

**Hinweis:**

**Der folgende Lernzielkatalog stellt eine praktische Handreichung zur Vorbereitung spezifisch der mündlichen Prüfungen des Praktikums dar.**

**Für die schriftlichen Prüfungen und das M1 Examen gilt selbstverständlich das Bundesgesetz in Form der Approbationsordnung, das den GK Physiologie verbindlich vorschreibt.**

**Der vorliegende Katalog deckt die gleichnamigen Themen des GK näherungsweise ab; der GK allerdings weist weitere Themen auf, die im Praktikum nicht behandelt werden (u.a. Hormone, Entwicklung, Immunologie etc.), die für das M1-Examen beherrscht werden müssen und auch geprüft werden.**

## Definitionen:

(aus Basisoperatorenkatalog Baden-Württemberg)

I	nennen	Entweder Informationen aus vorgegebenem Material entnehmen oder Kenntnisse ohne Materialvorgabe anführen.
	herausarbeiten	Informationen und Sachverhalte unter bestimmten Gesichtspunkten aus vorgegebenem Material entnehmen, wiedergeben und/ oder gegebenenfalls berechnen.
	beschreiben	Wesentliche Informationen aus vorgegebenem Material oder aus Kenntnissen zusammenhängend und schlüssig wiedergeben.
	charakterisieren	Sachverhalte und Vorgänge mit ihren typischen Merkmalen beschreiben und in ihren Grundzügen bestimmen.
II	erstellen	Sachverhalte inhaltlich und methodisch angemessen graphisch darstellen und mit fachsprachlichen Begriffen beschriften (z. B. Fließschema, Diagramm, Mind Map, Wirkungsgefüge).
	darstellen	Strukturen und Zusammenhänge beschreiben und verdeutlichen.
	analysieren	Materialien oder Sachverhalte systematisch und gezielt untersuchen und auswerten.
	ein- , zuordnen	Sachverhalte, Vorgänge begründet in einen vorgegebenen Zusammenhang stellen.
	begründen	Komplexe Grundgedanken argumentativ schlüssig entwickeln und im Zusammenhang darstellen.
	erklären	Informationen durch eigenes Wissen und eigene Einsichten begründet in einen Zusammenhang stellen (z. B. Theorie, Modell, Gesetz, Regel).
	erläutern	Sachverhalte im Zusammenhang beschreiben und anschaulich mit Beispielen oder Belegen erklären.
	vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede gewichtend einander gegenüberstellen und ein Ergebnis formulieren.
III	überprüfen	Vorgegebene Aussagen bzw. Behauptungen an konkreten Sachverhalten und innerer Stimmigkeit messen
	beurteilen	Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen im Zusammenhang auf ihre Stichhaltigkeit bzw. Angemessenheit prüfen und dabei die angewandten Kriterien nennen.
	bewerten	Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen beurteilen, eine persönliche Stellungnahme abgeben und dabei die eigenen Wertmaßstäbe offen legen.
	erörtern	Zu einer vorgegebenen Problemstellung durch Abwägen von Für-und Wider-Argumenten ein begründetes Urteil fällen.
	gestalten	Sich produkt-, rollen-bzw. adressatenorientiert mit einem Problem durch Entwerfen z. B. von Reden, Streitgesprächen, Strategien, Beratungsskizzen, Szenarien oder Modellen auseinandersetzen.

## 1. Leistungen des visuellen Systems

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die Dioptik des Auges und Strahlengänge des reduzierten Auges erklären und graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten Hauptebene, Knotenpunkte, optische Achse, Nah- und Fernpunkt sowie Abbildungsebene definieren und den Strahlengängen des reduzierten Auges zuordnen können und die Brechkraft der verschiedenen Medien nennen können.
- Die Studierenden sollten die Funktionen von Iris, Ziliarkörper, Linse, Glaskörper sowie Pigmentepithel beschreiben, die Bildung des Kammerwassers erläutern sowie die Entstehung, Bedeutung und Pathophysiologie des intraokulären Druckes erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Definitionen von dpt und Brechkraft und Brechungsindex, sowie die Formeln zur Bestimmung von Nah- und Fernpunkt und Akkommodationsbreite beschreiben und anwenden können.
- Die Studierenden sollten die physikalischen Grundlagen elektromagnetischer Wellen (Definition, Wellenlängenbereiche, Wellen- / Teilchencharakter) kennen.
- Die Studierenden sollten Abbildungsfehler des Auges und Refraktionsanomalien erklären und graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des Signaltransduktions- und Transformationsprozesses des Sehens erklären können.
- Die Studierenden sollten die Signalverarbeitung in der Retina (Stäbchen- und Zapfensehen, Funktionen von Bipolarzelltypen, Amakrinzellen, Horizontalzellen, Müllerzellen, Ganglienzellen) beschreiben sowie den Retinalzyklus darlegen können.
- Die Studierenden sollten die Funktion und Verschaltungsmodi der On und Off Bipolarzellen und der nachgeschalteten Ganglienzellen beschreiben können und deren Rezeptortypen kennen.
- Die Studierenden sollten die Verschaltung der zentralen Sehbahn, der betroffenen Kerngebiete, sowie die Prinzipien der kortikalen Verschaltung der Sehinformation (V1, V2, V5, magno- und parvozelluläres System, Farb-, Form-, Richtungsspezifität) beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Prinzipien und molekularen Grundlagen des Farbsehens, genetische Grundlagen sowie die Prinzipien additiver und subtraktiver Farbmischung beschreiben und zwischen spektralen Farben und Mischfarben definitorisch unterscheiden können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen und die Altersabhängigkeit der Akkommodation beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der Hell-Dunkeladaptation beschreiben sowie auch graphisch Purkinje-Verschiebung und Kohlrausch-Knick erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Begriffe Visus, Flächen-, Tiefen- und Bewegungsschärfe definieren sowie ihre Abhängigkeit von der Exzentrizität und den jeweiligen Reizparametern (Kontrast, Helligkeit, Parallaxe, Winkelgeschwindigkeit) beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des binokularen und monokularen räumlichen Sehens beschreiben sowie den Horopter graphisch erläutern können. In diesem Zusammenhang sollten sie okuläre Dominanz und Schielamblyopie erklären können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der Augenbewegungen (beteiligte Muskeln, Nerven, zentrale Steuerung) darlegen sowie vestibuläre von optokinetischen Nystagmen abgrenzen und deren Grundlagen erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen der Dipolentstehung im Auge und damit des EOG beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der Entstehung des Elektroretinogramms (ERG) bei photopischem und skotopischem Sehen und die Beziehung zu Polarisierungen des Membranpotenzials von Zapfen und Stäbchen beschreiben können.

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten das Vorgehen zu den Praktikumsversuchen zur Messung der Akkommodationsbreite, zur Korrektur von Fehlsichtigkeiten, zur Bestimmung des Auflösungsvermögens (Visus, „Sehschärfe“), zur Perimetrie, zur Stereoskopie, zur Prüfung der Farbtüchtigkeit, zur Augenhintergrundbetrachtung und zur Bestimmung der Dunkeladaptation beschreiben können.
- Die Studierenden sollten den Strahlengang im Scheiner Apparat sowie im Rahmen der direkten und der indirekten Ophthalmoskopie graphisch darstellen können.

