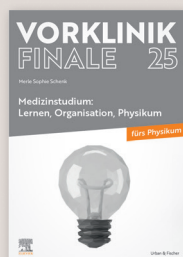


VORKLINIK FINALE

LESEPROBE

Alle Organe – alle Fächer – alles drin!



ELSEVIER

www.elsevier.de

VORKLINIK FINALE

Alle Organe – alle Fächer – alles drin!

Vorklinik Finale sind Prüfungsskripten für das Physikum, die nach Organsystemen gegliedert sind. Bereits in der Vorklinik können sie dir helfen, dich in den vielen neuen Inhalten zu orientieren und Themen im Gesamtüberblick einzuordnen.

Das ist drin:

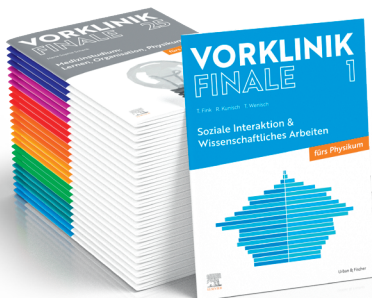
- Zur Vorbereitung auf das Physikum findest du in Heft 1–24 alle relevanten Inhalte inkl. Lernhilfen.
- Kleine Lerneinheiten in Heften, die du rasch abhaken kannst. Das hält die Motivation oben!
- Heft 25 gibt dir Tipps für den Start ins Medizinstudium und fürs Lernen, und enthält Lern- und Kreuzpläne fürs Physikum.

Zusammenhänge verstehen – organbasiert geht's besser!

- Du wiederholst die Inhalte organbasiert in einem sinnvollen Zusammenhang.
- Relevante klinische Inhalte sind immer direkt integriert.
- Du bist gut vorbereitet auf den klinischen Abschnitt, denn da geht es organbasiert weiter.
- Doppelte Inhalte, die bei fächerbasierter Darstellung häufig auftreten, sind hier bereits zusammengefasst.

Aktiv lernen bringt dich weiter!

- Besonders prüfungsrelevante Inhalte sind farbig hinterlegt.
- Fragen zum Selbsttest und/oder zur Vorbereitung auf mündliche Prüfungen.
- An jedem Kapitelende gibt es eine Seite mit Vorschlägen, wie du Inhalte durch Zeichnen wiederholen kannst.



ELSEVIER

www.elsevier.de

Übersicht aller Hefte

- 1 Soziale Interaktion & Wissenschaftliches Arbeiten
- 2 Atome und Naturgesetze
- 3 Moleküle und Stoffumwandlungen
- 4 Biomoleküle
- 5 Zellbiologie, Allgemeine Histologie & Mikrobiologie
- 6 Molekularbiologie, Meiose & Embryologie
- 7 Bewegungsapparat 1
- 8 Bewegungsapparat 2
- 9 Motorik und Bewegungsabläufe
- 10 Kopf und Hals
- 11 Nervensystem
- 12 Zentralnervensystem
- 13 Bewusstsein, Corticale Interaktion & Therapiemethoden
- 14 Sinnesorgane 1
- 15 Sinnesorgane 2
- 16 Lunge und Atmung
- 17 Herz-Kreislauf-System
- 18 Blut und Immunsystem
- 19 Gastrointestinaltrakt
- 20 Verdauung & Abbau von Nährstoffen
- 21 Energiestoffwechsel & Anabole Stoffwechselwege
- 22 Harnorgane und Elektrolythaushalt
- 23 Endokrines System
- 24 Geschlechtsorgane und Reproduktion
- 25 Medizinstudium: Lernen, Organisation, Physikum

Übersicht nach Heften/Organen

Diese Übersicht zeigt dir alle Hefte und Kapitel der Vorklinik-Finale-Reihe. Daneben sind jeweils die zugehörigen Fächer vermerkt.
Tipp: Eine Übersicht nach Fächern findest du am Ende dieses Heftes.

Heft 1 Soziale Interaktion & Wissenschaftliches Arbeiten

- | | | |
|---|----------------------------------|-----------|
| 1 | Individuum, Gesellschaft, Normen | Psych-Soz |
| 2 | Arzt und Patient | Psych-Soz |
| 3 | Gesundheitssystem | Psych-Soz |
| 4 | Messen und Rechnen | Physik |
| 5 | Methodische Grundlagen | Psych-Soz |

Heft 2 Atome und Naturgesetze

- | | | |
|---|----------------------------------|---------------------------|
| 1 | Struktur der Materie | Biochemie, Chemie, Physik |
| 2 | Mineralstoffe und Spurenelemente | Biochemie, Chemie |
| 3 | Wärmelehre | Physik |
| 4 | Elektrizität und Magnetismus | Physik, Physiologie |
| 5 | Ionisierende Strahlung | Physik |

Heft 3 Moleküle und Stoffumwandlungen

- | | | |
|---|--|--------|
| 1 | Chemische Bindung | Chemie |
| 2 | Stereochemie | Chemie |
| 3 | Funktionelle Gruppen und Stoffklassen | Chemie |
| 4 | Stoffumwandlungen/chemische Reaktionen | Chemie |

Heft 4 Biomoleküle

- | | | |
|---|--------------------------------------|-------------------|
| 1 | Kohlenhydrate | Biochemie, Chemie |
| 2 | Aminosäuren, Peptide, Proteine | Biochemie, Chemie |
| 3 | Fettsäuren, Lipide | Biochemie, Chemie |
| 4 | Nukleinsäuren, Nukleotide, Chromatin | Biochemie, Chemie |
| 5 | Vitamine und Co-Enzyme | Biochemie, Chemie |
| 6 | Thermodynamik und Kinetik | Biochemie, Chemie |

Heft 5 Zellbiologie, Allgemeine Histologie & Mikrobiologie

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | Zellen, Organellen | Biologie, Biochemie, Histologie, Physiologie |
| 2 | Transportprozesse | Biologie, Biochemie, Physiologie |
| 3 | Signaltransduktion | Biologie, Biochemie, Physiologie |
| 4 | Zellzyklus, Zellteilung, Zelltod | Biologie, Biochemie, Physiologie |
| 5 | Histologische Methoden und allgemeine Gewebelehre | Histologie |
| 6 | Gewebe | Histologie |
| 7 | Mikrobiologie | Biologie |

Heft 6 Molekularbiologie, Meiose & Embryologie

- | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|
| 1 | Enzyme | Biochemie |
| 2 | DNA-Replikation und -Transkription | Biochemie |
| 3 | Translation und Proteinprozessierung | Biochemie |
| 4 | Biochemische Verfahren | Biochemie |
| 5 | Vererbungslehre | Biologie |

- | | | |
|---|------------------------------------|-------------------------------|
| 6 | Meiose und Entwicklung der Gameten | Biologie, Biochemie, Anatomie |
| 7 | Embryologie | Anatomie |

Heft 7 Bewegungsapparat 1

- | | | |
|---|------------------------|-----------------------|
| 1 | Allgemeine Anatomie | Anatomie |
| 2 | Binde- und Stützgewebe | Biochemie, Histologie |
| 3 | Obere Extremität | Anatomie |

Heft 8 Bewegungsapparat 2

- | | | |
|---|-------------------|----------|
| 1 | Untere Extremität | Anatomie |
| 2 | Leibeswand | Anatomie |

Heft 9 Motorik und Bewegungsabläufe

- | | | |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Bewegungslehre | Physik |
| 2 | Muskeltypen | Biochemie, Histologie, Physiologie |
| 3 | Motorik | Physiologie |
| 4 | Rückenmark und Reflexe | Physiologie |
| 5 | Bewegungsabläufe im ZNS | Physiologie |
| 6 | Arbeits- und Leistungsphysiologie | Physiologie |

Heft 10 Kopf und Hals

- | | | |
|---|---|----------|
| 1 | Entwicklung von Kopf und Hals | Anatomie |
| 2 | Schädel, Muskulatur, Kopf- und Halseingeweide | Anatomie |
| 3 | Hirn- und Halsnerven, vegetative Innervation | Anatomie |
| 4 | Arterien, Venen, Lymphsystem | Anatomie |
| 5 | Angewandte und topografische Anatomie | Anatomie |

Heft 11 Nervensystem

- | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | Nervengewebe | Histologie |
| 2 | Gliederung des Nervensystems | Anatomie, Histologie |
| 3 | Funktionsprinzipien des Nervensystems | Physiologie |
| 4 | Neurotransmitter und Rezeptoren | Biochemie, Physiologie |
| 5 | Vegetatives Nervensystem | Physiologie |

Heft 12 Zentralnervensystem

- | | | |
|---|--|----------|
| 1 | Entwicklung des Zentralnervensystems | Anatomie |
| 2 | Encephalon | Anatomie |
| 3 | Stammhirn | Anatomie |
| 4 | Rückenmark, Systeme und Bahnen | Anatomie |
| 5 | Liquorräume und Meningen | Anatomie |
| 6 | Gefäßversorgung und Topografie des ZNS | Anatomie |

Heft 13 Bewusstsein, Corticale Interaktion & Therapiemethoden

- | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | Bewusstsein und corticale Interaktion | Physiologie, Psych-Soz |
| 2 | Therapiemethoden und ihre Grundlagen | Psych-Soz |

Heft 14 Sinnesorgane 1

1	Schwingung, Wellen, Akustik	Physik, Physiologie
2	Hör- und Gleichgewichtsorgan	Anatomie, Histologie
3	Hörvorgang und Gleichgewichtssinn	Physiologie
4	Haut und Hautanhangsgebilde	Histologie
5	Somato-viszerale Sensorik	Physiologie

Heft 15 Sinnesorgane 2

1	Optik	Physik
2	Sehorgan	Anatomie, Histologie
3	Sehen	Physiologie
4	Chemische Sinne	Anatomie, Histologie, Physiologie

Heft 16 Lunge und Atmung

1	Entwicklung von Pleuraperikardhöhle, Herz und Schlundbogenarterien	Anatomie, Histologie
2	Anatomie der Atmungsorgane	Anatomie, Histologie
3	Mechanik des Kreislaufsystems	Physik
4	Atemung	Physiologie
5	Gasaustausch	Physiologie

Heft 17 Herz-Kreislauf-System

1	Aufbau des Herzens	Anatomie, Histologie
2	Nerven und Gefäße der Brusteingeweide	Anatomie
3	Physiologie des Herzens	Physiologie
4	Anatomie und Physiologie des Kreislaufsystems	Anatomie, Histologie, Physiologie

Heft 18 Blut und Immunsystem

1	Blut und Blutplasma	Histologie, Physiologie
2	Erythrozyten, Hämoglobin & Sauerstofftransport	Biochemie, Physiologie
3	Thrombozyten, Hämostase und Fibrinolyse	Histologie, Physiologie
4	Leukozyten und Immunsystem	Anatomie, Biochemie, Histologie, Physiologie

Heft 19 Gastrointestinaltrakt

1	Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre	Anatomie, Histologie, Physiologie
2	Magen-Darm-Trakt	Anatomie, Physiologie
3	Organe des Magen-Darm-Kanals	Anatomie, Histologie, Physiologie
4	Leber, Gallenblase und Pankreas	Anatomie, Histologie, Physiologie
5	Blutgefäße, Lymphgefäße, vegetative Innervation	Anatomie

Heft 20 Verdauung & Abbau von Nährstoffen

1	Ökologie, Energie- und Wärmehaushalt	Biochemie, Biologie, Physiologie
2	Nahrungsaufnahme	Biochemie, Physiologie
3	Abbau der Kohlenhydrate	Biochemie
4	Fettsäureabbau und Ketonkörperstoffwechsel	Biochemie
5	Aminosäurestoffwechsel und Harnstoffzyklus	Biochemie

Heft 21 Energiestoffwechsel & Anabole Stoffwechselwege

1	Citratzyklus und Atmungskette	Biochemie
2	Gluconeogenese und Glykogenstoffwechsel	Biochemie
3	Lipidsynthese	Biochemie
4	Nukleotidstoffwechsel	Biochemie
5	Stoffwechsel der Leber	Biochemie
6	Fettgewebe	Biochemie

Heft 22 Harnorgane und Elektrolythaushalt

1	Harnorgane	Anatomie, Histologie
2	Nierenfunktion	Physiologie, Biochemie
3	Säure-Basen-Reaktionen	Chemie
4	Säure-Basen-Haushalt	Physiologie, Biochemie
5	Wasser- und Elektrolythaushalt	Physiologie, Biochemie

Heft 23 Endokrines System

1	Endokrines System	Biochemie, Histologie, Physiologie
2	Epiphyse	Histologie
3	Hypothalamus-Hypophysen-System	Biochemie, Histologie, Physiologie
4	Endokrines Pankreas	Biochemie, Histologie
5	Schilddrüse	Anatomie, Biochemie, