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 „Physik für Mediziner“

Stand: Februar 2005

© Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen
Postfach 2528, 55015 Mainz

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

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

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

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

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

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

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

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

"PHYSIK FÜR MEDIZINER" (Inhaltsübersicht)

1 Grundbegriffe des Messens und der quantitativen Beschreibung
- 1.1 Physikalische Größen und Einheiten
- 1.2 Messen und Unsicherheiten beim Messen
- 1.3 Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen

2 Mechanik
- 2.1 Bewegungen
- 2.2 Impuls, Kraft; Kräfte
- 2.3 Drehmoment, Trägheitsmoment, Drehimpuls
- 2.4 Arbeit, Energie; Leistung
- 2.5 Mengengrößen, bezogene Größen
- 2.6 Verformung fester Körper
- 2.7 Druck
- 2.8 Kräfte an Grenzflächen
- 2.9 Strömung von Flüssigkeiten und Gasen

3 Struktur der Materie
- 3.1 Aufbau der Atome und Atomkerne
- 3.2 Festkörper, Flüssigkeiten, Gase

4 Wärmelehre
- 4.1 Temperatur
- 4.2 Wärme, Wärmekapazität
- 4.3 Gaszustand
- 4.4 Änderung des Aggregatzustands
- 4.5 Wärmetransport, Transportphänomene
- 4.6 Stoffgemische

5 Elektrizitätslehre
- 5.1 Elektrische Stromstärke, elektrische Ladung
- 5.2 Elektrische Feldstärke
- 5.3 Elektrisches Potential, elektrische Spannung
- 5.4 Elektrischer Widerstand
- 5.5 Elektrischer Stromkreis
- 5.6 Elektrische Kapazität
- 5.7 Elektrizitätsleitung
- 5.8 Elektrische Spannungen an Grenzflächen, Diffusionsspannungen
- 5.9 Magnetische Größen, elektromagnetische Induktion
- 5.10 Wechselspannung, Wechselstrom

6 Schwingungen und Wellen
- 6.1 Schwingungen
- 6.2 Wellen
- 6.3 Schallwellen
- 6.4 Elektromagnetische Wellen

7 Optik
- 7.1 Licht
- 7.2 Geometrische Optik
- 7.3 Wellenoptik
- 7.4 Optische Instrumente

8 Ionisierende Strahlung
- 8.1 Radioaktivität
- 8.2 Röntgenstrahlung
- 8.3 Nachweis ionisierender Strahlen
- 8.4 Strahlenwirkungen

Anhang Zahlen- und Größenwerte

"PHYSIK FÜR MEDIZINER"

1	**Grundbegriffe des Messens und der quantitativen Beschreibung**		
1.1	**Physikalische Größen und Einheiten**		
		Begriff der physikalischen Größe, Darstellung durch Zahl mal Einheit. Größengleichungen. Skalare und vektorielle Größen. Addition und Subtraktion von Vektorgrößen, Komponentenzerlegung. Basisgrößen und Basiseinheiten des Internationalen Einheitensystems. Herleitung abgeleiteter Einheiten aus den Basiseinheiten mit Hilfe der Definitionsgleichungen für die abgeleiteten Größen. Bedeutung von Differenzenquotient, Differentialquotient, Differential und Integral für die Definition physikalischer Größen. Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten durch Vorsilben. Längen, Flächen, Volumina. Definition und Einheit von ebenem Winkel und Raumwinkel.	
1.2	**Messen und Unsicherheiten beim Messen**		
		Messung: Vergleich der zu messenden Größe mit einer zugehörigen Einheit. Ergebnis einer einmaligen Messung: Messwert und absolute maximale Messunsicherheit, gewonnen durch lineare Addition der bekannten bzw. geschätzten systematischen und der zufälligen Messunsicherheiten. Relative Messunsicherheit. Wiederholt gleichartige Messung: Gaußsche Normalverteilung (Glockenkurve), arithmetischer Mittelwert als Näherungswert für den Erwartungswert, Standardabweichung einer Messreihe (mittlere Messunsicherheit der Einzelmessung), Standardabweichung des arithmetischen Mittelwerts. Fortpflanzung von Messunsicherheiten bei einfachen Größengleichungen (Summe, Differenz, Produkt, Quotient und Potenz). Messunsicherheit bei Messgeräten mit Ziffernanzeige. Anzahl von Dezimalstellen bei der Angabe eines Ergebnisses unter Berücksichtigung der Messunsicherheit. Messgeräte (Gebrauch, analog und digital; Messunsicherheit, Güteklasse, Empfindlichkeit).	

1.3	**Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen**		
		Lineare Funktion, Potenzfunktion, Exponentialfunktion, natürliche und dekadische Logarithmusfunktion, trigonometrische Funktionen. Graphische Darstellung funktionaler Zusammenhänge in Koordinatensystemen mit linear und logarithmisch geteilten Achsen - Übergang von einer Geraden zu einer Funktionsgleichung. Auswertung von Messungen mit Hilfe von Ausgleichskurven. Bestimmung der Steigung einer Geraden und einer Kurve (mittlere Steigung; Steigung in einem Punkt, graphische Differentiation), Bestimmung der Fläche unter einer Kurve (graphische Integration).	
2	**Mechanik**		
2.1	**Bewegungen**		
		Definition und Einheit von Geschwindigkeit und Beschleunigung, Mittelwert und Momentanwert. Geradlinige Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit (gleichförmig) und mit konstanter Beschleunigung (gleichmäßig beschleunigt), Weg-Zeit-Diagramm, Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm, Beschleunigung-Zeit-Diagramm. Freier Fall. Periodische Bewegungen, Definition und Einheit von Periodendauer, Frequenz und Kreisfrequenz. Definition und Einheit von Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung, Mittelwert und Momentanwert. Gleichförmige Kreisbewegung, Zusammenhang zwischen Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, Zentripetalbeschleunigung.	Biomechanik. Sportmedizin. Physiotherapie. Strömungsgeschwindigkeit von Blut. Leitungsgeschwindigkeit in markhaltigen Axonen. Herzfrequenz. Atemfrequenz. Physikalische Medizin, Rehabilitation.
2.2	**Impuls, Kraft; Kräfte**		
		Newtonsche Axiome. Definition und Einheit von Impuls, Kraft und Kraftstoß. Impulserhaltungssatz. Gravitationskraft. Coulombkraft (elektrische Feldkonstante, Permittivitätszahl) s. 5.1. Lorentzkraft s. 5.9. Gewichtskraft, Auftriebskraft (Schwimmen, Schweben, Sinken). Federkraft. Zentripetalkraft. Trägheitskräfte. Zentrifugalkraft.	

		Reibungskraft zwischen festen Körpern: Haft-, Gleit- und Rollreibung, Reibungskoeffizienten. Schmiermittel. Geschwindigkeitsproportionale Reibungskraft auf einen in einer Flüssigkeit fallenden Körper. Definition und Einheit der dynamischen Viskosität (Koeffizient der inneren Reibung). Fall einer Kugel in zäher Flüssigkeit, Sedimentationsgeschwindigkeit. Viskosimeter. Temperaturabhängigkeit der dynamischen Viskosität. Sedimentation mit Hilfe einer Zentrifuge/Ultrazentrifuge, Sedimentationskonstante (Verhältnis aus Sedimentationsgeschwindigkeit und Zentrifugalbeschleunigung).	Reibung zwischen Knochen in Gelenken, Schmierung durch Synovialflüssigkeit. Viskosität der Synovialflüssigkeit. Bestimmung der molaren Masse medizinisch wichtiger Makromoleküle und ihre Charakterisierung durch die Sedimentationskonstante (Svedberg-Einheit). Trennung von Proteinen. Abtrennung von Zellen aus Blut, Herstellung von Blutkonserven.
2.3	**Drehmoment, Trägheitsmoment, Drehimpuls**		
		Massenmittelpunkt, Schwerpunkt. Lage des Schwerpunkts beim menschlichen Körper in verschiedenen Haltungen. Stabiles, labiles und indifferentes Gleichgewicht. Definition und Einheit von Drehmoment, Trägheitsmoment und Drehimpuls. Gegenüberstellung: Kraft, Drehmoment; Masse, Trägheitsmoment; Impuls, Drehimpuls (als Erhaltungsgrößen). Hebelgesetz. Drehimpuls und magnetisches Moment von Elektron, Kernen und Molekülen.	Sportmedizin. Stütz- und Bewegungsapparat. Knochen als Hebel, Gelenke als Hebelauflagepunkte/Drehpunkte, Muskelkräfte. Magnetische Eigenschaften von Geweben. Kernspintomographie.
2.4	**Arbeit, Energie; Leistung**		
		Definition und Einheit der Arbeit als Prozessgröße, auch bei wegabhängiger Kraft. Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, Druck-Volumen-Arbeit. Energie, potentielle Energie, kinetische Energie. Energieerhaltungssatz, Anwendung auf freien Fall, schiefe Ebene, Pendel. Definition und Einheit der Leistung, Mittelwert und Momentanwert. Zentraler Stoß, unelastisch und elastisch.	Physiologie. Arbeitsmedizin. Sportmedizin. Herzarbeit, Ergometrie, Belastungs-EKG. Spiroergometrie. Energieumsatz. Energiebereitstellung im Stoffwechsel. Funktionsabhängige Anpassung, Wirkungsgrad äußerer Arbeit. Leistungsfähigkeit.
2.5	**Mengengrößen, bezogene Größen**		
		Mengengrößen: Volumen, Masse, Teilchenzahl, Stoffmenge. Definition und Einheit von volumenbezogenen Größen (Dichten): Massendichte (Dichte), Teilchenzahldichte, Ladungsdichte; von massebezogenen Größen (spezifischen Größen): spezifisches Volumen, spezifische Wärmeka-	

		pazität, spezifische Umwandlungswärmen; von stoffmengenbezogenen Größen (molaren Größen): molare Masse, molares Volumen. Stoffgemische: Definition und Einheit von Stoffmengenanteil (Molenbruch), Massenanteil, Volumenanteil; von Konzentration der Komponenten im Gemisch (Teilmenge durch Gesamtvolumen): Massenkonzentration (Partialdichte), Stoffmengenkonzentration.	
2.6	**Verformung fester Körper**		
		Definition und Einheit von Dehnung (Stauchung), Spannung (Zug und Druck), Elastizitätsmodul. Hookesches Gesetz. Querkontraktion. Volumenänderung. Knickung. Biegung, neutrale Faser. Scherung: Schubspannung, Scherwinkel; Verdrillung, Torsion: Torsionswinkel; Definition und Einheit von Torsionsmodul (Schermodul). Isotropie und Anisotropie. Allseitige Kompression; Definition und Einheit von Kompressibilität, Kompressionsmodul (Volumenelastizitätsmodul). Verformungsbereiche (Spannung-Dehnung-Diagramm): Proportionalität (hookesches Gesetz), reversible Verformung und irreversible Verformung (Plastizität, Fließen, Bruch). Viskoelastizität. Zeitverhalten der Deformation bei reinelastischer, reinviskoser und viskoelastischer Verformung während und nach Einwirkung einer konstanten Kraft und eines Kraftstoßes.	Charakterisierung von Knochengewebe, kompakter und spongiöser Knochen. Festigkeit. Scherfraktur, Schubfraktur, Abrissfraktur. Richtungsabhängigkeit von Materialgrößen verschiedener Gewebe. Biegebeanspruchung der Wirbelsäule. Spannung-Dehnung-Diagramm der Blutgefäße. Viskoelastisches Verhalten bei Knorpel, Sehnen und Bändern. Dämpfung kurzzeitiger Krafteinwirkungen.
2.7	**Druck**		
		Definition und Einheit des Drucks. Druckmessung, Manometer. Atmosphärischer Luftdruck (Normdruck, exponentielle Abnahme in Abhängigkeit von der Höhe über dem Erdboden, Halbwerthöhe). Schweredruck in Flüssigkeiten, Abhängigkeit von der Eintauchtiefe. Entstehung des Auftriebs, Archimedisches Prinzip. Druckerzeugung durch Stempel/Kolben (hydraulische Presse). Druck in elastisch gedehnten Gefäßen (Gummiblase, Gummischlauch). Boyle-Mariotte-Gesetz.	Druck im Blutkreislauf. Elastischer Schlauch als Modell für Arterien, elastische Kugel als Modell für das Herz. Laplacesche Formel. Blutdruckmessung nach Riva-Rocci, direkte Druckmessung mit Katheterspitzmanometer (Intensivmedizin). Hyper- und hypobare Therapie.

2.8	**Kräfte an Grenzflächen**		
		Zwischenmolekulare Kräfte: Kohäsion und Adhäsion, Benetzung. Definition und Einheit der Oberflächenspannung, Grenzflächenspannung. Überdruck in einer Gasblase in Flüssigkeit. Kapillarwirkung (Aszension, Depression). Wirkungsweise oberflächenaktiver Stoffe.	Bedeutung der Surfactants für die Atmung (Atemnot-Syndrom bei Frühgeborenen). Oberflächenaktive Stoffe und Strukturbildung im Wasser: Oberflächenfilme, Mizellen, Lipiddoppelschichten (Membranstruktur), Liposomen als Modellzellen. Arzneimitteltransport.
2.9	**Strömung von Flüssigkeiten und Gasen**		
		Darstellung des Strömungsfeldes durch Stromlinien. Stationäre Strömung. Laminare und turbulente Strömung. Definition und Einheit der Volumenstromstärke. Kontinuitätsgleichung. Modell einer inkompressiblen und einer idealen (reibungsfreien) Flüssigkeit. Bernoullische Gleichung. Definition und Einheit des Strömungswiderstands. Volumenstromstärke-Druckdifferenz-Diagramm, Kennlinie, ohmsches Gesetz, newtonsche und nichtnewtonsche Flüssigkeit. Hagen-Poiseuillesches Gesetz, Voraussetzungen. Reihen- und Parallelschaltung von Kapillaren, Kirchhoffsche Gesetze.	Blutkreislauf als regulierbares Konvektionssystem, Organdurchblutung. Druckabfall an Stenosen, Aneurysma. Stimmbildung. Inhalation, Düsenvernebelung. Viskosität des Blutes. Blut als nichtnewtonsche Flüssigkeit. Einfluss der Teilchenzahl, Plasmaviskosität. Druckabfall längs der Blutströmung, Regelung der Durchblutung (Änderung des Kapillarradius). Luftströmung im Atemtrakt, Atemstromstärke, Atemwegswiderstand.
3	**Struktur der Materie**		
3.1	**Aufbau der Atome und Atomkerne**		
		Bausteine der Atome und der Atomkerne: Proton, Neutron, Elektron; Masse und Ladung der Teilchen, Elementarladung. Größenordnung von Hülle- und Kerndurchmesser. Aufbau der Atomkerne aus Nukleonen, Protonenzahl (Ordnungszahl im Periodensystem der Elemente). Bohrsches Atommodell, diskrete Energiewerte. Aufbau des H-Atoms und des He-Atoms. Schalenaufbau der Atome, Pauli-Prinzip, Bedeutung der äußeren Schale, Edelgaskonfiguration, Valenzelektronen. Nuklid, Isotop. Relative Atommasse, atomare Masseneinheit, Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie. Ion, Ionisierungsenergie.	Radiologie: Radiodiagnostik, Radiotherapie und Nuklearmedizin. Chemie/Biochemie: Periodensystem der Elemente, chemische Bindung. Wasserstoffbrücken, hydrophobe Wechselwirkungen. Struktur von Wasser, Einfluss gelöster Stoffe, Hydratisierung.
3.2	**Festkörper, Flüssigkeiten, Gase**		
		Atomistisches bzw. molekulares Bild vom Aufbau der Materie. Charakterisierung der	

		Aggregatzustände durch Anordnung und Beweglichkeit der Teilchen sowie nach Form und Volumen. Beispiele für die Massendichten von Festkörpern, Flüssigkeiten (Wasser) und Gasen (Luft unter Normbedingungen). Zwischenmolekulare Kräfte. Thermische Molekularbewegung (Schwingung, Rotation, Translation). Kinetische Gastheorie, Gasdruck auf die Gefäßwand als Folge der Molekularbewegung.	
4	**Wärmelehre**		
4.1	**Temperatur**		
		Temperatur als Zustandsgröße und als Basisgröße (Definition des Kelvin, absoluter Nullpunkt der Temperatur). Fixpunkte der Celsius-Skala. Proportionalität zwischen Druck des idealen Gases, der mittleren kinetischen Energie seiner Teilchen und der absoluten Temperatur. Größen, die von der Temperatur abhängen und zur Temperaturmessung geeignet sind (Länge, Volumen, Druck, Schallgeschwindigkeit, elektrischer Widerstand, Kontaktspannung). Thermische Ausdehnung, linearer und kubischer Ausdehnungskoeffizient. Thermometer,Thermographie.	Fortlaufende Temperaturmessung. Temperaturregulation. Temperaturverteilung im menschlichen Körper.
4.2	**Wärme, Wärmekapazität**		
		Wärme (Wärmemenge) als die einem System zu- oder abgeführte Energie, die die Temperatur und/oder den Aggregatzustand des Systems ändert. Definition und Einheit der Wärmekapazität eines Körpers sowie der spezifischen Wärmekapazität und der molaren Wärmekapazität eines Stoffes. Spezifische Wärmekapazität des Wassers. Kalorimeter. Definition und Einheit von Wärmeleistung und Wärmestromdichte. Innere Energie als Zustandsgröße, 1. Hauptsatz der Wärmelehre. Reversible und irreversible Prozesse, Entropie als Zustandsgröße, 2. Hauptsatz der Wärmelehre. Offene Systeme.	Phasenübergänge an biologisch interessanten Makromolekülen. Mikrokalorimetrie. Thermochemie. Chemische Reaktionen.
4.3	**Gaszustand**		
		Thermische Zustandsgrößen (Druck, Volumen, Temperatur). Modell des idealen Gases, allgemeine Zustandsgleichung, universelle	Atmung, Spirometrie.

		Gaskonstante, Boltzmann-Konstante, spezielle Zustandsänderungen (isotherm, isobar, isochor; adiabatisch). Reale Gase im molekularen Bild. Gasgemische: Allgemeine Zustandsgleichung idealer Gasgemische, Berechnung des Partialdrucks einer Komponente, Gesetz von Dalton. Normbedingungen: Normtemperatur, Normdruck. Molvolumen des idealen Gases unter Normbedingungen. Zusammensetzung der atmosphärischen Luft: N_2, O_2, CO_2. Partialdruck unter Normbedingungen und bei trockener Luft. Luftfeuchtigkeit (Dampfdruck von Wasser), Hygrometer.	Partialdrücke von O_2 und CO_2 in Alveolar- und Expirationsgas. In Alveolen H_2O-Partialdruck als Sättigungsdruck bei 37 °C.
4.4	**Änderung des Aggregatzustands**		
		Phasendiagramm am Beispiel von H_2O. Phasenübergänge. Tripelpunkt von H_2O, Anomalie. Phasengleichgewichte: Verdampfen, Dampfdruck und Sättigungsdampfdruck (Temperaturabhängigkeit). Sieden, Siedeverzug und Unterkühlung. Umwandlungswärmen.	Örtliche Betäubung durch Abkühlung. Wärmehaushalt des Menschen. Gefriertrocknung bei der Herstellung von Gewebeschnitten.
4.5	**Wärmetransport, Transportphänomene**		
		Wärmetransport durch Stofftransport. Thermokonvektion, erzwungene Konvektion (Blutströmung). Wärmeleitung. Definition und Einheit der Wärmeleitfähigkeit. Wärmestrahlung. Temperaturstrahlung, Stefan-Boltzmann-Gesetz. Wärmetransport durch Verdunstung. Einheitliche und vergleichende Beschreibung der Transportphänomene Diffusion, Wärmeleitung, elektrische Leitung.	Wärme als Nebenprodukt des Stoffwechsels. Wirkungsgrad des Muskels. Konstanthaltung der Körpertemperatur. Thermo-, Hydro- und Kryotherapie. Örtliche Betäubung. Kryochirurgie, Kryokonservierung.
4.6	**Stoffgemische**		
		Gas in einer Flüssigkeit: Zusammenhang zwischen den Teilchenzahldichten des Gases über und in der Flüssigkeit (Henry-Dalton-Gesetz). Bunsenscher Löslichkeitskoeffizient, Temperaturabhängigkeit. Fester Stoff in einer Flüssigkeit: Dampfdruckerniedrigung verbunden mit Siedepunktserhöhung und Gefrierpunktserniedrigung, Dampfdruck-Temperatur-Diagramm, Raoult-Gesetz. Diffusion (infolge ungeordneter thermischer Bewegung der Moleküle). Diffusionsgesetz, Definition und Einheit der Diffusionskonstan-	Löslichkeit von O_2 und CO_2 im Blut, O_2-Transport mit Erythrozyten. Bestimmung relativer Molekülmassen. Intrazellulärer Stofftransport, Gap Junctions, Membranpotential, Nervenleitung. Transport von Ionen und Molekülen durch Membranen. Gasaustausch in der Lunge. Diffusionskapazität.

		ten, Zusammenhang mit Reibungskoeffizient. Diffusion durch Membranen, Permeabilitätskoeffizient. Diffusionsdauer. Osmose: Osmotischer Druck einer Lösung, van't Hoff-Gesetz (Vergleich mit allgemeiner Zustandsgleichung des idealen Gases). Semipermeable Membran, Nachweis des osmotischen Drucks.	Hämolyse. Filtration an Kapillaren (Wasseraustausch zwischen Kapillaren und Gewebe). Dialyse (künstliche Niere). Fluidmodell für Membranen.
5	**Elektrizitätslehre**		
5.1	**Elektrische Stromstärke, elektrische Ladung**		
		Elektrische Stromstärke als Basisgröße, Definition und Einheit von Stromdichte und Ladung, Elementarladung. Elektrischer Strom als bewegte Ladung (Ladungsträger: Elektronen, Ionen). Coulombkraft, elektrische Feldkonstante, Permittivitätszahl (bisher: Dielektrizitätszahl). Ladungserhaltung. Elektrischer Dipol. Grundlegende Wirkungen des elektrischen Stroms. Stromstärke-Zeit-Diagramm für Gleich- und Wechselstrom.	Molekularer elektrischer Dipol, Wassermolekül.
5.2	**Elektrische Feldstärke**		
		Definition und Einheit der elektrischen Feldstärke. Darstellung durch elektrische Feldlinien (Punktladung, elektrischer Dipol, Plattenkondensator). Elektrische Feldstärke einer Punktladung. Leiter im elektrischen Feld, Influenz, Faradaykäfig. Isolator im elektrischen Feld, elektrische Polarisation (Verschiebungs- und Orientierungspolarisation). Kraft und Drehmoment auf elektrischen Dipol im elektrischen Feld.	Störfeldfreie Diagnostik. Elektrischer Dipol als Modell für die Ladungsverteilung des Herzens, Zeitabhängigkeit des sich bildenden elektrischen Dipols und des Potentialfeldes. EKG, Erregungsausbreitung am Herz, unipolare EKG-Ableitung. Einthoven-Dreieck. Dielektrische Hyperthermie als Tumorbehandlungsmethode.
5.3	**Elektrisches Potential, elektrische Spannung**		
		Definition und Einheit des elektrischen Potentials. Darstellung durch Äquipotentialflächen/Äquipotentiallinien. Zusammenhang mit den elektrischen Feldlinien. Definition der elektrischen Spannung als Potentialdifferenz, Einheit. Spannungsquellen für Gleichspannung. Spannung-Zeit-Diagramm für Gleich- und Wechselspannung. Darstellung von Spannung-Zeit-Verläufen, Spannungsmessung und Messung kurzer Zeiten (Periodendauer) mit dem Oszilloskop.	

5.4	**Elektrischer Widerstand**		
		Elektrischer Widerstand, elektrischer Leitwert, Resistivität, elektrische Leitfähigkeit - Definition und Einheit, Temperaturabhängigkeit. Leiter, Halbleiter, Isolator; freie und gebundene Ladungsträger. Strom-Spannung-Kennlinie, ohmsches Gesetz. Serien- und Parallelschaltung von Widerständen. Potentiometerschaltung. Kompensationsschaltung. Wheatstonesche Brücke.	Membranwiderstand. Resistivität von Fettgewebe, Lipidstrukturen und Elektrolyten.
5.5	**Elektrischer Stromkreis**		
		Strom- und Spannungsmessung, Bedeutung des Innenwiderstands der Messinstrumente. Spannungsquellen (Leerlaufspannung, Innenwiderstand, Klemmenspannung, Kurzschlussstrom). Kirchhoffsche Gesetze. Elektrische Energie. Joulesche Wärme. Elektrische Leistung, Abhängigkeit von Stromstärke und Spannung, von Stromstärke und Widerstand, von Spannung und Widerstand.	Messung bioelektrischer Spannungen, Bedeutung des Innenwiderstands der Spannungsquelle und des Messgeräts.
5.6	**Elektrische Kapazität**		
		Definition und Einheit der elektrischen Kapazität. Kondensator als Ladungs- und Energiespeicher, Energieinhalt. Kapazität des Plattenkondensators in Abhängigkeit von Plattenfläche, Plattenabstand, Dielektrikum. Definition der Permittivitätszahl. Parallel- und Serienschaltung von Kondensatoren. Auf- und Entladen eines Kondensators über einen Widerstand, zeitlicher Verlauf von Stromstärke und Spannung, Zeitkonstante.	Kapazität der Zellmembran, Speichern von Ladung, Membranspannung, Membran als Dielektrikum, Permittivitätszahl. Feldstärke in der Zellmembran, Membrandurchschlag (Elektroporation - Gentechnik). Elektrisches Ersatzschaltbild der Zellmembran. Erregungsfortleitung auf Nerven. Modell für Aufnahme von Pharmaka in Organen und Ausscheidung.
5.7	**Elektrizitätsleitung**		
		Elektrizitätsleitung in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen sowie im Vakuum. Freie Elektronen in Metallen und in Halbleitern; bei konstanter elektrischer Feldstärke konstante Driftgeschwindigkeit. Temperaturabhängigkeit. Ionen in Flüssigkeiten durch Dissoziation von Molekülen, Elektrolyte. Gleichförmige Bewegung der Ionen unter dem Einfluss von elektrischer Kraft und Reibungskraft. Faradaysche Gesetze der Elektrolyse, Faraday-Konstante. Vorgänge an den Elektroden, elektrische Polarisation.	Dissoziation von Makromolekülen und ihre Wanderung im elektrischen Feld. Zellelektrophorese, Papier- und Gelelektrophorese, Trennung von Makromolekülen, Zelltrennung. Elektrische Synapsen, Gap-Junctions. Iontophorese: Transport dissoziierter Pharmaka, z.B. lokale Behandlung durch die Haut.

		Ionen in Gasen durch thermische Ionisation der Gasmoleküle oder durch energiereiche Strahlung. Gasentladungsröhre, Ionisationskammer, Geiger-Müller-Zähler. Elektronen im Vakuum durch Glühemission und Photoemission. Glühelektrischer Effekt, Photoeffekt. Beschleunigte Bewegung der Elektronen zwischen Kathode und Anode. Braunsche Röhre und Röntgenröhre.	
5.8	**Elektrische Spannungen an Grenzflächen, Diffusionsspannungen**		
		Diffusionsspannung, Kontaktspannung an der Grenzfläche Metall-Metall, Temperaturabhängigkeit, Thermospannung, Thermoelement. Diffusionsspannung an der Grenzfläche Elektrolyt-Elektrolyt, ionenselektive Membran, Membranspannung, Gleichgewichtspotential, Nernst-Gleichung. Diffusionsspannung an der Grenzfläche Metall-Elektrolyt, nichtpolarisierbare Elektroden, Messung von Membranspannungen.	Potential einer Zelle, Goldmann-Hodgkin-Katz-Gleichung, Ruhepotential. Änderung der Membranpermeabilität, Aktionspotential.
5.9	**Magnetische Größen, elektromagnetische Induktion**		
		Lorentzkraft (Kraft zwischen parallelen stromdurchflossenen Leitern), magnetische Feldkonstante, Permeabilitätszahl. Definition und Einheit der magnetischen Feldgrößen H und B und des magnetischen Flusses. Lorentzkraft auf ein bewegtes geladenes Teilchen im Magnetfeld und auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld. Darstellung der magnetischen Feldstärke durch Feldlinien. Feldlinien um Stabmagneten, um langen geraden Draht und in langer Zylinderspule. Magnetfeld der Erde, Abschirmung. Magnetischer Dipol, Drehmoment im Magnetfeld, Definition und Einheit des magnetischen Dipolmoments. Definition und Einheit der Magnetisierung, Magnetisierungsarten. Kernspin- und Elektronenspinmagnetismus, Resonanznachweis von Kernen und Elektronen. Elektromagnetische Induktion, induzierte Spannung, Faraday-Gesetze. Selbstinduktion, Definition und Einheit der Induktivität. Prinzip des Transformators. Amperemeter, Voltmeter, Ohmmeter.	Sauerstoffbestimmung in Flüssigkeiten. Kernspintomographie: Tumordarstellung, In-vivo-Spektroskopie, Gewebeanalyse (Wassergehalt verschiedener Gewebe), Soffwechseluntersuchungen. Nachweis freier Radikale. Herzmagnetismus, Magnetokardiographie. Neuromagnetismus, Magnetoenzephalographie.
5.10	**Wechselspannung, Wechselstrom**		
		Harmonische Wechselspannung, harmonische	Passives elektrisches Verhalten von

		Wechselstromstärke, graphische und analytische Darstellung in Abhängigkeit von der Zeit (Phase, Phasenwinkel, Momentanwert, Scheitelwert = Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Kreisfrequenz). Zeitlicher Mittelwert der Wechselstromleistung (Wirkleistung), Effektivwert von Spannung und Stromstärke. Definition des Wechselstromwiderstands (elektrische Impedanz). Ohmscher, kapazitiver und induktiver Widerstand, Frequenzabhängigkeit. Phasenverschiebung zwischen Spannung und Stromstärke, Blindleistung. Parallelschaltung von ohmschem und kapazitivem Widerstand. Elektromagnetischer Schwingkreis, Eigenfrequenz, Resonanz. Hertzscher Dipol. Menschlicher Körper im elektrischen Stromkreis. Schutzmaßnahmen: Schutzkontaktsteckdose, Erdung. Stromwirkungen, Bedeutung von Stromdichte und Einwirkungsdauer, Innenwiderstand der Spannungsquelle, Übergangswiderstand, Stromwege im Körper.	Zellsuspensionen und Geweben. Verformung bioelektrischer Signale. Biomassebestimmung. Impedanztomographie. Therapie durch Gleichspannung und niederfrequente Wechselspannung: Reizstromtherapie, Herzschrittmacher, Defibrillation, Elektroschock. Hochfrequenztherapie: klassische Diathermie und Elektrochirurgie (endoskopische Chirurgie), Kondensatorfeldmethode, Spulenfeldmethode, Strahlenfeldmethode.
6	**Schwingungen und Wellen**		
6.1	**Schwingungen**		
		Schwingungsfähige Systeme: Fadenpendel, Federpendel, elektromagnetischer Schwingkreis (Kenngrößen, energetische Verhältnisse). Graphische und analytische Darstellung ungedämpfter harmonischer und gedämpfter Schwingungen. Eigenfrequenz eines Oszillators. Erzwungene Schwingung; Amplitude und Phase in Abhängigkeit von der Erregerfrequenz, Resonanz. Periodische anharmonische Vorgänge, Kippschwingung. Bedeutung von Fourieranalyse und -synthese.	Verzerrungsfreie Registrierung periodischer Signale. Registriergeräte, Monitore.
6.2	**Wellen**		
		Ausbreitung von Schwingungen, Entstehung transversaler und longitudinaler Wellen, Definition der Wellenlänge. Eindimensionale Wellengleichung, Phasengeschwindigkeit (Ausbreitungsgeschwindigkeit). Zusammenhang von Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenlänge und Frequenz. Wellenflächen, ebene Wellen, Kugelwellen.	Pulswellengeschwindigkeit, arterielle Blutdruckamplitude.

		Überlagerung von Wellen, Interferenz, Kohärenz. Huygenssches Prinzip. Stehende Wellen. Welle als Energietransport. Definition und Einheit der Intensität (Energiestromdichte). Quadratisches Abstandsgesetz. Reflexion, Brechung, Dispersion, Beugung, Streuung, Polarisation.	
6.3	**Schallwellen**		
		Erzeugung und Nachweis von Schall (Hörschall, Ton, Klang, Geräusch, Ultraschall, Infraschall). Schwingende Saite, Platte, Luftsäule, Bedeutung der Resonanz. Piezoscheiben als Ultraschallgeber und Ultraschallempfänger. Schallausbreitung in Materie, Schallgeschwindigkeit in Luft und in Wasser. Absorptionsgesetz, Definition und Einheit von Absorptionskoeffizient und Halbwertstiefe, Frequenzabhängigkeit. Kenngrößen des Schallfeldes: Schallamplitude = maximale Teilchenauslenkung, Schallwechseldruck, Schallintensität, Schallpegelmaß (objektiv, in Dezibel), Lautstärke (subjektiv, d.h. unter Berücksichtigung der frequenzabhängigen Empfindlichkeit des Ohrs, in Phon), Weber-Fechner-Gesetz. Reflexion bei senkrechtem Auftreffen auf die Grenze zwischen zwei Medien, Definition und Einheit von Schallimpedanz und Reflexionskoeffizient. Impuls-Echo-Verfahren. Dopplereffekt.	Stimme, Ohr, Stimmbänder, Trommelfell, Rachenraum als Resonanzraum für die Schwingung der Stimmbänder. Herztöne, Herzgeräusche. Ultraschalltherapie: Erwärmung des Gewebes, Mikromassage, Aktivierung des Stoffwechsels. Bei hohen Intensitäten: Emulgierende Wirkung, Kavitation, Vernebelung von Flüssigkeiten. Aufschluss von Zellen. Zertrümmerung von Steinen. Sterilisation, Desinfektion und Reinigung von Biomaterialien. Audiometrie, Hörfläche, Hörgeräte, Schallbelastung. Sonographie, Ankopplung des Schalls an das zu untersuchende Gewebe (Koppelgel). Ultraschallbildverfahren, Ultraschalldiagnostik. Strömungsgeschwindigkeit des Blutes (Dopplersonographie).
6.4	**Elektromagnetische Wellen**		
		Elektromagnetische Wellen im freien Raum. Geschwindigkeit im Vakuum und Luft. Spektrum: NF-Bereich (technische Wechselströme), HF-Bereich (LW, MW, KW, UKW), Mikrowellen (dm-, cm-, mm-Wellen), infrarote Strahlung, sichtbares Licht, ultraviolette Strahlung, Röntgenstrahlung, Gammastrahlung.	Medizin nichtionisierender und ionisierender Strahlung.
7	**Optik**		
7.1	**Licht**		
		Dualismus Welle-Teilchen. Licht als elektromagnetische Welle bzw. als Strom von Teilchen/Lichtquanten/Photonen. Wellenlängenbereich des sichtbaren, des ultravioletten und des ultraroten Lichts. Quantenenergie, planckscher Wirkungsquantum. Lichtelektrischer Ef-	UV-Therapie (Photochemotherapie): Behandlung von Hautkrankheiten wie Psoriasis und Vitiligo (UVA). Tumorbehandlung. Photochemische Prozesse: Chemoluminiszenz. Photorezeptoren.

		fekt (Photoeffekt). Lichtentstehung, Lichtquellen: Temperaturstrahlung, Gasentladung, Szintillation, Lumineszenz (Fluoreszenz, Phosphoreszenz). Spontane und stimulierte Emission von Strahlung, inkohärente und kohärente Strahlungsquellen. Laser, Eigenschaften von Laserstrahlung. Lichtmessung (Photometrie): Lichtstärke als Basisgröße, Definition und Einheit von Lichtstrom, Leuchtdichte, Beleuchtungsstärke (Luxmeter). Photozelle, Photowiderstand, Sekundärelektronenvervielfacher. Film.	Ophthalmologie: Optisches Skalpell, Zerstörung der Linsenkapsel, Photokoagulation der Retina. Gefäßchirurgie: Abtragen von Plaques. Laser-Doppler-Anemometrie.
7.2	**Geometrische Optik**		
		Stoffabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit. Definition der Brechzahl. Lichtbündel, Lichtstrahl. Reflexion. Brechung, Totalreflexion, Lichtleitung. Dispersion. Abbildung durch Reflexion, ebene und sphärische Spiegel, reelle und virtuelle Bilder. Abbildung durch Brechung an Kugelflächen, dicke und dünne Linsen, Kardinalpunkte (Hauptpunkte, Brennpunkte, Knotenpunkte). Definition der Brennweite. Definition und Einheit des Brechwerts, Dioptrie. Zeichnerische Bildkonstruktionen. Abbildungsgleichung, Abbildungsmaßstab (Lateralvergrößerung).	Lichtleiter, Endoskopie.
		Linsenarten (Konkav- und Konvexlinsen, Zylinderlinsen), reelle und virtuelle Bilder. Linsenkombination. Linsenfehler (sphärisch, chromatisch). Auge (optischer Apparat, reduziertes Auge, Akkommodation), deutliche Sehweite, Sehwinkel, Sehwinkelvergrößerung.	Augenspiegel. Strahlengang im Auge. Fehlsichtigkeiten und ihre Korrektur. Physiologischer Astigmatismus.
7.3	**Wellenoptik**		
		Beugung an Spalt und Gitter. Wellenlängenabhängigkeit des Beugungswinkels. Polarisation, Erzeugung linear polarisierten Lichts durch Reflexion, Streuung, Dichroismus, Doppelbrechung. Optische Asymmetrie, optische Aktivität, Rotationsdispersion.	Beugung am Rand der Pupille. Struktur- und Konzentrationsänderungen bei Makromolekülen (z.B. Kanalproteine, ATPase-Struktur). Untersuchungen an kolloidalen Systemen, Teilchengröße und Teilchenkonzentration.
7.4	**Optische Instrumente**		
		Kamera. Projektionsapparat. Monochromator (Prisma, Gitter, Filter). Prismen- und Gitterspektrometer (Aufbau, spektrale Zerlegung). Kontinuierliche Spektren, Linienspektren. Emissions- und Absorptionsspektren. Spektralanalyse.	Labormedizin.

		Photometer, Definition der Extinktion, Lambert-Beer-Gesetz, Definition des Extinktionskoeffizienten. Refraktometer (Bestimmung der Brechzahl). Polarimeter, optische Aktivität.	Qualitative und quantitative Analysen.
		Lupe, Lichtmikroskop (Vergrößerung, numerische Apertur, Auflösungsvermögen als Kehrwert des kleinsten auflösbaren Abstands). Phasenkontrast-, Dunkelfeld-, Polarisations-, Fluoreszenz-, Rastertunnelmikroskop. Röntgenmikroskop. Elektronen-, Rasterelektronenmikroskop.	Anatomie (Histologie), Rechtsmedizin. Struktur von Zellen und Geweben.
8	**Ionisierende Strahlung**		
8.1	**Radioaktivität**		
		In der Natur vorkommende radioaktive Nuklide (z.B. ^{226}Ra, ^{40}K), Zerfallreihen. Möglichkeit zur Herstellung künstlich radioaktiver Nuklide, Nuklidgeneratoren. Definition und Einheit von Aktivität, Zerfallskonstante, Halbwertzeit, mittlerer Lebensdauer. Zerfallsgesetz (Zeitabhängigkeit für die Zahl der radioaktiven Kerne und für die Aktivität), analytisch und graphisch (linear und halblogarithmisch). Arten der radioaktiven Strahlung: $\alpha-$, $\beta-$, $\gamma-$ Strahlung; Übergang vom Mutterkern zum Tochterkern, Darstellung in der Nuklidtafel. Paarvernichtung, Grundprinzip der Positronenemissionstomographie.	Natürliche Strahlenbelastung durch ^{40}K. In der Atmosphäre ^{14}C aus ^{14}N: Einlagerung in Gallensteine, Haare. Nuklearmedizin. Funktionsdiagnostik (Tracermethode): Schilddrüse, Niere. Lokalisationsdiagnostik mit Szintigrammen. Autoradiographie. Positronenemissionstomographie (PET), Single Photon Emission Computer Tomographie (SPECT). Äußere und innere Strahlentherapie. Sterilisation von Biomaterialien, Zerstörung von Bakterien und Mikroorganismen.
8.2	**Röntgenstrahlung**		
		Röntgenröhre, Aufbau und Funktion, Größenordnung der Anodenspannung. Entstehung von Bremsstrahlung und Röntgen-Linienstrahlung, Röntgenspektrum, maximale Quantenenergie. Elektronvolt. Strahlungsleistung in Abhängigkeit von Heizstromstärke und Anodenspannung der Röntgenröhre, Wirkungsgrad. Bildentstehung mit Röntgenstrahlen, Kontrastbildung. Zentralprojektion, Grundprinzip der Computertomographie.	Röntgendiagnostik: Röntgenaufnahme, Röntgentomographie. Röntgentherapie.
8.3	**Nachweis ionisierender Strahlen**		
		Ionisationsdetektoren: Ionisationskammer, Proportionalzähler (Teilchenenergie), Auslösezähler. Szintillationsdetektoren (Szintillator mit Sekundärelektronenvervielfacher). Filmdosimeter. Definition und Einheit von Ionendosis, Enger-	Dosimeter, personelle Dosimetrie. Strahlenschutz. Nuklearmedizinische Messgeräte. Bohrlochmessplatz (bei geringer Aktivität).

		giedosis, Äquivalentdosis und der jeweiligen Dosisleistung (Dosisrate).	
8.4	**Strahlenwirkungen**		
		Wechselwirkung energiereicher Photonen mit Materie: Absorptionsgesetz, Halbwertsdicke, Definition und Einheit des Absorptionskoeffizienten, Abhängigkeit vom Material und von der Quantenenergie der Strahlung, Photoeffekt, Comptoneffekt, Paarbildung. Äquivalenz von Masse und Energie. Wechselwirkung energiereicher geladener Teilchen mit Materie: Bremsung durch mechanische Stöße, Anregung, Ionisation. Reichweite von α – und β –Teilchen.	Aufhärtung von Röntgenstrahlen. Strahlenschutz, Grenzwerte der Strahlenbelastung. Kollimation in der Nuklearmedizin. Kontrastmittel (Angiographie).
<u>Anhang</u>	**<u>Zahlen- und Größenwerte</u>**		
Im Allgemeinen werden Werte von Konstanten in den Prüfungsaufgaben mit der für die Rechnung erforderlichen Genauigkeit angegeben. Einige sollten aber bekannt sein. Sie sind in der folgenden Liste zusammengestellt. Soweit im Aufgabentext nicht ausdrücklich anders angegeben, ist die Genauigkeit der gerundeten Werte hinreichend.			
A.	**Zahlenwerte**		
		$\pi \approx 3,14$	
		e $\approx 2,7$	
		$\sqrt{2} \approx 1,4$	
B.	**Größenwerte**		
		Fallbeschleunigung an der Erdoberfläche:	etwa 10 $m \cdot s^{-2}$
		Dichte von Wasser:	1 $g \cdot cm^{-3} = 10^3$ $kg \cdot m^{-3}$
		Lichtgeschwindigkeit im Vakuum und in Luft:	$3 \cdot 10^8$ $m \cdot s^{-1}$
		Schallgeschwindigkeit in Luft:	330 $m \cdot s^{-1}$
		Avogadro-Konstante:	$6 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
		Molares Gasvolumen (Normbedingungen):	22,4 $L \cdot mol^{-1}$
		Brechzahl von Luft:	1

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“

Stand: Februar 2005

© Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen
Postfach 2528, 55015 Mainz

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

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

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

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

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

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

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

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

"PHYSIOLOGIE" (Inhaltsübersicht)

1 Allgemeine und Zellphysiologie, Zellerregung
- 1.1 Stoffmenge und Konzentration
- 1.2 Osmose
- 1.3 Stofftransport
- 1.4 Zellorganisation und -beweglichkeit
- 1.5 Elektrische Phänomene an Zellen
- 1.6 Energetik s. GK Physik 2.4 und GK Biochemie 10

2 Blut und Immunsystem
- 2.1 Blut
- 2.2 Erythrozyten
- 2.3 Blutplasma
- 2.4 Hämostase und Fibrinolyse
- 2.5 Abwehrsystem und zelluläre Identität (Immunologie)

3 Herz
- 3.1 Elektrophysiologie des Herzens
- 3.2 Mechanik des Herzens
- 3.3 Ernährung des Herzens
- 3.4 Steuerung der Herztätigkeit

4 Blutkreislauf
- 4.1 Allgemeine Grundlagen
- 4.2 Hochdrucksystem
- 4.3 Niederdrucksystem
- 4.4 Organdurchblutung
- 4.5 Fetaler und plazentarer Kreislauf s. 11.8 und 11.9

5 Atmung
- 5.1 Morphologische Grundlagen
- 5.2 Nicht-respiratorische Lungenfunktion
- 5.3 Physikalische Grundlagen
- 5.4 Atemmechanik
- 5.5 Lungenperfusion
- 5.6 Gasaustausch in der Lunge
- 5.7 Atemgastransport im Blut
- 5.8 Atmungsregulation
- 5.9 Atmung unter ungewöhnlichen Bedingungen
- 5.10 Säure-Basen-Gleichgewicht und Pufferung

6 Arbeits- und Leistungsphysiologie
- 6.1 Allgemeine Grundlagen
- 6.2 Organbeteiligung
- 6.3 Erfassung von Leistung und Leistungsbeurteilung

7 Ernährung, Verdauungstrakt, Leber
- 7.1 Ernährung
- 7.2 Motorik des Magen-Darm-Trakts
- 7.3 Sekretion
- 7.4 Aufschluss der Nahrung
- 7.5 Absorption
- 7.6 Integrative Steuerung der Magen-Darm- Funktion

8 Energie- und Wärmehaushalt
- 8.1 Energiehaushalt
- 8.2 Wärmehaushalt und Temperaturregulation

9 Wasser- und Elektrolythaushalt, Nierenfunktion
- 9.1 Wasser- und Elektrolythaushalt

9.2 Niere

10 Hormonale Regulation

10.1 Grundlagen und Allgemeines
10.2 Wasser- und Elektrolythaushalt
10.3 Energiehaushalt und Wachstum

11 Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie

11.1 Geschlechtsfestlegung und Pubertät
11.2 weibliche Sexualhormone
11.3 Menstruationszyklus
11.4 Androgene
11.5 Gameten
11.6 Kohabitation und Befruchtung
11.7 Schwangerschaft
11.8 Fetus
11.9 Geburt
11.10 Laktation
11.11 Alter

12 Funktionsprinzipien des Nervensystems

12.1 Ionenkanäle s. 1.3.2
12.2 Ruhemembranpotential s. 1.5.1
12.3 Signalübertragung in Zellen
12.4 Signalübertragung zwischen Zellen
12.5 Signalverarbeitung im Nervensystem
12.6. Funktionsprinzipien sensorischer Systeme

13 Muskulatur

13.1 Allgemeine Muskelphysiologie
13.2 Quergestreifte Muskulatur
13.3 Glatter Muskel

14 Vegetatives Nervensystem (VNS)

14.1 Morphologische Grundlagen, Entwicklung, Wachstumsfaktoren
14.2 Zelluläre und molekulare Mechanismen der Signaltransduktion im VNS
14.3 Funktionelle Organisation des VNS

15 Motorik

15.1 Programmierung der Willkürbewegung
15.2 Motorische Repräsentation auf dem Kortex
15.3. Efferente Projektion der motorischen Kortizes
15.4 Neuronale Systeme des Rückenmarks
15.5 Motorische Funktionen des Hirnstamms
15.6 Basalganglien
15.7 Zerebellum
15.8 Integrale motorische Funktionen des Zentralnervensystems
15.9. Störungen der Motorik

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

"PHYSIOLOGIE"

1	**Allgemeine und Zellphysiologie, Zellerregung**		
1.1	**Stoffmenge und Konzentration** (s.a. GK Physik 2.5)		
		Aktivität, Konzentration, Ionenstärke; relative Molekularmasse; pH-Wert, Molalität, Molarität, Fraktion, Partialdruck; Löslichkeitskoeffizient; Temperaturabhängigkeit	
1.2	**Osmose**		
		Osmolarität, Osmolalität, osmotischer und onkotischer Druck, Reflexionskoeffizient, Tonizität, Van´t Hoff-Beziehung, Wasserkanäle	Ödementstehung, osmotische Diurese; Gewebeverträglichkeit von Lösungen
1.3	**Stofftransport**		
1.3.1	in und von Gasen und Flüssigkeiten	Diffusion (Ficksches Gesetz), Konvektion, Filtration, Gradient, Trieb"kräfte"	Störungen der Ventilation, Zirkulation, alveolären Gasdiffusion und kapillären Filtration
1.3.2	durch Membranen	Löslichkeit von Stoffen in Membranen; elektrisches, chemisches und elektrochemisches Potential (Trieb"kräfte"); Solvent drag; Permeabilität; Ionenleitfähigkeit; nichtionische Diffusion; Ionenkanäle und ihre Steuerung; Carrier-vermittelter Transport; passiver, primär-aktiver und sekundär-aktiver Transport; erleichterte "Diffusion" (Uniporter); gekoppelter Transport, Symporter, Antiporter; Endo- und Exozytose; vesikuläres Kompartiment	Toxizität lipophiler Stoffe; Ödem- und Aszitesentstehung; Dialyse; Störungen der Gasdiffusion, der renalen Resorption und der Blut-Hirnschranke; Hirnödem; Durchfallursachen; Dumpingsyndrom; Carrierdefekte; Malabsorption; glomeruläre und tubuläre Proteinurie; Mukoviszidose; Muskelerkrankungen
1.3.3	intrazellulär	funktionelle Polarisierung von Zellen; Sorting; Vesikeltransport; Speicherung und Entspeicherung von Stoffen	Lipoproteinämien; Speicherkrankheiten; Zelltransformation; Allergien; Immundefekte, z.B. Chediak-Higashi-Syndrom; Nervenläsion und -regeneration
1.3.4	über Zellverbände	Para- und transzellulärer Transport; Gap junctions; Dichtheit von Zellverbänden, Schlussleisten und Desmosomen und deren Regulation; Interaktion zwischen Nerven- und Gliazellen sowie zwischen Endothel und glatten Muskelzellen; Blut-Hirn- und Blut-Liquorschranke	Hautverbrennungen; Entzündungen und Verätzungen von Ösophagus, Magen und Darm; Durchfallursachen; Arteriosklerose; Hirnödem; Epilepsie; Hirntumoren; Entzündungen, z.B. Meningitis; Nekroseabgrenzung, z.B. Herzinfarkt
1.4	**Zellorganisation und -beweglichkeit**		
		funktionelle Kompartimentierung (z.B. Atmungskette, Proteinsynthese, Calciumspeicherung, saure Hydrolyse); Kommunikation in der Zelle, Botenstoffe (s.a. 1.3.3); Zellhomöostase (z.B. Volumen, pH-Wert); Zellmigration	Anoxie; Azidose/Alkalose; Apoptose; Nekrose; maligne Hyperthermie; Epithel- und Endothelreparatur; Tumormetastasierung

1.5	**Elektrische Phänomene an Zellen**		
1.5.1	Grundphänomene und -funktionen	Ionenverteilung intra-/extrazellulär, Ursachen und Funktion; Diffusionspotential; Membranpotential; elektrochemisches Gleichgewichtspotential (Nernst); Goldman-Gleichung; Membrankapazität und -widerstand; Ohm-Gesetz; Ionenkanäle (Leitfähigkeit; Offenwahrscheinlichkeit); transzelluläres (z.B. transepitheliales) Potential; elektrogener und elektroneutraler Transport	Anoxie, Energiemangel; lokale und zentrale Anästhesie; Muskelrelaxantien; Toxine; Demyelinisierung u.a. Nervenschädigungen; Epilepsie; hypoglykämisches Koma u.a. Bewußtseinsstörungen; Nierenversagen, Diuretikawirkungen; Störungen des Elektrolythaushalts; Herzrhythmusstörungen, Stromunfälle, Defibrillation; Tetanie; Myotonien; Muskeldystrophien; Myasthenien; Spastik
1.5.2	Funktion erregbarer Zellen	s. 3.1, 12.1-3 und 13.3	
1.6	**Energetik s. GK Physik 2.4 und GK Biochemie 10**		
2	**Blut und Immunsystem**		
2.1	**Blut**		
		Volumen (Normalwerte, Bestimmung, Regulation), Bestandteile	Hypo-, Hypervolämie, Schockprophylaxe
2.2	**Erythrozyten**		
		Konzentration, Hämatokrit; Form und Verformbarkeit (insbes. Zytoskelett); Hämoglobingehalt. Regulation der Bildung (z.B. Hypoxie, Erythropoietin), Lebensdauer, Abbau; funktionelle Besonderheiten von Membran und Stoffwechsel; Blutsenkungsgeschwindigkeit; Hämolyse; Grundzüge der Anämien (z.B. hypo-, normo-, hyperchrome; Eisenmangel); Blutgruppen (s.a. 2.5.5)	Tumor-, Entzündungsdiagnostik; Anämien; Bluttransfusion; Hämorrhagien; myeloproliferative Erkrankungen; Hämolyse (z.B. mechanisch, toxisch); chronische Höhenkrankheit
2.3	**Blutplasma**		
2.3.1	Transportfunktion	für Wärme, Hormone, Substrate, O_2, Stoffwechselprodukte; Lipoproteine	
2.3.2	niedermolekulare Bestandteile	wichtige Bestandteile (z.B. anorganische Ionen, Glucose, Harnstoff, Kreatinin); Konzentrationen von Ionen und Nichtelektrolyten (z.B. Na^+, K^+, Ca^{2+}, Cl^-, H^+, HCO_3^-, Glucose); Osmolalität des Plasmas	Elektrolytstörungen (Auswirkungen z.B. auf Herz, Knochenstoffwechsel, ZNS), Niereninsuffizienz; nephrotisches Syndrom; Leberzirrhose; Aszites; Plasmozytom
2.3.3	Plasmaproteine	Proteinfraktionen; Normalbereich der Konzentrationen von Gesamtprotein und Albumin; Funktion der Plasmaproteine (u.a. Stofftransport, humorale Abwehr, Gerinnung, onkotischer Druck); pathophysiologische Grundlagen von Hypo- und Hyperproteinämie	Ödeme, Tetanie, Proteinverlust, z.B. Leber-, Nierenkrankheiten, Hungerödeme, Aszites, Plasmozytom

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

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

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

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

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

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

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

		Atemwegswiderstand, nervale Beeinflussung; Zusammenhang zwischen Atemstromstärke, Alveolardruck, Pleuradruck bei ruhiger und forcierter Atmung; forcierte Exspiration (Tiffeneau-Test); Atemgrenzwert; Grundzüge obstruktiver und restriktiver Ventilationsstörungen	tionsstörungen (z.B. Lungenfibrose); künstliche Beatmung
5.5	**Lungenperfusion**		
		intravasale, perivaskuläre Drücke, Gefäßweite; Strömungswiderstand, passive, aktive Beeinflussung (z.B. hypoxische pulmonale Vasokonstriktion); regionale Unterschiede der Perfusion	pulmonale Hypertonie; Rechtsherzbelastung; Lungenödem
5.6	**Gasaustausch in der Lunge**		
5.6.1	O_2- Aufnahme, CO_2-Abgabe	Messverfahren, Normalbereiche in Ruhe und Maximalwerte (z.B. bei körperlicher Arbeit); respiratorischer Quotient (z.B. Lungen-RQ, Stoffwechsel-RQ)	Ventilationsüberwachung
5.6.2	Ventilation	Atemzugvolumen, Atemfrequenz, Atemzeitvolumen; Totraum (z.B. anatomischer, alveolärer, physiologischer), Totraumventilation; alveoläre Ventilation; Hyper-, Hypoventilation; Partialdrücke von O_2 und CO_2 im Exspirations- und Alveolargas; Bestimmungsmethoden und Normalbereiche	Ventilationsstörungen (zentral, Erkrankungen der Atemmuskulatur, Einschränkung der Thoraxbeweglichkeit); respiratorische Azidose und Alkalose
5.6.3	Diffusion	Diffusionskapazität der Lunge; Bestimmung (z.B. für CO); Grundzüge von alveolären Diffusionsstörungen	Lungenemphysem, α_1-Proteinase-Inhibitor-Mangel, Lungenfibrose, Pneumothorax, interstitielles Lungenödem
5.6.4	Verteilung	Bedeutung ungleichmäßiger Verteilung von Lungen-Ventilation und -Perfusion für die O_2-Aufnahme und CO_2-Abgabe; Grundzüge von Verteilungsstörungen und der Differentialdiagnose einer arteriellen Hypoxämie	restriktive, obstruktive Ventilationsstörungen, Atelektase; arterielle Hypoxämie; zentrale Zyanose; Hypo-, Hyperkapnie; Lungenödem
5.7	**Atemgastransport im Blut**		
5.7.1	O_2	physikalische Lösung und chemische Anlagerung an Hämoglobin (Hb); O_2-Konzentration, -Sättigung, -Partialdruck, O_2-Bindungskurve; Messmethoden und Normalbereiche im arteriellen und gemischt-venösen Blut; Beeinflussung der O_2-Anlagerung an Hb (z.B. pH, CO_2, 2,3-Bisphosphoglycerat, Temperatur); unterschiedliche Hämoglobine (z.B.	Methämoglobinämie; Vergiftungen (z.B. CO, Cyanat); Anämien bei gestörtem Hb (z.B. Thalassämie, Sichelzellanämie)

		HbA, HbF); inaktives Hämoglobin (z.B. MetHb, HbCO).	
5.7.2	CO_2	physikalische Lösung und chemische Bindung als HCO_3^- und Carbamat; Konzentration und Partialdruck von CO_2 (CO_2-Bindungskurve); Messmethoden und Normalbereiche im arteriellen und gemischt-venösen Blut; ionale Austauschvorgänge an der Erythrozytenmembran (z.B. HCO_3^-/Cl^--Austausch, Carboanhydrase)	Störungen des Säure-Basenhaushaltes; Hyperkapnie; Erstickung; Asphyxie
5.7.3	Wechselwirkung zwischen O_2- und CO_2-Bindung	O_2-Sättigung und CO_2-Anlagerung an Hämoglobin (Bohr-Haldane-Effekt); Wechselspiel zwischen O_2- und CO_2-Austausch in Lunge und Geweben	
5.8	**Atmungsregulation**		
5.8.1	Atemzentren, Atemreize	medulläre Atemzentren; rückgekoppelte Atemreize (Lungendehnungsrezeptoren, periphere und zentrale Chemorezeption); nichtrückgekoppelte Atemreize (z.B. willkürliche Beeinflussung der Atmung, Einflüsse von Temperatur- und Schmerzrezeptoren); Ventilation bei Arbeit	chronische Ateminsuffizienz; Vergiftung (z.B. Barbiturat); Schlafapnoe; Dyspnoe; O_2-Beatmung
5.8.2	Formen normaler und veränderter Atmung	Normo-, Hyper- und Hypoventilation; Eu-, Hyper- und Hypopnoe, Tachypnoe, Apnoe; Dyspnoe, Orthopnoe; pathologische Atmungsformen (z.B. Kussmaul, Cheyne-Stokes, Biot, Schnappatmung)	metabolische Azidose (z.B. Coma diabeticum); zerebrale Mangeldurchblutung; Hirnstammläsionen
5.9	**Atmung unter ungewöhnlichen Bedingungen**		
		Grundzüge der Höhenatmung; Hyperventilation, respiratorische Alkalose (s.a. 5.10.4); Akklimatisation (z.B. Polyglobulie); Grenzen der Höhentoleranz (z.B. hypokapnische Vasokonstriktion der Hirngefäße); Grundzüge des Tauchens; Tauchen mit Schnorchel (Grenzen aktiver Inspiration); Tauchen mit komprimierten Gasen (z.B. Gefahr der O_2-Vergiftung, Inertgasnarkose, Dekompressionskrankheit)	Höhenkrankheit (Höhen-Lungenödem [HAPE]); Tauchunfälle; Störungen durch Hyperoxie (z.B. Entzündung der Atemwege, Krampfanfälle)
5.10	**Säure-Basen-Gleichgewicht und Pufferung**		
5.10.1	Pufferung und H^+-Ionen	pH-Wert; biologische Puffersysteme, Pufferkapazität; Henderson-Hasselbalch-Gleichung	respiratorische und metabolische Alkalose (z.B. Hypokaliämie, chronisches Erbrechen, Hyperaldosteronismus, Hypoparathyreoidismus); respira-
5.10.2	Pufferung und CO_2-	Besonderheiten des HCO_3^-/CO_2-Puffersystems (Pufferung im	

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

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

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

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

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

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

		Grundzüge der Avitaminosen, der Störungen des Eisenstoffwechsels sowie der Ursachen und Folgen des Gallensalzmangels; Ballaststoffe	
7.6	**Integrative Steuerung der Magen-Darm- Funktion** (s.a. 14.3.1)		
		zeitliche Koordination der digestiven und interdigestiven Verdauungstraktaktivität; Gastrointestinale Hormone (Gastrin, Sekretin, Cholecystokinin, Gastric inhibitory peptide, Somatostatin, Motilin): Produktionsorte, Ausschüttungssteuerung und Zielzellen; Rolle des enteralen Nervensystems; Reflexe (s.a. 7.2) und Beeinflussbarkeit durch das vegetative Nervensystem und andere Faktoren	operative Eingriffe am Magen-Darmtrakt; Medikamentennebenwirkungen (z.B. Opiate); hormonproduzierende Tumore; Querschnittslähmung, diabetische Polyneuropathie, Parkinson; Peritonitis; paralytischer Ileus; Enteritiden; psychosomatische Magen-Darm-Störungen; Obstipation
8	**Energie- und Wärmehaushalt**		
8.1	**Energiehaushalt**		
8.1.1	Grundlagen	s. 1.6 und GK Physik 4.2	
8.1.2	Energiequellen	Energiebereitstellung im Stoffwechsel (s.a. 1.6 und 6 und GK Biochemie 12 und 13); physikalischer und biologischer Brennwert von Nahrungsstoffen und Ethanol; energetisches Äquivalent; Grundzüge der Diätetik, der parenteralen Ernährung sowie der Über- und Unterernährung	Säuglings- und Krankenernährung; parenterale Ernährung; krankheitsspezifische Diät (z.B. Diabetes mellitus); Über-, Unter- und einseitige Ernährung; Sport- und Präventivmedizin; sportliche Leistungsfähigkeit; Trainingskontrolle; Kachexie; Anorexie; Adipositas; Hypo- und Hyperthyreose; Pankreasinsuffizienz; Darmresektion und -entzündungen; Dumping-Syndrom
8.1.3	Energieumsatz (s.a. 6.1.2)	Messung (direkte und indirekte Kalorimetrie); Grundumsatz (Messbedingungen und Einflussfaktoren); Ruheumsatz, Beteiligung der Organe (gemessen an deren spezifischem O_2-Verbrauch); aerobe u. anaerobe Energiegewinnung; Wirkungsgrad äußerer Arbeit	
8.2	**Wärmehaushalt und Temperaturregulation**		
8.2.1	Körpertemperatur	Topographie (Kern und Schale; Homoio- und Poikilothermie); Temperaturmessung; Normalwerte der Kerntemperatur und Einflüsse (z.B. Tagesrhythmik, Ovarialzyklus); Ursachen und Folgen des Fiebers; Grundzüge der Pathophysiologie von Hyper- und Hypothermie	Hyperthermie: Hitzekollaps, Hitzschlag, maligne Hyperthermie; Folgen der Hyperthermie auf Wasserhaushalt, Blutdruck; hyperthermiebedingtes Hirnödem; Hyper- und Hypothermietherapie; Arbeitsplatz- und Wohnungsklima; klimabedingte Bekleidungsfragen; Vermeidung von Hypo- und Hyperthermie beim Sport und in umgebungs-, alters- und krankheitsbedingten Extremsituationen; Vorsorge für tempera-
8.2.2	Wärmebildung	Wärmebildung bei äußerer Arbeit (z.B. Wirkungsgrad), bei innerer Arbeit (z.B. Stoffwechselprozesse) sowie unter extremen Klima- und Arbeitsbedin-	

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

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

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

	Sekretion	flussung und Regulation des Transportes von Wasser und anderen Bestandteilen der Tubulusflüssigkeit (z.B. für Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, 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. Glukosurien, Hyperaminoazidurien, renale Azidosen, Proteinurien)	Erkrankung), renaler Phosphatdiabetes, familiäre Proteinintoleranz; Fanconi-Syndrom; Nephrotoxizität (Cyclosporin, Cisplatin, Schwermetallvergiftungen u.v.a.); respiratorische, metabolische und renale Azidosen; Kompensation respiratorischer Alkalosen und Azidosen; Volumendepletionsalkalose; Hyperurikämie, Gicht; prärenale und tubuläre Proteinurie; Barbituratvergiftung; osmotische Diurese, Kalium-verlierende und -sparende Diuretika; Carboanhydrasehemmer
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; Harn-Osmolalität 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; Regulation der tubulären Wasser- und Elektrolyt-Resorption; Mechanismen und Konsequenzen hormonaler Einflüsse auf die Funktion von Tubuluszellmembran, Epithelzelle und Nephronabschnitt; renale Einflüsse auf die Blutdruckregulation; Grundzüge von Hyperreninismus und Nierenersatztherapie, Prinzip der Dialyse	Diabetes mellitus; Proteinurien; Störungen und iatrogene Bilanzierung des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basenhaushalts; Schwangerschaftsnephropathie; interstitielle Nephritis, Pyelonephritis, Zystenniere; Myo- und Hämoglobinämie; Anforderungen an Nierenersatztherapie; Schockniere und Niere im Kreislaufversagen; Hypo- und Hyperaldosteronismus; Vitamin-D-Mangel und -Überschuss; Hyperreninismus, renaler Hochdruck; Urämie; Hämo- und Peritonealdialyse; Nierentransplantation
9.2.8	Stoffwechsel und Hormonbildung	Bedeutung des Nierenstoffwechsels für renale Transport- und Ausscheidungsprozesse (z.B. ATP-Bildung und -Verwertung, Carboanhydrase, Glutaminasen, lysosomale Enzyme, luminale Peptidasen); renale Hormone (z.B. Calcitriol, Erythropo-	renale Hypoxie und Ischämie; Carboanhydrasehemmer; Azidosen; prärenale, glomeruläre und tubuläre Proteinurien; Niereninsuffizienz; Cystinose; Fasten und Hungern; renale Anämie

		etin); metabolische Service-Funktionen der Niere für den Gesamtorganismus (z.B. Glukoneogenese, Protein- und Peptidabbau)	
9.2.9	ableitende Harnwege	Funktion und neuronale Steuerung von Ureter und Harnblase, Miktion (s.a. 14.3.1/2 und 16.5.2); schwer lösliche Harnbestandteile; Grundzüge von Ursachen, Folgen und Therapie der Harnkonkrementbildung	Harninkontinenz, Querschnittslähmung; Uretermissbildungen, Tumore/Infektionen der ableitenden Harnwege; Nierenkoliken; Schrumpfniere; prärenale Hyperphosphat- und Hyperkalziurie; Cystinurie, Hyperurikämie, interstitielle Nephritis, Pyelonephritis, Hyperparathyreoidismus, Vitamin-D-Toxizität; Prävention der Harnsteinbildung;
10	**Hormonale Regulation** (s.a. Kap. 7, 9 und 11 sowie GK Biochemie 18)		
10.1	**Grundlagen und Allgemeines**		
10.1.1	funktionelle Struktur des Hormonsystems	hormonproduzierende Zellen und Organe; Prinzipien der Hormonsynthese; Prinzipien von Entspeicherung und Synthese-Aktivierung; Hormontransport; Zielzellen; Hormon-Rezeptoren; Zellantwort; Hormonabbau; Hormon-Hierarchie; Regelkreise; geregelte Größen; kompensatorische Hypertrophie und Atrophie von Hormondrüsen; endokrine, parakrine und autokrine Hormonwirkung; Grundzüge der prinzipiellen Störungen im Hormonhaushalt, der Hormonsubstition 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 Biosyntheseprinzip	
10.1.3	Signalkette	zelluläre Mechanismen der Hormonfreisetzung; extra- und intrazelluläre Rezeptoren der Zielzelle; Signalübertragung von extra- nach intrazellulär; Typen, Herkunft, Wirkung und Beeinflussbarkeit sekundärer Botenstoffe; Signalkette bei intrazellulärer Hormon-Rezeptor-Bindung; prinzipielle Hormonwirkungen auf die Zelle; Grundzüge von Ursachen und Folgen gestörter Signaltransduktion	
10.1.4	neuroendokrine Signalübertragung	Typen, Freisetzung und Funktionen der hypothalamischen Liberine und Statine und der Neurohypophysen-Hormone; Herkunft der Ausschüt-	

		tungssignale; Regelkreise; Einflüsse des vegetativen Nervensystem auf Freisetzung der Nebenierenmarkhormone und der Pankreas-Inselhormone	
10.2	**Wasser- und Elektrolythaushalt** (s.a. Kap. 8 u. 9)		
		Bildungsorte, Vorstufen, Transport, Wirkung, Steuerung und Inaktivierung der beteiligten Hormone (Aldosteron, Angiotensin, Adiuretin, atrialer natriuretischer Faktor, Calcitonin, Parathormon, Calcitriol); Bedeutung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems; Grundzüge hormonaler Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes (z.B. Hypo- und Hyperaldosteronismus, Hypo- und Hyperparathyreoidismus, Vitamin-D-Mangel, Diabetes insipidus, Hyperreninismus)	primärer und sekundärerer Hyperaldosteronismus, Nebenniereninsuffizienz; renaler Hochdruck; Hypo- und Hyperparathyreoidismus; Vitamin-D-Mangel und -vergiftung; Diabetes insipidus; Hypo- und Hyperhydratation
10.3	**Energiehaushalt und Wachstum** (s.a. GK Biochemie 18.3)		
		Bildungsorte, Vorstufen, Transport, Wirkung, Steuerung und Inaktivierung der beteiligten Hormone (T_3, T_4, Glucocorticoide, Adrenalin, STH, Somatomedine, Insulin, Glukagon); Grundzüge hormonaler Störungen (z.B. Hyper- und Hypothyreose, Diabetes mellitus, Störungen der Nebennierenrindenfunktion)	Hypo- und Hyperthyreose, Diabetes mellitus Typ I und II; Hyperinsulinismus; Morbus Cushing; Cortisontherapie; primärer und sekundärer Hyperaldosteronismus; Nebenniereninsuffizienz; Fettsucht, Anorexie; Ernährungsplanung; Akromegalie, Klein- und Riesenwuchs
11	**Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie** (s.a. 10.1)		
11.1	**Geschlechtsfestlegung und Pubertät**		
		Geschlechtschromosomen, Gonadenbildung und somatisches Geschlecht: genetische, hormonelle und psychologische Einflüsse; sekundäre Geschlechtsmerkmale; Grundzüge der Störungen der Geschlechtsfestlegung	Intersexualität (Klinefelter-, Turner- und "XX-male"-Syndrom); echter und Pseudohermaphroditismus; Pubertas praecox; sexualhormonbedingter Hochwuchs
11.2	**weibliche Sexualhormone**		
		Bildungsorte, Plasmatransport, Steuerung, Zielorgane, Wirkung und Inaktivierung der beteiligten Hormone; Regelkreise; ausgeschiedene Hormon-Metaboliten; prinzipielle Ursachen der weiblichen Infertilität	Fertilität, Familienplanung, Amenorrhö, Infertilität; hormonale Störungen in der Pubertät, in den Wechseljahren und der Menopause; Ovarialinsuffizienz; Hormonsubstitutionstherapie; hormonale Kontrazeption; Hypophysentumore und -schädigungen; polyzystische Ovarien; Totaloperationen; ektope Sexualhormonbildung; Hyperprolaktinämie
11.3	**Menstruationszyklus**		
		Zyklusphasen; zeitliche Veränderungen von Hormonspiegeln (Estradiol, Progesteron, FSH, LH, Prolaktin und übergeordnete Hormone); Uterus und Ovar sowie Empfängnisbereitschaft	

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

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

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

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

		teine (z.B. Troponin, Tropomyosin, Titin, Caldesmon, Calponin); Querbrückenbildung, Generation von Kraft und Verkürzung, "sliding filament", Einfluss der Dehnung, Arbeitsdiagramm und Maximakurven, Muskelarbeit, lastfreie Verkürzungsgeschwindigkeit (Kontraktilität), Calciumsensitivierung; Optimierung der Arbeitsbedingungen für den kontraktilen Apparat (z.B. Gelenkstellung, Belastung)	errisse; Dislokation bei Knochenbrüchen
13.1.2	Sarkolemm	transversales tubuläres System; Ionenkanäle für Natrium, Kalium und Calcium; Aktionspotentiale, Calciumfreisetzung und -einstrom, elektromechanische Koppelung, Prozess der Kontraktionsaktivierung; Angriffspunkte für hormonelle Beeinflussung; interzelluläre Kontakte	Erkrankungen des Skelettmuskels (Myotonia congenita, myotone Dystrophien, Paramyotonie), des Herzens (Erregungsbildungs- und -leitungsstörungen), des glatten Muskels (Spasmen)
13.1.3	sarkoplasmatisches Retikulum	Funktion als Calciumspeicher, Rolle der Calcium-ATPasen für die Speicherung und IP_3 für die Entspeicherung	Steuerung von Kontraktions- und Erschlaffungsgeschwindigkeit über Freisetzung und Speicherung des Calciums
13.1.4	Sarkoplasma	Ionenzusammensetzung und Erregbarkeit bzw. Kontraktionssteuerung; Second messenger; Calcium-Sensitivierung der Myofilamente	Steuerung des Kontraktionsablaufes
13.1.5	Energieumwandlung	ATP-Spaltung und -Resynthese, Funktion des ATP, anaerobe und aerobe Energiegewinnung, Energiespeicher; Wirkungsgrad, Wärmeproduktion und Körpertemperatur; körperliche Leistungsfähigkeit, Sport und Ernährung	maligne Hyperthermie, Herzinsuffizienz, hypoxische Schädigung
13.2	**Quergestreifte Muskulatur**		
13.2.1	allgemeine Grundlagen	Calcium, Troponin und Kontraktionsaktivierung; Steuerung von Kraftentwicklung und Verkürzungsgeschwindigkeit; Längen-Spannungsbeziehung, Ruhedehnungskurve, Kontraktionsformen; Latenzzeit; Einzelzuckung, Tetanisierbarkeit; Relaxierung; Atrophie, Hypertrophie, Hyperplasie	Erfassung und Darstellung von Kontraktionsablauf, Muskelarbeit, Compliance
13.2.2	Skelettmuskel (s.a. 6.3.2)	Generierung des Aktionspotentials; Bedeutung der motorischen Endplatte; Aktionspotential und Mechanogramm (u.a. Dihydropyridin- und Ryanodinempfindliche Calciumkanäle); Calciumfreisetzung, Bedeutung der Chloridkanäle; Einzelzuckung und Superposition, tetanische Kontraktionskraft; motorische Einheit; Muskeltonus; Kontraktionsrückstände bei Ermü-	Bodybuilding, Anabolika; maligne Hyperthermie; Lähmung (z. B. Poliomyelitis, Curaresierung); Muskelkrämpfe (Tetanus, Botulismus); neurogene und myogene Muskelerkrankungen: Myasthenia gravis, Myotonien, Muskeldystrophien Myositiden, Myopathien (endokrin, myogen, neurogen); Spastik; Kontraktur; klinische Elektromyogra-

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

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

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

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

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

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

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

		aufsteigende Bahnen, thalamische und kortikale Repräsentation; rezeptive Felder zentraler Neurone	
16.3.2	funktionelle Organisation des Warm-/ Kaltsinnes	Empfindungsqualitäten warm und kalt; Indifferenztemperatur; Abhängigkeit der Empfindungsschwellen von Geschwindigkeit der Temperaturänderung und räumlicher Ausdehnung des Reizes; Adaptation und Habituation; räumliches Auflösungsvermögen in verschiedenen Körperregionen; Beziehung zur Thermoregulation (s. 8.2)	emotionale Tönung der Wahrnehmung der Körpertemperatur in Abhängigkeit von der Thermoregulation; Sauna, Hyperthermie, Fieber
16.4	**Tiefensensibilität**		
16.4.1	funktionelle Organisation	Typen von Sensoren und Afferenzen der Propriozeption in Sehnen und Muskeln (Muskelspindeln und Sehnenorgane, freie Nervenendigungen), Zuordnung der Leitungsgeschwindigkeit der Afferenzen; Arbeitsbereichseinstellung (efferente Innervation der Muskelspindeln); zentrale Bahnen und Projektionen in verschiedene Hirnregionen (s.a. 15.4)	Gangstörungen und Haltungsstörungen; Gelenkschädigungen bei Störungen der Tiefensensibilität
16.4.2	biologische Bedeutung der Tiefensensibilität	Wahrnehmung der Körperstellung; Bedeutung der Muskelspindelafferenzen für die Wahrnehmung der Gelenkstellung; Funktionen für die Kontrolle der Motorik (s.a. 15.)	
16.5	**Viszerale Sensorik**		
16.5.1	periphere und zentrale Sensoren	Lage im peripheren oder zentralen Nervensytem; Sensoren für O_2, CO_2, pH, Osmolarität, arteriellen und zentralvenösen Gefäßdruck (Barorezeptoren); Dehnungssensoren in der Wand der Hohlorgane; unterschiedlicher Beitrag viszeraler sensorischer Systeme zu bewussten Empfindungen; Beitrag zur Homöostase	Kontrolle des Körpergewichts; Diabetes insipidus; Narkolepsie; Pickwick-Syndrom (s.a. 14.3.3)
16.5.2	viszerale Sensibilität	Sensoren und afferente Nerven, die viszerale Empfindungen vermitteln; Dehnungssensoren in der Wand von Hohlorganen; paravaskuläre Sensoren; Irritationssensoren in den Atemwegen, Ösophagus u.a.; zentrale Projektionen (spinal, vagal); Hustenreiz, Niesreiz, Brechreiz, Miktion und Defäkation (s.a. 14.3.2/3);	pathologisches Niesen; zentralnervös bedingtes Erbrechen; Singultus; Probleme nach Transplantation innerer Organe (z.B. Lungentransplantationen)

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

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

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

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

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

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

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

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

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 „Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie“

Stand: Februar 2005



© Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen
Postfach 2528, 55015 Mainz

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

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

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

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

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

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

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

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

„Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie“ (Inhaltsübersicht)

GRUNDLAGEN DER CHEMIE

1.1 Makroskopische Erscheinungsformen der Materie

2 Aufbau und Eigenschaften der Materie

2.1 Atome, Isotope, Periodensystem
2.2 Chemische Bindung
2.3 Acyclische Kohlenstoffverbindungen, einfache funktionelle Gruppen
2.4 Carbo- und Heterocyclen
2.5 Stereochemie

3 Stoffumwandlungen

3.1 Homogene Gleichgewichtsreaktionen
3.2 Heterogene Gleichgewichtsreaktionen
3.3 Säure/Base-Reaktionen
3.4 Redox-Reaktionen
3.5 Bildung und Eigenschaften der Salze
3.6 Ligandenaustausch-Reaktionen
3.7 Additions/Eliminierungs-Reaktionen
3.8 Substitutionsreaktionen
3.9 Sonstige Reaktionen

CHEMIE BIOLOGISCH UND MEDIZINISCH RELEVANTER NATURSTOFFE

4 Kohlenhydrate

4.1 Monosaccharide
4.2 Disaccharide
4.3 Oligo- und Polysaccharide

5 Aminosäuren, Peptide, Proteine

5.1 Aminosäuren
5.2 Peptide
5.3 Proteine

6 Fettsäuren, Lipide

6.1 Fettsäuren
6.2 Acylglycerine
6.3 Sphingolipide
6.4 Steroide

7 Nukleotide, Nukleinsäuren, Chromatin

7.1 Nukleotide
7.2 Nukleinsäuren
7.3 Chromatin

8 Vitamine, Vitaminderivate, Coenzyme

8.1 Allgemeines
8.2 Biochemischer Mechanismus
8.3 Pathobiochemie

9 Grundlagen der Thermodynamik und Kinetik

9.1 Grundbegriffe der Energetik und Kinetik

FUNKTIONELLE BIOCHEMIE

10 Bioenergetik und Biokatalyse

10.1 Energetik und Kinetik biochemischer Reaktionen

11 Prinzipien der Stoffwechselregulation

12 Kataboler Stoffwechsel und Energiegewinnung

12.1 "Energiereiche" Verbindungen
12.2 Kohlenhydratabbau
12.3 Triacylglycerin- und Fettsäureabbau
12.4 Ketonkörpersynthese und -abbau
12.5 Protein- und Aminosäureabbau
12.6 Ethanolabbau

12.7 Pyruvat-Dehydrogenase, Citratzyklus
12.8 Atmungskette und oxidative Phosphorylierung
12.9 Pathobiochemie

13 Bildung von Energiespeichern
13.1 Kohlenhydrate
13.2 Lipide
13.3 Proteine
13.4 Regulation der Energiespeicherbildung und -verwertung
13.5 Pathobiochemie

MOLEKULARBIOLOGIE UND ZELLBIOLOGIE

14 Speicherung, Übertragung und Expression genetischer Information
14.1 Nukleotide
14.2 Nukleinsäuren
14.3 Faltung und Modifikation von Proteinen
14.4 Proteolyse
14.5 Tumorbiochemie

15 Zellstrukturen und interzelluläre Matrix; allgemeine Zytologie
15.1 Prokaryonte Zellen
15.2 Eukaryonte Zellen
15.3 Membranen
15.4 Zellkern
15.5 Mitochondrien
15.6 Lysosomen
15.7 Peroxisomen
15.8 Endoplasmatisches Retikulum (ER)
15.9 Golgi-Apparat
15.10 Zytoskelett
15.11 Extrazelluläre Matrix
15.12 Zellzyklus
15.13 Apoptose
15.14 Pathobiochemie

16 Säure-Basenhaushalt, Wasser- und Elektrolythaushalt, Spurenelemente
16.1 Säure-Basen-Haushalt
16.2 Wasser- und Elektrolyt-Haushalt
16.3 Spurenelemente
16.4 Pathobiochemie

17 Bewegung
17.1 Kontraktile Systeme
17.2 Motile Systeme
17.3 Pathobiochemie

18 Hormone und Zytokine
18.1 Grundlagen
18.2 Stoffwechselregulation
18.3 Wachstum und Differenzierung, Fortpflanzung
18.4 Regulation von Verdauung und Resorption
18.5 Elektrolyt- und Wasserhaushalt
18.6 Calcium- und Phosphatstoffwechsel
18.7 Gewebshormone, Mediatoren
18.8 Zytokine
18.9 Pathobiochemie

BIOCHEMIE VON ORGANEN UND GEWEBEN

19 Immunsystem
19.2 Störungen des Immunsystems

20 Blut
- 20.1 Erythropoiese und Erythrozyten
- 20.2 Pathobiochemie
- 20.3 Lymphozyten
- 20.4 Blutstillung, Blutgerinnung und Fibrinolyse
- 20.5 Pathobiochemie
- 20.6 Blutplasma

21 Leber
- 21.1 Energiestoffwechsel
- 21.2 Serviceleistungen
- 21.3 Cholesterin
- 21.4 Gallenflüssigkeit und Gallensäuren
- 21.5 Biotransformation
- 21.6 Endokrine Funktionen

22 Magen-Darm-Trakt
- 22.1 Grundlagen der Ernährung
- 22.2 Verdauung und Resorption
- 22.3 Wasser, Elektrolyte
- 22.4 Endokrine Funktionen
- 22.5 Pathobiochemie

23 Fettgewebe
- 23.1 Stoffwechselleistungen
- 23.2 Endokrine Funktion

24 Niere
- 24.1 Energiestoffwechsel
- 24.2 Endokrine Funktionen
- 24.3 Grundlagen der Harnbildung
- 24.4 Rückresorption
- 24.5 Ausscheidung von Säuren und Ammoniak

25 Muskulatur
- 25.1 Energiestoffwechsel
- 25.2 Kontraktion, Relaxation
- 25.3 Endokrine Funktionen
- 25.4 Pathobiochemie

26 Stützgewebe
- 26.1 Aufbau von Knorpel, Knochen, Zahnhartsubstanz
- 26.2 Extrazelluäre Matrix
- 26.3 Knorpelgewebe
- 26.4 Knochen, Zahnhartsubstanz

27 Nervensystem
- 27.1 Energiestoffwechsel
- 27.2 Liquor cerebrospinalis
- 27.3 Myelin
- 27.4 Erregungsleitung und -übertragung

28 Auge

„CHEMIE FÜR MEDIZINER UND BIOCHEMIE“

Grundlagen der Chemie			
1.1	**Makroskopische Erscheinungsformen der Materie**		
	Aggregatzustände, Phasenumwandlungen		
2	**Aufbau und Eigenschaften der Materie**		
2.1	**Atome, Isotope, Periodensystem**		
2.1.1	Begriffe	Elementarteilchen, Ordnungszahl, Kernladungszahl, Massenzahl, Elektronenhülle	Begriffe, Definitionen und Zusammenhänge, die für das Verständnis des Aufbaus und der Eigenschaften biochemisch und medizinisch wichtiger Verbindungen sowie für die Beschreibung von Stoffumwandlungen im Stoffwechsel notwendig sind.
2.1.2	Ordnungszahl, Kernladungszahl, Massenzahl	Identifizierung von Ordnungszahl, Kernladungszahl und Massenzahl an entsprechend gekennzeichneten Elementsymbolen	
2.1.3	Isotope	Beispiele für stabile Isotope und Radioisotope mit medizinischer Relevanz	
2.1.4	Elemente, Moleküle	Element: Zuordnung von Name und Symbol biochemisch und medizinisch wichtiger Elemente, Molekül: relative Atom- und Molekülmasse, Avogadro-Konstante, Stoffmenge mol	
2.1.5	Periodensystem	Ordnungsprinzipien des Periodensystems (Perioden 1 bis 7, Gruppen 1 bis 18), Einordnung biochemisch und medizinisch wichtiger Haupt- und Nebengruppenelemente, periodische Eigenschaften (z.B. Elektronegativität)	
2.1.6	biochemisch wichtige Elemente	Zuordnung von Elementen zu wichtigen Enzymen, Coenzymen und anderen biochemischen Verbindungen	
2.2	**Chemische Bindung**		
2.2.1	Ionenbindung, Atombindung	Ion, Ionen-Bindung; kovalente Bindung, koordinative Bindung, bindende und freie Elektronenpaare, Elektronegativität	
2.2.2	Polarität von Molekülen	Dipolmoment von Molekülen, Assoziation durch H-Brücken und hydrophobe Wechselwirkungen, Beeinflussung physikalischer Eigenschaften durch H-Brücken sowie Hydratation von Ionen und Molekülen	
2.2.3	Beispiele	Bindungsverhältnisse und Molekülformen bei den Grundelementen anhand einfacher Beispiele (C: Methan; H: H_2; O: Wasser, O_2, O_3, H_2O_2; N: Ammoniak, N_2, Lachgas, NO, Cyanid), biochemisch relevante Sauerstoffradikale	

2.2.4	biochemisch wichtige Bindungen	Erkennen biochemisch wichtiger Bindungen anhand einfacher Beispiele (keine Molekülorbital(MO)-Theorie), Unterschiede in den Bindungsenergien, Bindigkeit von H, C, O, N, S, Cl, P	
2.2.5	Metallkomplexe	Aufbau von Metallkomplexen, Gesamtladung, Koordinationszahl von biochemisch wichtigen Metallionen in Metallkomplexen (Mg, Fe, Co, Zn, Cu), Chelatkomplexe, Erkennen von Chelatkomplexen bei Vorgabe biochemisch und medizinisch wichtiger Metallkomplexe	
2.3	**Acyclische Kohlenstoffverbindungen, einfache funktionelle Gruppen**		
2.3.1	Kohlenwasserstoffe	Unterscheidung gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Alkylreste	
2.3.2	Formeln	Definitionen: Summen- und Strukturformel	
2.3.3	Bindungen	σ- und π-Bindungen, konjugierte Doppelbindungen	
2.3.4	Isomerien	Definition der Konstitution und der Konstitutionsisomerie (mit Beispielen)	
2.3.5	funktionelle Gruppen	Struktur und Erkennen der funktionellen Gruppe bei Halogenalkanen, Alkoholen, Ethern, Thiolen, Thioethern (Sulfanen), Aminen, Aldehyden, Ketonen, Carbonsäuren und Carbonsäurederivaten, Carboxylatanion, Mesomerie	
2.3.6	homologe Reihen	Definition	
2.3.7	Nomenklatur	Nomenklatur bis maximal C_4, bei den Carbonsäuren auch C_{16}/C_{18} (ohne und mit Doppelbindungen)	
2.3.8	physikalische Eigenschaften	wichtige physikalische Eigenschaften im Vergleich (Siedepunkt, Löslichkeit in Wasser oder Kohlenwasserstoffen)	
2.4	**Carbo- und Heterocyclen**		
2.4.1	Cycloalkane, Aromaten	Struktur, Summenformel und Molekülform von Cycloalkanen (C_5, C_6) und Aromaten (Benzol, Naphthalin)	
2.4.2	Heterocyclen	nicht-aromatische und aromatische Heterocyclen mit O, N oder S (5- und 6-gliedrig): Erkennen von Pyrrol, Imidazol, Pyridin, Pyrimidin, Purin, Thiazol, Furan, Pyran in vorgegebenen Verbindungen	
2.5	**Stereochemie**		
2.5.1	Konfiguration	Definition der Konfiguration (mit einfachen Beispielen), Raumformeln	

2.5.2	Stereoisomerie	Stereoisomerie: Erkennen von Chiralitätszentren und cis/trans-Isomerie in vorgegebenen Verbindungen, Prinzipien der R/S-Nomenklatur an einfachen Beispielen, Bestimmung der Anzahl möglicher Stereoisomere	
2.5.3	Enantiomere, Diastereomere	Definition, Beispiele, physikalische (optische Aktivität), chemische und pharmakologische Effekte der Enantio- und Diastereomerie	
2.5.4	Fischer-Projektion, D/L-Nomenklatur	bei α-Hydroxysäuren, α-Aminosäuren und Kohlenhydraten	
2.5.5	Konformation	Definition, Beispiele: lineare Kohlenwasserstoffe und Cyclohexan/Steroide	
3	**Stoffumwandlungen**		
3.1	**Homogene Gleichgewichtsreaktionen**		
3.1.1	chemisches Gleichgewicht	Formulierung von Gleichgewichtsreaktionen: Massenwirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstante K, Beeinflussung der Gleichgewichtslage	
3.1.2	Kinetik, Thermodynamik	kinetische und thermodynamische Aspekte von Gleichgewichtsreaktionen	
3.1.3	gekoppelte Reaktionen	gekoppelte Reaktionen, Gesamtreaktionsgleichung, Gesamtgleichgewichtslage	
3.2	**Heterogene Gleichgewichtsreaktionen**		
3.2.1	Begriffe	Definition der Begriffe gesättigte Lösung, Suspension, Emulsion, Aerosol	
3.2.2	Verteilung	Verteilung zwischen verschiedenen Phasen: Henry-Dalton’sches Gesetz, Nernst’scher Verteilungssatz	
3.2.3	Oberflächenprozesse	Vorgänge an Oberflächen und Membranen: Adsorption, Osmose, Dialyse Abhängigkeit der Gleichgewichtslage von Temperatur, Art und Konzentration der Stoffe, Donnan-Gleichgewicht	
3.3	**Säure/Base-Reaktionen**		
3.3.1	Definition	von Brönsted-Säuren/Basen	
3.3.2	dissoziationsabhängige Größen	pH-, pK_s- und pK_b-Werte, starke und schwache Säuren und Basen, Messung von pH-Werten, Titrationskurven	
3.3.3	Beispiele, Anwendung	Dissoziation von Schwefelsäure, Chlorwasserstoff, „Kohlensäure“, Phosphorsäure, Zitronensäure, Natriumhydroxid und Ammoniak in Wasser, Reaktionsgleichungen, konjugierte Säure/Base-Paare, Ampholyte	

3.3.4	Neutralisation, Puffer	Neutralisation, pH-Werte von Salzlösungen, Pufferlösungen, pH-Optimum, Puffergleichung des Phosphatpuffers (pH=7,2) und des Hydrogencarbonat/CO_2-Puffers, Pufferkapazität	
3.3.5	Lewis-Säuren /Basen	Definition	
3.4	**Redox-Reaktionen**		
3.4.1	Definitionen	Definition der Redox-Reaktion: Elektronenabgabe/Elektronenaufnahme, Oxidationsmittel/Reduktionsmittel, oxidiertes/reduziertes Produkt, Dehydrierung/Hydrierung	
3.4.2	einfache Reaktionsgleichungen	Erkennen von Redox-Reaktionen und Ergänzung einfacher Gleichungen, Aufstellen von Gleichungen unter Verwendung einfacher Oxidations- und Reduktionsmittel	
3.4.3	elektrochemische Zellen	Beschreibung einfacher elektrochemischer Zellen, Elektrodenpotential, Normalwasserstoffelektrode, Spannungsreihe, Nernst’sche Gleichung	
3.4.4	Redox-Reaktionen	Knallgas-Reaktion, pH-Abhängigkeit des Redox-Potentials, Energiebilanz, Atmungskette (s. 12.8)	
3.4.5	biochemische Redoxreaktionen	biologisch relevante Redoxreaktionen von Kohlenstoffverbindungen: Alkohole/Aldehyde/Carbonsäuren, Alkohole/Ketone, Hydrochinon/Chinon, Alkan/Alken, Thiole/Disulfide	
3.5	**Bildung und Eigenschaften der Salze**		
3.5.1	Bildung	Bildung aus den Elementen (einfache Beispiele) und durch Neutralisation	
3.5.2	Eigenschaften	Löslichkeit in Wasser, Dissoziation, Hydratation, Lösungswärme, Seifen	
3.5.3	schwerlösliche Salze	Fällungs-Reaktionen	
3.5.4	elektrochemische Anwendung	Elektrolyse	
3.5.5	biochemisch wichtige Salze	Beispiele, die 10 am häufigsten vorkommenden Kationen und Anionen, Spurenelemente	
3.6	**Ligandenaustausch-Reaktionen**		
3.6.1	Ligandenaustausch-Reaktionen, Eigenschaften	Erkennen von Ligandenaustausch-Reaktionen, Anwendung des Massenwirkungsgesetzes, Stabilität von Metallkomplexen, Komplexkonstanten, Chelat-Effekt, Veränderung der Eigenschaften von Metallionen durch Komplexierung, Ionenkanäle	

3.6.3	Beispiele	biochemische und medizinische Bedeutung an ausgewählten Beispielen	
3.7	**Additions/Eliminierungs-Reaktionen**		
3.7.1	Additionen, Eliminationen	Hydrierung/Dehydrierung und Hydratisierung/Dehydratisierung an einfachen Beispielen, Erkennen bei vorgegebenen biochemischen Reaktionen	
3.7.2	Reaktionen der Carbonylgruppe	von Aldehyden und Ketonen mit Wasser, Alkoholen und primären Aminen	
3.7.3	Tautomerie, Kondensationen	Keto-Enol-Tautomerie; Aldol-Kondensation, Ester-Kondensation, Bezug zur Mevalonsäure- bzw. Fettsäure-Biosynthese	
3.8	**Substitutionsreaktionen**		
3.8.1	Reaktionsablauf, reaktive Teilchen	Lösen und Knüpfen kovalenter Bindungen: Radikal, Nucleophil, Elektrophil	
3.8.2	Reaktionen am gesättigten Kohlenstoffatom	nucleophile Substitution zur Erzeugung der unter 2.3.5 genannten funktionellen Gruppen; Bezug zur Funktion von S-Adenosyl-Methionin (SAM) als Methylierungsmittel	
3.8.3	Reaktionen am ungesättigten Kohlenstoffatom	Bildung/Hydrolyse von Carbonsäureestern und Carbonsäureamiden	
3.8.4	Carbonsäureamide	Säure-Base-Verhalten der Amide, partieller Doppelbindungscharakter; Thermodynamik vs. Kinetik der Amidhydrolyse in Wasser	
3.8.5	Aromaten	Reaktionen an Aromaten (einfache Beispiele für Bromierung, Acylierung, Alkylierung, Sulfonierung)	
3.9	**Sonstige Reaktionen**		
3.9.1	Nukleinsäuren	Keto-Enol-Tautomerie: tautomere Formen der Nukleinbasen	
3.9.2	Carbonsäuren	Decarboxylierung	
3.9.3	„anorganische“ Säuren	Veresterung und Amidbildung bei Schwefelsäure, „Kohlensäure“ und Phosphorsäure (biochemische Beispiele)	
Chemie biologisch und medizinisch relevanter Naturstoffe			
4	**Kohlenhydrate**		
4.1	**Monosaccharide**		
4.1.1	Klassifizierung	Triosen, Tetrosen, Pentosen, Hexosen, Aldosen, 2-Desoxyaldosen, Ketosen, Pyranosen, Furanosen, Aminozucker	s. Anmerkung in 2.1

4.1.2	Beispiele	Glycerinaldehyd, Ribose, Desoxy-ribose Glucose, Fructose, Mannose, Galactose Glucosamin, Galactos-amin, N-Acetyl-Neuraminsäure	
4.1.3	Schreibweisen	Erkennen von vorgegebenen Verbin-dungen (s. 2.5) in der Fischer-Projek-tion, Haworth-Formel und Sessel-form-Schreibweise	
4.1.4	Stereochemie	D- und L-Reihe, α- und β-Anomere, $^4C_1$-Konformation bei Pyranosen der D-Reihe	
4.1.5	Reaktionen	Prinzip der Umsetzung mit: alkoholischen OH-Gruppen (Halb-acetale und Acetale), Aminen, Oxidationsmitteln (-onsäuren, -uron-säuren), Reduktionsmitteln (Zuckeralkohole)	
4.2	**Disaccharide**		
4.2.1	Klassifizierung, Aufbau	1,4-,1,6-Verknüpfung, α- und β-glykosidische Bindung (Haworth- oder Sesselform- Schreibweise), Er-kennen der enthaltenen Monosaccha-ride	
4.2.2	Beispiele	Saccharose, Lactose, Maltose, Iso-maltose	
4.2.3	Reaktionen	Bildung durch Kondensation, säure- oder enzymkatalysierte Hydrolyse zu Monosacchariden	
4.3	**Oligo- und Polysaccharide**		
4.3.1	Klassifizierung, Aufbau	Homo-, Heteroglykane, Erkennen der enthaltenen Monosac-charide, α- und β-glykosidische Bin-dung, Kennzeichnung von Haupt- und Nebenketten, linearer oder heli-kaler Aufbau der Hauptkette	
4.3.1	Struktur	Strukturprinzip von Glykogen, Stär-ke, Zellulose, Glykosaminoglykanen	
5	**Aminosäuren, Peptide, Proteine**		
5.1	**Aminosäuren**		
5.1.1	Klassifizierung	L-Reihe (Fischer-Projektion, Stereo-formel), α-Aminogruppe, proteinogen - nicht proteinogen, essentiell - nicht essentiell, hydrophobe - hydrophile Reste	

5.1.2	Eigenschaften	Struktur in Abhängigkeit vom pH-Wert (Ampholyte), isoelektrischer Punkt, saure, neutrale, basische Aminosäuren, Wanderungsrichtung im elektrischen Feld bei vorgegebenem pH-Wert, Verhalten an Ionenaustauschern, Puffereigenschaften, Redoxverhalten (Cystein - Cystin)	
5.1.3	Beispiele	die proteinogenen Aminosäuren, Ornithin, Citrullin, β-Alanin, Homocystein	
5.1.4	Reaktionen	Aminogruppe: Bildung von Schiff'schen Basen, Amiden, Carboxylgruppe: Bildung von Estern und Anhydriden, Amiden, Decarboxylierung, Disulfidbrücken, N- und O-Glykoside	
5.2	**Peptide**		
5.2.1	Klassifizierung, Aufbau	Di-, Tri-, Oligo- und Polypeptide, Erkennen der C- und N-terminalen Aminosäure, Sequenz, Erkennen der enthaltenen Aminosäuren bei vorgegebener Strukturformel	
5.2.2	Peptidbindung	Erkennen in vorgegebenen Verbindungen, Ladungsverteilung, partieller Doppelbindungscharakter, herabgesetzte Basizität des N-Atoms	
5.2.3	Reaktionen	Synthese durch Kondensation (Aktivierung der Carboxylgruppe), Hydrolyse unter dem Einfluss starker Säuren oder Basen	
5.3	**Proteine**		
5.3.1	Klassifizierung, Aufbau	einfache Proteine, zusammengesetzte Proteine (Glykoproteine, Metalloproteine, Proteine mit prosthetischen Gruppen, Lipoproteine), globuläre und fibrilläre Proteine, Primärstruktur (Sequenz), Sekundärstruktur (α-Helix, Faltblattstruktur), Tertiär- und Quartärstruktur (Definition, Bindungsarten zur Stabilisierung der Proteinstruktur), native und denaturierte Proteine, Domänen und Strukturmotive	

5.3.2	Eigenschaften	Ampholyte, Puffer, hydrophile/hydrophobe Proteine, Beeinflussung der Löslichkeit (Temperatur, Salze, organische Lösungsmittel, pH-Wert), Denaturierung, Wanderung im elektrischen Feld, analytische und präparative Trennung nach Ladung, Molmasse, Affinität	
5.3.3	Strukturaufklärung	Hydrolyse, Bestimmung des N-Terminus, Prinzip der Sequenzierung	
6	**Fettsäuren, Lipide**		
6.1	**Fettsäuren**		
6.1.1	Klassifizierung	geradzahlig – ungeradzahlig, gesättigt – ungesättigt, Nomenklaturprinzipien, essentiell - nicht essentiell	
6.1.2	Beispiele	Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Arachidonsäure	
6.1.3	Eigenschaften	Löslichkeit, Anionen als oberflächenaktive Stoffe, Seifen, Bildung von Phasengrenzflächen und Mizellen in Wasser	
6.1.4	Reaktionen	Bildung von Estern und Amiden, Reaktivität der ungesättigten Fettsäuren an der Doppelbindung	
6.2	**Acylglycerine**		
6.2.1	Klassifizierung, Struktur	Triacylglycerine, Phosphoglycerine	
6.2.2	Eigenschaften	Löslichkeit, Bildung von Phasengrenzflächen und Mizellen in Wasser, Bildung von Doppelschichten und Liposomen	
6.3	**Sphingolipide**		
6.3.1	Klassifizierung, Struktur	Sphingosin als der zugrunde liegende Alkohol, Strukturelemente von Sphingolipiden	
6.3.2	Eigenschaften	Beteiligung von Sphingolipiden am Aufbau von Lipiddoppelschichten, Vorstufen für Signalmoleküle	
6.4	**Steroide**		
6.4.1	Klassifizierung, Struktur	Isopren als Grundstruktur der Isoprenlipide, strukturelle Merkmale von Cholesterin, Gallensäuren und Steroidhormonen	

7	**Nukleotide, Nukleinsäuren, Chromatin**		
7.1	**Nukleotide**		
7.1.1	Struktur	Basen: Purin- und Pyrimidinbasen, Pentosen Nukleoside sowie deren Mono-, Di- und Triphosphate, zyklische Nukleotide, N-glykosidische Bindungen, Phosphorsäureester- und -anhydridbindung	
7.1.2	Reaktionen	Spaltung der glykosidischen Bindungen sowie der Phosphorsäureester- und -anhydridbindungen durch Hydrolyse	
7.2	**Nukleinsäuren**		
7.2.1	Klassifizierung	DNA, RNA (mRNA, tRNA, rRNA, snRNA, hnRNA)	
7.2.2	Struktur	Prinzip des Aufbaus eines DNA- bzw. RNA-Einzelstrangs, der DNA-Doppelhelix, 5'- und 3'-Ende, Phosphodiesterbindung, Gesetzmäßigkeiten der Basenpaarung, Wasserstoffbrücken, große und kleine Furche der DNA, DNA-Topologie	
7.2.3	Reaktionen	Abbau durch enzymatische Hydrolyse, Hybridisierung, Denaturierung, Änderung der Viskosität, UV-Absorption	
7.3	**Chromatin**		
7.3.1	Struktur	Aufbau aus DNA, Histonen und Nicht-Histon-Proteinen, Struktur der Nukleosomen	
8	**Vitamine, Vitaminderivate, Coenzyme**		
8.1	**Allgemeines**		
8.1.1	Definition und Klassifikation	Vitaminbegriff, Zuordnung von Namen und Buchstabenkurzform, Einteilung in wasser- und lipidlöslich	
8.1.2	Herkunft, Stabilität	Vorkommen der in 8.1.3 genannten Vitamine in wichtigen Nahrungsmitteln, Stabilität bei der Zubereitung von Nahrungsmitteln (Erhitzen, Licht- und Sauerstoffeinwirkung; s.a. 22.2.5)	
8.1.3	Beispiele	Erkennen bei vorgegebener Struktur, bei zusammengesetzten Molekülen Erkennen der Bausteine: Cholecalciferol (D_3) und sein 1,25-Dihydroxyderivat (Calcitriol), Phyllochinone, Tocopherole, Retinsäure, Retinal, Retinol,	

		Thiamin und Thiamindiphosphat, Riboflavin, FMN, FAD, Nicotinsäureamid, $NAD(P)^+$, NAD(P)H, Pyridoxin und Pyridoxalphosphat, Biotin, Cobalamin, Folsäure, Ascorbinsäure	
8.2	**Biochemischer Mechanismus**		
		Zusammenhang zwischen Vitamin und Coenzym, Kennzeichnung der funktionellen Gruppe, Beteiligung an Enzymreaktionen, Signaltransduktion, Antioxidation	
8.3	**Pathobiochemie**		
		Avitaminosen, Hypo- und Hypervitaminosen, Störungen des Vitaminmetabolismus	Rachitis, Perniziosa, Nachtblindheit, Spina bifida
9	**Grundlagen der Thermodynamik und Kinetik**		
9.1	**Grundbegriffe der Energetik und Kinetik**		s. Anmerkung in 2.1
9.1.1	endergon/exergon,endotherm/exotherm	Definition der Begriffe	
9.1.2	Gibbs' freie Energie (=freie Reaktionsenthalpie)	ΔG: maximal geleistete Arbeit bei reversibel isotherm und isobar geführten Prozessen in geschlossenen Systemen	
9.1.3	Reaktionsenthalpie	ΔH: Reaktionswärme einer isotherm und isobar geführten Reaktion	
9.1.4	Reaktionsentropie	ΔS: Maß für die Änderung des Ordnungszustandes eines Systems im Verlauf einer Reaktion	
9.1.5	Gibbs-Helmholtz-Gleichung	Kenntnis, dass in geschlossenen Systemen (isotherm, isobar) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ gilt, Bedeutung der Gleichung	
9.1.6	Änderung von Gibbs' freier Energie bei Konzentrationsänderungen	Berechnung an biochemisch wichtigen Beispielen, Zusammenhang zwischen Gibbs' freier Energie (ΔG) und Gibbs' freier Standardenergie (ΔG^0 und $\Delta G^{0'}$)	
9.1.7	Gibbs' freie Energie und EMK („elektromotorische Kraft“)	Bedeutung der Gleichung $\Delta G = -z \cdot F \cdot \Delta E$, Berechnungen an biochemisch wichtigen Beispielen	
9.1.8	Reaktionsgeschwindigkeit	zeitliche Änderung der Konzentration (dc/dt) als Maß für die Reaktionsgeschwindigkeit für eine gegebene Reaktion, Bedeutung des Vorzeichens	

9.1.9	Reaktionsordnung	Definition des Begriffs Reaktionsordnung, Kriterien, an denen die Reaktionsordnung (0., 1., 2. sowie pseudonullte und -erste Ordnung) erkannt wird	
9.1.10	geschwindigkeitsbestimmender Teilschritt	Erkennen des geschwindigkeitsbestimmenden Teilschritts in einer aus mehreren Teilreaktionen bestehenden Reaktionskette (bei Angabe entsprechender Größen)	
9.1.11	Energieprofil	Erkennen von "Übergangszustand" (aktivierter Komplex), "Zwischenstufe", "Aktivierungsenergie" (ΔG^*) und "Reaktionsenergie" (ΔG) anhand einer Skizze des Energieprofils einer Reaktion, Angabe der Ordinatenbezeichnung	
9.1.12	Parallelreaktionen	Erkennen der bevorzugt ablaufenden Reaktion in einem System mit mehreren Reaktionswegen mit unterschiedlicher Aktivierungsenergie	
9.1.13	Katalyse	Wirkungsweise eines Katalysators: Einfluss des Katalysators auf Reaktionsgeschwindigkeit, Aktivierungsenergie, Gleichgewichtslage	

Funktionelle Biochemie

10	**Bioenergetik und Biokatalyse**		
10.1	**Energetik und Kinetik biochemischer Reaktionen**		
10.1.1	reversible Reaktionen	Beurteilung der Reaktionsrichtung reversibler biochemischer Reaktionen bei Kenntnis der Gleichgewichtskonstanten, der Konzentrationen der Ausgangsstoffe und von Gibbs‘ freier Energie	
10.1.2	Fließgleichgewicht	(dynamisches Gleichgewicht, "steady state"), Bedeutung in offenen Systemen	
10.1.3	gekoppelte Reaktionen	Ablauf einer endergonen Reaktion durch energetische Kopplung mit einer exergonen Reaktion	
10.1.4	"energiereiche" Verbindungen, Gruppenübertragungspotential	Größenordnung (kJ/mol) der freien Energie der Hydrolyse "energiereicher" Verbindungen (z.B. ATP, GTP, Kreatinphosphat, Acetyl-CoA, PEP), Unterschied zwischen Phosphorsäureester- und Phosphorsäureanhydrid-Bindung	
10.1.5	Biokatalyse	Enzyme als Biokatalysatoren, Proteinnatur von Enzymen, Isoenzyme, Ribozyme, Peptidyltransferase, Definition der Begriffe: Substratspezifität, Stereoselektivität - Stereospezifität, "aktives Zentrum" und "prosthetische Gruppe", Bedeutung von Coen-	Enzymdiagnostik

		zymen (Cosubstrate, Cofaktoren)	
10.1.6	Enzymkinetik	Michaelis-Menten-Beziehung, kinetische Größen zur Kennzeichnung eines Enzyms (Definition, graphische Darstellung einer Enzymkinetik): Substratsättigung, Enzymaktivität, Enzymmenge, Halbsättigungskonzentration, Unit (µmol/min), Unit/Bezugsgröße (Serum: Volumen; Protein: Masse; Enzym: Molmenge)	
10.1.7	Hemmung von Enzymen	kompetitive und nichtkompetitive Hemmung, Beispiele, Erkennen des Hemmtyps in graphischer Darstellung	ACE-Hemmer, Cyclooxygenasehemmer, Penicillin, Allopurinol, Schwermetallintoxikationen
10.1.8	Enzymaktivität	Einfluss des Milieus (Temperatur, pH-Wert, Ionen, Substrate, Produkte, Effektoren)	Hyperthermie, Verdauungsenzyme
10.1.9	photometrische Methoden	Absorptionsspektrometrie zur Bestimmung kinetischer Größen, Lambert-Beer’sches Gesetz (Berechnungen bei Vorgabe der Gleichung), Wellenlängenabhängigkeit der Extinktion (s.a. Physik Kap. 7), Prinzipien der enzymatischen Substratkonzentrationsbestimmung und der Enzymaktivitätsbestimmung	Photometrie in der klinisch-chemischen Diagnostik
11	**Prinzipien der Stoffwechselregulation**		
11.1.1	Regulation der Enzymaktivität durch die Substratkonzentration	z.B. Regulation von Glucokinase und Hexokinase	Blutglucoseregulation, Steuerung der Insulinsekretion
11.1.2	negative Rückkopplung	kompetitive Produkthemmung (z.B. Regulation der Hexokinase), Hemmung durch Endprodukt eines Synthesewegs (z.B. Regulation der ALA-Synthase)	Porphyrie
11.1.3	allosterische Regulation	Enzyme mit hyperboler und sigmoider Kinetik (z.B. Phosphofructokinase-1, Isocitratdehydrogenase)	Stoffwechsellage bei Diabetes mellitus Typ I
11.1.4	enzymgesteuerte chemische Modifikation von Enzymen	chemische Modifikation, Beeinflussung von Enzymaffinität und/oder -aktivität z.B. durch Phosphorylierung, Bedeutung interkonvertierender Enzyme bzw. von Enzymkaskaden z.B. Glykogen-Synthase und –Phosphorylase, Pyruvat-Dehydrogenase, ADP-Ribosylierung z.B. von G-Proteinen	Pertussis, Cholera
11.1.5	Induktion und Repression der Enzymsynthese	Veränderung der Enzymkonzentration durch Steigerung/Drosselung der Enzymsynthese auf der Transkriptions- und Translationsebene (z.B. Regulation der Gluconeogenese und der Glykolyse	Induktion des Cytochrom-P_{450}-Systems durch Pharmaka, Steroid-Rezeptoren als pharmakologische Angriffspunkte

		durch Hormone) und/oder des Enzymabbaus (z.B. Adaptation der hepatischen Arginase-Konzentration an unterschiedliche Ernährungssituationen), Begriff des Protein-Turnovers	
11.1.6	limitierte Proteolyse	Bildung aktiver Enzyme aus inaktiven Vorstufen, z.B. Verdauungsproteasen, Gerinnungsfaktoren, Komplementfaktoren	akute Pankreatitis, Gerinnungsstörungen
11.1.7	Protein-Protein-Interaktion	z.B. G-Proteine, Hsps und Steroidhormon-Rezeptoren	Wirkung von Katecholaminen, Sehvorgang
12	**Kataboler Stoffwechsel und Energiegewinnung**		
12.1	**„Energiereiche“ Verbindungen**		
		Säureanhydride, Thioester, Enolphosphat- und Phosphoamid-Verbindungen	
12.2	**Kohlenhydratabbau**		
		Glykogenolyse, Glykolyse, Abbau von Fructose, Galactose, Zwischenprodukte, Cofaktoren, Prinzip der Energiegewinnung in der Glykolyse durch Substratkettenphosphorylierung, intrazelluläre Lokalisation, oxidativer Teil des Pentosephosphatwegs	Hunger, Anpassung des Kohlenhydratstoffwechsels an kurzzeitige und Dauerleistungen, Glykogenosen, Galaktosämie, Fructose-Intoleranz, Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase-Mangel
12.3	**Triacylglycerin- und Fettsäureabbau**		
		Triacylglycerinlipasen, Bedeutung der Nahrungskarenz, Aufnahme von Fettsäuren in die Zelle und in die Mitochondrien, Abbau von Fettsäuren (β-Oxidation), Zwischenprodukte und Cofaktoren, intrazelluläre Lokalisation	Carnitin-Mangel
12.4	**Ketonkörpersynthese und –abbau**		
		Synthese von Ketonkörpern in der Leber aus Acetyl-CoA, intrazelluläre Lokalisation, Ketonkörperbildung bei längerer Nahrungskarenz und bei Diabetes mellitus, Abbau von Ketonkörpern in extrahepatischen Geweben, Entstehung von Aceton, Ausscheidung durch die Nieren und die Lunge	ketoazidotisches Coma diabeticum
12.5	**Protein- und Aminosäureabbau**		
12.5.1	Proteinabbau	intrazelluläre Proteolyse: Lysosomen, Proteasomen	lysosomale Speicherkrankheiten
12.5.2	Transaminierung und Desaminierung, Decarboxylierung	Substrate, Enzyme und Coenzyme	
12.5.3	Wege des Kohlenstoffs	Zuordnung proteinogener Aminosäuren zu Abbaufamilien, glucogene Aminosäuren,	Störungen des Abbaus, z.B. bei Phenylketonurie

		Organbeteiligung (Rolle von Leber, Muskel und Niere)	
12.5.4	Wege des Stickstoffs	Harnstoff- und Glutaminbildung: Bereitstellung von Ammoniak und Aspartat zur Einschleusung des Stickstoffs in den Harnstoffzyklus, Zwischenprodukte, Ammoniakbildung, Organbeteiligung, Aminosäuren als Ausgangssubstanz für Synthesen	Leberinsuffizienz, Hyperammonämien, Hepato-renale Kompensation von Azidosen und Alkalosen
12.6	**Ethanolabbau**		
		NAD^+-abhängige Oxidation zu Acetat in der Leber, Acetat-Oxidation in extrahepatischen Organen	Alkoholkrankheit
12.7	**Pyruvat-Dehydrogenase, Citratzyklus**		
		Mechanismus und Stoffwechselbedeutung der Pyruvat-Dehydrogenase, Abbau von Acetyl-CoA zu CO_2, Zwischenprodukte, Cofaktoren, intrazelluläre Lokalisation, Funktion und Regulation des Zyklus, Entnahme und Einschleusung von Zwischenprodukten	primär-biliäre Zirrhose
12.8	**Atmungskette und oxidative Phosphorylierung**		
12.8.1	Aufbau	Multienzymkomplexe in der inneren Mitochondrienmembran, Komplexe I - V: Strukturprinzip der Cytochrome, Schwefel-Eisen- und Flavo-Proteine sowie des Ubichinons	Störungen bei Substratmangel oder Hypoxie, Myopathien, Enzephalopathien, Cyanid-Vergiftung
12.8.2	Arbeitsweise	Transport von Reduktionsäquivalenten durch die Mitochondrienmembran, mitochondriale Transportsysteme, Reoxidation von NADH und $FADH_2$, Kopplung zwischen Elektronentransport und Phosphorylierung, ATP-Bildung durch Aufbau und Ausnutzung des elektrochemischen Gradienten, Aufbau und Mechanismus der ATP-Synthase, ADP/ATP-Transport, Atmungskontrolle durch ADP, Möglichkeiten und Folgen der Entkopplung bzw. der Hemmung des Elektronentransports sowie der Hemmung der Phosphorylierung und des ATP-Transports, Entkopplungsproteine, Thermogenese	
12.9	**Pathobiochemie**		
		angeborene Enzymdefekte als Ursachen von Erkrankungen (z.B. Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase-Mangel, Pyruvatkinase-Mangel, Fructose-Intoleranz, Argininosuccinat-Lyase-Mangel, Phenylketonurie),	

		Defekte mitochondrialer Proteine, Wirkungen von Enzymgiften	
13	**Bildung von Energiespeichern**		
13.1	**Kohlenhydrate**		
13.1.1	Verwertung von Glucose	Fluss und Verwertung von Glucose nach Nahrungsaufnahme und bei Nahrungskarenz, Mechanismen der Glucoseaufnahme in Zellen durch Glucosetransporter (GLUTs) und Na^+-abhängigen sekundär aktiven Glucosetransport	Homöostase der Blutglucose Einfluss anaboler und kataboler Hormone Diabetes mellitus
13.1.2	Gluconeogenese	Bildung von Glucose aus Lactat, aus glucogenen Aminosäuren sowie aus Glycerin, Schlüsselenzyme der Gluconeogenese; Zwischenprodukte zwischen Pyruvat und Glucose, Cofaktoren, intrazelluläre Lokalisation, Organbeteiligung	Gluconeogenese-steigernde Hormone und Pharmaka
13.1.3	Glykogensynthese	Bildung von Glykogen aus Glucose, Zwischenprodukte, Cofaktoren, Organbeteiligung	
13.2	**Lipide**		
13.2.1	Verwertung von Lipoproteinen und Fettsäuren	Bildung, Fluss und Verwertung von Lipoproteinen sowie Fluss und Verwertung von Fettsäuren nach Nahrungsaufnahme	Hyperlipoproteinämien, Atherosklerose Adipositas
13.2.2	Fettsäuresynthese	aus Acetyl-CoA, Acetyl-CoA-Carboxylase, Beteiligung von Malonyl-CoA, Fettsäuresynthase-Komplex, Herkunft von Acetyl-CoA und NADPH, intrazelluläre Lokalisation	
13.2.3	Triacyglycerinsynthese	Bildung von Triacylglycerinen, Zwischenprodukte, Cofaktoren, intrazelluläre Lokalisation, Organbeteiligung	Fettleber infolge von Alkoholabusus
13.3	**Proteine**		
		Synthese nicht-essentieller Aminosäuren aus α-Ketosäuren, Aufnahme essentieller Aminosäuren durch die Nahrung, Proteine als Energiereserve	Lebererkrankungen, Vitaminmangel, Proteinmangelernährung
13.4	**Regulation der Energiespeicherbildung und –verwertung**		
13.4.1	Bildung von Energiespeichern	kurzfristige und langfristige Wirkung von Insulin auf die Bildung von Glykogen und Triacylglycerinen, Regulation der Glykogensynthase sowie der Acetyl-CoA-Carboxylase, Wirkung von Insulin und Wachstumsfaktoren auf die Proteinsynthese	Stoffwechselveränderungen bei Insulinmangel
13.4.2	Speicherverwertung	kurzfristige und langfristige Wirkung von Glukagon, Katecholaminen und	Sport, Gewichtreduktion

		Glucocorticoiden (s.a. 18.2.2 - 4), Regulation der Glykogenphosphorylase, der Hormon-sensitiven Lipase, der Fructosebisphosphatase, der Phosphoenolpyruvat-Carboxykinase	
13.4.3	Energiegewinnung	Regulation von Teilschritten des Glucoseabbaus und des Citratzyklus (z.B. der Glucokinase-, der Hexokinase-, der Phosphofructokinase-, der Pyruvatkinase-, der Pyruvatdehydrogenase- sowie der Isocitratdehydrogenase-Reaktion)	
13.5	**Pathobiochemie**		
		Stoffwechselveränderungen bei Nahrungskarenz sowie bei Diabetes mellitus Typ I und II, Adipositas, angeborene Störungen der Verwertung von Energiespeichern (z.B. Glykogenose Typ I, Lipoproteinlipase-Mangel)	Pharmakotherapie, diätetische Maßnahmen
Molekularbiologie und Zellbiologie			
14	**Speicherung, Übertragung und Expression genetischer Information**		
14.1	**Nukleotide**		
14.1.1	Synthese	Schritte der Purin- und der Pyrimidinnukleotidsynthese, Bereitstellung von Pentosen (Pentosephosphatweg), Beteiligung von Folsäure, Wiederverwertung von Purin- und Pyrimidinbasen	Folsäureantagonisten, Antimetabolite, Sulfonamide
14.1.2	Funktion	Cosubstrate (Coenzyme), Substrate der Nukleinsäuresynthese, Signalsubstanzen (zweite Boten), Aktivierung von Zuckern und Lipidbausteinen	
14.1.3	Abbau	Wege und Endprodukte des Abbaus von Purin- und Pyrimidinnukleotiden	Gicht, SCID, Adenosindesaminase-Mangel
14.1.4	Pathobiochemie	Störungen des Stoffwechsels oder der Ausscheidung von Purinen	Pharmakotherapie, z.B. mit Allopurinol, Urikosurika
14.2	**Nukleinsäuren**		
14.2.1	Grundbegriffe	Gen als Informationseinheit; Intron, Exon, Promotor, Genom als gesamte genetische Information (DNA-Gehalt) einer Zelle, Größe und Organisation des menschlichen Genoms (kodierend - nichtkodierend; einmal vorkommend - repetitiv), Fluß der genetischen Information: Replikation, Transkription, Translation, Rekombination, Transposition	Mutationen, Chromosomenaberrationen, diagnostische Verfahren
14.2.2	DNA-Replikation	Mechanismen und Enzyme der DNA-Replikation, Komponenten der Replikationssysteme bei Pro- und Eukaryonten, Telomerase,	Tumortherapie

		Hemmstoffe der Synthese von DNA und ihrer Bausteine (Folsäure-Antagonisten, Basenanaloge, Nukleosidanaloge wie z.B. Cytosinarabinosid), Polymerasekettenreaktion (s. a. 14.2.10), Synthese von cDNA durch reverse Transkriptase	
14.2.3	DNA-Schädigung und –Reparatur	DNA-verändernde chemische und physikalische Faktoren und ihre Effekte an DNA (Mutationen), Reparaturmechanismen, Defekte der DNA-Reparatur, Mutationen durch fehlerhafte Reparatur, Karzinogenese s. 14.5.1	Xeroderma pigmentosum, Teleangiektasie
14.2.4	Transkription	Substrate und Mechanismen der RNA-Synthese, RNA-Polymerasen I, II, III und ihre Beziehung zur Synthese einzelner RNA-Typen, Transkriptionsfaktoren, Transkriptionskomplexe, Promotoren, Enhancer- Elemente, primäre Transkriptionsprodukte, posttranskriptionale Prozessierung von RNA (Cap-Struktur, Polyadenylierung, Spleissen), RNA-Editing, Hemmstoffe der Transkription (z.B. α-Amanitin, Actinomycin, Rifamycin), Hemmstoffe von Topoisomerasen	Anwendung in der Antibiotikatherapie, Thalassämien, Diphterietoxin, Vergiftung mit Knollenblätterpilzen
14.2.5	Translation	Proteinsynthese bei Pro- und Eukaryonten: Aktivierung von Aminosäuren, Initiation, Elongation, Termination der Proteinsynthese, Ribosomenstruktur, Polysomen, freie und ER-gebundene Ribosomen, Prinzip des genetischen Codes (Degeneration, Universalität), Hemmstoffe der Proteinsynthese, wie z.B. Streptomycin, Tetracycline, Chloramphenicol und ihre Angriffspunkte	
14.2.6	Regulation der Genexpression	Induktion und Repression der Transkription von Genen, Signalkaskaden nach Aktivierung ektozellulärer Rezeptoren oder DNA-bindender Proteine, Induktion durch Fremdstoffe, Regulation der Translation, z.B. durch Häm	Induktion des Cytochrom-P_{450}-Systems
14.2.7	DNA- und RNA-Viren	Grundzüge der Struktur von DNA- und RNA-Viren, Tumorviren, Vermehrungszyklen von Viren, Aufbau von Retrovirus-Genomen, Onkogene, Inhibitoren der Virusreplikation (Nukleosidanaloge)	Viruserkrankungen, AIDS, antivirale Therapie, virale Vektoren, Gentherapie
14.2.8	DNA-	Transformation, Konjugation, Trans-	bakterielle Virulenz,

	Übertragung	duktion, Transfektion	Gentherapie
14.2.9	in-vitro-DNA-Rekombination, Gentechnik	Restriktionsendonukleasen, reverse Transkriptase, cDNA, Vektoren (z.B. Plasmide, Cosmide), Klonierung von Genen, Genbanken, Expressionsvektoren, Antibiotika-Resistenz, Knock-out- und transgene Tiere	gentechnische Synthese von Peptiden, z.B. Insulin, Wachstumshormon, Faktor VIII
14.2.10	Analyse von Nukleinsäuren	Southern-Blot, Northern-Blot, Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR), Restriktionsfragment-Längen-Polymorphismus (RFLP), genetischer Fingerabdruck, Prinzip der DNA-Sequenzierung	HIV-Diagnostik, Gendiagnostik, Mutations-Screening
14.2.11	Abbau	Enzyme des DNA- und RNA-Abbaus	
14.3	**Faltung und Modifikation von Proteinen**		
14.3.1	Proteinfaltung	Bedeutung der Primärstruktur von Proteinen für die Raumstruktur, Denaturierung und Renaturierung von Proteinen, Bedeutung von Chaperonen, Protein-Disulfid-Isomerase und Prolyl-cis-trans-Isomerase für die Proteinfaltung	Prion-Krankheiten, Alzheimer-Krankheit
14.3.2	Adressierung von Proteinen	Signalsequenzen, Mechanismen der subzellulären Proteinlokalisierung und Proteinsekretion	Mukoviszidose
14.3.3	limitierte Proteolyse	z.B. Prohormon-Konvertasen, z.B. Proenzym-Konvertasen (Enteropeptidase, Aktivierung des Blutgerinnungs- und Fibrinolysesystems)	Blutgerinnung, Fibrinolyse, Komplementsystem, Verdauungsenzyme, Apoptose, Hämophilien, Ehlers-Danlos-Syndrom
14.3.4	Proteinglykosylierung	Prinzip des Aufbaus N- bzw. O-glykosidisch verknüpfter Kohlenhydrat-Seitenketten, Vorkommen von Glykoproteinen und Proteoglykanen	Bedeutung für das Bindegewebe, Alterung, Blutgruppenantigene
14.3.5	Verankerung von Proteinen und Membranen	Acylierung, Isoprenylierung und GPI-Anker	
14.3.6	nicht-enzymatische Glykierung	Bildung von „advanced glycation endproducts“ (AGE)	Diabetes mellitus, Vaskulopathien
14.4	**Proteolyse**		
14.4.1	Proteasen	Einteilung, Mechanismen	
14.4.2	lysosomale Proteasen	Kathepsine; Bedeutung der Proteolyse in Phagolysosomen für Antigen-präsentierende Zellen	spezifische Immunabwehr
14.4.3	zytosolische Proteolyse	Ubiquitinylierung von Proteinen, Abbau im Proteasom, Bedeutung für Antigenpräsentation mit MHC-I-Proteinen	
14.5	**Tumorbiochemie**		
14.5.1	Kanzerogenese	Mutationen durch chemische und physikalische Einwirkungen, Onkogene, Protoonkogene (Einteilung, Funktionen),	strahlenbedingte maligne Erkrankungen, Retinoblastom, familiäre adenomatöse Polypose,

		Tumorsuppressorgene (Retinoblastom-Gen/Protein; p53-Gen/Protein: Funktionen), Mehrschrittprozess der Tumorentstehung, Chromosomale Translokation	chronisch-myeloische Leukämie
14.5.2	Therapie	Zytostatika (Hemmung des DNA-Stoffwechsels, der DNA-Topologie; Resistenzentwicklung)	z.B. Cyclophosphamid, Busulfan
14.5.3	Apoptose	Apoptose als programmierter Zelltod, zellbiologische Veränderungen (Chromatin-Kondensation, -Fragmentierung), Grundzüge der Signalkaskade, Caspasen, onkologische und entwicklungsbiologische Bedeutung	Zelldifferenzierung, Immuntoleranz
15	**Zellstrukturen und interzelluläre Matrix; allgemeine Zytologie**		
15.1	**Prokaryonte Zellen**		
		Bakterien (s.a. Biologie Kap. 3)	
15.2	**Eukaryonte Zellen**		
		Aufbau eukaryonter Zellen, subzelluläre Kompartimentierung von Stoffwechselprozessen, Stoffwechselregulation durch Kompartimentierung, Mechanismen des Stofftransportes durch Vesikeltransport, Transport durch Kanäle und Carrier-Moleküle, Prinzip der Auftrennung subzellulärer Partikel, Leitenzyme subzellulärer Partikel	
15.3	**Membranen**		
15.3.1	Membrankomponenten	Aufbau der Membran als Lipiddoppelschicht, Bausteine und Strukturprinzip von Glycerophospholipiden, Sphingolipiden und Cholesterin, integrale und periphere Membranproteine; Verankerung von Proteinen in der Membran, Bausteine und Strukturprinzip von Glykoproteinen, N- bzw. O-glykosidische Verknüpfung der Kohlenhydratseitenketten, N-Acetylneuraminsäure	Rezeptordefekte, z.B. des LDL-Rezeptors, Sphärozytose, Muskeldystrophien, zystische Fibrose

15.3.2	Bildung und Abbau von Membranen	Synthese von Membranlipiden am endoplasmatischen Retikulum, vesikulärer Transport von Membranen, Vesikelfusion, Membranfluss durch Exo- und Endozytose, Rezeptor-vermittelte Endozytose, Abbau von Membranlipiden durch Phospholipasen und lysosomale Hydrolasen, Bedeutung von Membranlipiden bei der Erzeugung von Signalmolekülen wie Eikosanoiden und Inositoltrisphosphaten	
15.3.3	Funktion	Systeme für transmembranären Transport, Transzytose, Signalerkennung durch Rezeptoren, Informationsaustausch, Zell-Zell-Kontakte, beteiligte Komponenten, Zellidentität	IgA-Sekretion
15.4	**Zellkern**		
15.4.1	Chromatin	Aufbau aus DNA und Histonen, Struktur von Nukleosomen und weiteren Verpackungsebenen	Gentherapie
15.4.2	Kernhülle	Aufbau, Kernporen	
15.4.3	Funktionen	DNA-Replikation, s. 14.2.2, RNA-Synthese, s. 14.2.4, NAD^+-Synthese, Assemblierung ribosomaler Untereinheiten	
15.5	**Mitochondrien**		
15.5.1	Aufbau	äußere und innere Mitochondrienmembran, Intermembranraum, Matrixraum, Cristae	mitochondriale Enzephalomyopathien
15.5.2	Funktionen	z.B. Citratzyklus, Atmungskette und oxidative Phosphorylierung, β-Oxidation der Fettsäuren, s.a. 12.3, 12.8	
15.6	**Lysosomen**		
15.6.1	Entstehung, Aufbau	Biogenese, Einbau lysosomaler Hydrolasen, Protonen-ATPase	lysosomale Speicherkrankheiten, z.B. Cystinose, Mucopolysaccharidosen, Gichtanfall
15.6.2	Funktionen	Fusion mit Phagosomen, Abbau von Makromolekülen, Beziehung zur Antigenpräsentation mit MHC-II-Proteinen	
15.7	**Peroxisomen**		
		peroxisomale β-Oxidation der Fettsäuren, Peroxidasen, Katalase	Zellweger-Syndrom, Adrenoleukodystrophie
15.8	**Endoplasmatisches Retikulum (ER)**		
15.8.1	Aufbau und Zusammen-	glattes und raues ER	

	setzung		
15.8.2	Funktionen	z.B. Synthese von Membranlipiden im glatten ER, Synthese von Membran- oder Sekretproteinen am rauen ER, Adressierung von Proteinen s. 14.3.3	
15.9	**Golgi-Apparat**		
15.9.1	Aufbau	Cis-, medialer und Trans-Golgi, Trans-Golgi-Netzwerk, Vesikeltransport, Mechanismus	
15.9.2	Funktionen	z.B. Reifung und Adressierung von Glykoproteinen, Recyclisierung von Membranbestandteilen	
15.10	**Zytoskelett**		
		Aufbau und Funktion von Mikrotubuli, Actinfilamenten und Intermediärfilamenten	Wirkung von Colchicin, Vinca-Alkaloiden
15.11	**Extrazelluläre Matrix**		
15.11.1	Strukturprinzip, Vorkommen	Kollagene, Elastin, Proteoglykane, Glykosaminoglykane, Hyaluronat, Fibronektin	
15.11.2	Synthese, Abbau	Synthese von Kollagen einschl. posttranslationaler Modifikation, extrazelluläre Vernetzung, Grundzüge der Synthese und extrazellulären Vernetzung von Elastin, Grundzüge der Synthese von Glykosaminoglykanen, Abbau durch extrazellulär wirkende Proteasen und lysosomale Hydrolasen	Kollagenosen, Osteogenesis imperfecta, Marfan-Syndrom, Mucopolysaccharidosen
15.11.3	Funktion	Funktion von Kollagenen, Elastin, Proteoglykanen, Hyaluronat und Fibronektin	
15.12	**Zellzyklus**		
		G_0, G_1, S-, G_2-Phase des Zellzyklus, zeitlicher Ablauf der einzelnen Phasen, Vorgänge während dieser Phasen, Regulation des Übergangs in die verschiedenen Phasen durch Cycline und Cyclin-abhängige Proteinkinasen, Retinoblastom-Protein, Regulation des Zellzyklus durch Wachstumsfaktoren, Mitosehemmstoffe	Entstehung und Therapie von Malignomen
15.13	**Apoptose**		
		s. 14.5.3	
15.14	**Pathobiochemie**		
		Rezeptordefekte: Defekt des Apolipoprotein-B/E-Rezeptors, Transportstörungen: Cystinurie, Mukoviszidose, Kollagendefekte, Sphingolipidosen	

16	**Säure-Basenhaushalt, Wasser- und Elektrolythaushalt, Spurenelemente**		
16.1	**Säure-Basen-Haushalt**		
		(s.a. Physiologie 5.10)	
16.1.1	Protonenbilanz	Protonen-bildende und -verbrauchende Prozesse	Ursachen und Folgen von Azidosen und Alkalosen
16.1.2	pH-Regulation	Henderson-Hasselbalch-Gleichung, Puffersysteme des Bluts, Bedeutung von Lunge, Leber und Nieren für die pH-Regulation, Pufferkapazität im geschlossenen und offenen System am Beispiel des CO_2/Hydrogencarbonat-Puffers	
16.2	**Wasser- und Elektrolyt-Haushalt**		
16.2.1	Wasserhaushalt	s. Physiologie 9.1	
16.2.2	Elektrolyt-stoffwechsel	s. Physiologie 9.1, Resorption, Transport, Speicherung und Ausscheidung von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chlorid, Phosphat, Hydrogencarbonat	arterielle Hypertonie
16.2.3	Funktionen der Elektrolyte	Bedeutung wichtiger Elektrolyte für Osmoregulation, Membranpotential und Erregungsleitung, Enzymkatalyse und -regulation, transmembranären Transport, intrazelluläre Signalgebung, Elektroneutralität	
16.2.4	Regulation	Regulation des Natrium/Kalium- sowie des Calcium- und Phosphat-Haushaltes (s.a. 18.6)	
16.3	**Spurenelemente**		
16.3.1	Eisen	Funktion des Eisens beim Elektronen- und Sauerstofftransport, Grundzüge der Eisenresorption und des Eisenstoffwechsels, Bedeutung von Ferritin und Transferrin, Regulation des zellulären Eisenstoffwechsels	Eisenmangelanämie, Hämosiderose, Hämochromatose
16.3.2	Kupfer	Bedeutung von Kupfer für die katalytische Aktivität von Oxidasen, Kupfer-Resorption und -Transport im Blut, Kupfer-ATPasen, Bedeutung der Superoxiddismutase	Morbus Wilson, Menkes-Erkrankung, German Childhood Cirrhosis
16.3.3	Zink	Cofaktor von Enzymen, Zinkfinger	Wundheilungsstörungen bei Zink-Mangel
16.3.4	Iod	Vorkommen von Iodid in der Nahrung, Resorption,Transport im Blut, Aufnahme und Speicherung in der Schilddrüse (s.a. 18.3.2)	Iodmangelstruma
16.3.5	Selen	Selenocystein als Bestandteil von Enzymen, oxidativer Stress	
16.4	**Pathobiochemie**		
		Grundzüge von Hypo- und Hyperaldosteronismus, Ursachen und Kompensationsmecha-	

		nismen von metabolischen und respiratorischen Azidosen und Alkalosen (s.a. Physiologie 5.10.4), Ursachen und Folgen von Hämosiderosen, Hämochromatosen und Eisenmangel	
17	**Bewegung**		
17.1	**Kontraktile Systeme**		
17.1.1	Actomyosin-System in Muskelzellen	Myosin, Actin, Tropomyosin und Troponin bzw. Calmodulin Untereinheiten des Troponins, Quartärstruktur der dicken und der dünnen Filamente, Aufbau des Sarkomers, Unterschiede zwischen glatter und quergestreifter Muskulatur, Energiebereitstellung s. 25.1, Kontraktion, Relaxation s. 25.2	Kardiomyopathien, Diagnostik des Herzinfarkts
17.2	**Motile Systeme**		
17.2.1	mikrotubuläres System	mitotischer Spindelapparat, Zilien, Flagellen, axonaler Transport, Wechselwirkung von Tubulin mit Kinesin und Dynein, Wirkung von Colchicin und Vinblastin	
17.2.2	Actin und Myosin in Nichtmuskelzellen	β- und γ-Actin, Bedeutung von Actinfilamenten für die Struktur von Mikrovilli, Zytokinese in Nichtmuskelzellen, Akrosomenreaktion von Spermien, Motilität von Fibroblasten	
17.3	**Pathobiochemie**		
		Myasthenia gravis als Rezeptordefekt, Muskeldystrophien als Folge von Mutationen im Dystrophin-Gen, Carnitinmangel-Myopathien	
18	**Hormone und Zytokine**		
18.1	**Grundlagen**		
18.1.1	Aufbau des Hormonsystems und Grundlagen der hormonellen Kommunikation	Auto-, para- und endokrine Wirkungen, endokrine Drüsen, Hormon-produzierende Gewebe, Prinzip der neurohormonalen Kopplung, hormonelle Regelkreise, Transport, Rezeptoren, Inaktivierung	
18.1.2	Hormone und Zytokine	Definition, Klassifizierung nach Bildungsort (glanduläre Hormone, Gewebshormone, Zytokine), nach chemischer Struktur (Proteine, Peptide, Aminosäurederivate, Steroide, Fettsäurederivate), nach Funktion, vesikuläre Speicherung oder Bedarfsgesteuerte Neusynthese, Transport im Blut, Grundzüge des Abbaus	
18.1.3	Hormon- und Zytokinrezep-	Liganden-aktivierte Transkriptionsfaktoren als intrazelluläre Hormonrezep-	

	toren	toren, Membran-assoziierte Rezeptoren (z.B. 7-Transmembrandomänen-Rezeptoren, Tyrosinkinase-Rezeptoren), Hormonresistenz als Folge von Mutationen im Rezeptorgen	
18.1.4	Signaltransduktion	heterotrimere und andere G-Proteine als molekulare Schalter, cAMP, cGMP, Inositol-trisphosphat, Diacylglycerin, Calcium als zweite Botenstoffe ("second messenger"), Proteinkinasen, Signaltransduktion durch Phosphorylierung von Rezeptoren und Signalproteinen und durch Protein-Protein-Wechselwirkungen	
18.1.5	neurohormonale Kopplung	Neurosekretion, Umsetzung neuronaler Information über neurosekretorische Zellen in hormonelle Information, Releasing Hormone (Liberine) und Freisetzung-hemmende Hormone (Statine), sympathische und parasympathische Einflüsse auf die Insulinsekretion, Sympathikus-Reizung und Adrenalin/Noradrenalin-Sekretion	
18.2	**Stoffwechselregulation**		
18.2.1	Insulin	Struktur, Bildungsort, Mechanismus der Synthese, Speicherung, Regulation der Sekretion, organspezifische Wirkung (Stimulierung der Glucoseaufnahme durch GLUT4-Translokation, Senkung der cAMP-Konzentration, Stimulierung der Aminosäureaufnahme), Wirkung auf die Glucose-, Aminosäure- und Fettsäurekonzentration des Blutes, Regulation der Enzymaktivitäten der Glykolyse und der Synthese von Glykogen, Triacylglycerinen und Proteinen, Inaktivierung	Diabetes mellitus, Insulinom
18.2.2	Glukagon	Struktur, Bildungsort, Synthese, Speicherung und Regulation der Sekretion, organspezifische Wirkung auf den Glykogenstoffwechsel, die Gluconeogenese, den Lipid- und Proteinstoffwechsel	Glukagonom
18.2.3	Adrenalin und Noradrenalin	Struktur und Bildungsort, Synthese und Speicherung, Sekretion durch neurale Reize (neurohormonale Kopplung), Überlauf aus Synapsen, organspezifische Wirkungen auf den Kohlenydrat-, Triacylglycerin- und Proteinstoffwechsel, Einteilung und Signaltransduktion der Katecholamin-Rezeptoren,	Phäochromozytom, β-Adrenozeptormimetika und -antagonisten

		Abbau und Ausscheidungsprodukte	
18.2.4	Glucocorticoide	Synthese aus Cholesterin über Pregnenolon und Progesteron, Regulation von Neusynthese und Sekretion, Transport im Blut, organspezifische Wirkung auf den Glucose-, Aminosäure-, Protein- und Fettstoffwechsel, entzündungshemmende und immunsuppressive Wirkung, molekularer Mechanismus der Glucocorticoid-Wirkung (Glucocorticoid-Rezeptor, Regulation der Transkription spezifischer Gene, permissive Wirkungen), Inaktivierung von Glucocorticoiden in der Leber, Ausscheidungsformen, Regulation der Glucocorticoid-Sekretion durch das hypothalamisch-hypophysäre System, Wirkung von ACTH und CRH, Proopiomelanocortin als Präkursor von u.a. ACTH	Cushing-Syndrom, Morbus Addison, Glucocorticoid-Therapie
18.3	**Wachstum und Differenzierung, Fortpflanzung**		
18.3.1	Somatotropin (STH, Wachstumshormon)	Bildungsort, Speicherung, Regulation durch GHRH (growth hormone releasing hormone, Somatoliberin) und Somatostatin, Insulin-ähnliche Wachstumsfaktoren als Mediatoren der STH-Wirkung, Wirkung auf die Proteinsynthese, den Lipidstoffwechsel und die Glucoseverwertung sowie auf die Produktion der extrazellulären Matrix durch die Chondrozyten der Epiphysenfuge	hypophysärer Zwerg- und Riesenwuchs, Akromegalie
18.3.2	Schilddrüsenhormone	Struktur von T_3 und T_4, Synthese und Speicherung, Transport im Blut, Regulation der Sekretion von T_3 und T_4 durch das hypothalamisch-hypophysäre System, Wirkungen auf Stoffwechsel und Differenzierung, molekularer Mechanismus der Wirkung der Schilddrüsenhormone (Deiodierung von T_4 zu T_3, T_3-Rezeptor, Regulation der Genexpression), Abbau	Hyper- und Hypothyreose
18.3.3	Sexualhormone (Androgene, Estrogene, Gestagene)	Bildungsort, Synthese, Transport im Blut, Regulation der Synthese und Freisetzung durch Gonadotropine; Zyklus- und Graviditäts-abhängige Konzentrationsverläufe, Bedeutung hypothalamischer Releasing Hormone; Inhibine, Gonadotropine der Hypophyse: chemi-	Differentialdiagnose der Amenorrhö, Anabolika, adrenogenitales Syndrom (AGS), Kontrazeptiva, testikuläre Feminisierung

		sche Natur, Regulation der Sekretion und Wirkung von FSH und LH, Gonadotropine der Plazenta: chemische Natur und Wirkung des Chorion-Gonadotropins, Bedeutung für die Schwangerschaftsdiagnose, biologische Wirkungen von Androgenen, Estrogenen und Gestagenen, Prinzip des molekularen Wirkungsmechanismus, Inaktivierung in der Leber, Ausscheidung durch die Nieren	
18.3.4	Prolactin	chemische Natur, Bildungsort, Regulation der Sekretion, Wirkung	Hyperprolactinämie
18.3.5	Oxytocin	chemische Natur, Synthese, Bildungs- und Speicherungsort, Freisetzung nach neuralem Reiz, Wirkungen	therapeutische Anwendung
18.4	**Regulation von Verdauung und Resorption**		
		(s.a. Physiologie 7.6)	
18.4.1	Gastrin, Sekretin, Cholezystokinin (CCK)	chemische Natur und Bildungsorte, Regulation der Sekretion	Zollinger-Ellison-Syndrom, Stressulzera, Ulkustherapie
18.4.2	Salzsäureproduktion der Belegzellen des Magens	Wirkung von Gastrin, Histamin und Acetylcholin auf die HCl-Produktion des Magens	
18.4.3	Hydrogencarbonat- und Enzymsekretion des Pankreas	Wirkung von Sekretin und Cholezystokinin-Pankreozymin auf die Flüssigkeits-, Hydrogencarbonat- und Enzymsekretion des Pankreas	
18.5	**Elektrolyt- und Wasserhaushalt**		
		(s.a. Physiologie 10.2)	
18.5.1	Aldosteron	Prinzip der Synthese, Wirkungsort, Regulation der Sekretion durch das Renin-Angiotensin-System, Wirkung auf die Na^+-, K^+- und Protonenausscheidung durch die Nieren, Inaktivierung und Ausscheidung von Aldosteron	Conn-Syndrom, Morbus Addison
18.5.2	Renin-Angiotensin-System	Bildungsort von Renin und Angiotensinogen, Angiotensin I und II, enzymatische Umwandlung von Angiotensin I und II, Angiotensin-converting-enzyme, Regulation der Synthese und Freisetzung, Wirkung auf den Wasser- und Elektrolythaushalt sowie den Blutdruck im Zusammenhang mit der Wirkung von Aldosteron, Abbau von Angiotensin II	arterielle Hypertonie; Therapie mit AT_1-Rezeptorantagonisten und ACE-Hemmern
18.5.3	atriales natriuretisches Hor-	Prinzip der Synthese, Bildungsort, Regulation der Sekretion,	Herzinsuffizienz

	mon (Atriopeptin, ANF)	Wirkung auf die Sekretion von Aldosteron, die Reabsorption von Na^+ sowie auf die glatte Muskulatur	
18.5.4	Vasopressin (Adiuretin)	chemische Natur, Synthese, Bildungs- und Speicherungsort, Wirkungen, Aquaporin	
18.6	**Calcium- und Phosphatstoffwechsel**		
18.6.1	Parathormon	Bildungsort, Synthese und Regulation der Synthese, Strukturprinzip, Wirkung auf den Calcium- und Phosphathaushalt, Wirkung auf den renalen Tubulusapparat, den Knochenstoffwechsel und die intestinale Calciumresorption, Rolle bei der Hydroxylierung von Calciferol	Hypoparathyreoidismus, primärer, sekundärer und tertiärer Hyperparathyreoidismus
18.6.2	Calcitonin	Bildungsort, Synthese und Regulation der Sekretion, Strukturprinzip, Wirkung auf den Knochenstoffwechsel	therapeutische Anwendung
18.6.3	Calciferole	(D-Hormone), Biosynthese von 1,25-Dihydroxycholecalciferol (Calcitriol) aus Cholesterin, Strukturprinzip der stoffwechselwirksamen Calciferole, Beziehung zu Vitamin D, Organbeteiligung bei der Biosynthese, Rolle des UV-Lichts, Wirkungen und Erfolgsorgane des 1,25-Dihydroxycholecalciferols	Rachitis, renale Osteopathie, Hypervitaminose
18.7	**Gewebshormone, Mediatoren**		
18.7.1	Histamin	Bildungsorte, Synthese, Speicherung Freisetzung bei Entzündungen und allergischen Reaktionen, Wirkungen auf die glatte Muskulatur, die Kapillarpermeabilität sowie die Salzsäureproduktion des Magens, Klassifizierung der Histaminrezeptoren, Abbau	allergische Sofortreaktion
18.7.2	Serotonin	Bildungs- und Speicherort, Wirkung auf die glatte Muskulatur, Inaktivierung, Ausscheidungsform	Carcinoid
18.7.3	Kinine (Bradykinin, Kallidin)	Bildungsort, Synthese, Strukturpinzip, Rolle der α_2-Globuline, des Prokallikreins, Wirkung auf die glatte Muskulatur, Chemotaxis und Prostaglandinsynthese, Lebensdauer, Abbau	akute Pankreatitis, septischer Schock
18.7.4	Eikosanoide (Prostaglandine, Leukotriene, Thrombo-	Bildungsort, Synthese aus Arachidonsäure, Strukturprinzip, Wirkung auf die glatte Muskulatur, Fettgewebe, Magenschleimhaut und	Cyclooxygenase-Hemmer, Glucocorticoide

	xane)	Thrombozyten, Bedeutung bei Entzündungsprozessen, Schmerz, Fieber und Hämostase	
18.8	**Zytokine**		
18.8.1	proinflammatorische Zytokine	Funktion und Wirkung von IL-1, IL-6, TNFα	Fieber, Kachexie, Sepsis
18.8.2	Chemokine	Funktion und Wirkung von z. B. IL-8	
18.8.3	Interleukine	Funktion und Wirkung von z. B. IL-2, IL-4	Asthma bronchiale
18.8.4	Wachstumsfaktoren	hämotopoietische Wachstumsfaktoren (z.B. GM-CSF), sonstige Wachstumsfaktoren (PDGF, EGF, IGF-1, TGF, Aufbau von Rezeptoren, Signaltransduktion)	Agranulozytose
18.8.5	Zytokinmangel, -überschuss	Grundzüge von Störungen infolge von Mangel oder Überschuss von Zytokinen (z.B. hämatopoietische Wachstumsfaktoren, TNF-α)	Granulozytopenie, rheumatoide Arthritis, septischer Schock
18.9	**Pathobiochemie**		
18.9.1	Hormonmangel	z.B. Diabetes mellitus, Hypothyreose, Hypoaldosteronismus	
18.9.2	Hormonüberschuss	z.B. Hyperthyreose, Hyperaldosteronismus, Hypercortisolismus	
Biochemie von Organen und Geweben			
19	**Immunsystem**		
19.1.1	Organe und Zellen des Immunsystems	primäre und sekundäre lymphatische Organe, Immunzellen, T_H1-, T_H2- und B-Lymphozyten, Natürliche Killer-(NK-)Zellen, dendritische Zellen, Monozyten, Makrophagen, Granulozyten, Zelloberflächenstrukturen	Leukämien, Lymphome
19.1.2	Antigene	strukturelle Grundlagen, Haptene, Vollantigene, Immunogene, Sequenzdeterminante, Konformationsdeterminante	Blutgruppenantigene, Bakterienantigene, Virusantigene, Autoantigene, Tumorantigenen
19.1.3	Immunglobuline	struktureller Aufbau, schwere und leichte Ketten, J-Peptid, sekretorische Komponente, V- und C-Region , Immunglobulingene, Genrearrangement, Antikörpervielfalt, monoklonale Antikörper, Isotypen, Antigen-Antikörper-Reaktion	Agammaglobulinämie, IgA-Mangel, IgE-vermittelte Allergie
19.1.4	Histokompatibilitätsantigene, Antigenpräsentation	MHC-(HLA)-Klasse I- und -Klasse-II-Proteine, struktureller Aufbau, zelluläres Vorkommen, Antigenprozessierung extrazellulärer und zellulärer Antigene durch Proteasomen und Kathepsine	Transplantatverträglichkeit, HLA-Assoziation von Krankheiten
19.1.5	T-Zellrezeptor, T-Zell-Antigenerkennung	struktureller Aufbau des T-Zellrezeptor-CD3-Komplexes, T-Zellrezeptor-Genrearrangement,	zelluläre Immunantwort, T-Zell-Toleranz

		Antigenerkennung	
19.1.6	Zytokine	s. 18.8	
19.1.7	unspezifische Immunantwort	Komplementsystem, Makrophagen-, Granulozyten- und NK-Zell-Funktion	Agranulozytose, Sepsis
19.1.8	spezifische Immunantwort	Strukturen und Zellen der humoralen Immunantwort, Antigenerkennung, Wechselwirkung von B-Lymphozyten und T-Helferzellen, CD4- und CD8-Lymphozyten, Strukturen und Zellen der zellulären Immunantwort, Antigenerkennung und Aktivierung von T-Lymphozyten, Funktion des T-Zell-Rezeptor-Komplexes, von MHC-I- und MHC-II-Proteinen, CD4, CD8	
19.2	**Störungen des Immunsystems**		
		z.B. Immunmangel, AIDS	AIDS, Autoimmunerkrankungen, Allergien
20	**Blut**		
20.1	**Erythropoiese und Erythrozyten**		
20.1.1	Sauerstoffaufnahme und -versorgung	Kopplung des O_2- und H^+-Transports (Bohr-Effekt), kooperative Bindung von O_2 an Hämoglobin, Veränderung der Sauerstoff-Hämoglobin-Bindungskurve durch Temperatur, CO_2-Partialdruck, pH-Wert und 2,3-Bisphosphoglycerat, Hemmung des O_2-Transports durch CO (s.a. Physiologie 2.2, 5.7.1)	Angiogenese unter hypoxischer Kontrolle (VEGF)
20.1.2	CO_2-Transport	Transport von CO_2/Hydrogencarbonat und H^+ im Blut; Rolle der Carboanhydrase und des Chlorid-Hydrogencarbonat-Austausches der Erythrozyten (s.a. Physiologie 5.7.2)	
20.1.3	Hämoglobin	Struktur fetaler und adulter Hämoglobine, Funktion des Hämoglobin-Systems, Bedeutung glykierter Hämoglobine (z.B. HbA_{1c})	Thalassämien, Verlaufskontrolle von Diabetes mellitus
20.1.4	Erythropoiese und Erythrozytenabbau	Erythropoietin (chemische Natur, Bildungsort, Funktion), Hämsynthese und –abbau	renale Anämien, Porphyrien, hämolytische Anämien
20.1.5	Stoffwechsel	Energiestoffwechsel, Bereitstellung von NADPH, Synthese und Bedeutung von Glutathion, Bildung und Entfernung von Methämoglobin, Superoxidradikalanionen und H_2O_2	Favismus
20.1.6	Granulozyten, Makrophagen	Rolle neutrophiler Granulozyten und Makrophagen als Phagozyten, lysosomale Hydrolyse von Phagozytose-Produkten, Bedeutung von Superoxidradikalanionen, H_2O_2, Hydroxylradikalen und	septische Granulomatose, Gichtanfall

		reaktiven Aldehyden	
20.2	**Pathobiochemie**		
		Enzymdefekte in Erythrozyten (Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase- und Pyruvatkinase-Mangel), Hämoglobinopathien (z.B. Sichelzellanämie)	
20.3	**Lymphozyten**		
		s. 19.1.1	
20.4	**Blutstillung, Blutgerinnung und Fibrinolyse**		
20.4.1	Thrombozyten	Substanzen, die die Thrombozytenadhäsion und - aggregation fördern bzw. hemmen, Rolle von Thromboxan und Prostacyclin (s.a. 18.7.4)	v.-Willebrand-Erkrankung, Thrombasthenie Glanzmann, GP-IIb/IIIa-Thrombozytenaggregationshemmer
20.4.2	Blutgerinnung	Komponenten und Prinzip der Aktivierung des intrinsischen und extrinsischen Gerinnungssystems, Bildungsort und chemische Eigenschaften von Thrombin und Fibrinogen; Mechanismus der Bildung von unlöslichem Fibrin, Zusammenhang zwischen der Aktivierung des intrinsischen Gerinnungssystems, der Fibrinolyse und dem Kininsystem, Prinzip der Wirkungsweise von gerinnungshemmenden Substanzen und von Thrombozytenaggregationshemmern (z.B. Calcium-Chelatoren, Heparin, Antithrombin III, Vitamin-K-Antagonisten, Cyclooxygenase-Hemmern)	Hämophilien, Resistenz gegen aktiviertes Protein C (APC-Resistenz)
20.4.3	Fibrinolyse	Komponenten und Prinzip, Möglichkeiten der Beeinflussung durch rekombinanter Plasminogen-Aktivator (tPA) und Proteinase-Hemmstoffe	therapeutische Anwendung bei Herzinfarkt
20.5	**Pathobiochemie**		
		Hämophilien am Beispiel des Faktor-VIII-Mangels	
20.6	**Blutplasma**		
		Bildungsorte und Funktion von Albumin, Prothrombin, Plasminogen, Haptoglobin, Transferrin, Fibrinogen, Komplementfaktoren, Immunglobulinen, α_1-Proteinase-Inhibitor, Akute-Phase-Proteine, Zusammensetzung, Bildungsorte, Funktion und Stoffwechsel von Lipoproteinen (Chylomikronen, VLDL, LDL, HDL; s.a. 13.2.1)	Leberinsuffizienz, nephrotisches Syndrom, Gammopathien, z.B. bei multiplem Myelom Hyperlipoproteinämien
21	**Leber**		
21.1	**Energiestoffwechsel**		
		Abbau von Aminosäuren, Glucose und Fettsäuren	

21.2	**Serviceleistungen**		
		Beteiligung an der Glucosehomöostase (Glykogensynthese, Glykogenolyse, Gluconeogenese), Beteiligung am Lipidstoffwechsel (Triacylglycerinsynthese, Synthese von Lipoproteinen, Ketogenese), Synthese von Plasmaproteinen, Harnstoffzyklus	Hypoglykämie nach Alkoholabusus, Fettleber, akutes Leberversagen
21.3	**Cholesterin**		
		Name, Struktur und Reihenfolge der Zwischenprodukte der Cholesterinsynthese (Schritte vom Acetyl-CoA zum aktiven Isopren, Prinzip der Polymerisierungsreaktionen), subzelluläre Lokalisation, Regulation der Synthese, Transport in Lipoproteinen, enterohepatischer Kreislauf, Funktionen	Atherosklerose
21.4	**Gallenflüssigkeit und Gallensäuren**		
		Prinzip der Bildung, Bestandteile und Funktionen der Gallenflüssigkeit, Synthese, Strukturprinzip und Funktionen von Gallensäuren, enterohepatischer Kreislauf, Gallensteinbildung	Cholelithiasis, Pharmakotherapie mit Ursodesoxycholsäure
21.5	**Biotransformation**		
21.5.1	Prinzip und Bedeutung	Mechanismus der Umwandlung von lipophilen körpereigenen Verbindungen und von Fremdstoffen (z.B. Arzneistoffe) zu wasserlöslichen ausscheidbaren Metaboliten, Eliminationswege, Entgiftung und Giftung	Giftung von Parathion, Karzinogene, First-pass-Effekt
21.5.2	Phase 1 der Biotransformation	Einführung funktioneller Wirkgruppen durch Hydroxylierung (durch mikrosomale Cytochrom-P_{450}-abhängige Monooxygenasen), Oxidation (z.B. von Phenobarbital), Reduktion (z.B. von Chloramphenicol) und Hydrolyse (z.B. von Organophosphaten)	
21.5.3	Phase 2 der Biotransformation	Konjugation körperfremder und endogener Wirkstoffe	Ikterus
21.5.4	Induktion des Biotransformationssystems	Induktion der Enzyme des Biotransformationssystems durch Pharmaka und Umweltgifte	
21.6	**Endokrine Funktionen**		
		Bildung von IGF-I und IGF-II, Angiotensinogen, Inaktivierung bzw. Abbau von Hormonen, T_4/T_3-Konversion	Feminisierung bei Leberzirrhose

22	**Magen-Darm-Trakt**		
22.1	**Grundlagen der Ernährung**		
22.1.1	Wert der Nahrung	Einteilung in Energiesubstrate, essentielle Bausubstrate, Vitamine, Spurenelemente, Elektrolyte und Ballaststoffe, Brennwerte von Kohlenhydraten, Lipiden, Proteinen, ungefährer Anteil von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen an der normalen Nahrung	
22.1.2	essentielle Nahrungsbestandteile	essentielle Aminosäuren und Fettsäuren, Mineralien, Spurenelemente, Vitamine, täglicher Bedarf an Proteinen und Fett, biologische Wertigkeit von Proteinen	
22.1.3	Bilanz	Stoffbilanz, Energiebilanz, Definition der Begriffe, positive und negative Stickstoffbilanz, endogenes Minimum, Grund- und Tätigkeitsumsatz	
22.1.4	parenterale Ernährung	Ersatz wichtiger Nahrungsbestandteile durch Infusionslösungen (Kohlenhydrate, Aminosäuren, Lipide)	
22.2	**Verdauung und Resorption**		
22.2.1	Verdauungssekrete	Bildungsorte, Zusammensetzung von Speichel, Magensaft, Pankreassekret, Dünndarmsekret und Gallenflüssigkeit, nervale und hormonelle Regulation der Sekretbildung, Aktivierung von Verdauungsenzymen durch limitierte Proteolyse (s.a. Physiologie 7.3)	
22.2.2	Kohlenhydrate	Verdauung von Stärke, Glykogen, Saccharose und Lactose, Mechanismus der Resorption von Glucose	Lactoseintoleranz, Sprue, Morbus Whipple, Spät-Dumping-Syndrom, Pankreasinsuffizienz, Kurzdarmsyndrom, Steatorrhö, Cholestase, Syndrom der blinden Schlinge
22.2.3	Proteine	Verdauung von Proteinen, Mechanismus der Resorption von Peptiden und Aminosäuren	
22.2.4	Lipide	Verdauung von Triacylglycerinen, Phospholipiden und Cholesterinestern, Bedeutung der Gallensäuren, Resorption von Lipiden, Synthese von Triacylglycerinen und Lipoproteinen in der Darmmukosa	
22.2.5	Vitamine	Resorption von wasser- und fettlöslichen Vitaminen, Bedeutung der Darmbakterien für die Vitaminversorgung	
22.3	**Wasser, Elektrolyte**		
		Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz der Verdauung, Resorption von Wasser, Na^+, K^+, Cl^-, Phosphat, Calcium, Eisen und CO_2, intestinale Ausscheidung von nicht-	Diarrhöen, Früh-Dumping-Syndrom, Ballaststoffe

		abbaubaren oder nicht-resorbierbaren Nahrungsbestandteilen, Elektrolyten und Wasser, Inhaltsstoffe der Gallenflüssigkeit (s.a. Physiologie 7.3.5)	
22.4	**Endokrine Funktionen**		
		s. 18.4	
22.5	**Pathobiochemie**		
		Grundlagen von Maldigestion und Malabsorption	
23	**Fettgewebe**		
23.1	**Stoffwechselleistungen**		
		Energiespeicherung in der Resorptionsphase durch Synthese von Triacylglycerinen aus den Lipiden der Lipoproteine, Spezies-spezifische Besonderheiten der Lipogenese aus Glucose (im menschlichen Organismus nur bedingt relevant), hormonelle Regulation der Lipogenese, Lipolyse in der Postresorptionsphase, hormonelle Regulation	Adipositas, Diabetes mellitus Typ II
23.2	**Endokrine Funktion**		
		Leptin und seine Wirkung auf die Regulation des Hunger- und Sättigungsverhaltens	
24	**Niere**		
24.1	**Energiestoffwechsel**		
		Deckung des Energiebedarfs durch Abbau von Fettsäuren und Ketonkörpern (proximaler Tubulus) und durch Glykolyse (Nierenmark)	
24.2	**Endokrine Funktionen**		
		Bildung von Erythropoietin, 1,25-Dihydroxycholecalciferol (Calcitriol), Renin-Angiotensin-System	renale Anämie, renale Osteopathie, reno-vaskuläre Hypertonie
24.3	**Grundlagen der Harnbildung**		
		Filtration, Sekretion und Rückresorption, renale Retention und Ausscheidung (s.a. Physiologie 9.2)	
24.4	**Rückresorption**		
		Rückresorption von Glucose, Aminosäuren, Natrium, Chlorid, Hydrogencarbonat, Harnstoff und Wasser (s.a. Physiologie 9.2.5)	Fanconi-Syndrom, renale Glucosurie, renal-tubuläre Azidose, Diuretika
24.5	**Ausscheidung von Säuren und Ammoniak**		
		Ausscheidung von Sulfat und Phosphat, Bildung und Ausscheidung von Ammoniak, Zusammenhang mit metabolischer Azidose	renale Azidose
25	**Muskulatur**		
		(s.a. Physiologie Kap. 13)	
25.1	**Energiestoffwechsel**		
25.1.1	Skelettmuskel	Deckung des Energiebedarfs durch Ab-	Leistungssport und Ernährung,

		bau von Glucose, Glykogen, Fettsäuren und Ketonkörpern in Abhängigkeit von der Stoffwechsellage und Leistung, Proteinsynthese und -abbau als Vorgänge der Energiespeicherung und -verwertung, Unterschiede zwischen roten und weißen Fasern: Gehalt an Mitochondrien, Myoglobin, Glykogenphosphorylase, Myosin, Bedeutung von Myoglobin und Kreatinphosphat	mitochondriale Myopathien
25.1.2	Herzmuskel	Deckung des Energiebedarfs durch Abbau von Glucose, Glykogen, Lactat und Fettsäuren in Abhängigkeit von der Stoffwechsellage und Leistung	Koronarinsuffizienz
25.1.3	glatte Muskulatur	Deckung des Energiebedarfs durch Abbau von Glucose und Fettsäuren	
25.2	**Kontraktion, Relaxation**		
		Filament-Gleit-Mechanismus, Wechselwirkung zwischen dem globulären Anteil des Myosins und dem Actin in den verschiedenen Phasen der Kontraktion und Relaxation, Bedeutung von ATP und zytosolischer Ca^{2+}-Konzentration, Rolle des sarkoplasmatischen Retikulums bzw. extrazellulären Ca^{2+}, Unterschiede zwischen quergestreifter und glatter Muskulatur bezüglich der Auslösung des Kontraktionsvorganges, Wirkung von Katecholaminen auf die Kontraktion der glatten Muskulatur	Kardiomyopathien
25.3	**Endokrine Funktionen**		
		Herzmuskel: atriales natriuretisches Hormon: s. 18.5.3	Herzinsuffizienz
25.4	**Pathobiochemie**		
		Freisetzung von Kreatinkinase-Isoenzymen, Bedeutung für die Diagnostik des Myokardinfarktes, durch Anoxie/Hypoxie ausgelöste Stoffwechseländerungen im Myokard	
26	**Stützgewebe**		
26.1	**Aufbau von Knorpel, Knochen, Zahnhartsubstanz**		
		organische und mineralische Hauptbestandteile	
26.2	**Extrazelluläre Matrix**		
		s. 15.11	
26.3	**Knorpelgewebe**		
		Zusammensetzung	Arthrose
26.4	**Knochen, Zahnhartsubstanz**		
		Aufbau der Knochengrundsubstanz und des anorganischen Knochenminerals, Bedeutung der Aktivität von Osteoblasten und -klasten für die Knochenstruk-	Osteoporose, Morbus Paget

		tur, Bedeutung von Wachstumsfaktoren für das Knochenwachstum an der Epiphysenfuge, Aufbau und Prinzip der Synthese der Zahnhartsubstanz	Achondroplasie Karies, Fluoride
27	**Nervensystem**		
27.1	**Energiestoffwechsel**		
		Deckung des Energiebedarfs durch Abbau von Glucose, Verwertung von Ketonkörpern nach längerer Nahrungskarenz	
27.2	**Liquor cerebrospinalis**		
		Blut-Hirn-Schranke, Permeabilität für Gase und Elektrolyte, Transportsysteme für den Stofftransport, Sekretionsorte und Zusammensetzung des Liquor cerebrospinalis	Liquordiagnostik
27.3	**Myelin**		
		Zusammensetzung des Myelins, Prinzip der Synthese des Myelins und der Myelinscheiden	Multiple Sklerose
27.4	**Erregungsleitung und –übertragung**		
		Bedeutung von Transport-ATPasen und Ionenkanälen für die Entstehung des Membranpotentials, Aufbau von Ionenkanälen, Aufbau von chemischen Synapsen, Neurotransmitter (z.B. Acetylcholin, Katecholamine, γ-Aminobutyrat und Glycin), Synthese, Speicherung, Sekretion, Wirkungsbeendigung von Neurotransmittern, Wiederaufnahmemechanismen	Myasthenia gravis Parasympathomimetika und –lytika, Serotoninantagonisten und –wiederaufnahmehemmer, Benzodiazepine
28	**Auge**		
		Sehpigmente; Signalaufnahme und -transduktion beim Sehvorgang (s.a. Physiologie 17.2)	Nachtblindheit

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 „Biologie für Mediziner“

Stand: Februar 2005

© Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen
Postfach 2528, 55015 Mainz

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

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

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

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

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

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

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

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

"BIOLOGIE FÜR MEDIZINER" (Inhaltsübersicht)

1 Allgemeine Zellbiologie, Zellteilung und Zelltod

1.1 Zellbegriff und zelluläre Strukturelemente
1.2 Plasmamembran
1.3 Zellkern
1.4 Zytoplasma, Zytosol
1.5 Ribosomen
1.6 Endoplasmatisches Retikulum
1.7 Golgi-Komplex (Golgi-Apparat)
1.8 Exozytose
1.9 Endozytose
1.10 Lysosomen
1.11 Peroxisomen
1.12 Mitochondrien
1.13 Zytoskelett
1.14 Zellzyklus und Zellteilung (Mitose)
1.15 Meiose (Reifeteilung)
1.16 Zelltod
1.17 Zellkommunikation und Signal-Transduktion

2 Genetik / Grundlagen der Humangenetik

2.1 Organisation und Funktion eukaryontischer Gene
2.2 Chromosomen des Menschen
2.3 Formale Genetik
2.4 Gonosomen, Geschlechtsbestimmung und -differenzierung
2.5 Mutationen
2.6 Klonierung und Nachweis von Genen bzw. Genmutationen
2.7 Entwicklungsgenetik
2.8 Populationsgenetik

3 Grundlagen der Mikrobiologie und Ökologie

3.1 Morphologische Grundformen der Bakterien
3.2 Aufbau und Morphologie der Bakterienzelle (Procyte)
3.3 Wachstum der Bakterien
3.4 Bakteriengenetik
3.5 Pilze
3.6 Viren
3.7 Prionen
3.8 Ausgewählte Kapitel aus der Ökologie mit Bezügen zur Mikrobiologie

„BIOLOGIE FÜR MEDIZINER"

1	**Allgemeine Zellbiologie, Zellteilung und Zelltod**		
1.1	**Zellbegriff und zelluläre Strukturelemente**		
		Evolution der Zellen (Prokaryonten, Eukaryonten), Endosymbionten-Theorie, Zellen als abgegrenzte miteinander kommunizierende Individuen, Größenverhältnisse: Muskelzelle, Erythrozyt, Hepatozyt, Neuron	
1.2	**Plasmamembran** (s.a. GK Biochemie 15.3)		
1.2.1		Definition als Grenze zwischen Intra- und Extrazellular-Raum	
1.2.2		Aufbau aus Phospholipiden, Glykolipiden, Cholesterin, Membranproteinen; asymmetrische Anordnung der Moleküle, Fluid-Mosaic-Modell	
1.2.3		Ort der Biosynthese der Membranlipide und Proteine im endoplasmatischen Retikulum, Modifikation im Golgi-Komplex	
1.2.4		Membrantransporter, Pumpen und Kanäle (s.a. GK Physiologie 1.3.2)	Mukoviszidose
1.2.5		Zell-Zell-Kontakte, Tight junctions und Gap junctions, Zonula adhaerens, Desmosomen, Hemidesmosomen, fokale Kontakte (s.a. GK Physiologie 1.3.4)	Pemphigus vulgaris
1.2.6		Glykokalix, Basallamina	
1.2.7		Asialoglycoproteinrezeptoren und Selektine als Bindungsstellen für Leukozyten	Entzündungsprozesse
1.2.8		Membranrezeptoren (s. 1.9 und 1.17)	
1.3	**Zellkern**		
1.3.1		Zellkern als Hauptträger der biologischen Erbinformation (s.a. 2.1 und GK Biochemie 7.2, 7.3 und 14.2)	
1.3.2		Transkription und Replikation der DNA	
1.3.3		Kernhülle, Kernlamin, Kernporenkomplexe, Transport in den und aus dem Zellkern, Kernlokalisationssignale	
1.3.4		Nukleolus und Ribosomenbildung, fibrilläre und granuläre Komponenten des Nukleolus	
1.3.5		Heterochromatin, Euchromatin (Chromosomen)	
1.4	**Zytoplasma, Zytosol**		
		Ort der anaeroben Glykolyse, der Synthese von Aminosäuren, Fettsäuren, Monosacchariden, Nukleotiden, Glykogen, Triglyzeriden	Glykogenspeicher-Krankheit, Fettleber

		Speicherung von Glykogen und Triglyzeriden; Proteasomen, Ubiquitin	
1.5	**Ribosomen**		
		Funktion: Proteinsynthese Unterscheidung in freie und gebundene Ribosomen, 40S- und 60S-Untereinheiten, Bindung an mRNA zu 80S-Partikeln mitochondriale Ribosomen	α_1-Antitrypsin-Mangel
1.6	**Endoplasmatisches Retikulum** (s.a. GK Biochemie 15.8)		
1.6.1	Definition	membrangebundenes netzförmiges Schlauch-System, raues ER (Ergastoplasma) und glattes ER	Glykogenspeicher-Krankheit (Defekt von G-6-Phosphatase), Skorbut (mangelhafte Prolin-Hydroxylierung)
1.6.2	Raues Endoplasmatisches Retikulum	Ort der Synthese von sekretorischen, lysosomalen und Membranproteinen; Signalpeptide, Signalerkennungspartikel und Signalerkennungspartikel-Rezeptor, cotranslationale Insertion von Proteinen ins Lumen bzw. in die Membran des rauen ER, N-Glykosylierung, Hydroxylierung, Disulfidbrückenbildung	
1.6.3	Glattes Endoplasmatisches Retikulum	Ort der Synthese der Membranphospholipide, der Steroidhormone, der Biotransformation der Xenobiotika, (Cytochrom P-450), der Gluconeogenese und der Speicherung von Ca^{2+}	
1.7	**Golgi-Komplex (Golgi-Apparat)** (s.a. GK Biochemie 15.9)		
1.7.1		Stapel (Diktyosomen) von flachen Zisternen (Sacculi) und peripheren Vesikeln	Hyperproinsulinämie (Diabetes mellitus) durch mangelhafte Umwandlung von Proinsulin; I-Zellen-Krankheit (Mukolipidose II), mangelhafte Übertragung von Phosphatgruppen an lysosomale Proteine und dadurch fehlender Transport in die Lysosomen
1.7.2		Cis-, Mittel- und Trans-Cisternen sowie Cis- und Trans-Golgi-Netzwerke	
1.7.3		Ort der posttranslationalen Modifikation und Sortierung der Proteine wie O-Glykosylierung, Sulfatierung und Abspaltung von Polypeptidketten (z.B. Insulin) Ort der Synthese von Glykolipiden und Polysacchariden Modifikation von lysosomalen Proteinen zur Bindung an M-6-Rezeptor im Trans-Golgi-Netzwerk und Transport zu Lysosomen Rolle von Clathrin, Coatomer	
1.8	**Exozytose** (s.a. GK Physiol. 1.3.2)		
		Fusion sekretorischer Vesikel mit der Plasmamembran, Sekretabgabe, Erneuerung der Lipide und Proteine der Plasmamembran regulierte Exozytose (induzierbar) Bedeutung von Calcium-Ionen und Anne-	Tetanus und Botulismus, wobei die entsprechenden Toxine durch die Bindung an Synaptobrevin die Exozytose der Neurotransmitter aus Neuronen hemmen und zu Krämpfen und Lähmungen führen

		xinen konstitutive Exozytose Apozytose (Milchfetttropfensekretion) besondere Formen: Viruspartikel-austritt, Matrixvesikel im verkalkenden Knochen	
1.9	**Endozytose** (s.a. GK Physiol. 1.3.2)		
1.9.1		intrazelluläre Aufnahme von Stoffen durch Plasmamembranvesikel	
1.9.2		Rezeptor-vermittelte (spezifische) Endozytose am Beispiel der Aufnahme von Cholesterin (LDL-Rezeptor), Eisen (Transferrin-Rezeptor) und Viren (Influenza-Virus) Clathrin und Adaptine, Clathrinsaum-Grübchen und Vesikel	Familiäre Hypercholesterinämie Influenzavirusinfektion
1.9.3		Pinozytose (unspezifische) für lösliche Stoffe	
1.9.4		Endosom (Endozytose-Vesikel) mit frühen und späten Formen	
1.9.5		Phagozytose (Partikel)	
1.9.6		Transzytose und Caveolae (mit Caveolin) als Sonderformen	
1.10	**Lysosomen**		
1.10.1		membranumgrenzte Organellen, pH 4,5 bis 5, saure Hydrolasen, Leitenzym: saure Phosphatase Mannose-6-Phosphat als Signalgruppe für Bindung an M-6-P-Rezeptor	Lysosomale Speicherkranheiten, z.B. Tay-Sachs- Krankheit: β-N-Hexosaminidase-A-Mangel; I-Zell-Erkrankung (Mucolipidose II): Fehlen von M-6-P-Signal an mehreren lysosomalen Proteinen Gicht und Silikose: Schäden der Lysosomenmembran durch Harnsäure bzw. Silikatkristalle führen zur Freisetzung lysosomaler Enzyme und Entzündungsreaktionen Cystinose: mangelhafter Transport von Cystin aus den Lysosomen
1.10.2		Heterophagie, Phagosom: Bedeutung der Heterophagolysosomen bei der Abwehr von Infektionen durch Mikroorganismen	
1.10.3		Autophagie: Bedeutung bei der Erneuerung von Zellstrukturen	
1.10.4		Telolysosomen (Residualkörper) Lipofuscine	
1.10.5		Sekretion lysosomaler Enzyme durch Osteoklasten, Leukozyten und Spermien (Akrosom-Reaktion)	
1.11	**Peroxisomen**		
		sphärische membranumgrenzte Organellen, kristalline Einschlüsse in der Matrix (Urat-Oxidase) und an der Membran (Marginal-Platten aus α-Hydroxysäure-Oxidase B) Funktion: Abbau komplexer Lipide wie Prostaglandine und Leukotriene durch β-Oxidation, Synthese der Plasmalogene und Steroide; Leitenzym: Katalase; Vermehrung durch Abknospung	Adrenoleukodystrophie Cerebro-hepato-renales Syndrom (Zellweger-Syndrom)

		aus vorhandenen Peroxisomen bzw. aus einem Netzwerk (peroxisomales Retikulum)	
1.12	**Mitochondrien** (s.a. GK Biochemie 15.5)		
		fadenförmige bis sphärische Organellen mit Doppelmembran und mit spezifischen Proteinen, Vermehrung durch Teilung; äußere Membran: Porin, Innenmembran: Cardiolipin, spezifische Permeabilität, Permeasen und Kanalproteine, Oberflächenvergrößerung (Cristae und Tubuli), Innenmembran: Ort der Atmungskette und ATP-Synthese (Elementar-Partikel); die Matrix: Ort des Zitratzyklus und der Lipid-β-Oxidation eigenes Genom mit doppelsträngiger zirkulärer DNA und Ribosomen (70 S), Herkunft mitochondrialer Proteine	mitochondriale Enzephalomyopathien, Lebersche hereditäre Nervus-opticus-Atrophie
1.13	**Zytoskelett**		
1.13.1	Mikrotubuli	Struktur, Aufbau, Transportfunktion, Polarität und Anordnung Motorproteine: Kinesin und Dynein, Zentrosom (Mikrotubuli-Organisationszentrum, MTOC), Zentriolen (Mutter- und Tochterzentriol, Satellit), Bedeutung für Mitose Kinetosomen (Basalkörper), Kinozilien, Flagellen (Geißeln), Aufbau, Vorkommen, Nexin, Centrin, Flimmerbewegung	Effekte von Colchizin, Vincristin und Taxol auf Mikrotubuli der Mitosespindel und ihr Einsatz als Zytostatika in der Krebstherapie Kartagener-Syndrom
1.13.2	Intermediär-Filamente	Struktur, Durchmesser zwischen dem von Mikrotubuli und Aktin molekulare Heterogenität, zelltypspezifische Unterschiede: Vimentin, Zytokeratine, Desmin, Peripherin und GFAP mechanische Stabilität der Zelle Sonderform: Kernlamin	Diagnostischer Einsatz in der histopathologischen Diagnose von Tumoren Epidermolysis bullosa simplex (Zytokeratin-14-Defekt)
1.13.3	Aktinfilamentsystem	Struktur, Aufbau, Isoformen ATP-abhängige Polymerisation, ihre Hemmung am Beispiel von Profilin, Bedeutung für Zellmotilität, Filopodien und Lamellopodien, Bedeutung für Viskosität des Zytoplasmas, Gelsolin, Stressfasern, Verbindung an Plasmamembran, Bildung von Adhaerenstyp-Interzellularkontakten und Kontakt mit Integrinen Bedeutung für Muskelkontraktion, amöboide Zellbewegung und Chemotaxis	
1.13.4	Spektrin und	Struktur, Aufbau, Vorkommen,	hereditäre hämolytische Anämien,

	Membran-zytoskelett	Verankerung an Anionenaustauscher und Glykophorin der Zellmembran mittels Ankyrin und Protein 4.1 Dystrophin als Bestandteil des Membranzytoskeletts der Muskelzelle	Sphärozytose Muskeldystrophie Typ Duchenne
1.14	**Zellzyklus und Zellteilung (Mitose)**		
1.14.1	Zellzyklus	Definition, Stadien (G_0, G_1, S, G_2, M), Dauer, Regulation, Zykline; zyklinabhängige Kinase (cdK), p53	
1.14.2	Mitose und ihre Stadien	Definition, Dauer, regulierende Faktoren: Mitose-Promoting-Faktor (MPF)	
	Prophase	Morphologie, Chromatinstruktur, Phosphorylierung der Histone, Veränderung der Zentrosomen	
	Prometaphase	Depolymerisation des Kernlamins und Abbau der Kernhülle, Bildung der Mitosespindel, Anheftung an Kinetochor der Chromatiden, Unterscheidung zwischen Kinetochor-Mikrotubuli und Pol-Mikrotubuli	
	Metaphase	Kondensierung der Chromosomen und Entstehung der Metaphasenplatte, Monaster	Chromosomenanalyse
	Anaphase	Trennung der Chromatiden und Entstehung der Diaster, Bedeutung der Motorproteine aus der Dynein- und Kinesin-Familie	
	Telophase	Entspiralisierung der Chromatiden, Wiederaufbau der Kernhülle, Bedeutung des Lamin B und seine Bindung an Lamine A und C, Zentralspindel	
1.14.3	Zytokinese	äquale Teilung in zwei Tochterzellen, Teilungsfurche, Kontraktiler Ring aus Aktin-Myosin, Depolymerisation der Mikrotubuli, Abbau des Mittelkörpers	
1.14.4	Mitose-Index	Definition, Bedeutung in Tumoren, Indikator für Gewebewachstum	
1.15	**Meiose (Reifeteilung)**		
1.15.1	Meiose (Reifeteilung)	Definition, Unterschied zur Mitose, Begriff der homologen Chromosomen im diploiden Satz, DNA-Synthese (S-Phase)	Oogenese, Spermatogenese
1.15.2	Verlauf der 1. Reifeteilung	Prophase I und ihre Stadien (Leptotän, Zygotän, Pachytän und Diplotän, Dictyotän), Metaphase I, Anaphase I, Interkinese und Entstehung zweier haploider Tochterkerne, Begriffe von Chiasmata, Crossing over, Rekombination, Synapsis und Synaptonemaler Komplex	genetische Rekombination Genkartierung
1.15.3	Verlauf der 2. Reifeteilung	Unterschiede zur Mitose, Entstehung von vier Zellen mit haploidem Chromosomensatz	

1.15.4	Funktion der Meiose	Entstehung der genetischen Vielfalt durch zufallsmäßige Verteilung der homologen Chromosomen auf die Tochterzellen sowie Vermehrung der genetischen Kombinationsmöglich-keiten durch Crossing over Chromo-somenfehlverteilungen (s. 2.5.5)	genetische Rekombination Chromosomentheorie der Vererbung Nondisjunction
1.15.5	Meiose bei der Keimzell-bildung	s. GK Anatomie 1.1	
1.16	**Zelltod**		
1.16.1	Apoptose (program-mierter Zelltod)	morphologisches Bild, Fragmentierung der DNA, Caspasen, Endonuklease (s.a. GK Biochemie 14.5.3), Vermei-dung von Entzündungsreaktionen durch membranversiegelte Apoptose-körper, Bedeutung in der Embryo-logie, auslösende Faktoren (z.B. Cortison in Lymphozyten, TNF-α)	programmierte Zellauflösung während der Embryogenese, Tumorgenese
1.16.2	Nekrose	morphologisches Bild, Karyorhexis (Fragmentierung des Zellkerns), Karyolyse (Auflösung des Zellkerns), Ruptur der Zellmembran, Kernpyknose (Verdichtung des Zellkerns)	
1.17	**Zellkommunikation und Signal-Transduktion** (s.a. GK Biochemie 18.1.4, Physiologie 1.4)		
1.17.1	allgemeine Prinzipien	signalgebende und signalempfangende Zellen, endokrine, parakrine und auto-krine Signalübertragung, primäres und sekundäres Signal, intrazelluläre Sig-nalkaskade	Onkogenese, Tumorsuppressorgene
1.17.2	Signalmole-küle	lipophile Signale: Steroid-Hormone, Rezeptoren, Wirkung auf die Trans-kription Gasmoleküle als Signal: NO und die Aktivierung von Guanylat-Cyclase neuronale Signale: elektrische und chemische Synapsen	Testikuläre Feminisierung
1.17.3	Signal-rezeptoren	Ionen-gekoppelte Rezeptoren: s. GK Physiologie 1.3.2 G-Protein-gekoppelte Rezeptoren: heterotrimere G-Proteine als molekula-rer Schalter, Adenylat-Cyclase, Phos-pholipase C; c AMP, c GMP, Inositol-triphosphat und Diacylglycerol als „second messenger" Enzymgekoppelte Rezeptoren: Rezep-tor-Tyrosinkinasen und ihre Aktivie-rung durch Wachstumsfaktoren, Ras-Aktivierung und Induktion der Zellproliferation, Ras als Proto-onkogen; Ca^{2+}-Signal als „second messenger": Ca^{2+}-bindende Proteine, Calmodulin	Bedeutung bei der Krebsentstehung

		und Calmodulin-Kinase	
2	**Genetik / Grundlagen der Humangenetik**		
2.1	**Organisation und Funktion eukaryontischer Gene**		
2.1.1	Aufbau und Replikation der DNA	Prinzip des Aufbaus eines DNA- bzw. RNA-Stranges, der DNA-Doppelhelix, Bedeutung von Konformation und H-Brückenbindung für die Basenpaarung, Prinzip der DNA-Replikation, Bedeutung von Polarität und Primern für die Wirkung der DNA-Polymerase	starke (kovalente) chemische Bindungen sind verantwortlich für den stabilen Aufbau von Molekülen und können praktisch nur enzymatisch verändert werden (s. DNA-Polymerase, Ligase), schwache chemische Bindungen (z.B. H-Brückenbindung) und entsprechende komplementäre Gestalt der Moleküle sind verantwortlich für das gegenseitige Erkennen von Molekülen (Basenpaarung)
2.1.2	DNA-Reparatur	spontane und induzierte Veränderungen der DNA, Grundzüge der DNA-Reparatur gezeigt an der Behebung UV-induzierter Schäden durch Exzision	Xeroderma pigmentosum als Beispiel für DNA-Reparaturdefekt, Zusammenhang von Mutagenese und Karzinogenese (s. 2.5.7)
2.1.3	Genbegriff, Transkription und Prozessierung der RNA	Gen als Einheit der Information, Exon-Intron-Struktur, Grundzüge der RNA-Synthese und Prozessierung, Hemmstoffe der Transkription (z.B. Actinomycin, α-Amantin, Rifampicin)	Aufbau eines Gens am Beispiel des β-Globingens, Beispiel für Spleißmutation (z.B. Intron-2-Donorstelle), die zu β^o-Thalassämie führt (s. 2.5.1); Beispiel für differenzielles Spleißen, das zu verschiedenen Genprodukten führt (z.B. Calcitonin-Gen)
2.1.4	Regulation der Genexpression	Promoter und Verstärker, Transkriptionsfaktoren, spezifische Induktion (Repression) durch Hormone, z.B. Steroidhormone (Androgene), Inaktivierung durch Modifikation der DNA (z.B. Methylierung s. 2.3.6)	Mutation im Androgen-Rezeptor bei testikulärer Feminisierung (s. 2.4.3); Bedeutung der differenziellen Genaktivität für Entwicklung und Differenzierung (s. 2.1.5)
2.1.5	Differenzielle Genaktivität als Grundlage von Entwicklung und Differenzierung	Aktivierung der Globingene (für embryonale, fetale und adulte Hämoglobine) als Ausdruck der Entwicklungs- und Gewebsspezifität, der Genaktivität und Anpassung an die Bedingungen der O_2-Bindung	Thalassämien
2.1.6	Translation und genetischer Code	Grundzüge der Proteinsynthese einschl. der Ribosomenstruktur, Prinzip und „Universalität" des genetischen Codes, mitochondriale Proteinsynthese	Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Proteinbiosynthese zwischen Pro- und Eukaryonten sowie Übereinstimmungen darin zwischen Prokaryonten und Mitochondrien erklären die Wirkungen bestimmter Antibiotika (z.B. Puromycin, Cycloheximid)
2.1.7	Kartierung von Genen/Genfamilien	genetische und physikalische (in situ Hybridisierung, s. 2.2.3) Kartierung von Genen, genetische Distanz (cM), Kopplungsgruppe, Haplotyp, Genfamilie am Beispiel der Globin- Gene	Kopplunganalyse mit molekularen Markern als Grundlage der Positionsklonierung und indirekten Diagnostik (s. 2.6.4); evolutionäre Entstehung der β-Globingenfamilie, Hb-Lepore (Anti-Lepore) als Folge

			ungleichen Crossing overs (s. 2.5.2)
2.1.8	Anzahl und Größe von Genen	geschätzte Genzahl bei Mensch (Säuger allgemein), Gengröße und spontane Mutationsrate (DMD-Gen)	
2.1.9	repetitive Elemente	Anteil repetitiver DNA an der Gesamt-DNA, Retroposons und DNA-Transposons	Mutationen als Folge der Integration von Retroposons (s. 2.5.1), horizontaler Gentransfer
2.2	**Chromosomen des Menschen**		
2.2.1	normale Chromosomenmorphologie	Darstellung der Chromosomen (z.B. Lymphozytenkultur), Morphologie der Chromosomen und Nomenklatur (z.B. 46,XY, 46,XX), Zuordnung bestimmter Gene zu einzelnen Chromosomen	das Chromosom 2 des Menschen als Fusionschromosom zweier akrozentrischer Chromosomen als Beleg für die monophyletische Herkunft des Menschen und Hinweis, dass nicht alle Chromosomenmutationen klinische Konsequenzen haben
2.2.2	differenzielle Darstellung der Chromosomen	Darstellung chromosomaler Bandenmuster (z.B. G-, Q- und C-Banden) und deren funktionelle Bedeutung	Zusammenhang zwischen dem Genbestand einzelner Chromosomen(abschnitte) und den klinischen Konsequenzen von (partiellen) Duplikationen bzw. Deletionen (s. 2.5.4)
2.2.3	molekulare Zytogenetik	Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH) zur Kartierung von Genen, zum Nachweis von Mikrodeletionen sowie als Grundlage der Interphasezytogenetik und der vergleichenden Zytogenetik	Bedeutung der FISH zum Nachweis struktureller und numerischer Chromosomenanomalien an Zellkernen
2.3	**Formale Genetik**		
2.3.1	Begriffe und Symbole	Genotyp, Phänotyp, Dominanz, Rezessivität, Kodominanz, Penetranz, Expressivität, homozygot, heterozygot, Symbole zur Erstellung von Stammbäumen	Hinweis auf sprachliche Ungenauigkeiten, z.B. der Begriff Erbkranheit oder die Gleichsetzung von Genen mit den Eigenschaften bestimmter Merkmale (z.B. Gen für Agressivität, Fettsucht o.ä.); nicht die Krankheiten werden vererbt, sondern die zugrunde liegenden Gene, genauer die Allele; Krankheit oder ein bestimmtes Merkmal als Ergebnis epigenetischer Entwicklungsprozesse
2.3.2	Mendelsche Gesetze	Erläuterung der 3 Mendelschen Gesetze in Verbindung mit der Chromosomentheorie der Vererbung	
2.3.3	autosomal-dominanter/ kodominanter Erbgang, multiple Allelie	AB0-Blutgruppensystem als Beispiel für multiple Allelie bzw. Polymorphismus (s.a. GK Physiologie 2.5.5), Achondroplasie als Beispiel für mutationsbedingten Phänotyp	Unterschied zwischen genetischen Polymorphismen und Mutationen (s. 2.8.3), Zunahme bestimmter Neumutationen mit dem väterlichen Alter, dominante Mutationen und Strukturproteine
2.3.4	autosomal-rezessiver Erbgang	am Beispiel der Phenylketonurie und des Albinismus, Beispiel für komplementäre Polygenie	Bedeutung heterozygoter Genträger, rezessive Mutationen und Enzyme, Therapie der Phenylketonurie
2.3.5	X-chromosomaler Erbgang	Hemizygotie beim Mann, Heterozygotie bei der Frau, formale Merkmale des X-chromosomal-rezessiven Erbganges am Beispiel der Muskeldystrophie Typ	Muskeldystrophie Typ Duchenne, Hämophilie A

		Duchenne (DMD), X-chromosomal-dominanter Erbgang	
2.3.6	Imprinting	differenzielle Genaktivität väterlicher und mütterlicher Gene in der frühen Embryogenese (Kerntransplantationen bei Eizellen der Maus)	ovarielle Teratome (hydatidiforme Molen) als Beispiel für die Entwicklung bei ausschließlich mütterlichen (väterlichen) Erbanlagen
2.3.7	mitochondriale Vererbung	Aufbau des mitochondrialen Genoms und mütterliche Vererbung (s.a. 1.12)	Mitochondropathien
2.3.8	multifaktorielle Vererbung	Besonderheiten multifaktorieller gegenüber monogener Vererbung, Angabe empirischer Risikoziffern	Hüftluxation als Beispiel eines multifaktoriellen Merkmals mit Schwellenwerteffekt
2.4	**Gonosomen, Geschlechtsbestimmung und -differenzierung**		
2.4.1	X, Y-Chromosom und pseudoautosomale Region	Vergleich der genetischen Ausstattung von X- und Y-Chromosom, Bedeutung des SRY-Gens für die Geschlechtsbestimmung	Mutation im SRY-Gen als Beispiel für die Veränderung eines Kontrollgens der Entwicklung, XX-Männer
2.4.2	X-Inaktivierung	Geschlechtschromatinkörperchen als Ausdruck der X-Inaktivierung Dosis-Kompensationsmechanismus (Lyon Hypothese)	Mosaikstatus weiblicher Individuen bei Heterozygotie X-chromosomaler Gene, Ausnahmen der X-Inaktivierung und X-Inaktivierungszentrum (XIST-Gen)
2.4.3	Geschlechtsdifferenzierung	Wirkung von Hormonen (Androgene, Müller-Inhibitionsfaktor) auf die Differenzierung von Wolffschem- und Müllerschem-Gang	Testikuläre Feminisierung (Adrenogenitales Syndrom) als Beispiel für Pseudohermaphroditismus maskulinus (femininus)
2.5	**Mutationen**		
2.5.1	Genmutationen	Veränderung der Nukleotidsequenz der DNA eines Gens als Folge von Basensubstitution, -deletion, -insertion, ungleichem Crossing over (Genkonversion), Expansion von Tripletts und Integration von Retroposons	Nachweis von Genmutationen (s. 2.6.4)
2.5.2	Folge von Genmutationen	Veränderung der Aminosäuresequenz der jeweiligen Polypeptidkette, verringerte oder fehlende Synthese der mRNA	HbS als Beispiel für Genmutation mit Austausch einer polaren gegen eine unpolare Aminosäure, Hb-Lepore als Beispiel für ungleiches Crossing over, Fragiles-X-Syndrom als Beispiel für Triplett-Expansion (Antizipation)
2.5.3	spontane und induzierte Genmutationen	Mutationen als zufällige Ereignisse in Keimbahn- und somatischen Zellen, Auslösung von Mutationen durch ionisierende Strahlen, UV-Licht und chemische Noxen	Leukämien und Tumoren als Folge mutagener Exposition, Xeroderma pigmentosum als Beispiel für UV-Empfindlichkeit (s. 2.1.2)
2.5.4	strukturelle Chromosomenmutationen	Folgen struktureller Mutationen (reziproke und Robertsonsche Translokationen, Inversion) für die Keimzellbildung	chronisch myeloische Leukämie
2.5.5	numerische Chromosomenmutationen	Folge von Fehlverteilungen in der Meiose, Ullrich-Turner-Syndrom, Klinefelter-Syndrom, XYY-Syndrom, Trisomie 21 (Aneuploidien), Abhängigkeit vom mütterlichen Alter	unterschiedliche klinische Auswirkungen autosomaler und gonosomaler Aneuploidien

2.5.6	Mosaike und Chimären	Mosaike als Folge von Chromosomenfehlverteilungen in der Mitose, Chimären, z.B. als Folge von Fehlern bei der Befruchtung	Mosaike als Problemfälle in der vorgeburtlichen Diagnostik (s. 2.6.5)
2.5.7	Mutationen in Somazellen	Beispiel für somatische Mutationen in der Krebsentstehung (s. 2.5.4, Burkitt-Lymphom als Beispiel für die Aktivierung eines zellulären Onkogens)	Retinoblastom als Beispiel für Mutation eines Tumor-Suppressorgens und Erklärung für unvollständige Penetranz
2.6	**Klonierung und Nachweis von Genen bzw. Genmutationen**		
2.6.1	gentechnologische Methoden	Restriktionsendonukleasen und in-vitro-DNA-Rekombination, Prinzip des Gentransfers und der Expression fremder Gene in Mikroorganismen	gentechnologische Herstellung von Insulin, Interferon, Hepatitis-B-Impfstoff
2.6.2	Polymerase-Kettenreaktion	Prinzip der Amplifikation spezifischer DNA-Abschnitte in vitro, Bedeutung der Primer und der Polarität für die Wirkung der DNA-Polymerase, Bedeutung der hitze-resistenten DNA-Polymerase	diagnostische Bedeutung der Polymerase-Kettenreaktion, Nachweis von Genmutationen (z.B. der ΔF508 Deletion im CFTR-Gen), Nachweis molekularer Polymorphismen (s. 2.6.5)
2.6.3	direkter Nachweis von Genmutationen	Amplifikation spezifischer DNA-Fragmente mittels PCR (s. 2.6.2) und Nachweis von Genmutationen durch Sequenzierung bzw. Schneiden mit Restriktionsendonukleasen	Vor- und Nachteile direkter DNA-Diagnostik (spezifisch und empfindlich, im Prinzip durchführbar an jeder kernhaltigen Zelle, setzt Kenntnis des molekularen Defektes voraus)
2.6.4	indirekter Nachweis von Genmutationen	Prinzip der Genkartierung mit molekularen Markern (s. 2.1.7) und indirekter Nachweis von Mutationen durch Kopplungsanalyse	Vor- und Nachteil indirekter DNA-Diagnostik (setzt nur Kenntnis der chromosomalen Lage des betroffenen Gens voraus, jedoch informative Familienkonstellation)
2.6.5	genetsiche Beratung und vorgeburtliche Diagnostik	Freiwilligkeit der Inanspruchnahme und Nicht-Direktivität als Grundlage genetischer Beratung (Arztgeheimnis, Datenschutz), Grundlagen der vorgeburtlichen Diagnostik von Gen- und Chromosomenmutationen nach Amniozentese und Chorionzottenbiopsie	ethische Aspekte der vorgeburtlichen Diagnostik
2.7	**Entwicklungsgenetik** (s.a. 2.1.5 und GK Anatomie 1.2.3)		
2.7.1	Analyse von Entwicklungsprozessen an transgenen Tieren	Gentransfer in Eizellen der Maus durch Mikroinjektion bzw. gezielte Veränderung einzelner Gene durch Manipulation embryonaler Mausstammzellen, Knock-out-Mäuse	männliche Mäuse aus weiblichen (XX)Oozyten durch Einschleusen des Sry-Gens; Knock-out-Mäuse als Modelle für genetisch bedingte Erkrankungen des Menschen, Problematik einer Keimbahntherapie beim Menschen
2.8	**Populationsgenetik**		
2.8.1	Hardy-Weinberg-Gesetz	Berechnung einfacher Beispiele unter Voraussetzung des Hardy-Weinberg-Gleichgewichtes und Erklärung von Abweichungen hiervon, insbesondere durch Mutation und Selektion (Evolutionsfaktoren)	Berechnung der Heterozygotenhäufigkeit bei rezessiven Erkrankungen, z.B. der Phenylketonurie
2.8.2	Wirkung von	Selektionsvorteil Heterozygoter am	HbS-Heterozygote und Arbeits-

	Selektion und Zufall	Beispiel des HbS-Gens, Genhäufigkeit und Gründereffekt (z.B. Tay-Sachs-Krankheit)	medizin (Problematik der genetischen Diskriminierung)
2.8.3	genetischer Polymorphismen	Definition, AB0-Blutgruppen (s. 2.3.3) und Korrelation mit INH-Acetylierung	Konzept von der „biochemischen Individualität" des Menschen
3	**Grundlagen der Mikrobiologie und Ökologie**		
3.1	**Morphologische Grundformen der Bakterien**		
		Kokken (Staphylo-, Strepto- und Diplokokken) Stäbchen (Enterobacteriaceae, Gattung Bacillus) schraubenförmige Bakterien (Spirillen, Treponemen) Vibrionen	bakteriologische mikroskopische Diagnostik
3.2	**Aufbau und Morphologie der Bakterienzelle (Procyte)**		
3.2.1	Unterschiede zur Eucyte	Zellkern, Ribosomen, Zellwand; Fehlen von Mitochondrien, endogenen Membranen und Kompartimenten	
3.2.2	Zellwand	Grundstruktur bei grampositiven und gramnegativen Bakterien, Gramfärbung, Bedeutung der Lipopolysaccharide gramnegativer Bakterien (Endotoxine), Mykoplasmen und L-Formen als zellwandlose Formen, Wirkungsweise von Penicillin	bakteriologische mikroskopische Diagnostik Endotoxine Penicilline
3.2.3	Geißeln, Pili (Fimbrien)	Grundzüge des Aufbaus und der Funktion, Art der Begeißelung als taxonomisches Merkmal, H-Antigen, Bedeutung der Fimbrien für die Adhärenz an Wirtszellen (Virulenzfaktor), Bedeutung der Sexpili für die Konjugation (s.a. 3.4.2)	serologische Diagnostik Pathogenitätsfaktor von E. coli
3.2.4	Kapsel	Pathogenitätsfaktor (Pneumokokken), Hemmung der Phagozytose	Pathogenitätsfaktor von Streptococcus pneumoniae
3.2.5	Zellmembran (Zytoplasmamembran)	Struktur, Träger der Enzyme der Atmungskette, Enzyme für die Synthese der Zellwand, Permeasen, Transferproteine, Sensorproteine	Wirkungsweise der Azol-Antimykotika
3.2.6	Ribosomen	Unterschiede zu den Ribosomen der Eukaryonten	Wirkungsweise der Makrolid-Antibiotika und der Tetrazykline
3.2.7	Nukleoid (Kernäquivalent), Bakterienchromosom, Plasmide	Fehlen der Kernhülle, zirkuläre DNA ohne Histone (Bakterienchromosom), Plasmide als extrachromosomale zirkuläre DNA, Träger von Resistenz- und Virulenzgenen (s.a. 3.4.2)	Antibiotikaresistenz Exotoxinbildung
3.2.8	Sporen	Aufbau und Funktion der Endosporen, Gattungen Bacillus und Clostridium als Sporenbildner, medizinische Bedeutung der Resistenz gegen hohe Temperaturen, Trockenheit und Desinfektionsmittel	Resistenz von Sporen gegen Desinfektionsverfahren

3.3	**Wachstum der Bakterien**		
3.3.1	Stoffwechsel (Verhalten gegenüber Sauerstoff), intrazelluläres Wachstum	Aerobier, fakultative und obligate Anaerobier Chlamydien, Rickettsien	Clostridien: Tetanus, Gasbrand Psittakose, Trachom, Fleckfieber
3.3.2	Bakterien-kultur	Grundzüge der Bakterienkultur, Hauptbestandteile der Nährmedien, Bedeutung von Selektivmedien	bakteriologische Diagnostik durch Kultur
3.3.3	Wachstum und Vermehrung	Wachstumsgeschwindigkeit (Beispiele Escherichia coli und Mycobacterium tuberculosis), Wachstumskurve, Wachstumsstadien, exponentielles Wachstum	bakterielle Kontamination (z. B. von Nahrungsmitteln)
3.4	**Bakteriengenetik**		
3.4.1	Bakterien-chromosom, Plasmide	s. 3.2.7 Operon als funktionelle Einheit, Beispiel Lactose-Operon von Escherichia coli	
3.4.2	Übertragung von Genmaterial	Konjugation, Transduktion, Trans-formation; Übertragung von Resistenz-faktoren gegen Antibiotika und Übertragung von Virulenzfaktoren (Toxine, Kapselbildung), Transposons	übertragbare Antibiotikaresistenz Pathogenitätsfaktoren
3.4.3	Antibiotika-resistenz aus evolutions-biologischer Sicht	Entstehung antibiotikaresistenter Bak-terien durch spontane Mutationen Selektion resistenter Bakterienstämme unter der Antibiotikatherapie (Selek-tionsdruck)	Antibiotikaresistenz
3.5	**Pilze**		
3.5.1	Lebensweise, medizinische Bedeutung	heterotrophe Eukaryonten; Dermato-phyten, Hefen und Schimmelpilze als humanpathogene Pilze	Mykosen
3.5.2	Wachstums-formen	Fadenpilze und Sproßpilze (Hefen), Begriffe Hyphe und Myzel	mikroskopische mykologische Diagnostik
3.5.3	Vermehrung	asexuelle Fortpflanzung durch Zerfall von Hyphen, Sprossung und Sporen-bildung (Konidien); sexuelle (genera-tive) Fortpflanzung	
3.5.4	Synthese von Stoffen	Mykotoxine (Aflatoxine), α-Amanitin, Antibiotika, Ergotamin	Nahrungsmittelvergiftungen (Aflatoxin)
3.6	**Viren**		
3.6.1	Virusbegriff	Unterschiede zu anderen Mikroorga-nismen, obligater Zellparasitismus, Bakteriophagen, Viroide	Viren als Krankheitserreger
3.6.2	Aufbau	Prinzip des Aufbaus von Viren (auch Bakteriophagen)	
3.6.3	Vermehrung und Genetik	Grundzüge des Vermehrungszyklus, Bedeutung der Wirtszellrezeptoren, Integration von Virusnukleinsäure in das Wirtsgenom (Lysogenie); Viren als	Ansatzpunkte für Virostatika

		Vektoren (Übertragung von Genmaterial)	
3.7	**Prionen**		
3.7.1		Theorien zu Aufbau und Vermehrung	Creutzfeld-Jakob-Krankheit, bovine spongioforme Enzephalopathie (BSE)
3.8	**Ausgewählte Kapitel aus der Ökologie mit Bezügen zur Mikrobiologie**		
3.8.1	Stoffkreisläufe	Stoffkreislauf des Stickstoffs (Beteiligung von Bodenbakterien); aerober und anaerober Abbau organischer Substanzen am Beispiel der biologischen Stufe einer Kläranlage und am Beispiel der Eutrophierung von Gewässern	Funktion der biologischen Stufe einer Kläranlage, Eutrophierung von Gewässern
3.8.2	Nahrungskette Energiefluss	pflanzlicher Produzent - herbivorer Konsument - karnivorer Konsument am Beispiel einer Nahrungskette	Bedeutung von Bakterien für die Kumulation von Quecksilber in der marinen Nahrungskette, Bedeutung für die Ernährung der Weltbevölkerung
3.8.3	Regulation der Populationsgröße in einem Ökosystem	Massenwechsel - Populationsdynamik; intraspezifische Konkurrenz und sozialer Stress (Gedrängefaktor) als populationsbegrenzende Faktoren	Bakterienkultur biologische Fitness
3.8.4	Wechselbeziehungen zwischen artverschiedenen Organismen	Symbiose, Kommensalismus und Parasitismus am Beispiel der Bakterienflora der Haut, des Darmes und des Genitaltraktes	Auswirkungen der Antibiotikatherapie auf die Bakterienflora (Normalflora) von Darm und Genitaltrakt

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 „Anatomie“

Stand: Februar 2005

© Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen
Postfach 2528, 55015 Mainz

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

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

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

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

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

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

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

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

"ANATOMIE" (Inhaltsübersicht)

1 Allgemeine Embryologie
- 1.1 Grundlagen der Reproduktion
- 1.2 Grundlagen der Embryologie
- 1.3 Befruchtung, Furchung und Implantation beim Menschen
- 1.4 Plazentation
- 1.5 Frühentwicklung
- 1.6 Organogenese und Ausbildung der äußeren Körperform
- 1.7 Mehrlingsbildung, Mehrfachbildung, Fehlbildung

2 Allgemeine Anatomie, Gewebelehre und Histogenese
- 2.1 Allgemeine Anatomie
- 2.2 Methoden
- 2.3 Epithelgewebe
- 2.4 Allgemeine Anatomie der exokrinen und endokrinen Drüsen
- 2.5 Binde- und Stützgewebe
- 2.6 Muskelgewebe
- 2.7 Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates
- 2.8 Nervengewebe
- 2.9 Allgemeine Anatomie des Nervensystems
- 2.10 Allgemeine Anatomie des Kreislaufsystems
- 2.11 Blut und Knochenmark
- 2.12 Allgemeine Anatomie des Immunsystems

3 Obere Extremität
- 3.1 Grundkenntnisse der Entwicklung
- 3.2 Knochen
- 3.3 Gelenke
- 3.4 Muskeln
- 3.5 Nerven
- 3.6 Arterien
- 3.7 Venen
- 3.8 Lymphknoten und Lymphgefäße
- 3.9 Angewandte und topographische Anatomie

4 Untere Extremität
- 4.1 Grundkenntnisse der Entwicklung
- 4.2 Knochen
- 4.3 Gelenke
- 4.4 Muskeln
- 4.5 Nerven
- 4.6 Arterien
- 4.7 Venen
- 4.8 Lymphknoten und Lymphgefäße
- 4.9 Angewandte und topographische Anatomie

5 Kopf und Hals
- 5.1 Entwicklung und Wachstum
- 5.2 Cranium
- 5.3 Kopf- und Halsmuskeln, Faszien
- 5.4 Kopf- und Halseingeweide
- 5.5 Hirnnerven

5.6 Halsnerven
5.7 Vegetative Innervation am Kopf und Hals
5.8 Arterien und Venen
5.9 Lymphknoten und Lymphgefäße
5.10 Angewandte und topographische Anatomie

6 Leibeswand

6.1 Rücken
6.2 Brustwand
6.3 Bauchwand
6.4 Becken, Beckenwände

7 Brusteingeweide

7.1 Entwicklung von Pleurahöhlen, Herz und Lunge
7.2 Atmungsorgane
7.3 Ösophagus
7.4 Thymus
7.5 Herz
7.6 Arterien, Venen und Lymphgefäße des Thorax
7.7 Nerven
7.8 Angewandte und topographische Anatomie

8 Bauch- und Beckeneingeweide

8.1 Entwicklung von Darmtrakt, Harn- und Sexualorganen
8.2 Organe des Magen-Darm-Kanals
8.3 Leber, Gallenblase, Pankreas
8.4 Milz
8.5 Endokrine Organe
8.6 Harnorgane
8.7 Weibliche Geschlechtsorgane
8.8 Männliche Geschlechtsorgane
8.9 Arterien
8.10 Venen
8.11 Lymphgefäße und Lymphknoten
8.12 Vegetatives Nervensystem
8.13 Peritoneum
8.14 Angewandte und topographische Anatomie

9 Zentralnervensystem

9.1 Entwicklung
9.2 Rückenmark
9.3 Rhombencephalon
9.4 Mesencephalon
9.5 Cerebellum
9.6 Diencephalon
9.7 TelencephalonDiencephalon
9.8 Systeme
9.9 Innere Liquorräume
9.10 Hirn- und Rückenmarkshäute, äußere Liquorräume
9.11 Gefäßversorgung
9.12 Angewandte und topographische Anatomie

10 Sehorgan

10.1 Entwicklung

10.2 Orbita
10.3 Bulbus oculi
10.4 Zusätzliche Einrichtungen
11 Hör- und Gleichgewichtsorgan
11.1 Entwicklung des Hör- und Gleichgewichtsorgans
11.2 Äußeres Ohr
11.3 Mittelohr
11.4 Innenohr
12 Haut und Hautanhangsgebilde
12.1 Haut und Unterhaut
12.2 Behaarung
12.3 Nägel
12.4 Hautdrüsen
12.5 Mamma

"ANATOMIE"

1	**Allgemeine Embryologie**		
1.1	**Grundlagen der Reproduktion**		
1.1.1	Keimzellen	Urkeimzellen, Wanderung und Besiedlung der Gonadenanlagen Oogonie, Spermatogonie (s. a. 8.7.1, 8.8.1 und GK Biologie 1.15) Gamete Keimbahnlehre	Embryonenschutz-gesetz
1.1.2	Oogenese und weiblicher Genitaltrakt	pränatale Vermehrung der Oogonien Beginn der ersten Reifeteilung Arretierung im Diplotän-Stadium (Dictyotän) Untergang von Oogonien vom 5. Pränatal-Monat an Stadien der Follikelreifung Arretierung der zweiten Reifeteilung (s. a. 1.3.1) Bildung der Polkörper Stadien der Follikelreifung, Ovulation, Corpus luteum graviditatis, Corpus luteum menstruationis, Follikelatresie Ovarialzyklus, Menstruationszyklus (s. a. 8.7)	Störungen der weiblichen Fertilität Geburtenplanung hormonelle Kontrazeption
1.1.3	Spermatogenese und männlicher Genitaltrakt	pränatale und postnatale Vermehrung der Spermatogonien primäre Spermatozyte sekundäre Spermatozyte (Präspermatide) Spermatide Spermio (histo) genese Spermium (Spermatozoon) Zusammensetzung des Ejakulats, Funktion der männlichen Genitalorgane (s.a. 8.8)	Störungen der männlichen Fertilität
1.1.4	Verlauf von Schwangerschaft und Geburt	Frühentwicklung, Embryonalperiode, Fetalperiode Alter der Schwangerschaft post ovulationem (p.o.) und post menstruationem (p.m.), Berechnung des Geburtstermins Chorionbiopsie, Amniozentese hormonale Steuerung der Geburt, Relaxin, Oxytocin Durchtritt des kindlichen Kopfes durch den Geburtskanal	Schwangerschafts-nachweise (HCG-Test), -untersuchung, Geburtsleitung
1.2	**Grundlagen der Embryologie**		
1.2.1	Grundlagen der Embryonalentwicklung	totipotente und pluripotente Stammzellen Determination - Differenzierung Organisator - Induktion Entwicklung als Genregulation und Genexpression Klonierung, Segregation, Zelllinien, Zellmigration Musterbildung Interaktion von Epithel und Mesenchym, epithelial-mesenchymale Umwandlung, Anlageplan (Fate map) Formen der Gastrulation	Grundlagen für eine Stammzelltherapie Embryonale Regulatorgene als Onkogene Embryonale Stammzellen (s. a. 1.3.1)
1.2.2	Grundaufbau des Körpers	Entstehung der Keimblätter, Gastrulation Primitivstreifenbildung	Holoprosenzephalie

		Derivate des Ektoderms: Neuralepithel, Neuralleiste, ektodermale Plakoden, Oberflächenepithel Derivate des Entoderms: epitheliale Komponenten des Darmtrakts mit Leber und Pankreas, Sinus urogenitalis Derivate des Mesoderms: Blut, Bindegewebe, Stützgewebe und Muskulatur, Urogenitalsystem, sexuelle Differenzierung (chromosomal, gonadal, somatisch, s. a. 1.3.1) Entstehung und Derivate der Schlundbögen Unterschied zwischen Mesoderm und Mesenchym Grundlagen der Kopfentwicklung Schwanzknospe	kaudales Defektsyndrom Syringomyelie Fehlbildungen der Genitalorgane sexuelle Fehldifferenzierungen
1.2.3	Molekularbiologie der Entwicklung	Transkriptionsfaktoren: Homöobox-Gene (Hox-Cluster), Pax-Gene, HMG- (high-mobility-group) Gene z.B. SRY (sex determining region of Y) bHLH-Transkriptionsfaktoren, Zink-Finger-Proteine Wachstumsfaktoren: Familie der FGFs (Fibroblast Growth Factors) und Rezeptor-Tyrosinkinasen Familie der TGF-βs (Transforming Growth Factor: Aktivin, Nodal, BMPs) und ihre Rezeptor-Serin-Threoninkinasen intrazelluläre Signaltransduktionswege: z. B. über ras- und map-Kinasen interzelluläre Kanäle (gap junctions, Connexine) Zell-Adhäsionsmoleküle (CAMs): Integrine und Selektine Signalmoleküle der Grundsubstanz: Laminin, Fibronektin entwicklungsrelevante Hormone und ihre Rezeptoren: Thyroxin, Androgene, Retinsäure	Übertragbarkeit von Tierversuchen transgene Tiere Tiermodelle für Krankheiten Klonierung von Organismen therapeutische Ansätze mit Stammzellen Fehlbildungen der Genitalorgane
1.3	**Befruchtung, Furchung und Implantation beim Menschen**		
1.3.1	Befruchtung	Zeitpunkt und Auslösung der Ovulation Ort und Dauer der Befruchtung Konzeptionsoptimum Kapazitation, Akrosomreaktion des Spermiums Corona radiata, Zona pellucida, Reaktion der Zona pellucida, Verschmelzung der Zellmembranen Aktivierung der Eizelle Bildung der Vorkerne chromosomale Geschlechtsbestimmung Zeitdauer der Befruchtungsfähigkeit der Gameten	künstliche Induktion der Ovulation laparoskopische Gewinnung von Eizellen heterologe Insemination künstliche extrakorporale Befruchtung Keimtransfer Klonierung von Organismen DNA-Injektion in Eizellen, s. a. 1.1.1
1.3.2	Furchung	Zygote, Blastomeren, Morula Tubenwanderung des Eies Beginn der zygotischen Transkription	Verschluss des Eileiters als häufigste Ursache von Infertilität
1.3.3	Blastozyste	Trophoblast	Embryotransfer

		Embryoblast (innere Zellmasse) Blastozystenhöhle	Blastozystentransfer ES-Zell-Injektion Zwillingsbildung
1.3.4	Implantation	Ablauf der interstitiellen Implantation Implantationsort, Implantationszeit abweichende Implantationsorte	Schwangerschaftstest Differentialdiagnose gynäkologischer Blutungen Extrauteringravidität Abortursachen
1.4	**Plazentation**		
1.4.1	Ausbildung des utero-plazentaren Kreislaufs	Entwicklung von Chorion und Plazenta Entwicklung des Trophoblast: Zytotrophoblast, Synzytiotrophoblast kompaktes und lakunäres Stadium Stadium der Zottenbildung Zytotrophoblasthülle, Chorion frondosum und Chorion laeve, Umwandlung in Plazenta und Eihäute	Implantationsblutung Chorionbiopsie Amniozentese
1.4.2	Form, Feinbau und Funktion der reifen Plazenta	Form und Größe Zottenstruktur intervillöser Raum Plazentarschranke Plazenta als endokrines Organ	Endokrinologie und Pharmakologie in der Schwangerschaft Plazentagängigkeit von Pharmaka vergleichende Plazentologie
1.4.3	Ablösung der Plazenta	retroplazentares Hämatom, Kotyledonenstruktur der Plazenta Nabelschnur (Länge, Ansatz) Eihäute	Überprüfung von Plazenta und Eihäuten auf Vollständigkeit Ursachen für eine Nachblutung
1.5	**Frühentwicklung**		
1.5.1	Entwicklung der Keimscheibe	zweiblättrige Keimscheibe Epiblast - Hypoblast Amnionhöhle und primärer Dottersack	Frühabort vor Ausbleiben der Regelblutung
1.5.2	Entwicklung des Dottersacks	sekundärer (definitiver) Dottersack, Ductus vitellinus extraembryonale Gefäß- und Blutbildung Dottersackkreislauf Entwicklung der Hämatopoese	Stammzellen der Hämatopoese Urkeimzellen Nabelschnurblut
1.5.3	extraembryonales Mesoderm und Chorionhöhle	extraembryonales Mesoderm Chorionhöhle (extraembryonales Coelom) Chorionzotten, Choriongefäße Haftstiel und Allantoisdivertikel	Blasenmole Chorionepitheliom
1.5.4	Bildung und Gliederung des intraembryonalen Mesoderms, axiale Differenzierung	dreiblättrige Keimscheibe Primitivknoten, Primitivstreifen Chorda dorsalis, Chordafortsatz, Chordabildung, Praechordalplatte Somiten (Ursegmente): Dermomyotom, Dermatom, Myotom, Sklerotom Seitenplattenmesoderm parietales Mesoderm (Somatopleura) viszerales Mesoderm (Visceropleura) Mesodermbildung aus Praechordalplatte, Neuralleiste und Schwanzknospe extraembryonales und intraembryonales Coelom	Teratom-Bildung Doppelfehlbildungen

1.5.5	Anlage des Nervensystems	Neurulation: Neuralplatte, -wülste Neuralrohr Neuralleiste und Derivate	Störungen des Neuralrohrschlusses (Spina bifida)
1.5.6	Abfaltung der Embryonalanlage in der 4. Woche	vordere Darmbucht, Mundbucht (Stomatodeum) hintere Darmbucht, Afterbucht (Proktodeum) Rachenmembran, Kloakenmembran Gebilde im Haftstiel, Ausweitung der Amnionhöhle und Bildung der Nabelschnur	
1.6	**Organogenese und Ausbildung der äußeren Körperform**		
1.6.1	Stadieneinteilung, Alters- und Längenangaben	Embryonalperiode - Fetalperiode heterochrones Wachstum Altersbestimmung von Keimlingen (post ovulationem, post menstruationem [Schwangerschaftswochen]), Stadienbestimmung (Carnegie-Stadien), Messung der größten Länge (GL), der Scheitel-Steiß-Länge (SSL) und der Scheitel-Fersen-Länge (SFL), Gewichtsentwicklung	pränataler Ultraschall
1.6.2	Entwicklung des Embryos und Fetus	embryonaler/fetaler Kreislauf knorpeliges Skelett, Auftreten der Knochenkerne Ausbildung und Rückbildung des physiologischen Nabelbruchs Obliteration von Chorionhöhle und Uteruslumen	Lebensfähigkeit Einsetzen der Organfunktionen sensible Phasen der Organanlagen
1.6.3	Reifezeichen	morphologische Reifezeichen von Neugeborenen	Geburtsleitung
1.7	**Mehrlingsbildung, Mehrfachbildung, Fehlbildung**		
1.7.1	Zwillinge, Mehrlinge	eineiige, mehreiige	erhöhte Komplikationsrate bei Mehrlingsgeburten
1.7.2	Mehrfachbildung	unvollständig getrennte Zwillinge Doppelfehlbildungen	
1.7.3	Fehlbildungen Teratologie	Ursachen und Phasenspezifität von Fehlbildungen	Prävention, Diagnostik und Therapie von Fehlbildungen Medikamenteneinnahme in der Schwangerschaft Risikofaktoren
2	**Allgemeine Anatomie, Gewebelehre und Histogenese**		
2.1	**Allgemeine Anatomie**		
2.1.1	Gestalt	Gliederung des Körpers in: Kopf, Hals, Stamm (Rumpf), Gliedmaßen Streckseite - Beugeseite	Krankenuntersuchung
2.1.2	allgemeine Begriffe	Norm und Variabilität Symmetrie Metamerie Achsen und Ebenen Lage- und Richtungsbezeichnungen Atrophie Hypertrophie, Hyperplasie, Metaplasie, De- und Transdifferenzierung Nekrose Apoptose	

2.1.3	postnatale Änderung der Gestalt	Körperproportionen; Körpermaße und Geschlechts-dimorphismus	Wachstumsstörungen
2.2	**Methoden**		
		Zellkulturen Histologische Techniken, z. B. H.-E.-Färbung, Azan-Färbung Immunhistochemie, Enzymhistochemie In-situ-Hybridisierung Mikroskopierverfahren Plastination	histopathologische Diagnostik Demonstrations-präparate
2.3	**Epithelgewebe**		
		prinzipieller Aufbau, Klassifikation und Funktion von Epithelien strukturelle und histochemische Charakteristika von Epithelzellen, polarer Bau, Oberflächendifferen-zierungen, Zellhaften (s. a. GK Biologie 1.2.5)	Karzinome
2.3.1	Oberflächenepithe-lien	Vorkommen der verschiedenen Oberflächenepithel-arten Reihigkeit, Schichtigkeit *Epithel-Bindegewebsübergang* Integrine Hemidesmosomen, fokale Kontakte; Ankerfilamente und Ankerfibrillen Basalmembran, Basallamina Bestandteile Vorkommen und Funktion von Bindegewebspapillen	Organ- und patholo-gisch-anatomische Diagnosen Hyperplasie und Me-taplasie Störungen von Stoff-aufnahme und –trans-port Autoimmunerkran-kungen der Basal-membran
2.3.2	Drüsenepithelien und Sekretion	regulierte und konstitutive Sekretion Arten, Synthese, Speicherung und Extrusions-mechanismen von Sekreten morphologische Merkmale von Drüsenzellen Sekretionszyklus	Mukoviszidose Karzinome
2.4	**Allgemeine Anatomie der exokrinen und endokrinen Drüsen**		
2.4.1	exokrine Drüsen	Bau und Klassifizierung Form und Aufbau der Drüsenendstücke und der Ausführungsgänge Drüsenparenchym, Stroma	Akne
2.4.2	endokrine Drüsen	Bau und Klassifizierung Hormon-Stoffklassen und ihre morphologischen Korrelate	Diabetes mellitus Diabetes insipidus Akromegalie Fertilitätsstörungen Morbus Cushing Hyperthyreose
2.5	**Binde- und Stützgewebe**		
		prinzipieller Aufbau Zelltypen: fixe, freie *Extrazelluläre Matrix* Glykosaminoglykane Proteoglykane Proteine Glykoproteine Kollagentypen Fibrilline, Elastin	Skorbut Ehlers-Danlos-Syndrom Marfan-Syndrom Osteogenesis imper-fecta Störungen der Bil-dung und des Abbaus von Bindegewebs-

		Fibrillogenese Bindegewebsfasern und deren funktionelle Eigenschaften	matrix, z.B. bei Schilddrüsendysfunktion lysosomalen Erkrankungen Hyperplasien sowie gutartige und bösartige Tumoren der verschiedenen Bindegewebszellarten Fremdkörperriesenzellen
2.5.1	Bindegewebe	Aufbau, Funktion, Regeneration Mesenchym gallertiges Bindegewebe lockeres Bindegewebe retikuläres Bindegewebe straffes geflechtartiges Bindegewebe straffes parallelfaseriges Bindegewebe	Entzündungen unspezifische Abwehr Lymphbildung Ödeme Organkapselruptur Sehnenruptur
2.5.2	Fettgewebe	Entstehung, Aufbau und Funktion von univakuolärem und plurivakuolärem Fettgewebe Fettverteilungsmuster, Fettmobilisation	Adipositas, Kachexie, Lipome; Störungen des Fettstoffwechsels
2.5.3	Knorpelgewebe	Entstehung, Wachstum, Ernährung, Degeneration Regeneration funktionelle Eigenschaften Aufbau Perichondrium, hyaliner Knorpel, elastischer Knorpel, Faserknorpel	Arthrose Chondrodystrophie Knorpeltumoren Achondroplasie
2.5.4	Knochengewebe	Herkunft und Entstehung (desmal, enchondral) Osteoid, Mineralisation Dickenwachstum, Längenwachstum, Knochenumbau Aufbau Geflechtknochen, Lamellenknochen Kallusbildung	Osteogenesis imperfecta, Rachitis, Osteoporose, Osteomalazie Knochentumoren Knochenbruchheilung
2.5.5	Zahnhartsubstanzen	s. 5.4.4	Zahnerkrankungen
2.6	**Muskelgewebe**		
2.6	Muskelgewebe	Entstehung Aufbau und Funktion, morphologische Grundlagen der Kontraktilität	Muskeldystrophien kongenitale Myopathien Rhabdomyosarkom
2.6.1	Skelettmuskulatur	Muskelfaserarten funktionelle Anpassung Satellitenzellen, Regeneration motorische Endplatten, Muskelspindeln	Myasthenia gravis experimentelle Stilllegung der motorischen Endplatte
2.6.2	Herzmuskulatur	s. 7.5.1	
2.6.3	Glatte Muskulatur	Bau, Vorkommen, elektrische und mechanische Kopplung Anordnung des Filamentsystems, Caveolae, Verdichtungszonen, Anheftungsplaques Sekretion von Tropoelastin, Fibrillin und Kollagen	Asthma bronchiale Peristaltik, Koliken, Atonien spastischer, paralytischer Ileus

			Uterusmyome Prostatahyperplasie
2.7	**Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates**		
2.7.1	Knochen	Knochentypen Epiphyse - Metaphyse - Diaphyse - Apophyse Substantia corticalis, Substantia compacta, Substantia spongiosa Geflechtknochen, Lamellenknochen Periost, Gefäßversorgung; Knochenmark, gelbes, rotes (siehe 2.11.2.)	Skelettdeformitäten Frakturen aseptische Knochennekrosen subperiostales Hämatom
2.7.2	Knochenverbindungen	*Fugen:* Syndesmosen, Synchondrosen, Synostosen *Gelenke:* Aufbau, Gelenkkörper. Gelenkknorpel Gelenkkapsel, Stratum fibrosum, Stratum synoviale, Gefäßversorgung Gelenktypen Kinematik (Achsen, Bewegungsmöglichkeiten, Freiheitsgrade) Statik/Dynamik (Lagerkräfte, Spannungsverteilung) Zusatzeinrichtungen (Disci, Menisci, Labra, Ligamenta, Recessus)	Neutral-0-Methode Arthrose Polyarthritis Luxationen
2.7.4	Skelettmuskeln	Muskelaufbau, Ursprung, Ansatz, Muskelbauch, Fiederung Muskelmechanik Endo-, Epi-, Perimysium, Muskelfaszie Bau der Sehnen und Aponeurosen Muskel-Sehnen-Verbindung Sehnenorgan Anatomischer - physiologischer Querschnitt, Fiederungswinkel isometrische, isotonische Kontraktion, Bewegungsmuskeln, Haltemuskeln, aktive, passive Muskelinsuffizienz Synergisten, Antagonisten	Bodybuilding Muskelfaserriss Muskelkater Muskelkrämpfe Myasthenie Myositis
2.7.5	Zusatzeinrichtungen der Muskeln und der Sehnen	Muskelfaszien (Einzelfaszien, Gruppenfaszien) Muskellogen (Faszienlogen, Kompartimente) Schleimbeutel und Sehnenscheiden Retinacula Hypomochlion	Sehnenscheidenentzündung Bursitis Kompartmentsyndrome
2.8	**Nervengewebe**		
		Entstehung zelluläre Bestandteile und deren entwicklungsgeschichtliche Herkunft Nervenwachstums- und Inhibitionsfaktoren	
2.8.1	Neurone	strukturelle und funktionelle Gliederung des Neurons chemische Synapse (Typen und Bau), Neurotransmitter und Rezeptoren Neurosekretion Klassifizierung von Neuronen nach Größe, ihren Ausläufern und Transmittern Degeneration und Regeneration	Tetanus, Botulismus Diabetes insipidus
2.8.2	Gliazellen	Struktur und Funktion zentraler Glia:	Tumoren (Gliome,

		Astrozyt, Oligodendrozyt, Mikroglia, Ependymzelle Struktur und Funktion peripherer Glia: Schwann-Zelle (myelinisierend, nicht-myelinisierend), Mantelzelle Beteiligung an De- und Regeneration	Ependymome, Neurinome)
2.8.3	Nervenfaser	zentrale - periphere Nervenfaser markhaltige - marklose Nervenfaser Klassifizierung nach Durchmesser, Myelinisierung und Leitungsgeschwindigkeit	Entmarkungskrankheiten multiple Sklerose
2.9	**Allgemeine Anatomie des Nervensystems**		
2.9.1	übergeordnete Gliederungen und allgemeine Begriffe	zentrales - peripheres Nervensystem afferente (sensible) - efferente (motorische) Neurone somatisches (animalisches) - viszerales (vegetatives, autonomes) Nervensystem Hirnnerven - Spinalnerven graue Substanz - weiße Substanz Begriffe: Cortex, Medulla, Lamina, Nucleus, Tractus, Fasciculus	Lähmungen (zentraler und peripherer Typ)
2.9.2	periphere Organisation und Projektion	strukturelle und funktionelle Gliederung des Spinalnerven und seiner Wurzeln; Plexusbildung segmentale Innervation, Dermatom, Head´sche Zonen	Lokalisationsdiagnostik von Läsionen übertragener Schmerz
2.9.3	neuronale Gliederung des peripheren Nervensystems	viszerales Nervensystem viszeroefferente Neurone (sympathisch, parasympathisch, enteral), viszeroafferente Neurone, lokal effektorische Funktion somatische und viszerale Reflexe (Lage und Verschaltung der beteiligten Neurone)	Sympathektomien neurogene Entzündung
2.9.4	mikroskopische Anatomie des peripheren Nervensystems	Hüllen und Bindegewebsräume des peripheren Nerven; Blut-Nerven-Schranke Gestalt und Verschaltung der Neurone in sympathischen, parasympathischen, enteralen und sensiblen Ganglien Hüllen und Bindegewebsräume Abwehrzellen im peripheren Nervensystem Gefäßversorgung	toxische Neuropathien Neuritiden Radikulitis Ganglionitiden
2.10	**Allgemeine Anatomie des Kreislaufsystems**		
2.10.1	Gliederung	großer, kleiner Kreislauf, Pfortadersysteme; prä- und postnataler Kreislauf Umstellung des Kreislaufes nach der Geburt; Kollateralkreislauf Lymphzirkulation	perinatale Fehlentwicklungen Vorhofshunt offener Ductus arteriosus Aortenisthmusstenose
2.10.2	Blutgefäße	Arterien, Wandbau, elastischer und muskulärer Typ Arteriolen Innervation Kapillaren, Bau, Typen, geschlossen, fenestriert mit und ohne Diaphragma, Sinusoide Barriereeigenschaften, Durchtrittmechanismen Venolen, Venen, Wandbau, Venenklappen Arteriovenöse Anastomosen, Sperrarterien, Drosselvenen	arterieller Blutfluss, Arteriosklerose, Vaskulitiden, Durchblutungsregulation, Organdurchblutung, Durchblutungsstörungen, Hochdruck, Hochdruckbehandlung Stoffaustausch,

			venöser Rückfluss, Thrombosen, Varizen
2.10.3	Lymphgefäßsystem	Bau Lymphkapillaren, Lymphgefäße (Vasa lymphatica), Lymphstämme (Trunci lymphatici) regionäre Lymphknoten, sekundäre (Sammel-) Lymphknoten	Lymphfluss Lymphödeme Tumormetastasierung
2.11	**Blut und Knochenmark**		
2.11.1	Blutzellen	Aufbau, Erscheinungsbild im Blutausstrich, Größe, Zahl, Lebensdauer, Funktion Erythrozyten, Retikulozyten, Blutmauserung Granulozyten, Granulatypen, Inhaltsstoffe, neutrophile Granulozyten, stabkernige, segmentkernige, "drum-stick", eosinophile Granulozyten, basophile Granulozyten Thrombozyten, Thrombusbildung Lymphozyten und Monozyten (Makrophagen) s. 2.12	Anämien, Hämorrhagien, Hämolyse unspezifische Abwehr Entzündungsreaktion, Sepsis Allergien Thrombozytopenie Thrombose, Thromboseprophylaxe hämorrhagische Diathesen
2.11.2	rotes Knochenmark	Aufbau Erythroblasten, Myeloblasten, Monoblasten, Lymphoblasten, Megakaryozyten Grundzüge der Blutzellbildung	Leukämien Polycythaemia vera Thrombozythämie Anämien
2.12	**Allgemeine Anatomie des Immunsystems**		
2.12.1	Allgemeine Aspekte	unspezifische, spezifische Abwehr Lymphozyten, Populationen, somatische Rekombination, Selektion, Aktivierung, klonale Vermehrung, "Memory cells" Lymphozytenrezirkulation, Hochendothelvenolen (postkapilläre Venolen), Selektine B-Lymphozyten, B-Zellrezeptoren, Plasmazellen, Antikörperbildung, Antikörperklassen, Effektormechanismen, humorale Immunität T-Lymphozyten, zytotoxische T-Zellen (CD8-Zellen), T-Zell-Rezeptoren, Effektormechanismen, Antigenpräsentation mittels MHC I, Perforine, zelluläre Immunität T-Helferzellen (CD4-Zellen), TH-1/TH-2-Zellen, Aktivierungsmechanismen, TH-1, TH-2 abhängige Cytokine Makrophagen, Antigenerkennungsmechanismen, Phagozytose, antigenpräsentierende Zellen, dendritische Zellen, Antigenpräsentation mittels MHC II Mastzelle	Infektionskrankheiten, Impfungen, Immunschwächesyndrome, Überempfindlichkeitsreaktionen Typ I (z. B. atopische Krankheiten), Typ II (z. B. perniziöse Anämie), Typ III (Autoimmunkrankheiten) und Typ IV (Arzneimittelallergie); Transplantationen, Tumorentstehung und Tumorwachstum
2.12.2	Thymus	T-Lymphozytenreifung und Selektion, Subklassenprägung, Blut-Thymus-Schranke, Altersveränderungen	Thymushypoplasie Myasthenia gravis Thymome
2.12.3	Milz	s. Kap. 8.4	Leukämien
2.12.4	Lymphknoten	Kortex, Parakortex, Mark (Markstränge), B- und T-Zelldominierte Regionen, Vasa afferentia,	Lymphadenitis Metastasierung von Tumoren

		Lymphfluß durch Lymphsinus, Vasa efferentia, Mikrozirkulation des Blutes Filterfunktion, Immunfunktion	
2.12.5	mucosaassoziiertes lymphatisches Gewebe (MALT)	Tonsillen, Krypten, retikuläres Epithel, Follikel, Interfollikularregion, diffus verteilte lymphatische Zellen, intraepitheliale Lymphozyten, Lamina-propria-Lymphozyten Immunfunktionen Peyersche Plaques, Solitärfollikel der Darmwand, Appendix vermiformis Domareale, M-Zellen, Follikel	Tonsillitis Morbus Crohn
3	**Obere Extremität**		
3.1	**Grundkenntnisse der Entwicklung**		
		Extremitätenknospen (5. Woche), Induktion durch die Randleiste Knorpelmodelle (6. Woche), Knochenkerne (ab 12. Woche) Innervationsgebiete der Spinalnerven (Dermatome) und der peripheren Nerven Ossifikationskerne der Epiphysen und der Ossa carpi als Kriterium der Skelettreifung; Schluss der Epiphysenfugen	Amelie Meromelie Phokomelie Thalidomid-Embryo-pathie
3.2	**Knochen**		
		Bau der Skelettelemente von Schultergürtel, Arm, Hand und Fingern	
3.3	**Gelenke**		
		Gelenkkörper und Gelenkflächen Bewegungsmöglichkeiten, Gelenkmechanik, Achsen für die Hauptbewegungen, Hauptbewegungsebenen, Bewegungsausmaß, Bewegungsbegrenzung, Verlauf und Größe der Resultierenden, Gelenkkapseln, -bänder, Zusatzeinrichtungen	Neutral-0-Methode Luxationen Arthrose Ursachen von “Ge-lenkschmerzen” Bewegungsein-schränkungen
3.3.1	Schultergürtel	Verbindungen zum Rumpfskelett (Schlüsselbeingelenke) Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels Mechanik des Schultergürtels Mitwirkung des Schultergürtels bei der Armbewegung	Verletzungen des AC-Gelenkes
3.3.2	Schultergelenk	Spatium subdeltoideum Armbewegungen, Bedeutung der Stellung des Schultergürtels für die Armbewegungen	Luxationen Impingement Rupturen der sog. “Rotatorenmanschet-te” Labrumabrisse “schmerzhafter Bo-gen” Arthroskopie
3.3.3	Ellenbogengelenk	Untergliederung	Distraktion beim Kind
3.3.4	Verbindungen der Unterarmknochen	Untergliederung	
3.3.5	Handgelenk	Untergliederung	Diskusperforation

		Hauptbandzüge	Folgen der distalen Radiusfraktur
3.3.6	Fingergelenke	Untergliederung	Rhizarthrose Prothesenproblem
3.4	**Muskeln**		
		Lage, Form, Verlauf (Ursprung und Ansatz) Verlauf der Sehnen Innervation und Blutversorgung Funktion Lähmungen von Muskelgruppen häufige Varianten	
3.4.1	Schultergürtel-muskeln	M. sternocleidomastoideus M. trapezius (s. a. 5.3.5) dorsale und ventrale Rumpf-Schultergürtel-Muskeln dorsaler und ventraler Rumpf-Arm-Muskel	
3.4.2	Schultermuskulatur	dorsale Gruppe ventrale Gruppe sog. “Rotatorenmanschette”	sog. "Rotatorenman-schetten-Rupturen"
3.4.3	Oberarmmuskulatur	ventrale Muskelgruppe dorsale Muskelgruppe	
3.4.4	Unterarmmuskulatur	radiale Muskelgruppe dorsale Muskelgruppe, Retinaculum extensorum, dorsale Sehnenfächer, ventrale Muskelgruppe,, Retinaculum flexorum, karpale und digitale Sehnenscheiden	
3.4.5	Handmuskeln	Muskeln des Daumenballens Muskeln des Kleinfingerballens Hohlhandmuskeln Palmaraponeurose	Daumenballen-atrophie
3.5	**Nerven**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, Versorgungssgebiete der Trunci, Faszikel und Nerven der Pars supra- und infraclavicularis des Plexus brachialis Autonomgebiete der Armnerven segmentale Innervation des Armes und der Schulter Kompresionssyndrome typische Lähmungssyndrome, typische Verletzungsstellen	Halsrippen, Plexusanästhesie
3.5.1	Plexus brachialis	Segmentzugehörigkeit *Pars supraclavicularis:* Trunci N. thoracicus longus, N. thoracodorsalis, N. dorsalis scapulae, Nn. pectorales, N. suprascapularis N. subclavius *Pars infraclavicularis:* Faszikel N. axillaris N. radialis R. profundus, R. superficialis N. musculocutaneus	Plexusanästhesie

		N. medianus, Medianusgabel N. interosseus antebrachii anterior N. ulnaris, R. dorsalis, R. superficialis, R. profundus N. cutaneus brachii medialis N. cutaneus antebrachii medialis	
3.6	**Arterien**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, Versorgungsgebiete A. subclavia s. 5.8.1 A. axillaris: Grundkenntnisse über die arteriellen Anastomosen im Bereich der Schulter A. brachialis: A. profunda brachii A. radialis: R. palmaris superficialis, Arcus palmaris profundus, Rete carpi dorsale A. ulnaris: Rete articulare cubiti, A. interossea posterior, A. interossea anterior, R. palmaris profundus, Arcus palmaris superficialis	Möglichkeit temporärer Unterbindung
3.7	**Venen**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, Drainagegebiet oberflächliche Venen: V. intermedia cubiti, V. basilica, V. cephalica tiefe Begleitvenen: Vv. brachiales, V. axillaris, V. subclavia	Punktion
3.8	**Lymphknoten und Lymphgefäße**		
		Grundkenntnisse über Lage, Einzugsgebiet, Verlauf und Mündung Lymphknoten der Achselhöhle: N. l. axillares, brachiales, interpectorales Truncus subclavius	insb. Mammaabfluss
3.9	**Angewandte und topographische Anatomie**		
Übertragung der systematischen Kenntnisse über Knochen, Gelenke, Bänder, Muskeln, Nerven und Gefäße in den topographischen Zusammenhang und auf bildgebende Verfahren			
3.9.1	Oberflächen-anatomie	Oberflächenrelief, tastbare Strukturen	
3.9.2	Regio supraclavicularis	Skalenuslücke, Lage des Plexus brachialis zur 1. Rippe	Vorkommen von Halsrippen
3.9.3	Regio infraclavicularis, deltoidea und scapularis	Schulterdach Trigonum clavipectorale, Spatium subdeltoideum	Punktionswege zur V. subclavia
3.9.4	Fossa axillaris (Spatium axillare)	Wände, Ein- und Ausgänge, Fascia axillaris, Achselfalten	
3.9.5	Schulter	Gefäßnervenstraßen A. circumflexa humeri posterior	Gefährdung des N. axillaris bei Oberarmkopfbrüchen und bei Schulterluxationen
3.9.6	Oberarm	Aufbau, Septa intermuscularia, Fascien, Sulcus bicipitalis medialis und lateralis, Gefäßnervenstraßen	Gefährdung des N. radialis bei Oberarmschaftbrüchen
3.9.7	Fossa cubitalis	Wände, Ein- und Ausgänge, Aponeurosis musculi bicipiti brachii, Lage von N. radialis, medianus und A. radialis	Venenpunktionen

		hoher Abgang der A. radialis	
3.9.8	Unterarm	Aufbau, Septa intermuscularia, Lage der Muskelgruppen, Gefäßnervenstraßen	
3.9.9	Regio carpalis anterior und posterior	Arterien-, Nerven-, Sehnenübertritte vom Unterarm zur Hand, Canalis carpi (Karpaltunnel), Foveola radialis, Sehnenscheidenfächer	Karpaltunnelsyndrom Guyonsche-Loge-Syndrom
3.9.10	Palma manus	Aufbau, Schichten, Palmaraponeurose	Sehnenscheideninfektionen
3.9.11	Dorsum manus	Sehnenscheidenfächer	Tendovaginitis
3.9.12	Finger	Aufbau, Lage der Gefäße und Nerven	
3.9.13	Abgrenzung der sensiblen Innervationsgebiete an Hand und Fingern	N. radialis, N. medianus und N. ulnaris	Sensibilitätsstörungen
3.9.14	anatomische Korrelate bildgebender Verfahren	Deutung einfacher orthologischer bildgebender Verfahren	
4	**Untere Extremität**		
4.1	**Grundkenntnisse der Entwicklung**		
		s. 3.1	s. 3.1
4.2	**Knochen**		
		Bau der Skelettelemente von Hüfte, Oberschenkel, Unterschenkel, Fuß und Zehen, Sesambeine	
4.3	**Gelenke**		
		Gelenkkörper und Gelenkflächen, Bewegungsmöglichkeiten, Gelenkmechanik, Achsen für die Hauptbewegungen, Hauptbewegungsebenen, Bewegungsausmaß, Bewegungsbegrenzung, Verlauf und Größe der Resultierenden, Gelenkkapseln, -bänder, Zusatzeinrichtungen	Neutral-0-Methode Luxationen Arthrose Ursachen von „Gelenkschmerzen” Bewegungseinschränkungen
4.3.1	Hüftgelenk	Lage, Form und Formvarianten der Hüftgelenkspfanne Schenkelhalswinkel, Antetorsionswinkel	Herabsetzung der Gelenkbelastung beim Hinken Schenkelhalsfraktur Hüftendoprothese Hüftkopfnekrose Hüftgelenksarthrose
4.3.2	Kniegelenk	Untergliederung Roll-Gleit-Mechanismus Traglinie	Meniskusschädigungen Kniegelenkspunktion Arthroskopie Kreuzbandersatz Kniegelenksarthrose Genu recurvatum, varum, valgum
4.3.3	Verbindung der Unterschenkelknochen	Articulatio tibiofibularis Syndesmosis tibiofibularis Membrana interossea, Malleolengabel	
4.3.4	Sprunggelenke	Untergliederung	OSG-Luxation

		Hauptbandzüge	Malleolenfraktur
4.3.5	Weitere Gelenke der Fußwurzel und des Mittelfußes	Längs- und Quergewölbe des Fußes Bauplan des Fußes in Bezug auf die statische und dynamische Übertragung der Körperlast Hauptbandzüge	Fußdeformitäten
4.3.6	Zehengelenke	Untergliederung	Hallux valgus Hammerzehe
4.4	**Muskeln**		
		Lage, Form, Verlauf (Ursprung, Ansatz), Verlauf der Sehnen, Innervation und Blutversorgung, Funktion Lähmungen von Muskelgruppen	Lähmungsmuster
4.4.1	Muskeln der Hüfte	innere Hüftmuskeln, äußere Hüftmuskeln, Halte- und Bewegungsfunktion bei Spiel- und Standbein	
4.4.2	Oberschenkel-muskeln	dorsale Muskelgruppe ventrale Muskelgruppe Adduktoren	
4.4.3	Unterschenkel-muskeln	oberflächliche und tiefe dorsale Muskelgruppe Retinaculum musculorum flexorum, ventrale Muskelgruppe, Retinaculum musculorum extensorum superius und inferius fibulare Muskelgruppe, Retinaculum musculorum fibularium superius und inferius	
4.4.4	Fußmuskeln	Muskeln des Fußrückens, Muskeln der Fußsohle, inneres, mittleres und äußeres Fach Muskeln der Großzehe Verspannung des Längs- und des Quergewölbes des Fußes, Plantaraponeurose	
4.5	**Nerven**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, segmentale Innervation, Innervationsgebiete der Nerven typische Verletzungsstellen, typische Lähmungssyndrome bei Ausfällen	
4.5.1	Plexus lumbosacralis	Segmentzugehörigkeit *Plexus lumbalis:* N. iliohypogastricus N. ilioinguinalis N. cutaneus femoris lateralis N. genitofemoralis N. femoralis N. saphenus N. obturatorius *Plexus sacralis:* (s.a. 8.14.6) N. gluteus superior N. gluteus inferior N. ischiadicus N. tibialis N. suralis N. plantaris medialis N. plantaris lateralis N. fibularis communis	

		N. fibularis superficialis N. fibularis profundus	
4.6	**Arterien**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, Versorgungsgegebiete A. femoralis: A. profunda femoris, Aa. perforantes, A. circumflexa femoris medialis und lateralis A. obturatoria Grundkenntnisse über die arteriellen Anastomosen im Bereich der Hüfte unter Einschluss des Schenkelkopfes A. poplitea: Rete articulare genus A. tibialis anterior: A. dorsalis pedis A. tibialis posterior: A. plantaris medialis, A. plantaris lateralis, Arcus plantaris A. fibularis	Katheterzugang temporäre Unterbindungsmöglichkeiten Puls tasten
4.7	**Venen**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, Drainagegebiete Oberflächliche Venen: V. saphena magna, V. saphena parva tiefe Begleitvenen: V. poplitea, V. femoralis allg. Venenabfluss der unteren Extremität	Varizen Thrombophlebitis Ulcus cruris
4.8	**Lymphknoten und Lymphgefäße**		
		Grundkenntnisse über Lage, Einzugsgebiete, Verlauf und Mündung popliteale Lymphknoten inguinale Lymphknoten: Nn. l. inguinales superficiales Nn. l. inguinales profundi	
4.9	**Angewandte und topographische Anatomie**		
Übertragung der systematischen Kenntnisse über Knochen, Gelenke, Bänder, Muskeln, Nerven und Gefäße in den topographischen Zusammenhang und auf bildgebende Verfahren			
4.9.1	Oberflächen-anatomie	tastbare Strukturen, Fehlstellungen, Oberflächenrelief	
4.9.2	Regio inguinalis	Canalis inguinalis Leistenhernie Lacuna vasorum Schenkelhernie Lacuna musculorum	Komplikationen von Hernien Hernienchirurgie
4.9.3	Trigonum femorale und Fossa iliopectinea	Canalis femoralis Fascia iliaca Hiatus saphenus	Senkungsabszesse
4.9.4	Regio glutealis	Schichten, Zu- und Ausgänge, Projektion der Nervenaustrittspunkte, Lage des Injektionsortes	intramuskuläre Injektion
4.9.5	Hüfte	Normalstellung Fehlstellungen (Coxa vara, Coxa valga) Funktionsprüfung von Stand- und Spielbein	Fehlstellungen
4.9.6	Oberschenkel	Septa intermuscularia, Faszienlogen und Muskelgruppen, Lage der Gefäßnervenstraßen Canalis obturatorius Obturatoriushernie Canalis adductorius, Adduktorenschlitz	

4.9.7	Fossa poplitea	Wände, Ein- und Ausgänge, Etagen, Fascia poplitea Tastbarkeit der Leitungsbahnen und Lymphknoten	
4.9.8	Regio genus	Punktionsweg zum Kniegelenksspalt Bursa suprapatellaris, subcutanea praepatellaris, infrapatellaris profunda	Kniegelenkserguss Bakerzyste Bursitiden
4.9.9	Unterschenkel	Septa intermuscularia, Faszienlogen und Muskelgruppen, Lage der Gefäßnervenstraßen	Kompartmentsyndrome
4.9.10	Regio malleolaris	Arterien-, Nerven-, Sehnenübertritte vom Unterschenkel zum Fuß, Canalis malleolaris	Tarsaltunnelsyndrom Luxationen Hämatome
4.9.11	Fuß	Fehlformen	Deformitäten Fehlstellungen
4.9.12	Planta pedis	Aufbau, Schichten, Plantaraponeurose, Muskelfächer Kammerung der Subcutis Belastungsmuster Bauplan des Fußes	
4.9.13	anatomische Korrelate bildgebender Verfahren	Deutung einfacher orthologischer bildgebender Verfahren	
5	**Kopf und Hals**		
5.1	**Entwicklung und Wachstum**		
5.1.1	Neurocranium	Desmocranium, Chondrocranium, Osteocranium Calvaria, Fontanellen (Ohr: s. 10, Auge: s. 11)	Dysostosis cleidocranialis Formänderung des Schädels unter der Geburt Geburtsleitung Anencephalus
5.1.2	Viscerocranium	Stomatodeum, Rachenmembran Hypophyse Mundhöhle, primäre und sekundäre Choanen primärer und sekundärer Gaumen Nasennebenhöhlen, Pneumatisation Schlundboden, Schlundtaschen Schlundfurchen Schlundbögen und deren Abkömmlinge Lippenspalte Lippen-Kiefer-Spalte Lippen-Kiefer-Gaumenspalte	Rachendachhypophyse
5.1.3	Hirnnerven, Sinnesorgane	zentrale Sinnesorgane zentrale Sinnesbahnen Schlundbogennerven	
5.1.4	Gesicht	Stirnfortsatz, Ober- und Unterkieferwulst, Riechplakoden und Riechgrube Lateraler und medialer Nasenwulst Tränennasengang	verspätete Kanalisation des Tränennasengangs schräge Gesichtsspalten
5.1.5	Hals	Schilddrüse (Ductus thyroglossalis), Nebenschilddrüsen und Thymus Sinus cervicalis	Halsfisteln

		Deszensus des Herzens	
5.2	**Cranium**		
		Grundkenntnisse über die einzelnen Knochen	
5.2.1	Calvaria	Schichtenbau, Nähte, Innenrelief, Emissarien	
5.2.2	Basis cranii	Innenrelief, Schädelgruben Außenrelief Durchtrittsstellen der Hirnnerven und großen Gefäße schwache Stellen (Frakturlinien)	Schädelbasisfrakturen Abducensparese
5.2.3	Viscerocranium	Außenrelief Wände, Ein- und Ausgänge von: Orbita, Cavitas nasi, knöchernen Nasennebenhöhlen, Cavitas oris, Fossa pterygopalatina, Fossa temporalis, Fossa infratemporalis	Frakturen Sinusitis diverse chirurgische Zugänge (z.B. zur Hypophyse)
5.2.4	Kiefergelenk	Gelenkkörper, Discus articularis, Gelenkkapsel, Bewegungsmöglichkeiten	Bezug zum Biss (z.B. Fehlbissformen) Kopfschmerz Gelenkknacken
5.3	**Kopf- und Halsmuskeln, Faszien**		
		Lage, Verlauf, Funktion, Innervation	epikranielle Blutungen Facialisparese
5.3.1	Gesichtsmuskulatur	M. epicranius, Galea aponeurotica, Muskulatur der Lidspalte und des Mundes M. buccinator	"Geburtsgeschwulst" Facelifting
5.3.2	Kaumuskulatur	M. temporalis, M. masseter, Mm. pterygoidei medialis und lateralis	Bezug zum Biss
5.3.3	Faszien am Kopf und Hals	Fascia temporalis, Fascia masseterica, Fascia parotidea, Fascia buccopharyngea, Raphe pterygomandibularis Fascia cervicalis: Lamina superficialis, Lamina pretrachealis, Lamina prevertebralis	Abszessausbreitung
5.3.4	Zungenbein und Zungenbeinmuskulatur	Os hyoideum, Lig. stylohyoideum vordere obere Zungenbeinmuskeln hintere obere Zungenbeinmuskeln untere Zungenbeinmuskeln,	
5.3.5	Halsmuskulatur	Platysma, M. sternocleidomastoideus, M. trapezius, Mm. scaleni, prävertebrale Muskulatur	Schiefhals Accessoriusparese
5.4	**Kopf- und Halseingeweide**		
5.4.1	Nasenhöhle	Ein- und Ausgänge, Vestibulum nasi, Septum nasi, Conchae nasi, Meatus nasi, Mündungen der Nasennebenhöhlen und des Ductus nasolacrimalis, Nachbarschaftsbeziehungen Pars respiratoria, Pars olfactoria Innervation und Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Nasenschleimhaut, respiratorisches Epithel, olfaktorisches Epithel, olfaktorische Neurone	Phonation Nasenbluten – Blutstillung Dacryocystitis neonatorum Dacryoplastik Rhinitis Anosmie
5.4.2	Nasennebenhöhlen	Sinus maxillaris, Sinus frontalis, Sinus sphenoidalis, Cellulae ethmoidales Lokalisation der Mündungen der Ausführungsgänge Lage und Nachbarschaftsbeziehungen	Sinusitis Bezug zur Wurzel des oberen Caninus

		mikroskopische Anatomie: Schleimhaut	
5.4.3	Mundhöhle	Vestibulum oris, Cavitas oris propria Wände, Nachbarschaftsbeziehungen Lippen, Wangen, Schleimhaut und mikroskopischer Bau Schleimhautrelief der Regio sublingualis Innervation und Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Schleimhaut, kleine Speicheldrüsen	zytologischer Abstrich
5.4.4	Zähne	Zahnformen, Zahnformel, Milchgebiß, Dauergebiß, Okklusion, Artikulation Kauakt Innervation und Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Zahnentwicklung, Grundkenntnisse des Zahndurchbruchs und des Zahnwechsels Zahnaufbau Hartsubstanzen Paradontium	Gingivitis Parodontopathien Karies, Pulpitis odontogene Zysten und Tumoren Prothesenverankerung
5.4.5	Zunge	Aufbau der Zunge, Teile, Binnenmuskeln, Außenmuskeln Zungenpapillen, Geschmacksorgan, Zungenbälge (Zungentonsille), Zungendrüsen Innervation, Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Schleimhaut, Papillen, Geschmacksknospen	Phonation Hypoglossusparese Glossitis
5.4.6	Speicheldrüsen	Gl. parotidea, Gl. sublingualis, Gl. submandibularis, kleine Speicheldrüsen Lage, Nachbarschaftsbeziehungen, Verlauf des Ausführungsganges, Mündung Innervation mikroskopische Anatomie: seröse, muköse und gemischte Endsysteme, Ausführungsgangsysteme, Sekretbereitung und Abgabe, Myoepithelzellen	Sialolithiasis Parotitis Sjögren-Syndrom Bedeutung für Zahnmineralisierung, Mundreinigung, Schleimhautschutz
5.4.7	Gaumen	harter und weicher Gaumen, M. tensor und M. levator veli palatini, M. uvulae Innervation	Phonation Schluckakt Niesen Schnarchen
5.4.8	Isthmus faucium	Gaumenbögen, Gaumenbogenmuskeln, Tonsillarbucht, Tonsilla palatina mikroskopische Anatomie: s. 2.11.5	Tonsillitis Tonsillektomie
5.4.9	Pharynx	Pars nasalis, Pars oralis, Pars laryngea Ein- und Ausgänge, Schleimhautrelief, Tonsilla pharyngealis, Tonsilla tubaria Aufbau: Schlundschnürer, Schlundheber Schluckakt, Speiseweg Nachbarschaftsbeziehungen Innervation und Gefäßversorgung	Seitenstrangangina Belüftungsstörungen des Mittelohrs
5.4.10	Halsteil des Ösophagus	Ösophagusmund Nachbarschaftsbeziehungen	Divertikel Sondierung
5.4.11	Larynx	Skelettteile, Gelenke, Bänder, Membrana thyrohyoidea	Phonation Hustenreflex

		Stell- und Spannmuskeln Etagengliederung, Schleimhautrelief Nachbarschaftsbeziehungen Kehlkopffunktion beim Atmen, Husten, Niesen, bei der Stimmbildung und bei der Bauchpresse Schluckakt Innervation und Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Schleimhaut	Heiserkeit Laryngitis
5.4.12	Halsteil der Trachea	Aufbau, Nachbarschaftsbeziehungen mikroskopische Anatomie: s. 7.2.1	Tracheoskopie Bronchoskopie
5.4.13	Schilddrüse	Teile, Kapsel, Lage, Nachbarschaftsbeziehungen, Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Follikel, Follikelepithel, Sekretbereitung (Thyroxin, Triiodthyronin) und Speicherung, Sekretabgabe, Regulation C-Zellen (Calcitonin)	Thyroidektomie Rekurrensgefährdung Hyperthyreose M. Basedow Hypothyroese Iodmangelstruma Multiple endokrine Neoplasien
5.4.14	Epithelkörperchen	Anzahl, Form, Größe, Lage und deren Variabilität, Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Hauptzellen, oxyphile Zellen, Sekretbereitung (PTH) und Regulation	Hypo-/Hyperpara-thyreose Komplikation nach Strumektomie
5.4.15	Glomus caroticum	Größe, Lage, sensible Innervation mikroskopische Anatomie: Glomuszelle, Hüllzelle, Blutgefäße	Glomustumor
5.5	**Hirnnerven**		
		Austritt aus dem Gehirn, intrakranieller Verlauf, Durchtritt durch die Schädelbasis, extrakranieller Verlauf, Faserqualitäten, wichtige Innervationsgebiete vegetative Anteile s. 5.7 Hirnnervenkerne s. 9.3.2 und 9.4.2	Schädelbasisfrakturen Sinus-Cavernosus-Thrombose allg. Hirnnerven-paresen
5.5.1	Sensorische Nerven	Nn. olfactorii (s.a. 9.7.1), N. opticus (s.a. 10.3.5) N. vestibulocochlearis (s.a. 11.4) Nerven für die Geschmacksorgane (s. a. 5.4.5, 5.5.5 und 5.5.6)	Hypophysentumoren Akustikusneurinome
5.5.2	Augenmuskelnerven	Nn. oculomotorius, trochlearis und abducens (s.a. 10.3.6)	Paresen
5.5.3	N. trigeminus	Ganglion trigeminale N. ophthalmicus, Aufteilung in der Orbita, N. frontalis, N. supraorbitalis, N. nasociliaris, N. lacrimalis, N. maxillaris, Aufteilung in der Fossa pterygopalatina, N. infraorbitalis, Nn. alveolares superiores, Nn. pterygopalatini, N. nasopalatinus, N. mandibularis, Aufteilung in der Fossa infratemporalis, Radix motoria, N. mylohyoideus, N. lingualis N. alveolaris inferior, N. mentalis,	Druckpunkte Differentialdiagnose Kopfschmerz Zahnextraktion

		N. auriculotemporalis, N. buccalis, Druckpunkte	
5.5.4	N. facialis	Ganglion geniculi, Chorda tympani, Aufteilung in der Fossa retromandibularis, Plexus intraparotideus N. petrosus major	Ausfallssymptome Geschmacksstörung Hyperakusis Operationen im Bereich der Gl. parotidea
5.5.5	N. glossopharyngeus	Ganglien, Aufteilung im Spatium parapharyngeum Ramus sinus carotici	
5.5.6	N. vagus	Ganglien, Aufteilung im Spatium parapharyngeum (Verlauf im Thorax und Bauch s. 7 und 8), Plexus pharyngeus, N. laryngeus superior (Ramus internus, Ramus externus), N. laryngeus recurrens Ramus auricularis	Heiserkeit Hustenreflex Phonation Komplikationen bei Strumektomie und Spülen des äußeren Gehörganges
5.5.7	N. accessorius	Verlauf im lateralen Halsdreieck	Lymphknotenexzision
5.5.8	N. hypoglossus	Verlauf im Trigonum caroticum Verbindung zum Plexus cervicalis	
5.6	**Halsnerven**		
5.6.1	Rr. dorsales	Innervationsgebiet, N. occipitalis major	Druckpunkt
5.6.2	Rr. ventrales	Plexus cervicalis, Segmentzugehörigkeit motorische und sensible Innervationsgebiete Lage Punctum nervosum Ansa cervicalis, N. phrenicus Plexus brachialis (s.a. 3.5.1)	hohe Querschnittslähmung Headsche Zonen
5.7	**Vegetative Innervation am Kopf und Hals**		
		Grundkenntnisse über Ursprung, Verlauf der prä- und postganglionären Fasern, Umschaltung, Zielorgane, Funktion	
5.7.1	Pars sympathica	Halsteil des Truncus sympathicus Halsganglien, Plexus caroticus externus und internus Zielorgane: Gefäßmuskulatur, M. dilatator pupillae, Mm. tarsales, Speicheldrüsen, Schilddrüse, Corpus pineale	Horner-Syndrom
5.7.2	Pars parasympathica	Okulomotoriusanteil: Ganglion ciliare M. sphincter pupillae, M. ciliaris Facialisanteil: N. petrosus major, Ganglion pterygopalatinum, Ganglion submandibulare, Tränendrüse, Gl. submandibularis, Gl. sublingualis, kleine Speicheldrüsen Glossopharyngeusanteil: N. petrosus minor, Ganglion oticum, Gl. parotidea Vagusanteil: (s. Thorax und Abdomen, 7 u. 8)	Sekretionsstörungen medikamentöse Beeinflussung der Pupillenweite (Drogen)
5.8	**Arterien und Venen**		
		Ursprung, Lage, Verlauf und Versorgungsgebiete	
5.8.1	A. subclavia	A. vertebralis (s.a. 9.11.1)	Einengung bei unko-

	(s.a. Obere Extremität, Kap. 3, und Thorax, Kap. 7)	Truncus thyrocervicalis, A. thyroidea inferior, Truncus costocervicalis, A. thyroidea ima (aus Truncus brachiocephalicus)	vertebraler Arthrose Subclaviapunktion Thoracic-outlet-Syndrom
5.8.2	A. carotis communis	Sinus caroticus	Carotissinussyndrom
5.8.3	A. carotis interna	(s.a. 9.11.1 und 10.2.2 und 10.3.4)	
5.8.4	A. carotis externa	A. thyroidea superior, A. lingualis, A. facialis, A. angularis, A. pharyngea ascendens, A. occipitalis, A. temporalis superficialis, A. maxillaris, A. meningea media	epidurale Blutung
5.8.5	V. jugularis interna	Sinus durae matris (s.a. 9.11.2) Bulbus venae jugularis Plexus pterygoideus V. retromandibularis, V. facialis Verbindungen intrakranieller und extrakranieller Venen	Sinus-Cavernosus-Thrombose
5.8.6	Angulus venosus	V. subclavia (s.a. 3.6.7), V. brachiocephalica (s.a. 7.6.2), V. jugularis externa Plexus thyroideus impar Mündung des Ductus thoracicus und des Truncus lymphaticus dexter	Vena-Subclavia-Katheter
5.9	**Lymphknoten und Lymphgefäße**		
		Lage, Einzugsgebiet, Verlauf und Mündung	Metastasierungswege
5.9.1	Lymphknoten an der Kopf-Hals-Grenze	N. l. submentales, submandibulares, parotidei, mastoidei, occipitales	
5.9.2	Oberflächliche und tiefe Halslymph-knoten	N. l. retropharyngeales, cervicales superficiales, cervicales profundi	
5.9.3	Lymphbahnen	Truncus jugularis dexter und sinister	
5.10	**Angewandte und topographische Anatomie**		
Übertragung der systematischen Kenntnisse über Knochen, Muskeln, Eingeweide, Nerven und Gefäße in den topographischen und/oder funktionellen Zusammenhang und auf bildgebende Verfahren			
5.10.1	Oberflächen-anatomie von Kopf und Hals	Oberflächenrelief, tastbare Strukturen, sensible Innervation der Haut, Trigeminusdruckpunkte	Trigeminusneuralgie
5.10.2	Kopfregionen	Weichteile des Schädeldaches, Kopfschwarte Spatium subaponeuroticum	subaponeurotisches und subperiostales Hämatom
5.10.3	Oberflächliche Gesichtsregionen	Regio frontalis, Regio orbitalis (s. 10.1) Regio temporalis Regio nasalis, Regio oralis, Regio buccalis Regio parotideomasseterica	Brillenhämatom plastische Gesichts-chirurgie
5.10.4	Tiefe Gesichts-regionen	Fossa temporalis, Fossa infratemporalis, Fossa pterygopalatina, Fossa retromandibularis, Orbita (s. 10.2)	
5.10.5	Spatium peripharyngeum	Spatium parapharyngeum (lateropharyngeum) Spatium retropharyngeum	retropharyngeales Hämatom
5.10.6	Mundboden	Regio sublingualis, Trigonum submandibulare	Mundbodenphleg-

			mone
5.10.7	Bildgebende Verfahren	Deutung einfacher orthologischer Röntgenbilder und CT- und MR-Tomogramme	
5.10.8	Halsregionen	Regio cervicalis anterior Zugangswege bei Notfalloperationen zu Larynx und Trachea Trigonum caroticum Regio sternocleidomastoidea Regio cervicalis lateralis, Trigonum omoclaviculare, Skalenuslücken, Trigonum scalenovertebrale	Tracheotomie Plexusanästhesie
6	**Leibeswand**		
6.1	**Rücken**		
6.1.1	Entwicklung der Wirbelsäule	Metamerie der Somiten, Sklerotome Knorpelmodell, Knochenkerne, Variabilität	Blockwirbel Spaltbildungen M. Scheuermann
6.1.2	Skelettelemente der Wirbelsäule	Aufbau der Wirbel Os sacrum, Os coccygis	Frakturen Osteoporose Spondylolysis Spondylolisthesis
6.1.3	Verbindungen der Wirbel	Wirbelgelenke, Kopfgelenke und deren Funktion Bandscheiben, funktionelle Bedeutung Bänder sog. Uncovertebralgelenke	Diskusprolaps Kopfschmerz Facettensyndrom pseudoradikuläre Symptome Osteochondrose Osteochondritis Morbus Bechterew
6.1.4	Wirbelsäule als Ganzes	Gliederung, physiologische Krümmungen und deren postnatale Ausbildung, Bewegungsmöglichkeiten Mechanik der Wirbelsäule Canalis vertebralis, Foramina intervertebralia Inhalt des Wirbelkanals (s.a. 9.2)	Rückenschule Intervertebralstenose Spinalstenose radikuläre Symptome pseudoradikuläre Symptome Fehlformen und Fehlhaltungen
6.1.5	autochthone Rückenmuskulatur	Systemgliederung, Nackenmuskulatur Fascia thoracolumbalis, Fascia nuchae Bewegungs- und Haltefunktionen für Kopf und Rumpf	Myogelosen
6.1.6	Nerven und Gefäße	Lage der Spinalganglien und der Spinalnerven Versorgungsgebiet der Rami dorsales, N. occipitalis major A. vertebralis, Ursprung, Lage, Verlauf und Versorgungsgebiet Plexus venosi vertebrales	Druckpunkt Versorgungsstörungen (Gleichgewicht, Schwindel)
6.1.7	angewandte und topographische Anatomie	Oberflächenanatomie, tastbare Skelettanteile, Michaelisraute Schichtengliederung des Nackens, tiefes Nackendreieck morphologische Grundlagen der Lumbalpunktion und der Epiduralanästhesie (s.a. 9.10.1 und 9.10.2)	Komplikationen der Lumbalpunktion

6.2	**Brustwand**		
6.2.1	Grundzüge der Entwicklung des Thorax	Entwicklung von Rippen, Brustbein und Zwerchfell Zwerchfelllücken Symphysis manubriosternalis Lage und Veränderung der Knorpel-Knochengrenze an den Rippen beim Säugling und Kleinkind	Zwerchfellhernien Sternalpunktion Rachitis
6.2.2	Skelettelemente und Verbindungen	Rippen, Rippenknorpel, Brustbein, Variabilität (Hals-, Lendenrippen) Wirbelrippengelenke, Rippen-Brustbeinverbindungen, Bewegungsmöglichkeiten	Fehlbildungen
6.2.3	Thorax als Ganzes	Formen, Altersabhängigkeit Rippenbogen, Rippenwinkel, Thoraxaperturen Thoraxelastizität, Atemexkursionen Mechanik der Rippenatmung	Rachitis externe Herzmassage
6.2.4	Interkostalmuskulatur	Anordnung und Funktion äußere und innere Brustwandfaszie	
6.2.5	Zwerchfell	Form, Teile, Ursprünge, Verlauf, Centrum tendineum Durchtrittsstellen, muskelschwache Stellen, Funktion, Innervation und Gefäßversorgung Mechanik der Zwerchfellatmung	Hiatushernie
6.2.6	Nerven und Gefäße	Interkostalnerven und -gefäße, Lage und Verlauf A. thoracica interna, Umgehungskreislauf bei Aortenisthmusstenose Vv. thoracicae internae, Vv. thoracoepigastricae	Pleurapunktion
6.2.7	Mamma	Entwicklung: Milchleiste, Entwicklung des Drüsenkörpers, Eversion der Brustwarze Glandula mammaria, Papilla mammaria, Areola mammae Fixierung, Beziehung zur Fascia pectoralis Gefäßversorgung, Lymphabflußwege und regionäre Lymphknoten mikroskopische Anatomie: Drüsenaufbau, Sekretion und Abgabe, Veränderungen im Zusammenhang mit Pubertät, Zyklus, Gravidität, Laktation und Involution	Polythelie ektope Mamma Metastasierungswege Mammaplastik (ästhetische Chirurgie)
6.3	**Bauchwand**		
6.3.1	Grundzüge der Entwicklung und Nabelbildung	Herkunft der Bauchmuskulatur, Nabelbildung, Nabelcoelom	Omphalozele Nabelhernie
6.3.2	Bauchmuskulatur	gerade, schräge und quere Bauchmuskeln und ihre Aponeurosen M. quadratus lumborum, M. psoas (s.a. 4.4.1) Rektusscheide, Linea alba, Nabel Leistenband, Leistenkanal innerer und äußerer Leistenring Fascia thoracolumbalis, Fascia abdominis superficialis, Fascia transversa1is Bewegungs- und Haltefunktionen, Beteiligung bei Bauchpresse und Atmung (s.a. 7.8.4) Hernien	Schnittführung bei Operationen Rektusdiastase Hernien

6.3.3	Nerven und Gefäße der Bauchwand	Segmentale Nerven und Gefäße N. subcostalis Plexus lumbalis, Zusammensetzung, Lage, Äste (s.a. 4.5.2): N. ilioypogastricus, N. ilioinguinalis, N. genitofemoralis Vasa epigastrica	Gefährdung bei Appendektomie und Hernienoperationen Umgehungskreisläufe Hauttransplantate
6.4	**Becken, Beckenwände**		
6.4.1	Skelettelemente, Verbindungen	Os sacrum, Os coccygis, Os coxae Articulatio sacroiliaca, Symphysis pubica Mechanik des Beckens	Symphysenruptur Sakroileitis Blockierungen Beckenfrakturen
6.4.2	Becken als Ganzes („Bänderbecken")	Formen, Geschlechtsunterschiede großes Becken, kleines Becken, („Bänderbecken") Beckeneingangsebene, Beckenkanal, Beckenausgang Lig. inguinale, Lacuna vasorum und musculorum Ligg. sacrotuberale und sacrospinale, Foramina ischiadicum majus und minus Foramen obturatum, Membrana obturatoria, Canalis obturatorius	Geburtsvorgang
6.4.3	innere Beckenmuskulatur	M. iliacus, M. obturatorius internus, M. piriformis (s.a. 4.4.1)	
6.4.4	Beckenbodenmuskulatur	Diaphragma pelvis, M. levator ani, M. coccygeus, M. sphincter ani externus, Levatortor Diaphragma urogenitale M. transversus perinei profundus, M. sphincter urethrae Centrum tendineum perinei M. ischiocavernosus, M. bulbospongiosus Haltefunktion, Mitwirkungen bei Anal- und Urethralverschluß	Deszensus uteri Beckenbodeninsuffizienz Inkontinenz
6.4.5	Nerven und Gefäße	Plexus sacralis, Zusammensetzung, Lage, Äste ventrale Gefäßnervenstraße (Schenkelpforte): A. und V. femoralis, N. femoralis, N. cutaneus femoris lateralis mediale Gefäßnervenstraße (Canalis obturatorius): A. obturatoria, N. obturatorius dorsale Gefäßnervenstraße (Foramen ischiadicum majus, supra- und infrapiriforme Abteilung): A. und V. glutea superior, N. gluteus superior A. und V. glutea inferior, N. gluteus inferior, N. ischiadicus, N. cutaneus femoris posterior Gefäßnervenstraße zur und in der Fossa ischioanalis (Foramina ischiadica major et minor, Canalis pudendalis): A. und V. pudenda interna, N. pudendus	Komplikationen bei Operationen im kleinen Becken
7	**Brusteingeweide**		
7.1	**Entwicklung von Pleurahöhlen, Herz und Lunge**		
7.1.1	Pleurahöhlen und Zwerchfell	Entstehung der serösen Höhlen aus dem embryonalen Zölom unpaare Perikardhöhle	Zwerchfellhernien