### *Klinische Bezüge*

- Die Studierenden sollten Korrekturlinsenstärken für Myopie, Hyperopie sowie Astigmatismus berechnen (aus je zwei Daten zu Fernpunkt, Nahpunkt und Akkommodationsbreite), Farbsinnesdefekte erklären und den genetischen Hintergrund beschreiben können. Die Studierenden sollten den normalen Augenhintergrund in wesentlichen Zügen beschreiben und aufzeichnen können.
- Die Studierenden sollten die Methoden zur Bestimmung des Gesichtsfeldes (Perimetrie) beschreiben können und das Ausmaß des normalen Gesichtsfeldes kennen.
- Die Studierenden sollten die Methoden der Visusbestimmung beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Messmethoden des EOG sowie des VEP beschreiben, ihre klinische Anwendung und Interpretation orientierend beschreiben können und Augenbewegungen im EEG identifizieren können.
- Die Studierenden sollten das Zusatndekommen von Gesichtsfeldausfällen anhand der Beschreibung der Sehbahn erklären können

## 2. Sensorik

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die allgemeine Funktionsweise von Sensoren (Transduktion, Transformation, Konduktion, Adaptation) erklären und an Hand von grafischen Darstellungen darlegen sowie auf die Modalitäten Geruch, Geschmack und Somatosensorik (Mechanorezeption, Thermorezeption, Nozizeption, Propriozeption, Viszerozeption) anwenden können. Die jeweiligen Mechanismen müssen für die aufgeführten Modalitäten an Hand der spezifischen Strukturen erklärt werden können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen der Verarbeitung von Reizinformationen (adäquater Reiz, Schwelle, rezeptives Feld, räumliches Auflösungsvermögen, Sensibilisierungsmechanismen und Plastizität) beschreiben und daraus abgeleitete Besonderheiten erklären können.
- Die Studierenden sollten die Begriffe Modalität, Submodalität und Sinnesqualität erklären, zwischen primären und sekundären Sensoren/Rezeptoren unterscheiden und wichtige Dermatome spinaler Wurzeln nennen können.
- Die Studierenden sollten die Gesetzmäßigkeiten der subjektiven Sinnesphysiologie (Weber, Fechner, Stevens) mit den zugrundeliegenden mathematischen Formeln in Form von grafischen Darstellungen beschreiben und deren Bedeutung an Beispielen erklären können.
- Die Studierenden sollten die Sensoren, deren Lage und Verschaltung sowie die Signaltransduktionsmechanismen der Hautsensibilität, des Schmerzsinns, der Tiefensensibilität, des Geschmacks, des Geruchs und die Grundlagen der zentralen Verarbeitung der Afferenzen der genannten Sinneskanäle beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Funktionsunterschiede peptiderger (parabrachiales System) und nicht-peptiderger C-Fasern, die Rolle des NGF sowie die grundlegenden Mechanismen der neurogenen Entzündung beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Verschaltung und Wirkung der absteigenden modulierenden Bahnen auf das Schmerzsystem beschreiben können (Rolle von Opioiden und deren Rezeptoren, Rolle des periaquäduktalen Graus).
- Die Studierenden sollten das Auftreten projizierten bzw. übertragenen Schmerzes erklären und das Konzept von Head-Zonen erläutern können.
- Die Studierenden sollten die zentrale Verschaltung der Hinter- und Vorderstrangbahnen beschreiben, graphisch darlegen und daraus (in Zusammenhang mit absteigenden Bahnen) die Querschnittssymptomatik ableiten können.
- Die Studierenden sollten das Gesetz der spezifischen Sinnesenergien sowie Beispiele für objektive sinnesphysiologische Methoden beschreiben können.
- Die Studierenden sollten Mechanismen der Erregungsausbreitung und die Messung der Nervenleitungsgeschwindigkeit erklären können.
- Die Studierenden sollten die zentralen Verarbeitungsstationen der somatischen Sensibilität, somatosensorische Funktionen von Rückenmark, Hirnstamm und Thalamus, der zugehörigen Kortexareale des somatosensorischen Systems sowie die Entstehung und diagnostische Bedeutung ereigniskorrelierter und evozierter Potenziale beschreiben können.

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Versuche zur somatoviszeralen Sensibilität, zur Bestimmung der Dichte der Hautsensoren, zur Bestimmung der simultanen und sukzessiven Raumschwelle, zur Beurteilung des Vibrationsempfindens, zur Bestimmung der relativen Unterschiedsschwelle für den Drucksinn, zur Beurteilung des Geschmackssinnes, zur Beurteilung des Geruchssinnes (Olfaktometrie), sowie zur Ableitung somatosensibel evozierter Potentiale (SEP) bei elektrischer Stimulation des N. medianus beschreiben können.

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Grundlagen der pharmakologischen Leitungsblockade, der Schmerzbehandlung mit nicht-steroidalen Antiphlogistika (COX-Hemmer und deren Signaltransduktionskaskadenmodulation) sowie der Behandlung mit Opiaten erklären können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen des SEP beschreiben und den Kurvenverlauf eines Normalbefundes graphisch darlegen können, sowie die Veränderungen bei peripheren (Guillain-Barré-Syndrom, diabetische Neuropathie) und zentralen (Multiple Sklerose) Demyelinisierungserkrankungen erklären können.

### 3. Leistungen von Gehör und Gleichgewichtsorgan

#### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die physikalischen Grundlagen des Schalles beschreiben können (Longitudinalwelle, Frequenz, Amplitude, Schalldruck, Schalldruckpegel, mechanische Impedanz, Schallgeschwindigkeit in Luft und Wasser, Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit von Elastizität und Dichte des Mediums, Ton, Geräusch, Rauschen).
- Die Studierenden sollten Größen des Schalldruckpegels und Schalldruckes umrechnen und berechnen können sowie dB, dB<sub>A</sub>, Phon und Pa voneinander abgrenzen und im Hinblick auf den menschlichen Hörraum einordnen können.
- Die Studierenden sollten den menschlichen Hörraum beschreiben und graphisch darlegen können (Schalldruck, Schalldruckpegel, Isophone, Sprechbereich, Hörschwellenkurve).
- Die Studierenden sollten die strukturellen Grundlagen der Schallwandlung im äußeren Ohr, im Mittelohr und im Innenohr beschreiben und schematisch graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten die Entstehung der Wanderwelle im Innenohr und die Konsequenz für die Aktivität der Haarzellen beschreiben können.
- Die Studierenden sollten Aufbau und Funktion sowie funktionelle Abgrenzung von inneren und äußeren Haarzellen beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des Zustandekommens der Zusammensetzung der Endolymph und die Rollen der Abschnitte der Stria Vascularis (und der beteiligten Transporter und Kanäle wie KCNQ1, NKCC, CIC-K/Barttin und Kir) beschreiben können und damit die Polarisationsänderungen der Haarzellen herleiten können.
- Die Studierenden sollten den Mechanismus der Tonotopie erklären, die Abhängigkeit von Masse und Elastizitätsmodul und die Mechanismen der Tonhöhenbestimmung bei impulsförmigen Schallereignissen beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des Richtungshörens beschreiben und Laufzeitunterschiede trigonometrisch berechnen können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen von Knochen- und Luftleitung beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Verschaltung der Hörbahn beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen des Stapediusreflexes beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Unterschiede zwischen Schallleitungs- und Schallempfindungsstörung erklären können.
- Die Studierenden sollten den Zusammenhang zwischen Integrität der äußeren Haarzellen und Altersschwerhörigkeit beschreiben und entsprechende Audiogramme graphisch skizzieren können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des Vestibularorgans / der Dreh- und Linearbeschleunigungssensorik (Bogengangs- und Makulaorgane) beschreiben können und graphisch die Aktivitätsniveaus der Bogengänge gegen die Drehbewegung darstellen und daraus den vestibulären Nystagmus herleiten können.
- Die Studierenden sollten die Reaktionen des Vestibularorgans bei Beschleunigungsbeginn und –ende beschreiben und graphisch darstellen können.

#### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Schwellenaudiometrie und Stimmgabel-Versuche (Weber und Rinne), zur Schalllokalisation und zum Nystagmus beschreiben und die Ergebnisse interpretieren können.

#### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Nebenwirkungen von Furosemid sowie KCNQ-Kanalmutationen bzw. Barttinmutationen beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Pathophysiologie und Kardinalsymptome des M. Menière beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen und prinzipielle Durchführung von Tympanometrie, Impedanzaudiometrie, otoakustischen Emissionen und Mikrofonpotenzialen beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen der BERA und AEP beschreiben und den Kurvenverlauf eines Normalbefundes graphisch darlegen können.

#### 4. Thermoregulation und Energieumsatz

##### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die allg. Funktionsweise von Thermosensoren, deren Adaptation, Transduktion, Transformation sowie die Grundlagen der zentralen Verarbeitung der Afferenzen der peripheren Temperatursensoren beschreiben, definieren und erklären können.
- Die Studierenden sollten die Signaltransduktionsmechanismen der Thermosensoren beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Lage und Funktion zentraler Thermosensoren (Rückenmark, Hypothalamus) beschreiben können.
- Die Studierenden sollten den Temperaturregulations-Regelkreis beschreiben (mit allen Elementen wie Regelgröße, Regler, Stellglieder, Meßfühler) und die zentrale Verschaltung der Temperaturregelung erläutern können.
- Die Studierenden sollten die-Abhängigkeit der Temperaturempfindung benennen und Auswirkung am Beispiel erklären (z.B. Erkältung)
- Die Studierenden sollten einen einfachen Regelkreis zeichnen, erklären und auf die Thermoregulation anwenden können
- Die Studierenden sollten Temperaturregelung unter physiologischen und pathophysiologischen Bedingungen (z.B. Fieber, Halothan-Narkose) erklären können
- Die Studierenden sollten das Reaktionsverhalten der peripheren Temperatursensoren in Abhängigkeit von der Temperatur graphisch darlegen und der Aktivität der verschiedenen Rezeptoren zuordnen können (inkl. Paradoxe Kaltreaktion).
- Die Studierenden sollten Beziehungen zwischen physiologischen Größen anhand von Graphiken darstellen können (z.B. für die Wärmebilanz, Eigenschaften von Thermosensoren u.a.) erklären und Dimensionen korrekt benennen können
- Die Studierenden sollten die vegetativen und physikalischen Mechanismen der Wärmeabgabe und der Wärmekonservierung bei Erwachsenen und Kindern/Säuglingen beschreiben und energetisch quantifizieren können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen von Konduktion, Konvektion, Strahlung und Evaporation erklären und energetisch quantifizieren können.
- Die Studierenden sollten die Umsatzgrößen der Zelle und des Gesamtorganismus, die möglichen Energiequellen, Methoden und Grundprinzipien der Energieumsatzbestimmung beschreiben und erklären können.
- Die Studierenden sollten den RQ, Brennwert und Energieäquivalent aus entsprechenden Werten ableiten, berechnen und deren Bedeutung definieren können.
- Die Studierenden sollten die modifizierenden Einflüsse (Atmung, Substrat, Stoffwechsellage) auf den RQ erklären und begründen können.
- Die Studierenden sollten praktische Anwendungen der Grundumsatzbestimmung nennen und beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Atemgasmessgrößen benennen, erklären und unter unterschiedlichen Umweltbedingungen umrechnen können (BTPS, ATPS, STPD).
- Die Studierenden sollten den Energiebedarf und die Sauerstoffaufnahme bei Arbeit, den Wirkungsgrad und Beispiele bei verschiedenen Belastungen definieren, beschreiben und begründen können.
- Die Studierenden sollten die Temperaturregelung unter physiologischen und pathophysiologischen (Hitzschlag, Hitzekollaps, Unterkühlung) Bedingungen beschreiben können.

##### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Prüfung der Eigenschaften von Thermosensoren, der Dichte der Thermosensoren und der Temperaturkontraste beschreiben können.
- Die Studierenden sollten ein einfaches Schema der Körpertemperaturregelung am Computer erarbeiten können.
- Die Studierenden sollten die Methoden der Messung von O<sub>2</sub>-Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Abgabe mit einem Spirometersystem (Exercise Physiology System der Fa. ADI) in körperlicher Ruhe (sitzend) und unter Belastung (Fahrradergometer) beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Methoden der Umsatzberechnung mittels indirekter Kalorimetrie und der Berechnung des Wirkungsgrades beschreiben können.

