



Foto: Fotolia, GoodLuz

Modellstudiengang Medizin

4. Semester | SoSe 2025

Modul 13

Atmung

## Impressum

**Herausgeber:**

Charité - Universitätsmedizin Berlin  
Prodekanat für Studium und Lehre  
Semesterkoordination Modellstudiengang Medizin  
Charitéplatz 1, 10117 Berlin  
Tel.: 030 / 450 - 528 384  
Fax: 030 / 450 - 576 924  
eMail: semesterkoordination-msm@charite.de

**Konzept:**

Charité - Universitätsmedizin Berlin  
Prodekanat für Studium und Lehre  
Projektsteuerung Modellstudiengang Medizin  
Charitéplatz 1, 10117 Berlin

**Datum der Veröffentlichung:**

27.03.2025

**Grafik:**

Christine Voigts ZMD Charité

**Foto:**

Fotolia - goodluz

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Überblick über das Modul</b>	5
<b>2. Semesterplan</b>	6
<b>3. Modul-Rahmencurriculum</b>	7
<b>4. Modulplan</b>	8
<b>5. Übersicht über die Unterrichtsveranstaltungen</b>	9
5.1. Atempumpe	9
5.2. Atemwege	10
5.3. Lunge	11
<b>6. Beschreibung der Unterrichtsveranstaltungen</b>	12
<b>7. Unterrichtsveranstaltungen</b>	13
<b>8. Veranstaltungsorte - Lagepläne der Charité-Campi</b>	62

## Modul "Atmung"

### Modulverantwortliche:

**Prof. Dr. rer. nat. Michael Fähling**

Institut für Vegetative Physiologie

Tel: 450 - 528 268

eMail: michael.faehling@charite.de

**PD Dr. med. Thomas Zoller**

Medizinische Klinik m. S. Infektiologie und Pneumologie

Tel: 450 - 650 124

eMail: thomas.zoller@charite.de

**PD Dr. med. Federico Colletini**

Klinik für Radiologie

Tel: 450 - 657 277

eMail: federico.colletini@charite.de

**Simon Barisch**

Studierender der Charité

eMail: simon.barisch@charite.de

### Modulsekretariat:

**Jennifer Marruhn**

Prodekanat für Studium und Lehre

Tel: 450 - 576 392

eMail: jennifer.marruhn@charite.de

### Semesterkoordinator\*in:

**Dr. rer. medic. Ronja Behrend**

Prodekanat für Studium und Lehre

Tel: 450 - 576 346

eMail: ronja.behrend@charite.de

### Studentische Ansprechpartner\*innen Medienerstellung/Lehrplattform:

**Leon Salmon & Chris Braunroth**

Studierende der Charité

Tel: 450 - 676 164

eMail: medien-lehre@charite.de

## 1. Überblick über das Modul

Liebe Studierende,

herzlich willkommen im Modul "Atmung"!

In den nächsten drei Wochen werden Sie Grundlegendes zur normalen und gestörten Atmungsfunktion erfahren. Eine zentrale Aufgabe der Atmung besteht in der Aufnahme von Sauerstoff und der Abgabe von Kohlendioxid. Diese Austauschvorgänge sind nicht auf die Lunge beschränkt (äußere Atmung), sondern erfolgen auch in den verschiedenen Geweben unseres Körpers (innere Atmung). Zwischen äußerer und innerer Atmung findet der konvektive Atemgastransport auf dem Blutweg statt.

Bei der Planung dieses Moduls war uns besonders wichtig, Ihnen ein Verständnis dafür zu vermitteln, dass sich hinter dem Begriff 'Atmung' weit mehr verbirgt als "nur" die Funktion der Lunge. Weiterhin sollen Sie erfahren, dass das Atmungssystem funktionell eng mit anderen Organsystemen, z. B. dem Herz-Kreislaufsystem, interagiert. Folglich können Erkrankungen der Atmungsorgane nicht isoliert betrachtet werden, sondern haben oftmals unmittelbare Auswirkungen auf die Funktion weiterer Organsysteme und vice versa.

Die Atmung dient aber nicht nur dem Gasaustausch, sondern sie spielt auch eine wichtige Rolle bei anderen Lebensvorgängen, z. B. der Regulation des Säure-Basen-Gleichgewichts und der Stimmbildung. Weiterhin besteht über die Atemwege eine direkte Verbindung zwischen unserem Körperinneren und der Umwelt. Den Atemwegen und der Lunge kommt deshalb notwendigerweise auch eine wichtige Funktion bei der Immunabwehr zu, welche die Ausbreitung von Krankheitserregern in unserem Organismus verhindern soll. All diese Vorgänge werden Sie exemplarisch im Modul "Atmung" kennenlernen.

Um Ihnen den Lernprozess zu erleichtern, wurde für jede Modulwoche ein thematischer Schwerpunkt gewählt.

In der ersten Modulwoche 'Atempumpe' werden Sie sich überwiegend mit dem Thema der Atemmechanik beschäftigen. Dabei werden Sie lernen, welche physikalischen Mechanismen für die Ein- und Ausatmung und die damit verbundenen Änderungen der Lungenvolumina maßgeblich sind. Weiterhin werden Sie etwas über die normale Entwicklung von Lunge und Atemwegen erfahren sowie über die Gefährdung der Atmungsfunktion bei unreifen Neugeborenen.

Die zweite Modulwoche steht unter dem Motto 'Atemwege'. Neben der normalen Struktur und (Abwehr)Funktion der Atemwege werden Ihnen pharmakologische Ansätze zur Behandlung von Atemwegserkrankungen vorgestellt. Das Hauptgewicht liegt dabei bei den chronisch-obstruktiven Ventilationsstörungen. Weiterhin werden Sie sich mit den molekularen Schädigungsmechanismen des Rauchens beschäftigen. Das Thema 'Zellatmung', welches Ihnen bereits in den Grundlagenmodulen begegnet ist, wird im Sinne der Lernspirale weiter entwickelt.

Die 'Lunge' bildet den thematischen Schwerpunkt der dritten Modulwoche. Sie werden erfahren, welche Auswirkungen Asbestexposition auf die Lungenstruktur und -funktion hat. Darüber hinaus soll Ihnen veranschaulicht werden, dass der Atmung eine große Bedeutung für die Homöostase des Säure-Basen-Haushaltes zukommt. Schließlich sollen Sie anhand des Themas 'Erstickungstod' wesentliche Aspekte der normalen und gestörten Atmungsfunktion rekapitulieren.

Ergänzt und vertieft wird das Modul durch modulunterstützende Vorlesungen, die für das gesamte Semester gehalten auch den interdisziplinären Blick in die anderen Module des vierten Semesters erweitern können.

Viel Erfolg wünscht Ihnen Ihre Modul-Leitung

## 2. Semesterplan

Sommersemester 2025							
Monat	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Wochenrhythmus	Zyklus
April	14	15	16	17	Karfreitag	1. Woche	A
April	Ostermontag	22	23	24	25	2. Woche	B
April/Mai	28	29	30	1. Mai Feiertag	2	3. Woche	A
Mai	5	6	7	Tag d. Befreiung	9	4. Woche	B
Mai	12	13	14	15	16	5. Woche	A
Mai	19	20	21	22	23	6. Woche	B
Mai	26	27	28	Christi Himmelfahrt	30	7. Woche	A
Juni	2	3	4	5	6	8. Woche	B
Juni	Pfingstmontag	10	11	12	13	9. Woche	A
Juni	16	17	18	19	20	10. Woche	B
Juni	23	24	25	26	27	11. Woche	A
Juni/Juli	30	1	2	3	4	12. Woche	B
Juli	7	8	9	10	11	13. Woche	A
Juli	14	15	16	17	18	14. Woche	B
Juli	21	22	23	24	25	15. Woche	A
Juli/August	28	29	30	31	1	Prüfungswoche	B
August	4	5	6	7	8	Prüfungswoche	A

### 3. Modul-Rahmencurriculum

Die übergeordneten Rahmen-Lernziele des Moduls 13 "Atmung" lauten entsprechend der Studienordnung für den Modellstudiengang Medizin der Charité:

Die Studierenden sollen:

- den normalen makro- und mikroskopischen Aufbau der Lunge und der Atemwege und ihre topographische Lage im menschlichen Körper beschreiben können.
- Funktionen gesunder Lungen und Atemwege auf wissenschaftlicher Grundlage beschreiben können.
- einen Normalbefund bei Anamnese und körperlicher Untersuchung für Lunge und Atemwege erheben und gegenüber pathologischen Veränderungen abgrenzen können.
- bei ausgewählten Erkrankungen die wesentlichen morphologischen und funktionellen Veränderungen beschreiben, die typischen Befunde in Anamnese und körperlicher Untersuchung erheben und die Prinzipien der Diagnostik, Therapie und ärztlichen Betreuung herleiten können.

## 4. Modulplan

	Semesterwoche 1-4			Semesterwoche 5-8			Semesterwoche 9-12			Semesterwoche 13-16		
S10	Blockpraktikum Allgemeinmedizin, Notfallmedizin, „Paperwork“, Schnittstellen			Blockpraktika Innere Medizin, Chirurgie, Kinder-, Frauenheilkunde			Repetitorium I + II					
S9	Schwangerschaft, Geburt, Neugeborene, Säuglinge	Erkrankungen des Kindesalters u. d. Adoleszenz	Geschlechtsspezifische Erkrankungen	Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod			Wissenschaftliches Arbeiten III			Prüfungen		
KIT • Modulunterstützende Vorlesungen												
S8	Erkrankungen des Kopfes, Halses und endokrinen Systems		Neurologische Erkrankungen	Psychiatrische Erkrankungen			VL 4 Block	Vertiefung/Wahlpflicht III		Prüfungen		
KIT • Modulunterstützende Vorlesungen												
S7	Erkrankungen des Thorax		Erkrankungen des Abdomens	Erkrankungen der Extremitäten			VL 3 Block	Vertiefung/Wahlpflicht II		Prüfungen		
GäDH • Modulunterstützende Vorlesungen												
S6	Abschlussmodul 1. Abschnitt		Sexualität und endokrines System		Wissenschaftliches Arbeiten II			Vertiefung/Wahlpflicht I		Prüfungen		
KIT • Modulunterstützende Vorlesungen												
S5	Systemische Störungen als Krankheitsmodell	Infektion als Krankheitsmodell		Neoplasie als Krankheitsmodell		Psyche und Schmerz als Krankheitsmodell		VL 2 Block	Prüfungen			
POL • KIT • Modulunterstützende Vorlesungen												
S4	Atmung	Niere, Elektrolyte		Nervensystem		Sinnesorgane		Prüfungen				
POL • KIT • Modulunterstützende Vorlesungen												
S3	Haut	Bewegung		VL 1 Block	Herz und Kreislaufsystem		Ernährung, Verdauung, Stoffwechsel		Prüfungen			
POL • GäDH • Modulunterstützende Vorlesungen												
S2	Wachstum, Gewebe, Organ		Gesundheit und Gesellschaft		Wissenschaftliches Arbeiten I		Blut und Immunsystem		Prüfungen			
POL • KIT • Untersuchungskurs • Modulunterstützende Vorlesungen												
S1	Einführung		Bausteine des Lebens		Biologie der Zelle		Signal- und Informationssysteme		Prüfungen			
POL • KIT • Untersuchungskurs • Modulunterstützende Vorlesungen												

Abbildung: Übersicht Modulplan Modellstudiengang Medizin

Abkürzungen:

S: Semester; POL: Problemorientiertes Lernen; KIT: Kommunikation, Interaktion, Teamarbeit; GäDH: Grundlagen ärztlichen Denkens und Handelns

## 5. Übersicht über die Unterrichtsveranstaltungen

### 5.1. Atempumpe

Schwerpunkt der ersten Modulwoche ist die Atemmechanik. Darüber hinaus soll ein Überblick über die makroskopische und mikroskopische Anatomie und die Embryologie vermittelt werden, ergänzt durch eine Einführung in die Bildgebung. Die Tabelle führt die Pflichtunterrichtsveranstaltungen der ersten Woche auf. Modulunterstützende Vorlesungen finden Sie im Semestermodul.

Veranstaltung	Titel	Lehrformat	UE	Seite
Einführung	Organisatorische Einführung Modul 13	Moduleinführung	0.33	13
POL 13-1	13-1: One Way Ticket	POL	4.00	13
Vorlesung	Einführung Modul Atmung und Aufbau des respiratorischen Systems	Interdisziplinäre Vorlesung	2.00	13
Vorlesung	Molekulare Mechanismen der Zellatmung	Fachvorlesung	2.00	15
Vorlesung	Regulation der Atmung	Fachvorlesung	2.00	16
Vorlesung	Patient*in mit Schlafapnoe	Patientenvorstellung (Vorlesung)	2.00	18
Seminar 1.1	Atmungsmechanik: Volumina, Drücke und Widerstände	Fachseminar	2.00	20
Seminar 1.2	Entwicklung der Atemwege	Integriertes interdisziplinäres Seminar	2.00	22
Seminar 1.3	Atmung in extremen Umwelten	Fachseminar	2.00	24
Präparierkurs	Präparierkurs Lunge/ Thorax I	Präparierkurs	2.00	26
Praktikum	Histologie des Normalgewebes der oberen und unteren Atemwege und der Lunge	Histologiekurs	2.00	28
Praktikum	Atmungsphysiologie: Tiffeneau et al. - Atemmechanik	Praktikum (Kleingruppe)	2.00	29
Untersuchungskurs	Patient*in mit Einschränkung der Atempumpe	Untersuchungskurs	2.50	30

UE: Unterrichtseinheiten

## 5.2. Atemwege

Die Atemwege bilden den thematischen Schwerpunkt der zweiten Woche, von den morphologischen Grundlagen bis zur Pathophysiologie und Möglichkeiten des therapeutischen Zugehens. Die Tabelle zeigt die Pflichtunterrichtsveranstaltungen der zweiten Woche auf. Modulunterstützende Vorlesungen finden Sie im Semestermodul.

Veranstaltung	Titel	Lehrformat	UE	Seite
POL 13-2	13-2: Hustet wie ein Schaf	POL	4.00	32
Vorlesung	Kohlendioxid - Ausscheidungsprodukt und Synthesebaustein	Fachvorlesung	2.00	32
Vorlesung	O <sub>2</sub> can do? Ursachen und Folgen von Störungen der Ventilation und des Gasaustauschs	Fachvorlesung	2.00	34
Vorlesung	Abwehrmechanismen im Respirationstrakt	Fachvorlesung	2.00	35
Patientenvorstellung	Patient*in mit COPD	Patientenvorstellung (Vorlesung)	2.00	36
Seminar 2.1	Allgemeine Pharmakologie obstruktiver Ventilationsstörungen	Fachseminar	2.00	37
Seminar 2.2	Erkrankungen der oberen Atemwege - Bedeutung für Atmung und Kommunikation	Fachseminar	2.00	38
Seminar 2.3	Molekulare und zelluläre Schädigungsmechanismen am Beispiel des Rauchens	Fachseminar	2.00	39
Präparierkurs	Präparierkurs Obere Atemwege	Präparierkurs	2.00	41
Praktikum	Histopathologie entzündlicher Veränderungen der oberen und unteren Atemwege und der Lunge	Histologiekurs	2.00	42
Praktikum	Wenn die Luft nicht mehr ausreicht - Grundlagen der maschinellen Beatmung	Praktikum (Großgruppe)	2.00	43
Untersuchungskurs	Patient*in mit Behinderung der oberen Atemwege	Untersuchungskurs	2.50	45

UE: Unterrichtseinheiten

### 5.3. Lunge

Die dritte Woche schliesst mit dem Thema 'Lunge' das Modul ab. Ein weiterer Schwerpunkt der Woche ist der Säure-Basen-Haushalt. Die Tabelle führt die Pflichtunterrichtsveranstaltungen der dritten Woche auf. Modulunterstützende Vorlesungen finden Sie im Semestermodul.

