

# Modulhandbuch

2. Semester | WS 2021/22

Modul 8

**Blut und Immunsystem**

## 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:**

29.09.2021

**Grafik:**

Christine Voigts ZMD Charité

**Foto:**

Frank Wagner - fotolia

## 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. Blut   | 9  |
| 5.2. Gerinnung/Hämostase  | 10 |
| 5.3. Aufbau und Funktion des Immunsystems   | 11 |
| 5.4. Krankhafte Zustände des Immunsystems und ihre therapeutische Beeinflussbarkeit | 12 |
| <b>6. Beschreibung der Unterrichtsveranstaltungen</b>                               | 13 |
| <b>7. Unterrichtsveranstaltungen</b>  | 14 |
| <b>8. Veranstaltungsorte - Lagepläne der Charité-Campi</b>                          | 73 |

## Modul "Blut und Immunsystem"

### Modulverantwortliche(r):

**Prof. Dr. Carmen Scheibenbogen**

Institut für Medizinische Immunologie CVK

Tel: 450 - 524 103

eMail: carmen.scheibenbogen@charite.de

**Prof. Dr. Hartmut Kühn**

Institut für Biochemie

Tel: 450 - 528 040

eMail: hartmut.kuehn@charite.de

**Prof. Dr. Jörg Westermann**

Klinik für Hämatologie, Onkologie und Tumorimmunologie CVK

Tel: 450 - 553 141

eMail: joerg.westermann@charite.de

**Antonina Federrath**

Studierende der Charité

eMail: antonina.federrath@charite.de

### Modulsekretariat:

**Roswitha Brandt**

Prodekanat für Studium und Lehre

Tel: 450 - 576 372

eMail: roswitha.brandt@charite.de

Sprechzeiten: Mittwoch, 09:00-12:00

### Semesterkoordinator(in):

**Dr. Axel Schunk**

Centrum für Grundlagenmedizin

Tel: 450 - 528 384

eMail: axel.schunk@charite.de

### Studentische(r) Ansprechpartner(in) Medienerstellung/Blackboard:

**Marlen Soika-Weiß & Leon Schmidt**

Studierende der Charité

Tel: 450 - 676 164

eMail: medien-lehre@charite.de

## 1. Überblick über das Modul

Liebe Studierende des 2. Semesters,

dieses Modul ist das erste, das sich mit einem Organsystem beschäftigt. Das Blut- und das Immunsystem sind insofern besonders, als dass sie sich nicht auf eine umschriebene Organstruktur begrenzen lassen, sondern deren Zellen im gesamten Körper vorkommen. Auch die Komplexität und Plastizität des Blut- und Immunsystems unterscheidet es von den anderen Organen. Das Blut hat eine wichtige Bedeutung als Versorgungsstruktur des gesamten Organismus mit Sauerstoff und Nährstoffen. Gleichzeitig ist es ein Transport- und Verkehrsnetz für eine Vielzahl von Molekülen wie Hormone, Gerinnungsfaktoren, Abwehrfaktoren und Zellen des Immunsystems. Daraus ergibt sich, dass die Analyse der zellulären Blutbestandteile und der darin vorkommenden Moleküle auch ein zentrales Diagnostikum in der Medizin ist. Störungen von Blutzellen, Thrombozyten und Gerinnungsfaktoren spielen eine wichtige Bedeutung bei vielen Inneren Krankheiten.

Immunität leitet sich ab vom lateinischen immunis = frei sein von, und bedeutet im medizinischen Sinne die Freiheit von Infektionen. Das Wissen um die Immunität ist nicht neu und erste Ansätze einer therapeutischen Immunisierung gegen Pocken gab es wohl bereits vor 1000 Jahren in China. Die komplexe Regulation des Immunsystems funktioniert jedoch nicht immer fehlerfrei und so wissen wir heute, dass überschießende Immunantworten Ursache einer Vielzahl Innerer Krankheiten sind. Der besondere Reiz für eine/n Studierende/n der Charité ist, dass viele Grundlagen der modernen Immunologie hier an der Charité erforscht wurden, maßgeblich durch die Arbeiten von Emil von Behring, Robert Koch und Paul Ehrlich. Bis heute hat die Immunologie eine herausragende Bedeutung an der Charité und wir hoffen, dass es uns gelingt, auch Sie mit der Faszination der Immunologie „anzustecken“.

In diesem Modul gibt es drei Schwerpunkte: in der ersten Woche sind dies der Sauerstofftransport und damit die roten Blutzellen, in der 2. Woche die Blutgerinnung und in der 3. und 4. Woche das Immunsystem. Die Themen der Untersuchungskurse sind dazu passend die Anämie, die Lymphknotenvergrößerung und die Splenomegalie.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Erkenntnisgewinn in diesem Modul!

## 2. Semesterplan

| Wintersemester 2021/22 |        |          |          |            |         |                |        |
|------------------------|--------|----------|----------|------------|---------|----------------|--------|
| Monat                  | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Wochenrhythmus | Zyklus |
| Oktober                | 18     | 19       | 20       | 21         | 22      | 1. Woche       | A      |
| Oktober                | 25     | 26       | 27       | 28         | 29      | 2. Woche       | B      |
| November               | 1      | 2        | 3        | 4          | 5       | 3. Woche       | A      |
| November               | 8      | 9        | 10       | 11         | 12      | 4. Woche       | B      |
| November               | 15     | 16       | 17       | 18         | 19      | 5. Woche       | A      |
| November               | 22     | 23       | 24       | 25         | 26      | 6. Woche       | B      |
| Nov./Dez.              | 29     | 30       | 1        | 2          | 3       | 7. Woche       | A      |
| Dezember               | 6      | 7        | 8        | 9          | 10      | 8. Woche       | B      |
| Dezember               | 13     | 14       | 15       | 16         | 17      | 9. Woche       | A      |
|                        | 20     | 21       | 22       | 23         | 24      |                |        |
|                        | 27     | 28       | 29       | 30         | 31      |                |        |
| Januar                 | 3      | 4        | 5        | 6          | 7       | 10. Woche      | B      |
| Januar                 | 10     | 11       | 12       | 13         | 14      | 11. Woche      | A      |
| Januar                 | 17     | 18       | 19       | 20         | 21      | 12. Woche      | B      |
| Januar                 | 24     | 25       | 26       | 27         | 28      | 13. Woche      | A      |
| Jan./Feb.              | 31     | 1        | 2        | 3          | 4       | 14. Woche      | B      |
| Februar                | 7      | 8        | 9        | 10         | 11      | 15. Woche      | A      |
| Februar                | 14     | 15       | 16       | 17         | 18      | Prüfungswoche  | B      |
| Februar                | 21     | 22       | 23       | 24         | 25      | Prüfungswoche  | A      |

### 3. Modul-Rahmencurriculum

Die übergeordneten Rahmen-Lernziele des Moduls „Blut und Immunsystem“ lauten entsprechend der Studienordnung für den Modellstudiengang Medizin der Charité:

Die/der Studierende soll:

- den normalen makro- und mikroskopischen Aufbau des Blut- und Immunsystems und seine topographische Lage im menschlichen Körper beschreiben können,
- die Funktionen des gesunden Blut- und Immunsystems auf wissenschaftlicher Grundlage beschreiben können,
- einen Normalbefund bei Anamnese und körperlicher Untersuchung für das Blut- und Immunsystem erheben und gegenüber pathologischen Veränderungen abgrenzen können,
- bei ausgewählten Erkrankungen die wesentlichen morphologischen und funktionellen Veränderungen beschreiben 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                |           |                     |    | S10 |
| S9  | Schwangerschaft, Geburt, Neugeborene, Säuglinge                              | Erkrankungen des Kindesalters u. d. Adoleszenz | Geschlechtsspezifische Erkrankungen                               | Intensivmedizin, Palliativmedizin, Recht, Alter, Sterben und Tod | Wissenschaftliches Arbeiten III    | Prüfungen |                     | S9 |     |
| KIT • Modulunterstützende Vorlesungen                           |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S8  | Erkrankungen des Kopfes, Halses und endokrinen Systems                       | Neurologische Erkrankungen                     | Psychiatrische Erkrankungen                                       | VL 4 Block   | Vertiefung/Wahlpflicht III         | Prüfungen |                     | S8 |     |
| KIT • Modulunterstützende Vorlesungen                           |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S7  | Erkrankungen des Thorax  | Erkrankungen des Abdomens                      | Erkrankungen der Extremitäten                                     | VL 3 Block   | Vertiefung/Wahlpflicht II          | Prüfungen |                     | S7 |     |
| GäDH • Modulunterstützende Vorlesungen                          |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S6  | Abschlussmodul 1. Abschnitt  | Sexualität und endokrines System               | Wissenschaftliches Arbeiten II                                    | Vertiefung/Wahlpflicht I   |                                    | Prüfungen |                     | S6 |     |
| KIT • Modulunterstützende Vorlesungen                           |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S5  | Systemische Störungen als Krankheitsmodell                                   | Infektion als Krankheitsmodell                 | Neoplasie als Krankheitsmodell                                    | Psyche und Schmerz als Krankheitsmodell                          | VL 2 Block                         | Prüfungen |                     | S5 |     |
| POL • KIT • Modulunterstützende Vorlesungen                     |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S4  | Atmung   | Niere, Elektrolyte                             | Nervensystem  | Sinnesorgane   |                                    | Prüfungen |                     | S4 |     |
| POL • KIT • Modulunterstützende Vorlesungen                     |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S3  | Haut   | Bewegung                                       | VL 1 Block  | Herz und Kreislaufsystem   | Ernährung, Verdauung, Stoffwechsel | Prüfungen |                     | S3 |     |
| POL • GäDH • Modulunterstützende Vorlesungen                    |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S2  | Wachstum, Gewebe, Organ  | Gesundheit und Gesellschaft                    | Wissenschaftliches Arbeiten I                                     | Blut und Immunsystem   |                                    | Prüfungen |                     | S2 |     |
| POL • KIT • Untersuchungskurs • Modulunterstützende Vorlesungen |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |
| S1  | Einführung   | Bausteine des Lebens                           | Biologie der Zelle  | Signal- und Informationssysteme                                  |                                    | Prüfungen |                     | S1 |     |
| POL • KIT • Untersuchungskurs • Modulunterstützende Vorlesungen |  |  |   |  |                                    |           |                     |    |     |

Abbildung: Übersicht Modulplan Modellstudiengang Medizin

Abkürzungen:

S: Semester, POL: Problemorientiertes Lernen

## 5. Übersicht über die Unterrichtsveranstaltungen

### 5.1. Blut

In der ersten Woche steht der Erythrozyt thematisch im Zentrum, der die wichtige Aufgabe hat, den gesamten Organismus mit Sauerstoff zu versorgen und das Stoffwechselprodukt CO<sub>2</sub> abzutransportieren. Physiologische, biochemische und rheologische (Blutströmung) Aspekte stehen genauso auf dem Lehrplan, wie die Einführung in das wichtige Krankheitssymptom der Anämie (Mangel an roten Blutkörperchen) und die Technik der Blutentnahme. Vorlesung und Mikroskopierpraktikum geben einen Überblick der Anatomie des Blut-/Immunsystems und der Zusammensetzung des Differentialblutbildes.

| Veranstaltung        | Titel  | Lehrformat                       | UE   | Seite |
|----------------------|--|----------------------------------|------|-------|
| Einführung           | Organisatorische Einführung in Modul 8   | Moduleinführung                  | 0.67 | 14    |
| POL                  | POL M08-1  | POL                              | 4.00 | 14    |
| Vorlesung            | Einführung in das Modul  | Fachvorlesung                    | 1.00 | 14    |
| Vorlesung            | Anatomische Grundlagen Blut und Immunsystem  | Fachvorlesung                    | 2.00 | 15    |
| Vorlesung            | Physiologie der Erythrozyten: Erythropoese   | Fachvorlesung                    | 1.00 | 16    |
| Patientenvorstellung | Patient*in mit Anämie  | Patientenvorstellung (Vorlesung) | 1.00 | 17    |
| Vorlesung            | Glukose als einziges energielieferndes Substrat von roten Blutzellen   | Fachvorlesung                    | 1.00 | 18    |
| Info MPP             | Info Stationenprüfung  | Informationsveranstaltung        | 0.50 | 20    |
| Seminar 1            | Hämoglobin und Myoglobin   | Fachseminar                      | 2.00 | 21    |
| Seminar 2            | Hämorheologie  | Fachseminar                      | 2.00 | 22    |
| Seminar 3            | Besonderheiten des Erythrozytenstoffwechsels als metabolische Grundlage für erythrozytenspezifische Funktionen | Fachseminar                      | 2.00 | 23    |
| Praktikum            | Erythrozytenindices  | Praktikum (Großgruppe)           | 2.00 | 25    |
| Praktikum            | Blutentnahme, Präanalytik, Ausstrich   | Praktikum (Kleingruppe)          | 2.00 | 26    |
| Praktikum            | Hämatologisches Mikroskopieren (peripherer Blutausstrich)  | Histologiekurs                   | 3.33 | 28    |
| KIT                  | Sozialanamnese   | KIT                              | 3.00 | 30    |
| Untersuchungskurs    | Wiederholung und Vertiefung Patientenuntersuchung: Abdomen - Termin 13   | Untersuchungskurs                | 2.50 | 31    |

UE: Unterrichtseinheiten

## 5.2. Gerinnung/Hämostase

In der zweiten Woche liegt der Fokus auf der Blutgerinnung und deren Hauptspielern, den Thrombozyten (Blutplättchen) und den Gerinnungsfaktoren. Auch hier wird neben den Grundlagen bereits klinisches Wissen zur Thrombozytopenie, zu Störungen der plasmatischen Gerinnung, den wichtigsten Gerinnungstests und die pharmakologische Beeinflussung von Hämostase erworben.

| Veranstaltung        | Titel   | Lehrformat                       | UE   | Seite |
|----------------------|---|----------------------------------|------|-------|
| Belehrung            | Einführung Präparierkurs                              | Sicherheitsbelehrung             | 1.00 | 32    |
| POL                  | POL M08-2   | POL                              | 4.00 | 33    |
| Vorlesung            | Primäre Hämostase                                     | Fachvorlesung                    | 1.00 | 33    |
| Vorlesung            | Sekundäre Hämostase und Fibrinolyse                   | Fachvorlesung                    | 1.00 | 34    |
| Patientenvorstellung | Patient*in mit Blutungsneigung                        | Patientenvorstellung (Vorlesung) | 1.00 | 36    |
| Vorlesung            | Transfusionsmedizin                                   | Fachvorlesung                    | 1.00 | 37    |
| Vorlesung            | Klinik der Thrombozytopenie                           | Fachvorlesung                    | 1.00 | 38    |
| Vorlesung            | Klinik der Thrombose                                  | Fachvorlesung                    | 1.00 | 39    |
| Seminar 1            | Physiologische Grundlagen der Hämostase               | Integriertes Seminar             | 2.00 | 40    |
| Seminar 2            | Pharmakologie der Hämostase                           | Integriertes Seminar             | 2.00 | 41    |
| Seminar 3            | Eisen- und Hämstoffwechsel im menschlichen Organismus | Seminar mit klinischem Bezug     | 2.00 | 42    |
| Praktikum            | Labordiagnostik der Blutgerinnung: Gerinnungstests    | Praktikum (Großgruppe)           | 3.00 | 44    |

UE: Unterrichtseinheiten

### 5.3. Aufbau und Funktion des Immunsystems

In der dritten Woche geht es schwerpunktmäßig um den Aufbau und die Funktionsweise des Immunsystems. Die Vorlesungen geben einen Überblick über die humoralen und zellulären Mechanismen der immunologischen Abwehrreaktionen. Zentrale Aspekte der funktionellen Abläufe bei der Initiierung einer Immunantwort gegen Infektionserreger und dem Abschalten einer Immunantwort (Toleranz), die Bedeutung des mukosalen Immunsystems und die molekularen Grundlagen für die enorme Vielfalt der spezifischen Immunrezeptoren werden in den Seminaren vertieft. Im Praktikum wird die mikroskopische Anatomie des Immunsystems vorgestellt.

| Veranstaltung        | Titel   | Lehrformat                       | UE   | Seite |
|----------------------|---|----------------------------------|------|-------|
| POL                  | POL M08-3   | POL                              | 4.00 | 46    |
| Vorlesung            | Angeborene und Erworbene Immunität  | Fachvorlesung                    | 2.00 | 46    |
| Patientenvorstellung | Patient*in mit infektiöser Mononukleose   | Patientenvorstellung (Vorlesung) | 1.00 | 47    |
| Vorlesung            | Zelluläre Immunität - Molekulare Grundlagen   | Fachvorlesung                    | 1.00 | 48    |
| Vorlesung            | Humorale Immunität - Molekulare Grundlagen  | Fachvorlesung                    | 2.00 | 50    |
| Seminar 1            | Angeborene Immunität - Ablauf und Bedeutung   | Fachseminar                      | 2.00 | 52    |
| Seminar 2            | Erworbene Immunität - Ablauf und Bedeutung  | Fachseminar                      | 2.00 | 53    |
| Seminar 3            | Immunrezeptoren und MHC-Moleküle  | Fachseminar                      | 2.00 | 54    |
| Praktikum            | Mikroskopische Anatomie des Immunsystems  | Histologiekurs                   | 2.67 | 56    |
| Untersuchungskurs    | Abschluss: Komplette allgemeine klinische Untersuchung bei Normalbefund - Termin 14 | Untersuchungskurs                | 2.50 | 57    |