## 5.a) Grundlagen der Erregungsphysiologie und Informationsverarbeitung im Kortex

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die Ionenverteilung an erregbaren Membranen beschreiben und bedrohliche von unwesentlichen pathologischen Abweichungen abgrenzen und begründen können.
- Die Studierenden sollten das Gleichgewichtspotential eines Ions (Nernst-Gleichung) sowie das Mischpotential mehrerer Ionen (Goldmann-Hodgkin-Katz-Gleichung) errechnen können sowie die Dimensionen der genannten Gleichungen korrekt angeben können.
- Die Studierenden sollten die Zusammenhänge zwischen Ionenstrom, Leitfähigkeit, Offenwahrscheinlichkeit und Membranpotenzial erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Eigenschaften von Ionenkanälen ( $K^+$ -,  $Na^+$ -,  $Ca^{2+}$ -Kanäle) kennen sowie graphisch als Strom-Spannungsbeziehung darlegen und erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des Aktionspotenzials kennen, die zugrundeliegenden Ströme und Kanäle erläutern können, sowie die Wirkungsweise pharmakologischer Blocker (TTX, Lidocain u.a.) kennen.
- Die Studierenden sollten die Entstehung und Abgrenzung von Summenaktionspotenzial, Elektrotonisches Potenzial, Schwelle, Erregbarkeit, Refraktärität, Reizparameter (Intensität, Reizdauer, Anstiegssteilheit, Stromdichte, An- und Abschalteneffekte = Kat- und Anelektrotonus) kennen und erläutern können
- Die Studierenden sollten die Reizzeit-Spannungs-Kurve kennen, graphisch darstellen und erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Vorgänge der Erregungsfortleitung in marklosen und markhaltigen Nervenfasern kennen, graphisch darstellen und die physikalischen Grundlagen (Beziehung zwischen Innen- und Membranwiderstand, Dicke der Faser, der Membrankapazität und des Myelinisierungsgrades) erläutern können sowie die entsprechende Funktionen nennen können.
- Die Studierenden sollten die Leitungsgeschwindigkeit einer Nervenfaser in Abhängigkeit der verschiedenen Fasertypen beschreiben können und zu den physikalischen Eigenschaften der Fasern in Beziehung setzen können.
- Die Studierenden sollten Blockademöglichkeiten der Erregung bzw. der Erregungsleitung benennen und erläutern können.
- Die Studierenden sollten den histologischen Aufbau des Kortex (Schichten, Eingangs- und Ausgangssysteme) beschreiben und die Grundlagen der interzellulären Kommunikation erklären können.
- Die Studierenden sollten die Entstehung von Feldpotentialen als Grundlage der EEG-Entstehung erklären und ggf. graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen der neuronalen Rhythmogenese erklären können.
- Die Studierenden sollten Frequenzbänder, Grundzüge der EEG Diagnostik (bilateraler Vergleich, alpha-Grundrhythmus und okzipito-frontale Gradienten, Zuordnung zu Schlafstadien und Wachzuständen, altersabhängige Veränderungen) schildern, an Beispielkurven identifizieren und exemplarisch grafisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten Artefaktquellen (Augenbewegungen, Muskelartefakte, EKG-Einstreuungen) benennen und an Beispielen identifizieren können.
- Die Studierenden sollten die Bedeutung und Ableitung ereigniskorrelierter und evozierter Potenziale beschreiben können.

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Prinzipien der Messung von Diffusionspotenzialen und Mischpotenzialen erläutern können (Beziehung zu Nernst- und GHK-Gleichung, Einfluss von Ionenkonzentrationen und Membranleitfähigkeit).
- Die Studierenden sollten die im Praktikum vorgenommenen Untersuchungen zu Eigenschaften von Ionenkanälen erläutern können.
- Die Studierenden sollten die praktische Anwendung der Anlage der Elektroden für die Elektroenzephalografie in Grundzügen (10-20 System) schildern können.

## 5.b) Motorik und Reflexe

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die allgemeine Reflexsystematik beschreiben können (Abgrenzung zwischen Eigen- und Fremdrelex).
- Die Studierenden sollten den Reflexbegriff definieren, Reflexbögen für Eigenreflex und Fremdrelexe (gekreuzter Streck-Beugereflex, Golgi-Sehnenorgan-Reflex) beschreiben und aufzeichnen können sowie die zugrundeliegenden Meßfühler, deren Aufbau und Funktion, die afferenten Fasern und Subtypen und den efferenten Schenkel der Reflexe erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen, Reflexe und relevanten Zelltypen für Aktivierung und Hemmung des alpha-Motoneurons erklären und benennen, sowie räumliche und zeitliche Summation beschreiben können.
- Die Studierenden sollten den Hoffmann-Reflex erläutern und vom monosynaptischen Eigenreflex (T- bzw. M-Reflex) abgrenzen können und graphisch die Beziehung zwischen Reizstärke und H- bzw. M-Reflex darlegen und in diesem Zusammenhang das Elektromyogramm erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Grundlagen der Kraftsteuerung quergestreifter Muskeln erläutern können (Rekrutierung motorischer Einheiten, Frequenzsteigerung der AP im alpha-Motorneuron).
- Die Studierenden sollten die Zusammenhänge und das Zusammenwirken von alpha und gamma Motorneuronen beschreiben können, sowie deren Koaktivierung und die Gamma-Schleife.
- Die Studierenden sollten die Funktion und Verschaltung der zerebellären motorischen Schaltkreise (Vestibulo-, Spino- und Zerebrozerebellum und innervierte Kerngebiete, Afferenzen in das Zerebellum, Efferenzen daraus) darlegen und zeichnen können, sowie die grundsätzliche zerebelläre Verschaltung der Neurone im Zerebellum einschließlich der Neuronenklassen kennen und darlegen können.
- Die Studierenden sollten die Funktion und Verschaltung der Basalganglienkerne, der hemmenden und erregenden Bahnen zwischen ihnen sowie die Abgrenzung zwischen direkten und indirekten Schaltkreisen der Basalganglien darlegen und graphisch darstellen können, sowie Transmitter, Rezeptortypen und Kotransmitter nennen können.
- Die Studierenden sollten die Funktionszuordnung und Gliederung der an der Motorik beteiligten kortikalen Areale schildern und Assoziations- sowie kommissurale Verbindungen kennen sowie die neurophysiologische und synaptische Organisation der Großhirnrinde schildern und schematisch aufzeichnen können.
- Die Studierenden sollten die absteigenden motorischen Bahnen, ihre Projektion auf Kerngebiete (Basalganglien, Thalamus, Ncl. ruber, Pons) und die spinalen Projektionsgebiete beschreiben können.

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die adäquate Prüfung von Reflexen (Muskeldehnungsreflex), und die elektrophysiologische Prüfung des monosynaptischen Reflexes (Hoffmann-Reflex) schildern und praktisch ausführen können.

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Mechanismen der Spastik (vermittelt über Gamma-Motorneurone) erläutern können.
- Die Studierenden sollten die Unterschiede zwischen Alpha und Gamma Spastik und Dezerebrationsstarre beschreiben können sowie das Zusammenwirken von extensorfördernden und extensorhemmenden Systemen, Kortex und Zerebellum und Vestibularkernen.
- Die Studierenden sollten wesentliche Kleinhirnzeichen (Ataxie, Dysmetrie, Dysdiadochokinese, Schwindel, Nystagmus, skandierende Sprache) bezeichnen können und einer Dysfunktion eines Kleinhirnteiles zuordnen können.
- Die Studierenden sollten Basalganglienerkrankungen wie M. Parkinson, choreatische Syndrome, und Ballismus anhand der Verschaltung der Basalganglien erklären und die wichtigsten Symptome daraus ableiten können.

