

**IMPP**

Institut für  
medizinische und pharmazeutische  
Prüfungsfragen

Rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts

**GEGENSTANDSKATALOG**  
für den schriftlichen Teil der  
**ÄRZTLICHEN VORPRÜFUNG**  
(GK 1)

Teilkatalog "CHEMIE FÜR MEDIZINER  
UND BIOCHEMIE"

4. Auflage  
Januar 2001



Die Neuauflage des Gegenstandskatalogs (GK) für den schriftlichen Teil der Ärztlichen Vorprüfung war seit langem überfällig. Die Aktualisierung wurde wiederholt zurückgestellt, weil eine Reform der Approbationsordnung für Ärzte (ÄAppO) mit veränderten Anforderungen an Struktur und Inhalte der GK mehrfach unmittelbar bevorzustehen schien. Weiteres Zuwarten war nun nicht länger vertretbar, weil einerseits die wissenschaftlichen Fortschritte, aber auch veränderte inhaltliche Akzente in manchen Stoffgebieten sich nun auch im GK wiederfinden sollen.

Zur Funktion des Katalogs ist klarzustellen, dass Grundlage für den schriftlichen Teil der Ärztlichen Vorprüfung allein der in der jeweils gültigen Approbationsordnung für Ärzte festgelegte Prüfungsstoff (vgl. Anlage 10 zur ÄAppO) ist. Der GK 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 Prüfungsthemen.

Die Herleitung der Stoffsammlung aus den Bestimmungen der derzeit gültigen ÄAppO wirkt sich in mehrfacher Weise auf Struktur und Inhalte des Katalogs aus. So konnten sich Konzepte einer „horizontalen Integration“ nicht in der vielfach gewünschten Weise niederschlagen, denn die ÄAppO sieht (noch?) fächerorientierte Prüfungen vor. Auch Ansätze zu einer „vertikalen Integration“, die der vorliegende Entwurf für eine Reform der ÄAppO durch eine teilweise Neugestaltung des ersten Prüfungsabschnittes in Aussicht stellt, können sich in diesem GK nur zu einem geringen Teil abbilden. Teilweise wurde die Hoffnung zum Ausdruck gebracht, der GK könne die humanbiologischen Grundlagen der Medizin ganzheitlich und gestützt auf eine oder wenige „mächtige Theorien“ beschreiben. Dass ein solches Anliegen nicht nur von hohem intellektuellem Reiz wäre, sondern auch wichtige didaktische Perspektiven eröffnen könnte, ist unbestritten. Da der GK jedoch als pragmatisches Werkzeug für die berufszugangsregelnden schriftlichen Prüfungen nach ÄAppO verstanden werden muss, sieht er sich durch solche anspruchsvollen Erwartungen wenigstens derzeit noch überfordert.

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 des GK für den schriftlichen Teil der Ärztlichen Vorprüfung 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.***

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 GK aber noch nicht aufgeführt werden.

Im Sinne einer angemessenen Übergangszeit wird beim schriftlichen Teil der Ärztlichen Vorprüfung bis einschließlich Frühjahr 2002 noch der GK in der Fassung der 3. Auflage berücksichtigt.

An dieser Stelle möchten wir uns sehr herzlich bei allen Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern bedanken, die (auch durch ihre Bereitschaft, nicht durchweg schmerzlose Kompromisse zu schließen) zum Gelingen dieses GK beigetragen haben.

## „Chemie für Mediziner und Biochemie“ (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 Prokaryote Zellen
- 15.2 Eukaryote 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 Stoffwechsellleistungen
  - 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 Extrazelluläre 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“**

<b>Grundlagen der Chemie</b>		
<b>1.1 Makroskopische Erscheinungsformen der Materie</b>		
Aggregatzustände, Phasenumwandlungen		
<b>2 Aufbau und Eigenschaften der Materie</b>		
<b>2.1</b>	<b>Atome, Isotope, Periodensystem</b>	
2.1.1	Begriffe	Elementarteilchen, Ordnungszahl, Kernladungszahl, Massenzahl, Elektronenhülle
2.1.2	Ordnungszahl, Kernladungszahl, Massenzahl	Identifizierung von Ordnungszahl, Kernladungszahl und Massenzahl an entsprechend gekennzeichneten Elementensymbolen
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
<b>2.2</b>	<b>Chemische Bindung</b>	
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 <sub>2</sub> ; O: Wasser, O <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; N: Ammoniak, N <sub>2</sub> , Lachgas, NO, Cyanid), biochemisch relevante Sauerstoffradikale

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.