UE: Unterrichtseinheiten

## 5.4. Krankhafte Zustände des Immunsystems und ihre therapeutische Beeinflussbarkeit

In der vierten Woche sind die Schwerpunkte krankhafte Zustände des adaptiven und nicht-adaptiven Immunsystems und deren therapeutische Beeinflussbarkeit. Es soll eine Einführung in immunpathologische Aspekte der Entstehung von Autoimmunerkrankungen, Allergien und von Immundefekten gegeben werden. In den Seminaren werden physiologische und pathologische Lymphknotenveränderungen, therapeutische Strategien der Vakzinierung sowie molekular-pathologische Mechanismen der Entzündungsreaktion behandelt. Im Praktikum wird das Serotesten von Blutprodukten geübt.

| Veranstaltung        | Titel   | Lehrformat                              | UE   | Seite |
|----------------------|---|---|------|-------|
| Vorlesung            | Das immunologische Gedächtnis   | Fachvorlesung                           | 1.00 | 59    |
| Vorlesung            | Immunologische Selbsttoleranz und überschießende Immunantworten                                   | Fachvorlesung                           | 1.00 | 60    |
| Vorlesung            | Humorale Mediatoren und Akut-Phase-Reaktanten   | Fachvorlesung                           | 1.00 | 61    |
| Vorlesung            | Neutrophile Granulozyten als wesentliche Bestandteile des zellulären nicht-adaptiven Immunsystems | Fachvorlesung                           | 1.00 | 62    |
| Vorlesung            | Entzündung  | Fachvorlesung                           | 1.00 | 64    |
| Patientenvorstellung | Patient*in mit Antikörper-Mangel  | Patientenvorstellung (Vorlesung)        | 1.00 | 65    |
| Seminar 1            | Der normale und pathologisch veränderte Lymphknoten   | Integriertes interdisziplinäres Seminar | 2.00 | 66    |
| Seminar 2            | Vakzinierung – einer der größten Erfolge der Medizin  | Fachseminar                             | 2.00 | 67    |
| Seminar 3            | Zelluläre und molekulare Mechanismen der Entzündungsreaktion                                      | Integriertes interdisziplinäres Seminar | 2.00 | 69    |
| Praktikum            | Immunhämatologie – Serologische Verträglichkeitsprobe, Blutprodukte                               | Praktikum (Kleingruppe)                 | 2.00 | 71    |
| Nachbesprechung      | Abschlussbesprechung zu Modul 8   | Nachbesprechung                         | 1.33 | 72    |

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 in Modul 8**  
Moduleinführung (30 Minuten)

**POL M08-1**  
POL (180 Minuten)

**Einführung in das Modul**  
Fachvorlesung (45 Minuten)

### Einrichtung

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

### Kurzbeschreibung

Diese Vorlesung führt in das Modul 8 und die drei Wochenthemen Blut, Hämostase und Immunsystem ein. Sie soll auf die besondere Organisation, Komplexität und Aufgaben des Blutes, des Immunsystems und Blutkreislaufs und deren große Bedeutung für die normale Funktionsweise des Organismus, sowie für Krankheiten und Therapien hinweisen. Der Schwerpunkt Immunologie an der Charité wird sowohl im historischen Kontext als auch in der gegenwärtigen Forschung aufgezeigt.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Inhalte der über Blackboard bereitgestellten Einführungsliteratur „What is Immunology“ und „My amazing immune system“ werden vorausgesetzt. Als ergänzende Begleitlektüre für das gesamte Modul wird das Kurzlehrbuch „Grundwissen Immunologie“ von Schütt/Bröker und speziell für diese Vorlesung die dortige Einführung und das 1. Kapitel S. 2 - 6 empfohlen.

### Lernspirale

Diese Vorlesung führt in das gesamte Modul ein und gibt einen Überblick über das Konzept.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [BloodLine Image Atlas: pathologische Blutbild-Veränderungen](#)

*Buch:*

- [Freund/Heckner: Praktikum der mikroskopischen Hämatologie \(11. Aufl.\)](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Books:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Einführung und das 1. Kapitel S. 2 - 6](#)
- [The Japanese Society for Immunology: Your Amazing Immune System](#)

*Buch:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Einführung und das 1. Kapitel S. 2 - 6](#)

## Anatomische Grundlagen Blut und Immunsystem

### Fachvorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Diese Vorlesung führt in den anschließenden praktischen Teil (mikroskopische Anatomie Blut und Immunsystem) ein. Es werden Grundlagen der zellulären Zusammensetzung des Blutes und der prinzipielle Aufbau der immunologischen Organe erläutert.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse über die Zellen des Blutes und die grundlegenden zellulären Vorgänge.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Bestandteile des Blutes sowie Aufbau, Lage und Funktion der lymphatischen Organe erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die corpuskulären Bestandteile des Blutes benennen und ihre Funktion beschreiben können.
- den Unterschied zwischen primären und sekundären lymphatischen Organen definieren und lymphatische Organe entsprechend zuordnen können.
- die topographische Lage der lymphatischen Organe Thymus, Milz, Tonsillen beschreiben und Beispiele für die Lage von MALT und Lymphknoten benennen können.
- die charakteristischen Funktionen von Thymus, Milz, Tonsillen und Lymphknoten erläutern können.

#### Lernspirale

In dieser Vorlesung werden die Kenntnisse zur Biologie der Zelle ausgebaut und hinsichtlich der immunologischen Organe vertieft. Die in der Vorlesung vermittelten Kenntnisse sind die Voraussetzung und Grundlage aller weiteren Veranstaltungen im Modul 8 „Blut und Immunsystem“.

## Physiologie der Erythrozyten: Erythropoese

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Vegetative Physiologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In dieser Veranstaltung wird dargestellt, wie aus selbstregenerativen, multipotenten Stammzellen des blutbildenden Knochenmarks durch fortschreitende Differenzierung Erythrozyten hervorgehen (Erythropoese). Darüber hinaus wird die Bedeutung von Erythropoietin für die Regulation der Erythropoese erläutert. Mit Hilfe der Anpassung an niedrige Sauerstoffpartialdrucke z. B. in großer Höhe (Höhenadaptation) wird die Regulation der Erythropoese am konkreten Beispiel veranschaulicht.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse über Zellproliferation und -reifung aus Modul 3 "Biologie der Zelle", Kenntnisse über Signaltransduktion aus Modul 4 "Signal- und Informationssysteme" und mikroskopische Anatomie des blutbildenden Knochenmarks und der Milz aus Modul 7.

Pries; Wenger; Zakrzewicz: Blut, in: Speckmann, Hescheler, Köhling: Physiologie, 5. Auflage. Elsevier. Kapitel 6, Abschnitt 6.3.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Erythropoese beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Vorläuferzellen von Erythrozyten gegeneinander abgrenzen können.
- die Regulation der Erythropoese durch Erythropoietin beschreiben können.
- Folgen einer Höhenadaptation auf die Erythropoese benennen können.

#### Lernspirale

Die Kenntnis der Erythropoese und ihrer Regulation ist eine Grundlage zum Verständnis des Atemgastransports (Modul 13 „Atmung“) und seiner Störungen (Klinik) sowie der diversen Anämien. Allgemein ist die Einsicht in die Funktionsweise des blutbildenden Knochenmarks eine Grundlage zum Verständnis vieler hämatologischer Erkrankungen (Modul 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“).

#### Empfehlungen

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*Buch:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel 6, Abschnitt 6.3](#)

## Patient\*in mit Anämie

Patientenvorstellung (Vorlesung) (45 Minuten)

### Einrichtung

CC14 - Medizinische Klinik m.S. Hämatologie, Onkologie und Tumorimmunologie - CVK

### Kurzbeschreibung

In dieser Vorlesung soll ein Patient oder eine Patientin mit typischen Symptomen/Befunden einer Anämie vorgestellt werden. Vom Patienten oder der Patientin ausgehend sollen die typischen klinischen Beschwerden sowie die typischen klinischen Befunde bei Anämie dargestellt werden. Als spezifische Form der Anämie soll die makrozytäre Anämie bei VitB12/Folsäure-Mangel dargestellt werden.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse aus der Vorlesung „Anatomische Grundlagen Blut und Immunsystem“ werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen allgemeine Anämiesymptome sowie spezielle Beschwerden/Befunde bei Vitamin B12/Folsäure-Mangel benennen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Prinzipien der ärztlichen Behandlung von Anämien benennen können.
- Symptome der Anämie benennen können.
- klinische Zeichen der Anämie beschreiben können.

### Lernspirale

Im Modul 8 „Blut und Immunsystem“ erhalten die Studierenden Grundkenntnisse über anatomische, physiologische und biochemische Grundlagen des hämatopoetischen Systems. In dieser Vorlesung sollen die Symptome, die wichtigsten allgemeinen klinischen Befunde bei Anämien sowie die Klinik der makrozytären Vitamin B12/Folsäure-Mangel-Anämie dargestellt werden.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Books:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(18. Auflage\)](#): Kapitel 100: Megaloblastäre Anämien
- [Wintrobe's clinical hematology](#): 43: „Megaloblastic Anemias“

*Buch:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(17. Aufl.\)](#): Kapitel 100: Megaloblastäre Anämien.

## Glukose als einziges energielieferndes Substrat von roten Blutzellen

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Die Studierenden werden mit den Besonderheiten des Glukosestoffwechsels in Erythrozyten bekannt gemacht. Zunächst werden die zelluläre Aufnahme von Glukose durch rote Blutzellen (GLUT1) und der erythrozytäre Glukosestoffwechsel über Glykolyse und oxidativen Pentosephosphatweg erläutert. Anschließend wird auf die Regulationsmöglichkeiten und die erythrozytenspezifischen Besonderheiten dieser Stoffwechselwege eingegangen. Den Studierenden wird dabei erklärt, dass der Kohlenhydratstoffwechsel des Erythrozyten die einzige Energiequelle dieser Zelle darstellt und essentiell für die Regulation des Atemgastransports und den antioxidativen Schutz ist. Es wird herausgearbeitet, dass der erythrozytäre Energiestoffwechsel im Laufe der Evolution nicht hinsichtlich seiner Energieeffizienz optimiert wurde, sondern dass die Optimierung des Atemgastransports von übergeordnetem Interesse ist. Dysregulationen im Glukosestoffwechsel (z. B. Pyruvatkinase-Mangel) führen zu metabolischen Anämien.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Im Modul 3 „Biologie der Zelle“ wurden allgemeine Grundzüge des Kohlenhydratstoffwechsels in menschlichen Zellen vorgestellt, so dass die Studierenden auf Grundkenntnisse zum Glukosestoffwechsel zurückgreifen können. Diese Kenntnisse werden für das Verständnis dieser Vorlesung vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Rolle der Glukose als einziges energielieferndes Substrat von roten Blutzellen erkennen und die Bedeutung von Glykolyse und oxidativem Pentosephosphatweg für die Funktionalität dieser Zellen beschreiben können. Die wichtigsten regulatorischen Mechanismen und die erythrozytenspezifischen Besonderheiten beider Stoffwechselwege sollen erlernt werden.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Besonderheit der erythrozytären Glykolyse (2,3-BPG-Weg) beschreiben können.
- die Struktur und Funktion des GLUT1 Transporters als wesentliches Element des erythrozytären Energiestoffwechsels beschreiben können.
- den oxidativen Pentosephosphatweg als Grundlage für das antioxidative Schutzsystem des Erythrozyten charakterisieren können.
- die prinzipiellen Reaktionen von Glykolyse und oxidativem Pentosephosphatweg erläutern können.

#### Lernspirale

Die Studierenden verfügen aus dem Modul 3 „Biologie der Zelle“ über Grundkenntnisse zum Kohlenhydratstoffwechsel menschlicher Zellen, ohne jedoch die regulatorischen Prinzipien zu kennen. Die regulatorisch bedeutsamen Enzyme von Glykolyse und oxidativem Pentosephosphatweg und die erythrozytspezifischen Besonderheiten beider Stoffwechselwege werden in dieser Vorlesung erläutert. Einige dieser Kenntnisse werden im Fachseminar u. a. in Modul 8 „Blut und Immunsystem“, Woche 1 und in den Modulen 12 „Ernährung, Verdauung, Stoffwechsel“ und 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“ wieder aufgegriffen und vertieft.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- [Horton: Biochemie \(4. Aufl.\): S. 443-458](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 179-184, 207, 767-769](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 358-367, S. 953-971](#)

*Bücher:*

- [Hofmann: Medizinische Biochemie \(4. Aufl.\): S324-332, 502-525](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 358-367, S. 953-971](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 57-63, S. 369-370](#)

*Buch:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 57-63, S. 369-370](#)

**Info Stationenprüfung**  
Informationsveranstaltung (23 Minuten)

**Einrichtung**

REFS - Referat für Studienangelegenheiten - CCM

**Kurzbeschreibung**

## Hämoglobin und Myoglobin

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Medizinische Physik und Biophysik - CCM

#### Kurzbeschreibung

Das Hämoglobinmolekül spielt die zentrale Rolle beim Sauerstofftransport im Blut. Es enthält als sogenannte prosthetische Gruppe einen Eisenkomplex des Porphyrins (Häm-Gruppe), an dem die Sauerstoffbindung stattfindet. In diesem Seminar werden zunächst allgemein die chemischen Grundlagen organischer Metallkomplexe besprochen und danach die spezielle Bedeutung der Häm-Gruppe (einer der wichtigsten Metallkomplexe lebender Zellen) für die Funktion des Hämoglobins dargelegt. Die Studierenden analysieren dabei die Farbänderung des Hämoglobins in Abhängigkeit vom Liganden und erfassen deren Bedeutung für die Diagnostik. Die Beziehung zwischen Sauerstoffpartialdruck im Blut und Sauerstoffsättigungsgrad wird anhand der Sauerstoffbindungskurve erläutert. Schließlich wird die Rolle von Metallchelatoren in der medizinischen Therapie und Diagnostik dargestellt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Inhalte aus dem Modul 2 „Bausteine des Lebens“, insbesondere zum Thema „Proteine“, werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen am Beispiel des Hämoglobins die biologische und medizinische Bedeutung metallorganischer Komplexe erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Farbänderungen des Hämoglobins in Abhängigkeit vom Liganden und deren Bedeutung in der Diagnostik (z. B. Pulsoximetrie) beschreiben können.
- die Begriffe 'Zentralatom', 'Koordinationszahl', 'Chelatligand' und 'Ligandenaustausch' erläutern können.
- den Verlauf einer Sauerstoffbindungskurve darstellen und deren sigmoide Form in Bezug auf die tetramere Struktur des Hämoglobins erklären können.
- die koordinative Bindung (Komplexbindung) am Beispiel des Häms beschreiben können.

#### Lernspirale

Das Seminar vertieft die in Modul 2 „Bausteine des Lebens“ behandelten Themen (z.B. die Vorlesung „Struktur/Funktionsbeziehungen in Proteinen“ und Patientenvorstellung „Sichelzellanämie“). Das hier vorgestellte Konzept der koordinativen Bindung ist Grundlage für die in späteren Modulen behandelten Themen des Sauerstoff- bzw. Kohlendioxidtransports (Module 11 „Herz und Kreislaufsystem“ und 13 „Atmung“) oder der Wirkung von cis-Platin im Modul 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“.

## Hämorrheologie

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Medizinische Physik und Biophysik - CCM

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In diesem Seminar sollen die Fließeigenschaften des Blutes, die einen entscheidenden Einfluss auf die Mikrozirkulation und damit Versorgung der Organe mit Sauerstoff und anderen lebenswichtigen Nährstoffen haben, vermittelt werden. Dazu wird zunächst auf die grundlegenden biomechanischen Unterschiede zwischen Blut und Blutplasma eingegangen. Darüber hinaus wird dargelegt wie verschiedene Parameter (z. B. Gefäßradius und Hämatokritwert) die Viskosität des Blutes beeinflussen. Schließlich wird diskutiert, wie sich eine künstliche Erhöhung des Hämatokritwertes (pathophysiologisch oder durch EPO) auf die Fließeigenschaften des Blutes auswirken und welche Probleme daraus resultieren.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundlagen der Physik werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Fließeigenschaften des Blutes und ihren Bezug zur Organdurchblutung erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- mit Hilfe des Newtonschen Reibungsgesetzes darlegen können, welche Parameter die Reibungskraft innerhalb einer Flüssigkeit beeinflussen.
- die Unterschiede zwischen Newtonschen und Nicht-Newtonschen Flüssigkeiten am Beispiel von Blut und Blutplasma darlegen können.
- den Einfluss der im Hagen-Poiseuille-Gesetz angegebenen Parameter auf die Volumenstromstärke erklären können.
- den Fahraeus-Lindquist-Effekt erläutern und seine Bedeutung für die Mikrozirkulation darstellen können.
- Verformbarkeit und Aggregationsverhalten der Erythrozyten erläutern und den Einfluss des Hämatokritwertes auf die Viskosität des Blutes darlegen können.

#### Lernspirale

In diesem Seminar werden die Fließeigenschaften des Blutes zum ersten Mal behandelt. Das hier vorgestellte Konzept ist Grundlage für eine weitere Vertiefung und erweiterte Darstellung der Strömungseigenschaften des Blutes im Modul 11 „Herz und Kreislaufsystem“.

#### Empfehlungen

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*Buch:*

- Tritthart: *Medizinische Physik und Biophysik* (1. Aufl.): S. 144-149

## Besonderheiten des Erythrozytenstoffwechsels als metabolische Grundlage für erythrozytenspezifische Funktionen

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Erythrozyten unterscheiden sich von allen anderen Zellen des menschlichen Organismus vor allem dadurch, dass sie einen reduzierten Stoffwechsel aufweisen, der einzig darauf gerichtet ist, sich selbst für ca. 110 Tage am Leben zu erhalten und den Atemgastransport innerhalb des menschlichen Organismus (Sauerstoff, Kohlendioxid) zu optimieren. In diesem Fachseminar werden die Studierenden mit den Besonderheiten des Erythrozytenstoffwechsels bekannt gemacht. Dabei sollten die in der Vorlesung „Glukose als einziges energielieferndes Substrat von roten Blutzellen“ vermittelten Lehrinhalte zum Energiestoffwechsel seminaristisch aufgearbeitet und in den Gesamtkontext des Erythrozytenmetabolismus gestellt werden.

Dabei wird besonders auf folgende Stoffwechselleistungen eingegangen:

- Energiestoffwechsel (Adenylatkinase, Bergungsstoffwechsel von Nucleotidbasen)
- Stoffwechselleistungen für den Atemgastransport (Met-Hb-Reduktase, 2,3-BPG-Synthese Carboanhydrase, Anionenaustauscher)
- antioxidativer Schutz (GSH, SOD, Katalase, Peroxidasen, Peroxiredoxine)

Abschließend werden die Grundprinzipien der Erythrozytenkonservierung dargestellt, wobei die Zusammensetzung verschiedener Konservierungsmedien erläutert wird. Basale Kenntnisse zu den Stoffwechselbesonderheiten roter Blutzellen sind von großem medizinischen Interesse, da erworbene und angeborene Störungen des Erythrozytenstoffwechsels zu Symptomen führen, die mit erheblichen Einschränkungen der Lebensqualität einhergehen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Im Modul 3 „Biologie der Zelle“ wurden allgemeine Grundzüge des Kohlenhydratstoffwechsels menschlicher Zellen und die Prinzipien der Energiegewinnung vorgestellt, auf welche die Studierenden zurückgreifen können. Einige dieser Kenntnisse werden in der Vorlesung „Glukose als einziges energielieferndes Substrat von roten Blutzellen“ dieses Moduls vertieft und für das Verständnis dieses Fachseminars vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den Erythrozyten als Zelle erkennen, die einen sehr vereinfachten Stoffwechsel aufweist, der im Wesentlichen darauf gerichtet ist, dass die Zelle ihre Hauptfunktion für den Gesamtorganismus (Transport von Atemgasen) erfüllen kann.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Stoffwechselreaktionen zur Effektivierung des Atemgastransports (2,3-BPG-Bildung, Carboanhydrase, Methämoglobinreduktase) erläutern können.
- die Notwendigkeit eines effektiven antioxidativen Schutzsystems in Erythrozyten und beteiligte Stoffwechselreaktionen (oxidativer Pentosephosphatweg, Katalase, Superoxiddismutase, Glutathionperoxidasen, Thioredoxine, Peroxiredoxine) erklären können.
- die Prinzipien der Erythrozytenkonservierung beschreiben und die molekulare Wirkung der wesentlichen Bestandteile des SAGM Konservierungsmediums erläutern können.

### Lernspirale

Die Studierenden verfügen aus den Modulen 2 „Bausteine des Lebens“ und 3 „Biologie der Zelle“ über Grundkenntnisse zu den Stoffwechselprinzipien menschlicher Zellen. Im Rahmen dieses Fachseminars sollen diese Grundkenntnisse erweitert und auf den Erythrozyten als spezielle Zelle ausgedehnt werden. Dabei wird auf den Lehrinhalten der Vorlesung „Glukose als einziges energielieferndes Substrat von roten Blutzellen“ aufgebaut und die Beziehung zwischen dem Stoffwechsel der roten Blutzelle und den Hauptfunktionen dieser Zellen erläutert. Einige dieser Kenntnisse werden in den Modulen 12 „Ernährung, Verdauung, Stoffwechsel“ und 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“ wieder aufgegriffen und vertieft.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- [Horton: Biochemie \(4. Aufl.\): S. 443-458](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 766-770](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 358-367, S. 953-971](#)

*Bücher:*

- [Hofmann: Medizinische Biochemie \(4. Aufl.\): S.324-332, 502-525](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 358-367, S. 953-971](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 57-63, S. 369-370](#)

*Buch:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 57-63, S. 369-370](#)

## Erythrozytenindices

### Praktikum (Großgruppe) (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Vegetative Physiologie - CCM

CC05 - Institut für Laboratoriumsmedizin, klinische Chemie und Pathobiochemie - CBF/CCM/CVK

CC14 - Medizinische Klinik m.S. Hämatologie, Onkologie und Tumormimmunologie - CVK

#### Kurzbeschreibung

Am Beispiel eines Blutbildes bei chronischer Blutungsanämie wird die Anwendung der Erythrozytenparameter (Hb, Hkt, Erythrozytenzahl, MCH, MCV, MCHC) zur Differenzierung verschiedener Formen der Anämie eingeführt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse der Vorlesung „Physiologie der Erythrozyten: Erythropoiese“ werden vorausgesetzt.

Bitte beachten Sie die Kittelpflicht für Praktika!



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die wichtigsten Erythrozyten-Laborparameter berechnen und erläutern, sowie bei der Klassifikation von Anämien anwenden können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Erythrozytenparameter (Hb, Hkt, Erythrozytenzahl, MCH, MCV, MCHC) sowie ihre klinische Bedeutung einordnen können.
- Erythrozytenparameter zur Abgrenzung verschiedener Ursachengruppen von Anämien (normochrom-normozytär versus hypochrom-mikrozytär versus makrozytär) interpretieren können.
- Erythrozytenparameter (MCH, MCV, MCHC) berechnen können.
- ◆ sich bewusst werden, dass die Beschränkung auf das Häufige (hier Eisenmangel) fahrlässig ist.

#### Lernspirale

Aufbauend auf den Veranstaltungen des Moduls 8 „Blut und Immunsystem“, in denen die Studierenden die Anatomie und Funktionen des hämatopoetischen Systems kennen gelernt haben, lernen die Studierenden hier die wichtigsten Parameter des roten Blutbildes sowie deren klinische Bedeutung kennen. Das Seminar soll die Motivation zur Beschäftigung mit Labormethoden und Blutgruppenserologie / Transfusionsmedizin erhöhen. Diese Themen werden im selben Modul vermittelt. Die Kenntnis der Erythrozyten und ihrer Funktionen ist eine Grundlage zum Verständnis des Atemgastransports und seiner Störungen (Klinik) sowie der verschiedenen Anämienformen in der Klinik.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 759-761](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*Buch:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel 6, Abschnitte 6.3.1 und 6.4](#)

## Blutentnahme, Präanalytik, Ausstrich Praktikum (Kleingruppe) (90 Minuten)

### Einrichtung

CC05 - Institut für Laboratoriumsmedizin, klinische Chemie und Pathobiochemie - CBF/CCM/CVK

### Kurzbeschreibung

In dieser Veranstaltung werden den Studierenden im ersten Teil (ca. 30 min) die verschiedenen Probengefäße bzw. die Antikoagulantien für die Venenblutentnahme (EDTA-Blut, Citratblut, Heparinblut, Serum) sowie das korrekte Vorgehen bei der Blutentnahme, einschließlich zu beachtender Punkte bezüglich der Präanalytik (wie Lage des Patienten / der Patientin, Stauzeit, Reihenfolge der Blutröhrchen, Befragung des Patienten / der Patientin, soweit für die Präanalytik erforderlich) sowie das Anfertigen eines Blutausstriches erklärt und demonstriert. Ergänzend werden die Studierenden auch über die Konsequenzen einer möglichen Nadelstichverletzung aufgeklärt, einschließlich dem D-Arztverfahren und einer (potentiell notwendigen) Postexpositionsprophylaxe bei Exposition gegenüber Blut eines bekannt HIV-positiven Patienten oder Patientin (RKI-Richtlinie zur PEP). Im zweiten Teil (ca. 50 min) erlernen die Studierenden zunächst am Modell („Phantom“) anschließend aneinander, die korrekte Blutentnahme sowie das Anfertigen eines Blutausstriches.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Empfehlenswert: Film „Venenblutentnahme“ in Blackboard.

Bitte beachten Sie die Kittelpflicht für Praktika!



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen eine venöse Blutentnahme unter Berücksichtigung der Phasen der Präanalytik und mit den richtigen Entnahmematerialien vornehmen und einen Blutausstrich anfertigen können. Sie sollen das Vorgehen bei einer Nadelstichverletzung erläutern können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Phasen der Präanalytik (Patientenvorbereitung, Blutentnahme, Probentransport, Probenlagerung, Probenvorbereitung) sowie veränderliche und unveränderliche Einflussgrößen/Störfaktoren der Blutentnahme benennen können.
- das richtige Verhalten im Falle einer Nadelstichverletzung erläutern können.
- die richtigen Entnahmematerialien (mit/ohne die Antikoagulantien EDTA, Citrat, Heparin, Fluorid) für Standarduntersuchungen aus den Bereichen Hämatologie, Klinische Chemie und Gerinnung benennen können.
- ▶ einen Blutausstrich anfertigen können.
- ▶ eine Blutentnahme mittels Venenpunktion (Ablaufskizze) unter Beachtung der korrekten Entnahmereihenfolge für die Blutentnahmeröhrchen durchführen können.

### Lernspirale

Die meisten Studierenden werden in diesem Praktikum erstmalig im Medizinstudium mit der Blutentnahme konfrontiert. Famulant und im weiteren Verlauf des Studiums werden diese praktischen Fertigkeiten weiter vertieft. Im Modul 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“ werden Aspekte der Präanalytik im Fachpraktikum zur Erkennung von Hämostasestörungen weiter vertieft. Im Modul 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ sollen die Studierenden gezielt die Beratung von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen bei Nadelstichverletzungen erlernen (Gastroinfektiologie).

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [Thomas: Labor und Diagnose \(7. Aufl.\)](#): P. Hagmann: Präanalytische Phase (Seite 1965 – 74)

## Hämatologisches Mikroskopieren (peripherer Blutausstrich) Histologiekurs (150 Minuten)

### Einrichtung

CC05 - Institut für Laboratoriumsmedizin, klinische Chemie und Pathobiochemie - CBF/CCM/CVK  
CC14 - Medizinische Klinik m.S. Hämatologie, Onkologie - CBF  
CC14 - Medizinische Klinik m.S. Hämatologie, Onkologie und Tumorimmunologie - CVK  
CC14 - Medizinische Klinik m.S. Onkologie und Hämatologie - CCM

### Kurzbeschreibung

In dieser Veranstaltung lernen die Studierenden die mikroskopische Beurteilung des Blutausstrichpräparates mit Differenzierung der normalen Leukozyten (Granulozyten, Monozyten, Lymphozyten) kennen, die Morphologie normaler Erythrozyten und Thrombozyten sowie das Erkennen der charakteristischen Formanomalien der Erythrozyten bei Eisenmangel und Vitamin B12 / Folsäure-Mangel im Differentialblutbild. Des Weiteren lernen die Studierenden typische Blutausstriche bei Leukozytose (Infektion versus Leukämie) und Thrombozytopenie/Thrombozytose kennen.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Wie funktioniert ein Mikroskop? (z.B. Online-Bibliothek der Charité: e-book QL Physik/ KELDamed).  
Welche Zellen kommen im peripheren Blut vor? (z.B. Online-Bibliothek der Charité: e-book WH Hämatologie/Lymphsystem/ BloodLine Image Atlas: normales Blutbild).  
Blackboard Labor-CD „Leukozytendifferenzierung“.



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen in einem peripheren Blutausstrich die Zellen des Blutes beschreiben und deren morphologische Veränderungen Krankheitsbildern zuordnen können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die normalen zellulären Bestandteile des Blutes beschreiben können.
- wichtige pathologische Veränderungen der Erythrozyten (hypochrom-mikrozytäre Anämie bei Eisenmangel und makrozytäre Anämie bei Vitamin B12-/Folsäure-Mangel), Leukozyten (Infektion versus Leukämie) und Thrombozyten (Thrombozytose versus Thrombopenie) beschreiben können.
- wichtige pathologische Veränderungen der Erythrozyten am mikroskopischen Bild erkennen können.
- ▶ die physiologischen zellulären Bestandteile des Blutes im histologischen Präparat aufsuchen können.

### Lernspirale

Aufbauend auf den Veranstaltungen des Moduls 8 „Blut und Immunsystem“, in denen die Studierenden die Anatomie und Funktionen des hämatopoetischen Systems kennen gelernt haben, lernen die Studierenden hier, die physiologischen zellulären Bestandteile des Blutes sowie erste wichtige pathologische Veränderungen unter dem Mikroskop zu erkennen.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Freund/Heckner: Praktikum der mikroskopischen Hämatologie \(11. Aufl.\)](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [BloodLine: Image Atlas](#): normales Blutbild

## Sozialanamnese KIT (135 Minuten)

### Einrichtung

Diverse Einrichtungen

### Kurzbeschreibung

Das Interesse am Menschen und die Sorge für die Patientinnen und Patienten sind wichtige Motive für die ärztliche Tätigkeit. Nicht allein Fachwissen, Untersuchungstechniken und Problemlösefähigkeiten sind wesentliche Voraussetzungen für die erfolgreiche ärztliche Tätigkeit, sondern auch kommunikative und soziale Kompetenzen. Für die Zusammenarbeit mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Krankenhaus und in Arztpraxen sowie für das erfolgreiche, gemeinsame Lernen mit Kommilitoninnen und Kommilitonen sind eine gute Kommunikationsfähigkeit und eine hohe soziale Kompetenz ebenfalls von großer Bedeutung. Ziel der Lehrveranstaltung „Kommunikation, Interaktion und Teamarbeit“ (KIT) ist sowohl die Ausbildung der Kommunikationskompetenzen in einem strukturierten Curriculum als auch die Förderung der konstruktiven Zusammenarbeit in der Kleingruppe



### Übergeordnetes Lernziel

Ziel ist es, Sozialanamnesen erheben zu können. Der soziale Kontext des Patienten oder der Patientin und Zusammenhänge zu Symptomatik, Krankheitsverlauf, Therapie und Adhärenz sollen erfasst werden.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- ▶ eine biographische Anamnese erheben können, um das aktuelle Problem des Patienten oder der Patientin in die Lebensgeschichte einzuordnen.
- ▶ bei der Anamnese somatische, psychische und soziale Aspekte der Patientengeschichte berücksichtigen können.
- ▶ im Gespräch die Ressourcen des Patienten/der Patientin (z. B. Stärken der Patienten und Patientinnen) berücksichtigen können.
- ▶ die Bedürfnisse und Fähigkeiten des Patienten oder der Patientin bezüglich Information, Autonomie, Wahrheit und Verantwortung im Arzt-Patienten-Kontakt berücksichtigen können.

## Wiederholung und Vertiefung Patientenuntersuchung: Abdomen - Termin 13

### Untersuchungskurs (113 Minuten)

#### Einrichtung

Diverse Einrichtungen

#### Kurzbeschreibung

In Termin 13 wird die klinische Untersuchung des Abdomens wiederholt und vertieft.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Weißer Kittel, Namensschild, Untersuchungsinstrumente.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen bei einer Patientin, einem Patienten klinisch das Abdomen inspizieren und auskultieren, die Befunde dokumentieren und Normalbefunde bestätigen können. Sie sollen die Untersuchungsgänge zur Bestimmung der Leber- und Milzgröße demonstrieren können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- ▶ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten den Untersuchungsgang zur Palpation des unteren Leberrandes als Methode zur Bestimmung der Lebergröße demonstrieren können.
- ▶ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patientenden Untersuchungsgang zur Palpation der Milz als Methode zur Bestimmung der Milzgröße demonstrieren können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten die Form des Abdomens beschreiben und dokumentieren sowie hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ die in der klinischen Untersuchung verwandten anatomischen Projektions- und Orientierungslinien des Abdomens und die Oberflächenprojektion der abdominalen Organe aufzeigen, benennen und bei der Beschreibung des klinischen Untersuchungsbefundes anwenden können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten das Abdomen hinsichtlich der Darmgeräusche fachgerecht auskultieren, das Ergebnis dokumentieren und einem Normalbefund oder Nicht-Normalbefund zuordnen können.