Veranstaltung	Titel	Lehrformat	UE	Seite
POL 13-3	13-3: Der Kessel brodelt	POL	4.00	46
Vorlesung	Differentialdiagnose 'Lungenödem'	Fachvorlesung	2.00	46
Patientenvorstellung	Patient*in mit pulmonaler Hypertonie	Patientenvorstellung (Vorlesung)	2.00	47
Vorlesung	Beeinträchtigung der Atmung durch Asbest-verursachte Erkrankungen	Fachvorlesung	2.00	48
Patientenvorstellung	Patient*in mit Lungenfibrose	Patientenvorstellung (Vorlesung)	2.00	50
Seminar 3.1	Grundlagen des Säure-Basen-Haushaltes	Seminar mit klinischem Bezug	2.00	52
Seminar 3.2	"Der Erstickungstod" oder "viele Erstickungstode"?	Integriertes interdisziplinäres Seminar	2.00	53
Seminar 3.3	Grundlagen der bildgebenden Thoraxdiagnostik	Fachseminar	2.00	54
Präparierkurs	Präparierkurs Lunge/ Thorax II	Präparierkurs	2.00	55
Praktikum	Gastransport im Blut und dessen Beziehung zum Säure-Base-Haushalt	Praktikum (Großgruppe)	4.00	56
Praktikum	Lungenfunktionsprüfung	Praktikum (Kleingruppe)	2.00	58
KIT	Motivierende Gesprächsführung	KIT	3.00	59
Untersuchungskurs	Patient*in mit Gasaustauschstörung	Untersuchungskurs	2.50	60
Modulworkshop	Modulworkshop Modul 13	Modulworkshop	1.00	61

UE: Unterrichtseinheiten

## 6. Beschreibung der Unterrichtsveranstaltungen

### Titel der Veranstaltung

Unterrichtsformat (Dauer der Unterrichtsveranstaltung in Minuten)

#### Einrichtung

Die für die Veranstaltung verantwortliche/n Einrichtung/en (Ansprechpartner/innen der Einrichtungen finden Sie in der LLP).

#### Kurzbeschreibung

Inhaltsangabe, worum es in dieser Unterrichtsveranstaltung geht.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Das Wissen, das von den Dozierenden vorausgesetzt wird und der Hinweis, was in Vorbereitung auf die Unterrichtsveranstaltung erarbeitet werden soll (z.B. Praktikumsskript, 1-2 konkrete Seiten aus einem gängigen Lehrbuch, eine Pro & Contra-Diskussion zu einem bestimmten Thema) sowie Materialien, die mitgebracht werden sollen (z.B. Kittel).



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Kompetenzen, über die Studierenden am Ende verfügen sollen bzw. die Kenntnisse und Fertigkeiten, die sie erworben haben sollen.



#### Lernziele

Die für die Veranstaltung festgelegten Lernziele - die den Kern dessen bilden, was die Veranstaltung vermittelt bzw. was prüfungsrelevant sein wird - aufgeteilt in 4 Kategorien.

Die unterschiedlichen Aufzählungssymbole zeigen die Kategorie der Lernziele an.

- Wissen/Kenntnisse (kognitiv)
- ▶ Fertigkeiten (psychomotorisch, praktische Fertigkeiten gem. PO)
- ◆ Einstellungen (emotional/reflektiv)
- ♣ Mini-Professional Activity (Mini-PA., praktische Fertigkeiten gem. PO)

Professional Activities sind in sich abgeschlossene klinische Tätigkeiten, die sich möglichst authentisch im späteren ärztlichen Arbeitsfeld wiederfinden lassen. Sie integrieren die für diese Tätigkeit relevanten Kenntnisse, Fertigkeiten und Einstellungen und bilden das für den jeweiligen Ausbildungszeitpunkt angestrebte Kompetenzniveau ab.

#### Lernspirale

Der Bezug der Unterrichtsveranstaltung zum Gesamtcurriculum (auf welche andere Unterrichtsveranstaltung aus diesem oder anderen Modulen baut die aktuelle Veranstaltung auf; wo wird das Thema in folgenden Modulen weiter vertieft); der kumulative Aufbau von Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen über das Studium wird verdeutlicht.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

- Ausgewählte Seiten aus einem Lehrbuch, in denen das Thema der Veranstaltung nachgelesen werden kann.

Empfehlung zur Vertiefung

- Für besonders interessierte Studierende, die sich über den Lerninhalt/die Lernziele der Unterrichtsveranstaltung hinaus mit dem Thema beschäftigen wollen.

## 7. Unterrichtsveranstaltungen

### Organisatorische Einführung Modul 13 Moduleinführung (15 Minuten)

#### Kurzbeschreibung

Die Einführung, moderiert von den studentischen Modulverantwortlichen, soll einen Überblick über das Modul verschaffen. Aus studentischer Perspektive erfährt ihr die Highlights des Moduls und bekommt wertvolle Tipps an die Hand. Neben dem allgemeinen Aufbau werden noch organisatorische Besonderheiten besprochen. Ihr habt die Möglichkeiten alle Fragen zum Modul vor Ort zu klären. Komm vorbei, um gut vorbereitet in das Modul starten zu können!

### 13-1: One Way Ticket POL (180 Minuten)

POL-Fall-Titel  
One Way Ticket

### Einführung Modul Atmung und Aufbau des respiratorischen Systems Interdisziplinäre Vorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

In der einführenden Vorlesung wird ein Überblick über Aufbau und Funktion des respiratorischen Systems gegeben. Neben der anatomischen Darstellung der verschiedenen Komponenten (Thoraxskelett, Zwerchfell, Atemhilfsmuskulatur, Atemwege, Lunge) wird die Bedeutung der Atmung für den gesamten Organismus erläutert und die Funktionen Ventilation, Gasaustausch, Atemgastransport und innere Atmung in Grundzügen dargestellt. Darüber hinaus werden die wichtigen Interaktionen mit den Organsystemen Herz-Kreislauf und Niere aufgezeigt und die Bedeutung der großen Kontaktfläche des Respirationstraktes zur Umwelt adressiert.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Wissen zu Anatomie und Physiologie des Bewegungsapparates und des Herz-Kreislaufsystems aus dem 3. Semester wird vorausgesetzt. Eine spezielle Vorbereitung ist nicht erforderlich.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den Aufbau und die Funktionen des respiratorischen Systems grundlegend beschreiben können. Sie sollen die einzelnen Komponenten und deren zentrale Funktionen benennen und zuordnen können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die anatomischen Strukturen des respiratorischen Systems (Atemwege, Lungenparenchym, Lungenkreislauf, Brustkorb und Atemmuskulatur) und ihre grundlegende Funktion benennen und zuordnen können.
- die für die Atemmechanik bedeutsamen Strukturen (knöcherner Thorax, Atem- und Atemhilfsmuskeln, Pleura) des respiratorischen Systems benennen und ihrer Funktion zuordnen können.
- die an der Atemgasdiffusion (alveolokapilläre Schranke mit Surfactantfilm, Alveolarepithel und Kapillarendothel) und am Atemgastransport (Erythrozyten / Hämoglobin, Herz-Kreislaufsystem) beteiligten Strukturen bzw. Organsysteme benennen und ihre Funktion erklären können.

### Lernspirale

Die Einführungsvorlesung schafft die Basis für die Wochen 1-4 des Moduls, indem sie die Funktion 'Atmung' erläutert, die verschiedenen Komponenten des respiratorischen Systems vorstellt und die Bedeutung der Atmung für den Organismus sowie die Interaktion des respiratorischen Organsystems mit anderen Organsystemen skizziert. Sie baut unter anderem auf den bisherigen Untersuchungskursen mit Untersuchung der Lunge sowie auf der Präparation des Thorax im 3. Semester auf.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Kirsch: Taschenlehrbuch Anatomie](#): Brusteingeweide (Kapitel 13)

## Molekulare Mechanismen der Zellatmung

### Fachvorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Aufbauend auf Grundkenntnissen der biologischen Oxidation und oxidativen Phosphorylierung vermittelt diese Fachvorlesung zunächst ein vertieftes Wissen über die Funktionsweise und Regulation einzelner Komponenten der Zellatmung (Zitratzyklus, H<sub>2</sub>-Transport zwischen Zytosol und Mitochondrienmatrix, Atmungskette, FoF<sub>1</sub>-ATPase, Adeninnukleotidtranslokator, VDAC-Regulation der Zellatmung). Anschließend werden wichtige Regulationsmechanismen (HIF-1, cMyc, AMPK) vorgestellt, die das Verhältnis zwischen glykolytischer und oxidativer ATP-Bereitstellung in Abhängigkeit vom Sauerstoffangebot und Energiebedarf der Zelle steuern. Ein weiterer Abschnitt der Vorlesung ist der Erläuterung der Atmungskette als bedeutender Produzent reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) gewidmet. An dieser Stelle wird auch kurz auf die Bedeutung von Mitochondriopathien eingegangen. Abschließend werden am Beispiel der Schilddrüsenhormone (T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>) und des Lipidstoffwechsels im braunen Fettgewebe physiologische Mechanismen, die die Kopplung zwischen Atmungskette und oxidativer Phosphorylierung verändern, sowie Angriffspunkte von Atemgiften (Kohlenstoffmonoxid, Blausäure) besprochen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

In M02 "Bausteine des Lebens" und M03 "Biologie der Zelle" erworbene Grundkenntnisse der Bioenergetik, der Struktur und Funktion von Mitochondrien, insbesondere der biologischen Oxidation und oxidativen Phosphorylierung werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die molekularen Mechanismen beschreiben können, mit denen Zellen und Gewebe ihre aerobe und anaerobe Energiegewinnung an unterschiedliche energetische Belastungen und Angebote an Sauerstoff und Substraten kurz- und langfristig anpassen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- grundlegende molekulare Mechanismen der Adaptation von Geweben an kurz- und längerfristige Veränderungen im Sauerstoffangebot erläutern können.
- erläutern können, warum die Generierung von freien Sauerstoffradikalen durch die mitochondriale Atmungskette abhängig vom Alter und der abgeforderten Energiebildung ist und welche Möglichkeiten zur Begrenzung dieses Prozesses medizinisch zur Verfügung stehen.

#### Lernspirale

Diese Vorlesung knüpft einerseits an Grundkenntnisse aus M03 "Biologie der Zelle" an und schafft durch die Vermittlung von detaillierten Kenntnissen über die Regulation des zellulären Energiestoffwechsels Voraussetzungen für das Verständnis der Themen 'Tumorstoffwechsel' und 'Hypoxietoleranz' in nachfolgenden Modulen.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vertiefung

*Weblink:*

- [The spectrum of mitochondrial disease](#)

## Regulation der Atmung

### Fachvorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In der Vorlesung werden die Grundlagen der Atmungsrythmogenese dargestellt. Es wird das Zusammenwirken der für den normalen Atmungsautomatismus (Einatmung, Postinspiration, Ausatmung) verantwortlichen Neurone behandelt. Einen Themenschwerpunkt bildet die Atmungskontrolle durch chemische ( $O_2$ ,  $CO_2$ , pH) und nicht-chemische (z. B. Hering-Breuer-Reflex) Faktoren.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Von den Studierenden wird als vorausgesetztes Grundwissen erwartet, dass sie die Begriffe 'Gaspartialdruck' und 'pH-Wert' erklären können. Weiterhin sollen sie die Grundlagen der neuronalen Erregung (Stichworte: Ruhemembranpotenzial, Aktionspotenzial, synaptische Übertragung) verstanden haben.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen das Prinzip der Atmungsrythmogenese beschreiben können. Sie sollen die Bedeutung chemischer ( $O_2$ ,  $CO_2$ , pH) und nicht-chemischer Einflussfaktoren auf die Atmung erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Lokalisation der atmungsregulatorischen Zentren im ZNS und ihre Bedeutung für die Atmung beschreiben können.
- den Einfluss von  $pO_2$ ,  $pCO_2$  und pH-Wert auf das Atemminutenvolumen beschreiben können.
- nicht-chemische Einflussfaktoren auf die Atmung und ihre Bedeutung für die Mehrventilation bei körperlicher Arbeit zuordnen können.
- am Beispiel der Cheyne-Stokes-Atmung bei Patienten und Patientinnen mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz (zentrales Schlaf-Apnoe-Syndrom) klinisch relevante Störungen der zentralen Atemregulation beschreiben können.

#### Lernspirale

Auf die Inhalte vorangegangener Module aufbauend (z. B. M04 "Signal- und Informationssysteme": "Informationsübertragung in Nervenzellen"; M08 "Blut und Immunsystem": "Atemgase") wird in der Fachvorlesung das Thema 'Atmungsregulation' behandelt. Im Vordergrund steht dabei die normale Atmungsfunktion, deren Kenntnis Voraussetzung für das Verständnis von Atmungsstörungen ist. Diese werden in Unterrichtseinheiten desselben Moduls sowie in nachfolgenden Modulen, z. B. M25 "Erkrankungen des Thorax", behandelt.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Books:*

- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\): Kapitel „Atmungsregulation“](#)
- [Silbernagl: Physiologie \(7. Aufl.\): Kapitel „Atmungsregulation“](#)

*Bücher:*

- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\): Kapitel „Atmungsregulation“](#)
- [Silbernagl: Physiologie \(7. Aufl.\): Kapitel „Atmungsregulation“](#)

## Patient\*in mit Schlafapnoe

### Patientenvorstellung (Vorlesung) (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

CC12 - Interdisziplinäres Schlafmedizinisches Zentrum (ISMZ) - CCM/CVK

#### Kurzbeschreibung

In der Vorlesung wird eine Patientin oder ein Patient mit obstruktiver Schlafapnoe vorgestellt. An diesem konkreten Beispiel werden Kenntnisse über die normale und gestörte Atmung im Schlaf vermittelt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundkenntnisse über die normale Atmung im Wachzustand, die Atmungskette (M03 "Biologie der Zelle"), die Atmungsregulation und den Gasaustausch. Grundlagen der Atmungsregulation (Vorlesung W1\_V2 Modul 13) und das Praktikum "Gesundheit und Krankheit unter besonderer Berücksichtigung von Schichtarbeit" (M06 "Mensch und Gesellschaft").



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen am Beispiel einer Patientin/ eines Patienten mit obstruktiver Schlafapnoe die physiologischen und pathophysiologischen Veränderungen der Atmung im Schlaf und geeignete Behandlungsprinzipien beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Grundzüge der medizinischen Diagnostik, Therapie und Betreuung bei Patient\*innen mit Schlafapnoe herleiten können.
- die bei Patient\*innen mit Schlafapnoe zu erwartenden spezifischen Angaben in der Anamnese und die Befunde körperlicher Untersuchung benennen können.
- auf pathophysiologischer Grundlage die Hauptursachen von Schlafapnoe herleiten können.
- typische Begleiterkrankungen bei Schlafapnoe benennen können.
- die Auswirkungen einer Schlafapnoe auf autonomes Nervensystem, Atmung und kardiopulmonale Kopplung beschreiben können.

#### Lernspirale

In den Grundlagenmodulen, z. B. in M03 "Biologie der Zelle", haben die Studierenden Grundkenntnisse über Atemgase und die aerobe Energiegewinnung erworben. Weiterhin wurde in M06 "Mensch und Gesellschaft" das Thema 'Gesundheit und Krankheit unter besonderer Berücksichtigung von Schichtarbeit' behandelt. Auf Vorwissen aus diesen Unterrichtseinheiten aufbauend wird im Rahmen der Patientenvorstellung das Thema 'Normale und gestörte Atmung im Schlaf' behandelt. Inhalte dieser Vorlesung können in späteren Modulen, z. B. beim Thema 'Schlafstörungen' aufgegriffen und weiter entwickelt werden.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(18. Auflage\)](#): S. 2050-54

*Bücher:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(17. Aufl.\)](#): S. 2050-54
- [Herold 2012](#): S. 335-339

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- Principles and Practice of Sleep Medicine, 4. edition, Kryger,Roth,Dement, Elsevier/Saunders 2005, S.969-1157: S.969-1157

*Artikel:*

- Leitlinie S3 Nicht erholsamer Schlaf der DGSM, Somnologie Band 13, Suppl. 1 2009

## Atmungsmechanik: Volumina, Drücke und Widerstände

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In dem Seminar werden die Grundlagen der Atemmechanik behandelt. Dazu gehören die intrapulmonalen und intrapleurale Drücke und deren zeitliche Veränderungen während des Atemzyklus sowie die Gesetzmäßigkeiten der Gasströmung. Die Pathophysiologie des (Spannungs)Pneumothorax mit möglichen Auswirkungen auf die Herz-Kreislauffunktion stellt einen weiteren Schwerpunkt dar. Weiterhin wird die Bedeutung der elastischen und viskosen Atemwiderstände für die Atemarbeit herausgearbeitet und durch klinische Beispiele illustriert.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Lungenvolumina und Kapazitäten sollten bekannt sein. Ebenso sollte die Bedeutung dieser Parameter für die Lungenfunktionsdiagnostik verstanden sein.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Funktionsweise des peripheren Atmungssystems beschreiben können. Sie sollen erläutern können, welche physikalischen Mechanismen für die Inspiration und Expiration der Atemluft verantwortlich sind.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die physiologischen Lungenvolumina und Kapazitäten eines Erwachsenen benennen und zuordnen können.
- die zeitlichen Veränderungen der intrapulmonalen und intrapleurale Drücke während des normalen Atemzyklus erklären können.
- die Bedeutung der Erhöhung von elastischen und viskosen Widerständen für die Atemarbeit und Atmungsfunktion erläutern können.
- die Begriffe „Obstruktion“ und „Restriktion“ im Kontext der Atmungsmechanik definieren können.

#### Lernspirale

Das Seminar baut auf Kenntnisse der Physik zu Druck, Elastizität bzw. Dehnbarkeit und Gesetzmäßigkeiten der Strömung aus dem Kreislaufmodul auf. Die in diesem Seminar vermittelten Inhalte sind Voraussetzung für das Verständnis späterer Unterrichtsveranstaltungen im Modul "Atmung" sowie in klinischen Modulen (z. B. M25 "Erkrankungen des Thorax").

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen (31. Aufl.)

*Bücher:*

- Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen (31. Aufl.)
- Ulmer: Die Lungenfunktion (7. Aufl.)

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [West: Respiratory physiology \(6. Aufl.\)](#)

## Entwicklung der Atemwege

### Integriertes interdisziplinäres Seminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

CC17 - Klinik für Neonatologie - CVK/CCM

#### Kurzbeschreibung

Das Seminar behandelt die Grundlagen der morphologischen und biochemischen Entwicklung der Atemwege und ihre wichtigsten klinischen Konsequenzen. Die Oberflächenspannung als wichtigste Retraktionskraft der Lunge, die Zusammensetzung des Surfactant und exemplarisch das Atemnotsyndrom (RDS) als Surfactantmangel werden aus neonatologischer Sicht erklärt. Die Bedeutung des RDS für die Säuglingssterblichkeit und seine prä- und postnatale Therapie werden besprochen. Aus anatomischer Sicht werden die Embryologie und die Besonderheiten der kindlichen Atemwege dargestellt.

Das Seminar verdeutlicht aus anatomischer, biochemischer und klinischer Sicht, dass Kinder keine kleinen Erwachsenen sind, zeigt die Funktion spezieller Lipide, schafft Grundlagen der Atemmechanik und streift erstmals im Studium die Differentialdiagnose der Atemnot.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Allgemeine Embryologie (M05 "Wachstum, Gewebe, Organ"). Physiologischer Aufbau der Atemwege (aus diesem Modul). Grundlegende Eigenschaften von Lipiden und Expression von Proteinen (M02 "Bausteine des Lebens").



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die wichtigsten Schritte der Lungenentwicklung in ihrer zeitlichen Abfolge, den Zusammenhang zwischen Frühgeburt und Atemnotsyndrom der Neugeborenen sowie die grundlegenden Behandlungsmöglichkeiten erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- am Beispiel des Atemnotsyndroms Frühgeborener die Bedeutung der morphologischen und biochemischen Lungenreifung für die Atemmechanik ableiten können.
- die wesentlichen Merkmale einer „geburtstauglichen“ Alveole erläutern können.
- den Zeitplan der Lungenentwicklung im Hinblick auf den frühestmöglichen Termin einer Geburt (unter Bedingungen der optimalen medizinischen Versorgung) beschreiben können.
- die funktionell wichtigsten Lipide und Proteine des Surfactant benennen und zuordnen können.
- die histologischen Phasen der Lungenentwicklung benennen und erläutern können.

#### Lernspirale

Mit der pränatalen Lungenreifeinduktion durch Steroide wird auf die Proteinexpression (Modul 2) zurückgegriffen und als ein wirksames Prinzip der Prävention exemplarisch dargestellt. Surfactant ist ein komplexes Gemisch aus (Phospho-)Lipiden und spezifischen Proteinen. Vorkenntnisse aus M02 "Bausteine des Lebens" werden wiederholend vertieft.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- [Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie](#): Lungenentwicklung
- [Schulze: Basics Embryologie](#): Lungenentwicklung
- Wauer: Surfactanttherapie: Grundlagen, Diagnostik, Therapie. 3. A., Thieme, Stuttgart: Informationen über Surfactant, dessen Entwicklung, Zusammensetzung und therapeutische Anwendung

*Weblink:*

- [Lungenentwicklung](#)

## Atmung in extremen Umwelten

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Lebensräume wie das Hochgebirge, das Leben auf Meereshöhe oder der Aufenthalt unter Wasser erfordern spezielle Anpassungen unseres Atemapparats. Die Grundlagen des Atemgasaustausches von O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>, die Rolle des Inertgases Stickstoff und die physiologischen Anpassungsmechanismen unter variierenden Drücken und unterschiedlicher körperlicher Belastung sind Thema dieses Seminars.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Es wird die Kenntnis dessen vorausgesetzt, was in Veranstaltungen dieses Moduls zuvor vermittelt worden ist. Insbesondere werden Aspekte der Atemregulation und der Drücke und Volumina und ihrer Änderung im Atemzyklus aufgegriffen, vertieft und um den Vorgang des Gasaustausches erweitert.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen beschreiben können, von welchen Parametern Aufnahme und Abgabe der Atemgase in unserem Körper abhängen, auch unter Berücksichtigung der Einflüsse von körpereigenen- und Umweltmodifikatoren.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Gesetze der Gasdiffusion am Beispiel der physikalischen Löslichkeit von Atemgasen darstellen können.
- die Normwerte für Partialdrucke der Atemgase O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> in Einatemluft, Alveolargas, arteriellem und venösem Blut benennen und zuordnen können.
- die Regulation der Lungenperfusion durch den lokalen Sauerstoffpartialdruck in Grundzügen darstellen können.
- in Grundzügen die akuten und chronischen Anpassungen an höhenbedingten Sauerstoffmangel beschreiben können.
- am Beispiel der Caissonerkrankung die Rolle des Stickstoffs unter Normal- und Überdruck erklären können.

#### Lernspirale

Die Inhalte von vorausgegangenen Veranstaltungen dieses Moduls werden aufgegriffen, vertieft und um den Gasaustausch erweitert. Daraus folgend sollen Mechanismen der Höhenhirnödementstehung und des Höhenlungenödems sowie der Dekompressionserkrankung, der Stickstoffnarkose und der therapeutischen Möglichkeiten der hyperbaren Medizin verstanden werden. Dadurch soll im späteren Studium das Verständnis für erkrankungsbedingte Atemgasdiffusionsstörungen und deren Behandlung erleichtert werden.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel Atmung](#)
- [Ulmer: Die Lungenfunktion \(7. Aufl.\)](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [West: Pulmonary physiology and pathophysiology \(2. Aufl.\)](#)

*Weblinks:*

- <http://www.gtuem.org>
- <http://www.turntillburn.ch/research/FBSAC.htm>

## Präparierkurs Lunge/ Thorax I

### Präparierkurs (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Im 3. Semester wurden bereits der Thorax eröffnet und Herz und Mediastinum präpariert. An diesem Kurstag werden die Pleuraverhältnisse inklusive der Recessus und die Lage der Lunge demonstriert. Außerdem wird die Präparation der für die Atemmechanik relevanten Muskulatur vervollständigt. Exemplarisch werden Interkostalmuskeln und interkostalen Leitungsbahnen dargestellt. Das Zwerchfell inklusive seiner Durchtrittsstellen wird demonstriert und besprochen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Zur Vorbereitung sollten Kenntnisse der Einteilung des Brustsitus und des Aufbaus seröser Höhlen (vgl. Perikard und Peritoneum) wiederholt und die Benennung der Atemwegsabschnitte von der Trachea bis zu den Bronchioli und der Atem- und Atemhilfsmuskeln erarbeitet werden.

Mitzubringen sind: weißer Kittel (ein anderer als der U-Kurs-Kittel!), Präparierbesteck, geeignete Einmalhandschuhe. Die Kenntnis des Präparierkurshandbuchen (verfügbar auf Blackboard) wird vorausgesetzt. Die Kenntnisnahme der Kursregeln inklusive Betriebsanweisung gemäß Gefahrstoffverordnung ist vor Kursbeginn in HIS zu bestätigen.

Es wird erwartet, dass die Studierenden sich für jeden Kurstag auf die topographische Anatomie der jeweils zu präparierenden Region vorbereiten, um ein gezieltes Aufsuchen der relevanten Strukturen zu ermöglichen und ihre Zerstörung zu vermeiden (und damit auch der Einzigartigkeit der Körperspende Rechnung zu tragen).



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die für die Atemmechanik relevanten Muskeln, insbesondere das Zwerchfell inklusive seiner Entwicklung und seiner Durchtrittsöffnungen, die Pleuraverhältnisse und Topographie von Lungen und Pleuragrenzen erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Entwicklung des Zwerchfells unter Berücksichtigung von Fehlbildungen (kongenitale Zwerchfellhernie) beschreiben können.
- den Aufbau des Zwerchfells sowie seine Öffnungen und Spalten inklusive der durchtretenden Strukturen beschreiben können.
- die für die Atemmechanik bedeutsamen Strukturen (knöcherner Thorax, Atem- und Atemhilfsmuskeln, Pleura inkl. Reserveräume, N. phrenicus) beschreiben und an anatomischen Präparaten oder Modellen und auf Abbildungen benennen können.
- die Projektion von Atemwegen, Pleuragrenzen, Lungen- und Lappengrenzen auf den Thorax beschreiben und am Skelett oder auf geeigneten Abbildungen zeigen können.

#### Lernspirale

Dieser Kurs baut auf dem in M11 "Herz und Kreislauf" erworbenen Wissen zum Brustsitus und zu den serösen Höhlen auf sowie auf dem ebenfalls im 3. Semester erworbenen Wissen über Rumpfwand und Rumpfmuskulatur auf. Er schafft Grundlagen für M25 "Erkrankungen des Thorax".

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie](#): Kapitel "Rumpf", "Lunge" oder "Brusteingeweide"

## Histologie des Normalgewebes der oberen und unteren Atemwege und der Lunge

### Histologiekurs (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In diesem Mikroskopie-Praktikum wird der histologische Aufbau der luftleitenden Atemwege (Nasenhöhle, Trachea, Bronchialbaum) und des respiratorischen Anteils der Lunge (Lungenparenchym mit Bronchioli respiratorii, Ductus alveolares, Sacculi alveolares und Alveolen) sowie der Aufbau der Blut-Luft-Schranke untersucht. Dazu stehen histologische Präparate der Nasenhöhle, der Trachea und der Lunge (einschließlich EM-Bilder) zur Verfügung.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Das sichere Erkennen der Grundgewebearten wird vorausgesetzt. Deren Aufbau und Eigenschaften sollen bekannt sein (Modul 5). Zudem sollten die Systematik der Atemwege und der prinzipielle Aufbau des Lungenparenchyms bekannt sein.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den histologischen Aufbau der Atemwege und des Lungenparenchyms erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- in Grundzügen den histologischen Aufbau von Nasenhöhlen, Trachea und Bronchialbaum einschließlich Aufbau und Funktionen des respiratorischen Epithels beschreiben können.
- den histologischen Aufbau der Anteile des Bronchialbaums erläutern und diese im histologischen Präparat oder auf einer Abbildung zuordnen können.
- die respiratorischen Abschnitte der Lunge (Bronchioli respiratorii, Ductus alveolares, Sacculi alveolares, Alveolen) beschreiben, im histologischen Präparat oder auf einer Abbildung zuordnen und ihre Unterschiede erläutern können.
- den Aufbau der Alveolen und der Blut-/ Luftschanke beschreiben und anhand von elektronenmikroskopischen Abbildungen erläutern können.