## 6. Neuromuskuläre und neuronale Erregungsübertragung und Kontraktionssteuerung des Skelettmuskels

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die Ableitung monophasischer und diphasischer Summenaktionspotenziale erläutern und graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten die im Praktikum vorgenommenen Untersuchungen zu Eigenschaften von Summenaktionspotenzial und Messung der Nervenleitungsgeschwindigkeit erläutern können.
- Die Studierenden sollten den Aufbau und die Funktion der motorischen Endplatte einschließlich der präsynaptischen Anteile und Funktionen (SNARE Komplex,  $\text{Ca}^{2+}$ -Kanäle, Vesikelpools, Vesikelfreisetzungsmechanismus) schildern können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der postsynaptischen Aktivierung und Signaltransduktion im quergestreiften Muskel erklären können (molekulare Mechanismen der Muskelkontraktion; elektromechanische Kopplung; nAChR,  $\text{Na}^+$ -Kanäle,  $\text{Ca}^{2+}$ - Kanäle bzw. DHPD-Rezeptoren, RyR,  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasen, Querbrückenmechanismus). Dazu sollten sie auch die Funktion und Struktur der Motorproteine beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Muskelmechanik beschreiben und graphisch darstellen können (Arbeitsdiagramm, Leistungsdiagramm / Hill-Kurve, Muskellänge, Kraft, Verkürzungsgeschwindigkeit, Kontraktionsformen, Arbeit, Leistung) sowie funktionelle Anpassungen dieser Größen.
- Die Studierenden sollten Einzelzuckung, Superposition und tetanische Kontraktion beschreiben & graphisch darstellen & motorische Einheit / Rekrutierung im Rahmen der Kraftsteuerung beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Vorgänge der synaptischen Übertragung an der neuromuskulären Endplatte gegen neuro-neuronale synaptische Übertragung abgrenzen können und entsprechende Ströme/Potentialänderungen erläutern und graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten vertraut sein mit unterschiedlichen neuro-neuronalen Synapsen- und Rezeptortypen (glutamaterge, GABAerge, glycinerge) und diese darlegen können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der Beendigung synaptischer Übertragung beschreiben können (Cholinesterase für ACh, spezifische Wiederaufnahmesysteme für alle anderen Transmitter).
- Die Studierenden sollten die unterschiedlichen Muskelfasertypen des Skelettmuskels, passive elastische Elemente, Ermüdung, und Prozesse des Energieumsatzes im Muskel erklären können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen und Signaltransduktionsmöglichkeiten der Kontraktionssteuerung im glatten Muskel (Spannungsabhängige  $\text{Ca}^{2+}$ -Kanäle, PKA, PKC, RhoK, NO Signalwege) bzw. Möglichkeiten der pharmakologischen Beeinflussung glatter Muskeln beschreiben können.

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Praktikumsversuche zur pharmakologischen Beeinflussung der neuromuskulären Signalübertragung sowie der pharmakologischen Beeinflussung des glatten Muskels beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Praktikumsversuche zu Kontraktionssteuerung des Skelettmuskels (Nervenstimulation), Nervenstimulation und Muskelantwort, Muskelzuckung und Rekrutierung, Summation und Tetanus, Messung des Kraftgriffs und Muskelermüdung beschreiben können.

### *Klinische Bezüge*

- Die Studierenden sollten die Wirkungsweise präsynaptischer Toxine (Tetanus-Toxin, Botulinum-Toxin) erklären können und Grundzüge der klinischen Vergiftungen (Quelle von Botulinum und Tetanus-Toxin, axonaler Transport, Synapsentypen) kennen.
- Die Studierenden sollten pharmakologische Beeinflussungsmöglichkeiten der Muskelaktivierung schildern und beschreiben können (Muskelrelaxantien, kompetitive / nicht kompetitive Antagonisten, Esterasehemmer).
- Die Studierenden sollten die Prinzipien der Elektroneurografie an motorischen und sensorischen Fasern kennen.
- Die Studierenden sollten Unterschiede zwischen normalen EMG und solchen mit neurogener und myogener Schädigung beschreiben und graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten klinische Aspekte der Reizzeit-Spannungskurve darlegen können (Verschiebung von Rheobase und / oder Chronaxie bei Demyelinisierung gegenüber axonalem Schaden).
- Die Studierenden sollten den Einfluß von Markscheidenveränderungen auf die Erregungsleitungsgeschwindigkeit kennen sowie Leitsymptome peripherer (Guillain-Barré-Syndrom, diabetische Neuropathie) und zentraler (Multiple Sklerose) Demyelinisierungserkrankungen nennen können.



## 7. Untersuchungen des Blutes

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die ionale Zusammensetzung des Blutes bzw. der extrazellulären Flüssigkeit kennen und Mengen und Dimensionsangaben zu Konzentrationen (Massen- und Stoffmengenkonzentration) anwenden können.
- Die Studierenden sollten die Osmolarität aus Stoffkonzentrationen berechnen können, zwischen osmotischem und onkotischem Druck differenzieren, das Prinzip der Diffusion erklären und das Diffusionsgesetz anwenden können.
- Die Studierenden sollten das Konzept der Filtration beschreiben und die Abhängigkeit von entgegengesetzt wirkenden onkotischen bzw. hydrostatischen Drücken erklären können.
- Die Studierenden sollten das Prinzip der Spektralphotometrie erklären können.
- Die Studierenden sollten die Normalwerte, Funktion und Pathophysiologie der Erythrozyten, Thrombozyten und Leukozyten nennen und beschreiben können.
- Die Studierenden sollten Definition und Aussagewert des Hämatokrits und abgeleiteter Werte (MCH, MCV, MCHC), sowie Normalwerte und Bedeutung des Hämoglobins beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die O<sub>2</sub>-Bindungsformen des Hämoglobins beschreiben, graphisch die Bindungskurve darstellen und erläutern sowie in Beziehung zu Höhengraufhalten und Tauchen setzen können.
- Die Studierenden sollten die Formen des CO<sub>2</sub>-Transports im Blut beschreiben, Haldane und Bohr-Effekt erklären können, sowie die Abhängigkeit zwischen CO<sub>2</sub> und pH erklären und anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung darlegen können.
- Die Studierenden sollten die physiologischen Partialdrücke von O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> im Blut (arteriell, venös) und den Alveolen kennen und spektroskopische Unterschiede der Hämoglobinbindung beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Proteinanteile im Blut benennen und eine typische Elektrophoresekurve graphisch darstellen und beschreiben können.
- Die Studierenden sollten den Begriff der Blutviskosität definieren und an Hand einer graphischen Darstellung den Fähraeus-Lindquist-Effekt darlegen können.
- Die Studierenden sollten physikochemische Eigenschaften der Erythrozyten (Osmotische Resistenz) beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Blutgruppensysteme beschreiben und deren Genetik darlegen können. Des Weiteren sollten sie die Konsequenzen und Ursachen von Transfusionszwischenfällen erklären, die Rhesusinkompatibilität und den M. haemolyticus neonatorum sowie Kreuzprobe, Major- und Minorproben beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Price-Jones-Kurve beschreiben und graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten die Differenzierung und Bedeutung der Leukozytengruppen beschreiben, sowie Normalwerte und Pathophysiologie der Leukozytenverteilung darlegen können.
- Die Studierenden sollten die Kaskaden der Blutstillung, Blutgerinnung und Thrombolysen beschreiben, sowie Quick, PTT, Thrombinzeit und Blutungszeit erklären können. Des Weiteren sollten die Studierenden grundlegend die Wirkungsweise von Antikoagulantien erklären können.
- Die Studierenden sollten die Kaskaden und Komponenten des unspezifischen und spezifischen humoralen Immunabwehrsystems beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Elemente und Grundfunktionen der zellulären spezifischen und unspezifischen Immunabwehr schildern können.

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Versuche zur Bestimmung des Hämatokritwertes, zur Bestimmung der Hämoglobinkonzentration, zur Erythrozytenzählung, zur Leukozytenzählung, zur Bestimmung der osmotischen Resistenz der Erythrozyten, zur Bestimmung von Hämostaseparametern, zur Blutgruppenbestimmung, zum Differenzialblutbild und zur Spektroskopie des Hämoglobins beschreiben können.