2.2.4	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
<b>2.3</b>	<b>Acyclische Kohlenstoffverbindungen, einfache funktionelle Gruppen</b>	
2.3.1	Kohlenwasserstoffe	Unterscheidung gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Alkylreste
2.3.2	Formeln	Definitionen: Summen- und Strukturformel
2.3.3	Bindungen	$\sigma$ - und $\pi$ -Bindungen, konjugierte Doppelbindungen
2.3.4	Isomeren	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 <sub>4</sub> , bei den Carbonsäuren auch C <sub>16</sub> /C <sub>18</sub> (ohne und mit Doppelbindungen)
2.3.8	physikalische Eigenschaften	wichtige physikalische Eigenschaften im Vergleich (Siedepunkt, Löslichkeit in Wasser oder Kohlenwasserstoffen)
<b>2.4</b>	<b>Carbo- und Heterocyclen</b>	
2.4.1	Cycloalkane, Aromaten	Struktur, Summenformel und Molekülform von Cycloalkanen (C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub> ) 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
<b>2.5</b>	<b>Stereochemie</b>	
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 $\alpha$ -Hydroxysäuren, $\alpha$ -Aminosäuren und Kohlenhydraten
2.5.5	Konformation	Definition, Beispiele: lineare Kohlenwasserstoffe und Cyclohexan/Steroide
<b>3</b>	<b>Stoffumwandlungen</b>	
<b>3.1</b>	<b>Homogene Gleichgewichtsreaktionen</b>	
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
<b>3.2</b>	<b>Heterogene Gleichgewichtsreaktionen</b>	
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
<b>3.3</b>	<b>Säure/Base-Reaktionen</b>	
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 <sub>2</sub> -Puffers, Pufferkapazität
3.3.5	Lewis-Säuren /Basen	Definition
<b>3.4</b>	<b>Redox-Reaktionen</b>	
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
<b>3.5</b>	<b>Bildung und Eigenschaften der Salze</b>	
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
<b>3.6</b>	<b>Ligandenaustausch-Reaktionen</b>	
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 Komplexbildung, Ionenkanäle

3.6.3	Beispiele	biochemische und medizinische Bedeutung an ausgewählten Beispielen	
<b>3.7</b>	<b>Additions/Eliminierungs-Reaktionen</b>		
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	
<b>3.8</b>	<b>Substitutionsreaktionen</b>		
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)	
<b>3.9</b>	<b>Sonstige Reaktionen</b>		
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, Desoxyribose, Glucose, Fructose, Mannose, Galaktose, Glucosamin, Galaktosamin, N-Acetyl-Neuraminsäure
4.1.3	Schreibweisen	Erkennen von vorgegebenen Verbindungen (s. 2.5) in der Fischer-Projektion, Haworth-Formel und Sesselform-Schreibweise
4.1.4	Stereochemie	D- und L-Reihe, $\alpha$ - und $\beta$ -Anomere, $^4C_1$ -Konformation bei Pyranosen der D-Reihe
4.1.5	Reaktionen	Prinzip der Umsetzung mit: alkoholischen OH-Gruppen (Halbacetale und Acetale), Aminen, Oxidationsmitteln (-onsäuren, -uronsäuren), Reduktionsmitteln (Zuckeralkohole)
<b>4.2</b>	<b>Disaccharide</b>	
4.2.1	Klassifizierung, Aufbau	1,4-, 1,6-Verknüpfung, $\alpha$ - und $\beta$ -glykosidische Bindung (Haworth- oder Sesselform-Schreibweise), Erkennen der enthaltenen Monosaccharide
4.2.2	Beispiele	Saccharose, Lactose, Maltose, Isomaltose
4.2.3	Reaktionen	Bildung durch Kondensation, säure- oder enzymkatalysierte Hydrolyse zu Monosacchariden
<b>4.3</b>	<b>Oligo- und Polysaccharide</b>	
4.3.1	Klassifizierung, Aufbau	Homo-, Heteroglykane, Erkennen der enthaltenen Monosaccharide, $\alpha$ - und $\beta$ -glykosidische Bindung, Kennzeichnung von Haupt- und Nebenketten, linearer oder helikaler Aufbau der Hauptkette
4.3.1	Struktur	Strukturprinzip von Glykogen, Stärke, Zellulose, Glykosaminoglykanen
<b>5</b>	<b>Aminosäuren, Peptide, Proteine</b>	
<b>5.1</b>	<b>Aminosäuren</b>	
5.1.1	Klassifizierung	L-Reihe (Fischer-Projektion, Stereformel), $\alpha$ -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, $\beta$ -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
<b>5.2</b>	<b>Peptide</b>	
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
<b>5.3</b>	<b>Proteine</b>	
5.3.1	Klassifizierung, Aufbau	einfache Proteine, zusammengesetzte Proteine (Glykoproteine, Metalloproteine, Proteine mit prosthetischen Gruppen, Lipoproteine), globuläre und fibrilläre Proteine, Primärstruktur (Sequenz), Sekundärstruktur ( $\alpha$ -Helix, Faltblattstruktur), Tertiär- und Quartärstruktur (Definition, Bindungsarten zur Stabilisierung der Proteinstruktur), native und denaturierte Proteine, Domänen und Struktur motive