#### Lernspirale

Diese Lehrveranstaltung ermöglicht den Studierenden die praktische Anwendung der Kenntnisse, die in M03 "Biologie der Zelle" und M05 "Wachstum, Gewebe, Organ" erworben wurden. Die Kenntnis der Struktur-Funktionsbeziehungen der Atemwege und des Lungenparenchyms und deren histologischer Korrelate hilft den Studierenden bei der Vertiefung von Lehrinhalten dieses Moduls.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- [Lüllmann-Rauch: Taschenlehrbuch Histologie \(3. Aufl.\)](#): Kapitel: Störungen der Atmung, Pathologie des Atemtraktes
- [Welsch: Lehrbuch Histologie \(1. Aufl.\)](#): Kapitel: Störungen der Atmung, Pathologie des Atemtraktes

## Atmungsphysiologie: Tiffeneau et al. - Atemmechanik Praktikum (Kleingruppe) (90 Minuten)

### Einrichtung

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

### Kurzbeschreibung

Einführung in die Physiologie der Atemmechanik mit praktischen Übungen am Glockenspirometer sowie experimentelle Messung der mechanischen Funktionen des Atemapparats mit Hilfe eines Modells. Es werden Lungenvolumina und -kapazitäten bestimmt sowie Fluss-Volumen- und Fluss-Druck-Beziehungen gemessen. Die Kenntnis dieser Zusammenhänge ist eine Grundlage zum Verständnis der Physiologie der Lungenatmung sowie restriktiver und obstruktiver Erkrankungen des Atemapparats.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die im Seminar "Atmungsmechanik: Volumina, Drücke und Widerstände" vermittelten Kenntnisse über Volumina und Drücke in der Lunge und im Pleuraspalt während In- und Expiration, über anatomischen und physiologischen Totraum, Compliance und Resistance, die Ruhedehnungskurve des Atemapparats, den Zusammenhang von Oberflächenspannung und Surfactant sowie über den Atemgrenzwert werden vorausgesetzt. Die Kenntnis des Praktikumskripts wird vorausgesetzt.

Bitte beachten Sie die Kittelpflicht für Praktika! Die Kenntnisnahme der Kursregeln inklusive Betriebsanweisung gemäß Gefahrstoffverordnung ist vor Kursbeginn auf HIS zu bestätigen.



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen einfache Messverfahren für atemphysiologische Größen beschreiben, praktisch anwenden und die Ergebnisse einordnen können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Fluss-Volumen-Diagramme des Erwachsenen hinsichtlich restriktiver und obstruktiver Lungenfunktionsstörungen interpretieren können.
- ▶ mit Hilfe eines Spirometers ein Spirogramm bei Erwachsenen anfertigen können.
- ▶ einen Tiffeneau-Test bei Erwachsenen durchführen können.

### Lernspirale

Die Physiologie der Atemmechanik greift Kenntnisse der Leistungsphysiologie, wie sie im Modul 10 "Bewegung" vermittelt wurden, wieder auf. Die Kenntnis der Atemmechanik ist Voraussetzung zum Verständnis pulmonologischer Erkrankungen (M25 "Erkrankungen des Thorax").

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel Atmung](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*Weblink:*

- [Praktikumsskript: Tiffeneau et al. - Atemmechanik](#)

## Patient\*in mit Einschränkung der Atempumpe

### Untersuchungskurs (113 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

Die Überlastung der Atempumpe kann durch eine Vielzahl von Erkrankungen hervorgerufen werden. Sie ist die Ursache sowohl für akute als auch chronische respiratorische (ventilatorische) Störungen. Die Studierenden erlernen während des Kurses die Grundzüge der Anamnese und der klinischen Untersuchung im Hinblick auf die Erfassung einer atemmechanischen Behinderung bei Patienten und Patientinnen mit obstruktiven oder restriktiven Ventilationsstörungen pulmonaler aber auch non-pulmonaler Genese.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Knöcherner und muskulärer Strukturen von Hals und Thorax, grundlegender Aufbau von Atemwegen und Lunge.

Mitzubringen sind: weißer Kittel, Namensschild und U-Kurs-Untersuchungsinstrumente.

Die Selbstschulung "Hygiene" muss vor dem ersten Patientenkontakt absolviert (Blackboard) und auf HIS bestätigt werden.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Pathogenese sowohl einer akuten als auch einer chronischen ventilatorischen Insuffizienz erläutern können. Sie sollen die klinischen Zeichen einer gestörten Atemmechanik und die Symptome einer Atempumpenüberlastung benennen und die Grundzüge der Diagnostik und Therapie darlegen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Auswirkung von thorakoabdominellen anatomischen Veränderungen auf die Atemmechanik ableiten können.
- Ursachen von Husteninsuffizienz aufzählen und erläutern können.
- ♣ bei gegebenen Patient\*innen eine auf Störung der Atemmechanik fokussierte Anamnese und körperliche Untersuchung durchführen, den Befund dokumentieren und gegenüber einem Normalbefund abgrenzen können.

#### Lernspirale

Der U-Kurs ist Teil des Vertiefenden Untersuchungskurses. Er folgt dem Allgemeinen Untersuchungskurs und erweitert diesen um Anamnese und körperliche Untersuchung des respiratorischen Systems. Allgemeiner und Vertiefender Untersuchungskurs werden durch eine praktische Prüfung am Ende des 4. Semesters abgeschlossen. Es folgt der Unterricht am Krankenbett (5.-10. Semester).

Der erste U-Kurs in M13 verknüpft anatomische und physiologische Grundlagen mit der klinischen Bedeutung einer atemmechanischen Behinderung und ihre Auswirkungen auf den Menschen. Hiermit werden wichtige Voraussetzungen für das gesamte Modul "Atmung" und für die Module "Erkrankungen des Thorax" und "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod" geschaffen.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

E-Book:

- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\): Thorax: Bewegungsapparat, Atmungsphysiologie](#)

*Bücher:*

- [Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie](#): Thorax: Bewegungsapparat, Atmungsphysiologie
- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\)](#): Thorax: Bewegungsapparat, Atmungsphysiologie

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [Göhring: Atemtherapie - Therapie mit dem Atem \(1 Aufl.\)](#): Thorax: Bewegungsapparat, Atmungsphysiologie

## 13-2: Hustet wie ein Schaf POL (180 Minuten)

### POL-Fall-Titel

...hustet wie ein Schaf

## Kohlendioxid - Ausscheidungsprodukt und Synthesebaustein Fachvorlesung (90 Minuten)

### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

### Kurzbeschreibung

In dieser Vorlesung sollen zunächst die molekularen Mechanismen der metabolischen CO<sub>2</sub> Produktion erläutert werden, wobei die Pyruvatdehydrogenase, der Zitratzyklus, der oxidative Pentosephosphatweg und das Malatenzym als wesentliche metabolische CO<sub>2</sub>-Quellen gekennzeichnet werden. Im zweiten Teil der Vorlesung soll CO<sub>2</sub> als essentielles Substrat für die Synthese von Kohlenhydraten, Fetten und Nucleinsäuren dargestellt werden. Dabei werden wesentliche Mechanismen der metabolischen CO<sub>2</sub>-Fixierung (Biotin-abhängige, Biotin-unabhängige) erläutert und die Rolle von Vitaminen charakterisiert, die bei Carboxylierungs- und Decarboxylierungsreaktionen benötigt werden.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundkenntnisse zum Energiestoffwechsel eukaryotischer Zellen sowie zum endogenen Auf- und Abbau von Kohlenhydraten, Fetten und Nucleinsäuren werden vorausgesetzt (M02 "Bausteine des Lebens", M03 "Biologie der Zelle" und M12 "Ernährung, Verdauung, Stoffwechsel").



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen CO<sub>2</sub> als wichtiges Ausscheidungsprodukt des menschlichen Energiestoffwechsels und als essentiellen Baustein für die endogene Synthese von Kohlenhydraten, Fetten und Nucleinsäuren beschreiben können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- das Ausmaß der metabolischen CO<sub>2</sub>-Bildung eines gesunden Menschen in Ruhe und bei mittlerer Arbeit definieren und abschätzen können.
- die Mechanismen der metabolischen CO<sub>2</sub>-Freisetzung (Decarboxylierungen bei der Pyruvatdehydrogenasereaktion, im Zitratzyklus, im oxidativen Pentosephosphatweg, beim Malatenzym, beim Ketonkörperstoffwechsel) erläutern können.
- die Grundprinzipien der metabolischen CO<sub>2</sub>-Fixierung (Biotin-abhängige und Biotin-unabhängige Carboxylierung) im Rahmen der Fettsäuresynthese, der Glukoneogenese, der Nucleinsäuresynthese und des Harnstoffzyklus erläutern können.

### Lernspirale

Aus den Modulen 2 "Bausteine des Lebens", 3 "Biologie der Zelle" und 12 "Ernährung, Verdauung, Stoffwechsel" besitzen die Studierenden Grundkenntnisse zu den Prinzipien des Energiestoffwechsels. Darauf aufbauend wird in dieser Vorlesung erstmalig diskutiert, dass CO<sub>2</sub> beim katabolen Energiestoffwechsel als mengenmäßig wichtigstes Abbauprodukt gebildet wird und dass CO<sub>2</sub> im anabolen Stoffwechsel als ein essentieller Baustein für die Synthese von Kohlenhydraten, Fetten und Nucleinsäuren benötigt wird. Störungen im CO<sub>2</sub>-Metabolismus, wie sie als Folge einer Minderversorgung mit benötigten

Vitaminen (z.B. Biotin, Vitamin B6, Vitamin B1), beim Malabsorptionssyndrom und bei chronischen Darmerkrankungen (Zerstörung der normalen Darmflora) auftreten, führen zu klinisch relevanten Krankheitsbildern, die in höheren Modulen (z. B. M26 "Erkrankungen des Abdomens") genauer besprochen werden.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\):](#) S. 63, 107, 110, 144, 157, 197-200.

*Bücher:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\):](#) S. 63, 107, 110, 144, 157, 197-200.
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\):](#) S. 77, 192, 207, 230, 244, 278, 84, 331-335.

Empfehlung zur Vertiefung

*E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\):](#) S. 365, 372, 480, 487, 943, 587-590.

*Bücher:*

- [Hofmann: Medizinische Biochemie \(4. Aufl.\):](#) S. 296, 332, 350, 369, 372, 471-476.
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\):](#) S. 365, 372, 480, 487, 943, 587-590.

## O2 can do? Ursachen und Folgen von Störungen der Ventilation und des Gasaustauschs

### Fachvorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

In der Vorlesung werden die wichtigsten Ursachen von Ventilationsstörungen und Störungen des Gasaustauschs vorgestellt, die Pathophysiologie erläutert und die Auswirkungen auf andere Organsysteme und die klinischen Folgen dargelegt. Darüber hinaus werden grundlegende diagnostische Methoden und Behandlungsoptionen aufgezeigt und die Grundprinzipien der ärztlichen Betreuung vorgestellt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundlagen der Atemmechanik und Atmungsregulation.

Grundlagen des Gasaustauschs.

Grundlagen des Säure-Basen-Haushalts und des Gastransports im Blut.

Untersuchungskurs Atmung 1.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den Unterschied zwischen ventilatorischen Störungen und Gasaustauschstörungen und das Zusammenwirken dieser beiden wichtigen Funktionen beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Grundprinzipien der Pathogenese für hypoxämische und hyperkapnische Störungen erläutern können.
- die wesentlichen klinischen Folgen einer hypoxämischen und hyperkapnischen Störung darlegen und symptomorientierte Behandlungsoptionen erklären können.

#### Lernspirale

Die Studierenden sollen den Unterschied zwischen ventilatorischen und respiratorischen Funktionsstörungen der Atmung verstehen, da sich hieraus in Notfallsituationen aber auch bei chronischen Erkrankungen unterschiedliche symptomorientierte Behandlungskonzepte ergeben. Die Vorlesung ist damit auch ein wichtiger Baustein für die zukünftigen Module 25 "Erkrankungen des Thorax" und 36 "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod".

## Abwehrmechanismen im Respirationstrakt

### Fachvorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

Bei der Atmung würden ohne Schutzmechanismen große Mengen verschiedenster Fremdstoffe in die Lungen gelangen. Um die Lunge vor den schädigenden Einflüssen fester Partikel, Stäube, Aerosole und Mikroorganismen zu schützen, gibt es eine Reihe von mechanischen und biologischen Barrieren, die das Eindringen verhindern oder die Schädigung begrenzen. In der Vorlesung sollen anhand des Inhalationsweges von Partikeln die unterschiedlichen Abwehrmechanismen vorgestellt und die Folgen von Funktionsstörungen erläutert werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundkenntnisse der Mikrobiologie aus M03 "Biologie der Zelle" und M09 "Haut". Grundkenntnisse der Abwehr aus M08 "Blut und Immunsystem". Einführungsvorlesung sowie Makroskopische Anatomie und Histologie des Respirationstraktes des Moduls "Atmung".



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die unterschiedlichen Faktoren der unspezifischen und spezifischen Abwehr des Respirationstraktes beschreiben und ihre Funktion erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- das Prinzip der mukoziliären Clearance erläutern können.
- mechanische und immunologische Abwehrmechanismen im oberen und unteren Respirationstrakt erläutern und Folgen ihrer Funktionsstörungen darlegen können.
- wichtige Vertreter der normalen bakteriellen Standortflora des Respirationstraktes mit ihrer anatomischen Lokalisation benennen und ihre Bedeutung als Abwehrfaktor beschreiben können.
- humorale Faktoren des lokalen respiratorischen Abwehrsystems mit ihrer Lokalisation benennen und ihre Funktionen erläutern können.

#### Lernspirale

Die Vorlesung baut auf den Grundlagen, die für das Verständnis der Abwehr von Infektionskrankheiten in den Modulen 3 "Biologie der Zelle", 8 "Blut und Immunsystem" und 9 "Haut" gelegt wurden, auf und bietet eine Grundlage für das Verständnis der Pathogenese sowohl von Lungenentzündungen als auch aerogen übertragener Systemerkrankungen in M18 "Infektion als Krankheitsmodell".

## Patient\*in mit COPD

### Patientenvorstellung (Vorlesung) (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

Anhand der Vorstellung einer Patientin oder eines Patienten mit chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) werden die pathophysiologischen Mechanismen der Obstruktion und Überblähung, ihre atemmechanischen und systemischen Konsequenzen für die Lunge und den Organismus erklärt. Darüber hinaus werden Ansätze zur Korrektur und Therapie der COPD abgeleitet. Geschlechtsspezifische Unterschiede werden angesprochen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Anatomie der Lunge, Pathologie Bronchitis, Emphysem, Grundwissen Lungenfunktion (Obstruktion).



#### Übergeordnetes Lernziel

Am Ende der Fallvorstellung sollen die Studierenden das Krankheitsbild der Volkskrankheit COPD hinsichtlich Häufigkeit, typischer Symptome, klinischer Untersuchungsbefunde, Grundzügen der Diagnostik und Therapieansätze beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Pathogenese der respiratorischen Insuffizienz bei COPD herleiten können.
- die krankheitsspezifischen Angaben in der Anamnese und Befunde der körperlichen Untersuchung bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung benennen können.
- Grundzüge der medizinischen Diagnostik und Therapie der COPD bis hin zur Behandlung der respiratorischen Insuffizienz beschreiben können.