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Konsequenzen und Symptomatik des C1-Esterase Inhibitor Mangels (Quincke Ödem) beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die Formen und Ursachen verschiedener Anämien (makrozytäre, mikrozytäre, normozytäre und hämolytische) beschreiben können.

## 8. Hämodynamik

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die physikalischen Grundlagen der Hämodynamik beschreiben können und die zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten beschreiben und erklären können (Hagen-Poiseuille-Gesetz, Laplace Gesetz)
- Die Studierenden sollten Viskosität (und Methoden zu deren Bestimmung), Wandspannung, Reynold Zahl und Turbulenzentstehung definieren und beschreiben können.
- Die Studierenden sollten Strompuls, Druckpuls, Volumenpuls und Pulswelle beschreiben und voneinander abgrenzen können sowie graphisch als Druck- und Volumenpulskurven darstellen können
- Die Studierenden sollten die Vorgänge der Pulswellenausbreitung, die Pulswellengeschwindigkeit (und Abhängigkeit von Gefäßsteifigkeit) beschreiben können und die physikalischen Gesetzmäßigkeiten dazu darlegen können.
- Die Studierenden sollten die Entstehung des Blutdruckes und seine Abhängigkeit von HZV und peripherem Widerstand erklären können und Normwerte der Blutdrücke und deren Messung erklären können. In diesem Kontext sollten sie Schlagvolumen, peripherem Gefäßwiderstand, Gefäßelastizität / -Compliance und Herzfrequenz funktionell einordnen können
- Die Studierenden sollten die Anpassung der Herzfähigkeit an wechselnde Bedingungen beschreiben und erklären können (Kontraktilitätssteigerung, Veränderung der Herzperiodendauer, Frank-Starling-Mechanismus / graphische Darstellung des Arbeitsdiagramms),
- Die Studierenden sollten Druck-Volumen-Beziehungen in verschiedenen Gefäßabschnitten darlegen und graphisch beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Regulation der regionalen (lokalen) Durchblutung beschreiben können und Besonderheiten der wichtigsten Gefäßabschnitte beschreiben und die Unterschiede differenzieren können (Regulation der Lungendurchblutung, der Nierendurchblutung, der Hirndurchblutung, der Muskeldurchblutung)
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der nervalen Durchblutungsregulation beschreiben können
- Die Studierenden sollten die hormonal-humorale Beeinflussung der Durchblutung erklären können
- Die Studierenden sollten die Herz-Kreislaufregulation bei Muskelarbeit beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Methoden der Durchblutungsmessung: Venenverschußplethysmographie, Dopplersonographie erläutern können

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Registrierung von zentralen und peripheren Druckpulskurven, der Bestimmung der Pulswellengeschwindigkeit, der Bestimmung der Herzperiodendauer bei unterschiedlichen Herzfrequenzen, der Messung der Ruhedurchblutung, der Bestimmung des peak flow bei reaktiver Hyperämie, der Bestimmung der Mehrdurchblutung nach Arbeit sowie der Sphygmographie beschreiben können

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Prinzipien der Dopplersonographie, physikalische Grundlagen derselben, und die Erkennung von Turbulenzen beschreiben können

## 9. Atmung

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die Bestimmungsmethoden und funktionelle Bedeutung von Lungen- und Atemvolumina sowie abgeleiteter Parameter beschreiben können
- Die Studierenden sollten Druck-Volumen- und Druck-Stromstärke-Beziehungen während des Atmungszyklus, Atmungswiderstände, Compliance und Resistance erklären und beschreiben können und graphisch darstellen können (Zeitverläufe von Stromstärke, intrapleuralem Druck, alveolärem Druck, Atemvolumen im Atemzyklus)
- Die Studierenden sollten Arbeitsdiagramm der Lunge sowie Ruhedehnungskurven der Lunge graphisch darstellen und erklären können
- Die Studierenden sollten die Partialdruckwerte für O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O arteriell, venös und alveolär und in der Umgebungsluft kennen und aus Grundangaben zu Luftdruck und Temperatur sowie Sättigung errechnen können
- Die Studierenden sollten die Funktion der Atemmuskeln und deren Innervation kennen und beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Zusammenhänge zwischen Atmung und Säure-Basen-Haushalt des Blutes erklären können (Hendersson-Hasselbalch-Gleichung)
- Die Studierenden sollten die alveoläre Ventilation und Totraumventilation, alveoläre Atemgasfraktionen und –partialdrücke, Gesetzmäßigkeiten des pulmonalen Gasaustausches sowie das Ventilations-Perfusionsverhältnis beschreiben und erklären können
- Die Studierenden sollten Atemreflexe kennen und beschreiben können (Hering-Breuer, Euler-Liljestrand)
- Die Studierenden sollten die zentrale Steuerung der Atmung beschreiben können (zentrale und periphere Meßfühler, Meßgrößen, Stellglieder und Regler bzw. Atemzentrumsaufbau und Funktion)
- Die Studierenden sollen die Atemregulation unter Höhenatmung sowie bei obstruktiver und restriktiver Lungenfunktionsstörung beschreiben können
- Zentrale Rhythmogenese der Atmung, Mechanisch-reflektorische Kontrolle der Atmung, chemische Kontrolle der Atmung, Atmungsregulation unter physiologischen und pathophysiologischen Bedingungen (z.B. bei Asthma bronchiale).

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Bestimmung statischer und dynamischer Atmungsgrößen mit Hilfe eines Pneumotachografen, der Bestimmung des alveolären CO<sub>2</sub>-Partialdrucks in Ruhe, bei veränderter Ventilation und unter körperlicher Belastung, der Messungen am Ganzkörperplethysmographen beschreiben können sowie die Ganzkörper-Plethysmografie erklären können. Sie sollten ein einfaches Schema der Atmungsregulation erstellen können

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Ursachen und Folgen der Caisson Krankheit / des Tauchunfalls (Dekompressionskrankheit) beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Ursachen und Folgen der Höhenkrankheit beschreiben können
- Die Studierenden sollten die pathophysiologischen Zusammenhänge paradigmatischer obstruktiver (Asthma bronchiale) und restriktiver (Lungenfibrose, COPD) Lungenkrankheiten beschreiben, den Einfluß dieser Veränderungen auf die Funktionsgrößen der Lungendiagnostik (statische und dynamische Lungenvolumina) beschreiben und so die Differenzierung von Funktionsstörungen vornehmen können