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
<b>6</b>	<b>Fettsäuren, Lipide</b>	
<b>6.1</b>	<b>Fettsäuren</b>	
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
<b>6.2</b>	<b>Acylglycerine</b>	
6.2.1	Klassifizierung, Struktur	Triacylglycerine, Phosphoglycerine
6.2.2	Eigenschaften	Löslichkeit, Bildung von Phasengrenzflächen und Mizellen in Wasser, Bildung von Doppelschichten und Liposomen
<b>6.3</b>	<b>Sphingolipide</b>	
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
<b>6.4</b>	<b>Steroide</b>	
6.4.1	Klassifizierung, Struktur	Isopren als Grundstruktur der Isoprenlipide, strukturelle Merkmale von Cholesterin, Gallensäuren und Steroidhormonen

<b>7 Nukleotide, Nukleinsäuren, Chromatin</b>		
<b>7.1</b>	<b>Nukleotide</b>	
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
<b>7.2</b>	<b>Nukleinsäuren</b>	
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
<b>7.3</b>	<b>Chromatin</b>	
7.3.1	Struktur	Aufbau aus DNA, Histonen und Nicht-Histon-Proteinen, Struktur der Nukleosomen
<b>8 Vitamine, Vitaminderivate, Coenzyme</b>		
<b>8.1</b>	<b>Allgemeines</b>	
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 <sub>3</sub> ) und sein 1,25-Dihydroxyderivat (Calcitriol), Phyllochinone, Tocopherole, Retinsäure, Retinal, Retinol,

		Thiamin und Thiamindiphosphat, Riboflavin, FMN, FAD, Nicotinsäureamid, NAD(P) <sup>+</sup> , NAD(P)H, Pyridoxin und Pyridoxalphosphat, Biotin, Cobalamin, Folsäure, Ascorbinsäure	
<b>8.2</b>	<b>Biochemischer Mechanismus</b>		
		Zusammenhang zwischen Vitamin und Coenzym, Kennzeichnung der funktionellen Gruppe, Beteiligung an Enzymreaktionen, Signaltransduktion, Antioxidation	
<b>8.3</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		Avitaminosen, Hypo- und Hypervitaminosen, Störungen des Vitaminmetabolismus	Rachitis, Perniziosa, Nachtblindheit, Spina bifida
<b>9</b>	<b>Grundlagen der Thermodynamik und Kinetik</b>		
<b>9.1</b>	<b>Grundbegriffe der Energetik und Kinetik</b>		s. Anmerkung in 2.1
9.1.1	endergon/exergon, endotherm/exotherm	Definition der Begriffe	
9.1.2	Gibbs' freie Energie (=freie Reaktionsenthalpie)	$\Delta G$ : maximal geleistete Arbeit bei reversibel isotherm und isobar geführten Prozessen in geschlossenen Systemen	
9.1.3	Reaktionsenthalpie	$\Delta H$ : Reaktionswärme einer isotherm und isobar geführten Reaktion	
9.1.4	Reaktionsentropie	$\Delta S$ : 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 ( $\Delta G$ ) und Gibbs' freier Standardenergie ( $\Delta G^0$ 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 pseudonulle 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" ( $\Delta G^*$ ) und "Reaktionsenergie" ( $\Delta G$ ) 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, Proteinatur 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 ( $\mu\text{mol}/\text{min}$ ), 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
<b>11 Prinzipien der Stoffwechselregulation</b>			
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 hyperbolischer und sigmoider Kinetik (z.B. Phosphofruktokinase-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 <sub>450</sub> -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
<b>12</b>	<b>Kataboler Stoffwechsel und Energiegewinnung</b>		
<b>12.1</b>	<b>„Energiereiche“ Verbindungen</b>		
		Säureanhydride, Thioester, Enolphosphat- und Phosphoamid-Verbindungen	
<b>12.2</b>	<b>Kohlenhydratabbau</b>		
		Glykogenolyse, Glykolyse, Abbau von Fructose, Galaktose, 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
<b>12.3</b>	<b>Triacylglycerin- und Fettsäureabbau</b>		
		Triacylglycerinlipasen, Bedeutung der Nahrungskarenz, Aufnahme von Fettsäuren in die Zelle und in die Mitochondrien, Abbau von Fettsäuren ( $\beta$ -Oxidation), Zwischenprodukte und Cofaktoren, intrazelluläre Lokalisation	Carnitin-Mangel
<b>12.4</b>	<b>Ketonkörpersynthese und -abbau</b>		
		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
<b>12.5</b>	<b>Protein- und Aminosäureabbau</b>		
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 Asparat zur Einschleusung des Stickstoffs in den Harnstoffzyklus, Zwischenprodukte, Ammoniakbildung, Organbeteiligung, Aminosäuren als Ausgangssubstanz für Synthesen	Leberinsuffizienz, Hyperammonämien, Hepato-renale Kompensation von Azidosen und Alkalosen
<b>12.6</b>	<b>Ethanolabbau</b>		
		NAD <sup>+</sup> -abhängige Oxidation zu Acetat in der Leber, Acetat-Oxidation in extrahepatischen Organen	Alkoholkrankheit
<b>12.7</b>	<b>Pyruvat-Dehydrogenase, Citratzyklus</b>		
		Mechanismus und Stoffwechselbedeutung der Pyruvat-Dehydrogenase, Abbau von Acetyl-CoA zu CO <sub>2</sub> , Zwischenprodukte, Cofaktoren, intrazelluläre Lokalisation, Funktion und Regulation des Zyklus, Entnahme und Einschleusung von Zwischenprodukten	primär-biliäre Zirrhose
<b>12.8</b>	<b>Atmungskette und oxidative Phosphorylierung</b>		
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 <sub>2</sub> , 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	
<b>12.9</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		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	
<b>13</b>	<b>Bildung von Energiespeichern</b>		
<b>13.1</b>	<b>Kohlenhydrate</b>		
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 <sup>+</sup> -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	
<b>13.2</b>	<b>Lipide</b>		
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	Triacylglycerinsynthese	Bildung von Triacylglycerinen, Zwischenprodukte, Cofaktoren, intrazelluläre Lokalisation, Organbeteiligung	Fettleber infolge von Alkoholabusus
<b>13.3</b>	<b>Proteine</b>		
		Synthese nicht-essentieller Aminosäuren aus $\alpha$ -Ketosäuren, Aufnahme essentieller Aminosäuren durch die Nahrung, Proteine als Energiereserve	Lebererkrankungen, Vitaminmangel, Proteinmangelernährung
<b>13.4</b>	<b>Regulation der Energiespeicherbildung und –verwertung</b>		
13.4.1	Bildung von Energiespeichern	kurzfristige und langfristige Wirkung von Insulin auf die Bildung von Glykogen und Triacylglycerinen, Regulation der Glykogensynthese sowie der Acetyl-CoA-Carboxylase, Wirkung von Insulin und Wachstumsfaktoren auf die Proteinsynthese	Stoffwechseleränderungen 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 Phosphofruktokinase-, der Pyruvatkinase-, der Pyruvatdehydrogenase- sowie der Isocitratdehydrogenase-Reaktion)	
<b>13.5</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		Stoffwechseleränderungen 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
<b>Molekularbiologie und Zellbiologie</b>			
<b>14</b>	<b>Speicherung, Übertragung und Expression genetischer Information</b>		
<b>14.1</b>	<b>Nukleotide</b>		
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
<b>14.2</b>	<b>Nukleinsäuren</b>		
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 - nicht-kodierend; 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,	Tumorthherapie

„Chemie für Mediziner und Biochemie“

		Hemmstoffe der Synthese von DNA und ihrer Bausteine (Folsäure-Antagonisten, Basenanalogue, Nukleosidanalogue 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. $\alpha$ -Amanitin, Actinomycin, Rifamycin), Hemmstoffe von Topoisomerasen	Anwendung in der Antibiotikatherapie, Thalassämien, Diphtherietoxin, 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 extrazellulärer Rezeptoren oder DNA-bindender Proteine, Induktion durch Fremdstoffe, Regulation der Translation, z.B. durch Häm	Induktion des Cytochrom-P <sub>450</sub> -Systems
14.2.7	DNA- und RNA-Viren	Grundzüge der Struktur von DNA- und RNA-Viren, Tumoviren, Vermehrungszyklen von Viren, Aufbau von Retrovirus-Genomen, Onkogene, Inhibitoren der Virusreplikation (Nukleosidanalogue)	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	
<b>14.3</b>	<b>Faltung und Modifikation von Proteinen</b>		
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 Fibrinolyse-systems)	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 end-products“ (AGE)	Diabetes mellitus, Vaskulopathien
<b>14.4</b>	<b>Proteolyse</b>		
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	
<b>14.5</b>	<b>Tumorbiochemie</b>		
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
<b>15</b>	<b>Zellstrukturen und interzelluläre Matrix; allgemeine Zytologie</b>		
<b>15.1</b>	<b>Prokaryote Zellen</b>		
		Bakterien (s.a. Biologie Kap. 3)	
<b>15.2</b>	<b>Eukaryote Zellen</b>		
		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	
<b>15.3</b>	<b>Membranen</b>		
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
<b>15.4</b>	<b>Zellkern</b>		
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 <sup>+</sup> -Synthese, Assemblierung ribosomaler Untereinheiten	
<b>15.5</b>	<b>Mitochondrien</b>		
15.5.1	Aufbau	äußere und innere Mitochondrienmembran, Intermembranraum, Matrixraum, Cristae	mitochondriale Enzephalomyopathien
15.5.2	Funktionen	z.B. Citratzyklus, Atmungskette und oxidative Phosphorylierung, $\beta$ -Oxidation der Fettsäuren, s.a. 12.3, 12.8	
<b>15.6</b>	<b>Lysosomen</b>		
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	
<b>15.7</b>	<b>Peroxisomen</b>		
		peroxisomale $\beta$ -Oxidation der Fettsäuren, Peroxidasen, Katalase	Zellweger-Syndrom, Adrenoleukodystrophie
<b>15.8</b>	<b>Endoplasmatisches Retikulum (ER)</b>		
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	
<b>15.9</b>	<b>Golgi-Apparat</b>		
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	
<b>15.10</b>	<b>Zytoskelett</b>		
		Aufbau und Funktion von Mikrotubuli, Actinfilamenten und Intermediärfilamenten	Wirkung von Colchicin, Vinca-Alkaloiden
<b>15.11</b>	<b>Extrazelluläre Matrix</b>		
15.11.1	Strukturprinzip, Vorkommen	Kollagene, Elastin, Proteoglykane, Glykosaminoglykane, Hyaluronat, Fibronectin	
15.11.2	Synthese, Abbau	Synthese von Kollagen einschl. post-translationaler 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 Fibronectin	
<b>15.12</b>	<b>Zellzyklus</b>		
		G <sub>0</sub> , G <sub>1</sub> , S-, G <sub>2</sub> -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
<b>15.13</b>	<b>Apoptose</b>		
		s. 14.5.3	
<b>15.14</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		Rezeptordefekte: Defekt des Apolipoprotein-B/E-Rezeptors, Transportstörungen: Cystinurie, Mukoviszidose, Kollagendefekte, Sphingolipidosen	

<b>16</b>	<b>Säure-Basenhaushalt, Wasser- und Elektrolythaushalt, Spurenelemente</b>		
<b>16.1</b>	<b>Säure-Basen-Haushalt</b>		
		(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 <sub>2</sub> /Hydrogencarbonat-Puffers	
<b>16.2</b>	<b>Wasser- und Elektrolyt-Haushalt</b>		
16.2.1	Wasserhaushalt	s. Physiologie 9.1	
16.2.2	Elektrolytstoffwechsel	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)	
<b>16.3</b>	<b>Spurenelemente</b>		
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	
<b>16.4</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		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	
<b>17 Bewegung</b>			
<b>17.1 Kontraktile Systeme</b>			
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
<b>17.2 Motile Systeme</b>			
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	$\beta$ - und $\gamma$ -Actin, Bedeutung von Actinfilamenten für die Struktur von Mikrovilli, Zytokinese in Nichtmuskelzellen, Akrosomenreaktion von Spermien, Motilität von Fibroblasten	
<b>17.3 Pathobiochemie</b>			
		Myasthenia gravis als Rezeptordefekt, Muskeldystrophien als Folge von Mutationen im Dystrophin-Gen, Carnitinmangel-Myopathien	
<b>18 Hormone und Zytokine</b>			
<b>18.1 Grundlagen</b>			
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 Zytokinrezeptoren	Liganden-aktivierte Transkriptionsfaktoren als intrazelluläre Hormonrezeptoren	