#### Lernspirale

Die Fallvorstellung dient der Vernetzung des bisher erworbenen Wissens zu COPD im Modul, insbesondere der Verknüpfung des theoretischen Wissens mit praktisch ärztlichen Fähigkeiten. Vertiefend wirkt das Seminar "Allgemeine Pharmakologie obstruktiver Ventilationsstörungen" in dieser Woche. Es werden Grundlagen gelegt für Modul 25.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- **Herold: Innere Medizin:** Kapitel Chronisch obstruktive Lungenkrankheit, COPD, Emphysem, Lungenfunktion

## Allgemeine Pharmakologie obstruktiver Ventilationsstörungen

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC05 - Institut für Klinische Pharmakologie und Toxikologie - CCM

CC05 - Institut für Pharmakologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Obstruktive Ventilationsstörungen spielen bei häufigen Atemwegserkrankungen wie Asthma bronchiale und chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) eine entscheidende Rolle. Wichtige pharmakologische Therapieansätze bestehen darin, die Entstehung einer Bronchokonstriktion zu vermeiden und den erhöhten Bronchialwiderstand bei bestehender Obstruktion zu reduzieren. In diesem Seminar sollen diese unterschiedlichen Therapieansätze diskutiert und die dazugehörigen Wirkstoffklassen eingeführt werden. Zudem soll die besondere Bedeutung der lokalen (topischen) Therapie im Vergleich zur systemischen Therapie am Beispiel der obstruktiven Atemwegserkrankungen erläutert werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Tonusregulation der Bronchialmuskulatur und deren Kontrolle durch das vegetative Nervensystem sollen bekannt sein (dieses Modul). Grundlegende Kenntnisse über die Mechanismen von Entzündung (M08 "Blut und Immunsystem") und Allergie (M09 "Haut") sollen vorhanden sein.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Grundlagen der Pharmakotherapie bei obstruktiven Ventilationsstörungen beschreiben und die Bedeutung der topischen Therapie einordnen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Pharmaka zur Therapie obstruktiver Ventilationsstörungen in ihre Wirkstoffobergruppen einteilen und wichtige Substanzvertreter zuordnen können.
- die klinisch-pharmakologischen Charakteristika der bei obstruktiven Ventilationsstörungen eingesetzten Arzneistoffe erläutern können.

#### Lernspirale

Die Besprechung der Pharmaka mit direkter bronchodilatatorischer Wirkung bietet eine gute Gelegenheit zur Wiederholung und Vertiefung grundlegender Mechanismen der Signaltransduktion und Tonusregulation (Beeinflussung durch das vegetative Nervensystem) glatter Muskelzellen (M01 "Einführung" und M05 "Wachstum, Gewebe, Organ"). Die besprochenen Inhalte bilden die Voraussetzung für das Erlernen der Differentialtherapie bei Asthma und COPD sowie der evidenzbasierten Arzneimitteltherapie bei häufigen Atemwegserkrankungen, die in späteren klinischen Modulen (z. B. M25 "Erkrankungen des Thorax") besprochen werden.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Aktories/Förstermann: allg. & spez. Pharmakologie \(10. Aufl.\)](#): Kapitel 4: "Pharmakologie noradrenerger und adrenerger Systeme - Pharmakotherapie des Asthma bronchiale "

## Erkrankungen der oberen Atemwege - Bedeutung für Atmung und Kommunikation

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC16 - Klinik für Audiologie und Phoniatrie - CCM/CVK

CC16 - Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde - CBF

#### Kurzbeschreibung

Die Atmungsfunktion kann durch obstruktive Erkrankungen der oberen Atemwege gestört werden, was häufig zu relevanten Folgeerkrankungen sowie zu einer essentieller Beeinträchtigung der menschlichen Kommunikation führt. Mögliche Folgen solcher Erkrankungen werden interdisziplinär (Phoniatrie und HNO) mit den Studierenden erarbeitet. Es erfolgt eine Einführung, unter anderem mittels zahlreicher prägnanter Videobeispiele, in die Mechanismen der Stimmgenerierung.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundzüge Anatomie der oberen Atemwege (Nase, Pharynx und Larynx) sowie der Physiologie der Atmung (dieses Modul).



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen anhand ausgewählter Erkrankungen die wesentlichen morphologischen Veränderungen bei obstruktiven Behinderungen der oberen Atemwege beschreiben können. Sie sollen unmittelbare Auswirkungen von Atemstörungen auf die Kommunikation benennen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- relevante Erkrankungen mit Obstruktion der oberen Atemwege benennen und zuordnen können.
- das Prinzip der Stimmgenerierung beschreiben können.
- die topographische Anatomie und die Innervation des Larynx beschreiben können.
- ◆ Folgen einer Stimmstörung auf das subjektive Empfinden von Patient\*innen reflektieren können.

#### Lernspirale

Auf die hier erworbenen Kenntnisse wird zu einem späteren Zeitpunkt aufgebaut, insbesondere bei der Differentialdiagnose von Erkrankungen in den Modulen 29 "Erkrankungen des Kopfes, Halses und endokrinen Systems" und 25 "Erkrankungen des Thorax".

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\)](#)

*Bücher:*

- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\)](#)
- [Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen](#)

## Molekulare und zelluläre Schädigungsmechanismen am Beispiel des Rauchens

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Dieses Seminar vermittelt grundlegende Kenntnisse über die im Tabakrauch und Tabakteer enthaltenen toxischen Inhaltsstoffe und deren molekulare Angriffspunkte in Stoffwechsel, Signalwandlung und Genexpressionsregulation verschiedener Zellen des Lungengewebes. Durch Rauchen induzierte zelluläre Abwehrmechanismen werden wiederholend besprochen, wobei vor allem auf die molekularen Umbauprozesse im Lungengewebe (erhöhte Proteolyse der Extrazellulären Matrix) eingegangen werden soll. Im Mittelpunkt des Seminars wird die Frage stehen, weshalb eine dauerhafte Exposition von Endothelzellen, Pneumozyten und Alveolarmakrophagen gegenüber Schadstoffen des Tabaksrauchs zu einer Überforderung der zellulären Abwehrmechanismen führt. Die sich daraus ergebenden Umstellungen im pulmonalen Stoffwechsel führen zu irreversiblen Schäden (z. B. gesteigerte Apoptose), die auch nach Absetzen des Rauchens lange Zeit nachwirken. Am Beispiel des Alpha-1-Antitrypsinmangels und genetischer Variationen der Matrix-Metalloprotease Adam33 soll die Frage nach möglichen genetischen Ursachen der individuellen Unterschiede im Verlauf und Schweregrad von typischen 'Raucherkrankheiten' (chronische Bronchitis, Emphyseme, COPD, Lungenkarzinom) diskutiert werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundkenntnisse zur Funktion von Pneumozyten I und II, zellulärer Schutzzymsysteme gegenüber reaktiven Sauerstoffspezies und oxidativ geschädigten Proteinen und Membranen, Mechanismen der Zell-Matrix-Wechselwirkung und Umbauprozessen des Bindegewebes werden aus den vorherigen Lehrveranstaltungen dieses Moduls und früheren Modulen vorausgesetzt. Weiterhin baut das Seminar auf dem Basiswissen der Entzündungsreaktion auf, das in der Vorlesung "Entzündung" und dem zugehörigen Seminar (M08 "Blut und Immunsystem") vermittelt wurde.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die durch aktives und passives Inhalieren von Tabakrauch verursachten Schädigungsprozessen erläutern können und die molekularen Grundlagen der ablaufenden Prozesse beschreiben können. Sie sollen typischen Rechtfertigungsargumenten von Rauchern mit wissenschaftlichen Argumenten entgegnen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- erläutern können, über welche Mechanismen beim Rauchen vermehrt zellschädigende Reaktionsprodukte entstehen.
- die wichtigsten Gruppen toxischer Verbindungen im Tabakrauch und Tabakteer und deren schädigenden Einfluss auf Zellen beschreiben können.
- die durch längerfristige Belastung des Lungengewebes mit Schadstoffen des Tabakrauches induzierten molekularen Schutzmechanismen erklären können.
- an ausgewählten Beispielen (z.B. alpha-1 Antitrypsinmangel) molekulare Ursachen für interindividuell unterschiedliche Prädispositionen für pathologische Veränderungen erläutern können, die durch Rauchen induziert werden.

#### Lernspirale

Da bei den toxischen Effekten von Inhaltsstoffen des Tabakrauches und Tabakteeres ein spezielles Organ (Lunge) und als zentraler pathobiochemischer Prozess der Umbau des pulmonalen Bindegewebes im Mittelpunkt stehen, werden in diesem Seminar die in den vorangegangenen Seminaren erworbenen Kenntnisse über zelluläre Schutzmechanismen, der Rolle des nicht-adaptiven und adaptiven

Immunsystems, der Zell-Matrix-Interaktionen und des Stoffwechsels des Bindegewebes gefestigt und vertieft.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- Hofmann: [Medizinische Biochemie \(4. Aufl.\)](#): S. 583-593

Empfehlung zur Vertiefung

*Artikel:*

- [Biochemical links between cigarette smoking and pulmonary emphysema](#), Journal of applied physiology
- [Kodama: Free radical chemistry of cigarette smoke and its implication in human cancer](#), Anticancer research

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [Duale Reihe Biochemie, 2012](#): Kapitel 1.4 Was schädigt Zellen?

## Präparierkurs Obere Atemwege

### Präparierkurs (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

#### Kurzbeschreibung

An diesem Kurstag werden die oberen Atemwege (Nasenhöhle, Nasennebenhöhlen, Pharynx, Larynx) an Modellen, Schädeln und Präparaten demonstriert, ihr anatomischer Aufbau inklusive Struktur-Funktionsbeziehungen besprochen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Das in der ersten Woche erworbene zur Atemmechanik wird vorausgesetzt. Um die Besprechung und Demonstration der oberen Atemwege in ausreichender Tiefe durchführen zu können, sollen Grundkenntnisse über den Aufbau von Nase, Nasennebenhöhlen, Rachen und insbesondere Kehlkopf vorhanden sein.

Mitzubringen sind: weißer Kittel (ein anderer als der U-Kurs-Kittel!), Präparierbesteck, geeignete Einmalhandschuhe. Die Kenntnis des Präparierkurshandbuchen (verfügbar auf Blackboard) wird vorausgesetzt. Die Kenntnisnahme der Kursregeln inklusive Betriebsanweisung gemäß Gefahrstoffverordnung ist vor Kursbeginn in HIS zu bestätigen.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den Beitrag der oberen Atemwege zum respiratorischen System erklären sowie die Anatomie von Nase, Nasennebenhöhlen, Rachen und Kehlkopf beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Aufbau und Funktion von Nasenhöhle und Nasennebenhöhlen beschreiben und anatomischen Präparaten oder Modellen und auf geeigneten Abbildungen benennen können.
- die Etagen des Pharynx und ihre Öffnungen in andere Räume beschreiben und an anatomischen Präparaten oder Modellen sowie anhand von Abbildungen erläutern können.
- den funktionell-anatomischen Aufbau des Kehlkopfes und seine Strukturen (Knorpel, Muskeln, Stimmbänder, Schleimhautfalten, Etagengliederung) erläutern und an anatomischen Präparaten oder Modellen sowie auf Abbildungen zeigen können.

#### Lernspirale

Diese Veranstaltung legt erste Grundlagen für das Verständnis von Erkrankungen vor allem aus dem Hals-Nasen-Ohren-Bereich, die insbesondere im M29 "Erkrankungen des Kopfes, Halses und endokrinen Systems" besprochen werden. Die spezielle Anatomie der Leitungsbahnen der genannten Strukturen sowie der topographischen Anatomie von Kopf und Hals wird dort gelehrt.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie](#): Kapitel zu Nase und Nasennebenhöhlen, Rachen und Kehlkopf

## Histopathologie entzündlicher Veränderungen der oberen und unteren Atemwege und der Lunge

Histologiekurs (90 Minuten)

### Einrichtung

CC05 - Institut für Pathologie - CCM/CBF

### Kurzbeschreibung

Die Studierenden werden entzündliche pathologische Veränderungen der Nasennebenhöhlen am Beispiel der allergischen Sinusitis sowie der bakteriellen Tracheitis und chronischen nicht infektiösen Bronchitis mikroskopieren. Zudem werden darüber hinaus histopathologische Veränderungen der unteren Atemwege an den Beispielen des diffusen Alveolarschadens und der akuten bakteriellen Pneumonie ebenfalls behandelt.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Das sichere Erkennen der Grundgewebearten wird vorausgesetzt. Deren Aufbau und Eigenschaften sollen bekannt sein (Modul 5). Wissen bezüglich der Systematik der Atemwege wird vorausgesetzt. Die Wiederholung des erworbenen Wissens aus M08 "Blut und Immunsystem": Vorlesung und Seminar zu 'Entzündung' wird empfohlen.



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den normalen histologischen Aufbau wichtiger Strukturen der oberen und unteren Atemwege beschreiben können. Sie sollen entzündungsbedingte Veränderungen in Teilmustern in histologischen Abbildungen identifizieren und zuordnen können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- typische histopathologische Merkmale von Entzündungen der oberen Atemwege am Beispiel von Sinusitis und Tracheitis erkennen können.
- Entzündungsinfiltrate der akuten bakteriellen Pneumonie in den verschiedenen Entzündungsphasen beschreiben und anhand histologischer Bilder zuordnen können.
- die histologischen Veränderungen des diffusen Alveolarschadens in den unterschiedlichen Phasen beschreiben und anhand von histologischen Bildern zuordnen können.

### Lernspirale

Diese Lehrveranstaltung ermöglicht den Studierenden die praktische Anwendung der Kenntnisse, die im M03 "Biologie der Zelle" und M05 "Wachstum, Gewebe, Organ" erworben wurden. Das im M08 "Blut und Immunsystem" zum Thema 'Entzündung' erworbene Wissen wird angewandt. Die vermittelten histologischen Struktur-Funktionsbeziehungen der Atemwege und des Lungenparenchyms helfen den Studierenden bei der Vertiefung von Lehrinhalten dieses Moduls.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- **Lüllmann-Rauch: Taschenlehrbuch Histologie (3. Aufl.):** Kapitel: Störungen der Atmung, Pathologie des Atemtraktes
- **Welsch: Lehrbuch Histologie (1. Aufl.):** Kapitel: Störungen der Atmung, Pathologie des Atemtraktes

## Wenn die Luft nicht mehr ausreicht - Grundlagen der maschinellen Beatmung

### Praktikum (Großgruppe) (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC07 - Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

Die Studierenden lernen die technische Umsetzung einer Überdruckbeatmung als nicht-invasive Beatmung kennen. Im Selbstversuch kann die Bedeutung der verschiedenen Parameter am Beatmungsgerät erfahren werden. Neben pathophysiologischen Aspekten sollen zudem die Auswirkungen einer Beatmungstherapie auf die Autonomie eines Menschen herausgearbeitet werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Anatomischer Aufbau des respiratorischen Systems. Grundlagen der Atmungsregulation und der Atemmechanik. Größenordnung der physiologischen statischen und dynamischen Lungenvolumina. Grundlagen des Gasaustauschs. Grundlegende Kenntnisse in der Blutgasanalyse und Normwerte für pO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, pH, HCO<sub>3</sub> und BE. Physiologie des Lungenkreislaufs.