## 10. Niere und Wasserhaushalt

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die Grundmechanismen der Nierenfunktion, also Filtration, Resorption und Sekretion beschreiben und die physikalischen und molekularen Grundlagen (Transporter, Kanäle, Sättigungscharakteristiken) erklären können
- Die Studierenden sollten die Beziehung zwischen verschiedenen osmotischen und hydrostatischen Drücken entlang einer Filtrationsstrecke erklären und graphisch darstellen und daraus die Nettofiltration ableiten können.
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der renalen Wasser- und Elektrolytausscheidung sowie der Harnkonzentrationsmechanismen erklären können. Dazu gehören die Fähigkeit, das Tubulussystem in seinen wesentlichen Abschnitten skizzieren, die Transportersysteme der verschiedenen Abschnitte in ihrer Funktion erläutern und die jeweiligen Konzentrationsschritte / Osmolaritäten beschreiben zu können.
- Die Studierenden sollten Clearance definieren, sowie deren Anwendungsmöglichkeiten erklären können und Bestimmungsmechanismen darlegen können
- Die Studierenden sollten Regulationsmechanismen und Regelkreise des Wasser- und Elektrolythaushalts sowie Störungen derselben beschreiben können
- Die Studierenden sollten Osmolarität und Osmolalität definieren und voneinander abgrenzen können, sowie aus Mengenangaben von Salzen oder anderen Blutinhaltsstoffen berechnen können. Das Meßprinzip der Osmolaritätsbestimmung sollte erklärt werden können
- Die Studierenden sollten die Durchblutungsregulationsmechanismen der Niere (Bayliss Effekt, RAAS, tubulo-glomeruläre Rückkopplung) beschreiben, die Regelkreise erklären und funktionell voneinander abgrenzen können.
- Die Studierenden sollten die unterschiedlichen hormonellen Aufgaben der Niere beschreiben können (Vit. D3 Metabolismus, Renin, Erythropoetin)
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der pH-Regulation beschreiben können und die Rolle der Niere darin (Protonentransport, pH-Urinpufferung, Glutamin-Glutamat und Lebefunktion, zentrale Meßfühler und Regler)
- Die Studierenden sollten die Wasserbilanz beschreiben, die Regelmechanismen der Osmoregulation und der Volumenregulation und damit die Interaktion zwischen Hypothalamus und Niere erläutern können

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Bestimmung der glomerulären Filtrationsrate (GFR), der Bestimmung der osmotischen Clearance und der Freiwasser-Clearance, sowie der Trinkversuche beschreiben können.

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Wirkungsweise von Diuretika (Thiazide, Furosemid, Acetazolamid, Amilorid) beschreiben und anhand der Wirkmechanismen auf Transporter der verschiedenen Nierenabschnitte erklären können
- Die Studierenden sollten die Pathomechanismen des renalen Hypertonus anhand des RAAS erklären können.
- Die Studierenden sollten erklären können, unter welchen Umständen es zu einer renal bedingten Anämie kommt.
- Die Studierenden sollten die verschiedenen Ursachen und Formen der Entgleisung des Wasserhaushalts (normo-, hyper- und hypotone Hyper und Hypohydratation) erläutern können und zu den Größen EZV, IZV und Osmolarität in Beziehung setzen können.

## **11. Signalübertragung im vegetativen Nervensystem / Aktivierung der glatten Muskulatur**

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten den anatomischen und funktionellen Aufbau des vegetativen Nervensystems inklusive der zentralen Anteile beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Umschaltstationen von Sympathikus und Parasympathikus beschreiben und lokalisieren können sowie die Transmitter und Rezeptoren und deren Signaltransduktionskaskaden beschreiben können
- Die Studierenden sollten den Aufbau und Verlauf der vegetativen Fasern auf spinaler Ebene bis hin zum Eintritt in den peripheren Nerv grundsätzlich beschreiben sowie graphisch darstellen können
- Die Studierenden sollten die Wirkung der Transmitter, ihrer Rezeptoren und deren Signaltransduktionskaskaden des vegetativen NS an den Zielorganen beschreiben können und Regelausnahmen (Schweißproduktion) kennen und beschreiben können
- Die Studierenden sollten die molekularen Mechanismen der Kontraktion glatter Muskeln, sowie auch der Relaxation derselben beschreiben können
- Die Studierenden sollten beschreiben können, auf welche Weise Transmitterwirkungen beendet werden.
- Die Studierenden sollten die vegetative Steuerung von Zielorganen des Auges, der Speicheldrüsen, der Hautgefäße, des Herzens, des Magen-Darm-Traktes, der Lunge, der Blase, des Fettgewebes und des Fett- und Zuckerstoffwechsels beschreiben können, die Rezeptortypen zuordnen können sowie die Transduktionsmechanismen beschreiben können.
- Die Studierenden sollten den Aufbau des enterischen NS beschreiben können
- Die Studierenden sollten Agonisten und Antagonisten im vegetativen Nervensystem (Sympathomimetika, Sympatholytika, Parasympathomimetika, Parasympatholytika) benennen und deren Wirkung beschreiben können.
- Die Studierenden sollten die grundsätzliche Pharmakokinetik eines Agonisten / Antagonisten in Abhängigkeit von der Applikationsform und der Elimination beschreiben können
- Die Studierenden sollten den Aufbau und Funktion des Gastrointestinaltraktes und des Urogenitaltraktes in diesem Zusammenhang beschreiben können (vegetative Steuerung der gastrointestinalen und vesicalen Motilität, intramurale Ganglien und Plexus).

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Untersuchungen zur einfache Pharmakokinetik, zur Wirkung von Katecholaminen und Acetylcholin auf den Blutdruck und zur Pharmakologische Beeinflussung der glatten Muskulatur (Dünndarm) beschreiben können.

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die wesentlichen Symptome des Schocks sowie die grundsätzlichen Pathomechanismen bei Volumenmangelschock und anaphylaktischem Schock beschreiben können und grundsätzliche Therapieoptionen benennen und erklären können.

## 12. Herz und EKG

### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die ionalen Grundlagen des Ruhe- und Aktionspotenzials im Herzen beschreiben und den unterschiedlichen Ionenkanälen zuordnen sowie Aktionspotentiale des Sinusknotens und Kammermyokards graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten die Erregungsbildung und -ausbreitung im Herzen beschreiben und graphisch anhand eines Schemas des Herzfrontalschnittes darlegen können sowie das Vektorkardiogramm aus diesem Wissen ableiten und graphisch darlegen und erklären können
- Die Studierenden sollten aus dem Vektorkardiogramm die Einthoven Ableitungen I, II und III graphisch ableiten und erklären können und daraus den Lagetyp ableiten können.
- Die Studierenden sollten die Einflüsse des extrazellulären Ionenmilieus auf die Herzfähigkeit (kardioplege Lösung, Anstieg oder Abfall des extrazellulären  $Ca^{2+}$ ) erklären können und im Zusammenhang mit Nernst- und GHK-Gleichung bringen können
- Die Studierenden sollten die vegetative Regulation des Herzens erklären und die Wirkmechanismen parasympathischer und sympathischer Innervation auf molekularer Ebene in den verschiedenen Herzabschnitten darlegen können
- Die Studierenden sollten die Entstehung und Einteilung von Extrasystolen beschreiben und supraventrikuläre von ventrikulären Extrasystolen unterscheiden und auch im EKG darlegen können
- Die Studierenden sollten die Bedingungen der Koronardurchblutung (Gefäße, Druckverhältnisse in Bezug auf Herzzyklus und Unterschiede zwischen rechtem und linkem Herzen) beschreiben und erklären können
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der Tonusregulation an Koronargefäßen beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Entstehung des EKG (elektrisches Feld, Feldquelle, Dipolgesetze), Ableitarten (Einthoven, Goldberger, Nehb und Wilson) erklären und graphisch darstellen können
- Die Studierenden sollten die wesentlichen Zeiten und Intervalle des normalen EKG (Dauer P-Welle, PQ-Intervall, Dauer QRS-Komplex, QT-Zeit) kennen und Veränderungen bei Herzschlagfrequenzsteigerung erklären können.
- Die Studierenden sollten die Definition und Ursachen der Herztöne beschreiben und dem EKG bzw. den Druckkurven (graphisch) zuordnen können
- Die Studierenden sollten den Zeitverlauf von Druck und Volumen in Vorhöfen, Herzkammern und herznahen Gefäßen sowie des EKG und des Herzschalls während der verschiedenen Phasen der Herzaktion beschreiben und einander zuordnen können
- Die Studierenden sollten die Besonderheiten der Kontraktionsvorgänge im Herzmuskel im Vergleich zu quergestreiften Muskel erläutern können.
- Die Studierenden sollten das Arbeitsdiagramm des Herzens beschreiben und graphisch darlegen können und anhand dessen Vorlast- und Nachlastveränderungen erklären können (Frank-Starling-Mechanismus)
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des venösen Rückstroms (Ventilebenenmechanismus, Muskelpumpe, Atemtätigkeit) erläutern können

### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Versuche zur Herzfunktion (Beobachtung induzierter Extrasystolen, Herzfähigkeit in Abhängigkeit vom extrazellulären Ionenmilieu, Wirkung von Parasympathikus- und Sympathikustransmittern, Wirkung von NO, Lokalisierung des aktuellen Schrittmachers) beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Durchführung der Versuche zum Elektrokardiogramm (Aufnahme des EKG in Ruhe und unter körperlicher Belastung, Standardableitungen, Phonokardiogramm, Auswertung des Ruhe- und Belastungs-EKG, Vektorkardiogramm) beschreiben können

### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten im EEG ST-Hebungen (als Infarktzeichen), QT-Verlängerungen (als Indiz eines Long-QT-Syndroms), supraventrikuläre (nebst möglichen P-Wellenveränderungen) und ventrikuläre Extrasystolen, sowie Arten von und EKG-Veränderungen bei den unterschiedlichen Arten des AV-Blocks beschreiben und im EKG graphisch skizzieren bzw. identifizieren können
- Die Studierenden sollten für Herzklappenstenosen und -insuffizienzen, Vorhofseptumdefekt, persistierendes Foramen ovale und Ductus-Botalli die funktionellen Konsequenzen für die Strömungsrichtung und die Versorgungslage des Organismus beschreiben und erklären können

### 13. Kreislaufregulation

#### *Theoretische Grundlagen:*

- Die Studierenden sollten die maßgeblichen Kreislaufgrößen (HMV, Herzfrequenz, Gefäßwiderstand) beschreiben, ihre Entstehung erklären und die Beziehung zur Blutdruckentstehung erläutern können
- Die Studierenden sollten den arteriellen und venösen Blutdruck (Normwerte, Einflussgrößen) beschreiben und nennen können
- Die Studierenden sollten die Funktion des Windkessels erklären können
- Die Studierenden sollten Veränderungen des Blutdruckes bei Herzfrequenzveränderung, Windkesselfunktionsänderung und Volumenänderung erläutern können
- Die Studierenden sollten den Einfluss von Schlagvolumen, Herzfrequenz, Gefäßwiderstand und Elastizitätskoeffizient auf die Blutdruckgrößen erläutern und graphisch darstellen können.
- Die Studierenden sollten Druckpuls- und Strompuls-Zeitverläufe in verschiedenen Körperabschnitten beschreiben und graphisch darstellen können sowie die Entstehung und den Verlauf dieser Kurven erläutern können
- Die Studierenden sollten die physikalischen Gesetzmäßigkeiten zur Druck.-Volumenbeziehung erläutern können (Hagen-Poiseulle)
- Die Studierenden sollten die Beziehung zwischen Druck, Wandspannung und Gefäßradius- und -dicke erläutern können (Laplace)
- Die Studierenden sollten die Druck-Volumenbeziehung in arteriellem und venösem System erläutern und graphisch darstellen können
- Die Studierenden sollten die Bedingungen laminarer und turbulenter Strömung beschreiben und erläutern können (Reynold-Zahl)
- Die Studierenden sollten die Bedingungen und treibenden Kräfte für Flüssigkeitsaustausch im Gewebe erläutern und beschreiben können
- Die Studierenden sollten den Einfluß der Schwerkraft auf arterielle und venöse Druckverhältnisse beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Mechanismen der kurzfristigen Blutdruckregulation beschreiben und den Regelkreis darlegen können (Pressorezeptorenreflex, Bahnen, Sensoren, Transduktion, zentrale Verschaltung, Effektoren)
- Die Studierenden sollten die Wirkung und Funktion sowie Einbindung in Druckregulationsregelkreise der Pressorezeptoren im Niederdrucksystem (A- und B-rezeptoren) beschreiben können (Bainbridge und Henry-Gauer-Reflexe)
- Die Studierenden sollten die Wirkung und Einbindung in Regelkreise der peripheren und zentralen Chemosensoren in Blutdruck- und Atmungsregulation beschreiben können und damit auch das Phänomen der respiratorischen Arrhythmie (Koinnervation, Veränderung des Preload) erläutern können
- Die Studierenden sollten die Mechanismen und Regelkreise der langfristigen Blutdruckregulation erläutern und beschreiben können (RAAS, Druckdiurese) und die Beziehung zwischen Urinausscheidung und Druck graphisch darstellen können (Niere im intakten Organismus, isolierte Niere)
- Die Studierenden sollten die Wirkungsweise und Ausschüttungsbedingungen der natriuretischen Peptide beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Vorgänge und Regulationsveränderungen bei Orthostase beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Mechanismen des venösen Rückstroms (Ventilebenenmechanismus, Muskelpumpe, Atemtätigkeit) erläutern können
- Die Studierenden sollten die Regulationsvorgänge bei Lagewechsel und bei Muskelarbeit beschreiben können
- Die Studierenden sollten die Besonderheiten des fetalen Kreislaufs beschreiben können.

#### *Praktikumsinhalte:*

- Die Studierenden sollten die Durchführung der Versuche zur Blutdruckmessung, zur Kreislaufanpassung bei Lagewechsel, zur Kreislaufanpassung bei Muskelarbeit, zur Erarbeitung eines einfachen Schemas der Kreislaufregulation, zur Kreislaufregulation im Tierexperiment (Videodemonstration), zur Simulation des Kreislaufs an einem hydrodynamischen Modell, zur Untersuchung des Einflusses von Schlagvolumen, Herzfrequenz, Gefäßwiderstand und Elastizitätskoeffizient auf die Druckpuls- und Strompuls-Zeitverläufe erläutern und beschreiben können

#### *Klinische Bezüge:*

- Die Studierenden sollten die Konsequenz einer Arteriosklerose auf die Kreislaufparameter erläutern können
- Die Studierenden sollten die verschiedenen Mechanismen der Ödementstehung erläutern können

- Die Studierenden sollten die Definition der Hypertonie und Risikofaktoren benennen können sowie den Zusammenhang zwischen Arteriosklerose und Hypertonie, aber auch die renale Hypertonie erklären können.