	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	
<b>18.2</b>	<b>Stoffwechselregulation</b>		
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 Kohlenhydrat-, Triacylglycerin- und Proteinstoffwechsel, Einteilung und Signaltransduktion der Katecholamin-Rezeptoren,	Phäochromozytom, $\beta$ -Adrenozeptormimetika und -antagonisten

		<b>Abbau und Ausscheidungsprodukte</b>	
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
<b>18.3</b>	<b>Wachstum und Differenzierung, Fortpflanzung</b>		
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 Riesenvuchs, Akromegalie
18.3.2	Schilddrüsenhormone	Struktur von T <sub>3</sub> und T <sub>4</sub> , Synthese und Speicherung, Transport im Blut, Regulation der Sekretion von T <sub>3</sub> und T <sub>4</sub> durch das hypothalamisch-hypophysäre System, Wirkungen auf Stoffwechsel und Differenzierung, molekularer Mechanismus der Wirkung der Schilddrüsenhormone (Deiodierung von T <sub>4</sub> zu T <sub>3</sub> , T <sub>3</sub> -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

		<p>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</p>	
18.3.4	Prolactin	chemische Natur, Bildungsort, Regulation der Sekretion, Wirkung	Hyperprolactinämie
18.3.5	Oxytocin	chemische Natur, Synthese, Bildungs- und Speicherort, Freisetzung nach neuralem Reiz, Wirkungen	therapeutische Anwendung
<b>18.4</b>	<b>Regulation von Verdauung und Resorption</b>		
		(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	
<b>18.5</b>	<b>Elektrolyt- und Wasserhaushalt</b>		
		(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 <sup>+</sup> -, K <sup>+</sup> - 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 <sub>1</sub> -Rezeptorantagonisten und ACE-Hemmern
18.5.3	atriales natriuretisches Hormon	Prinzip der Synthese, Bildungsort, Regulation der Sekretion,	Herzinsuffizienz

	mon (Atriopeptin, ANF)	Wirkung auf die Sekretion von Aldosteron, die Reabsorption von Na <sup>+</sup> sowie auf die glatte Muskulatur	
18.5.4	Vasopressin (Adiuretin)	chemische Natur, Synthese, Bildungs- und Speicherort, Wirkungen, Aquaporin	
<b>18.6</b>	<b>Calcium- und Phosphatstoffwechsel</b>		
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
<b>18.7</b>	<b>Gewebshormone, Mediatoren</b>		
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, Strukturprinzip, Rolle der $\alpha_2$ -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	
<b>18.8</b>	<b>Zytokine</b>		
18.8.1	proinflammatorische Zytokine	Funktion und Wirkung von IL-1, IL-6, TNF $\alpha$	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	hämatopoietische 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- $\alpha$ )	Granulozytopenie, rheumatoide Arthritis, septischer Schock
<b>18.9</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
18.9.1	Hormonmangel	z.B. Diabetes mellitus, Hypothyreose, Hypoaldosteronismus	
18.9.2	Hormonüberschuss	z.B. Hyperthyreose, Hyperaldosteronismus, Hypercortisolismus	
<b>Biochemie von Organen und Geweben</b>			
<b>19</b>	<b>Immunsystem</b>		
19.1.1	Organe und Zellen des Immunsystems	primäre und sekundäre lymphatische Organe, Immunzellen, T <sub>H</sub> 1-, T <sub>H</sub> 2- 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, Tumorantigene
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-Antigen-erkennung	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	
<b>19.2</b>	<b>Störungen des Immunsystems</b>		
		z.B. Immundefizienz, AIDS	AIDS, Autoimmunerkrankungen, Allergien
<b>20</b>	<b>Blut</b>		
<b>20.1</b>	<b>Erythropoese und Erythrozyten</b>		
20.1.1	Sauerstoffaufnahme und -versorgung	Kopplung des O <sub>2</sub> - und H <sup>+</sup> -Transports (Bohr-Effekt), kooperative Bindung von O <sub>2</sub> an Hämoglobin, Veränderung der Sauerstoff-Hämoglobin-Bindungskurve durch Temperatur, CO <sub>2</sub> -Partialdruck, pH-Wert und 2,3-Bisphosphoglycerat, Hemmung des O <sub>2</sub> -Transports durch CO (s.a. Physiologie 2.2, 5.7.1)	Angiogenese unter hypoxischer Kontrolle (VEGF)
20.1.2	CO <sub>2</sub> -Transport	Transport von CO <sub>2</sub> /Hydrogencarbonat und H <sup>+</sup> 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 <sub>1c</sub> )	Thalassämien, Verlaufskontrolle von Diabetes mellitus
20.1.4	Erythropoese 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 <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Favismus
20.1.6	Granulozyten, Makrophagen	Rolle neutrophiler Granulozyten und Makrophagen als Phagozyten, lysosomale Hydrolyse von Phagozytose-Produkten, Bedeutung von Superoxidradikalanionen, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Hydroxylradikalen und	septische Granulomatose, Gichtanfall

