Ablauf, Steuerung und Bedeutung des Erbrechens; Folgen, lokal und für den Gesamtorganismus, vegetative Begleitsymptome	Kinetosen; Schwangerschaft; Bestrahlungsfolge; diagnostische Bedeutung, z. B. bei Hirndruck und abdominalen Erkrankungen; Bulimie; erbrechensbedingte Hypovolämie, Hypokaliämie, Alkalose, Unterernährung
7.2.5	Dünn- und Dickdarm; Defäkation (s. a. GK Anatomie 8.2.5)	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, Strikturen) Ursache; paralytischer Ileus; Analfissur; Anismus; Darmresektion und Darmentzündungen; Prolaps; künstlicher Darmausgang
<b>7.3</b>	<b>Sekretion</b>		
7.3.1	Grundlagen	exokrine Sekretion: zelluläre Komponenten und ihr Zusammenwirken; Transport- und Steuerungsmechanismen	
7.3.2	Mund, Rachen, Ösophagus (s. a. GK Anatomie 5.4.6)	Zusammensetzung und Funktion der Sekrete; Speichelsekretionsrate; Mechanismus und Steuerung der Speichelsekretion; duktale Modifikation des Primärspeichels; Rolle des Speichels bei der ösophagealen pH-Clearance	Xerostomie; zahnmedizinische Probleme; orale Immunabwehr; Dysphagie; Speicheldrüsenerkrankungen und -chirurgie; Speichelsteine; ösophageale Refluxkrankheit; Medikamentennebenwirkungen (z. B. Atropin)
7.3.3	Magen (s. a. GK Anatomie 8.2.1)	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 Magenzera	Achlorhydrie; perniziöse Anämie; Metaplasie, Karzinoid, Karzinom; Gastrektomie, Ersatzmagen; Dumping-Syndrom; Gastritis; Ulkus; Gastrinom; Eisenmangelanämie; Malabsorption; gastroösophageale Refluxkrankheit
7.3.4	Pankreas (s. a. GK Anatomie 8.3.4)	Zusammensetzung, Volumen und Funktion des Bauchspeichels; Mechanismen und Steuerung der zellulären Sekretion in Azinus und Ausführungsgängen; duktale Modifikation des Primärspekrets; Aktivierungsmechanismen der Pankreasenzyme; Grundzüge der Ursachen und Folgen der Pankreasinsuffizienz und der Mukoviszidose	akute und chronische Pankreatitis; Pankreasinsuffizienz; Mukoviszidose; Pankreasgangblockade (Tumor, Papillensteine, -stenosen); duodenopankreatischer Reflux

## „Physiologie“

7.3.5	Leber und Galle (s. a. GK Chemie/Bioch. Kap. 26 und GK Anat. 8.3.3)	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; Ileumresektion; 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 und der Wirkung von Abführmitteln	Durchfall; Malabsorption; Dumping-Syndrom; Enzymdefekte; Bakterientoxine; Darmresektion, -entzündungen und -verletzungen; künstlicher Darmausgang; Lebensmittelallergien; Flatulenz; Antibiotikabehandlung; Darmspülung; Abführmittel
<b>7.4</b>	<b>Aufschluss der Nahrung</b> (s. a. GK Chemie/Bioch. 27.2)		
7.4.1	Kohlenhydrate	Lokalisation, Zwischen- und Endprodukte der Aufspaltung; Spezifität und Herkunft der beteiligten Enzyme; Verdaubarkeit der verschiedenen Kohlenhydrate; Grundzüge der Ursachen und Folgen der Kohlenhydratmaldigestion	Dumping-Syndrom; Durchfälle; Enzymdefekte und -mangel; Flatulenz; Durchfall; krankheitsspezifische Diät, sportartspezifische 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	Enzym- und Carrierdefekte; Flatulenz; krankheits-spezifische 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	krankheitsspezifische Diät; Pankreasinsuffizienz; Gastrektomie, Magenresektion; Leberfunktionsstörungen; Cholestase; Ileumresektion; Gastrinom; Achlorhydrie; Mukoviszidose; Therapie von Hyperlipoproteinämien
<b>7.5</b>	<b>Absorption</b> (s. a. GK Anatomie 8.2.2 und GK Chemie/Bioch. 27.2.)		
7.5.1	Eigenschaften intestinaler Epithelien	Mechanismen des Stofftransportes durch Membranen und Zellen; parazellulärer Transport (s. a. 1.3)	
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	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

## „Physiologie“

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 (insbes. Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> ) 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; Grundzüge der Hypovitaminosen (s. a. GK Chemie/Bioch. 27.2.6), der Störungen des Eisenstoffwechsels sowie der Ursachen und Folgen des Gallensalz mangels; Ballaststoffe	megaloblastische Anämie, Eisenmangelanämie; Hämochromatosen; Methotrexat- und Colestyramintherapie; Ileumresektion; Enteritiden; Pankreasinsuffizienz; Achlorhydrie; Obstipation
7.6	<b>Integrative Steuerung der Magen-Darm-Funktion</b> (s. a. 7.2 und 14.3.5)		
		zeitliche Koordination der digestiven und interdigestiven Verdauungstraktaktivität; gastrointestinale Hormone (Gastrin, Secretin, Cholecystokinin, Gastric inhibitory peptide, Somatostatin, Motilin): Produktionsorte, Ausschüttungssteuerung und Zielzellen; Rolle des enterischen Nervensystems; Reflexe und Beeinflussbarkeit durch das vegetative Nervensystem und andere Faktoren	operative Eingriffe am Magen-Darm-Trakt; Medikamentennebenwirkungen (z. B. Opiate); hormonproduzierende Tumore; Querschnittslähmung, diabetische Polyneuropathie, Parkinson; Peritonitis; paralytischer Ileus; Enteritiden; psychosomatische Magen-Darm-Störungen; Obstipation
<b>8</b>	<b>Energie- und Wärmehaushalt</b>		
<b>8.1</b>	<b>Energiehaushalt</b>		
8.1.1	Grundlagen	s. 1.6 und GK Physik 4.2	
8.1.2	Energiequellen	Energiebereitstellung im Stoffwechsel (s. a. 1.6 und 6.1 sowie GK Chemie/Bioch. Kap. 16 und 17); physikalischer und biologischer Brennwert von Nahrungsstoffen und Ethanol (s. a. GK Chemie/Bioch. 27.1.2); 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 <sub>2</sub> -Verbrauch); Arbeitsumsatz; aerobe und anaerobe Energiegewinnung; Wirkungsgrad äußerer Arbeit; hormonelle Einflüsse (z. B. Thyroxin, Cortisol, Adrenalin, Gestagene); zirkadiane Variabilität; Zusammenhang zwischen Energieumsatz und Körpertemperatur	

## „Physiologie“

8.2	Wärmehaushalt und Temperaturregulation		
8.2.1	Körper- temperatur	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; Anpassung des Kreislaufsystems	Hyperthermie: Hitzekollaps, Hitzschlag, maligne Hyperthermie; Folgen der Hyperthermie auf Wasserhaushalt, Blutdruck; hyperthermiebedingtes Hirnödem; Hyper- und Hypothermietherapie; Arbeitsplatz- und Wohnungsklima; klima- bedingte Bekleidungsfragen; Vermeidung von Hypo- und Hyperthermie beim Sport und in umgebungs-, alters- und krankheitsbedingten Extremsituationen; Vorsorge für temperaturbedingte Notfallsituationen; Verbrennungen und Erfrierungen; Dehydratation; Hyper- und Hypothyreoidismus; narkosebedingte Hypothermie
8.2.2	Wärmebildung	Wärmebildung bei äußerer Arbeit (z. B. Wirkungsgrad), bei innerer Arbeit (z. B. Stoffwechselprozesse) sowie unter extremen Klima- und Arbeitsbedingungen sowie im Schlaf; thermoregulatorische Wärmebildung (Muskeltonus und -zittern; zitterfreie Thermogenese); Besonderheiten bei Säugling und Kleinkind	
8.2.3	Wärmeabgabe und -aufnahme	äußerer Wärmestrom: Leitung und Konvektion, Strahlung, Verdunstung (Perspiration sensibilis und insensibilis, Einfluss der Luftfeuchtigkeit); innerer Wärmestrom: Organdurchblutung, Hautdurchblutung, Gegenstrom-Wärmeaustausch in den Extremitäten und Akren; 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, Kreislaufanpassung an Hyper- und Hypothermie	
8.2.4	Temperatur- regulation	Normothermie, 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) und deren Funktionsprinzip, Effektoren der Temperaturregulation. Steuerung der Schweißdrüsen; Fieber: Thermoregulation (z. B. Schüttelfrost, Schwitzen), endogene Pyrogene und endogene antipyretische Mechanismen	
8.2.5	Akklimation	Temperaturregulation durch Verhalten; Änderung der Schweißsekretion	

„Physiologie“

<b>9 Wasser- und Elektrolythaushalt, Nierenfunktion</b>			
<b>9.1</b>	<b>Wasser- und Elektrolythaushalt</b>		
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; Volumenanteil und Zusammensetzung der intrazellulären, interstitiellen und intravasalen Flüssigkeit; Bestimmung der Flüssigkeitsräume; Bedeutung der jeweiligen Lösungsbestandteile und sonstiger Faktoren für die Volumenkonstanz dieser Flüssigkeitsräume; Zellvolumenregulation; Ursachen, Mechanismen und Folgen der Volumenverschiebung zwischen diesen Räumen	Hypo- und Hypervolämie, Hyper- und Hyponatriämie, Hyper- und Hypohydration; Einschränkung der Nierenfunktion; Infusion von Elektrolyt- und Glucoselösungen; Hyper- und Hypoaldosteronismus; Diabetes insipidus; Ödeme, Aszites, Lungen- und Hirnödeme; Fieber; körperliche Arbeit und Sport in heißer Umgebung; Verbrennungen; Blutverluste; Durchfälle, chronisches Erbrechen; Salzverlustniere; Volumenhochdruck; hypovolämische Hypotonie; Hypo- und Hyperproteinämie; Oligurie, Urolithiasis; diuretische Therapie; Hämo- und Peritonealdialyse
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	
9.1.4	Natrium (s. a. 10.2 und 10.3)	Vorkommen in der Nahrung; extra-, intrazelluläre Konzentration; Aufnahme, Abgabe; Grundzüge der 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 <sup>+</sup> : Ort, Ausmaß, Einflüsse, Regelung; Zusammenhang zwischen K <sup>+</sup> - und Säure-Basen-Haushalt; Aldosteron; Grundzüge der Ursachen und Folgen von K <sup>+</sup> -Mangel und -überschuss, der Hämolyse und der hypo-/hyper-kaliämiebedingten Herzrhythmusstörungen	Niereninsuffizienz; Infusion von K <sup>+</sup> -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 <sup>2+</sup> : Ort, Ausmaß, Einflüsse, Regelung; Löslichkeit, Proteinbindung und Komplexbildung; pH-Einflüsse; Verbindungen zwischen Calcium- und Phosphathaushalt, Knochenstoffwechsel; calcium sensing receptor, Klotho, FGF23, PTH, Calcitriol, Calcitonin; Regulation des Calcium-Phosphat-Haushalts (s. a. 9.1.7 und 10.2); Grundzüge der Ursachen und Folgen von Mangel/Überschuss von Ca <sup>2+</sup> (z. B. Tetanie, Herzrhythmusstörungen, Urolithiasis)	Hypo- und Pseudohypoparathyreoidismus; Mangel an Vitamin D und Ca <sup>2+</sup> ; Niereninsuffizienz; Tetanie, Parästhesien; Alkalose; Hyperparathyreoidismus; Vitamin-D-Intoxikation; Milch-Alkali-Syndrom; Immobilisierung, Knochenkrankungen und -metastasen; Nephrolithiasis; Digitalistherapie

## „Physiologie“

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; Regulation des Calcium-Phosphat-Haushalts (s. a. 9.1.6 bzw. 10.2); Grundzüge der Ursachen und Folgen von Phosphatmangel und -überschuss (z. B. Ca <sup>2+</sup> -Haushalt, Knochenstoffwechsel, Urolithiasis)	Malabsorption, Alkoholismus; Vitamin-D-Mangel, Aluminiumhydroxidtherapie; Diuretika- und Corticoidtherapie; Fanconi-Syndrom; Niereninsuffizienz; Insulintherapie; diabetisches Koma; Knochenimmobilisierung, -erkrankungen und -metastasen; Hyperparathyreoidismus
9.1.8	Magnesium	Verteilung im Körper; extra- und intrazelluläre Konzentration; Proteinbindung; Bilanzierung und Funktionen von Mg <sup>2+</sup> ; Grundzüge der Mg <sup>2+</sup> -Mangelsymptome	diuretische Therapie; Hyperaldosteronismus; Salzverlustniere; Bartter-Syndrom; Diabetes mellitus, Fasten; akute Pankreatitis; Krämpfe, Herzrhythmusstörungen; Hyper-/Hypokalzämie; Hyper-/Hypoparathyreoidismus; Niereninsuffizienz; Diabetes mellitus; iatrogenes Mg <sup>2+</sup> -Zufuhr
9.1.9	Säure-Basen-Haushalt	s. 5.10	
<b>9.2</b>	<b>Niere</b>		
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 <sub>2</sub> -Verbrauch und O <sub>2</sub> -Verwendung; Drücke in den renalen Gefäßabschnitten; Rinden/Mark-Durchblutung, kortikale/juxtamedulläre Nephrone; 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 (Schlitzmembran, Nephrin, Durchlässigkeit des glomerulären Filters, Siebungskoeffizient, hydraulische Leitfähigkeit, effektiver Filtrationsdruck); glomeruläre Filtrationsrate (GFR): Normalbereich, Messverfahren; GFR und Plasmakonzentrationen harnpflichtiger Substanzen (z. B. Creatinin); Grundzüge der Ursachen und Folgen einer verminderten GFR sowie einer erhöhten Proteindurchlässigkeit des glomerulären Filters	

## „Physiologie“

9.2.4	Transport an renalen Epithelien	Transportmechanismen an Zellmembranen und Zellverbänden (s. a. 1.3); prinzipielle Eigenschaften und Aufgaben der renalen Epithelien	renale Hypoxie und Ischämie; prärenale (Diabetes mellitus bzw. Hyperaminoazidämien) und renale Glukosurien und Aminoazidurien (z. B. Cystinurie, Hartnup-Erkrankung), renaler Phosphatdiabetes, familiäre Proteinintoleranz; Fanconi-Syndrom; Nephrotoxizität (z. B. Cyclosporin, Cisplatin); 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
9.2.5	Resorption, Sekretion	Lokalisation, Triebkräfte, Beeinflussung und Regulation des Transportes von Wasser und anderen Bestandteilen der Tubulusflüssigkeit (z. B. für Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Cl <sup>-</sup> , Bicarbonat, Phosphat, Glucose, Aminosäuren, Oligopeptide, Proteine, organische Säuren (z. B. PAH) und Basen, Wasser, Harnstoff, Harnsäure, Oxalat, Ammoniak/Ammonium); Formen und Anpassungsvorgänge der Ausscheidung fixer Säuren (s. a. 5.10.3); Wirkungsprinzipien diuretisch wirksamer Substanzen; Grundzüge der Pathophysiologie der renalen Resorptions- und Sekretionsstörungen (z. B. Glucosurien, Hyperaminoazidurien, renale Azidosen, Proteinurien)	
9.2.6	Harnkonzentrierung	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; Harnosmolalität und ihre Messung; osmotische Diurese, Druckdiurese; Grundzüge der Ursachen und Folgen eingeschränkter Harnkonzentrierung	Diabetes mellitus, zentraler und renaler Diabetes insipidus; Alkoholwirkung auf die Wasserausscheidung; Langzeitregulation des Blutdrucks; Diuretikawirkungen
9.2.7	globale Nierenfunktion und Regulation	normale Zusammensetzung des Endharns; Bestimmung von Clearance, absoluter und fraktioneller Harnausscheidung eines Stoffes; Regulation der Funktion von Glomerulus, Tubulus und Sammelrohr; Drucknatriurese; 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; Renin-Angiotensin-Aldosteron-System; Grundzüge von Hyperreninismus und Nierenersatztherapie, Prinzip der Dialyse	Diabetes mellitus; Proteinurien; Störungen und iatrogene Bilanzierung des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalts; Schwangerschaftsnephropathie; interstitielle Nephritis, Pyelonephritis, Zystenniere; Myo- und Hämoglobinämie; Anforderungen an Nierenersatztherapie; Schockniere; Niere im Kreislaufversagen; Hypo- und Hyperaldosteronismus; Vitamin-D-Mangel und -Überschuss; Hyperreninismus, renaler Hochdruck; Urämie; Hämo- und Peritonealdialyse; Nierentransplantation
9.2.8	Stoffwechsel und Hormonbildung (s. a. GK Chemie/Bioch. 29.1 und 29.2)	Bedeutung des Nierenstoffwechsels für renale Transport- und Ausscheidungsprozesse (z. B. ATP-Bildung und -Verwertung, Carboanhydrase, Glutaminasen, lysosomale Enzyme, luminale Peptidasen); renale Hormone (v. a. Calcitriol, Erythropoietin); metabolische Service-Funktionen der Niere für den Gesamtorganismus (z. B. Glucoseogenese, Protein- und Peptidabbau)	renale Hypoxie und Ischämie; Carboanhydrasehemmer; Azidosen; prärenale, glomeruläre und tubuläre Proteinurien; Niereninsuffizienz; Cystinose; Fasten und Hungern; renale Anämie



## „Physiologie“

9.2.9	ableitende Harnwege	Funktion und neuronale Steuerung von Ureter und Harnblase, Miktion (s. a. 14.3.1, 14.3.2 und 16.5.2); schwer lösliche Harnbestandteile; Grundzüge von Ursachen, Folgen und Therapie der Harnkonkrementbildung	Harninkontinenz, Querschnittslähmung; Uretermisbildungen, Tumore/Infektionen der ableitenden Harnwege; Nierenkoliken; Schrumpfniere; prärenale Hyperphosphat- und Hyperkalziurie; Cystinurie, Hyperurikämie, interstitielle Nephritis, Pyelonephritis, Hyperparathyreoidismus, Vitamin-D-Toxizität; Prävention der Harnsteinbildung;
<b>10</b>	<b>Hormonelle Regulation</b> (s. a. Kap. 7, 9 und 11 sowie GK Chemie/Bioch. Kap. 23)		
<b>10.1</b>	<b>Allgemeine Hormonlehre</b>		
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; periodische und rhythmische Hormonfreisetzung (während Lebensphasen, Jahres-, Monats-, Tages- und Stundenrhythmen) und Bedeutung für die physiologische Funktion; Grundzüge der 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 Hormonrezeptorendichte 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 Biosyntheseprozess, Transport- und Signalmechanismen	
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 (Releasing-Hormone) und Statine (Inhibiting-Hormone) und der Neurohypophysen-Hormone; Regelkreise; Einflüsse des vegetativen Nervensystems und der Nebennierenrindenhormone auf Freisetzung der Nebennierenmarkhormone und der Pankreas-Inselhormone	

## „Physiologie“

<b>10.2</b>	<b>Physiologie einzelner Hormone</b>	
	<p>Bildungsorte, Vorstufen, Produktion, Transport, Wirkungen, Steuerung, Aktivierung und Inaktivierung einzelner Hormone, insbes. auch multisystemische Wirkung auf verschiedene Organsysteme;                  Beispiele: Hormone von Hypothalamus und Hypophyse, die einzelnen Steroidhormone, Catecholamine, Eikosanoide, biogene Amine, Angiotensin II, natriuretische Peptide, Erythropoietin, Melatonin, Inhibin, Antimüllerhormon, Leptin, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, Insulin, Glucagon, Inkretine, Somatomedine, Somatostatin, Calcitonin, Parathormon, Calcitriol, Klotho, FGF23, Adenosin, Endorphine</p>	
<b>10.3</b>	<b>Zusammenspiel von Hormonen in Wasser-, Elektrolyt- und Mineralhaushalt, Wachstum, Entwicklung, Stoffwechsel und Energiehaushalt</b> (s. a. Kap. 8 und 9 sowie GK Chemie/Bioch. Kap. 18)	
	<p>Regulation des Wasser- Elektrolyt und Mineralhaushalts;                  Kontrolle von Wachstum, Entwicklung, Stoffwechsel, Appetit und Energiehaushalt;                  Grundzüge hormoneller Störungen dieser Systeme (z. B. Hypo- und Hyperparathyreoidismus, Diabetes insipidus, Hyperreninismus, Hyper- und Hypothyreose, Diabetes mellitus, metabolisches Syndrom, Adipositas, Störungen der Nebennierenrindenfunktion)</p>	<p>renaler Hochdruck; Hypo- und Hyperparathyreoidismus; Vitamin-D-Mangel und -überschuss; Osteopathien; Diabetes insipidus; Hypo- und Hyperhydratation; Hypo- und Hyperthyreose, Diabetes mellitus Typ I und II; Hyperinsulinismus; Morbus Cushing; Cortisontherapie; primärer und sekundärer Hyperaldosteronismus; Nebenniereninsuffizienz; Übergewicht und Fettsucht, Anorexie; Ernährungsplanung; Akromegalie, Klein- und Riesenwuchs, Substitutionstherapien</p>
<b>11</b>	<b>Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie</b> (s. a. 10.1)	
<b>11.1</b>	<b>Geschlechtsfestlegung und Pubertät</b> (s. a. GK Biol. 2.4.3 und GK Psych./Soz. 1.4.8)	
	<p>Geschlechtschromosomen, Gonadenbildung und somatisches Geschlecht: genetische, hormonelle und psychologische Einflüsse;                  sekundäre Geschlechtsmerkmale</p>	<p>Intersexualität (Klinefelter-, Turner- und „XX-male“-Syndrom); echter und Pseudohermaphroditismus; Pubertas praecox; sexualhormonbedingter Hochwuchs</p>
<b>11.2</b>	<b>Estrogene und Progesteron</b> (s. a. GK Chemie/Bioch. 23.2.7)	
	<p>Bildungsorte, Transport, Steuerung, Zielorgane, Wirkung und Inaktivierung der beteiligten Hormone, spezifische und systemische Wirkungen; Regelkreise, Gonadotropine, Inhibin;                  extragenitale Hormonwirkungen auf Wachstum und Stoffwechsel;                  Aromatase; Estrogenmangel;                  prinzipielle Ursachen der weiblichen Infertilität</p>	<p>Fertilität, Familienplanung, Amenorrhö, Infertilität; hormonale Störungen in der Pubertät, in den Wechseljahren und der Postmenopause; Ovarialinsuffizienz; Hormonsubstitutionstherapie; hormonale Kontrazeption; Hypophysentumore und -schädigungen; polyzystische Ovarien; ektope Sexualhormonbildung; Hyperprolaktinämie; Aromataseinhibition</p>
<b>11.3</b>	<b>Menstruationszyklus</b>	
	<p>Zyklusphasen; zeitliche Veränderungen der Hormonspiegel; Einfluss auf Uterus und Ovar sowie Empfängnisbereitschaft; neuroendokrine Einflüsse; Grundzüge der hormonalen Kontrazeption</p>	

## „Physiologie“

<b>11.4</b>	<b>Androgene</b> (s. a. GK Chemie/Bioch. 23.2.7)	Bildungsorte, Transport, Regulation, Zielzellen, Wirkung und Inaktivierung bei Mann und Frau; Regelkreise, Einflüsse auf Geschlechtsdifferenzierung; Grundzüge der Folgen von Androgenüberschuss und -mangel bei Kindern und Erwachsenen	Verweiblichung des Mannes, Vermännlichung der Frau; Intersexualität; Orchektomie; Infertilität; Anabolika-Doping
<b>11.5</b>	<b>Gameten</b> (s. a. GK Anatomie 1.1, 8.7.1 und 8.8.1)	Oozytenreifung, Eisprung; Bildung und Reifung der männlichen Gameten, Ejakulat	Impotentia generandi
<b>11.6</b>	<b>Kohabitation und Befruchtung</b> (s. a. GK Anat. 1.3 und 8.8.6 sowie GK Psych./Soz. 2.4.6)	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
<b>11.7</b>	<b>Schwangerschaft</b> (s. a. GK Anat. 1.1.4 und 1.4 sowie GK Chemie/Bioch. 23.2.7)	Umstellungen im mütterlichen Organismus; Dauer; Bildungsorte, Regulation, Wirkung und Zielorgane der beteiligten Hormone (z. B. Estrogene, Progesteron, HCG, ACTH, Cortisol); „fetoplazentare Einheit“, Funktion der Plazenta; Stoffaustausch zwischen Mutter und Fetus; Zeitgang der Hormon-Plasmakonzentrationen während der Schwangerschaft; Grundzüge der Schwangerschaftstests	Schwangerschaftsdiagnose, -betreuung und -beratung; Schwangerschaftsbeschwerden und -störungen und deren Therapie; Abort und Schwangerschaftsunterbrechung; Plazentainsuffizienz; pränatale Diagnostik; Rhesusinkompatibilität
<b>11.8</b>	<b>Fetus</b>	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; Einfluss von Cortisol auf Surfactant-Bildung und Lungenreifung
<b>11.9</b>	<b>Geburt</b> (s. a. GK Anat. 1.1.4 und 18.14.8)	Hormonelle, vegetative und nervale Steuerung der Uteruskontraktion (u. a. Prostaglandine, Oxytocin, Ferguson-Reflex), Anpassungsvorgänge des mütterlichen Organismus einschl. Uterus vor der Geburt; Mechanismen der Geburtsauslösung; 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
<b>11.10</b>	<b>Laktation</b>	Bildungsorte, Regulation und Wirkung der beteiligten Hormone (Oxytocin und Prolactin); Saugreflex und Milchbildung; Hemmwirkung von Prolactin auf Sexualvorgänge, Laktationsamenorrhö; zentralnervöse Wirkungen von Oxytocin	Laktationsstörungen, frühzeitiges Abstillen; Muttermilchersatz; Hyperprolactinämie, Laktorrhö bei Frau und Mann
<b>11.11</b>	<b>Alter</b>	Wechseljahre, Menopause; Einflüsse der Sexualhormone auf den Stoffwechsel (z. B. Lipoproteine, Knochen)	Sexualstörungen im Alter, sexualhormonbedingte Störungen; Hormonsubstitutionstherapie

## „Physiologie“

<b>12</b>	<b>Funktionsprinzipien des Nervensystems</b>		
<b>12.1</b>	<b>Ionenkanäle s. 1.3.2</b>		
<b>12.2</b>	<b>Ruhemembranpotential s. 1.5.1</b>		
<b>12.3</b>	<b>Signalübertragung in Zellen (s. a. GK Chemie/Bioch. 32.4)</b>		
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 und regenerative Leitung an Dendriten, an Sinneszellen	Parästhesien bei entzündlichen und degenerativen Markscheidenveränderungen; Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit durch Ionen- und pH-Wert-Änderungen; Leitungsblock; Multiple Sklerose; Degeneration und Regeneration peripherer Nerven
12.3.2	Aktionspotential	Aktivierung und Inaktivierung spannungsgesteuerter Na <sup>+</sup> - und K <sup>+</sup> -Kanäle; Steuerung der Repolarisation; Heterogenität der spannungsaktivierten Ionenkanäle, Genfamilien, Nachpotentiale; unterschiedliche Formen und Zeitverläufe von Aktionspotentialen; Mechanismen der Spontanaktivität, Determinanten der Aktionspotentialfrequenz; „Alles-oder-Nichts-Prinzip“; absolute und relative Refraktärzeit; Unterschiede zwischen Aktionspotentialen in verschiedenen Zellen; Messmethoden; Lokalanästhetika; spannungsgesteuerte Na <sup>+</sup> -Kanäle: Untertypen, TTX-Sensitivität und Vorkommen	neuronale Erregbarkeitsänderungen bei Verschiebung der extrazellulären Ionenkonzentrationen; Lokalanästhetika; Tetrodotoxin; Kanalopathien (z. B. Erythermalgie)
12.3.3	Fortleitung des Aktionspotentials	Leitungssignal über lange Strecken; Axone mit unterschiedlicher Myelinisierung; Ranvier-Schnürring; axonale Verteilung der spannungsgesteuerten Na <sup>+</sup> -Kanäle einschl. verschiedener Isoformen; kontinuierliche und saltatorische Erregungsfortleitung; Klasseneinteilungen der Nervenfasern (s. a. GK Anat. 2,8,3); Nervenleitungsgeschwindigkeit: Messmethoden, Abhängigkeit von den verschiedenen Nervenfasertypen; orthodrome und antidrome Leitung; Markscheidenerkrankungen	s. a. 12.3.2; evozierte Potentiale zur klinischen Diagnostik (z. B. somatosensorisch evozierte Potentiale, transkutane elektrische Nervenstimulation); Parästhesien; Dysästhesien; Hyperpathien; sensorische Ataxie; Markscheidenerkrankungen
12.3.4	intrazellulärer Transport (s. a. 1.3.3)	Mikrotubuli; Mikrofilamenten; axonaler Transport (retrograd/anterograd, schnell/langsam); Nerve growth factor; BDNF	Herpes simplex; Tollwut; Kinderlähmung; Wundstarrkrampf, CIPA-Syndrom
<b>12.4</b>	<b>Signalübertragung zwischen Zellen (s. a. GK Chemie/Bioch. 32.4 und GK Anat. 2.8.1)</b>		
12.4.1	Prinzipien synaptischer Übertragung	elektrische Synapse; Gap junction; Connexine und Konnexone; Richtung des Stromflusses; Austausch kleinmolekularer Substanzen (z. B. ATP, Peptide); chemische Synapse: Morphologie; Transmitterfreisetzung und Interaktion mit postsynaptischen Rezeptoren; Vesikel-Pools und Vesikel-Zyklus; Blockadeprinzipien	Synchronisierung der Zellaktivität; Epilepsie; Tremor; genetisch bedingte Ionenkanalerkrankungen; Transmittersubstitution als therapeutisches Prinzip
12.4.2	Transmitterfreisetzung	Transmitterlokalisierung in präsynaptischen Vesikeln; Transmittersynthese; Mobilisierung der Vesikel durch aktionspotential-induzierten Ca <sup>2+</sup> -Strom; Quanten; Exozytose; Steuerung der Transmitterfreisetzung; Autorezeptoren	genetisch bedingte Störungen in Synthese, Speicherung und Freisetzung von Transmittern; Wirkungsmechanismus von Medikamenten; Drogen

## „Physiologie“

12.4.3	Transmitter	Gruppen von Transmittern im Nervensystem (z. B. Aminosäuren, Oligopeptide, Monoamine, Acetylcholin, Opiat-ähnliche Substanzen); Definition und Abgrenzung zu Neuromodulatoren, Hormonen; 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 von Transmittern); kompetitive Blocker; Botulinumtoxin; Tetanustoxin	Transmitterdefekte; genetisch bedingter Transmittermangel; pharmakologische Blockade der postsynaptischen Rezeptoren; Störung der Wiederaufnahme von Transmittern; Blockade des Transmitterabbaus; Wirkung von Drogen
12.4.4	Übertragung an der motorischen Endplatte	Aufbau der motorischen Endplatte (s. a. 13.2.2); Acetylcholin als Transmitter; nicotinerge (vs. muscarinerge) Rezeptoren; Endplattenpotential; Mechanismen der Vesikelfusion, Transmitterelimination und Transmitterresynthese; Prinzipien pharmakologischer Eingriffe; Tubocurarin; Acetylcholinesterase-Hemmer; Muskelrelaxantien; Verteilung der Kationenkanäle nach Denervierung	Myasthenia gravis; Eaton-Lambert-Syndrom; Acetylcholinesterase-Hemmer; Muskelrelaxantien bei Narkose und künstlicher Beatmung; Denervierung des Muskels
12.4.5	Liganden-gesteuerte Übertragung an zentralen Synapsen	exzitatorische postsynaptische Potentiale (EPSPs); Auslösung von Aktionspotentialen; inhibitorische postsynaptische Potentiale (IPSPs); elektrotonische Ausbreitung synaptischer Potentiale	synaptische Potentiale als Integrationsmechanismus neuronaler Information
12.4.6	Second-messenger-gesteuerte Übertragung an chemischen Synapsen	Prinzip der Second-messenger-Kaskade (z. B. cAMP-System; IP <sub>3</sub> -DAG-System); Verstärkungsmechanismen in Dendriten; Integration synaptischer Potentiale; direkte oder indirekte Wirkung auf Ionenkanäle; Regulation der Genexpression; retrograde Modulation durch NO und Endocannabinoide	Empfindlichkeitssteigerungen durch Second-messenger-Systeme; Toxinwirkungen (z. B. Cholera, Pertussis); Steuerung der Proteinsynthese (Ca <sup>2+</sup> -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 <sub>A</sub> - und GABA <sub>B</sub> -Rezeptoren, Bicucullin, Picrotoxin, Baclofen); Serotonin (verschiedene Rezeptoren, z. B. HT <sub>1</sub> -inhibitorisch, HT <sub>3</sub> -Ionenkanal; second messenger, Reuptake); Dopamin (D <sub>1</sub> -, D <sub>2</sub> -, D <sub>3</sub> -Rezeptoren, Second-messenger-Koppelungen, Abbaumechanismen); Neuropeptide (z. B. Endorphine; Substanz P; CGRP, Angiotensin II, Somatostatin, Vasoaktives Intestinales Polypeptid), Verteilung und Wirkung weiterer Transmitter (z. B. Purine, Histamin); Noradrenalin, Adrenalin (s. a. 14.2)	synaptische Mechanismen des Lernens; Spastik; Krampfgifte; Halluzinationen; Drogen; Psychopharmaka; Depression; Morbus Parkinson; Schizophrenie; Angsterkrankungen, Dopaminrezeptorantagonisten (Antipsychotika, Antiementika)
12.4.8	synaptische Plastizität	NMDA-Kanal, posttetanische Potenzierung; präsynaptische Bahnung und Depression; Langzeitpotenzierung, Langzeitdepression	Lernmechanismen, Chronifizierung von Schmerz

## „Physiologie“

<b>12.5</b>			<b>Signalverarbeitung im Nervensystem</b>		
12.5.1	Elementar-mechanismen	aktivierende und hemmende synaptische Übertragung; zeitliche versus räumliche Summation; nichtlineare Verstärkungsmechanismen postsynaptischer Potentiale; 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 <sup>-</sup> -Kanäle bei Epilepsie oder Hyperplexia)		
12.5.2	Verarbeitung in Neuronenpopulationen	Vorwärtshemmung; Rückwärtshemmung; laterale Inhibition; Kontrastverschärfung, zeitliche Kodierung und Frequenzkodierung, Netzwerk-Oszillationen			
<b>12.6.</b>			<b>Funktionsprinzipien sensorischer Systeme</b>		
12.6.1.	allgemeine Aspekte	primäre und sekundäre Sinneszellen; Sinnesreize; Sinnesmodalitäten und Submodalitäten (Qualitäten); adäquater Reiz; Absolutschwelle; Intensitätsschwelle; Raumschwelle (Zweipunktschwelle); psychophysische Beziehungen	Gesetz der spezifischen Sinnesenergien		
12.6.2	Rezeptorpotential/Sensorpotential	Transduktion spezifischer Reize in elektrische Signale; mechanisch, thermisch und durch Liganden gesteuerte Ionenkanäle; Second-messenger-gesteuerte Ionenkanäle; graduierte Veränderungen der Ionenleitfähigkeit; adäquater Reiz; Kodierung der Reizintensität; Arbeitsbereich der Rezeptoren; Adaptation und Sensitisierung	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); rezeptives Feld	s. 12.3.3 und 12.4.2		
<b>13</b>			<b>Muskulatur</b>		
<b>13.1</b>			<b>Allgemeine Muskelphysiologie (s. a. GK Biochemie 22.1.1 und 30.2)</b>		
13.1.1	Myofilamente	Anordnung und Funktion von Actin und Myosin und Titin, Sarkomer, Regulatorproteine (z. B. Troponin, Tropomyosin, Caldesmon, Calponin, leichte Myosinkette); Querbrückenbildung, Generation von Kraft und Verkürzung, „sliding filament“, Einfluss der Dehnung, Arbeitsdiagramm und Maximalkurven, Muskelarbeit, lastfreie Verkürzungsgeschwindigkeit (Kontraktilität), Calciumsensitivierung; Optimierung der Arbeitsbedingungen für den kontraktilem Apparat (z. B. Gelenkstellung, Belastung)	Überdehnung der Muskelfaser und Funktionseinschränkung, Muskelfaserrisse; 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, Paramyotonia), des Herzens (Erregungsbildungs- und -leitungsstörungen), des glatten Muskels (Spasmen)		

## „Physiologie“

13.1.3	sarkoplasma-tisches Retikulum	Funktion als Calciumspeicher, Rolle der Calcium-ATPasen für die Speicherung; Mechanismen der Entspeicherung (z. B. IP <sub>3</sub> , Ryanodin-Rezeptor); Calsequestrin, Ca <sup>2+</sup> -Transienten (s. 3.1.3 und 13.2.2)	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; unterschiedlicher Energieumsatz bei glatter und quergestreifter Muskulatur (Aktivität der ATPasen)	maligne Hyperthermie, Herzinsuffizienz, hypoxische Schädigung
<b>13.2</b>	<b>Quergestreifte Muskulatur</b>		
13.2.1	allgemeine Grundlagen	Calcium, Troponin und Kontraktionsaktivierung; Steuerung von Kraftentwicklung und Verkürzungsgeschwindigkeit; Längenspannungsbeziehung, 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 und GK Anatomie 2.6.1)	Generierung des Aktionspotentials; Bedeutung der motorischen Endplatte; ionotroper Acetylcholinrezeptor (s. a. 12.4.4); Aktionspotential und Mechanogramm (u. a. Dihydropyridin- und Ryanodin-empfindliche Calciumkanäle); Calciumfreisetzung, Bedeutung der Chloridkanäle; Einzelzuckung und Superposition, tetanische Kontraktionskraft; motorische Einheit; Muskeltonus; Kontraktionsrückstände bei Ermüdung; schnelle und langsame Muskelfasern; Muskeltraining, Elektromyographie	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 Elektromyographie, Muskelbiopsie
13.2.3	Herzmuskel	s. 3.1	
<b>13.3</b>	<b>Glatte Muskulatur (s. a. GK Anatomie 2.6.3)</b>		
		Quellen des zytosolischen Calciums, Mechanismen der Calciumfreisetzung (elektromechanische und pharmakomechanische Koppelung), Rolle des Calmodulins, Phosphorylierungs- und Dephosphorylierungsprozesse, Kontraktionsablauf; myogene rhythmische Aktivität; Steuerung der Kontraktilität durch second messenger; phasische und tonische Muskeln; Single-unit- und Multi-unit-Typen; strukturelle und molekulare Besonderheiten glatter Muskelzellen; elektromechanische Koppelung, Latch-Mechanismus; 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	dysregulierte Motorik in Bronchien, Blutgefäßen, Magen-Darm-Kanal, ableitenden Harnwegen; Koliken

„Physiologie“

<b>14</b>	<b>Vegetatives Nervensystem (VNS)</b>		
<b>14.1</b>	<b>Morphologische Grundlagen, Entwicklung, Wachstumsfaktoren</b>		
	funktionelle Organisation (s. a. GK Anatomie 2.9)	supraspinale und spinale Zentren des vegetativen Nervensystems; Einteilung des VNS (zusätzlich zum enterischen Nervensystem, s. 7.6 und 14.3.5) in sympathische und parasympathische Anteile; Organisation des vegetativen Nervensystems in prä- und postganglionäre Neurone; Innervation des Nebennierenmarks	autonome Störungen; kongenitale Neuropathien mit vegetativen Dysfunktionen
<b>14.2</b>	<b>Zelluläre und molekulare Mechanismen der Signaltransduktion im VNS</b>		
14.2.1	synaptische Übertragung in den Ganglien	nicotinerge und muscarinerge Acetylcholinrezeptoren; Grundlagen der Ganglienblocker, Cholinomimetika und Cholinesterasehemmer; Konvergenz und Divergenz bei der ganglionären Übertragung	Toxikologie der Cholinomimetika und Cholinesterasehemmer, z. B. Abusus von cholinomimetischen Drogen
14.2.2	Informationsübertragung von postganglionären Axonen auf Zielorgane	Überträgerstoffe; Co-Lokalisation von Transmittersubstanzen (z. B. Noradrenalin und Neuropeptid Y; Acetylcholin und VIP); präsynaptische Kontrolle der Transmitterfreisetzung; Autorezeptoren; Typen von Adrenozeptoren und Cholinozeptoren, Lokalisation in verschiedenen Zielorganen, Wirkungen auf Zielzellen: Second-messenger-Pfade und Zielfunktionen, Denerrierungshypersensitivität; kompetitive und nicht-kompetitive Hemmung; Wirkung von $\alpha$ - und $\beta$ -Mimetika und -Antagonisten; Wirkung von muscarinergen Agonisten und Antagonisten	Therapie der arteriellen Hyper- und Hypotonie; Autonomic failure, autonome Neuropathien (z. B. beim Diabetes); Systematrophien
14.2.3	Synthese und Abbau der Überträgerstoffe	Synthesewege und Reuptake-Mechanismen	Reuptake-Hemmung und Hemmung von Second-messenger-Prozessen durch Pharmaka
<b>14.3</b>	<b>Funktionelle Organisation des VNS</b>		
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 Hypoazidität des Magens, von Potenzstörungen; Wirkung von $\beta$ -Mimetika auf den Atemwegwiderstand beim Asthmaanfall; autonome Neuropathie; Herzinsuffizienz; Herztransplantation
14.3.2	vegetative Reflexe (s. a. GK Anatomie 8.2.5)	Pupillenreflexe; Baroreflex; kardiovaskuläre und kardio-renale Reflexe; reflektorischer Bronchospasmus; Hering-Breuer-Reflex; gastroenterale Reflexe; Defäkation; Miktion; Sekretionsreflexe u. a.; funktionelle Testung des vegetativen Nervensystems; Valsalva-Manöver; 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), Horner-Syndrom, Carotissinus-Syndrom
14.3.3	supraspinale Kontrolle durch das Stammhirn (s. a. GK Anatomie 9.3.3)	Stammhirnfunktionen für Pupillen und Ziliarmuskel; Herz-Kreislauf, Atmung, Blasenfunktion, Mastdarmfunktion, Sexualfunktionen; vagovagale Synkope	Stammhirnerkrankungen (vaskuläre Störungen, Enzephalitiden usw.) mit vegetativen Begleiterscheinungen; Kreislauf und Atmungsfunktionen bei apallischem Syndrom; Differentialdiagnose der Synkopen



## „Physiologie“

14.3.4	hypothalamische und limbische Steuerung	neuronale und vegetative Steuerung des Verhaltens bei Hunger, Durst, Angst, Wut, sexueller Erregung u. a.; vegetativ-motorische und vegetativ-endokrine Integration (s. a. 20.2.4); Thermoregulation (s. a. 8.2) hypothalamische Programme; soziale Integration (des Individuums) und Funktion des limbischen Systems; vegetative Efferenzen	limbische Hyper- und Hypoaktivität bei psychiatrischen Erkrankungen, Klüver-Bucy-Syndrom; Aura bei Temporal-lappenepilepsien
14.3.5	enterisches Nervensystem	Aufbau des enterischen Nervensystems, Transmitter und Modulatoren (Acetylcholin, 5-HT, NO, VIP, NPY, GRP, Opiate, weitere Neuropeptide), beteiligte Neurone, Ganglien, Einfluss von Sympathikus und Parasympathikus, intestinale Reflexe, Motorik des Magen-Darm-Trakts (s. a. 7.2)	Zöliakie, Morbus Hirschsprung, Nebenwirkungen der Opiate (Obstipation)
<b>15</b>	<b>Motorik</b>		
<b>15.1.</b>	<b>Allgemeine Organisation des motorischen Systems, Willkürbewegung</b>		
		beteiligte Kerngebiete, Abgrenzung von Willkür-, Halte-, Stütz-Motorik, Reflexe; central pattern generators, sensomotorische Integration; Entschluss, neuronale Programme; Prinzipien der Rückmeldungen; Bereitschaftspotential; ballistische Bewegungen; Folgebewegungen	Verhalten im Kontext; Strategiefindung; Motivation; Apraxie; Bewegungsstörungen der Zielmotorik
<b>15.2</b>	<b>Motorische Repräsentation auf dem Kortex</b>		
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 Reflexe	Ausfallerscheinungen bei Schlaganfall, Lokalisation von Tumoren und epileptischen Foci; Kontraktionskraft bei Hirnläsionen; transkortikale Reflexe als diagnostisches Hilfsmittel; zentrale Plastizität als eine Grundlage der Rehabilitation
15.2.2	prä- und supplementär-motorischer 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, motorische Aphasien
<b>15.3.</b>	<b>Efferente Projektion der motorischen Kortexes</b>		
15.3.1	prinzipielle Verschaltungsmuster	Rolle des Frontalhirns für Planung und Handlungskontrolle; 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; Massenzugbewegung; Extensorsynergismen; Babinski-Reflex

## „Physiologie“

<b>15.4</b>	<b>Neuronale Systeme des Rückenmarks</b>		
15.4.1	Neuronentypen und ihre Lage	Motoneurone ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -Motoneurone; vegetative Motoneurone); Interneurone; ascendierende Traktneurone; propriospinale Neurone	Rückenmarkskompressionen; Poliomyelitis; Muskelatrophien; Topik der Rückenmarksläsionen; spastische Spinalparalyse
15.4.2	Reflexsysteme des Rückenmarks	Definition; Eigenschaften; Funktion von Interneuronen in spinalen Reflexzentren; 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 $\gamma$ -Motoneurone; $\alpha$ - $\gamma$ -Koaktivierung; Motoneurone; Reflexweg der reziproken Ia-Hemmung; Eigenreflexe; Reflex- testung; 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-Sehnenorgane	Lokalisation, Aufbau der Rezeptoren; adäquater Reiz; zentrale Verschaltungswege (autogene Hemmung; Aktivierung der Flexoren)	Steuerung der Standphase beim Gehen; Muskelkrämpfe
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; Unterscheidung von Eigen- und Fremdreflexen	Schutzreflexe; Erlernen des Reflexverhaltens; Beugereflexe beim spinalen Querschnittsyndrom; Hyperreflexie; Plastizität der Reflexe
<b>15.5</b>	<b>Motorische Funktionen des Hirnstamms, Gleichgewichtssinn</b>		
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; Lichtreflex, konsensuelle Lichtreaktion; Horner-Syndrom	Parese der externen Augenmuskeln; konjugierte Augenmuskellähmungen; Spontannystagmus; Blickparesen; Horner-Syndrom
15.5.2	vestibuläres System, Bewegungs- und Lagesinn	Vestibularorgane mit Makula- und Bogengangorgan; funktionelle Anatomie, Funktion der Haarzellen, Rezeptoren mit Transduktionsmechanismus; Verschaltung mit weiteren Afferenzen in den Vestibulariskernen, Efferenzen der vestibulären Kerne, Gleichgewicht, Drehsinn, Beschleunigungssinn; Einfluss des vestibulären Systems auf Okulomotorik, Bewegung des Kopfes im Raum; Funktionsprüfungen; Hirnstammverschaltung; Nystagmen (u. a. vestibulärer, optokinetischer, kalorischer Nystagmus)	periphere Vestibularisstörung; akuter Vestibularisausfall; Schwindel (z. B. Lage- und Lagerungsschwindel); Gleichgewichtsstörungen; Morbus Menière; Durchblutungsstörung; Bewegungserkrankungen

## „Physiologie“

15.5.3	Vestibulariskerne und motorische Funktionen	ventromediale Traktsysteme zur Haltingsregulation; Verschaltung der vestibulospinalen Trakte mit $\alpha$ - $\gamma$ -Motoneuronen; Verarbeitung der Lageinformation in den Vestibulariskernen; Muskeltonus (Hirnstammareale zur Einstellung); Dezerebrierungsstarre; Haltereфлекse; Stellreflexe; Haltingsregulation und Willkürmotorik; Augenbewegungen und Kopfbewegungen; zerebelläre Steuerung von Haltingsregulation 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)	
<b>15.6</b>	<b>Basalganglien</b>		
15.6.1	Verschaltung, Informationsfluss	Schleife Kortex über Basalganglien, Thalamus zum Kortex; Aufbau aus mehreren Kerngebieten; interne Verschaltung; Bedeutung der Basalganglienschleifen für nicht-motorische Funktionen (exekutive und limbische Schleife)	stereotaktische Operationen; Basalganglienstimulationen, tiefe Hirnstimulation
15.6.2.	Verarbeitungsprinzipien	primäre Transmittersysteme; Co-Transmittersysteme; Korrelation Transmitter und Projektionswege; aktivierende und hemmende Verschaltungssysteme, Disinhibition	Chorea Huntington; Parkinson-Erkrankung; Ballismus; Dystonie; genetisch bedingte Störungen der Transmittersysteme
15.6.3	Störungen der Motorik	Störungen im Dopamin-Transmittersystem; Grundlagen und typische Symptomaten der hypo- und hyperkinetischen Bewegungsstörungen, der Parkinson-Erkrankung, der Dystonie, des Ballismus	Restitution des Dopamins; (s. a. 15.6.2)
<b>15.7</b>	<b>Zerebellum</b>		
15.7.1	Verschaltung, Informationsfluss	zytoarchitektonischer Aufbau der Kleinhirnrinde; synaptische Verschaltungen der Neurone der Kleinhirnrinde; Kleinhirnerne 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; Plastizität (insbes. LTD) und motorisches Lernen	Intentionstremor; Dysmetrie; skandierende Sprache; Hypertonie der Muskulatur; (s. a. 15.7.1)
15.7.3	Störungen der Motorik	lokalisierungsspezifische Störungssymptomatik; Dysmetrie; Adiadochokinese; Ataxie; Tremor; Muskeltonus	motorische Rehabilitation
<b>15.8</b>	<b>Integrale motorische Funktionen des Zentralnervensystems</b>		
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	Störung der Handmotorik; Apraxien; Pinzettengriff; Entwicklung der Handmotorik; Rehabilitation der Handmotorik