		Entwicklung der Pleurahöhlen aus den Zölomkanälen (Perikardioperitonealkanäle) Entwicklung des Zwerchfells	
7.1.2	Herz	Herzschleife und ihre Gliederung Bildung von Herzsepten, Vorhöfen, Kammern und Ostien Foramen ovale im fetalen Kreislauf Entstehung von Fehlbildungen	Vorhof- und Ventrikelseptum-defekte Transposition der großen Gefäße Fallot-Tetralogie
7.1.3	embryonale Aortenbögen	Ableitung des Aortenbogens und des Truncus pulmonalis Ductus arteriosus Isthmus aortae	Persistenz des Ductus arteriosus Aortenisthmusstenose Bedeutung für die Entstehung von Fehlbildungen
7.1.4	Trachea und Lunge	Laryngotrachealrinne, Septum oesophagotracheale, Lungenknospen, vor- und nachgeburtliche Bildung von Alveolen Surfactant Lungenreifung	Ösophagusatresie Ösophago-Tracheal-Fisteln Atemnotsyndrom des Neugeborenen
7.2	**Atmungsorgane**		
7.2.1	Trachea	Lage, Form, Länge, Aufbau, Bifurcatio tracheae Nachbarschaftsbeziehungen mikroskopische Anatomie: Wandbau, Schleimhaut	Tracheotomie, Bronchoskopie
7.2.2	Lungen	Lage, Form, Größe, Lappen, Lungenhilum Nachbarschaftsbeziehungen Bronchialbaum, Bronchi principales et lobares Grundkenntnisse über Lungensegmente Aa. und Vv. pulmonales, Grundkenntnisse ihrer Aufteilung, Aa. (Rr.) und Vv. bronchiales Lymphabfluß und regionäre Lymphknoten vegetative Innervation, Plexus pulmonalis mikroskopische Anatomie: Wandbau von Bronchien, Bronchiolen, Bronchialepithel Bau und Zelltypen der Alveolarregion, Surfactant Blut-Luft-Barriere	Asthma bronchiale Mucoviszidose Bronchialkarzinom Lungenfibrose Lungenödem Emphysem Stauungslunge
7.2.3	Pleura	Pleura visceralis, Pleura parietalis (Teile), Umschlagstellen Pleurahöhle, Form, Pleurakuppel, Recessus pleurales, Nachbarschaftsbeziehungen Grundkenntnisse über Lymphwege und Innervation mikroskopische Anatomie: Mesothel	Pleuritis Pleuramesotheliom
7.3	**Ösophagus**		
		Form, Länge, Verlauf, Engen, Einbau in das Zwerchfell, Nachbarschaftsbeziehungen Transportmechanismen, Verschlußsegment Gefäßversorgung, Innervation und regionäre Lymphknoten mikroskopische Anatomie: Wandbau, Schleimhaut	Ösophagusdivertikel Ösophagitis Refluxkrankheit Barrett-Ösophagus
7.4	**Thymus**		
		Entwicklung: s. 5.1.5	Thymushypoplasie

		Größe, Nachbarschaftsbeziehungen Altersabhängigkeit (Involution) mikroskopische Anatomie: s. 2.12.2	Myasthenia gravis Thymome
7.5	**Herz**		
7.5.1	Gestalt, Bau, Lage	Lage, äußere Form, Größe zu- und abführende Gefäße Nachbarschaftsbeziehungen Wandbau, Konstruktion der Muskelwand, Herzskelett Vorhöfe, Kammern, Innenrelief Herzklappen (Taschenklappen, Segelklappen), Lage, Form, Aufbau, Mechanik, Ventilebene mikroskopische Anatomie: Bau des Endokards und der Klappen Arbeitsmuskulatur, Kardiomyozyten, elektrische und mechanische Kopplung, Disci intercalares, endokrine Myozyten	Perkussion Auskultation Fehlbildungen Herzinsuffizienz Endokarditis Hypertrophie Dilatation Echokardiographie
7.5.2	Erregungsleitungs-system	Sinus- und Atrioventrikularknoten Hissches Bündel, Kammerschenkel Purkinje-Fasern mikroskopische Anatomie: Unterschiede zur Arbeitsmuskulatur	Rhythmusstörungen Schrittmacher
7.5.3	Gefäße	Koronararterien, Ursprung, Verlauf, Versorgungsgebiet, Versorgungstypen Herzvenen, Sinus coronarius	Koronarstenose Herzinfarkt Bypass-Operationen
7.5.4	Nerven	afferente und efferente Innervation	
7.5.5	Herzbeutel	Epikard, Perikard, Umschlagstellen, intraperikardiale Gefäßabschnitte, Recessus mikroskopische Anatomie: Wandbau	Ventilebenenmecha-nismus Tamponade Perikarditis Perikardpunktion
7.6	**Arterien, Venen und Lymphgefäße des Thorax**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, Versorgungs- und Drainagegebiete	Angiographien
7.6.1.	Aorta im Thorax	Pars ascendens aortae, Koronararterien Arcus aortae, Truncus brachiocephalicus, A. carotis communis, A. subclavia, Isthmus aortae, Lig. arteriosum Aorta descendens (Pars thoracica aortae), Grundkenntnisse über segmentale, ösophageale, bronchiale, mediastinale Äste	Isthmusstenose Umgehungskreisläufe
7.6.2	V. cava superior und inferior	Vv. brachiocephalicae, V. azygos, V. hemiazygos	
7.6.3	Pulmonalgefäße	Truncus pulmonalis A. pulmonalis dextra et sinistra Vv. pulmonales dextrae und sinistrae	Lungenembolie Lungeninfarkt
7.6.4	Lymphgefäße	Ductus thoracicus, Ductus lymphaticus dexter	
7.7	**Nerven**		
		Nn. phrenici, Verlauf, Lagebeziehungen und Versorgungsgebiet N. vagus dexter und sinister, N. laryngeus recurrens dexter und sinister,	Komplikationen bei Strumektomie

		Truncus vagalis anterior und posterior, Verlauf, Lagebeziehungen, funktionelle Bedeutung Truncus sympathicus, Zusammensetzung, funktionelle Bedeutung, Nn. splanchnici	
7.8	**Angewandte und topographische Anatomie**		
Übertragung der systematischen Kenntnisse in den topographischen und/oder funktionellen Zusammenhang und auf bildgebende Verfahren (schließt 6.2: Brustwand ein)			
7.8.1	Oberflächen-anatomie	tastbare Skelettanteile, Angulus sterni, Vertebra prominens Medioklavikularlinie, vordere und hintere Axillarlinie, Skapularlinie Grundkenntnisse über die segmentale Gefäß- und Nervenversorgung, Hautvenen, Lymphabfluß	Punktionsstellen Auskultationsstellen
7.8.2	Projektion der Thoraxorgane auf die Thoraxwand (Skeletotopik)	Lunge, Lappengrenzen, Atemverschieblichkeit der Lungenränder Pleura, Pleuraränder, pleurafreie Dreiecke, Pleurakuppel Zwerchfellkuppeln mit Atemverschieblichkeit Herz und große Gefäße, Feld der relativen und absoluten Herzdämpfung, Herzspitzenstoß, Herzhöhlen, Herzostien, Auskultationsstellen der Herzklappen Deutung einfacher Röntgenbilder im sagittalen und seitlichen Strahlengang, Herz- und Gefäßschatten CT- und MR-Tomogramme	Lungenauskultation klinische Bewertung der Herzkontur Thorax-Röntgen Sonographie
7.8.3	Gliederung der Thoraxhöhle und Topographie der Thoraxorgane	Pleurahöhlen, Mediastinum, Unterteilung, obere Thoraxapertur Topographie der Organe im Mediastinum, in der oberen Thoraxapertur, beiderseits zur Lunge, zur Thoraxwand und zum Zwerchfell (Lagebeziehungen zu Bauchorganen) Topographie der Pleura und Lunge zur Thoraxwand, zur oberen Thoraxapertur, zum Zwerchfell und zum Mediastinum, Topographie des Lungenhilum	
7.8.4	Atemmechanik	Brustatmung, Bauchatmung, Thoraxbewegungen, Altersabhängigkeit aktive und passive Mechanismen der Ein- und Ausatmung, Atemmuskeln, Atemhilfsmuskeln, Wirksamkeit und Bedeutung des Abdominaldruckes, Lageabhängigkeit Bedeutung der Pleura und der pleuralen Recessus (s.a. GK Physiologie 5.4)	Bezug zum Füllungs-zustand des Magens
8	**Bauch- und Beckeneingeweide**		
8.1	**Entwicklung von Darmtrakt, Harn- und Sexualorganen**		
8.1.1	Verdauungsorgane	Entwicklung des Intestinaltrakts Septum urorectale Allantois Lageentwicklung des Magens	Analatresie Persistenz der Allantois (Urachus)

		Bursa omentalis Darmdrehung Entwicklung der Mesenterien Ductus vitellinus Meckel-Divertikel Physiologische Nabelhernie Leber, Gallenblase und Pankreas	Malrotation und Situs inversus Pancreas anulare Omphalocele ektope Magenschleimhaut
8.1.2	Organe im Retroperitonealraum	Urniere, Vorniere, Nachniere definitive Niere, Nierenbecken, Harnleiter und Harnblase Ureterknospe und metanephrogenes Blastem Aszensus der Nieren Sympathicus, Nebennierenmark, Nebennierenrinde	Agenesie der Nieren dystope Nieren Hufeisenniere Ureterverdoppelungen Umstrukturierung der fetalen Nebennierenrinde
8.1.3	Geschlechtsorgane	Gonaden, Deszensus Keimdrüsenbänder Histogenese von Ovar und Hoden embryonale Genitalgänge (Wolff- und Müller-Gänge) innere männliche und weibliche Geschlechtsorgane Ebenen der Geschlechtsdetermination chromosomales, gonadales und somatisches Geschlecht sexuelle Prägung des Gehirns	Maldescensus des Hodens Leistenhoden totale und partielle Verdoppelungen von Uterus und Vagina Hypospadie Epispadie Störungen der Geschlechtsentwicklung Hermaphroditismus und Pseudohermaphroditismus totale und partielle Androgen-Insensitivität
8.2	**Organe des Magen-Darm-Kanals**		
		Lage, Form, Schleimhautrelief Peritonealverhältnisse, Nachbarschaftsbeziehungen Gefäßversorgung, regionäre Lymphknoten mikroskopische Anatomie: Schichtenbau der Wand, Schleimhaut, Anordnung der Muskulatur, lymphatische Anteile, enterales Nervensystem	
8.2.1	Magen	Teile, Kurvaturen, physiologische Formveränderungen, Variabilität ösophago-kardialer Verschluß, M. sphincter pyloricus Innervation und Schmerzprojektion mikroskopische Anatomie: Schleimhaut in Korpus und Pars pylorica; Foveolae gastricae, Oberflächenepithelzellen Korpusdrüsen, Haupt-, Beleg- und Nebenzellen, Funktion und deren Regulation Pylorusdrüsen endokrine Zellen, Mastzellen	Refluxkrankheit Pylorospasmus Hyperazidität Gastritiden Ulcus ventriculi Karzinom Billroth-Operationen
8.2.2	Duodenum	Teile, Lage, Lagebeziehungen und Peritonealverhältnisse der einzelnen Teile	Ulcus duodeni ERCP

		Mündungsverhältnisse des Ductus choledochus und pancreaticus mikroskopische Anatomie s. 8.2.3	Papillotomie
8.2.3	Jejunum, Ileum	Länge, Lagevariabilitäten, Flexura duodenojejunalis, Ostium ileale mikroskopische Antomie: Wandbau, Schleimhaut, Falten, Zotten, Krypten, Enterozyten, Becherzellen, sekretorische Zellen, Duodenaldrüsen enteroendokrine Zellen Resorptionsmechanismen für Kohlenhydrate, Proteine, Lipide, Elektrolyte und Wasser enterales Nervensystem Regeneration des Schleimhautepithels	Diarrhoe Malabsorptionssyndrome Enteritiden Lebensmittelvergiftungen Strahlenkrankheit Meckel-Divertikel
8.2.4	Caecum und Appendix vermiformis	Lagevariabilitäten, Längenvariabilität der Appendix vermiformis mikroskopische Antomie s. 2.12.5	Appendizitis Appendektomie
8.2.5	Colon	Lage und Lagevariabilitäten, Teile, Peritonealverhältnisse und Nachbarschaftsbeziehungen der Teile Charakteristika: Taenien, Appendices epiploicae, Haustra mikroskopische Anatomie: Wandbau, Schleimhaut	Morbus Crohn Colitis ulcerosa Divertikulose Adenome Karzinom Diarrhö
8.2.6	Rectum	Teile, Ampulla recti, Analkanal Kontinenzorgan, Analverschluß und Defäkation Bau der mukokutanen Übergangszone	Kontinenzstörungen Hämorrhoiden Analfissuren Analfisteln Karzinom
8.3	**Leber, Gallenblase, Pankreas**		
		Lage, Form, Peritonealverhältnisse und Nachbarschaftsbeziehungen, Gefäßversorgung und regionäre Lymphknoten Innervation und Schmerzprojektion	
8.3.1	Leber	Größe, oberflächliche Lappengliederung, Leberpforte, Lebersegmente Atemverschieblichkeit mikroskopische Anatomie: Leberläppchen, Portalläppchen, Leberazinus, Glissonsche Trias, Mikrozirkulation, Lebersinusoide, Lebervenen, Dissescher Raum Hepatozyten, Kupfferzellen, Fettspeicherzellen, Gallenkapillaren	Fettleber Zirrhose portale Hypertension Aszites Ikterus Hepatitis Lebertumoren
8.3.2	Gallenblase	Größe, Teile mikroskopische Anatomie: Schleimhaut	Cholecystitis Cholezystolithiasis Cholecystektomie
8.3.3	Extrahepatische Gallenwege	Ductus hepaticus, Ductus cysticus, Ductus choledochus, Ampulla hepatopancreatica Verlauf, Mündung, Variabilität enterohepatischer Kreislauf	Obstruktion Choledocholithiasis
8.3.4	Pankreas	Teile, Größe, Ductus pancreaticus und Ductus pancreaticus accessorius mikroskopische Anatomie:	Pankreatitis Pankreasnekrose

		Azinuszellen, zentroazinäre Zellen, Sekretbildung, Regulation, Ausführungsgangsystem endokriner Teil: s. 8.5.2	
8.4	**Milz**		
		Lage, Form, Größe, Oberflächengliederung, Kapsel Peritonealverhältnisse und Nachbarschaftsbeziehungen Gefäßversorgung mikroskopische Anatomie: Trabekel, Gefäßarchitektur, weiße Pulpa: B- und T-Zellareale, Marginalzone rote Pulpa: Sinus, Pulpastränge, Ertyhrozytenabbau	Rupturen Teilresektionen Leukämien und maligne Lymphome
8.5	**Endokrine Organe**		
8.5.1	Nebenniere und Paraganglien	Lage, Form, Größe, Nachbarschaftsbeziehungen, Innervation, Gefäßversorgung, Mikrozirkulation der Nebenniere Lage retroperitonealer Paraganglien mikroskopische Anatomie: Nebennierenrinde: Zonengliederung, Steroidhormonsynthese und -abgabe, Aldosteron, Glucocorticoide, Regulation Nebennierenmark: Anteile, Katecholaminsynthese und -abgabe	Nebenniereninsuffizienz, M. Addison Überfunktionen, Cushing-Syndrom Virilismus Hyperaldosteronismus Phäochromozytom
8.5.2	Inselorgan (endokrines Pankreas)	Verteilung der Inseln mikroskopische Anatomie: A-Zellen, B-Zellen, D-Zellen, Insulin- und Glukagonsynthese, Regulation	Diabetes mellitus Hypoglykämie
8.5.3	Gastroentero-pancreatico-endokrines System	Anteile, Verteilung, Hormone (Gastrin, Sekretin, Cholozystokinin, Somatostatin, Serotonin)	Karzinoide Zollinger-Ellison-Syndrom
8.6	**Harnorgane**		
8.6.1	Niere	Lage, Form, Größe Lappenbau und Sinus renalis Nachbarschaftsbeziehungen, Atemverschieblichkeit Capsula fibrosa, Faszien Aa. und Vv. renales: Verlauf und Anordnung vor und beim Eintritt in das Nierenhilum mikroskopische Anatomie: Rinde, Mark, Zonengliederung Nephron, Typen Glomerulus, Zelltypen, Filtrationsbarriere Tubulus- und Sammelrohrsystem, Abschnitte, zelluläre Zusammensetzung und abschnitttypische Transporte juxtaglomerulärer Apparat und seine Funktion Interstitium, Erythropoietinbildung intrarenale Gefäßarchitektur Harnkonzentrierung	Proteinurie, Hämaturie, Ödeme, nephrotisches Syndrom, chronisches Nierenversagen, renale Anämie, Glomerulonephritiden, Glomerulopathien, renale Glukosurie, Aminoaciduria, Fanconi-Syndrom, akutes Nierenversagen, Nephrotoxizität, Azidose, Alkalose, Diuretikawirkung, Dialyse bei Niereninsuffizienz, Diabetes insipidus, Hypo-, Hyperaldosteronismus, Langzeitregulation des ECVs und des Blut-

			drucks, Nierenarterienstenose
8.6.2	Nierenbecken	Lage, Typen, Struktur mikroskopische Anatomie: s. 8.6.3	Pyelonephritis Nephrolithiasis
8.6.3	Harnleiter	Teile, Verlauf, Nachbarschaftsbeziehungen, Durchtritt durch die Blasenwand, vesicoureteraler Verschluß mikroskopische Anatomie: Wandbau, Schleimhaut	vesikoureteraler Reflux Obstruktion
8.6.4	Harnblase	Lage, Form, Größe, physiologische Form und Größenveränderungen, Peritonealverhältnisse und Nachbarschaftsbeziehungen, Gefäßversorgung, Innervation Schleimhautrelief, Trigonum vesicae Verschlußmechanismus des Ostium ureteris und urethrae internum, Miktion mikroskopische Anatomie: Wandbau, Schleimhaut	Urocystitis Harninkontinenz suprapubische Punktion
8.6.5	weibliche Harnröhre	Verlauf, Nachbarschaftsbeziehungen, Mündung mikroskopische Anatomie: Wandbau, Schleimhaut (männliche Harnröhre s. 8.8.6)	Katheterisierung
8.7	**Weibliche Geschlechtsorgane**		
8.7.1	Ovar	Lage, Form, Größe, Peritonealverhältnisse, Nachbarschaftsbeziehungen Lig. suspensorium ovarii, Lig. ovarii proprium Gefäßversorgung, regionäre Lymphknoten mikroskopische Anatomie (s. a. 1.1.2): Mark und Rinde, Follikel und Follikulogenese Granulosazellschicht, Theca folliculi, Follikelatresie, Ovulation; Corpus luteum, Corpus albicans; Hormonbildung, neuroendokrine Regulation	Pubertät Menopause Zyklusstörungen Ovarialtumoren
8.7.2	Tube	Lage, Form, Länge, Teile, Peritonealverhältnisse, Nachbarschaftsbeziehungen mikroskopische Anatomie: Schleimhaut, Wandbau, zyklische Veränderungen Schleimhaut, Flimmerzellen, Drüsenzellen, zyklische Veränderungen	Ort der Befruchtung Tubenschwangerschaft Sterilisation Kartagener-Syndrom
8.7.3	Uterus	Form, Größe, Lage (Flexio, Versio, Positio), Teile Lagevarianten, Veränderungen der Form und Lage während der Schwangerschaft Cavitas uteri, Canalis cervicis uteri äußerer und innerer Muttermund Peritonealverhältnisse und Nachbarschaftsbeziehungen parametraner Halteapparat, Lig. cardinale uteri, Lig. teres uteri Gefäßversorgung, regionäre Lymphknoten mikroskopische Anatomie: Wandbau und Schleimhaut von Fundus, Corpus- und Cervixbereich, Spiralarterien, Schleimhautzyklus (Menstruationszyklus), hormonelle Regulation Zervix-Portio-Übergang, zyklische und altersbedingte Veränderungen	Regelblutung Einnistung Plazentation Schwangerschaft Schwangerschaftsvorsorge Kürretage Geburt pränatale Diagnostik Zervixkarzinom Früherkennungsuntersuchung Endometriose
8.7.4	Vagina	Lage, Form, vorderes und hinteres Scheidengewölbe	Douglaspunktion

		Nachbarschaftsbeziehungen regionäre Lymphknoten mikroskopische Anatomie: Wandbau, zyklische und altersbedingte Veränderungen der Schleimhaut	Vaginalprolaps Vaginalabstrich gynäkologische Untersuchung
8.7.5	Äußere Genitalien	Vulva, Vestibulum und Ostium vaginae, Hymen, Schwellkörper, Clitoris, Bartholinsche Drüsen (Glandulae vestibulares majores)	Vulvitis Vulvakarzinom Bartholinitis sexuelle Reaktionen Sexualstörungen
8.8	**Männliche Geschlechtsorgane**		
8.8.1	Hoden	Lage, Form, Größe "Peritonealverhältnisse", Nachbarschaftsbeziehungen Hodenhüllen Gefäßversorgung und regionäre Lymphknoten mikroskopische Anatomie Tubuli seminiferi, Keimepithel; Sertolizellen, Blut-Hoden-Schranke; Spermatogenese, Spermatogonien, Spermatozyten I und II, Spermatiden, Spermiohistogenese, Spermien (Spermatozoen), Kopf, Akrosom, Geißel; Kinetik des Keimepithels, Regulation der Spermatogenese; Interstitium, Leydigzellen, Testosteronsynthese, Regulation; Rete testis	Maldescensus Hydrocele Fertilität, Infertilität hormonbedingte Störungen (Mangel/ Überschuss von Androgenen) Torsion Orchitis Seminome
8.8.2	Nebenhoden	Lage, Form, Größe, Teile, Nachbarschaftsbeziehungen mikroskopische Anatomie: Ductuli efferentes, Ductus epididymidis, Ausreifung und Speicherung der Spermatozoen	Epidydimitis
8.8.3	Ductus deferens	Lage, Teile, Verlauf, Nachbarschaftsbeziehungen Samenstrang mikroskopische Anatomie: Wandbau, Epithel, Transportfunktion	Varikozele Sterilisation
8.8.4	Glandula vesiculosa (Samenblase)	Lage, Form, Größe, Ausführungsgang, Peritonealverhältnisse, Nachbarschaftsbeziehungen mikroskopische Anatomie: Epithel, Sekretbildung	
8.8.5	Prostata	Lage, Form, Größe, Teile, Mündung der Ausführungsgänge Pars prostatica urethrae, Colliculus seminalis, Ductus ejaculatorius Nachbarschaftsbeziehungen Altersveränderungen, Konsistenz mikroskopische Anatomie: Zonengliederung, Drüsen, Stroma, Sekretbildung	Prostatayperplasie Prostatakarzinom klinische Untersuchung
8.8.6	äußere Geschlechtsorgane	Penis, Teile, Bau, Schwellkörper, Gefäß- und Nervenversorgung morphologische Grundlagen und Steuerung von Erektion und Ejakulation, mikroskopische Anatomie des Corpus cavernosum Urethra masculina, Teile, Engstellen, Lage und Mündung der Glandula bulbourethralis	Erektion Kohabitation Ejakulation Sexualstörungen Impotentia coeundi Katheterisierung
8.8.7	Ejakulat	Abhängigkeit der Fertilität von Zusammensetzung	Inferitilitätsdiagnos-

		und Menge des Ejakulats und der Spermienzahl	tik; Samenbank
8.9	**Arterien**		
		Ursprung, Lage, Verlauf, Versorgungsgebiet	
8.9.1	Pars abdominalis aortae	Lagebeziehungen, Bifurcatio aortae	Aneurysma Prothesen
8.9.2	Truncus coeliacus	A. gastrica sinistra A. splenica mit Ästen A. hepatica communis, A. hepatica propria mit Ästen, A. gastroduodenalis mit Ästen	Darstellung im Ultra-schall
8.9.3	A. mesenterica superior	Äste, Anastomosen	Mesenterialinfarkt
8.9.4	A. mesenterica inferior	Äste, Anastomosen	Mesenterialinfarkt
8.9.5	paarige laterale Äste	Aa. phrenicae inferiores, Aa. suprarenales mediae Aa. renales Aa. ovaricae/testiculares Aa. lumbales	Einengungshyperto-nie
8.9.6	Bifurcatio aortae Aa. iliacae communes		Leriche-Syndrom
8.9.7	A. iliaca externa	A. epigastrica inferior, „Corona mortis"	
8.9.8	A. iliaca interna	parietale Äste: s. 6.4.5 viszerale Äste: A. vesicalis superior A. rectalis media, A. uterina, A. ductus deferentis	
8.10	**Venen**		
		Drainagegebiet, Lage, Verlauf, Mündung	
8.10.1	V. cava inferior	Lagebeziehungen Vv. hepaticae Vv. renales, Vv. suprarenales, Vv. ovaricae/testicula-res cavo-cavale Anastomosen	Abflussstörungen links
8.10.2	Vv. iliacae communis, externa, interna	Zuflüsse, Plexus venosus rectalis, Plexus venosus prostaticus Plexus venosus uterinus Plexus venosus vesicalis	Prostatektomie, tiefe Beckenvenenthrom-bosen
8.10.4	V. portae hepatis	Ursprung, Lage, Verlauf, Lagebeziehungen Zuflussgebiete: V. mesenterica superior, V. splenica, V. mesenterica inferior, V. rectalis superior portaler Kreislauf, portokavale Anastomosen, Auswirkungen eines portalen Hochdrucks auf die Umgehungskreisläufe	Umgehungskreisläufe bei Leberzirrhose Caput medusae Ösophagusvarizen-blutung
8.11	**Lymphgefäße und Lymphknoten**		
		Trunci lumbales Trunci intestinales Cisterna chyli Lymphdrainage und regionäre Lymphknoten des Pankreas und der Leber, des Magens, des Dünndarms, des Colons und Rectums, der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane	Yersiniose Metastasierungswege

8.12	**Vegetatives Nervensystem**		
8.12.1	Pars sympathica	Ursprung der sympathischen Fasern, Truncus sympathicus, paravertebrale und prävertebrale Ganglien, Ganglia pelvina Nn. splanchnici thoracici major et minor Nn. splanchnici lumbales et sacrales Verlauf der postganglionären Fasern	lumbale Sympathektomie
8.12.2	Pars parasympathica	Ursprung der parasympathischen Fasern Nn. splanchnici pelvici Ganglia pelvica, intramurale Ganglien	erektile Dysfunktion nach Prostata-operationen
8.13	**Peritoneum**		
		Peritoneum parietale, viscerale, Begriff: Meso	Peritonitis, Aszites
8.13.1	Peritonealstrukturen	Lig. falciforme und Lig. teres hepatis Omentum minus: Lig. hepatoduodenale, Lig. hepato-gastricum Lig. splenorenale Lig. phrenicosplenicum Omentum majus: Lig. gastrosplenicum und Lig. gastrocolicum Mesenterium, Mesenteriolum Mesocolon transversum, Mesocolon sigmoideum Plica umbilicalis mediana, medialis und lateralis Lig. latum uteri, Mesosalpinx, Mesovarium Plica rectouterina, Excavatio rectovesicalis Innenrelief der vorderen Bauchwand	Treitzsche Hernie
8.14	**Angewandte und topographische Anatomie**		
Übertragung der systematischen Kenntnisse in den topographischen und/oder funktionellen Zusammenhang und auf bildgebende Verfahren (schließt 6.3 „Bauchwand" und 6.4 „Becken" ein)			
8.14.1	Oberflächen-anatomie, Abdomen	tastbare Skelettanteile, Linea alba, Umbilicus, Lig. inguinale, Anulus inguinalis superficialis, Trigonum lumbale Regionengliederung der Bauchwand Grundkenntnisse über segmentale Nervenversorgung Begriff: Headsche Zonen Hautvenen, Lymphabfluss	Caput medusae
8.14.2	Organprojektionen auf die Bauchwand, Tastbarkeit	Leber, Gallenblase, Magen, Milz, Dünndarm, Colon, Caecum, Appendix, McBurneyscher und Lanzscher Punkt Harnblase, Schmerzprojektionen bei Nierenbecken- und Harnleiteraffektionen rektale und vaginale Tastuntersuchung: erreichbare Strukturen	Leberpunktion Diagnostik mit bild-gebenden Verfahren
8.14.3	Röntgenbilder, Tomogramme	Interpretationen einfacher orthologischer Röntgenbilder, einfacher orthologischer CT- und MR-Tomogramme Kontrastmitteldarstellung des Magen-Darm-Traktes und der Gefäße, Cholezystographie, Urogramm, retrogrades Pyelogramm, Hysterosalpingographie	
8.14.4	Gliederung der Bauchhöhle, Topographie der Bauchorgane	Cavitas peritonealis Oberbauch, Unterbauch Recessus subphrenicus dexter und sinister, Recessus subhepaticus	

		Recessus hepatorenalis Bursa omentalis Fossa mesentericocolica dextra und sinistra Fossa parietocolica dextra und sinistra Recessus intersigmoideus Retroperitonealraum Topographie der Organe zueinander, zu den Bauchfellstrukturen und zur hinteren Bauchwand	
8.14.5	Gliederung des Cavum pelvis Topographie der Beckenorgane	Cavitas peritonealis Excavatio rectovesicalis, rectouterina und vesicouterina Lig. latum uteri, Fossa ovarica Extraperitonealraum, retroperitoneale, subperitoneale und präperitoneale Anteile Spatium retropubicum Topographie der Beckenorgane und Leitungsbahnen zueinander, zu den Bauchfellstrukturen, zu den Beckenwänden und zum Beckenboden	rektale Untersuchung Douglaspunktion
8.14.6	Regio perinealis	Begrenzungen, tastbare Skelettanteile Regio analis, Regio urogenitalis, Spatium superficiale und profundum perinei Fossa ischioanalis, Begrenzungen, Canalis pudendalis Anus, Raphe perinealis Vulva (s. a. 8.7.5) Scrotum, Penis (s a. 8.8.6) Grundkenntnisse über Gefäß- und Nervenversorgung, Lymphabfluss und regionäre Lymphknoten	Pudendusanästhesie perianale Fisteln und Abszesse (M. Crohn) Reithosenanästhesie
8.14.7	Intraabdominaldruck	Zusammenspiel von Bauchwand, Zwerchfell und Beckenboden Bauchpresse, statische Bedeutung Bedeutung bei Defäkation, Miktion Geburtsvorgang	Harninkontinenz Hernien
8.14.8	Schwangerschaft, Geburtsvorgang	Grundkenntnisse über Wachstum, Lage- und Formveränderung des Uterus während der Schwangerschaft Geburtskanal Grundkenntnisse über die Einstellung des Feten vor und unter der Geburt Grundkenntnisse über Veränderungen des Beckenbodens Zusammenspiel von Wehentätigkeit, Bauchpresse und Beckenbodenmuskulatur	Geburtsleitung
9	**Zentralnervensystem**		
9.1	**Entwicklung**		
9.1.1	Ausgangsmaterial	Neuralwülste, Neuralrohr, Neuralleiste, Histogenese und Differenzierung	Neuralrohrdefekte Megacolon congenitum Phakomatosen
9.1.2	Rückenmark	Seitenplatte (Flügelplatte, Grundplatte), Bodenplatte, Deckplatte ”Segmente” Bildung der Spinalganglien und der Spinalnerven	Syringomyelie

9.1.3	Gehirn	Neuromere, Hirnbläschen und ihre Differenzierungen Histogenese Rhombencephalon, Cerebellum, Mesencephalon, Diencephalon, Telencephalon Neencephalisation Ventrikelsystem und Plexus choroideus Hypophyse	Anencephalie Arnold-Chiari-Syndrom Dandy-Walker-Syndrom Mikropolygyrie kongenitaler Hydrocephalus
9.1.4	angeborene Fehlbildungen	Spina bifida occulta, Myelocele, Meningomyelocele, Meningoencephalocele, Anencephalus	
9.2	**Rückenmark**		
9.2.1	Gestalt, Gliederung, Lage	Oberfläche, Lage im Wirbelkanal und Beziehungen zur Wirbelsäule Hals-, Brust-, Lenden- und Sakralmark Intumescentiae Wurzeln, Cauda equina ”Segmente”	Querschnittssyndrome Konus- und Kaudasyndrom Wurzelsyndrome
9.2.2	Graue Substanz	Vorder-, Seiten-, Hintersäule Nervenzellen: Wurzelzellen, Binnenzellen, Strangzellen zytoarchitektonische Gliederung	Poliomyelitis spinale Muskelatrophien
9.2.3	Weiße Substanz	Vorder-, Seiten-, Hinterstrang Eigenapparat Leitungsapparat: aufsteigende Bahnen efferente Wurzelsysteme Lage der Bahnen im Rückenmarksquerschnitt Reflexbögen: Eigen- und Fremdreflexe (s. a. GK Physiologie 15.4.2) Syndrom der - spinalen Halbseitenläsion - spinalen Querschnittsläsion	auf- und absteigende Degenerationen (funikuläre Myelose, amyotrophe Lateralsklerose)
9.3	**Rhombencephalon**		
9.3.1	Gestalt, Gliederung, Lage	Oberflächenstrukturen der Medulla oblongata und Pons Boden des IV. Ventrikels Austrittstellen der Hirnnerven V- XII aus dem Gehirn topographische Beziehung zum Schädel Bedeutung des Kleinhirnbrückenwinkels	operativer Zugang zu infratentoriellen Tumoren Kleinhirnbrückenwinkel-Tumoren
9.3.2	innere Gliederung	neencephaler Teil, Tegmentum, Hirnnervenkerne Eigenapparat: Formatio reticularis, Kerne, vegetative Zentren Tectum: Nuclei gracilis und cuneatus aufsteigende Bahnen absteigende Bahnen	Hirnnervensyndrome Symptomatik der Hirnstamminfarkte Bulbärparalyse Bulbärhirnsyndrom Multiple Sklerose
9.3.3	funktionelle Anatomie	Kornealreflex Schluck- und Würgereflex	Bulbärhirnsyndrom Aspirationgefahr Untersuchung des Bewusstlosen
9.4	**Mesencephalon**		
9.4.1	Gestalt, Gliederung, Lage	Oberflächenstrukturen Austrittsstellen der Hirnnerven III und IV aus dem Gehirn	Mittelhirneinklemmung in der Incisura tentorii

		topographische Beziehungen zum Schädel und zu Duraduplikaturen	
9.4.2	innere Gliederung	Tectum, Kerne der Vierhügelplatte und ihre Verbindungen Substantia grisea centralis Tegmentum, Hirnnervenkerne Formatio reticularis Nucleus ruber Substantia nigra Crura cerebri auf- und absteigende Bahnen	Ort analgetischer Wirkung der Opiate Morbus Parkinson Mittelhirnsyndrom Locked-in-Syndrom
9.4.3	funktionelle Anatomie	optische Reflexe Pupillarreflex optischer Schutzreflex Konvergenz-Schaltapparat Akkommodations-Schaltapparat	neuroophthalmologische Syndrome
9.5	**Cerebellum**		
9.5.1	Gestalt, Gliederung	Kleinhirnhemisphären Kleinhirnwurm Kleinhirnstiele Ponto-, Spino-, Vestibulocerebellum topographische Beziehung zum Schädel	Tonsillareinklemmung operativer Zugang zu infratentoriellen Tumoren Kleinhirnwurmatrophie bei Alkoholabusus
9.5.2	innere Gliederung	Kleinhirnrinde, Kleinhirnmark, Kleinhirnkerne Schichtenbau und Zelltypen der Rinde, Verschaltung	
9.5.3	Kleinhirnbahnen	afferente Bahnen Zuordnung zu den Kleinhirnabschnitten efferente Bahnen Beziehungen zu motorischen Systemen und ihren Zentren	zerebelläre Ataxien
9.6	**Diencephalon**		
9.6.1	Gestalt, innere und äußere Oberfläche	Chiasma opticum, Tractus opticus, Tuber cinereum, Infundibulum, Hypophyse, Corpora mamillaria, Corpora geniculata, Pulvinar, Habenula, Corpus pineale (Epiphyse), III. Ventrikel, Lamina terminalis, Adhaesio interthalamica, Fornix, Subfornikalorgan, Anheftungsstellen des Plexus choroideus, Foramen interventriculare	Hypophysentumoren Chiasma-Syndrome Ventrikelendoskopie Kolloidzyste des 3. Ventrikels Verschluss-Hydrocephalus
9.6.2	Gliederung	Hypothalamus Thalamus mit Thalamus ventralis, Thalamus dorsalis und Metathalamus; Epithalamus	Thalamussyndrom Thalamusschmerz
9.6.3	Grundlagen der inneren und funktionellen Gliederung	großzellige und kleinzellige Kerngebiete des Hypothalamus Effektorhormone, Releasing- und Inhibiting-Hormone Portalgefäße (Pfortaderkreislauf) Kerngebiete des Thalamus, insbesondere Nuclei ventrolaterales und Nuclei posteriores als Umschaltkerne der sensiblen und sensorischen Bahnen Rolle des Thalamus in der Motorik Nucl. anterior	Diabetes insipidus Störungen der hormonellen Regelkreise Thalamusschmerz Thalamushand Ballismus

		Nuclei intralaminares et reticulares Nucleus subthalamicus; Globus pallidus Nuclei praetectales Nuclei habenulae	
9.6.4	Verbindungen	Afferenzen und Efferenzen des Hypothalamus Verbindungen zum Infundibulum und zur Neurohypophyse Afferenzen und Efferenzen des Thalamus Fornix, Fasciculus mamillothalamicus Verbindungen zur Epiphyse	Störungen der Homöostase und der hormonellen Regelkreise Bewusstseinstheorien, Lerntheorien
9.7	**Telencephalon**		
9.7.1	Gestalt, Gliederung	Pole, Hemisphären, Insel, Balken, Lappen, Gyri, Sulci Bulbus olfactorius, Tractus olfactorius topographische Beziehung zum Schädel	Ausfallerscheinungen bei Schädel-Hirn-Traumata
9.7.2	subcorticale Kerne des Telencephalon	Corpus striatum (Nucleus caudatus und Putamen), Claustrum, Corpus amygdaloideum Verbindungen der subcorticalen Kerne untereinander, zur Großhirnrinde, zu anderen Hirnteilen	Morbus Parkinson Chorea Huntington
9.7.3	Großhirnrinde	Paleo-, Archi-, Neocortex, Allo-, Isocortex Schichtenbau, Zelltypen und Verschaltung primäre und sekundäre Rindenfelder (“Zentren”) sowie deren Gliederungen und Verknüpfungen Lateralisation Agraphie, Apraxie, Aphasien	Bewusstseinstheorien apallisches Syndrom
9.7.4	Bahnen der Großhirnrinde	Assoziations-, Commissuren-, Projektionsbahnen Capsula interna: Lage, durchtretende Bahnen, Blutversorgung, Ausfallerscheinungen	Multiple Sklerose “Schlaganfälle”
9.8	**Systeme**		
9.8.1	afferente Systeme, neuronale Gliederung, Umschaltorte	Leitungssysteme für Schmerz, Temperatur, Berührung, Druck, Vibration und Tiefensensibilität Hörbahn, Geschmacksbahn, Sehbahn, optische Reflexbahn, Riechbahn	Grundlagen für Nozizeption, Schmerztherapie Dysgeusie Gesichtsfelddefekte Anosmie
9.8.2	afferente Systeme, neuronale Gliederung, Umschaltorte	Tractus corticonuclearis und corticospinalis motorisch relevante Verschaltungen der „Basalganglien”, des Thalamus und des Kleinhirns	motorische Störungen und deren Lokalisationsdiagnostik
9.8.3	Limbisches System	Grundkenntnisse der Komponenten und Verbindungen	neurobiologische Grundlagen des Verhaltens und psychiatrischer Erkrankungen
9.9	**Innere Liquorräume**		
9.9.1	Seitenventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage	Abschnitte und deren Wände Plexus choroideus: Lage, Befestigung Foramen interventriculare	Liquorzirkulation Liquorblockaden
9.9.2	III. Ventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage	Wände, Recessus Plexus choroideus: Lage, Anheftung zirkumventrikuläre Organe Aquaeductus (cerebri) mesencephali	

			Hydrocephalus internus Ventrikuloskopie
9.9.3	IV. Ventrikel: Gestalt, Gliederung, Lage	Wände, Aperturen Plexus choroideus: Lage, Anheftung	
9.9.4	Plexus choroideus	mikroskopische Anatomie Liquorbildung Blut-Liquor-Schranke	Liquorgängigkeit von Pharmaka
9.10	**Hirn- und Rückenmarkshäute, äußere Liquorräume**		
9.10.1	Dura mater spinalis et encephali	Beziehungen zur Umgebung Im Wirbelkanal: Spatium epidurale Im Schädel: Diaphragma sellae, Falx cerebri, Tentorium cerebelli, Falx cerebelli Sinus durae matris, Brückenvenen Innervation epidurale Gefäße, epidurale Blutung	Meningeome offene Hirnverletzung Liquorfisteln Periduralanästhesie Einklemmungssyndrome bei Hirndruck subdurale, epidurale Blutung Kopfschmerzen
9.10.2	Arachnoidea mater, Pia mater	Beziehungen zur Dura und zum Zentralnervensystem Spatium subarachnoideum, Subarachnoidalblutung Rückenmark: Cisterna lumbalis, Wirbelprojektion, Lumbalpunktion Gehirn: Zisternen, Verbindungen zum Ventrikelsystem, Suboccipitalpunktion, Liquorresorption Gefäße, Innervation	subdurale Blutung Liquordiagnostik Migräne, Meningitis
9.11	**Gefäßversorgung**		
9.11.1	Arterien	Verlauf und Versorgungsgebiet der Äste der A. carotis interna, der A. cerebri media und anterior und ihrer Äste Verlauf und Versorgungsgebiet der intracraniellen Äste der A. vertebralis und ihrer Äste Circulus arteriosus cerebri, Aa. und Rr. spinales Projektion im Angiogramm	Subarachnoidalblutung Aneurysmen zerebrale Ischämie
9.11.2	Mikrozirkulation	regionale Unterschiede des Kapillarbaus, Blut-Hirn-Schranke	ZNS-Gängigkeit von Pharmaka
9.11.3	venöse Abflusswege	oberflächliche Hirnvenen, Brückenvenen, Mündungen tiefe Hirnvenen V. magna cerebri: Lage und Mündung Sinus durae matris und Abflusswege Vv. emissariae, Vv. diploicae Projektion im Angiogramm	subdurale Blutung Sinusthrombose intra-, extrakranielle Anastomosen
9.12	**Angewandte und topographische Anatomie**		
Übertragung der systematischen Kenntnisse in den topographischen Zusammenhang und auf bildgebende Verfahren			
10	**Sehorgan**		
10.1	**Entwicklung**		
		Augenbläschen, Augenbecher, Augenbecherspalte,	An- und Mikroph-

		Entstehung der vorderen Augenkammer A. hyaloidea Choroidea Retina, Iris, Ciliarkörper, Linse Sclera, Cornea Fehlbildungen (Anophthalmie, Kolobom, Katarakt)	thalmus Hydrophthalmie A. hyaloidea persistens Persistenz der Membrana iridopupillaris
10.2	**Orbita**		
10.2.1	Form, Lage	Wandungen Nachbarschaftsbeziehungen Aditus orbitalis Periorbita	Schädelfrakturen Hämatomausbreitung Beteiligung bei Tumoren der Nasennebenhöhlen Nähe zum Sinus maxillaris
10.2.2	Peri- und retrobulbärer Bindegewebsraum	Verlauf und Versorgungsgebiete der A. ophthalmica, des N. ophthalmicus und der Augenmuskelnerven Ganglion ciliare: Lage, zu- und wegführende Nerven V. ophthalmica superior V. angularis Corpus adiposum orbitae	Exophthalmus Schmerzausstrahlung bei Sinusitis Lähmungsschielen bei Frakturen mit Nervenschädigung Infektionswege
10.3	**Bulbus oculi**		
10.3.1	Gestalt, Gliederung, Form	Wandschichten Iris, Pupille Glaskörper Linse: Form, Lage, Befestigung Augenkammern, Augenkammerwasser	Synechien, Pupillarreflexe Glaskörperabhebung Katarakt, Luxation Glaukom Fehlsichtigkeit Corneachirurgie Netzhautablösung Retinoblastom Farbensinnanomalien Pigmentdegeneration Albinismus Akkommodation Glaskörpertrübung Zentralarterien- und -venenverschluss Maculadegenerationen markhaltige Nervenfasern excavierte Glaukompapille
10.3.2	Tunica fibrosa	Cornea: optische Eigenschaften, Schichtenbau, Innervation Sclera	
10.3.3	Tunica vasculosa	Iris: Schichten, Binnenmuskulatur, Innervation Corpus ciliare: Bau, M. ciliaris, Akkomodationsapparat, Innervation, Kammerwasserbildung Choroidea: Bau, Gefäßversorgung	
10.3.4	Tunica interna	Pars caeca retinae Ora serrata Pars optica: Schichtenbau, Zelltypen, Funktion und Verschaltung Macula lutea Discus n. optici Gefäßversorgung	

10.3.5	N. opticus	Verlauf Beziehung zu den Hirnhäuten A. centralis retinae	absteigende Degeneration nach Schädigung im Canalis opticus (Fraktur, Tumor) retrobulbäre Neuritis Stauungspapille Riesenzellarteriitis
10.3.6	Bewegungsapparat des Bulbus oculi	äußere Augenmuskeln: Ursprung, Ansatz, Wirkungsweise, Innervation Vagina bulbi Spatium episclerale	Lähmungsschielen
10.4	**Zusätzliche Einrichtungen**		
10.4.1	Augenlid	Oberflächenbedeckung Wimpern Muskeln mit Innervation Kornealreflex Tarsus Drüsen	Xanthelasmen Ek-, Entropium Lagophthalmus Ptosis bei Horner-Syndrom Chalazion Hordeolum
10.4.2	Bindehaut	Tunicae conjunctivae bulbi et palpebrarum Konjunktivalsack sensible Innervation	Conjunctivitis Pterygoideum
10.4.3	Tränendrüse, Tränenwege	Lage sekretorische Innervation Drüsenausführungsgänge Verlauf und Mündung der tränenableitenden Organe Ductus nasolacrimalis: Zuflüsse, Verlauf, Mündung Tränenflüssigkeit Lidschlag mikroskopische Anatomie	Paragraphenform des Oberlids bei Dacryoadenitis Dacryocystitis neonatorum Lokalisation von Facialisschädigungen bei Felsenbeinfrakturen Dacryorhinostomie Tränenträufeln beim Neugeborenen bei nasaler Abflussbehinderung
11	**Hör- und Gleichgewichtsorgan**		
11.1	**Entwicklung des Hör- und Gleichgewichtsorgans**		
		Ohrplakode, -bläschen Herkunft von Gehörknöchelchen, Mittelohr, Tube und Trommelfell	hereditäre Schwerhörigkeit
11.2	**Äußeres Ohr**		
11.2.1	Ohrmuschel, äußerer Gehörgang	Aufbau Drüsen Trommelfell mit Nachbarschaftsbeziehungen Zugänglichkeit unterschiedliche Stellung beim Kleinkind und Erwachsenen Innervation	plastische Chirurgie der Ohrmuschel Ceruminalpfropf Parazentese Otoskopie Zoster oticus
11.3	**Mittelohr**		
11.3.1	Paukenhöhle	Wandungen und Nachbarschaftsbeziehungen Etageneinteilung	Beteiligung bei Schädelfrakturen,