		reaktiven Aldehyden	
<b>20.2</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		Enzymdefekte in Erythrozyten (Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase- und Pyruvatkinase-Mangel), Hämoglobinopathien (z.B. Sichelzellanämie)	
<b>20.3</b>	<b>Lymphozyten</b>		
		s. 19.1.1	
<b>20.4</b>	<b>Blutstillung, Blutgerinnung und Fibrinolyse</b>		
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
<b>20.5</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		Hämophilien am Beispiel des Faktor-VIII-Mangels	
<b>20.6</b>	<b>Blutplasma</b>		
		Bildungsorte und Funktion von Albumin, Prothrombin, Plasminogen, Haptoglobin, Transferrin, Fibrinogen, Komplementfaktoren, Immunglobulinen, $\alpha_1$ -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
<b>21</b>	<b>Leber</b>		
<b>21.1</b>	<b>Energiestoffwechsel</b>		
		Abbau von Aminosäuren, Glucose und Fettsäuren	

<b>21.2</b>	<b>Serviceleistungen</b>		
		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
<b>21.3</b>	<b>Cholesterin</b>		
		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
<b>21.4</b>	<b>Gallenflüssigkeit und Gallensäuren</b>		
		Prinzip der Bildung, Bestandteile und Funktionen der Gallenflüssigkeit, Synthese, Strukturprinzip und Funktionen von Gallensäuren, enterohepatischer Kreislauf, Gallensteinbildung	Cholelithiasis, Pharmakotherapie mit Ursodesoxycholsäure
<b>21.5</b>	<b>Biotransformation</b>		
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 <sub>450</sub> -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	
<b>21.6</b>	<b>Endokrine Funktionen</b>		
		Bildung von IGF-I und IGF-II, Angiotensinogen, Inaktivierung bzw. Abbau von Hormonen, T <sub>4</sub> /T <sub>3</sub> -Konversion	Feminisierung bei Leberzirrhose