Mitzubringen sind: weißer Kittel, Namensschild, Stethoskop.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die grundlegenden Unterschiede zwischen physiologischer Atmung und einer maschinellen Beatmung beschreiben können und letzteres als ein wichtiges symptomatisches Behandlungsprinzip sowohl bei akuter als auch chronischer respiratorischer Insuffizienz erklären können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die prinzipiellen Unterschiede zwischen physiologischer Atmung und mechanischer Beatmung hinsichtlich thorakaler Druckverhältnisse darlegen können.
- den Unterschied zwischen einer assistierten und einer kontrollierten Beatmung erläutern können.
- ◆ die Bedeutung der unterschiedlichen Techniken (invasiv/nicht invasiv) der maschinellen Beatmung für die Autonomie (Mobilität, Nahrungsaufnahme, Kommunikation) der Patient\*innen reflektieren können.

#### Lernspirale

Eine Beatmungstherapie ist heute nicht mehr auf Intensivstationen beschränkt, Patientinnen/ Patienten mit chronischer Atmungsschwäche können eine Beatmung autonom oder mit Hilfe von Betreuungspersonen im häuslichen Umfeld durchführen. Das Praktikum ist damit nicht nur Grundlage für das zukünftige M36 "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod" sondern behandelt auch eine wichtige Therapieoption für chronisch kranke Patientinnen/ Patienten. Somit ist ein direkter Bezug zu den Modulen 25 "Erkrankungen des Thorax" und 30 "Neurologische Erkrankungen" gegeben. Es besteht zudem ein wichtiger Zusammenhang mit der Palliativmedizin, da viele Patientinnen/ Patienten mit Langzeitbeatmung keine kurativen Therapieoptionen mehr haben.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Silbernagl: Physiologie \(7. Aufl.\): Kapitel Atmung](#)

*Buch:*

- [Silbernagl: Physiologie \(7. Aufl.\): Kapitel Atmung](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [Oczenski: Atemphysiologie und Beatmungstechnik \(8. Aufl.\)](#)

## Patient\*in mit Behinderung der oberen Atemwege

### Untersuchungskurs (113 Minuten)

#### Einrichtung

CC16 - Klinik für Audiologie und Phoniatrie - CCM/CVK

#### Kurzbeschreibung

Die Studierenden werden in die gängigen Untersuchungstechniken der oberen Atemwege eingeführt. Dies geschieht interdisziplinär durch die Kliniken für Audiologie/Phoniatrie und HNO-Heilkunde, wobei die Studierenden in Gruppen mehrere Stationen durchlaufen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundzüge der Anatomie der oberen Atemwege (Nase, Pharynx und Larynx) und der Physiologie der Atmung werden vorausgesetzt. Die theoretischen Grundlagen für diesen Untersuchungskurs werden in den Lehrveranstaltungen dieses Moduls fächerübergreifend erarbeitet.

Mitzubringen sind: weißer Kittel, Namensschild und U-Kurs-Untersuchungsinstrumente.

Die Selbstschulung "Hygiene" muss vor dem ersten Patientenkontakt absolviert (Blackboard) und auf HIS bestätigt werden.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen physiologische und pathologische Befunde der oberen Atemwege erheben können, die Prinzipien der Versorgung mit Trachealkanülen begreifen sowie die Bedeutung einer Obstruktion für die körperliche Belastbarkeit und Kommunikation ableiten können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- bei Patient\*innen mit Kanülierung der Trachea die Bedeutung der oberen Luftwege für die körperliche Belastbarkeit und Kommunikation ableiten können.
- ▶ die Untersuchung der Nasenhaupthöhlen mittels Nasenspekulum sowie die Untersuchung der Mundhöhle mittels Zungenspatel korrekt durchführen können.
- ♣ bei gegebenen Patient\*innen eine auf die oberen Luftwege fokussierte Anamnese und körperliche Untersuchung durchführen, den Befund dokumentieren und im Vergleich zu einem Normalbefund einordnen können.

#### Lernspirale

Die Lerninhalte verknüpfen anatomische und physiologische Grundlagen mit nachfolgenden Inhalten des Moduls 29 "Erkrankungen des Kopfes, Halses und endokrinen Systems" und vermitteln außerdem Basisfertigkeiten, die für die spätere ärztliche Tätigkeit essentiell sind.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen](#): Nase, Pharynx und Larynx

## 13-3: Der Kessel brodeln

POL (180 Minuten)

### POL-Fall-Titel

Der Kessel brodeln

## Differentialdiagnose 'Lungenödem'

Fachvorlesung (90 Minuten)

### Einrichtung

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

### Kurzbeschreibung

Differentialdiagnosen und -therapien bei Lungenödem



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die klinischen Untersuchungsbefunde eines Lungenödems, die unterschiedlichen Pathophysiologien und die daraus resultierenden Therapiestrategien darlegen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die klinischen Zeichen eines Lungenödems benennen können.
- die unterschiedlichen Ursachen (Pathophysiologie) des Lungenödems darlegen können.
- diagnostische Möglichkeiten zur Schweregradabschätzung und zur Ursachenzuordnung beim Lungenödem darlegen können.
- therapeutische Möglichkeiten beim Lungenödem in Abhängigkeit von der Pathogenese benennen können.

## Patient\*in mit pulmonaler Hypertonie

### Patientenvorstellung (Vorlesung) (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

Im Rahmen der Fallvorstellung sollen anhand der klinischen Symptome des Patienten oder der Patientin die Pathogenese und die Pathophysiologie einer pulmonalen Hypertonie erläutert werden. Neben der diagnostischen Vorgehensweise sollen zudem die grundlegenden Behandlungsmöglichkeiten vorgestellt und die Prinzipien der ärztlichen Betreuung vermittelt werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse über den Aufbau des Kreislaufsystems und die Druckverhältnisse im großen und kleinen Kreislauf (Modul 11) und deren Regulation werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen Ursachen und Auswirkungen einer pulmonalarteriellen Hypertonie beschreiben können. Sie sollen die klinischen Zeichen und Symptome sowie die Grundzüge von Diagnostik und Therapie erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Pathogenese einer pulmonalarteriellen Hypertonie erläutern und die Auswirkungen auf Hämodynamik und Gasaustausch beschreiben können.
- die bei Patient\*innen mit pulmonalarterieller Hypertonie zu erwartenden spezifischen Angaben in der Anamnese und die Befunde bei der körperlichen Untersuchung beschreiben können.
- die Grundzüge der medizinischen Diagnostik, Therapie und Betreuung bei Patient\*innen mit pulmonalarterieller Hypertonie herleiten können.

#### Lernspirale

Die Fallvorstellung baut auf M11 "Herz und Kreislaufsystem" auf bzw. erweitert dieses um die Pathophysiologie der Rechtsherzbelastung. Es werden wichtige Grundlagen für das Verständnis von äußerer und innerer Atmung und den engen Zusammenhang von Lunge und Herz-Kreislaufsystem vermittelt. Diese sind wiederum Voraussetzung für die späteren Module (M25 "Erkrankungen des Thorax" und M36 "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod").

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\)](#): Kapitel "Lungenkreislauf", "Lungenperfusion"

*Bücher:*

- [Herold: Innere Medizin](#): Kapitel "Pulmonale Hypertonie"
- [Schmidt/Lang: Physiologie des Menschen \(31. Aufl.\)](#): Kapitel "Lungenkreislauf", "Lungenperfusion"

## Beeinträchtigung der Atmung durch Asbest-verursachte Erkrankungen

### Fachvorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC01 - Institut für Arbeitsmedizin - CBF

#### Kurzbeschreibung

Etwa eine Million Beschäftigte in Deutschland sind berufsbedingt gesundheitsgefährdenden Staubexpositionen ausgesetzt. Da Asbest und andere Faserstäube unterschiedliche Erkrankungen hervorrufen können, die die Atmung über verschiedene Mechanismen beeinflussen, kann an diesem Beispiel eine exemplarische Darstellung der Pathomechanismen und Konsequenzen einer pulmonalen Fremdstoffbelastung erfolgen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Es werden Kenntnisse über die Anatomie der oberen Atemwege vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Risiken von Staubexposition und die beruflichen Expositionsmöglichkeiten erläutern können. Sie sollen Symptome, die auf eine berufliche Staubexposition hinweisen können und die Prävention beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- typische Expositionssituationen mit Gefährdungspotential für Lungenerkrankungen aufzählen und zuordnen können.
- die wichtigsten klinischen Manifestationen und pathogenetischen Mechanismen der verschiedenen durch Faserstäube verursachten Erkrankungen erklären können (Fibrose, Karzinom, Mesotheliom).
- einschätzen können, wie die Höhe und Zeitdauer der Exposition mit Asbest (und anderen Faserstäuben) die Art und Häufigkeit der durch Faserstäube verursachten Erkrankungen beeinflusst.
- gesundheitsrelevante Einflüsse von Stäuben durch die Arbeit erkennen und bei der Beurteilung einschätzen können.

#### Lernspirale

Es werden Präventionskonzepte, die in M06 "Mensch und Gesellschaft" eingeführt wurden, aufgegriffen und auf den konkreten Fall 'Asbestbedingte Lungenerkrankungen' bezogen. Das Wissen über Entzündungsmechanismen, die in M08 "Blut und Immunsystem" besprochen wurden, wird wieder aufgegriffen.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- [Aktories/Förstermann: allg. & spez. Pharmakologie \(10. Aufl.\): Kapitel: "Wichtige Gifte und Vergiftungen"](#)
- [Nowak: Arbeitsmedizin und klinische Umweltmedizin \(2. Aufl.\): S.101-103](#)

*Weblink:*

- [Merkblätter Berufskrankheiten](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Artikel:*

- Pathologisch-anatomische Befunde und versicherungsmedizinische Aspekte, Dtsch Arztebl

## Patient\*in mit Lungenfibrose

### Patientenvorstellung (Vorlesung) (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

Im Rahmen der Vorlesung wird eine Patientin oder ein Patient mit Lungenfibrose vorgestellt. Anhand des konkreten Fallbeispiels werden die Auswirkungen dieser Erkrankung auf Atmung, Gasaustausch und Lungenkreislauf exemplarisch erläutert und die Pathophysiologie der pulmonal-restriktiven Ventilationsstörung, der Diffusionsstörung und der sekundären pulmonalen Hypertonie diskutiert. Zudem werden die Mechanismen der fibrosierenden Entzündungsreaktion an der Blut-Luft-Schranke und ihre molekularen Abläufe präsentiert.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnis der Anatomie des respiratorischen Systems. Grundlagen der Atemmechanik. Grundlagen des Gasaustauschs. Basale Mechanismen der Entzündungsreaktion und des Bindegewebsstoffwechsels. Grundlagen der Physiologie des Lungenkreislaufs.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen am Beispiel der Lungenfibrose Ursachen und Auswirkungen einer Diffusionsstörung und restriktiven Ventilationsstörung beschreiben können. Sie sollen die klinischen Zeichen und Symptome sowie die Grundzüge von Diagnostik und Therapie erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- auf pathophysiologischer Grundlage die Auswirkungen einer Lungenfibrose auf den Gasaustausch und die Ventilation beschreiben können.
- die bei Lungenfibrose zu erwartenden spezifischen Angaben in der Anamnese und die Befunde bei der körperlichen Untersuchung benennen können.
- die klinischen Symptome und die Beschwerden betroffener Patient\*innen bei Lungenfibrose beschreiben können.
- die Grundzüge der medizinischen Diagnostik, Therapie und Betreuung von Patient\*innen mit Lungenfibrose darlegen können.

#### Lernspirale

Die Fallvorstellung soll das pathophysiologische Verständnis für die Ausbildung einer Diffusionsstörung und einer pulmonal restriktiven Ventilationsstörung vertiefen, sowie den Unterschied zwischen einer pulmonalen gegenüber einer extrapulmonalen (thorako-abdominellen) Restriktion verdeutlichen. Darüber hinaus wird der Zusammenhang zwischen Gasaustauschsystem und Atempumpe veranschaulicht, ebenso wie die Mechanismen, die zu einer Hypoxämie bzw. zu einer Hyperkapnie führen, und deren sekundären Auswirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem. Die Vorlesung ist damit auch Grundlage für spätere Module wie M25 "Erkrankungen des Thorax" und M36 "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod".

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vertiefung

*Bücher:*

- [Benninghoff, Drenckhahn: Anatomie](#): Thema Lungenfibrose
- [Herold: Innere Medizin](#): Thema Lungenfibrose
- Quernheim: Interstitielle Lungenerkrankungen (1. Aufl.)

## Grundlagen des Säure-Basen-Haushaltes

### Seminar mit klinischem Bezug (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

CC02 - Institut für Medizinische Physik und Biophysik - CCM

#### Kurzbeschreibung

Als Grundlage zum Verständnis des Säure-Basen-Gleichgewichts wird zunächst am Beispiel der Kohlensäure das Konzept von Puffersystemen dargestellt. Durch Vergleich mit anderen physiologisch wichtigen Puffern wird der Einfluss der Säurestärke auf die Pufferkapazität erläutert. Die prinzipiellen Möglichkeiten zur Konstanzhaltung des pH-Werts werden schließlich in Beziehung zum Gasaustausch in der Lunge und zur Kohlendioxidproduktion durch die Zellatmung gestellt.

Anhand der möglichen Störungen des Säure-Basen-Haushalts und den labordiagnostisch fassbaren Veränderungen werden Algorithmen erarbeitet, die bei der Beurteilung der Blutgasanalytik angewendet werden können. Störungen des Säure-Basen-Haushalts sowie das diagnostische und therapeutische Vorgehen werden anhand klinischer Fallbeispiele vorgestellt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Puffereigenschaften des Blutes und des Gewebes beschreiben und diese in Beziehung zum Gasaustausch in der Lunge sowie zur Zellatmung setzen können. Sie sollen anhand der Blutgasanalytik Störungen des Säure-Basen-Haushalts erkennen und zuordnen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Bedeutung der drei wichtigsten physiologischen Puffersysteme (Hydrogencarbonat, Proteine, Phosphat) für das Säure-Basen-Gleichgewicht des menschlichen Körpers beschreiben können.
- die Säurestärke (pKs-Werte) interpretieren können.
- am Beispiel des Kohlendioxid/Bicarbonat-Puffers den Zusammenhang zwischen Konzentration und pH-Wert (Henderson-Hasselbalch-Gleichung) quantitativ erstellen können.