## „Physiologie“

		Kortex; (s. a. 16.1.3 und 16.2.4)	
15.8.4	motorisches Lernen	Training einer Bewegung; Rückmeldung von neuronalen Programmen und Bewegungen; Fehlererkennungssysteme (sensorimotorische Rückkopplung); 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; Sprechstörungen; Sprache (Inhalt, Form, Anwendung); kortikale Repräsentation der Sprache, sprachdominante Hemisphäre; Sprachstörungen, Aphasie-Formen (z. B. Broca-, Wernicke-Aphasie)	skandierende Sprache; Dysarthrophonie; Taubstummheit; inhaltliche und formale Sprachstörungen
<b>15.9.</b>	<b>Störungen der Motorik</b>		
15.9.1	Muskeltonus	klinisches Bild einer muskulären Hypertonie/Hypotonie; muskuläre bzw. neuronale Ursachen einer Tonusveränderung; tonusregulierende Hirnstammareale; Muskeltonus und Auslösbarkeit von Eigenreflexen; 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. $\alpha$ -Spastik, $\gamma$ -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	
<b>16</b>	<b>Somato-viszerale Sensorik</b>		
<b>16.1</b>	<b>Funktionelle und morphologische Grundlagen</b>		
16.1.1	Einteilung, Modalitäten und Qualitäten	Modalitäten: Hautsensibilität, Propriozeption, viszerale Sensibilität; Tiefensensibilität, Nozizeption und Schmerz; Submodalitäten der Hautsensorik: Tastsinn, Temperatursinn und Thermorezeption; Nozizeption, Qualitäten (z. B. Wärme-Kälte; Berührung, Druck und Vibration usw.)	differentielle Nervenblockaden durch Druck und Ischämie; Oberflächenanästhesie, Regionalanästhesie, Leitungsanästhesie

## „Physiologie“

16.1.2	rezeptive und afferente Strukturen	rezeptive Nervenendigungen; freie (nicht-korpuskuläre) und korpuskuläre Nervenendigungen; Endstrukturen mit Hilfszellen (z. B. Merkelzellen-Axonkomplexe, Pacini-Körperchen; Ruffini- und Meißner-Körperchen, Haarfollikelrezeptoren, Sehnenorgane); Muskelspindeln, Transduktionsprozess in der Axonterminale; molekulare Transduktionsmechanismen; Transformation von Sensorpotentialen in Aktionspotentialfrequenzen; peripheres rezeptives Feld; Verteilung verschiedener Sensortypen in Haut, Bewegungsapparat und inneren Organen; Beziehung zwischen Leitungsgeschwindigkeit der afferenten Axone und Sensortypen	periphere Neuropathien, die bevorzugt einzelne Klassen von Afferenzen betreffen (z. B. demyelinisierende und axonale Neuropathien, postherpetische Neuralgie)
16.1.3	spinale Strukturen	Eigenschaften sekundärer Neurone (rezeptive Felder, Konvergenz); Prinzipien der spinalen synaptischen Übertragung und ihre Kontrolle durch prä- und postsynaptische Hemmung; Leitungsbahnen (lemniskale Bahn, anterolaterale spinothalamische Bahn); dissoziierte Empfindungsstörungen; Hinterstrangkerne, somatotopische Zuordnung, laterale Inhibition	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-Séquard)
16.1.4	supraspinale Strukturen	Lage und funktioneller Aufbau der Körperrepräsentation in Thalamus und Kortex: Projektionsareale (Kreuzung, Somatotopie, funktionsspezifische Säulenorganisation, rezeptive Felder, usw.); primärer und sekundärer somatosensorischer Kortex (S1 und S2), Insel, posterior-parietaler Assoziationskortex, kortikaler Informationsfluss, somatosensorisch evozierte Potentiale	Bildgebende Verfahren zur topologischen und funktionellen Diagnostik (funktionelle Kernspintomographie fMRT, Positronen-Emissions-Tomographie, Magnetenzephalographie)
<b>16.2</b>	<b>Tastsinn</b>		
16.2.1	Qualitäten	Qualitäten des Tastsinnes: Berührung, Druck, Vibration und Spannung	neurologische Funktionstests; sensorische Neuropathien (z. B. diabetische Neuropathie)
16.2.2	Eigenschaften der Sensoren	Zuordnung von morphologischen Strukturen (s. a. 16.1.2) und funktioneller Antwortcharakteristik (SA1-, SA2-, RA- und PC-Einheiten; Adaptation, phasisch-tonisches Verhalten, Proportional-, Differential- und Integral-Antworten); rezeptive Felder	postischämische Parästhesien, Druckblockade der Nervenleitung, Hyperpathie
16.2.3	funktionelle Organisation	räumliches und zeitliches Auflösungsvermögen (simultane und sukzessive Raumschwellen), Verteilung über die Körperoberfläche; Frequenzoptimum und biologische Bedeutung des Vibrationssinnes; Kitzelempfindung	Bedeutung der Hautsensibilität für soziale Kontakte und Emotionalität; neurologische Diagnostik
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; Handareal in S1; Fingersäulen	Berufsfähigkeitsbegutachtung: Bedeutung der Handsensibilität; Lesen von Braille-Schrift; Astereognosie

## „Physiologie“

<b>16.3</b>	<b>Temperatursinn</b>		
16.3.1	Warm-/Kaltsensoren, afferente Bahnen und zentralnervöse Projektionen	Verteilung auf der Körperoberfläche; statische Kennlinien; Proportional- und Differentialverhalten; Abhängigkeit der Erregung von Ausgangstemperatur und Geschwindigkeit der Temperaturänderung; TRP-Rezeptorkanäle für Temperaturperzeption; Sensortyp und Leitungsgeschwindigkeit der Afferenzen; rezeptive Felder; aufsteigende Bahnen, thalamische und kortikale Repräsentation	Neuropathien, die zu thermischen Hypästhesien führen können (z. B. diabetische Neuropathie); dissoziierte Empfindungsstörungen bei Läsionen spinaler Bahnen (Brown-Séquard)
16.3.2	funktionelle Organisation des Warm-/Kalt-sinnes	Empfindungsqualitäten warm und kalt; Indifferenztemperatur; 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
<b>16.4</b>	<b>Tiefensensibilität</b>		
16.4.1	funktionelle Organisation	Typen von Sensoren und Afferenzen der Propriozeption in Sehnen und Muskeln (Muskelspindeln und Sehnenorgane, korpuskuläre und 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 Haltungstörungen; Gelenkschädigungen bei Störungen der Tiefensensibilität
16.4.2	biologische Bedeutung der Tiefensensibilität	Propriosensorik, Wahrnehmung der Körperstellung; Bedeutung der Muskelspindelafferenzen für die Wahrnehmung der Gelenkstellung; Kraft und Geschwindigkeit von Bewegungen; Funktionen für die Kontrolle der Motorik (s. a. Kap. 15)	
<b>16.5</b>	<b>Viszerale Sensorik</b>		
16.5.1	periphere und zentrale Sensoren	Lage im peripheren oder zentralen Nervensystem; Sensoren für O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , 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
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 und 14.3.3); viszero-kutane und viszero-motorische Reflexe; Abgrenzung von viszeraler Sensibilität und Schmerz	pathologisches Niesen; zentralnervös bedingtes Erbrechen; Singultus; Probleme nach Transplantation innerer Organe (z. B. Lungentransplantationen)
16.5.3	viszerale Reflexe	Bedeutung für die Steuerung der Magen- und Darmmotilität (s. a. 7.2, 14.3.2 und 14.3.5)	Erbrechen; Diarrhö, Obstipation

## „Physiologie“

16.6	Nozizeption		
16.6.1	Nozizeptoren und periphere Nozizeption	Eigenschaften nozizeptiver Nervenendigungen in verschiedenen Organen; A $\delta$ - und C-Afferenzen; „erster“ und „zweiter“ Schmerz; Transduktionskanäle und an der Transduktion beteiligte Rezeptoren in Nozizeptoren (z. B. TRP-Rezeptorkanäle, Acid-sensing ion channels, P2X-Rezeptorkanäle und P2Y-Rezeptoren, Bradykinin- und Prostaglandinrezeptoren); endogene Mediatoren der Nozizeptorerregung (z. B. Bradykinin, Histamin, Prostaglandine, H <sup>+</sup> , ATP, K <sup>+</sup> ), Arachidonsäurekaskade; polymodales Verhalten von Nozizeptoren; Sensibilisierung und primäre Hyperalgesie, peripher wirkende Analgetika; Neuropeptide (z. B. Substanz P, CGRP) und Neuropeptidfreisetzung, neurogene Vasodilatation und Entzündung; Axonreflex, Flare-Reaktion; Nervenwachstumsfaktor (NGF) und Tyrosinkinase-Rezeptoren (TrkA)	Ruhe- und Bewegungsschmerz, Kopfschmerzen, Zahnschmerzen, Koliken, Tumorschmerzen; Entzündungsschmerz verschiedener Organe, z. B. Arthritis, Myositis, Sonnenbrand; Schmerztherapie mit COX-Hemmstoffen; Lokalanästhetika; CIPA-Syndrom
16.6.2	Nervenläsionen	projizierter Schmerz; Regeneration und Degeneration nach Läsionen; Veränderung in Neuronen der Hinterwurzelganglien und des ZNS nach Nervenläsionen	Neuropathien, Neuralgien (z. B. postherpetische Neuralgie); Trigeminusneuralgie; Lumbago; Eigenschaften von Stumpfneurinomen, Stumpfschmerzen
16.6.3	spinale und trigeminale Organisation der Nozizeption	Prinzipien der nozizeptiven Transmission im Hinterhorn bzw. im trigeminalen Hirnstammkomplex (Glutamatrezeptoren, Bedeutung der Neuropeptide und -modulatoren); zentrale Sensibilisierung, sekundäre Hyperalgesie und Allodynie; Plastizität der synaptischen Übertragung (Entzündung und Nervenläsionen); aufsteigende Bahnen; viszerale Nozizeption: Dermatome, Myotome; Head-Zonen, viszero-somatische Konvergenz an spinalen Neuronen; Neurotransmitter, modulatorische Peptide; Plastizität	dissoziierte Empfindungsstörung; Syringomyelie, Tabes dorsalis; Chordotomie; chronische Schmerzen verschiedener Genese (z. B. chronische Rückenschmerzen, Bandscheibenvorfall); Hyperalgesien, Allodynie; übertragener Schmerz (z. B. bei Koronarinsuffizienz, viszeralen Erkrankungen)
16.6.4	supraspinale Organisation von Nozizeption und Schmerz	Mehrdimensionalität von Schmerz und Projektion in verschiedene Hirnregionen (sensorische Dimension und thalamokortikale Projektion; affektive Dimension und Projektion in das limbische System); mediales und laterales thalamokortikales 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, chronischer Schmerz, Schmerzkrankheit
16.6.5	endogene Schmerzhemmung	Hirnstamm-Kerngebiete, Neurone im Rückenmark; Mediatoren und Synapsentypen: PAG-RVM-System; Endorphine (s. 10.2), Opiatrezeptoren; Monoamine; Grundzüge der zentralen Analgetika-Wirkung; Formen der endogenen Schmerzhemmung (z. B. Reiz-induzierte und Stress-induzierte Schmerzhemmung); Gegenirritation	verminderte Schmerzempfindlichkeit, z. B. „stumme“ Koronarinfarkte; Pharmakologie der Opioide; nicht-opioide, zentral wirkende Analgetika; nicht-medikamentöse Schmerztherapien: Krankengymnastik und Massage, Chiropraxis, Wärme- und Kältebehandlung, Akupunktur, transkutane Nervenstimulation (TENS)

## „Physiologie“

<b>17</b>	<b>Visuelles System</b>	
<b>17.1</b>	<b>Dioptrischer Apparat</b>	
17.1.1	physikalische Grundlagen (s. a. GK Physik 7)	elektromagnetische Strahlung; Wellenlängenbereich des Sehens; einfaches, zusammengesetztes optisches System; Strahlengang; Abbildungsgleichung; Brechwert („Breckkraft“); Dioptrie; 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, Visus (Determinanten, Methoden der Bestimmung)
17.1.3	Abbildungsfehler	Aberrationen (sphärische, chromatische); Refraktionsanomalien (Myopie; Hyperopie; Astigmatismus)
17.1.4	Akkommodation	Mechanismus der Nahakkommodation (Breckkraft, Konvergenz, Pupillenweite); neuronale Steuerung; Fernakkommodation; Nahpunkt; Fernpunkt; Akkommodationsbreite; altersabhängige Änderungen
17.1.5	Pupille	Steuerung der Pupillenweite; Lokalisation der motorischen Kerne; Pupillenreflexe; direkte und konsensuelle Lichtreaktion, Naheinstellungsreaktion; Konvergenzreaktion; Atropineffekte
17.1.6	Augeninnendruck	Bildung und Abfluss des Kammerwassers; Tonometrie; Glaukom; Blut-Kammerwasser-Schranke
17.1.7	Tränen (s. a. GK Anat. 10.4.3)	Tränendrüsen; Bildung, Zusammensetzung und Funktion der Tränenflüssigkeit; Weinen; Lidschlag; Steuerung des Lidschlags; Lidschlussreflex
17.1.8	Augenmotorik (s. a. 15.5.1 und GK Anat. 10.3.6)	schnelle und langsame Augenbewegungen; Nystagmusarten; Sakkaden; Konvergenzbewegungen; Augenmuskeln und ihre motorischen Kerne; kortikale Steuerung der Augenbewegungen; Naheinstellreflexe; Schielen
<b>17.2</b>	<b>Signalverarbeitung in der Retina</b>	
17.2.1	Aufbau der Retina (s. a. GK Anat. 10.3.4)	verschiedene neuronale Zellen der Retina; Pigmentepithel; Photorezeptoren und ihre Verteilung; funktionelle Morphologie der Photosensoren
17.2.2	Transduktionsprozess (s. a. GK Chemie/Bioch. 33.1)	Photopigmente (Konformationsänderungen; Interaktion mit Pigmentepithel); verschiedene Opsine, Besonderheiten des Melanopsin; photoneninduzierte Leitfähigkeitsänderungen der Rezeptormembran; photochemische Adaptation; photopisches Sehen; skotopisches Sehen



## „Physiologie“

17.2.3	neuronale Verarbeitungsprozesse	rezeptive Felder der Ganglienzellen; Klassen retinaler Ganglienzellen; antagonistische Feldeigenschaften; Funktion und Verschaltung der retinalen Zelltypen, magno- und parvozelluläres System; On-Off-Reaktionen; Neurotransmitter und Rezeptoren; Kontrastverstärkung; Sehschärfe; Signalverarbeitung (skotopisch, photopisch; Farbe, Form, Bewegung), Elektroretinogramm; Simultan- und Sukzessivkontrast	Visusbestimmung; Sinnestäuschungen durch Kontrastverstärkung
17.2.4	retinale Mechanismen des Farbensehens	Gegenfarbenneurone; Zapfensehen; Arten und Verteilung der Opsine; Messmethoden zum Farbensehen; Farbanomalien (Rotblindheit; Grünblindheit; Blauviolettblindheit); Farbschwäche; Genetik der Farbanomalien; Gegenfarbentheorie; Farbkonstanz	Farbenblindheit; Farbschwäche; Psychophysiologie der Farbe; Farbtäuschungen; Farbkonstanz
<b>17.3</b>	<b>Zentrale Repräsentation des visuellen Systems</b>		
17.3.1	Gesichtsfeld	Perimetrie; Gesichtsfelder und Farbe; blinder Fleck und Zentralskotom bei skotopischem Sehen; pathologische Gesichtsfeldausfälle	Messung des Gesichtsfelds, Skotomdiagnostik; Blickfeld
17.3.2	Sehbahn (s. a. GK Anatomie 9.8.1)	Chiasma opticum; Verschaltungen: Corpus geniculatum laterale (Funktion und Aufbau), Colliculus superior, prätektale Region; primäre Sehrinde; Retinotopie; visuell evozierte Potentiale	prächiasmatische Läsionen; retrobulbäre Neuropathie (z. B. bei multipler Sklerose); homonyme und heteronyme Hemianopsien
<b>17.4</b>	<b>Informationsverarbeitung in der Sehbahn</b>		
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, elektrophysiologische Untersuchungen	Sinnestäuschungen bei Bildaufbau aus mehreren Ebenen; Farbkonstanz; Formkonstanz
17.4.3	Corpus geniculatum laterale	retinotopie Organisation; gekreuzte Projektion; kortikofugale Kontrolle	
17.4.4	visuelle Kortizes (Areae 17, 18; V1-V5)	Schichtenaufbau; Zellen mit Orientierungsspezifität; Richtungsspezifität, Längenspezifität; okuläre Dominanzsäulen; Orientierungssäulen; sekundäre und tertiäre kortikale Areale; Eckendetektion, kognitive visuelle Leistungen (z. B. Objekterkennung), parietaler und temporaler Weg für Bewegungssehen bzw. Mustererkennung	optische Agnosien und ihre topographischen Lokalisationen; posterior-parietaler Assoziationskortex (Koordinatensystem der Umwelt); temporaler Assoziationskortex (Inhaltsbeschreibung)
17.4.5	„extrastriäre Sehbahn“	Melanopsin, intrinsisch-photosensitive retinale Ganglienzellen; Steuerung der zirkadianen Rhythmik, Pupillenweite, Blickreflexe (s. 15.5.1)	Diagnostik und Störungen der Pupillenreflexe, optokinetischer Nystagmus, Störungen der Blickreflexe
17.4.6	Tiefenwahrnehmung	korrespondierende Netzhautstellen; Horopter; Panum-Fusionsareal; Diplopie; Querdisparation; zeitliche Disparation; monokulares Tiefensehen; Doppelbilder, Strabismus; Wahrnehmung von Entfernungen	Amblyopie; Doppeltsehen; dominantes Auge; monokulare Sehschwäche; Größenkonstanz; Perspektive
<b>18</b>	<b>Auditorisches System</b>		
<b>18.1</b>	<b>Physiologische Akustik</b>		
18.1.1	Grundbegriffe (s. a. GK Physik 6.3)	Intensitäts- und Frequenzschwellen; Schalldruck und Schalldruckpegel, Lautstärke, Lautheit; Phon, Dezibel; Isophone	Schallbelastung an Arbeitsplätzen und in Diskotheken

## „Physiologie“

18.1.2	Testverfahren	Stimmgabelverfahren, Methoden der Audiometrie, objektive Audiometrie mit BERA, Hörkurve, Altersabhängigkeit des Hörvermögens	Anforderungen an Hörgeräte
<b>18.2</b>	<b>Äußeres Ohr, Gehörgang und Mittelohr</b> (s. a. GK Anat. 11.2 und 11.3)		
		Funktion der Ohrmuschel, Schallleitung und Impedanzwandlung; Funktion von Trommelfell und Gehörknöchelchenkette; Funktion der Mittelohrmuskel; Luftleitung und Knochenleitung	Otosklerose, Mittelohrerkrankungen
<b>18.3</b>	<b>Innenohr</b> (s. a. GK Anat. 11.4.1)		
		funktionelle Anatomie des Innenohrs, Ortsprinzip bei der Schallübertragung, Frequenzdispersion, Wanderwellentheorie, Funktionen von Endolymphe und Perilymphe, Anatomie und Elektrophysiologie der äußeren und inneren Haarzellen; Rezeptorpotentialgenese; Kodierung in afferenten Nervenfasern, Beweglichkeit und Innervation der äußeren Haarzellen, Mikrofonpotentiale, oto-akustische Emissionen	Schalltrauma, Tinnitus, Innenohrschwerhörigkeit, Cochlea-Implantat
<b>18.4</b>	<b>Zentrale Hörbahn und kortikale Repräsentation</b> (s. a. GK Anat. 9.8.1)		
		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
<b>18.5</b>	<b>Sprachbildung und Sprachverständnis</b> (s. a. 15.8.5)		
18.5.1	Stimmbildung (s. a. GK Anat. 5.4.11)	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, Dyslexie
<b>19</b>	<b>Chemische Sinne</b>		
<b>19.1</b>	<b>Grundlagen der chemischen Sinne</b>		
19.1.1	Einteilung, morphologische Grundlagen und sensorische Funktionen	Modalitäten Geruch, Geschmack und trigeminaler chemischer Sinn; Morphologie der Chemosensoren (primäre und sekundäre Sinneszellen) und Bahnsysteme; Empfindungs- und Wahrnehmungsschwelle für Testsubstanzen, Empfindlichkeit, Adaptation, Interaktionen	Lebensmittelchemie, Ernährungswissenschaften; Geschmacksverstärkung; Läsionen der Chorda tympani (z. B. Operationsfolgen); Läsionen der Fila olfactorii (z. B. Schädelbasisfraktur);
19.1.2	Schutzreflexe, viszerale und sekretorische Reflexe	Sensoren, Leitungsbahnen und Zentren für Würge- und Brechreflex, Niesreflex, Husten; affektive Reaktionen, Hedonik; klassische Konditionierung sekretorischer Reflexe (z. B. Speichelfluss)	Aspirationsfolgen (z. B. Aspirationspneumonie)
<b>19.2</b>	<b>Geschmack</b>		
19.2.1	Geschmacksqualitäten und Psychophysiologie des Geschmacksinns	Qualitäten des Geschmacks und ihre Repräsentation in Sinneszellen der Zunge; Warnfunktion des Bittergeschmacks; Wahrnehmungs-, Erkennungs-, Unterschiedsschwellen; Abgrenzung vom trigeminalen chemischen Sinn (Qualität „scharf“)	Ageusien, Dysgeusien (z. B. als Folge von Medikamenten)

## „Physiologie“

19.2.2	Sensoren	Geschmacksstoffe, Sinneszellen und ihre Regeneration, Transduktionsmechanismen in den Sinneszellen für die Geschmacksqualitäten (z. B. Ionenkanäle und G-Protein gekoppelt); Übertragung auf Afferenzen, Musterkodierung	
19.2.3	zentrale Projektionen	Geschmacksnerven, zentrale Bahnen; thalamischer Projektionskern, kortikale Projektionsfelder	Läsionen der Chorda tympani, zentralnervöse Läsionen
<b>19.3</b>	<b>Geruchssinn und trigeminaler chemischer Sinn</b>		
19.3.1	Sinnesmodalitäten, Qualitäten und Psychophysiologie des Geruchs	Geruchssinn: Duftklassen; Sinneszellen und ihre Regeneration; Testmethoden; hereditäre partielle Anosmien; Reiz- und Unterschiedsschwellen, Adaptation und Habituation; trigeminaler chemischer Sinn; Hedonik von Gerüchen	Anosmie (z. B. bei Schädelbasisfrakturen, Trigeminusausfällen); Schnupfen
19.3.2	Transduktionsprozesse (s. a. GK Chemie/Bioch. 33.2)	Transduktionsmechanismen in den Sensoren des Geruchssinns, Rolle von CNG-Kanälen und calciumgesteuerten Chloridkanälen; Funktion und Vielfalt der Rezeptorproteine; Adaptationsmechanismen	
19.3.3	Bahnen und zentralnervöse Verarbeitung	synaptische Verarbeitung im Bulbus olfactorius, Hemmvorgänge, aufsteigende Bahnen, kortikale Projektionen; Verstellungen der Empfindlichkeit bei Veränderungen der Körperhomöostase (z. B. Hunger, Fieber, Schwangerschaft)	
19.3.4	Assoziationsregionen für den Geruchssinn	enge Beziehung zum limbischen System, emotionale Bedeutung des Geruchssinns, Rolle des Geruchssinnes für die Geschmackswahrnehmung	Parosmie, Hyperosmie (z. B. während der Aura von Temporallappenanfällen)
<b>20</b>	<b>Integrative Leistungen des Zentralnervensystems</b>		
<b>20.1</b>	<b>Allgemeine Physiologie und funktionelle Anatomie der Großhirnrinde</b>		
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; Membranpotentiale und Transmitter	
20.1.2	kortikale Felder	Frontal-, Parietal-, Temporal- und Okzipitalappen; Projektions- und Assoziationsfelder und ihre Entsprechung in der Zytoarchitektonik; Assoziationskortex und ihre Funktion (präfrontal, limbisch, parieto-temporo-okzipital); dorsolateraler und ventromedialer präfrontaler Kortex; Arbeitsgedächtnis, Persönlichkeit	Plastizität der Somatotopie nach Amputationen; Agnosien, Apraxien und Psychopathologie spezifischer Hirnrindenläsionen (z. B. Persönlichkeitsveränderung bei Läsion des ventromedialen präfrontalen Kortex)

## „Physiologie“

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 Hirnrindengebieten bei der Sprachbildung und beim visuellen und akustischen Sprachverständnis (PET- und fMRT-Analysen); Funktion von Broca-, Wernicke-Zentrum und Gyrus angularis	motorische und sensorische Aphasien, apoplektischer Insult; „Sprachenshift“ bei Hirnverletzungen in der frühen Kindheit, Legasthenie
20.1.4	Analyse der Hirnrindenaktivität und tiefer liegender Kerngebiete (s. a. GK Psych./Soz. 1.3.6)	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), Messung der Hirndurchblutung mit Radioisotopen, (funktionelle) Magnetresonanztomographie (MRT, fMRT), transkranielle Magnetstimulation	Veränderungen der elektrischen Hirnerscheinungen bei Erkrankungen und unter Einfluss von Pharmaka; EEG-Analyse von Bewusstseinsstörungen und Krampfanfällen; Hirntoddiagnostik
<b>20.2</b>	<b>Integrative Funktionen durch Interaktionen zwischen Hirnrinde und subkortikalen Hirnregionen</b>		
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 nREM-Schlaf; REM-Schlaf und Träumen; Hypothesen der neuronalen Schlafsteuerung	Somnambulismus, Narkolepsie, Enuresis nocturna; Schlafstörungen bei Alkohol- und Drogenabusus; Jet-lag, Schichtarbeit
20.2.2	Bewusstsein (s. a. GK Psych./Soz. 1.4.1)	Bewusstseinsformen; Interaktion von subkortikalen und kortikalen Regionen und Bewusstseins helligkeit; aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem (ARAS); Kurzzeitgedächtnis und Bewusstsein; Formen und Grade des Bewusstseinsverlustes; Differenzierung zwischen Schlaf und Bewusstlosigkeit	Stupor, Koma, Locked-in-Syndrom; Dämmerzustände, Narkosestadien; Hirntod

## „Physiologie“

20.2.3	Plastizität, Gedächtnis und Lernen (s. a. GK Psych./Soz. 1.4.2 und 1.4.3)	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; Zugriffssicherheit und -geschwindigkeit zu verschiedenen Gedächtnisspeichern; an den verschiedenen Gedächtnisformen beteiligte Hirnregionen; neuronale Modelle der Kurz- und Langzeitspeicherung von Informationen; synaptische Plastizität, Hebbsche Synapse, zelluläre und molekulare Mechanismen von Lernen und Gedächtnis; Amnesie-Formen; Aufmerksamkeit, EEG-/fMRI-Veränderungen bei Aufmerksamkeit, Rolle von frontalem Augenfeld und Parietalkortex bei der Steuerung von Aufmerksamkeit; Neglekt	Korsakow-Syndrom; Alzheimer Demenz; Formen des Lernens; Rehabilitation
20.2.4	Antrieb, Motivation und Emotionen (s. a. GK Psych./Soz. 1.4.4 und 1.4.5)	appetitives und aversives Verhalten; synaptische Systeme (z. B. mesolimbisches System, Dopamin); limbisches System; Rolle von Nucleus accumbens und VTA; Antrieb, Zusammenhang zwischen endokrinen, motorischen und vegetativen Funktionen (s. a. 14.3.4); Einteilung in Funktionseinheiten, beteiligte Hirnregionen, Rolle der Amygdala, sexuelles Verhalten; Durst, Hunger und thermoregulatorisches Verhalten; gelernte Motivation und Sucht; neurobiologische Erklärungen von Suchtverhalten; neuronale Modelle von Sucht und Abhängigkeit: plastische Veränderungen an Rezeptoren, Synapsen und Second-messenger-Systemen	Schädigungen des limbischen Systems (z. B. bei Rabies); Formen und Pathophysiologie der Anorexien; Suchtarten und Suchtdiagnose; Zurechnungsfähigkeit; Wirkung von Antidepressiva