#### Lernspirale

Termin 13 baut unmittelbar auf dem Termin 6 – U-Kurs Schwerpunkt Abdomen aus Modul „Biologie der Zelle“ auf. Dem Allgemeinen Untersuchungskurse folgt der Vertiefende Untersuchungskurs im 3. und 4. Semester.

## Einführung Präparierkurs Sicherheitsbelehrung (45 Minuten)

### Einrichtung

PDLE - Prodekanat Lehre - CCM

### Kurzbeschreibung

Einführung zum Präparierkurs im 3. und 4. Semester und Hinweise zum Arbeiten in Praktikumslaboren

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Sicherheitsbelehrung "Sicheres Arbeiten im Labor" im 1. Semester

### Lernspirale

Die Unterweisung ist ein wichtiges Instrument, den Studierenden zu ermöglichen, sich sicherheits- und gesundheitsgerecht zu verhalten und ergänzt die Sicherheitsbelehrung "Sicheres Arbeiten im Labor" im 1. Semester um die Spezifika des Präparierkurses.

**POL M08-2**  
POL (180 Minuten)

**Primäre Hämostase**  
Fachvorlesung (45 Minuten)

### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC02 - Institut für Vegetative Physiologie - CCM

### Kurzbeschreibung

In dieser Veranstaltung lernen die Studierenden den Vorgang der Blutstillung als primäre und sekundäre Hämostase kennen. Grundlegende physiologische und pathophysiologische Aspekte des Thrombozyten-Systems werden dargestellt. Dazu gehören insbesondere die Thrombopoese, Aktivierung und Hemmung von Thrombozyten, Adhäsion und Aggregation sowie für Thrombozyten typische biochemische Besonderheiten.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse über Kalziumhomöostase in Zellen aus Modul 3 „Biologie der Zelle“ und 4 „Signal- und Informationssysteme“, zur Freisetzung von Mediatoren durch Degranulation und zur Signaltransduktion aus Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen primäre und sekundäre Hämostase voneinander unterscheiden können. Sie sollen wesentliche Aspekte des Thrombozytensystems und seinen Beitrag zur primären Hämostase beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Eigenschaften der primären und sekundären Hämostase voneinander abgrenzen können.
- Beginn, Ablauf und Beendigung der primären Hämostase erläutern können.
- die Biosynthese und den Abbau von Thromboxan als Beispiel eines Thrombozytenmediators erläutern können.

### Lernspirale

An dieser Stelle erscheint die Hämostaseologie zum ersten Mal innerhalb des Curriculums. Die Kenntnis der Hämostasemechanismen ist grundlegend für das Verständnis von klinischen Situationen mit erhöhtem Thromboserisiko oder erhöhter Blutungsgefahr.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel 6, Abschnitt 6.5](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [Barthels/Depka: Das Gerinnungskompodium \(1. Aufl.\)](#)

## Sekundäre Hämostase und Fibrinolyse

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Die sekundäre Hämostase stellt ein stark reguliertes extrazelluläres Netzwerk enzymatischer Reaktionen dar, bei denen im Blut zirkulierende inaktive Gerinnungsfaktoren durch limitierte Proteolyse aktiviert werden. Das Ziel der sekundären Hämostase besteht letztlich darin, das lösliche Plasmaprotein Fibrinogen, das in der Leber synthetisiert wird, in ein unlösliches Fibrinpolymer umzuwandeln. Dieses Proteinpolymer blockiert verletzte Blutgefäße und minimiert damit den Blutverlust bei Verletzungen. In dieser Vorlesung werden zunächst die molekulare Mechanismen der plasmatischen Gerinnungssystems besprochen, wobei die Aktivierungsprinzipien im extrinsischen und intrinsischen System, der Ablauf der gemeinsame Endstrecke und die Rolle von Vitamin K bei der Synthese der Gerinnungsfaktoren erläutert werden. Anschließend wird auf das antagonistische System der Fibrinolyse (Plasmin-Antiplasmin-System) eingegangen, dessen Aufgabe es ist, eine überschießende Blutgerinnung zu verhindern. Besondere Aufmerksamkeit wird der gegenseitigen Beeinflussung von sekundärer Hämostase und Fibrinolyse gewidmet, wobei die vielfältigen Regulationsmöglichkeiten in beiden Systemen besprochen werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse über die Grundprinzipien der Thrombozytopoiese sowie die prinzipielle Struktur und Funktion des plasmatischen Gerinnungssystems werden vorausgesetzt. In dieser Vorlesung wird auf den vermittelten Erkenntnissen aufgebaut, wobei die molekularen Aspekte im Vordergrund stehen.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse zu den molekulare Prinzipien des plasmatischen Gerinnungssystems und der systemischen Fibrinolyse erwerben, um die vielfältigen Regulationsmöglichkeiten in beiden Systemen erläutern zu können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Aktivierung der sekundären Hämostase durch Gewebs- bzw. Thrombozytenfaktoren beschreiben können.
- die Reaktionskaskade des plasmatischen Gerinnungssystems erläutern können.
- die Rolle von Vitamin K bei der sekundären Hämostase erläutern können.
- die Reaktionsmechanismen, die beteiligten Enzyme (Plasmin) und die Regulationsmöglichkeiten (Plasminaktivator, Antiplasmin) der systemischen Fibrinolyse erläutern können.

#### Lernspirale

In der Vorlesung „Einführung in die Physiologie der Hämostase“ werden die Studierenden mit den Mechanismen der primären Hämostase (Thrombozytenaggregation) bekannt gemacht. Diese Vorlesung baut auf den dort vermittelten Erkenntnissen auf und thematisiert die sich daran anschließenden Prozesse der plasmatischen Blutgerinnung. Diese Kenntnisse werden im Seminar „Pharmakologie der Hämostase“ in diesem Modul wieder aufgenommen und sind für das Verständnis der molekularen Wirkung von gerinnungshemmenden Arzneimitteln (Heparine, Vitamin K Antagonisten) unerlässlich. Außerdem stellen die hier vermittelten Erkenntnisse eine Voraussetzung für das Verständnis ausgewählter Lehrinhalte höherer Module (Herz und Kreislaufsystem; Schwangerschaft, Geburt, Neugeborene, Säuglinge) dar.

## Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 374-378](#)

*Bücher:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 374-378](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 782-785, 790-796](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 979-990](#)

*Bücher:*

- [Hofmann: Medizinische Biochemie \(4. Aufl.\): S. 537-555](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 979-990](#)
- [Neumann: Das Gerinnungssystem: Physiologie und Pathophysiologie](#)

## Patient\*in mit Blutungsneigung

### Patientenvorstellung (Vorlesung) (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC14 - Medizinische Klinik m.S. Hämatologie, Onkologie und Tumorimmunologie - CVK

#### Kurzbeschreibung

In dieser Vorlesung soll ein Patient oder eine Patientin mit Blutungsneigung aufgrund einer Thrombozytopenie und begleitender Koagulopathie infolge einer akuten Leukämie vorgestellt werden. Ausgehend vom Patienten oder der Patientin sollen typische Symptome sowie klinische Befunde bei „Blutungsneigung“ (Thrombopenie versus Koagulopathie) dargestellt werden. Die Studierenden sollen die unterschiedlichen klinischen Folgen einer Verdrängung der physiologischen Thrombopoese sowie die Folgen einer gestörten plasmatischen Gerinnung verstehen lernen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Das Wissen aus den folgenden Lehrveranstaltungen dieses Moduls wird vorausgesetzt:

„Anatomische Grundlagen von Blut und Immunsystem“, „Einführung in die Physiologie der Hämostase“, „Grundlegende biochemische Aspekte der Thrombozytenfunktion und der plasmatischen Blutgerinnung“.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die klinischen Manifestationen von Thrombozytopenie und Koagulopathie sowie die Folgen einer malignen Knochenmarkinfiltration für die Blutstillung erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- typische klinische Befunde einer Thrombozytopenie von typischen klinischen Befunden einer Koagulopathie unterscheiden können.
- wesentliche Ursachen einer Koagulopathie (verminderte Synthese von Gerinnungsfaktoren, pathologischer Verbrauch, Hyperfibrinolyse) benennen können.
- die Folgen einer Verdrängung der physiologischen Hämatopoese im Knochenmark (z.B. durch eine maligne Proliferation) für die Hämostase erklären können.

#### Lernspirale

Aufbauend auf den Veranstaltungen des Moduls 8 „Blut und Immunsystem“, in denen die Studierenden die Anatomie und Funktionen des hämatopoetischen Systems sowie die Physiologie und Biochemie der Hämostase kennen gelernt haben, werden die klinischen Folgen einer Thrombozytopenie sowie einer Koagulopathie bei maligner Verdrängung der physiologischen Hämatopoese dargestellt.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Books:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(18. Auflage\)](#): Kap. 109 und 110
- [Wintrobe's clinical hematology](#): Kapitel „Thrombocytopenia: Pathophysiology and classification“ und „Acquired Thrombocytopenia.“

*Buch:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(17. Aufl.\)](#): Kap. 109 und 110, S.897-905 und 905-913

## Transfusionsmedizin

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC14 - Institut für Transfusionsmedizin - CCM/CVK/CBF

#### Kurzbeschreibung

In dieser Vorlesung lernen die Studierenden die Grundlagen der klinischen Transfusionsmedizin. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Zusammensetzung der Standard-Blutprodukte (Erythrozytenkonzentrate, Plasma und Thrombozytenkonzentrate). Darüber hinaus werden anhand von konkreten Fallbeispielen die Indikationen und Nebenwirkungen dieser Produkte dargestellt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Inhalte der Vorlesungen „Biochemie des Erythrozyten“ und „Physiologie des Erythrozyten“ werden vorausgesetzt. Darüber hinaus sollen sich die Studierenden anhand des Skriptes „Immunhämatologie“ vorbereiten, welches vom Institut für Transfusionsmedizin über Blackboard zur Verfügung gestellt wird.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Zusammensetzung der Standard-Blutprodukte und Ihre klinische Bedeutung erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die grundsätzlichen Indikationen für die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten, Thrombozytenkonzentraten und gefrorenen Frischplasmen erläutern können.
- die Zusammensetzung von Erythrozytenkonzentraten, Thrombozytenkonzentraten und Plasmen erläutern können.

#### Lernspirale

In dieser Veranstaltung werden die theoretischen Grundlagen für die Anwendung von Blutprodukten vermittelt. Die in dieser Veranstaltung erworbenen Kenntnisse werden in den Modulen 18 „Infektion als Krankheitsmodell“, 21 „Abschlussmodul 1. Abschnitt“, 26 „Erkrankungen des Abdomens“, 27 „Erkrankung der Extremitäten“ und 33 „Schwangerschaft, Geburt, Neugeborene, Säuglinge“ weiter vertieft.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Kiefel: Transfusionsmedizin und Immunhämatologie \(4. Aufl.\)](#)

*Buch:*

- [Kiefel/Mueller-Eckhardt: Transfusionsmedizin und Immunhämatologie \(4. Aufl.\)](#)

## Klinik der Thrombozytopenie

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC14 - Medizinische Klinik m.S. Hämatologie, Onkologie und Tumorimmunologie - CVK

#### Kurzbeschreibung

In dieser Fachvorlesung wird die allgemeine klinische Symptomatik der Thrombozytopenie am Beispiel der Immunthrombozytopenie dargestellt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Es wird Wissen aus den folgenden Veranstaltungen dieses Moduls vorausgesetzt:

- „Anatomische Grundlagen von Blut und Immunsystem“,
- „Hämatologisches Mikroskopieren“,
- „Einführung in die Physiologie der Hämostase“,
- „Grundlegende biochemische Aspekte der Thrombozytenfunktion und der plasmatischen Blutgerinnung“,
- „Physiologie der Hämostase: Gerinnungstests.“



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen lernen, die wichtigsten Symptome/Leitbefunde einer Thrombozytopenie zu erkennen. Sie sollen zudem die wichtigsten Ursachen, Symptome und Befunde einer Immunthrombozytopenie benennen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- einfache Prinzipien der pathogenetischen Einteilung von Thrombozytopenien (Bildungsstörung versus erhöhter peripherer Abbau von Thrombozyten) benennen können.
- pathophysiologische Grundlagen und das klinische Krankheitsbild einer Immunthrombozytopenie (ITP, auch „Idiopathische thrombozytopenische Purpura“) erklären können.
- typische klinische Symptome einer Thrombozytopenie benennen können.

#### Lernspirale

Die Studierenden haben bereits die Physiologie und Biochemie der Thrombozytopoese und der plasmatischen Gerinnung kennen gelernt. Diese Fachvorlesung dient der Einordnung des Erlernten in einen klinischen Kontext. Eine Vertiefung des Erlernten erfolgt in den verschiedenen „Organmodulen“ sowie im Modul 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“, in denen die Thrombozytopenie im Kontext verschiedener Erkrankungen auftritt.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Wintrobe's clinical hematology](#): Kapitel zu „Thrombocytopenia“ und „Causes of immunological platelet destruction“

*Buch:*

- [Herold: Innere Medizin](#): Kapitel zur Thrombozytopenie

## Klinik der Thrombose

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC14 - Medizinische Klinik m.S. Hämatologie, Onkologie und Tumorimmunologie - CVK

#### Kurzbeschreibung

In dieser Fachvorlesung sollen die häufigsten Ursachen sowie die typischen klinischen Symptome der tiefen Beinvenenthrombose dargestellt werden. Die klinische Basisdiagnostik sowie die wichtigsten Komplikationen einer tiefen Beinvenenthrombose sind ebenfalls Gegenstand der Veranstaltung. Die einfachen Grundprinzipien der Behandlung sollen vermittelt werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Wissen aus den Lehrveranstaltungen „Grundlegende biochemische Aspekte der Thrombozytenfunktion und der plasmatischen Blutgerinnung“ und „Einführung in die Physiologie der Hämostase“ dieses Moduls wird vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen Prinzipien der Pathogenese (Virchow-Trias), die wichtigsten Ursachen und die wichtigsten klinischen Symptome einer tiefen Beinvenenthrombose, die Basisdiagnostik (Anamnese, klinische Untersuchung, Ultraschall, Phlebographie) einer tiefen Beinvenenthrombose und die wichtigsten Komplikationen (postthrombotisches Syndrom, Lungenembolie, Thromboserezidiv) einer tiefen Beinvenenthrombose benennen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Prinzipien der Pathogenese, die klinische Symptomatik und die wichtigsten diagnostischen Maßnahmen bei einer tiefen Beinvenenthrombose benennen können.
- die wichtigsten Komplikationen (postthrombotisches Syndrom, Lungenembolie, Thromboserezidiv) einer tiefen Beinvenenthrombose beschreiben können.

#### Lernspirale

Im Modul 8 „Blut und Immunsystem“ erhalten die Studierenden Grundkenntnisse über anatomische, physiologische und biochemische Grundlagen der Blutgerinnung. In dieser Vorlesung soll der Bezug des Erlernten zur Klinik am Beispiel der Thrombose (Hyperkoagulabilität) vermittelt werden. Das Erlernte kann zu späteren Zeitpunkten in verschiedenen „Organmodulen“ wiederholt/vertieft werden.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Books:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(18. Auflage\)](#): Kapitel 111
- [Willerson: Cardiovascular medicine \(3. Aufl.\)](#): Kapitel 110

*Bücher:*

- [Harrison: Harrisons Innere Medizin \(17. Aufl.\)](#): Kapitel 111, S. 913-917
- [Herold: Innere Medizin](#): S. 785-788

## Physiologische Grundlagen der Hämostase

### Integriertes Seminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM  
CC02 - Institut für Vegetative Physiologie - CCM  
CC05 - Institut für Pharmakologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Blutgerinnung und Fibrinolyse sind antagonistische Prozesse der normalen Hämostase. In diesem Fachseminar sollen prinzipielle Mechanismen der beiden Prozesse besprochen werden, um daraus klinische Konsequenzen von Funktionsstörungen des Gerinnungssystems abzuleiten. Thematisiert werden insbesondere die physiologische Aktivierung der sekundären Hämostase über den „tissue factor pathway“, das Protein C-System und die Fibrinolyse. Anhand der Pathophysiologie einer disseminierten intravasalen Koagulation (DIC) wird die Hämostase als dynamisches Gleichgewicht charakterisiert, dessen Auslenkung in die eine (verminderte Gerinnungsneigung) oder andere (erhöhte Gerinnungsneigung) Richtung von großer medizinischer Bedeutung ist.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Kenntnisse über die Hämostaseologie, wie sie in den Einführungsvorlesungen von Physiologie und Biochemie vermittelt werden, werden vorausgesetzt.

Angebote im Blackboard: Podcast und Folien.

Praktikumsskript zum Praktikum „Physiologie der Hämostase: Gerinnungstests“.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen typische gerinnungsanalytische Befundkonstellationen interpretieren und einordnen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Ablauf und Regulation des „tissue factor pathway“ erläutern können.
- Mechanismen erläutern können, die zur Begrenzung der sekundären Hämostase beitragen.
- die Fibrinolyse und ihre Vernetzung mit der Hämostase erläutern können.
- an den Beispielen aPC-Resistenz und disseminierte intravasale Koagulation (DIC) das Versagen der Regelung der Hämostase beschreiben können.

#### Lernspirale

An dieser Stelle erscheint die Hämostaseologie zum ersten Mal innerhalb des Curriculums. Die Kenntnis der Hämostasemechanismen ist grundlegend für das Verständnis von klinischen Situationen mit erhöhtem Thromboserisiko oder erhöhter Blutungsgefahr.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel 6, Abschnitt 6.5](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [Barthels/Depka: Das Gerinnungskompodium \(1. Aufl.\)](#)

## Pharmakologie der Hämostase

### Integriertes Seminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC05 - Institut für Pharmakologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Die Veranstaltung soll den Studierenden prinzipielle Mechanismen der pharmakologischen Intervention in die Blutgerinnung vermitteln.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Für den Seminarteil über die Pharmakologie der Hämostase werden Kenntnisse zur Gerinnungskaskade und zur Synthese von Gerinnungsfaktoren vorausgesetzt. Weiterhin werden Kenntnisse aus den Vorlesungen „Einführung in die Physiologie der Hämostase“ und „Grundlegende biochemische Aspekte der Thrombozytenfunktion und der plasmatischen Blutgerinnung“ vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Grundprinzipien der Wirkung von Thrombozytenaggregationshemmern, oralen und nicht-oralen Antikoagulantien kennen lernen.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- den Wirkmechanismus von Thrombozytenaggregationshemmern am Beispiel von Acetylsalicylsäure erläutern können.
- den Wirkmechanismus von parenteralen (Heparin) und oralen (Cumarine) Antikoagulantien erklären können.
- den Wirkmechanismus der direkten Thrombininhibitoren am Beispiel von Dabigatran erläutern können.

#### Lernspirale

Dieses Seminar führt in die Grundprinzipien der pharmakologischen Intervention in die Gerinnungskaskade ein, wobei die Gerinnungskaskade im bisherigen Verlauf des Moduls bereits grundlegend besprochen wurde. Es erklärt die wichtigsten Wirkmechanismen und Nebenwirkungen der entsprechenden Pharmaka. Diese Kenntnisse der allgemeinen Pharmakologie von Gerinnungshemmern werden in den entsprechenden klinisch orientierten Modulen (Modul 11 „Herz und Kreislaufsystem“, 25 „Erkrankungen des Thorax“, 27 „Erkrankungen der Extremitäten“) kurz repetiert, um dann die Anwendung dieser Medikamente an ausgewählten Krankheitsbildern in der klinischen Praxis zu besprechen.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Bücher:*

- [Aktories/Förstermann: allg. & spez. Pharmakologie \(10. Aufl.\):](#) Kapitel 22 (Pharmakologie der Hämostase)
- [Herdegen: Kurzlehrbuch Pharmakologie und Toxikologie:](#) Kapitel 6.1 (S. 111: Blutgerinnung), 6.2.1 (S.133: Acetylsalicylsäure), 6.3 (S. 116: Heparin, Cumari

## Eisen- und Hämstoffwechsel im menschlichen Organismus

### Seminar mit klinischem Bezug (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Die Studierenden werden mit den grundlegenden Prinzipien des Eisen- und Hämstoffwechsels bekannt gemacht, wobei Eisenbestand, Eisenbedarf und Grundlagen des Eisenumsatzes erläutert werden. Die Bedeutung von Eisen als Strukturbestandteil, Cofaktor und Expressionsregulator wird charakterisiert. Die Mechanismen der enteralen Eisenresorption und des intra- bzw. extrazellulären Eisentransports werden beschrieben, wobei die Funktion wichtiger Proteine der Eisenhomöostase (Transferrin, Transferrinrezeptor, Ferritin, Mobilferrin, Hpcidin) erläutert wird. Den zweiten Schwerpunkt dieses Fachseminars bildet der Hämstoffwechsel. Hier sollen die Prinzipien der Hämsynthese und des Hämabbaus erläutert werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Im Modul 2 „Bausteine des Lebens“ wurde das Hämoglobin als sauerstoffbindendes Hämoprotein eingeführt. Diese Lehrinhalte wurden im Modul 8 „Blut und Immunsystem“ im Seminar „Hämoglobin“ (Woche 1) weiterentwickelt. Deshalb können zum Verständnis der Lehrinhalte dieses Seminars die Grundstruktur des Hämoglobins und der prinzipielle Aufbau der Hämgruppe als bekannt vorausgesetzt werden.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den Eisen- und Hämstoffwechsel im menschlichen Organismus erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- den Eisenbestand des menschlichen Organismus, den alimentären Eisenbedarf und den täglichen Eisenumsatz darlegen können.
- die Funktion von Transferrin, Transferrinrezeptor, Ferritin, Mobilferrin, Hpcidin erläutern können.
- die Mechanismen der enteralen Eisenresorption und der Eisenversorgung peripherer Zellen (Transferrinrezeptor-Weg) beschreiben können.
- die Grundzüge der Hämsynthese und die Wirkung der regulatorischen Schlüsselenzyme (ALA-Synthase, Ferrochelatase) erklären können.
- den Abbau der Hämgruppe in seinen Grundzügen erläutern können.

#### Lernspirale

Die Studierenden verfügen aus dem Modul 2 „Bausteine des Lebens“ über Grundkenntnisse zum Aufbau und zur Funktion des Hämoglobins. Diese Lehrinhalte werden in diesem Seminar weiterentwickelt und durch die grundlegenden Prinzipien des Eisenstoffwechsels und des Hämstoffwechsels ergänzt. Die dabei vermittelten Kenntnisse bilden die Grundlage für das Verständnis weiterführender Lehrinhalte der Module 12 „Ernährung, Verdauung, Stoffwechsel“, 13 „Atmung“, 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“, 26 „Erkrankungen des Abdomens“ sowie 33 „Schwangerschaft, Geburt, Neugeborene, Säuglinge“.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 417-419, 371-373](#)

*Bücher:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 417-419, 371-373](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 322-325, 780-782, 809-811](#)

## Empfehlung zur Vertiefung

*E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 620-623, 658-667](#)

*Bücher:*

- [Hofmann: Medizinische Biochemie \(4. Aufl.\): S. 808-813, 495-496](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 620-623, 658-667](#)

## Labordiagnostik der Blutgerinnung: Gerinnungstests

### Praktikum (Großgruppe) (135 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In diesem physiologischen Praktikum wird die Funktion von Thrombozyten im Aggregometer untersucht. Es werden Tests zur Einschätzung des plasmatischen Gerinnungssystems (aPTT, Quick-Test und Protein C Aktivierungszeit) durchgeführt und deren mechanistischer Hintergrund erläutert. Da diese Tests zur Basisdiagnostik der Blutgerinnung gehören, ist die Fähigkeit, sie richtig zu interpretieren von großer praktischer Bedeutung.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

- Kenntnisse über Kalziumhomöostase in Zellen aus Modul 3 „Biologie der Zelle“ und Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“,
- Kenntnisse zur Freisetzung von Mediatoren durch Degranulation (Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“),
- Kenntnisse zur Signaltransduktion (Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“),
- Inhalt und Besuch der Vorlesungen „Einführung in die Physiologie der Hämostase“ und „Grundlagen biochemischer Aspekte der Thrombozytenfunktion und der plasmatischen Blutgerinnung“.

Angebote in Blackboard: Kenntnisse/Inhalt des Skripts zu diesem Praktikum werden vorausgesetzt. Bitte beachten Sie die Kittelpflicht für Praktika!



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen grundlegende Tests zur Quantifizierung von Gerinnungsstörungen durchführen und deren Ergebnisse interpretieren können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- Aktivatoren und Inhibitoren der Thrombozytenaggregation benennen können.
- erklären können, welche Gerinnungsfaktoren durch den Quick-Test, die aPTT und die Protein-C-Aktivierungszeit geprüft werden.
- begründen können, wieso der Quick-Test sensitiver auf einen Vitamin-K-Mangel oder eine Cumarin-Therapie reagiert als die aPTT.
- begründen können, wieso die aPTT sensitiver auf eine Heparin-Therapie reagiert als der Quick-Test.
- Typische Befundkonstellationen der Gerinnungsanalytik interpretieren können.

#### Lernspirale

An dieser Stelle erscheint die Hämostaseologie zum ersten Mal innerhalb des Curriculums. Die Kenntnis der Hämostasemechanismen ist grundlegend für das Verständnis von klinischen Situationen mit erhöhtem Thromboserisiko oder erhöhter Blutungsgefahr.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [Barthels/Depka: Das Gerinnungskompodium \(1. Aufl.\)](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*Buch:*

- [Speckmann/Hescheler/Köhling: Physiologie \(5. Aufl.\): Kapitel 6, Abschnitt 6.5](#)

**POL M08-3**  
POL (180 Minuten)**Angeborene und Erworbene Immunität**  
Fachvorlesung (90 Minuten)**Einrichtung**

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

CC14 - Institut für Immunologie - CBB

**Kurzbeschreibung**

Es wird eine Einführung in Aufbau und Funktion des Immunsystems gegeben. Zudem werden das angeborene und erworbene Immunsystem und deren lösliche (humorale) und zelluläre Bestandteile beschrieben und erläutert, wie eine typische Immunantwort gegen Bakterien und Viren abläuft. Des Weiteren werden die grundlegenden Mechanismen der Initiierung und Beendigung einer Immunantwort beschrieben.

**Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung**

Der Inhalt der über Blackboard bereitgestellten Einführungsliteratur „What is Immunology“ wird vorausgesetzt.

**Übergeordnetes Lernziel**

Die Studierenden sollen die Zellen des Immunsystems und den grundlegenden Ablauf einer Immunantwort erläutern können.

**Lernziele**

Die Studierenden sollen...

- die Einteilung der Immunreaktionen in angeboren/ erworben beziehungsweise zellulär/ humoral definieren können.
- die zellulären (Monozyten/Makrophagen, natürliche Killerzellen, Mastzellen, Granulozyten, dendritische Zellen) und humoralen (Lysozyme, Komplementfaktoren) Bestandteile des angeborenen Immunsystems benennen und deren Hauptfunktion beschreiben können.
- die zellulären (B-Zellen, T-Zellen, Monozyten/Makrophagen, dendritische Zellen) und humoralen (Antikörper) Bestandteile des erworbenen Immunsystems benennen und deren Hauptfunktion beschreiben können.

**Lernspirale**

Diese Vorlesung legt die Grundlagen für die Vorlesungen und Seminare zur molekularen Immunologie, klinischen Immunologie, dem Ablauf einer Immunantwort und Toleranz.

**Empfehlungen**

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 6 - 9 \(S. 62 - 90\)](#)

*Buch:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 6 - 9 \(S. 62 - 90\)](#)

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [The Japanese Society for Immunology: Your Amazing Immune System](#)

## Patient\*in mit infektiöser Mononukleose

### Patientenvorstellung (Vorlesung) (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

#### Kurzbeschreibung

Es soll ein typischer Fall eines Patienten oder einer Patientin mit einer infektiösen Mononukleose vorgestellt werden. Vom Fall ausgehend, sollen die klinischen Symptome und die virologische Diagnostik zum Nachweis einer akuten Infektion mit Epstein Barr Virus vorgestellt werden. Dabei wird eine klinische und labordiagnostische Abgrenzung zu anderen Erregern, die eine Lymphadenopathie hervorrufen, vorgenommen. Für Epstein Barr Virus (EBV) werden exemplarisch die Unterschiede zwischen primärer, latenter und reaktiver Infektion von Blutzellen (B-Lymphozyten) bei immunkompetenten und immunsupprimierten Patienten/Patientinnen (z.B. bei HIV/AIDS) sowie die virusassoziierte Tumorentstehung (Nasopharynxkarzinom und Burkitt-Lymphom) herausgearbeitet. Die Bedeutung von Viren der Herpesgruppe für die Interferenz mit der Antigenpräsentation wird erläutert.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Vorlesungen und Seminare zur Immunologie in Modul 2 „Bausteine des Lebens“ und in Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“ werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Wechselwirkung zwischen infizierendem Virus und Zellen des Immunsystems mit unterschiedlicher Ausprägung der Krankheitszeichen kennen.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Krankheitszeichen und diagnostischen Marker einer Epstein-Barr-Virus-Infektion bei Immunkompetenten und bei Immunsupprimierten beschreiben können.
- Viruslatenz, Immunabwehr und Lymphomentstehung im Rahmen einer Epstein-Barr-Virus-Infektion erklären können.

#### Lernspirale

Vorlesungen und Seminaren aus Modul 2 „Bausteine des Lebens“ und Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“ sind Grundlage für diese Vorlesung. Weiterführende Aspekte zur Immunantwort werden im Modul 8 im interdisziplinären Seminar „Initiierung einer Immunantwort und Infektionsabwehr“ und im Modul 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ vermittelt.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Doerr: Medizinische Virologie \(2. Aufl.\): S. 677-688](#)

## Zelluläre Immunität - Molekulare Grundlagen

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Die Studierenden werden mit den molekularen Strukturen und prinzipiellen Funktionsabläufen des zellulären Immunsystems bekanntgemacht. Im Mittelpunkt stehen zunächst die Prinzipien der Antigenerkennung durch T-Zellrezeptoren und die dadurch ausgelösten intrazellulären Signalkaskaden, die entweder zur Anergie bzw. Apoptose (frühe Entwicklung) oder zur Zellproliferation/Differenzierung (späte Entwicklung) führen. Anschließend werden die Differenzierungsprinzipien naiver T-Zellen zu T-Helferzellen (TH), zytotoxischen T-Zellen (TCyt), regulatorischen T-Zellen (TReg) und T-Gedächtniszellen (TMem) beschrieben und die Funktionen dieser T-Zellarten diskutiert. Dabei werden die Mechanismen des zweiten Aktivierungssignals vorgestellt und die molekularen Prinzipien der Zytotoxizität von TCyt und NK-Zellen als Grundlage der Abwehr von Virusinfektionen erläutert.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen grundlegend die Struktur und Funktionsweise des zellulären Immunsystems erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die wesentlichen Arten antigengeprägter T-Zellen aufzählen und deren molekulare Funktionen erläutern können.
- die molekularen Grundlagen der Erkennung präsentierter Antigene durch T-Zellrezeptoren und Helfermoleküle (CD3, CD4, CD8) erläutern können.
- die nach Antigen-Erkennung intrazellulär ablaufende Signalwandlung in T-Zellen grundlegend beschreiben können.
- die prinzipielle Struktur von MHC-Proteinen und deren Funktion bei der Antigenpräsentation erläutern können.
- am Beispiel einer Virusinfektion die molekularen Grundlagen der Zytotoxizität von zytotoxischen T-Zellen und natürlichen Killerzellen beschreiben können.

#### Lernspirale

Die Grundkenntnisse zur zellulären Immunität werden in der Vorlesung „Angeborene und Erworbene Immunität“ aufgegriffen und hinsichtlich der molekularen Grundlagen der ablaufenden Abwehrreaktionen in dieser Vorlesung erweitert. Die vermittelten Lehrinhalte sind Voraussetzung für das Verständnis des Lehrstoffes der Module 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“, 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ und 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 384-390](#)

*Bücher:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 384-390](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 668-671, 681-683, 695-702](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*E-Books:*

- [Christen: Biochemie \(1 .Aufl\): S. 479-490](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 1110-1117](#)

*Bücher:*

- [Christen: Biochemie \(1. Aufl\): S. 479-490](#)
- [Janeway: Immunologie: S. 241-276](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 1110-1117](#)

## Humorale Immunität - Molekulare Grundlagen

### Fachvorlesung (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Die Studierenden sollen mit den molekularen Strukturen und Funktionsabläufen des humoralen Immunsystems bekannt gemacht werden, die für die Bekämpfung von Infektionskrankheiten von entscheidender Bedeutung sind. Die Vorlesung knüpft unmittelbar an die Vorlesung „Zelluläre Immunologie: Unspezifische und spezifische Immunität“ dieses Moduls an. Im Mittelpunkt stehen zunächst die Antikörper. Ihr molekularer Aufbau, ihre Klasseneinteilung und ihre prinzipielle Rolle bei der adaptiven Immunantwort wird dargestellt. Dabei werden auch die molekularen Prinzipien des Klassenwechsels beschrieben und die Unterschiede in der Synthese von membrangebundenen und freien Immunglobulinen erläutert. Zweiter Schwerpunkt der Vorlesung ist die Struktur und die Funktionsweise des Komplementsystems. Hier werden der prinzipielle Aufbau und die allgemeinen Funktionen dieses Abwehrsystems eingeführt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Aus dem Fachseminar „Grundlagen des angeborenen und adaptiven Immunsystems“ (Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“) und aus der Vorlesung „Zelluläre Immunologie: Unspezifische und spezifische Immunität“ dieses Moduls kennen die Studierenden den prinzipiellen Aufbau des menschlichen Immunsystems, dessen Einteilung in mehrere Subsysteme und die prinzipiellen Mechanismen der Kommunikation zwischen den Subsystemen. Diese Kenntnisse werden für das Verständnis der hier geplanten Lehrinhalte vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen grundlegend die Struktur und Funktionsweise des humoralen Immunsystems (einschließlich Komplementsystem) erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die allgemeine Struktur der Immunglobuline und die Lokalisation funktionell bedeutsamer Strukturmodule (Bindungsstellen für Antigene und Fc-Rezeptoren) beschreiben können.
- die Einteilungskriterien der Immunglobuline in die verschiedenen Immunglobulinklassen (IgA, IgD, IgG, IgE, IgM) beschreiben können.
- die molekularen Prozesse erklären können, die zur Umschaltung bei der Synthese von membrangebundenen Immunglobulinen zu löslichen Antikörpern führen.
- den prinzipiellen Aufbau (Komplementfaktoren C1-C9, Regulatorproteine) und die Wirkungsweise (Bakterizidie, Opsonierung, Anaphylaxie) des Komplementsystems erläutern können.

#### Lernspirale

Die Studierenden verfügen bereits über Grundkenntnisse zum Immunsystem des Menschen, zu dessen Dichotomie und zu den Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Immunologischen Subsystemen. Diese Kenntnisse werden in diesem Seminar aufgegriffen und hinsichtlich der molekularen Grundlagen des humoralen Subsystems erweitert. Die molekularen Details und die Regulationsprinzipien des Komplementsystems werden in der Vorlesung „Humorale Mediatoren und Akutphasereaktanten“ besprochen. Einige dieser Kenntnisse werden im Modul 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“ wieder aufgegriffen und sind für das Verständnis der Lehrinhalte insbesondere in Modul 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ und 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“ bedeutsam.

## Empfehlungen

### Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

#### *E-Books:*

- [Christen: Biochemie \(1. Aufl.\): S. 477-490](#)
- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 381-395](#)

#### *Bücher:*

- [Christen: Biochemie \(1. Aufl.\): S. 477-490](#)
- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 381-395](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 673-677, 685-695](#)

### Empfehlung zur Vertiefung

#### *E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 1103-1134](#)

#### *Bücher:*

- [Janeway: Immunologie: S. 85-95, 285-315, 316-331](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 1103-1134](#)

## Angeborene Immunität - Ablauf und Bedeutung

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Vegetative Physiologie - CCM

CC05 - Institut für Mikrobiologie und Infektionsimmunologie - CBF/CVK

CC05 - Institut für Virologie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In diesem Seminar sollen die zellulären und humoralen Teile der angeborenen Immunantwort behandelt werden. Themen sind die Einleitung der angeborenen Immunantwort mittels mustererkennender Rezeptoren und die nachfolgenden intrazellulären Signalkaskaden sowie Phagozytose und Antigenpräsentation mittels MHC II. Es soll der Zusammenhang zur Aktivierung des Komplementsystems und von natürlichen Killerzellen sowie zur Induktion einer Entzündung verdeutlicht werden.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die zellulären und humoralen Teile der angeborenen Immunantwort in ihrem Ablauf und ihrer Bedeutung beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Einleitung der angeborenen Immunantwort (Erkennung von Pathogenen mittels mustererkennender Rezeptoren, PRR) beschreiben können.
- die Funktion der PRR an den Beispielen TLR (Erkennung bakteriellen Lipopolysaccharids) und RLR (Erkennung viraler RNA) erläutern können.
- die von den PRR induzierten Signalwege am Beispiel von NF-kappaB, der Ausschüttung von Typ-1 Interferonen sowie des Inflammasoms in Grundzügen darstellen können.
- Phagozytose mit nachfolgender Antigen-Präsentation mittels MHC-II als mögliche Reaktion auf eine Pathogenerkennung beschreiben können.
- Komplementsystem-Aktivierung, Aktivierung natürlicher Killerzellen und Induktion einer Entzündung als mögliche Reaktionen auf eine Pathogenerkennung benennen können.

#### Lernspirale

Der grundsätzliche Ablauf von Immunantwort und Infektabwehr bildet eine wichtige Grundlage für das Verständnis von Infektionen (Schwerpunkt in Modul 18 „Infektionen als Krankheitsmodell“).

## Erworbene Immunität - Ablauf und Bedeutung

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Physiologie - CCM

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

CC14 - Institut für Immunologie - CBB

#### Kurzbeschreibung

In diesem Seminar sollen am Beispiel der Influenza-Infektion die zellulären und humoralen Teile der erworbenen Immunantwort behandelt werden. Themen sind die Einleitung der erworbenen Immunantwort durch Migration einer dendritischen Zelle in einen Lymphknoten, dortige Aktivierung von T- und folgend B-Zellen, die Funktionen von Antikörpern sowie die Prozesse, die bei der Beendigung der Immunantwort eine Rolle spielen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Unterlagen zu diesem Seminar werden in Blackboard hinterlegt.

Für die Vorbereitung hilfreich: F10 - Kurs Mikrobiologie (Erregerkompendium, ABC der Definitionen), F10 Hepatitis-Trainer (ebenfalls in Blackboard hinterlegt).



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die zellulären und humoralen Teile der erworbenen Immunantwort in ihrem Ablauf und ihrer Bedeutung beschreiben können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Einleitung der erworbenen Immunantwort (Migration Antigen-präsentierender dendritischer Zellen in sekundäre lymphatische Organe und 3-Signal-Aktivierung naiver CD4- und CD8-T-Zellen) beschreiben können.
- die Bedeutung von CD4-T-Helferzellen für die Aktivierung von zytotoxischen CD8-T-Zellen (Verstärkung kostimulatorischer Signale, Ausschüttung von IL-2) beschreiben können.
- die Aktivierung naiver B-Zellen in sekundären lymphatischen Organen durch CD4-T-Helferzellen (Antigen-Präsentation durch B-Zelle mittels MHC-II, Bindung der aktivierten passenden T-Helferzelle, Interaktion zwischen CD40 und CD40L) beschreiben können.
- die wichtigsten Antikörper-Funktionen (Agglutination, Neutralisation, Opsonierung, Aktivierung des Komplementsystems) benennen können.
- die Mechanismen der Beendigung einer Immunantwort (Apoptose der Effektorzellen, Hemmung durch regulatorische T-Zellen) benennen können.

#### Lernspirale

Der grundsätzliche Ablauf von Immunantwort und Infektabwehr bildet eine wichtige Grundlage für das Verständnis von Infektionen (Schwerpunkt in Modul 18 „Infektionen als Krankheitsmodell“).

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vertiefung

*E-Book:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): S. 62/63, 73/74](#)

*Bücher:*

- [Janeway's immunobiology \(7. Aufl.\): ganzes Kapitel 2, \(Seite 61-139\)](#)
- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): S. 62/63, 73/74](#)

## Immunrezeptoren und MHC-Moleküle

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

#### Kurzbeschreibung

Die Studierenden werden mit der Frage konfrontiert, warum das adaptive Immunsystem trotz eines begrenzten Reservoirs an Immunrezeptorgenen eine quasi unendliche Vielfalt von Immunrezeptorproteinen hervorbringt. Deshalb werden die Strukturprinzipien der Immunglobulin-, T-Zellrezeptor- und MHC-Genkluster erläutert, wobei zwischen Keimbahngenom und dem Genom differenzierter Immunzellen unterschieden wird. Polygenie und Segmentierung der Keimbahngene sowie die somatische Rekombination mit ihrer Verknüpfungsvielfalt werden als wesentliche Ursachen für die Strukturvielfalt von B- und T-Zellrezeptoren dargestellt. Die somatische Hypermutation wird als später Prozess der B-Zellreifung eingeführt, der zusätzliche Strukturmodifizierungen verursacht. Für die Strukturvielfalt der MHC-Proteine, die für Antigenpräsentation und individuelle Gewebetypisierung bedeutsam sind, werden Polygenie, Polymorphismus und kodominante Expression als wesentliche Ursachen der Strukturvielfalt charakterisiert.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Für das Verständnis dieses Fachseminars werden die Lehrinhalte der Vorlesungen „Molekulare Grundlagen des humoralen Immunsystems“ und „Zelluläre Immunologie: Unspezifische und spezifische Immunität“ vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die strukturellen Voraussetzungen und die Funktionsprinzipien erläutern können, die für die strukturelle Vielfalt der spezifischen Immunrezeptoren und MHC-Proteine verantwortlich sind.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- den Unterschied zwischen Keimbahngenom und dem umgeordneten Genom differenzierter Immunzellen erläutern können.
- Polygenie, Segmentierung und somatische Rekombination als Voraussetzungen für die Strukturvielfalt der Immunrezeptoren beschreiben können.
- somatische Hypermutation und Affinitätsreifung als antigenabhängigen Diversifizierungsprozess der späten B-Zellentwicklung erläutern können.
- Polygenie, Polymorphismus und kodominante Expression als für die Vielfalt der MHC-Proteine wesentliche Faktoren charakterisieren können.

#### Lernspirale

Die Studierenden verfügen bereits über Grundkenntnisse zum Immunsystem des Menschen, zu dessen Dichotomie und zu den Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den immunologischen Subsystemen. Diese Kenntnisse werden in diesem Fachseminar aufgegriffen und hinsichtlich der molekularen Basis für die strukturelle Vielfalt der spezifischen Immunrezeptoren bzw. der MHC-Proteine erweitert. Diese Lehrinhalte werden in den Modulen 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“, 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ und 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“ wieder aufgegriffen und mechanistisch vertieft.

#### Empfehlungen

## Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 384-396](#)

*Bücher:*

- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 384-396](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 685-691, 695-697, 699-702](#)

## Empfehlung zur Vertiefung

*E-Books:*

- [Christen: Biochemie \(1. Aufl.\): S. 478-490](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 1105-1128](#)

*Bücher:*

- [Christen: Biochemie \(1. Aufl.\): S. 478-490](#)
- [Janeway: Immunologie: S. 96-105, 207-236](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 1105-1128](#)

## Mikroskopische Anatomie des Immunsystems

### Histologiekurs (120 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

#### Kurzbeschreibung

In dieser Veranstaltung üben die Studierenden, an histologischen Präparaten die Struktur und den Aufbau der Organe des Immunsystems zu erkennen.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Inhalte der Vorlesung „Anatomische Grundlagen Blut und Immunsystem“ (Modul 7) und die Inhalte der histologischen Praktika aus Modul 5 (Allgemeine Histologie) werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen in histologischen Präparaten/Abbildungen den strukturellen und zellulären Aufbau von lymphatischen Organen beschreiben und zuordnen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die charakteristische Struktur und den histologischen Aufbau der lymphatischen Organe (Thymus, Milz, Tonsillen, Lymphknoten, MALT) erläutern und im histologischen Präparat oder auf einer Abbildung identifizieren können.
- den strukturellen und zellulären Aufbau der lymphatischen Organe (Thymus, Milz mit weißer und roter Pulpa, Tonsillen, Lymphknoten) mit ihrer Funktion in Beziehung setzen können.
- die Ultrastruktur der Milz in elektronenmikroskopischen Aufnahmen benennen können.

#### Lernspirale

In dieser Veranstaltung sollen die Studierenden erstmalig histologische Strukturen der Funktionalität des Organs und des gesamten Körpers zuordnen. Die Kenntnisse über den anatomischen Aufbau der lymphatischen Organe im physiologischen Zustand sind die Voraussetzung für das Erkennen und das Verständnis von pathologischen Veränderungen in den nachfolgenden Modulen.

(3. Semester: Thoraxeröffnung > Ductus Thoracicus.)

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Welsch: Lehrbuch Histologie \(1. Aufl.\)](#): Kapitel 6, Immunsystem, ab 6.3 Lymphatische Organe; optional: gesamtes Kapitel 6, Seite 233-258

**Abschluss: Komplette allgemeine klinische Untersuchung bei Normalbefund - Termin****14**

Untersuchungskurs (113 Minuten)

**Einrichtung**

Diverse Einrichtungen

**Kurzbeschreibung**

Dieser Termin dient dem Abschluss des Allgemeinen Untersuchungskurses. Im U-Kurs-Handbuch sind die einzelnen Feinlernziele zur Definition des übergeordneten Lernziels für den Allgemeinen Untersuchungskurs systematisch dargestellt und zusammengefasst. Je nach Bedarf der Untersuchungskursgruppe kann entweder der komplette Untersuchungsgang durchgespielt oder individuelle Schwerpunkte gesetzt werden. In der Lehrveranstaltungsbeschreibung für den Termin 14 sind nur die für den Allgemeinen Untersuchungskurs geltenden Lernziele aufgeführt, die noch nicht in Termin 9 bis 13 (alle 2. Semester MSM) gelistet sind.

**Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung**

Weißer Kittel, Namensschild, Untersuchungsinstrumente.

**Übergeordnetes Lernziel**

Am Ende des Allgemeinen U-Kurses sollen die Studierenden eigenständig eine Anamnese und klinische Untersuchungen bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten durchführen können, die benannten praktischen Fertigkeiten demonstrieren können und einen Normalbefund erheben, beschreiben und gegenüber einem Nicht-Normalbefund abgrenzen können.

**Lernziele**

Die Studierenden sollen...

- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten eine allgemeine Anamnese sinnvoll strukturiert erheben können (Begrüßung/ Vorstellung, aktuelle Anamnese/aktuelle Beschwerden, Eigen- und frühere Anamnese, Familien- und Sozialanamnese, geschlechterspezifische Anamnese, allgemeine, inklusive vegetativer Anamnese, Konsultationsende).
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten den Ernährungszustand ermitteln und dokumentieren sowie hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten die Körpertemperatur messen und das Ergebnis einordnen können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten den Puls bestimmen, dokumentieren und hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten den Blutdruck nicht-invasiv am Arm messen, den Befund dokumentieren und hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ die Oberflächenstrukturen und einsehbaren Bereiche des Kopfes und Halses inspizieren, palpieren und perkutieren sowie den Befund dokumentieren und hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ die Symmetrie der Strukturen des Kopfes und des Halses beurteilen, dokumentieren und hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten die Pupillen-Reaktionen untersuchen, den Befund dokumentieren und hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten die Extremitäten bezüglich Symmetrie, Hautfarbe, Hautverletzungen und Schwellungen inspizieren, den Befund

dokumentieren und hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.

- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten den Pulsstatus palpatorisch erheben, den Befund dokumentieren und hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten die großen Hautvenen der Extremitäten auffinden, benennen und den Inspektionsbefund hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.
- ♣ bei einer gegebenen Patientin, einem gegebenen Patienten die oberflächlichen Lymphknotenstationen auffinden, benennen sowie den Inspektions- und Palpationsbefund hinsichtlich eines Normalbefundes einordnen können.

### Lernspirale

Termin 14 bildet den Abschluss des Allgemeinen Untersuchungskurses. Im 3. und 4. Semester folgt ihm der darauf aufbauende, modulbezogene Vertiefende Untersuchungskurs.

## Das immunologische Gedächtnis

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

CC14 - Institut für Immunologie - CBB

#### Kurzbeschreibung

Am Beispiel einer Maserninfektion wird das Prinzip einer lebenslangen Immunität beschrieben und aufgezeigt, dass diese auch durch eine Impfung hervorgerufen werden kann. Darauf aufbauend wird die Bildung eines immunologischen B- und T-Zell-Gedächtnisses erläutert und wie dieses diagnostisch (Serologie) überprüft werden kann. Am Beispiel einer Immunantwort gegen eine Infektion wird erklärt, wie Immunzellen im Körper gezielt wandern.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Vorlesung baut auf den Vorlesungen „Zelluläre Immunologie“ und „Molekulare Grundlagen des Immunsystems“ dieses Moduls auf.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Bildung des immunologischen Gedächtnisses nach einer Maserninfektion erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- am Beispiel der Maserninfektion beschreiben können, wie sich nach einer Infektion ein immunologisches Gedächtnis ausbildet.
- die Rolle von IgG- und IgM-Antikörpern für die Diagnostik einer Infektion erläutern können.
- das Prinzip der gerichteten Wanderung von T-Zellen und die Bedeutung von Chemokinen und deren Rezeptoren benennen können.

#### Lernspirale

In dieser Vorlesung werden die Grundlagen für das Seminar „Vakzinierung - einer der größten Erfolge der Medizin“ in derselben Woche dieses Moduls besprochen. Weiterführende Aspekte der Immunantwort gegen Infektionserreger und Tumore werden in den Modulen 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ und 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“ im 5. Semester vermittelt.

#### Empfehlungen

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 10 und 13 \(S. 93 – 94, 110-113\)](#)

*Buch:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 10 und 13 \(S. 93 – 94, 110-113\)](#)

## Immunologische Selbsttoleranz und überschießende Immunantworten

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

CC14 - Institut für Immunologie - CBB

#### Kurzbeschreibung

Die komplexe Regulation des Immunsystems funktioniert nicht immer fehlerfrei. In dieser Vorlesung soll ein Überblick über die Grundprinzipien der immunologischen Selbsttoleranz und den Folgen einer ungenügenden Selbsttoleranz und fehlgeleiteten Immunantworten als Ursache einer Vielzahl Innerer Krankheiten (Autoimmunkrankheiten, Allergien) gegeben werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Vorlesung baut auf den Vorlesungen „Zelluläre Immunologie“ und „Molekulare Grundlagen des Immunsystems“ auf.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Prinzipien von Selbsttoleranz und allergischer Sensibilisierung erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- darlegen können, wie die immunologische Toleranz funktioniert (zentrale Toleranz im Thymus, periphere Toleranz, regulatorische T-Zellen).
- am Beispiel einer Nahrungsmittelallergie (Typ-I-Immunantwort) die Grundprinzipien einer allergischen Erkrankung erläutern können.