		Antrum mastoideum, Cellulae mastoideae Tuba auditiva: Verlauf, Mündung, Wandbau Ventilation der Paukenhöhle sensible Innervation Nerven im Bereich der Paukenhöhle: N. facialis, Chorda tympani	Entzündungsausbreitung chronische Otitis media Facialisparese Lokalisationsdiagnostik von Facialisschädigungen
11.3.2	Gehörknöchelchen	Form, Verbindung, funktionelle Bedeutung Muskeln	Otosklerose Hyperakusis
11.4	**Innenohr**		
11.4.1	Labyrinth	Lage und Gliederung des knöchernen und membranösen Labyrinths Perilymph- und Endolymphräume Corti-Organ: Bau, Zelltypen, Innervation Ganglion spirale cochleae A. labyrinthi	Beteiligung bei Schädeltrauma Labyrinthitis als Ausbreitung einer Meningitis Morbus Meniere Akustikusneurinom Hörsturz
11.4.2	Gleichgewichtsorgan	Bestandteile und deren Bau Orientierung der Bogengänge Rezeptoren: Lage, Bau, Zelltypen, Innervation Ganglion vestibulare	Nystagmusprüfung
12	**Haut und Hautanhangsgebilde**		
12.1	**Haut und Unterhaut**		
		Entwicklung Bauprinzip und funktionelle Bedeutung äußere Beschaffenheit, Turgor, Pigmentierung Durchblutung und Gefäßversorgung Cutis-– Subcutis Epidermis - Dermis (Corium) Leistenhaut - Felderhaut Spaltlinien Verschieblichkeit Tunica dartos	Altersveränderungen Spaltlinien typische Schnittführungen bei Operationen Schutzfunktion Haut als Immunorgan Sinnesfunktion Resorption Hauttransplantation Injektionen Mitbeteiligung der Haut bei bestimmten Erkrankungen Allergien Hypopigmentierung Hyperpigmentierung Naevus, Epheliden gutartige und bösartige Tumoren spinozelluläres Karzinom
12.1.1	Epidermis	Dickenunterschiede Schichtenbau Keratintypen Morphologie der Verhornung und Pigmentierung Zellhaften zwischen Zellen und zum Bindegewebe	Pigmentierungsstörungen Entzündungen Verhornungsstörungen Hyperkeratose

		Keratinozyten, Langerhans-Zellen, Merkel-Zellen, Melanozyten	blasenbildende Erkrankungen Melanom
12.1.2	Dermis	Fasertextur und -unterschiede Schichtenbau Blut- und Nervenversorgung	Keloidbildung
12.1.3	Subcutis	regionale Unterschiede bindegewebige Gliederung und Kammerung mechanische und thermische Bedeutung Funktion als Speicherorgan Bedeutung für Narbenbildung	Keloidbildung
12.1.4	Sinnesfunktion der Haut	freie Nervenendigungen Rezeptoren für Oberflächensensibilität	neurologischer Status, Pruritus, Zoster
12.2	**Behaarung**		
		Lanugo-, Terminalhaar Haarwechsel geschlechtsspezifische Unterschiede Morphologie und Entwicklung des Haares M. arrector pili Haarbalgdrüsen (Talgdrüsen)	Hypertrichosis, Alopezie, Trichoklasie Störungen der Haarform, Canities (Ergrauung)
12.3	**Nägel**		
		Matrix Hyponychium – Eponychium Lunula Einbau des Nagels: Nagelbett und Coriumleisten Gefäß- und Nervenversorgung	Wachstumsstörungen, Paronychie, Querfurchen der Nagelplatte, Onychogryposis, Onycholysis, Unguis incarnatus, Hyperkeratosis subungualis
12.4	**Hautdrüsen**		
		Bau und funktionelle Bedeutung Lokalisation Schweißdrüsen Duftdrüsen Talgdrüsen	Schwitzen, Geruch Hypo-, Hyperhidrosis Bromhidrosis Seborrhoe Acne vulgaris Furunkel, Karbunkel
12.5	**Mamma**		
		s. 6.2.7	

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 „Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie“

Stand: Februar 2005

© Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen
Postfach 2528, 55015 Mainz

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

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

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

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

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

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

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

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

"Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie" (Inhaltsübersicht)

1 Entstehung und Verlauf von Krankheiten

1.1 Bezugssysteme von Gesundheit und Krankheit

1.1.1 Begriffsklärungen
1.1.2 Die betroffene Person
1.1.3 Die Medizin als Wissens- und Handlungssystem
1.1.4 Die Gesellschaft

1.2 Gesundheits- und Krankheitsmodelle

1.2.1 Verhaltensmodelle
1.2.2 Biopsychologische Modelle
1.2.3 Psychodynamische Modelle
1.2.4 Sozialpsychologische Modelle
1.2.5 Soziologische Modelle

1.3 Methodische Grundlagen

1.3.1 Hypothesenbildung
1.3.2 Operationalisierung
1.3.3 Untersuchungskriterien
1.3.4 Untersuchungsplanung
1.3.5 Methoden der Datengewinnung
1.3.6 Datenauswertung und -interpretation
1.3.7 Ergebnisbewertung

1.4 Theoretische Grundlagen

1.4.1 Biologische Grundlagen
1.4.2 Lernen
1.4.3 Kognition
1.4.4 Emotion
1.4.5 Motivation
1.4.6 Persönlichkeit und Verhaltensstile
1.4.7 Entwicklung und primäre Sozialisation (Kindheit)
1.4.8 Entwicklung und Sozialisation im Lebenslauf (Adoleszenz, mittleres Erwachsenenalter, Senium und sekundäre Sozialisation)
1.4.9 Soziodemographische Determinanten des Lebenslaufs
1.4.10 Sozialstrukturelle Determinanten des Lebenslaufs

2 Ärztliches Handeln

2.1 Arzt-Patient-Beziehung

2.1.1 Professionalisierung des Arztberufes
2.1.2 Arztrolle
2.1.3 Krankenrolle
2.1.4 Kommunikation und Interaktion
2.1.5 Besonderheiten der Kommunikation und Kooperation

2.2 Untersuchung und Gespräch

2.2.1 Erstkontakt
2.2.2 Exploration und Anamnese
2.2.3 Körperliche Untersuchung

2.3 Urteilsbildung und Entscheidung

2.3.1 Arten der diagnostischen Entscheidung
2.3.2 Grundlagen der Entscheidung
2.3.3 Urteilsqualität und Qualitätskontrolle
2.3.4 Entscheidungskonflikte
2.3.5 Entscheidungsfehler

2.4 Intervention

2.4.1 Ärztliche Beratung
2.4.2 Patientenschulung
2.4.3 Psychotherapie

2.5 Besondere medizinische Situationen

2.5.1 Intensivmedizin
2.5.2 Notfallmedizin
2.5.3 Transplantationsmedizin
2.5.4 Onkologie
2.5.5 Humangenetische Beratung
2.5.6 Reproduktionsmedizin
2.5.7 Sexualmedizin
2.5.8 Tod und Sterben, Trauer

2.6 Patient und Gesundheitssystem

2.6.1 Stadien des Hilfesuchens
2.6.2. Bedarf und Nachfrage
2.6.3. Patientenkarrieren im Versorgungssystem
2.6.4. Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen

3 Förderung und Erhaltung von Gesundheit

3.1 Prävention

3.1.1 Präventionsbegriff
3.1.2 Primäre Prävention
3.1.3 Sekundäre Prävention
3.1.4 Tertiäre Prävention/ Rehabilitation
3.1.5 Formen psychosozialer Hilfen
3.1.6 Sozialberatung

3.2 Maßnahmen

3.2.1 Gesundheitserziehung und Gesundheitsförderung
3.2.2 Verhaltensänderung
3.2.3 Rehabilitation, Soziotherapie, Selbsthilfe und Pflege

"MEDIZINISCHE PSYCHOLOGIE UND MEDIZINISCHE SOZIOLOGIE"

1	**Entstehung und Verlauf von Krankheiten**		
1.1	**Bezugssysteme von Gesundheit und Krankheit**		
1.1.1	Begriffs-klärungen	Gesundheit und Krankheit als Dichotomie vs. Kontinuum (Abweichung von biologischen, verhaltensmäßigen oder sozialen Normen)	WHO-Definition von Gesundheit
		Ätiologie, Pathogenese, Risikofaktoren, protektive Faktoren, Resilienz, Chronifizierung, Rezidiv, Rehabilitation	
1.1.2	Die betroffene Person	Subjektives Befinden und Erleben (health and illness): Wohlbefinden, Handlungsvermögen, Beschwerden (Symptomwahrnehmung), Körperwahrnehmung (Interozeption, Propriozeption, Viszerozeption, Nozizeption)	Hypochondrie, Depression, Schmerz, Anhedonie, Somatisierungsstörung
		Subjektive Gesundheit, gesundheitsbezogene Lebensqualität; implizite Krankheitstheorien	SF-36-Fragebogen
		Emotionale und kognitive Einflüsse	Angst vor Krebs
1.1.3	Die Medizin als Wissens- und Handlungssystem	Medizinische Befunderhebung und Diagnose (health and disease): Anamnese, Exploration, Verhaltensbeobachtung, körperliche Untersuchung, medizinisch-diagnostische Verfahren (s.a. 2.2)	Laborwerte, bildgebende Verfahren (MRT, CT, PET); Reflexprüfung; Sozialanamnese
		Grundzüge von Klassifikationssystemen für psychische und somatische Krankheiten (s. 2.3)	ICD und DSM
		Konvergenz und Divergenz von subjektivem Befinden und medizinischem Befund ("gesunde Kranke", "kranke Gesunde")	Somatisierungstörung
1.1.4	Die Gesellschaft	Erfüllung bzw. Abweichung von sozialen Normen und Rollen (health and sickness)	Rollenerwartung, Devianzen; „Modekrankheiten" (früher Hysterie, heute Bulimie)
		Rechtliche Regelungen des Gesundheits- und Sozialsystems, Krankschreibung, Berentung	Erwerbsunfähigkeit, Frühberentung, Stigmatisierung
		Soziokulturelle Bewertung von Gesundheit und Krankheit	Geschlechtsspezifische Unterschiede; Pflegestufen
		Diskriminierung psychisch Kranker	Umgang mit psychisch Kranken in totalitären Systemen
1.2	**Gesundheits- und Krankheitsmodelle**		
1.2.1	Verhaltens-modelle	Lerntheoretische und kognitionstheoretische Grundlagen (s. 1.4.2), respon-	Immunkonditionierung, Konditionierung bei Chemotherapie

		dentes, operantes, kognitives Modell	
		Verhaltensanalytisches Genesemodell (s.a. 2.2.2)	Entstehung von Panikstörungen
		Verhaltensmedizinische Ansätze (z.B. Stressmanagement, kognitive Therapie)	Verhaltenstherapie, Patientenschulung, Depressionstherapie, Schmerzbewältigung
		Verhaltensgenetik	Schizophrenie, Epilepsie
1.2.2	Biopsychologische Modelle	Subliminale Wahrnehmungsprozesse und Krankheit	
		Emotion, Stress und Krankheit (Stressoren, Stressreaktionen, Stress-Diathese-Modell, Homöostase-Allostase-Modell)	Sympathikusaktivierung und Herz-Kreislauf-Risiko; Noradrenalin und Depression
		Aktivations- und Bewusstseinszustände; Orientierungs- und Defensivreaktion, Habituation; Schlaf, zirkadianer Rhythmus, Chronobiologie	Posttraumatische Stressreaktion, Schlafapnoe
		Psychophysiologische, -endokrinologische und immunologische Zusammenhänge	Abstoßungsreaktionen bei Transplantaten
		Gehirn und Verhalten: neuropsychobiologische Grundlagen, Informationsverarbeitungs- und Aufmerksamkeitsprozesse, zentralnervöse Parameter, evozierte Potentiale, langsame Hirnpotentiale	Demenzen, chronische Folgen von Hirnläsionen
		Schmerz: Wahrnehmungsschwelle, Toleranz, Schmerzgedächtnis; revidiertes Gate-Control-Modell	Chronischer Schmerz, Phantomschmerz
1.2.3	Psychodynamische Modelle	Stadien der psychosexuellen Entwicklung, Drei-Instanzen-Modell, Triebmodell	Sexueller Kindesmissbrauch
		Abwehrmechanismen (z.B. Verdrängung, Verleugnung, Projektion und Sublimierung)	Konversionsstörungen, narzisstische Störung, Beziehungsstörung; Psychotraumatologie
		Primärer und sekundärer Krankheitsgewinn	Rentenbegehren
1.2.4	Sozialpsychologische Modelle	Psychosoziale Einflüsse (soziale Rollen, Normen, Einstellungen) auf Gesundheit und Krankheit	AIDS-Kampagne: Einstellungen und Verhalten
		Psychische Risiko- und Schutzfaktoren (z.B. Kontrollattribution, Selbstwirksamkeit, Optimismus)	Rolle von Optimismus und Hoffnung bei der Krankheitsbewältigung
		Soziale Risiko- und Schutzfaktoren: soziale Isolation, Rollenverlust (z.B. Arbeitslosigkeit), sozialer Rückhalt, soziale Anerkennung	Gesundheitliche Gefährdung bei Arbeitslosigkeit

1.2.5	Soziologische Modelle	Einflüsse der gesellschaftlichen Opportunitätsstruktur (soziale Schichtung, soziale Netzwerke, Arbeitsmarkt, Bildungswesen)	Adipositas bei niedrigem Bildungsniveau, berufliche Belastungen
		Einflüsse ökonomischer und ökologischer Umweltfaktoren (Industrialisierung, Urbanisierung, Globalisierung)	Unterschiedliche Lebenserwartung in Industrie- und Entwicklungsländern
1.3	**Methodische Grundlagen**		
1.3.1	Hypothesenbildung	Theorie- und Konstruktbildung, Ableitung der Fragestellung und Hypothesengenerierung	Einfluss präoperativer Angst auf den Krankheitsverlauf, Risikofaktoren bei chronischen Erkrankungen, Tabakkonsum und Tumorerkrankungen
		Hypothesenformen: deterministische und probabilistische Hypothesen, induktives vs. deduktives Vorgehen, Null-, Alternativhypothese	
		Prinzip der Falsifikation	
1.3.2	Operationalisierung	Definition von Variablen zur Messung von Konstrukten, Intelligenz als Konstrukt	Intelligenz, Depression, Ängstlichkeit
		Skalierung, Indexbildung	
		Visuelle Analogskala (bei Schmerz), Operationalisierung sozialer Schicht	Schmerz
		Antwortmodelle, Likert-Technik bei Erfassung von Lebensqualität	
1.3.3	Untersuchungskriterien	Testkonstruktion, Itemselektion, Skalenbildung	Beschwerdefragebogen, Beck-Depressionsskala
		Gütekriterien: Objektivität, Reliabilität und Stabilität, Validität; Änderungssensitivität, Ökonomie	Expertenurteil
		Antwortmodelle	Expertenurteil, Likert-Technik bei der Erfassung der Lebensqualität, Anamnesebögen
		Messfehler und deren Kontrolle (s. 2.3)	
1.3.4	Untersuchungsplanung	Studiendesign; Experiment und Quasiexperiment; Feldstudie, Längs- und Querschnittstudie, Kohortenuntersuchung, Einzelfallstudie, Evaluationsstudie	Doppelblindstudie, multizentrische Studie, katamnestische Studie
		Randomisierte Studie	
		Stichprobengewinnung, -arten (Zufallsstichprobe, Quotenauswahl)	Mikrozensusbefragung
1.3.5	Methoden der Datengewinnung	Individual- und Aggregatdaten, Primär- und Sekundärdaten; Fremd- und Selbstbeurteilung	Strukturiertes klinisches Interview
		Interviewformen und -stile (qualitative und quantitative), Testverfahren, Befragung	Sozialanamnese

		Systematische und teilnehmende Beobachtung, Expertenurteil	Videoanalyse bei Paarkonflikten
		Erfassung psychophysiologischer Prozesse (z.B. Hormonbestimmung)	Hormonbestimmung im Speichel, Stressexperiment
1.3.6	Datenauswertung und -interpretation	Quantitative Auswertungsverfahren: univariate Analyse (Verteilung, Mittelwert, Streuung), bivariate Analyse (Korrelation, Kreuztabellierung), multivariate Analyse (Regressionsanalyse, Kausalanalysen)	Bestimmung des relativen Krebsrisikos bei Rauchern
		Qualitative Auswertungsverfahren: Inhaltsanalyse, Soziometrie, Tiefeninterviews, Dokumentenanalyse, Gruppendiskussionen	Archivmaterialien, Briefe, Krankenakten, Tonband- oder Videoaufzeichnungen
1.3.7	Ergebnisbewertung	Replizierbarkeit, Generalisierbarkeit, Kreuzvalidierung	Erstellung von Therapieempfehlungen
		Anwendungsprobleme (z.B. Effizienz, ethische Konsequenzen, Werturteilsproblematik); evidenzbasierte Medizin	Chemotherapie und Lebensqualität
1.4	**Theoretische Grundlagen**		
1.4.1	Biologische Grundlagen	Repräsentation psychischer Funktionen im Gehirn, Lateralisation, Hemisphärendominanz, neuronale Plastizität, Regeneration	Hemiplegie nach Schlaganfall, Sprachfunktionen, Linkshändigkeit, amnestische Syndrome
		Neurotransmitter und Verhalten: dopaminerges und serotonerges System	Depression und Serotonin
		Grundlagen genetischer Einflüsse auf das Verhalten	Genetischer Rezeptordefekt bei chronischem Alkoholismus; Genetik und Schizophrenie
1.4.2	Lernen	Klassische und operante Konditionierung; Neurobiologie der Verstärkung; Lernen durch Beobachtung, Lernen durch Einsicht, Modell-Lernen	Kortikales Biofeedback; Übernahme von gesundheitsschädigenden Verhaltensweisen
		Reizgeneneralisierung und -diskrimination, Lernen durch Eigensteuerung/ Selbstverstärkung, Premackprinzip, semantische Konditionierung	Zahnbehandlungsangst
		Habituation, Dishabituation, Potentiation, Sensitivierung	Migräne
1.4.3	Kognition	Neuropsychobiologische Grundlagen, Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Informationsverarbeitung und -bewertung, Sprache, Gedächtnisformen, Gedächtniserwerb, Retention, Vergessen, Demenz	Amnesie, Aufmerksamkeitsstörungen, Aphasie; Therapie von Gedächtnisstörungen; Altersabbau der fluiden Intelligenz
		Vorstellung, Konzeptbildung, Problemlösung	
		Intelligenzformen, Intelligenztheorien	HAWIE

1.4.4	Emotion	Neurobiopsychologische Grundlagen, die Rolle von Hippocampus und Amygdala, bewusste und unbewusste Prozesse (Emotion, Gefühl, Affekt), Emotionstheorien	Angstentstehung, posttraumatische Belastungsreaktion, emotionale Hemmung und Implosion
		Klassifikation von Emotionen, primäre und sekundäre Emotionen, spezielle Emotionen (Furcht und Angst, Aggression, Trauer)	Verlusterlebnisse und Krankheit
		Emotion und Stressreaktion, erlernte Hilflosigkeit, Depression, soziale Kontrolle von Affekten	Erhöhte Gewaltbereitschaft bei sozialer Anomie
1.4.5	Motivation	Neurobiopsychologische Grundlagen, Motivationstheorien, Motivationshierarchie, Motivationskonflikte, Annäherungs-Vermeidungskonflikt; homöostatische und nichthomöostatische Triebe: Durst, Hunger, Sexualität	Störungen des Essverhaltens (Anorexie), sexuelle Störungen
		Spezielle Motive: z.B. Belohnungsaufschub, Leistungsmotivation	Compliance, Selbstüberforderung und Krankheit
		Sucht	Alkohol, Nikotin, Schmerzmittelmissbrauch
1.4.6	Persönlichkeit und Verhaltensstile	Psychodynamisches Modell, statistisches Modell, interaktionistisches Modell, lerntheoretisches Modell; State/Trait-Unterscheidung	Ödipale Störung, abhängige Persönlichkeitsstörung
		Selbstkonzept	
		Verhaltensstile: Interferenzneigung, Feldabhängigkeit, Sensation-seeking, Sensitization/Repression, Feindseligkeit, übersteigertes Wettbewerbsstreben, passiv-resignativer Stil (s.a. 1.4.4: erlernte Hilflosigkeit)	Aktive Bewältigung der Krebskrankheit, koronargefährdendes Verhalten; Schmerzverhalten
		Persönlichkeitsentwicklung und -fehlentwicklung: Interaktion Person und soziale Umwelt	Dissosoziale Persönlichkeitsstörung
1.4.7	Entwicklung und primäre Sozialisation (Kindheit)	Neurobiopsychologische Grundlagen, intrauterine Entwicklung; psychosoziale Einflüsse auf Schwangerschaft und Geburt; prä-/postnatale Entwicklung, Maturation und Lernen (z.B. Fremdenangst, Trennungsangst, Sauberkeitserziehung)	Rauchen während der Schwangerschaft, niedriges Geburtsgewicht, Hospitalismus
		Frühkindliche Entwicklung und primäre Sozialisation: Sensorik, Motorik, Emotion und Bindungsverhalten, Kognition, Sprache und Denken, Internalisierung sozialer Normen, Leistungsmotivation, Moralentwicklung	Frühkindliche Hirnschädigung, ADHD (Attention-Deficit Hyperactivity Disorder)

		Soziokulturelle Einflüsse auf Entwicklung und Sozialisation: Erziehungsstile, Sprach- und Kommunikationsstile sowie Interaktionsmuster in Familie, Peergroup und Vorschule/Schule	Gewalt bei Kindern, Aggressivität
		Gesellschaftliche Determinanten: Strukturwandel der Familie (z.B. Wandel der Geschlechtsrollen, Scheidung, Instabilität, Alleinerziehende), Einfluss der Medien	Depressives Verhalten im Kindesalter, Selbstunsicherheit
1.4.8	Entwicklung und Sozialisation im Lebenslauf (Adoleszenz, mittleres Erwachsenenalter, Senium) und sekundäre Sozialisation	Merkmale der Adoleszenz: Pubertät, Sexualität, Übernahme von und Identifikation mit Geschlechtsrollen, Entwicklungsprobleme personaler und sozialer Identität (Autonomie und Konformität), Ablösung und Ablösungskonflikte von der Herkunftsfamilie	Anorexie, Bulimie
		Gesundheitsriskantes Verhalten in der Adoleszenz (s. 3.1.2), Konformitätsdruck	Drogenkonsum, Suizidrisiko bei Jugendarbeitslosigkeit
		Statuserwerb im frühen und mittleren Erwachsenenalter (Partner-, Familien-, Berufsrolle)	Doppelbelastung erwerbstätiger Mütter
		Rollenkonflikte und psychosoziale Belastungen in Familie und Beruf (Anforderungskontrollmodell, Gratifikationskrisenmodell)	Frühpensionierung nach beruflicher Überforderung
		Klimakterium, Midlife-crisis, normales und pathologisches Altern, psychosoziale Entwicklung im höheren Lebensalter, Kompetenzmodell des Alterns, selektive Optimierung durch Kompensation, soziale Lage alter Menschen (soziale Isolierung, Entwurzelung, Armut im Alter)	Hormonelle Störungen (z.B. Libidostörungen), vermehrte Arztbesuche, erhöhtes Sterberisiko nach Partnerverlust, Verwahrlosung
1.4.9	Soziodemographische Determinanten des Lebenslaufs	Generatives Verhalten (Fertilität, Nuptialität, Mortalität, Letalität, Geburten- und Sterbeziffern, Geschlechtsproportion, Altenquote) und seine Determinanten	Säuglingssterblichkeit bei Armut
		Migration und Akkulturation	
		Schema der demographischen Transformation (Abnahme der Kinderzahl, Zunahme der Lebenserwartung, Änderung des Familienzyklus)	Behinderungsfreie Lebenserwartung (DALY)
		Demographisches Altern und Kompression der Morbidität, Folgen für die Sozial- und Gesundheitspolitik	Generationenvertrag
		Entwicklung der Weltbevölkerung,	Konflikt zwischen religiösen Nor-

		Prognosemodelle, Folgen für die Bevölkerungspolitik	men und Geburtenkontrolle
1.4.10	Sozialstrukturelle Determinanten des Lebenslaufs	Modernisierungsprozess von Gesellschaften (zweckrationales Handeln, Individualisierung), Übergang von der Industrie- zur Informationsgesellschaft	Gentechnik und Ethik; Internet und Gesundheit
		Änderungen der Erwerbsstruktur (Arbeit, Leistung, Beruf, Erwerbsquote, Erwerbssektoren, Tertiarisierung, strukturelle Arbeitslosigkeit)	Erkrankungsrisiko bei Doppelbelastung erwerbstätiger Mütter
		Einfluss von Bildung auf Lebensstil und Gesundheit	Niedriger Zigarettenkonsum bei höherer Bildung
		Soziale Differenzierung: soziale Schichten und neue soziale Ungleichheiten, vertikale Mobilität, Einkommensdisparität und soziale Randgruppen (Diskriminierung)	Sozialer Abstieg bei Schizophrenie; soziale Ungleichheit und Gesundheits- bzw. Krankheitsverhalten; Schichtgradienten bei Morbiditäts- und Mortalitätsrisiken
2	**Ärztliches Handeln**		
2.1	**Arzt-Patient-Beziehung**		
2.1.1	Professionalisierung des Arztberufes	Gesundheitsberufe als Dienstleistungsberufe, Merkmale des Professionalisierungsprozesses und Entprofessionalisierungstendenzen	Primärarzt, Gebietsarzt, Praxisnetze
		Chancen und Risiken der Spezialisierung, Berufsordnung als Aufgabe der Standespolitik, Zugangsregulation durch die Kassen	Konkurrenz und Ergänzung durch andere Heilberufe, Psychotherapeutengesetz, Fragmentierung von Versorgung und Verantwortung
		Merkmale und Wandel von Organisationen, in denen der Arztberuf ausgeübt wird	Tagesklinik, ambulantes Operieren
2.1.2	Arztrolle	Organisatorische und ökonomische Determinanten des ärztlichen Handelns, Bedeutung von Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit	Auswirkungen des Vergütungssystems auf diagnostisches Handeln
		Normen der Arztrolle: funktionale Spezifität, affektive Neutralität, Universalismus, Kollektivitätsorientierung	Hippokratischer Eid, Selbstbeschränkung des Gebietsarztes auf seine Zuständigkeit
		Motivation zum Arztberuf, berufliche Sozialisation zum Arzt (Professionalismus, Karriereerwartungen und Geschlechtsrollen)	Altruismus
		Ethische Entscheidungskonflikte ärztlichen Handelns	Schwangerschaftsabbruch, Sterbehilfe bei Komapatienten
		Psychische Belastungen des Arztberufes (Rollenkonflikte, Helfersyndrom, Burn-out-Syndrom)	Intensivstation, Onkologie
2.1.3	Krankenrolle	Merkmale der Krankenrolle: Entbindung von Rollenverpflichtungen, Ver-	Nichtbefolgen ärztlicher Ratschläge

		pflichtung zur Kooperation mit Ärzten, Bemühung um Wiederherstellung von Gesundheit	
		Akut und chronisch Kranke: Krankheitsbewältigung (Coping) und Patientenkarriere (s.a. 3.1.4)	Häufiger Arztwechsel
		Sekundärer Krankheitsgewinn, Aggravation, Simulation/Dissimulation, Attribution, subjektive Krankheitstheorien	Gutachten bei Rentenbegehren
		Wirtschaftliche, rechtliche und familiäre Einflüsse auf die Krankenrolle	Frühpensionierung infolge Personalabbaus
2.1.4	Kommunikation und Interaktion	Funktionen der Kommunikation: Orientierung, Information, Kooperation	Aufklärung, Informed Consent
		Formen der Kommunikation: verbal/non-verbal, persönlich/medial, direkt/indirekt, mündlich/ schriftlich	
		Strukturen der Kommunikation: symmetrisch/asymmetrisch, direktiv/ nondirektiv; Empathie und Wertschätzung, Echtheit und Transparenz, Übertragung und Gegenübertragung, Vertrauen/Misstrauen	Diagnosemitteilung, Visitengespräch, Beratungsgespräch (Edukation)
		Organisatorisch-institutionelle Rahmenbedingungen: Einzel- vs. Gruppengespräche, Paargespräch, ambulante vs. stationäre Versorgung, privates Umfeld (Hausbesuch)	Familientherapie
		Soziokultureller Rahmen der Kommunikation: Sprachstile (Fachsprache/Alltagssprache, Schichtspezifität, elaborierter und restringierter Sprachcode), Kommunikation mit fremdsprachigen Kranken	Umgehen mit ausländischen Patienten
2.1.5	Besonderheiten der Kommunikation und Kooperation	Formen von Kooperation bei Kranken: passiv/aktiv, compliant vs. non-compliant, autonom vs. heteronom	Radiologische Praxis
		Formen von Kooperation bei Ärzten: patientenorientiert/technikorientiert	Gemeinschaftspraxis, Praxisorganisation
		Besondere kommunikative Anforderungen: Schwerkranke, Sterbende, Mitteilung von ungünstigen Diagnosen/ Behandlungen; Kommunikation mit Kindern	Begleitung Sterbender auf der Intensivstation
		Störungen der Kommunikation und Kooperation: organisatorisch-rechtliche Bedingungen; Fehlerquellen und	Gebührenordnung, Zeitdruck der Visite

		Beurteilungsfehler, z.B. Haloeffekt, Projektion; ablehnende Kranke, Reaktanz des Arztes, Erwartungsenttäuschung des Kranken	
2.2	**Untersuchung und Gespräch**		
2.2.1	Erstkontakt	Patientenperspektive: Erwartungen an den Arztbesuch, Krankheits- und Kontrollüberzeugungen (s. 1.2.4: Attribution und 3.1.2: Health-Belief-Modell), Vorerfahrungen und Vorkenntnisse	Arztwahl, Patientenkarriere
		Arztperspektive: erster/letzter Eindruck (Primacy-, Recency-Effekt), Stereotypien, Beurteilungsfehler (s. 2.2.2), Beurteilung der Angemessenheit des Beratungsanlasses	Hinweise auf Alkoholkrankheit anhand Gesichtsfärbung
2.2.2	Exploration und Anamnese	Funktion: Datengewinnung, diagnostische und therapeutische Funktion, Differenzialdiagnose, Therapieplanung, Aufklärung, Edukation, emotionale Unterstützung	Krankheitsanamnese in der Allgemeinpraxis
		Formen: Eigen-, Fremd-, Sozial-, Krankheits-, Entwicklungs-, Medikamentenanamnese, vertikale und horizontale Verhaltensanalyse (SORKC-Schema),Verhaltensbeobachtung	Psychotherapieplanung
		Struktur: direktiv-nondirektiv, Fragestile (offen, geschlossen, Alternativfragen, Suggestivfragen)	Interview, Mitteilung von Diagnosen
		Schwierigkeiten: Sprachbarrieren, arztzentriert/patientenzentriert, Beobachtungs- und Beurteilungsfehler (z.B. Haloeffekt, Rosenthaleffekt)	
2.2.3	Körperliche Untersuchung	Psychosoziale Aspekte aus Patientenperspektive: Intimität, Scham, Tabu, interkulturelle Unterschiede, Angst vor Eingriffen	Gynäkologische Untersuchungen
		Psychosoziale Aspekte aus Arztperspektive: affektive Neutralität (Kontrolle aversiver Gefühle), Eingriffsrecht, soziokulturelle Barrieren	Übertragungsproblem
2.3	**Urteilsbildung und Entscheidung**		
2.3.1	Arten der diagnostischen Entscheidung	Indikationsdiagnostik, Prozessdiagnostik, Ergebnisdiagnostik	Patientenbeurteilung, Labeling, Indikationsstellung, Genesemodell, Begutachtung, Befundabfassung,

			Verlaufsbeobachtungen
2.3.2	Grundlagen der Entscheidung	Klassifikationssysteme, Befunde, multiaxiales System für Kinder und Jugendliche, Anamneseverfahren, Tests, Hypothesenbildung	ICD, DSM
2.3.3	Urteilsqualität und Qualitätskontrolle	Additive und lineare Schlußfolgerungen, Informationsbasis ärztlicher Entscheidungen Verlaufsdokumentation, Katamnesen, Kriterien der Erfolgsmessung, Qualitätszirkel, Prozess- und Evaluationsforschung	Metaanalysen, Therapieleitlinien Tagebücher
2.3.4	Entscheidungskonflikte	Dissens zwischen Ärzten, funktionale und positionale Autorität, direktiver vs. partizipativer Führungsstil, Verpflichtung gegenüber dem individuellen und allgemeinen Wohl (s.a. 2.1.2)	Kollegiale Entscheidungsfindung; Divergenz von Meinungen und Statusunterschiede; ärztliche Überweisungen an Psychologische Psychotherapeuten
2.3.5	Entscheidungs fehler	Urteilsfehler (s.a. 2.2.2: Beobachtungsfehler)	Nichterkennen von Suizidalität
2.4	**Interventionsformen**		
2.4.1	Ärztliche Beratung	Erklärungen zur Pathogenese, Diagnose und Behandlung, Gesundheitsberatung, Entscheidungsstufen des Hilfesuchens	Gefäß- und Herz-Kreislauf-Krankheiten, Diabetes mellitus, Ernährungsberatung
2.4.2	Patientenschulung	Patientenaufklärung; Patienteninformation, Patientenberatung, Patiententraining Ziele: differenziertes Krankheitswissen, verbessertes Krankheitsverhalten, erhöhte Lebensqualität, reduzierte Krankheitskosten, günstigere Krankheitsprognose, Entlastung von Bezugspersonen, Änderung von Einstellung und Verhalten	AIDS-Broschüren, Bücher, Videos, Veranstaltungen, TV Asthmaschulung, Diabetes mellitus, Adipositas
2.4.3	Psychotherapie	Psychotherapieformen: Verhaltenstherapie und kognitiv-behaviorale Therapien, Biofeedback, Entspannungstechniken, Hypnose, Psychoanalyse und tiefenpsychologisch fundierte Psychotherapie; nondirektive Gesprächspsychotherapie, Systemische Familientherapie, Neuropsychologisches Training und weitere Verfahren	Habituationstraining bei Angstpatienten, Gruppentherapie, Partnertherapie, Verhaltenstherapie bei Kindern
2.5	**Besondere medizinische Situationen**		
2.5.1	Intensivmedizin	Der Patient auf der Intensivstation: psychosoziale Belastungsfaktoren (Reizmonotonie, Bewußtseinstrübung, Verlust der Intimsphäre, Informationsdefizit, Isolation), typische Abwehrmechanismen, Kinderstation, Traumatisierung	ICU (Intensive Care Unit)-Syndrom, postraumatische Belastungsstörung

		Betreuungserfordernisse: Einbeziehung von Angehörigen, Kooperation mit psychosozialen Diensten, Kommunikations- und Informationsprobleme (v.a. bei Bewusstseinsveränderung)	Schlaganfall
		Belastungen beim ärztlichen und pflegerischen Personal: Bewältigungsformen und Auswirkungen (z.B. Krankenstand, Fluktuation)	Burn-out-Symptome des Personals, Aufwachstationen
2.5.2	Notfallmedizin	Psychosoziale Merkmale medizinischer Notfallsituationen und mögliche Patientenreaktionen, insbesondere Schock (psychischer Ausnahmezustand) sowie verzögerte psychische Reaktionen, psychosoziale Vulnerabilität des Patienten	Überbringung der Todesnachricht an Angehörige, Bitte um Organspende, Kommunikation mit Unfallverletzten
		Verbale Krisenintervention, Handlungs- und Entscheidungsdruck des Arztes, mögliche Fehlhandlungen, Notwendigkeit der Teamsupervision, Umgang mit plötzlichem Tod	Suizid, kindlicher Unfall
2.5.3	Transplantationsmedizin	Psychosoziale Situation bei Nieren-, Leber-, Herz- und Knochenmarktransplantation	Lebensqualität nach Transplantation
		Psychoimmunologische Aspekte der Transplantation, Immunkonditionierung	Veränderung der Persönlichkeit durch immunsuppressive Medikamente
		Rechtliche und ethische Aspekte: Spender-Empfänger-Probleme, Wartezeit, Nachsorge, Veränderung des Körpererlebens	Lebendnierenspende: Spender-Empfänger-Beziehung
2.5.4	Onkologie	Modelle der Krebsverarbeitung, psychoonkologische Interventionsformen	Imaginationstraining bei Chemotherapie
2.5.5	Humangenetische Beratung	Psychosoziale Aspekte (Erwartungen, sozialer Rückhalt, Ethik, Kommunikation, soziales Umfeld)	Brustkrebs, pränatale Beratung
		Pränataldiagnostik und prädiktive Medizin	Trisomie 21
		Interdisziplinäre Beratung: Möglichkeiten und Risiken	Teamberatung
2.5.6	Reproduktionsmedizin	Fertilität und Infertilität aus psychologischer Sicht, Kinderwunschmotive, Lebensplanung, generatives Verhalten, Belastungen, Ambiguitätstoleranz; psychologische Beratung; Risiken der Mehrlingsgeburt (psychosoziale Aspekte)	In-vitro-Fertilisation, ICSI (Intracytoplasmic Sperm Injection), hormonelle Stimulation
2.5.7	Sexualmedizin	Psychosexuelle Entwicklung, psychophysiologische Grundlagen sexueller	Masters-Johnson, Impotenz, orale Kontrazeption für Jugendliche,

		Reaktionen, sozialer Wandel und Sexualität, Sexualität in verschiedenen Lebensabschnitten	Sexualität im Alter
		Sexualität bei organischer Krankheit	Operationsfolgen
		Sexuelle Störungen: diagnostische und therapeutische Ansätze	Sexualtherapie
2.5.8	Tod und Sterben, Trauer	Phasenmodelle, Trauerverarbeitung (Angst, Anpassungs- und Abwehrmechanismen), Pufferhypothese	Patientenwunsch, zu Hause zu sterben, Morphiumgabe bei Krebsschmerzen, Psychoonkologie bei Kindern
		alters-, geschlechts- und kulturabhängige Todesvorstellungen, Sterbe- und Trauerrituale im Wandel, Begriff der Euthanasie	Richtlinien zur Sterbebegleitung der Bundesärztekammer, Patientenverfügungen
		Rolle der Selbsterfahrung des medizinischen Personals zu Sterben und Tod (z.B. Sterbemeditation), Prinzipien der ärztlichen Sterbebetreuung, Hospiz	Balintgruppen, Gesprächspsychotherapie
		Trauerreaktion der Hinterbliebenen: Trauerberatung als Aufgabe des Hausarztes, Selbsthilfegruppen, Angehörigengruppe; das unheilbar kranke Kind und seine Eltern	Verwaiste Eltern
2.6	**Patient und Gesundheitssystem**		
2.6.1	Stadien des Hilfesuchens	Symptomaufmerksamkeit und Laienätiologie, Entscheidungsstufen	Verdrängen von Warnzeichen (z.B. Knoten in der Brust)
		Rolle von Information und Motivation, psychosoziale Einflüsse auf verzögertes Hilfesuchen	Medien, Health-Belief-Modell
		Determinanten der Inanspruchnahme von Ärzten	Leistungskatalog der Krankenversicherung
		Motive für die Inanspruchnahme komplementärer und alternativer Heilkunde, Hilfesuchen außerhalb der Schulmedizin	Akupunktur, Ayurveda, Naturheilverfahren
2.6.2	Bedarf und Nachfrage	Bedarfsgerechte Versorgung, Über-, Unter- und Fehlversorgung	Zunahme von Bypass-Operationen
		Gründe für Diskrepanz zwischen Bedarf und Nachfrage (over-/under-utilization)	Der hypochondrische Patient, der indolente Patient
		Einfluss von Ärzteangebot (angebotsinduzierte Nachfrage) und Spezialisierung, finanzielle und rechtliche Anreize und Restriktionen	Häufiges Wiedereinbestellen von Patienten
		Medikalisierung und iatrogene Einflüsse, ärztliche Entscheidungsregeln (Fehler erster und zweiter Art)	Angst des Arztes vor Fehlurteil (Diagnostizierung Kranker als gesund)

2.6.3	Patienten-karrieren im Versorgungs-system	Primärarztfunktion und ärztliches Überweisungsverhalten	Freie Arztwahl vs. Zuweisung, Patientenkarriere
		Einfluss ärztlicher Spezialisierung und Kooperation auf Behandlung	Schwerpunktpraxen
		Schnittstellenproblematik bei chronisch Kranken	Verzögerte Arztbriefe nach Krankenhausentlassung
		Strukturelle Besonderheiten des deutschen Gesundheitssystems	Krankheitskosten des stationären Sektors
2.6.4	Qualitäts-management im Gesund-heitswesen	Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität	Wirksamkeitsnachweis einer Therapie
		Grundprinzipien evidenzbasierter Medizin (s.a. 1.3.7)	
		Peer Review, Supervision, interne und externe Qualitätskontrolle und Konflikte	Qualitätszirkel
		Patientenzufriedenheit und gesundheitsbezogene Lebensqualität als zusätzliche Beurteilungsparameter	Dimensionen der Patientenzufriedenheit, Qualitätsangepasste Lebensjahre (QALY)
		Qualitätswettbewerb, Kostendruck und organisatorischer Wandel im Gesundheitswesen	Managed Care
3	**Förderung und Erhaltung von Gesundheit**		
3.1	**Prävention**		
3.1.1	Präventionsbe-griff	Formen der Prävention (primäre, sekundäre und tertiäre Prävention)	Bedeutung für die Gesundheitsversorgung
3.1.2	Primäre Prä-vention	Gesundheit als gesellschaftlicher Wert und als persönliches Kapital	Erlebte Gesundheit
		Protektion, Resilienz, Salutogenese	Krankenstand in Betrieben
		Gruppendruck, soziale Normen und Sanktionen bei gesundheitsrelevantem Verhalten, Adoleszenz als kritische Phase	Drogenkonsum als Initiation in der Peer Group
		Konzept des gesundheitsbezogenen Lebensstils; Bedeutung bei der Entstehung chronisch degenerativer Krankheiten	Gesundheitsbewusste Ernährung als Strukturmerkmal einer Subkultur (z.B. Vegetarier)
		Modelle gesundheitsrelevanten Verhaltens: Health-Belief-Modell, Modell des geplanten Verhaltens, Modell der Selbstwirksamkeit bzw. der Kompetenzerwartung, Modell des sozialen Vergleichsprozesses; psychosoziale Stressbelastung und gesundheitsschädigendes Verhalten (z.B. Sucht)	Alkoholabhängigkeit bei beruflichem Misserfolg
3.1.3	Sekundäre Prävention	Risiko- und Schutzfaktoren der Erkrankung: gruppenbezogene und individuelle Betrachtung (prädiktive Medizin)	Bluthochdruck und Schlaganfall, BRCA 1-Gen

		Kriterien für das Vorliegen einer kausalen Beziehung zwischen Risikofaktor und Krankheit, Begriff des relativen Risikos, prospektive und retrospektive epidemiologische Studie, analytische und interventionelle Epidemiologie	Nordkarelien-Studie zur Senkung des koronaren Risikos
		Diskrepanz zwischen Einstellung und Verhalten, Widerstände gegen Verhaltensänderung bei Risikogruppen und Stufenmodell der Verhaltensänderung, Modell der Verhaltensvorhersage, Theorie der kognitiven Dissonanz	Noncompliance bei chronischen Krankheiten
3.1.4	Tertiäre Prävention/ Rehabilitation	Chronische Krankheit und Behinderung: Schädigung, funktionale Einschränkung, soziale Beeinträchtigung (Impairment, Disability, Handicap)	Compliance bei Diabetikern
		Personale Krankheitsbewältigung (Coping): Anpassung, Kompensation und Reorganisation sowie unterschiedliche „Krankenkarrieren" und deren psychosoziale Determinanten	Umschulung nach unfallbedingter Behinderung
		Interpersonelle Bewältigung: Partnerschaft und Familie, soziale Netzwerke und sozialer Rückhalt	Rezidivrisiko Schizophrener bei hoher Emotionsdichte (Expressed Emotions) Angehöriger
		Chronifizierung und Prävention	Arbeitslosigkeit bei Körperbehinderten
		Soziale Folgen chronischer Krankheit: Rehabilitation vs. sozialer Ausschluss, Abwärtsmobilität und soziale Isolation, Stigmatisierung (primäre und sekundäre Abweichung)	Partnerverlust nach Brustamputation; Schlaganfall
		Psychosoziale Einflüsse auf Krankheitsverlauf und Mortalität	Höhere Überlebenschancen nach Herzoperation bei Patienten mit gutem sozialem Rückhalt
3.1.5	Formen psychosozialer Hilfen	Krisenintervention, Prävention, Rehabilitation unter Berücksichtigung der institutionellen Rahmenbedingungen (ambulant vs. stationär) und des Krankheitsverlaufs (akut vs. chronisch)	Psychosoziale und genetische Beratung bei Brustkrebspatienten
		Soziale Unterstützung (Social Support)	Selbsthilfegruppen
3.1.6	Sozialberatung	Institutionen, Systeme: Schule, Familie, Individuum, Gruppe, Gemeinde	Deutsche Krebshilfe
3.2	**Maßnahmen**		
3.2.1	Gesundheitserziehung und Gesundheitsförderung	Gesundheitserziehung (Edukation) und Gesundheitsbildung: verantwortliche Organisationen, Zielgruppen und Verfahrensweisen (auch: Neue Medien)	Einschränkung der Zigarettenwerbung, BZgA-Kampagne für Kondombenutzung
		Gesundheitsförderung in Organisa-	Information zur Förderung des

		tionen (Schulen, Betriebe): neue Aufgaben der Organisations- und Personalentwicklung	Nichtrauchens, Suchtprävention in Schulen; Schutzimpfungen; betriebliche Gesundheitsförderung
		Gesundheitsförderung in der Kommune	Gesunde-Städte-Programm der Weltgesundheitsorganisation
		Unterschiedliche Wirksamkeit struktureller vs. personaler Gesundheitsförderung	Anschnallpflicht beim Autofahren
		Einsatz von Screening-Verfahren (Krankheitsprävalenz, Spezifität und Sensitivität von Tests, positiver und negativer Prädiktionswert)	Früherkennungsuntersuchung bei Brustkrebs, Iodprophylaxe und Mundgesundheit
		Ethische und ökonomische Probleme der Prävention; Entwicklungsbedarf präventiver Maßnahmen im Gesundheitswesen	Medikamenteneinnahme bei Gesunden
3.2.2	Verhaltensänderung	Verhaltenstherapeutische Ansätze (operante Lernprogramme, Selbstsicherheitstraining, Stressbewältigungstraining, Problemlösetraining)	Biofeedback bei Bluthochdrucksenkung, Rauchertrainingsprogramme
		Gruppentherapie und Einfluss gruppendynamischer Prozesse	Diabetikerschulung
		Rolle der Ärzteschaft, Kooperation mit anderen Gesundheitsberufen	Therapeutisches Team in der stationären Rehabilitation
3.2.3	Rehabilitation, Soziotherapie, Selbsthilfe und Pflege	Rehabilitationskonzepte und -einrichtungen (z.B. Konzept der gemeindenahen Versorgung, kommunale Gesundheits- und Pflegekonferenzen), stationäre und ambulante Rehabilitationsmaßnahmen	Wohngruppen bei psychisch Kranken, Suchttherapie
		Beratungsangebote an chronisch Kranke: Aufgaben für niedergelassene Ärzte und öffentlichen Gesundheitsdienst	AIDS-Hilfe
		Selbsthilfegruppen und -einrichtungen (therapeutische Angebote; informelle vs. formelle Selbsthilfegruppen); Mitwirkung von Patientenvertretern im Gesundheitswesen	Anonyme Alkoholiker
		Pflegeversicherung und Pflegeeinrichtungen (ambulante, stationäre Pflege, Hospiz)	Sozialstationen
		Beurteilung der Pflegebedürftigkeit (Pflegestufen, Begutachtung), Pflegequalität	Zeitdruck in der ambulanten Pflege
		Psychosoziale Belastungen der Pflege (bei Angehörigen, bei Professionellen)	Pflege Demenzkranker durch Angehörige