<b>22</b>	<b>Magen-Darm-Trakt</b>		
<b>22.1</b>	<b>Grundlagen der Ernährung</b>		
22.1.1	Wert der Nahrung	Einteilung in Energiesubstrate, essentielle Bausubstrate, Vitamine, Spurenelemente, Elektrolyte und Ballaststoffe, Brennwerte von Kohlenhydraten, Lipiden, Proteinen, ungefährender 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)	
<b>22.2</b>	<b>Verdauung und Resorption</b>		
22.2.1	Verdauungsssekrete	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	
<b>22.3</b>	<b>Wasser, Elektrolyte</b>		
		Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz der Verdauung, Resorption von Wasser, Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , Phosphat, Calcium, Eisen und CO <sub>2</sub> , 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)	
<b>22.4</b>	<b>Endokrine Funktionen</b>		
		s. 18.4	
<b>22.5</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		Grundlagen von Maldigestion und Malabsorption	
<b>23</b>	<b>Fettgewebe</b>		
<b>23.1</b>	<b>Stoffwechseleleistungen</b>		
		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
<b>23.2</b>	<b>Endokrine Funktion</b>		
		Leptin und seine Wirkung auf die Regulation des Hunger- und Sättigungsverhaltens	
<b>24</b>	<b>Niere</b>		
<b>24.1</b>	<b>Energiestoffwechsel</b>		
		Deckung des Energiebedarfs durch Abbau von Fettsäuren und Ketonkörpern (proximaler Tubulus) und durch Glykolyse (Nierenmark)	
<b>24.2</b>	<b>Endokrine Funktionen</b>		
		Bildung von Erythropoietin, 1,25-Dihydroxycholecalciferol (Calcitriol), Renin-Angiotensin-System	renale Anämie, renale Osteopathie, reno-vaskuläre Hypertonie
<b>24.3</b>	<b>Grundlagen der Harnbildung</b>		
		Filtration, Sekretion und Rückresorption, renale Retention und Ausscheidung (s.a. Physiologie 9.2)	
<b>24.4</b>	<b>Rückresorption</b>		
		Rückresorption von Glucose, Aminosäuren, Natrium, Chlorid, Hydrogencarbonat, Harnstoff und Wasser (s.a. Physiologie 9.2.5)	Fanconi-Syndrom, renale Glucosurie, renal-tubuläre Azidose, Diuretika
<b>24.5</b>	<b>Ausscheidung von Säuren und Ammoniak</b>		
		Ausscheidung von Sulfat und Phosphat, Bildung und Ausscheidung von Ammoniak, Zusammenhang mit metabolischer Azidose	renale Azidose
<b>25</b>	<b>Muskulatur</b>		
		(s.a. Physiologie Kap. 13)	
<b>25.1</b>	<b>Energiestoffwechsel</b>		
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	
<b>25.2</b>	<b>Kontraktion, Relaxation</b>		
		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
<b>25.3</b>	<b>Endokrine Funktionen</b>		
		Herzmuskel: atriales natriuretisches Hormon: s. 18.5.3	Herzinsuffizienz
<b>25.4</b>	<b>Pathobiochemie</b>		
		Freisetzung von Kreatinkinase-Isoenzymen, Bedeutung für die Diagnostik des Myokardinfarktes, durch Anoxie/Hypoxie ausgelöste Stoffwechseländerungen im Myokard	
<b>26</b>	<b>Stützgewebe</b>		
<b>26.1</b>	<b>Aufbau von Knorpel, Knochen, Zahnhartsubstanz</b>		
		organische und mineralische Hauptbestandteile	
<b>26.2</b>	<b>Extrazelluläre Matrix</b>		
		s. 15.11	
<b>26.3</b>	<b>Knorpelgewebe</b>		
		Zusammensetzung	Arthrose
<b>26.4</b>	<b>Knochen, Zahnhartsubstanz</b>		
		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 Epiphysefuge, Aufbau und Prinzip der Synthese der Zahnhartsubstanz	Achondroplasie  Karies, Fluoride
<b>27</b>	<b><u>Nervensystem</u></b>		
<b>27.1</b>	<b><u>Energiestoffwechsel</u></b>		
		Deckung des Energiebedarfs durch Abbau von Glucose, Verwertung von Ketonkörpern nach längerer Nahrungskarenz	
<b>27.2</b>	<b><u>Liquor cerebrospinalis</u></b>		
		Blut-Hirn-Schranke, Permeabilität für Gase und Elektrolyte, Transportsysteme für den Stofftransport, Sekretionsorte und Zusammensetzung des Liquor cerebrospinalis	Liquordiagnostik
<b>27.3</b>	<b><u>Myelin</u></b>		
		Zusammensetzung des Myelins, Prinzip der Synthese des Myelins und der Myelinscheiden	Multiple Sklerose
<b>27.4</b>	<b><u>Erregungsleitung und -übertragung</u></b>		
		Bedeutung von Transport-ATPasen und Ionenkanälen für die Entstehung des Membranpotentials, Aufbau von Ionenkanälen, Aufbau von chemischen Synapsen, Neurotransmitter (z.B. Acetylcholin, Katecholamine, $\gamma$ -Aminobutyrat und Glycin), Synthese, Speicherung, Sekretion, Wirkungsbeendigung von Neurotransmittern, Wiederaufnahmemechanismen	Myasthenia gravis  Parasympathomimetika und -lytika, Serotoninantagonisten und -wiederaufnahmehemmer, Benzodiazepine
<b>28</b>	<b><u>Auge</u></b>		
		Sehpigmente; Signalaufnahme und -transduktion beim Sehvorgang (s.a. Physiologie 17.2)	Nachtblindheit