#### Lernspirale

Das Verständnis des Säure-Basen-Haushaltes ist eine wichtige Voraussetzung zur Bewertung respiratorischer und metabolischer Störungen bei akuten und chronischen Erkrankungen der Lunge bzw. der Atempumpe, des Herzens, der Niere aber auch des Verdauungstraktes. Das Seminar ist damit eine wichtige Grundlage für dieses Modul, aber auch für eine Vielzahl weiterer Module, insbesondere M25 "Erkrankungen des Thorax", M26 "Erkrankungen des Abdomens", M33 "Schwangerschaft, Geburt, Neugeborene und Säuglinge" und M36 "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod".

## "Der Erstickungstod" oder "viele Erstickungstode"?

Integriertes interdisziplinäres Seminar (90 Minuten)

### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

CC05 - Institut für Rechtsmedizin - GSZM

### Kurzbeschreibung

Gemeinsam mit den Studierenden wird zunächst die Missverständlichkeit des deutschen Wortes 'Ersticken' diskutiert. Es werden die verschiedenen physiologischen Möglichkeiten der Unterbrechung von Sauerstoffaufnahme, -transport und -verwertung aufgeworfen. Anhand von erstellten Mini-Kriminalfällen lernen die Studierenden, die physiologischen und morphologischen Unterschiede des Erstickungstodes zu erkennen. Dieses Seminar soll dazu dienen, Wissen aus Physiologie, Biochemie und Klinik miteinander zu vernetzen. Durch diese Verknüpfungen und ihre interaktive Diskussion soll das Wissen um die zugrundeliegenden Mechanismen mobilisiert und leichter erinnert werden.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die bisher vermittelten Inhalte des Moduls werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen unterschiedliche Mechanismen aus allen Bereichen der Atmungsphysiologie, die beim 'Ersticken' eine Rolle spielen können, erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die verschiedenen funktionellen und strukturellen Veränderungen als Ursache des Erstickens beschreiben können.
- alveoläre Diffusionsstörungen als Ursache des Erstickens beschreiben können.
- Störungen des Gastransports durch Vergiftungen (am Beispiel von Kohlenstoffmonoxid) erklären können.
- die Rolle der Atemregulation bei verschiedenen Erstickungsarten beschreiben können.

### Lernspirale

In diesem Seminar werden während des Moduls "Atmung" und in vorangegangenen Modulen (z. B. M11 "Herz und Kreislaufsystem") erworbene Kenntnisse zusammengeführt und vertieft. Dieses Seminar stellt eine Synopse des im Modul 13 vermittelten Wissens dar. Das hier erworbene Wissen ist grundlegend für das Verständnis klinischer und rechtsmedizinischer Aspekte, z. B. bei Beatmungspatienten/-patientinnen und Opfern von Gewaltdelikten. Diese Aspekte werden in späteren Modulen wie M25 "Erkrankungen des Thorax" oder M36 "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod" weiterentwickelt.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel Atmung](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Weblinks:*

- <http://www.cyanidvergiftung.de/cyanid.htm>
- <http://www.gifte.de/>
- [http://www.mh-hannover.de/fileadmin/institute/rechtsmedizin/downloads/Remed\\_Script\\_Mai2011.pdf](http://www.mh-hannover.de/fileadmin/institute/rechtsmedizin/downloads/Remed_Script_Mai2011.pdf)

## Grundlagen der bildgebenden Thoraxdiagnostik

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC06 - Institut für Radiologie (mit dem Bereich Kinderradiologie) - CBF/CCM/CVK

#### Kurzbeschreibung

In diesem Seminar werden die technischen Grundlagen der radiologischen Thoraxdiagnostik vorgestellt und ein Überblick über Indikationsstellung und Durchführung gegeben. Die Studierenden lernen wichtige Phänomene der Projektionsradiographie (wie zum Beispiel das Silhouetten-Phänomen) und der Schnittbilddiagnostik und ihre Auswirkungen auf die Bildinterpretation kennen sowie eine Thoraxaufnahme qualitativ einzuordnen. Im Vergleich zwischen konventioneller Aufnahme bei stehender und liegender Person, in einer und in zwei Ebenen und einer computertomographischen Aufnahme eignen sie sich Wissen über die diagnostische Aussagekraft, aber auch die Belastung für die Patientin/ den Patienten, den Aufwand und die damit verbundenen Kosten der Untersuchung an. Im zweiten Teil wird das vermittelte Wissen anhand von Beispielbildern in engem Bezug zu den Leitkrankheiten des Moduls praxisnah vertieft und einige ausgewählte, häufige Befunde vorgestellt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Online-Material zur Aufnahmetechnik im Blackboard-Kurs des Moduls.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen eine konventionelle Thorax-Röntgenaufnahme bezüglich einfacher Qualitätskriterien, grundlegender physiologischer und pathologischer Befunde und ihren Vor- und Nachteilen beurteilen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Qualitätskriterien für eine konventionelle Röntgenaufnahme des Thorax benennen und herleiten können.
- die konturbildenden Strukturen in einer konventionellen Röntgenaufnahme des Thorax zeigen, benennen und zuordnen können.
- in einer gegebenen Röntgenaufnahme des Thorax einen Normalbefund beschreiben und typische pathologische Befundkonstellationen (Pneumothorax, Emphysemthorax, Lungenfibrose, Pneumonie, pulmonalvenöse Stauungszeichen) beurteilen und zuordnen können.

#### Lernspirale

Es werden die grundlegenden Prinzipien der Strahlenabsorption (Modul 2 "Bausteine des Lebens" und Modul 3 "Biologie der Zelle") in Bezug auf die Bildentstehung aufgegriffen, um Phänomene der radiologischen Bildinterpretation zu erklären. Das hier vermittelte Wissen wird im Modul 25 "Erkrankungen des Thorax" im Hinblick auf differentialdiagnostische Überlegungen vertieft und erweitert.

## Präparierkurs Lunge/ Thorax II

### Präparierkurs (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

#### Kurzbeschreibung

An den bereits entnommenen Lungen werden die im Hilum ein- und austretenden Strukturen demonstriert und besprochen. Die Lungen werden derart präpariert, dass die Aufzweigung der Bronchien, Lungenarterien und Lungenvenen sichtbar wird. Die Gefäße (Vasa privata, Vasa publica) und Bronchien inklusive ihrer Lagebeziehungen und Aufzweigungen werden besprochen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Zur Vorbereitung sollten die in den ersten beiden Modulwochen besprochenen Inhalte beherrscht werden. Mitzubringen sind: weißer Kittel, Namensschild, Präparierbesteck, geeignete Einmalhandschuhe.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den morphologischen Aufbau der Lunge inklusive Struktur-Funktionsbeziehungen erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Eigenschaften und Bedeutung der Vasa publica und der Vasa privata der Lunge erläutern können.
- Aufbau und Gliederung der Lungen, ihre Lagebeziehungen und die am Lungenhilum ein- und austretenden Strukturen beschreiben und am anatomischen Präparat oder Modell und auf Abbildungen benennen können.

#### Lernspirale

Dieser Kurstag des Präparierkurses baut auf dem im M11 "Herz und Kreislauf" erworbenen Wissen zum Brustsitus und zu den serösen Höhlen auf. Er schafft Grundlagen für M25 "Erkrankungen des Thorax".

#### Empfehlungen

## Gastransport im Blut und dessen Beziehung zum Säure-Base-Haushalt Praktikum (Großgruppe) (180 Minuten)

### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

### Kurzbeschreibung

Die Hauptfunktion des Hämoglobins ist der Sauerstofftransport im Blut. Die Sauerstoffabgabe wird durch verschiedene Bedingungen (Temperatur, pH-Wert, pCO<sub>2</sub> oder 2,3-BPG) beeinflusst. Im Praktikum wird mithilfe eines Tonometers (Einstellung verschiedener pCO<sub>2</sub> Bedingungen) und eines Blutgasanalyse-Automaten eine Sauerstoffbindungskurve aufgenommen sowie respiratorische Störungen im Säure- Basen-Haushalt simuliert.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Aufbau und Struktur von Hämoglobin sowie dessen Funktion für die Sauerstoffversorgung der Gewebe. CO<sub>2</sub> als ein Endprodukt des oxidativen zellulären Stoffwechsels, das zur Lunge transportiert werden muss. Kenntnis des stabilen Blut-pH-Wertes unter physiologischen Bedingungen. Die Kenntnis des Praktikumsskripts wird vorausgesetzt. Bitte beachten Sie die Kittelpflicht für Praktika! Die Kenntnisnahme der Kursregeln inklusive Betriebsanweisung gemäß Gefahrstoffverordnung ist vor Kursbeginn auf HIS zu bestätigen.



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen unter Einbeziehung der Parameter der Blutgasanalyse erklären können, wie man respiratorische Änderungen im Säure-Basenhaushalt erkennen und die Kapazität der Versorgung peripherer Gewebe mit Sauerstoff einschätzen kann.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- mit dem Ergebnis einer Blutgasanalyse respiratorische Störungen im Säure-Basen-Haushalt erklären können.
- die Normwerte für pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, sO<sub>2</sub>, p50, ctHb im arteriellen und venösen Blut erläutern können.
- physiologische Einflüsse, die die Sauerstoffaffinität zum Hämoglobin beeinflussen, benennen können.
- die molekulare Wirkungsweise des Atemgiftes Kohlenstoffmonoxid erklären können.
- die zentrale Bedeutung der erythrozytären Carboanhydrase beim CO<sub>2</sub>-Transport und bei der pH-Wertregulation im Blut erklären können.

### Lernspirale

In M08 "Blut und Immunsystem" haben die Studierenden die Hämoglobinstruktur kennen gelernt. In diesem Praktikum soll darauf aufbauend die Kooperativität der Untereinheiten bei der Sauerstoffbindung und der Einfluss unterschiedlicher CO<sub>2</sub>-Konzentrationen (respiratorische Azidose/ Alkalose) untersucht werden.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Books:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\)](#): Zur Problematik Carboanhydrase und CO-Vergiftung: Kap. 32 "Blut"
- [Silbernagl: Physiologie \(7. Aufl.\)](#): Kap. "Atemgastransport im Blut" und "Säure-Basen-Haushalt"

*Bücher:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\):](#) Zur Problematik Carboanhydrase und CO-Vergiftung: Kap. 32 "Blut"
- [Silbernagl: Physiologie \(7. Aufl.\):](#) Kap. "Atemgastransport im Blut" und "Säure-Basen-Haushalt"

## Lungenfunktionsprüfung Praktikum (Kleingruppe) (90 Minuten)

### Einrichtung

CC01 - Institut für Arbeitsmedizin - CBF

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Translationale Physiologie - CCM

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

### Kurzbeschreibung

Die Studierenden sollen im Selbstversuch einer Teilnehmerin/ eines Teilnehmers eine komplette Lungenfunktionsprüfung inklusive Bodyplethysmographie, Messung der Diffusionskapazität, Atemmuskelfunktionstest, Hustenstoß und Blutgasanalyse durchführen und die Ergebnisse bewerten.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Mitzubringen sind: weißer Kittel, Namensschild.



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den Ablauf einer kompletten Lungenfunktionsprüfung mit Messung der verschiedenen Parameter der Ventilation und des Gasaustauschs beschreiben, durchführen und auswerten können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Durchführung einer Bodyplethysmographie beschreiben und die wichtigsten Messparameter benennen können.
- die Durchführung eines Diffusionstests beschreiben und die Messparameter benennen können.
- die Durchführung eines Atemmuskelfunktionstests beschreiben und die Messparameter benennen können.
- ▶ die Anwendung eines Peak-Flow-Meters demonstrieren können.
- ▶ eine Messung der Hustenkapazität durchführen und das Messergebnis diskutieren können.

### Lernspirale

Im praktischen Selbstversuch werden die bislang im Modul erworbenen Kenntnisse der Funktionen 'Ventilation' und 'Gasaustausch' vertieft. Die Inhalte des Praktikums sind Grundlage für die Differentialdiagnostik zahlreicher Erkrankungen, insbesondere bereitet das Praktikum auf das Modul 25 "Erkrankungen des Thorax" vor.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- Bösch: Lungenfunktionsprüfung (2. Aufl.)

*Buch:*

- Bösch: Lungenfunktionsprüfung (2. Aufl.)

Empfehlung zur Vertiefung

*Weblinks:*

- <http://www.ersnet.org>
- <http://www.lungenaerzte-im-netz.de>

## Motivierende Gesprächsführung KIT (135 Minuten)

### Einrichtung

Diverse Einrichtungen

### Kurzbeschreibung

Die Motivierende Gesprächsführung (Rollnick und Miller) hat sich bei der Behandlung von Patientinnen und Patienten mit stoffgebundenen Abhängigkeitssyndromen (z.B. Nikotin, Alkohol, Cannabis) etabliert. Außerdem findet sie Anwendung bei der Veränderung gesundheitsschädlicher Verhaltensweisen, bei der Förderung eines gesunden Lebensstils, bei der Verbesserung der Medikamentenadhärenz sowie in vielen weiteren Bereichen. Die konkrete Anwendung der Prinzipien der Motivierenden Gesprächsführung im Arzt-Patienten-Kontakt sollte je nach Motivationsstadium, in dem sich die Patientin oder der Patient befindet, variiert werden. Zur Erfassung des jeweiligen Motivationsstadiums hat das Transtheoretische Modell (Prochaska) weite Verbreitung gefunden.

In den KIT-Terminen des vierten Semesters werden zunächst die Grundlagen der Motivierenden Gesprächsführung und des Transtheoretischen Modells erarbeitet. Darauf aufbauend wird die Motivierende Gesprächsführung durch Übungen, Rollenspiele und in Simulationspersonengesprächen trainiert.



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen das Modell der Motivierenden Gesprächsführung (Rollnick und Miller) und das Transtheoretische Modell (Prochaska und DiClemente) erläutern und diese Modelle im Arzt-Patient-Gespräch anwenden können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- ▶ ressourcenaktivierende und die Autonomie fördernde Gespräche mit Patient\*innen gestalten können.
- ▶ ein Arzt-Patient-Gespräch logisch strukturieren können (u.a. logische Anordnung einzelner Gesprächssequenzen, Benennung und Begründung der Übergänge von einer Gesprächssequenz zur nächsten, Strukturierung des Gesprächs durch kurze Zusammenfassungen wesentlicher Inhalte, Gesprächsabschluss).
- ▶ Techniken zur Motivierenden Gesprächsführung (Rollnick und Miller) anwenden können (i.S. der vier grundlegenden Prinzipien: Empathie, Diskrepanz erzeugen, Umgang mit Widerstand, Selbstwirksamkeit stärken).

### Empfehlungen

## Patient\*in mit Gasaustauschstörung

### Untersuchungskurs (113 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Klinik für Infektiologie und Intensivmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

Eine Gasaustauschstörung entsteht durch Einschränkungen der Diffusion und der Perfusion, sie kann daher die Folge von Erkrankungen der Lunge, aber auch des Herzkreislaufsystems sein. Pathophysiologisches Korrelat einer Gasaustauschstörung ist die Ausbildung einer akuten oder chronischen Hypoxämie. Die Studierenden erlernen während des Kurses die Grundzüge der Anamnese und der klinischen Untersuchung im Hinblick auf die Erfassung von Beschwerden und klinischen Symptomen bei Patient\*innen mit Gasaustauschstörungen, z. B. auf dem Boden eines Lungenödems, einer pulmonalen Hypertonie oder einer entzündlichen Lungenerkrankung.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Studierenden sollten den Aufbau des respiratorischen Systems kennen, insbesondere den anatomischen Aufbau von Lunge, Herz und Thorax. Darüber hinaus werden grundlegende Kenntnisse bezüglich Diffusion und Perfusion in der Lunge vorausgesetzt.

Mitzubringen sind: weißer Kittel, Namensschild und U-Kurs-Untersuchungsinstrumente.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Pathogenese sowohl akuter als auch chronischer Störungen des Gasaustauschs erläutern können. Sie sollen die Symptome und die klinischen Zeichen einer Hypoxämie und Grundzüge der Diagnostik und symptomatischen Therapie beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die visuelle Analogskala nach Borg zur Selbsteinschätzung von Luftnot durch Patient\*innen und ihre Anwendungsgebiete beschreiben können.
- ♣ bei gegebenen Patient\*innen eine auf Gasaustauschstörung fokussierte Anamnese und körperliche Untersuchung durchführen, den Befund dokumentieren und gegenüber einem Normalbefund abgrenzen können.
- ♣ bei gegebenen Patient\*innen eine pulsoxymetrische Untersuchung durchführen und den erhobenen Wert in Bezug zu einem Normalbefund beurteilen können.

#### Lernspirale

Die in diesem Untersuchungskurs vermittelten Fertigkeiten sind wichtige Grundlagen für die Diagnostik und Therapie von Erkrankungen der Lunge und des Herzkreislaufsystems. Darüber hinaus wird der enge klinische Zusammenhang zwischen pulmonalen und kardialen Erkrankungen und Erkrankungen der Niere und des blutbildenden Systems verdeutlicht. Der Kurs ist damit auch ein wichtiges Bindeglied zwischen den Modulen "Blut und Immunsystem" und "Herz und Kreislaufsystem" und den Modulen "Erkrankungen des Thorax", "Erkrankungen des Abdomens" und "Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod".

## **Modulworkshop Modul 13**

### Modulworkshop (45 Minuten)

#### **Einrichtung**

PDL - Prodekanat für Studium und Lehre

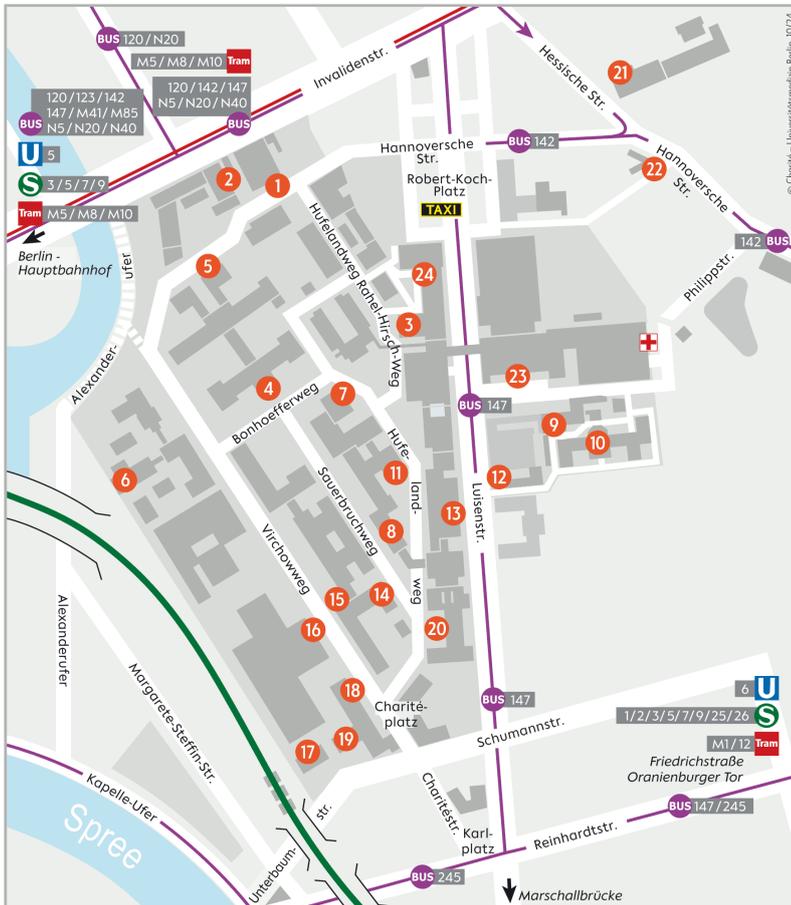
#### **Kurzbeschreibung**

Der Modulworkshop, moderiert von den studentischen Modulverantwortlichen, dient der Evaluation und Weiterentwicklung des Moduls. Auf kurzem und direktem Weg kann von den Studierenden Feedback entgegengenommen werden, das sich sowohl auf Inhalt als auch auf Aufbau und Struktur des Moduls beziehen kann. Die studentischen Modulverantwortlichen bringen dieses Feedback anschließend in die Modulreviews ein. Nutzt diese Chance, das Studium zu gestalten!

## 8. Veranstaltungsorte - Lagepläne der Charité-Campi

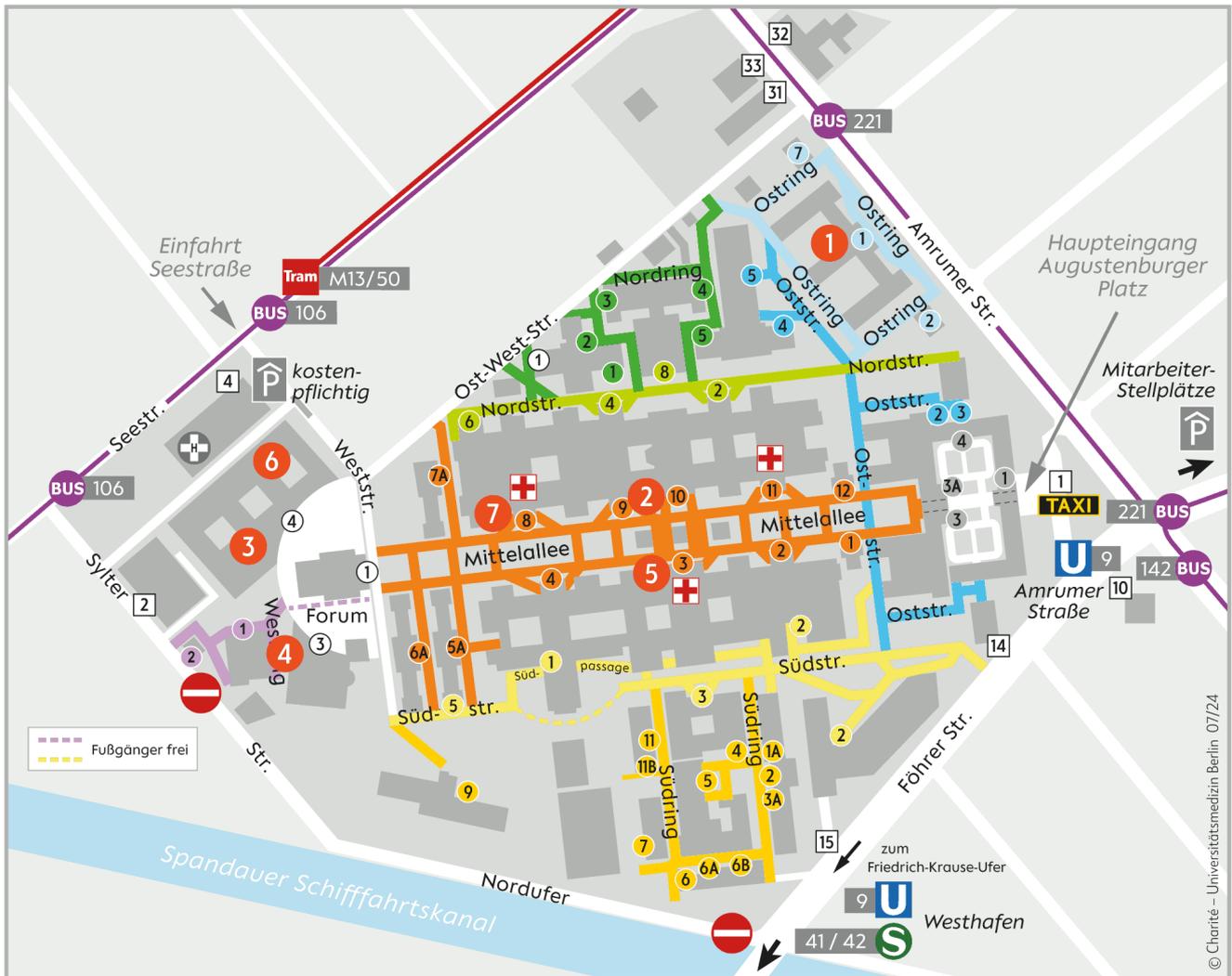


Campus Charité Mitte  
Charitéplatz 1  
10117 Berlin



- 1 Hörsaal 25 (Konrad Cohn), Hörsaal 26 (Georg Axhausen), Hörsaal 27 (Hermann Schröder), Hörsaal 28 (Willoughby Miller), Übungsräume 128 – 133, Seminarräume und Unterrichtsräume 101 – 164, Virchowweg 24
- 2 Seminar-, Unterrichts- und Übungsräume 001–062, Virchowweg 23
- 3 Hörsaal 29 (Erich Hoffmann), Seminarraum 430, Rahel-Hirsch-Weg 4
- 4 Hörsaal 24 (Carl Westphal), Bonhoefferweg 3
- 5 Unterrichtsräume 440 – 444, Virchowweg 19
- 6 Hörsaal 23 (Rudolph Virchow/Pathologie), Virchowweg 14
- 7 Seminarraum 420, Hufelandweg 9
- 8 Seminarraum 410, Hufelandweg 5
- 9 Hörsaal 32 (Oscar Hertwig), Anatomie, Medizinische Bibliothek (Oscar Hertwig-Haus), Philippstraße 11
- 10 Hörsaal 33 (Friedrich Kopsch), Hörsaal 34 (Hans Virchow/Anatomie), Präp-Säle, Histologiesaal, Sternsaal, Studienkabinett, Seminarraum 470 – 472, Anatomie (Wilhelm-Waldeyer-Haus), Philippstraße 11
- 11 Hörsaal (Ferdinand Sauerbruch), Hufelandweg 6
- 12 Seminarräume 460, 461, Luisenstraße 57
- 13 Hörsaal 31 (Rahel Hirsch), Luisenstraße 13
- 14 Hörsaal 22 (Innere Medizin), Sauerbruchweg 2
- 15 Seminarräume 401 – 405, Innere Medizin, Virchowweg 9
- 16 Übungsräume und Übungslabore 307 – 340 (CCO), Unterrichtsräume 305, 306, 341, 344, 348, Virchowweg 6
- 17 Lernzentrum, CIPom, Virchowweg 5
- 18 Lernzentrum, CIPom, Virchowweg 3
- 19 Hörsaal (Paul Ehrlich), Virchowweg 4
- 20 Therapieraum 450, Luisenstraße 13
- 21 Hörsaal 35 (Albrecht Kossel), Hessische Straße 3
- 22 Referat für Studienangelegenheiten, Hannoversche Straße 19
- 23 Seminar- und Unterrichtsräume 210 – 245, Bettenhochhaus, Luisenstraße 64
- 24 Seminarraum 435, Rahel-Hirsch-Weg 2

Campus Virchow-Klinikum  
Charitéplatz 1  
10117 Berlin

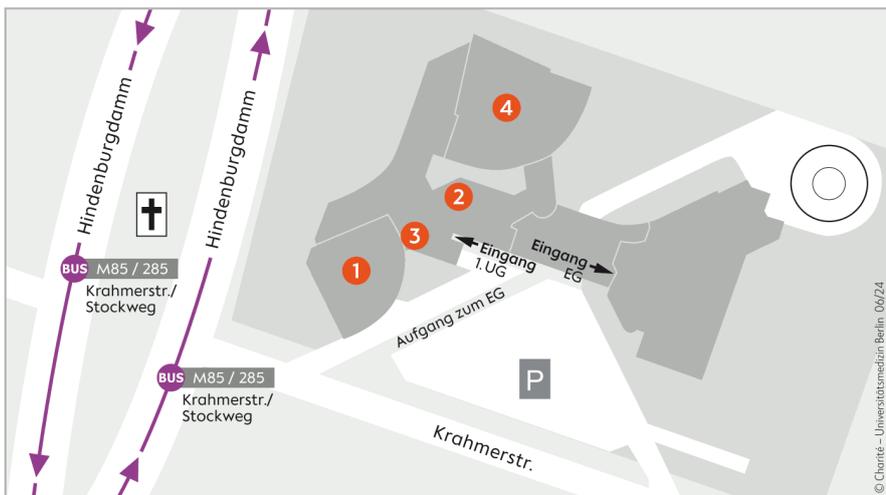


- 1 Hörsaal 7, Ostring 1
- 2 Hörsaal 6, Seminarraum 660, Seminarraum 661 und 662, Mittelallee 10
- 3 Hörsaal 4, Forum 4
- 4 Hörsaal 1–3, Seminarräume und Unterrichtsräume 501–537, Lehrgebäude, Forum 3
- 5 Gustav Bucky Hörsaal, (Zugang über die Radiologie-Anmeldung), Mittelallee 3
- 6 Übungsräume 601–604, 1. OG, Forum 4
- 7 Demonstrationsraum 01 4040, 1. Kellergeschoss, Kinderklinik, Mittelallee 8

Campus Benjamin Franklin  
Hindenburgdamm 30  
12200 Berlin



- |  |  |
|--|--|
| 1 Übungsraum 702, 703<br>Seminarraum 701, 704, 705   EG    | 6 Hörsaal 13   1. UG                     |
| 2 Seminarraum 721, 722<br>Übungsraum 724, 725   EG         | 7 Unterrichtsraum 801 + 802   Haus I     |
| 3 Unterrichtsraum 732<br>Seminarraum 730, 731, 733   1. OG | 8 Therapieraum 760   2. UG               |
| 4 Hörsaal 11   | 9 Unterrichtsraum 757, 758   1. UG       |
| 5 Hörsaal 12   | 10 Studentencafé   EG                    |
|  | 11 Seminarraum 750   1. UG               |
|  | 12 Unterrichtsraum 781 - 788   Haus XIII |



- |                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| 1 Hörsaal 14   EG      | 3 Unterrichtsraum 902   1. OG |
| 2 Seminarraum 901   EG | 4 Übungsraum 903   1. UG      |