#### Lernspirale

Diese Vorlesung legt die Grundlagen für die zukünftigen Module, die sich mit Allergien (z.B. Modul 9 „Haut“) und Autoimmunerkrankungen (z.B. Rheumatologie) beschäftigen.

#### Empfehlungen

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 11 und 17-18 \(S. 95 – 101 und 144-158\)](#)

*Buch:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 11 und 17-18 \(S. 95 – 101 und 144-158\)](#)

## Humorale Mediatoren und Akut-Phase-Reaktanten

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC05 - Institut für Laboratoriumsmedizin, klinische Chemie und Pathobiochemie - CBF/CCM/CVK

#### Kurzbeschreibung

Die akute Entzündung stellt die immunologische Antwort auf eine Zellschädigung dar. Das lokale Ereignis kann, in Abhängigkeit der Ausprägung bzw. des Schweregrades, in eine systemische Reaktion münden. Die Studierenden sollen die lokal begrenzte Entzündungsreaktion („lokale Antwort“) von einer systemischen Antwort, die labordiagnostisch messbar ist, abgrenzen können. Die Studierenden lernen an einem konkreten Fall (Appendizitis mit Perforation und Sepsis) wichtige humorale Mediatoren der akuten Entzündung sowie deren Kinetik kennen. In diesem Zusammenhang wird die entzündliche systemische Reaktion mit Hilfe der Laborparameter Interleukin-6 (IL-6), C-reaktives Protein (CRP) und Prokalcitonin (PCT) besprochen. Dies soll den Studierenden einen ersten Einblick in labordiagnostische Routineparameter einer Entzündung ermöglichen. Dabei wird IL-6 als früher regulativer Parameter von Entzündungsreaktionen, CRP als wichtiger Marker der Akute-Phase-Reaktion und PCT als moderner Marker der Sepsisdiagnostik ausgewählt. Zudem werden Veränderungen von Plasmaproteinen in der Serum-Eiweiß-Elektrophorese bei entzündlichen Prozessen dargestellt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Grundlagenwissen der ersten beiden Modulwochen, insbesondere über Leukozyten und Makrophagen.



#### Übergeordnetes Lernziel

Nach der Vorlesung sollen die Studierenden die Grundmechanismen einer entzündlichen Reaktion auf lokaler und systemischer Ebene unterscheiden können und die Kinetik der Laborparameter im Rahmen einer Akut-Phase-Reaktion erläutern können. Dies erweitert die Kenntnisse der Studierenden (vorher gelehrt: Allgemeine anatomische Grundlagen in Woche 1 und pathologische Grundlagen in Woche 4 der Entzündungsreaktion) um das Wissen von labordiagnostischen Parametern einer Entzündung und ihrer praktischen Anwendbarkeit.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die folgenden Laborparameter der akuten Entzündung benennen können: Interleukin-6, C-reaktives Protein und Procalcitonin.
- die zelluläre bzw. organbezogene Herkunft von Akutphasenproteinen beschreiben können.
- Routine-Laborparameter für die Diagnostik bei Entzündungsreaktionen benennen können.

#### Lernspirale

In vorherigen Veranstaltungen werden Grundlagen der zellulären und humoralen Immunologie sowie von Plasma-Proteinen besprochen und die Pathologie der Entzündung dargestellt. In den folgenden Wochen werden die Blutzellen im Praktikum „Hämatologisches Mikroskopieren“ ausführlich besprochen. Im Modul 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ soll die rationale Labordiagnostik bei Sepsis und Entzündung in einem Seminar vertieft werden.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- [Renz: Praktische Labordiagnostik \(1. Aufl.\): S. 203-209 und 214-215](#)

## Neutrophile Granulozyten als wesentliche Bestandteile des zellulären nicht-adaptiven Immunsystems

Fachvorlesung (45 Minuten)

### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

### Kurzbeschreibung

Die Studierenden werden mit den Besonderheiten des Stoffwechsels neutrophiler Granulozyten bekannt gemacht, die eine wichtige Rolle bei der akuten Entzündungsreaktion spielen. Dabei werden zunächst die Prinzipien der Pathogenerkennung (Mustererkennungsrezeptoren) besprochen und anschließend die Mechanismen der Pathogeninternalisierung (Opsonierung, Phagozytose) erläutert. Anschließend soll das intrazelluläre Schicksal phagozytierter Pathogene (Reaktionen der oxidativen und nicht-oxidativen Mikrobizidie) verfolgt und antioxidative Schutzmechanismen der Granulozyten gegenüber den von ihnen erzeugten Sauerstoffradikalen diskutiert werden. Grundprinzipien der Leukozytenmigration (Chemotaxis, Chemokinese) werden ebenfalls erläutert.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Aus den vorhergehenden Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind den Studierenden neutrophile Granulozyten als die mengenmäßig dominierenden Leukozyten des strömenden Blutes bekannt. Sie wurden als wesentliche zelluläre Elemente des nicht-adaptiven Immunsystems vorgestellt und deren globale Abwehrfunktionen charakterisiert. Diese Kenntnisse werden für das Verständnis dieser Lehrveranstaltung vorausgesetzt.



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Rolle der neutrophilen Granulozyten innerhalb des nicht-adaptiven Immunsystems verstehen und die wesentlichen Stoffwechselbesonderheiten dieser Zellen erläutern können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die prinzipiellen Funktionen neutrophiler Granulozyten als Bestandteile des nicht-adaptiven zellulären Immunsystems erläutern können.
- die Prinzipien der Pathogenerkennung durch neutrophile Granulozyten erklären können.
- den molekularen Ablauf von Opsonierung und Phagozytose erläutern können.
- basale Mechanismen der Leukozytenmigration (Chemotaxis, Chemokinese) erläutern können.

### Lernspirale

In dieser Fachvorlesung werden neutrophile Granulozyten als wichtige Elemente des nicht-adaptiven zellulären Immunsystems besprochen und ihre abwehrspezifischen Stoffwechselleistungen diskutiert. Diese Lehrinhalte sollten in den Modulen 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“ und 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ wieder aufgegriffen und vertieft werden.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Books:*

- [Christen: Biochemie \(1. Aufl.\): S. 472-479](#)
- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 381-384](#)

*Bücher:*

- [Christen: Biochemie \(1. Aufl.\): S. 472-479](#)
- [Löffler: Basiswissen Biochemie \(7. Aufl.\): S. 381-384](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 668-672](#)

## Empfehlung zur Vertiefung

*E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 972-976, 1104-1105](#)

*Bücher:*

- [Hofmann: Medizinische Biochemie \(4. Aufl.\): S. 573-576](#)
- [Janeway: Immunologie: S. 311-315, 355-365](#)
- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 972-976, 1104-1105](#)

## Entzündung

### Fachvorlesung (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC05 - Institut für Pathologie - CCM/CBF

#### Kurzbeschreibung

Den Sinn der Entzündung als die Form einer lokalen Reaktion auf eine Schädigung in vaskularisiertem Gewebe begründen und das Ziel der Entzündungsreaktion im Sinne einer gezielten Lieferung von Leukozyten und Flüssigkeit (Plasma) am Ort der Schädigung illustrieren. Darlegung der histologischen Veränderungen im Rahmen der akuten und chronischen Entzündung und der damit verbundenen strukturellen und funktionellen Konsequenzen für das betroffene Gewebe und Organ.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Interdisziplinäres Seminar „Initiierung einer Immunantwort und Infektabwehr“, Grundkenntnisse der Anatomie von Blut- und Immunsystem.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den Sinn der Entzündungsreaktion erfassen und die damit verbundenen positiven und negativen Konsequenzen für das betroffene Gewebe/Organ einschätzen können. Sie sollen zudem die morphologischen Veränderungen im Rahmen einer akuten und chronischen Entzündung in ihrer Entstehung überblicken und unterscheiden und die im Rahmen einer akuten Entzündungsreaktion entstehenden Symptome in Beziehung zu den histologischen Veränderungen setzen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Entstehung der Kardinalzeichen der Entzündung (rubor, tumor, dolor, calor, functio laesa) erläutern können.
- die Bildung und Zusammensetzung des entzündlichen Exsudates im Rahmen einer akuten Entzündungsreaktion (serös, fibrinös, eitrig, hämorrhagisch, nekrotisierend) erläutern können.
- die makroskopischen und die histologischen Befunde einer Entzündungsreaktion benennen können.

#### Lernspirale

Die Studierenden verfügen aus dem Fachseminar „Grundlagen des angeborenen und adaptiven Immunsystems“ im Modul 4 „Signal- und Informationssysteme“ und aus den Vorlesungen der Biochemie des Moduls 8 „Blut und Immunsystem“ über Kenntnisse zum Aufbau und den molekularen Mechanismen des menschlichen Immunsystems. Diese Fachvorlesung verbindet diese Kenntnisse mit den histologischen Veränderungen im Rahmen der Aktivierung der unspezifischen Immunantwort. Die Lehrinhalte werden im Modul 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ wieder aufgegriffen und vertieft.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vertiefung

*Buch:*

- Böcker: Pathologie (4. Aufl.): S.117-142

## Patient\*in mit Antikörper-Mangel

### Patientenvorstellung (Vorlesung) (45 Minuten)

#### Einrichtung

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

#### Kurzbeschreibung

Es soll ein typischer Fall eines Patienten oder einer Patientin mit einem Immunglobulinmangel vorgestellt werden. Vom Fall ausgehend sollen die klinischen Symptome einer bakteriellen Infektneigung, mögliche Ursachen, die Laborwertveränderungen und das therapeutische Vorgehen (Immunglobulinsubstitution) vorgestellt werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Vorlesungen und Seminare zur zellulären und humoralen Immunologie im Modul 8 „Blut und Immunsystem“ werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die Bedeutung eines Immunglobulinmangels für die Infektanfälligkeit kennen.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Folgen eines Immunglobulinmangels für die bakterielle Infektabwehr beschreiben können.
- die wichtigsten Ursachen von Immundefekten benennen können (primäre (angeborene) versus sekundäre (HIV-Infektion, Medikamente, hämatologische Erkrankungen)).

#### Lernspirale

Die Vorlesungen zur zellulären und molekularen Immunologie sind Grundlage für diese Vorlesung. Weiterführende Aspekte sekundärer Immundefekte werden in den Modulen 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ und 19 „Neoplasie als Krankheitsmodell“ im 5. Semester vermittelt.

#### Empfehlungen

Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

*E-Book:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 22 Immundefekte S. 174-178](#)

*Buch:*

- [Schütt/Bröker: Grundwissen Immunologie \(3. Aufl.\): Kapitel 22 Immundefekte S. 174-178](#)

## Der normale und pathologisch veränderte Lymphknoten

### Integriertes interdisziplinäres Seminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Centrum für Anatomie - CCM

CC05 - Institut für Pathologie - CCM/CBF

#### Kurzbeschreibung

In dieser Veranstaltung lernen die Studierenden den normalen Aufbau des Lymphknotens und die Reaktionsmuster des lymphatischen Gewebes. Zudem sollen histologische Unterschiede anhand der Morphologie maligner Lymphome exemplarisch gezeigt werden.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Inhalte der Vorlesung „Anatomische Grundlagen Blut und Immunsystem“ und des histologischen Praktikums aus Modul 8 „Blut und Immunsystem“ „Mikroskopische Anatomie des Immunsystems“ werden vorausgesetzt.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen den histologischen Aufbau des Lymphknotens überblicken und die histologischen Veränderungen bei verschiedenen Krankheitsbildern (Reaktionsmuster) erkennen und verstehen können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die im Lymphknoten ablaufenden physiologischen Prozesse (Antigenpräsentation, Proliferation, Differenzierung, Diapedese) mit der histologischen Morphologie verknüpfen können.
- den Aufbau und die funktionelle Zellverteilung im lymphatischen Gewebe mit Hilfe der immunhistologischen Darstellung von zellspezifischen Antigenen (CD20, CD3, CD21, BCL-2, Ki67) herleiten können.
- reaktive Lymphknotenveränderungen, die die B- oder die T- Zell-Zonen betreffen (follikuläre und interfollikuläre Hyperplasie, Vermehrung aktivierter blastärer Lymphozyten), im histologischen Präparat oder auf Abbildungen erkennen können.

#### Lernspirale

Das interdisziplinäre Seminar ergänzt und vertieft die Kenntnisse der anatomischen Gewebekunde und kombiniert diese mit den Kenntnissen der Funktion des Immunsystems. Des Weiteren wird die Differenzierung zwischen physiologischer Anatomie, morphologischen Veränderungen während immunologischer und entzündlicher Prozesse und malignen Veränderungen im Lymphknoten trainiert.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Buch:*

- [Lüllmann-Rauch: Taschenlehrbuch Histologie](#): Kapitel

## Vakzinierung – einer der größten Erfolge der Medizin

### Fachseminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC05 - Institut für Mikrobiologie und Infektionsimmunologie - CBF/CVK

CC05 - Institut für Virologie - CCM

CC12 - Institut für Medizinische Immunologie - CVK

CC14 - Institut für Immunologie - CBB

#### Kurzbeschreibung

Das Seminar soll einen Überblick über verschiedene Impfstrategien, deren immunologische Grundlagen und die Hauptindikationen für Impfungen geben. Die Bedeutung des Immunschutzes für Individuum und Population wird dargestellt; darüber hinaus wird an den Beispielen Pocken und Poliomyelitis erläutert, wie durch Vakzinierung Infektionskrankheiten eradiziert werden können. Am Beispiel von Influenza wird die Indikation für eine Impfung von Risikogruppen gezeigt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Allgemeine Kenntnisse der zellulären und molekularen Grundlagen des angeborenen und adaptiven Immunsystems.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse über die immunologischen Grundprinzipien von Vakzinen und die Möglichkeit, damit Infektionskrankheiten zu verhindern, erwerben. Es wird vermittelt, dass die Impfung eine sehr wirksame und kosteneffektive vorbeugende Maßnahme mit großem Benefit für die Gesundheit darstellt.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die einer Impfung zugrunde liegenden Mechanismen erläutern können.
- die Verwendung unterschiedlicher Impfstoffe (Tot- und Lebendimpfstoffe, komplette Mikroorganismen, Makromoleküle, rekombinante Proteine, Polysaccharide, mRNA) und die Bedeutung von Adjuvantien erläutern können.
- die Unterschiede zwischen aktiver und passiver Immunisierung am Beispiel der Tetanus-Impfung benennen können.
- ◆ sich der Bedeutung von Impfungen zur Vorbeugung von schweren Infektionen bewusst werden.

#### Lernspirale

Diese Veranstaltung baut auf die vorhergehenden Seminare („Angeborene bzw. Erworbene Immunität“ sowie „Toll-like Rezeptoren“) auf. Ebenso integriert das Seminar das theoretische Wissen bezüglich Funktion und Aktivierung des Immunsystems und bietet die Möglichkeit, dieses Wissen in den medizinischen Kontext einzuordnen.

Das Thema wird in den Modulen 17 „Systemische Störungen als Krankheitsmodell“ und 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ aufgegriffen und vertieft. Zu diesem Zeitpunkt soll dann auch das Für und Wider von Impfungen dargestellt werden, damit die Studierenden zu einer wissenschaftlich fundierten Bewertung gelangen.

#### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*Weblink:*

- [Risiken von Infektionskrankheiten und der Nutzen von Impfungen](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Weblink:*

- [STIKO](#)

## Zelluläre und molekulare Mechanismen der Entzündungsreaktion

### Integriertes interdisziplinäres Seminar (90 Minuten)

#### Einrichtung

CC02 - Institut für Biochemie - CCM

CC05 - Institut für Pathologie - CCM/CBF

#### Kurzbeschreibung

Aufbauend auf den in den vorhergehenden Lehrveranstaltungen dieses Moduls vermittelten Grundzügen zur Struktur und Funktion des adaptiven und nicht-adaptiven Immunsystems soll in diesem Seminar die konzertierte Aktion beider Subsysteme am Beispiel der Entzündungsreaktion vorgestellt werden. Initial werden dabei zunächst wesentliche Aspekte der allgemeinen Pathologie der Entzündungsreaktion (entzündungserregende Reize, Entzündungszellen, Topologie der Entzündung, Unterschiede zwischen akutem und chronischem Entzündungsverlauf, Entzündungsheilung als aktiven Prozess) besprochen. Im zweiten Teil des Seminars sollen aus biochemischer Sicht ausgewählte Entzündungsmediatoren (Chemokine, pro- und anti-inflammatorische Zytokine, Eicosanoide) vorgestellt und deren Wirkungen im Rahmen der Entzündungsreaktion erläutert werden. Dabei soll die Cyclooxygenase (COX) als Beispiel für einen molekularen Angriffspunkt zur Entwicklung entzündungshemmender Pharmaka vorgestellt werden. Selektive Hemmstoffe der COX2 werden als nicht-steroidale anti-inflammatorische Medikamente (NSAID) eingeführt.

#### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Aus den vorherigen Lehrveranstaltungen dieses Moduls verfügen die Studierenden über Grundkenntnisse zur Struktur und Funktionsweise des adaptiven und nicht-adaptiven Immunsystems. In diesen Veranstaltungen wurden sowohl zelluläre als auch humorale Immunmechanismen vorgestellt. Weiterhin baut das Seminar auf dem Basiswissen der Entzündungsreaktion, das in der Vorlesung „Entzündung“ vermittelt wurde, auf.



#### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen die verschiedenen Phasen und den prinzipiellen Ablauf einer Entzündungsreaktion einschließlich der zellulären und humoralen Regulationsmechanismen erläutern können.



#### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Unterschiede in der zellulären Zusammensetzung des entzündlichen Exsudates bei verschiedenen Entzündungsformen (akut, subakut, chronisch) beschreiben können.
- die Phasen der Entzündungsreaktion (akut, chronisch) und die daran beteiligten Entzündungszellen im histologischen Präparat und auf Abbildungen erkennen können.
- die molekulare Wirkung ausgewählter pro- und anti-inflammatorischer Mediatoren (Chemokine, Zytokine, Eicosanoide) erläutern können.
- die Rolle der Cyclooxygenase-2 als Schlüsselenzym bei der Synthese pro-inflammatorischer Eicosanoide beschreiben können.
- die Funktionen der an der Entzündungsreaktion beteiligten Zellen erläutern können.

#### Lernspirale

Aus den vorherigen Lehrveranstaltungen dieses Moduls verfügen die Studierenden über Grundkenntnisse zur Struktur und Funktionsweise des adaptiven und nicht-adaptiven Immunsystems. Diese Grundkenntnisse werden im Seminar dahingehend erweitert, dass die Entzündungsreaktion als Wechselspiel von adaptiven und nicht-adaptiven Immunmechanismen dargestellt wird, die durch zeitliche und räumliche Veränderungen in der Synthese spezifischer Botenstoffe reguliert wird. Diese Kenntnisse werden im Modul 18 „Infektion als Krankheitsmodell“ wieder aufgegriffen und vertieft.

## Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 778-779](#)

*Bücher:*

- [Löffler/Petrides: Biochemie & Pathobioch. \(8. Aufl.\): S. 778-779](#)
- [Lüllmann-Rauch: Histologie \(2. Aufl.\): S. 267-273](#)
- [Püschel: Taschenlehrbuch Biochemie \(1. Aufl.\): S. 263-270](#)

Empfehlung zur Vertiefung

*Bücher:*

- [Böcker: Pathologie \(4. Aufl.\): S 117-142](#)
- [Janeway: Immunologie: S. 11-20](#)

*Artikel:*

- [Serhan: Controlling the resolution of acute inflammation: a new genus of dual anti-inflammatory and proresolving mediators.: J Periodontol, 2008. 79 \(8 Suppl\): S. 1520-6.](#)

## Immunhämatologie – Serologische Verträglichkeitsprobe, Blutprodukte Praktikum (Kleingruppe) (90 Minuten)

### Einrichtung

CC14 - Institut für Transfusionsmedizin - CCM/CVK/CBF

### Kurzbeschreibung

In dieser Veranstaltung lernen die Studierenden, welche Untersuchungen vor einer Bluttransfusion durchgeführt werden müssen. Die Studierenden üben, wie eine Blutgruppe bestimmt wird, ein Antikörpersuchtest und eine serologische Verträglichkeitsprobe durchgeführt werden und wie der AB0-Identitätstest (Bedside-Test) durchgeführt und interpretiert wird.

### Vorausgesetztes Wissen/ Vorbereitung

Die Inhalte der Vorlesungen „Biochemie der Erythrozyten“, „Physiologie der Erythrozyten“ und „Immunhämatologie“ werden vorausgesetzt. Darüber hinaus sollen sich die Studierenden anhand des Skriptes „Immunhämatologie“ vorbereiten, welches vom Institut für Transfusionsmedizin über Blackboard zur Verfügung gestellt wird. Bitte beachten Sie die Kittelpflicht für Praktika!



### Übergeordnetes Lernziel

Die Studierenden sollen immunhämatologische Standardtests durchführen und die Ergebnisse interpretieren können.



### Lernziele

Die Studierenden sollen...

- die Methoden der Blutgruppenbestimmung erklären können.
- die serologische Verträglichkeitsprobe (Kreuzprobe) erklären können.
- den AB0-Identitätstest (Bed-Side-Test) beschreiben können.
- das Ergebnis des AB0-Identitätstests (Bed-Side-Test) interpretieren können.
- Verträglichkeitsregeln bei der Anwendung von Blutprodukten erklären können.
- ▶ einen AB0-Identitätstest (Bed-Side-Test) durchführen können.

### Lernspirale

Die Grundlagen zu diesem Praktikum werden in der Vorlesung „Immunhämatologie und Blutprodukte“ dieses Modul vermittelt. In diesem Praktikum werden die Studierenden in die Lage versetzt, grundlegende immunhämatologische Untersuchungen qualifiziert einzusetzen und deren Ergebnisse zu interpretieren. Darüber hinaus werden die Studierenden in der Lage sein, kompatible Blutprodukte auszuwählen. Diese Kenntnisse und Fertigkeiten werden in den organspezifischen Modulen 18 „Infektion als Krankheitsmodell“, 21 „Abschlussmodul 1. Abschnitt“, 26 „Erkrankungen des Abdomens“, 27 „Erkrankung der Extremitäten“, 33 „Schwangerschaft, Geburt, Neugeborene, Säuglinge“ vertieft.

### Empfehlungen

Empfehlung zur Vor- und Nachbereitung

*E-Book:*

- [Kiefel: Transfusionsmedizin und Immunhämatologie \(4. Aufl.\)](#)

*Buch:*

- [Kiefel/Mueller-Eckhardt: Transfusionsmedizin und Immunhämatologie \(4. Aufl.\)](#)

*Weblink:*

- [Aktuelle Richtlinien zur Hämotherapie](#)

## Abschlussbesprechung zu Modul 8

### Nachbesprechung (60 Minuten)

#### Einrichtung

PDLE - Prodekanat Lehre - CCM

#### Kurzbeschreibung

Modul-Workshop nach Abschluß des Moduls „Blut und Immunsystem“

## 8. Veranstaltungsorte - Lagepläne der Charité-Campi

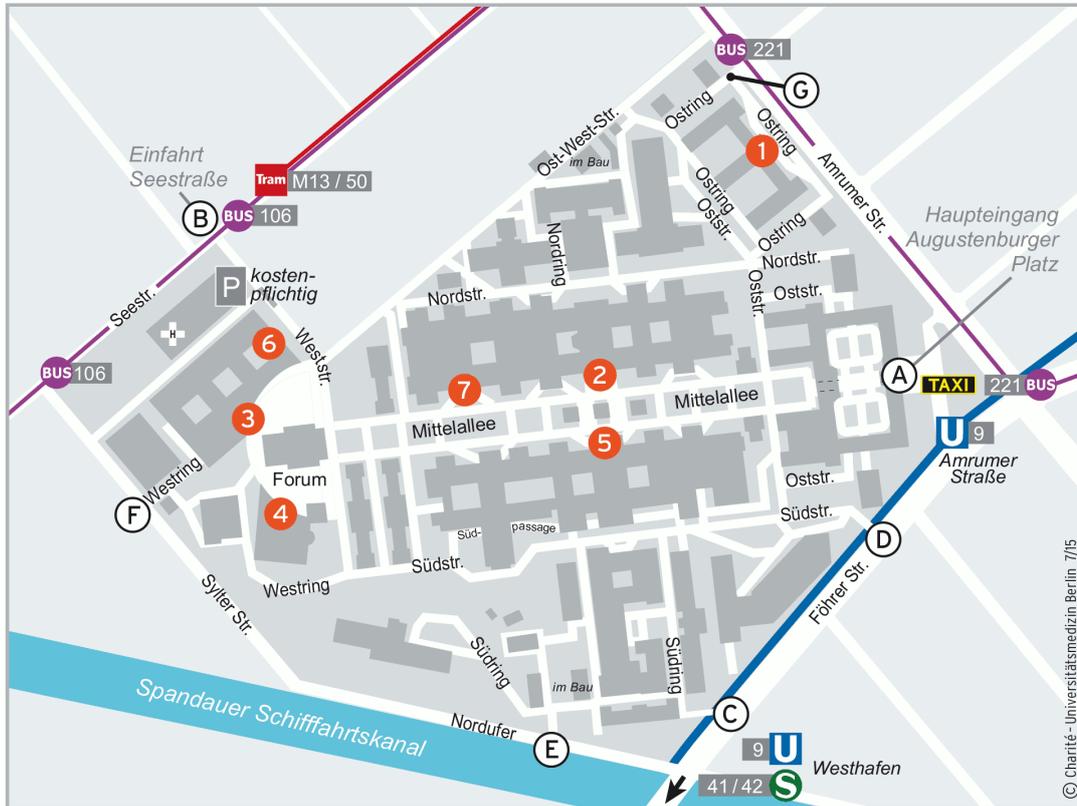


Campus Charité Mitte  
Charitéplatz 1  
10117 Berlin



- 1 Cohn-Hörsaal (HS), Axhausen-HS, Schröder-HS, Miller-HS, Mikroskopier-, Kleingruppen- und Seminarräume, Virchowweg 24
- 2 Kleingruppen- und Seminarräume, Virchowweg 23
- 3 Kleingruppen- und Seminarräume, Medizinische Klinik, Virchowweg 11, Seiteneingang Nordflügel (am Bonhoefferweg)
- 4 Seminarräume, Campus Klinik, Rahel-Hirsch-Weg 5
- 5 Hoffmann-HS, Seminarraum, Hautklinik, Rahel-Hirsch-Weg 4
- 6 Westphal-HS, Nervenklinik, Bonhoefferweg 3
- 7 Pathologie-HS, Virchowweg 14
- 8 Seminarraum 03.021, Hufelandweg 9
- 9 Seminarraum 04.030, Hufelandweg 5
- 10 Hertwig-HS, Anatomie, Medizinische Bibliothek (Oskar Hertwig-Haus), Philippstraße 11
- 11 Kopsch-HS, H. Virchow-HS, Präpöle, Histologiesaal, Sternsaal, Studienkabinett und Seminarräume, Anatomie (Wilhelm Waideyer-Haus), Philippstraße 11
- 12 Sauerbruch-HS, Hufelandweg 6
- 13 Seminarräume, Luisenstr. 57
- 14 Rahel Hirsch-HS, Poliklinik, Luisenstr. 13
- 15 HS Innere Medizin, Sauerbruchweg 2
- 16 Seminarräume 1-4, Innere Medizin, Virchowweg 9
- 17 Praktikumsräume CharitéCrossOver (CCO), Virchowweg 6
- 18a Lernzentrum, CIPom, Virchowweg 5
- 18b Lernzentrum, Virchowweg 3
- 18c Lernzentrum, Virchowweg 6
- 19 Paul Ehrlich-HS, Virchowweg 4
- 20 Turnhalle, Luisenstraße 13
- 21 Kossel-HS, Seminarraum 1, Hessische Str. 3
- 22 Referat für Studienangelegenheiten, Hannoversche Str. 19, 10115 Berlin
- 23 Seminarräume, Bettenhochhaus, Luisenstraße 64  
HS = Hörsaal

Campus Virchow-Klinikum  
Augustenburger Platz 1  
13353 Berlin

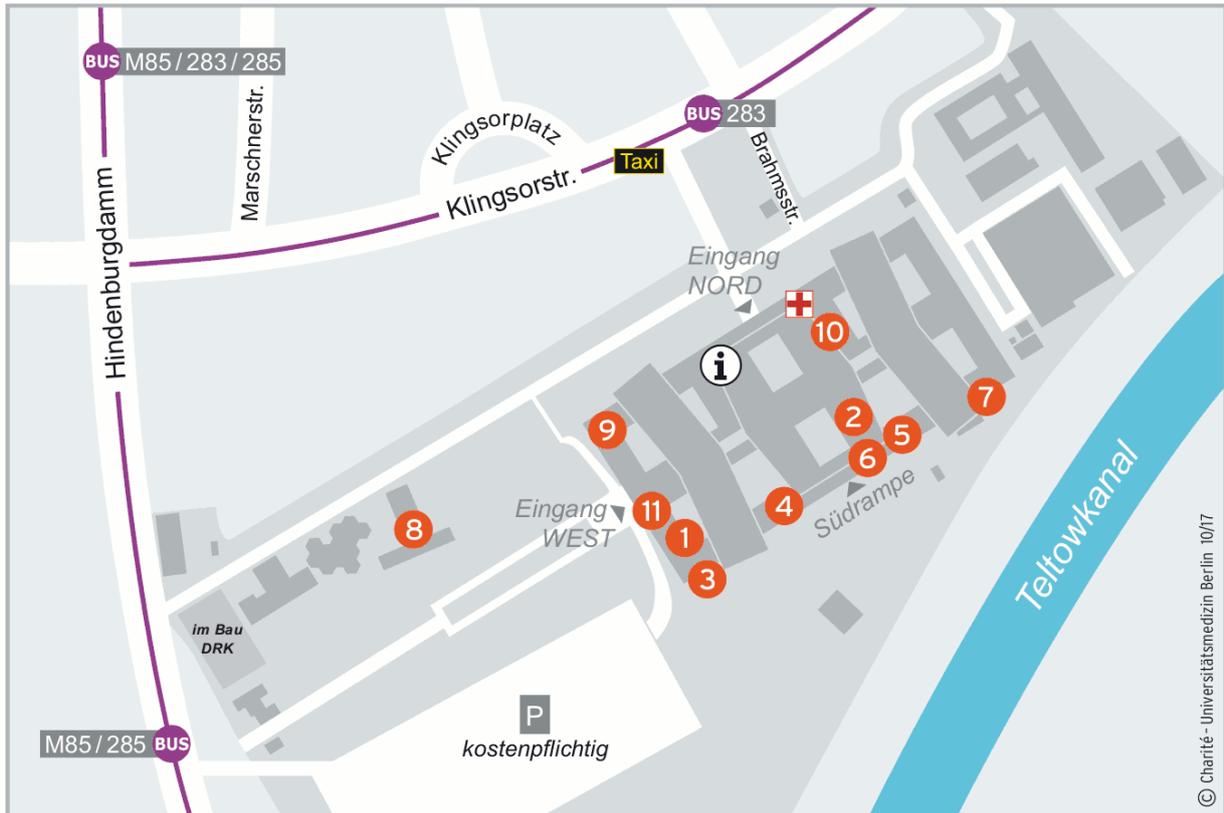


- 1 Hörsaal (ehem. Dermatologie), Ostring 1
- 2 Hörsaal 6, Kursräume 5 und 6, Mittelallee 10
- 3 Forschungsgebäude: Hörsaal Pathologie, Forum 4
- 4 Lehrgebäude: Hörsaal 1, 2 (Audimax) und 3, Kursräume 1-3, Seminarräume, Mikroskopiersaal, Kleingruppenräume, Lieblingscafé (Fachschaft), Forum 3
- 5 Gustav Bucky Hörsaal, (Zugang über die Radiologie-Anmeldung), Mittelallee 3
- 6 Praktikumsräume 1. OG, Forum 4
- 7 Demonstrationsraum O1 4040, 1. Kellergeschoss, Kinderklinik, Mittelallee 8

- A Haupteingang Augustenburger Platz 1 (nur für Fußgänger)
- B Einfahrt Seestraße 5 (für Fußgänger, PKW und Lieferverkehr) mit Parkhaus
- C Eingang Föhler Straße 15 (nur für Fußgänger)
- D Nebeneingang Föhler Straße 14 (nur für Fußgänger, nur PKW-Ausfahrt), nur Mo. - Fr. von 6 - 22 Uhr geöffnet
- E Nebeneingang Nordufer (für Fußgänger und PKW, kein Lieferverkehr)
- F Nebeneingang Sylter Straße (nur für Fußgänger)
- G Nebeneingang Amrumer Straße (nur für Fußgänger, nur PKW-Ausfahrt, kein Lieferverkehr), nur Mo. - Fr. von 6 - 22 Uhr geöffnet



Campus Benjamin Franklin  
Hindenburgdamm 30  
12200 Berlin



- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1 Kursräume 1, 3, 4, 5, EG            | 7 Hörsaal Pathologie, 1. UG               |
| 2 "Blaue Grotte", EG                  | 8 Kleingruppenräume E13 - E24, Haus II    |
| 3 Kursräume 7, 8, 9, 1. OG            | 9 Kleingruppenräume 1207 - 1281, 1. OG    |
| 4 Hörsaal West                        | 10 Untersuchungsraum + Turnhalle, 2. UG   |
| 5 Hörsaal Ost                         | 11 Kleingruppenräume U106a + U106b, 1. UG |
| 6 Kleiner Spiegelsaal, Kursraum 6, EG |   |

[www.charite.de](http://www.charite.de)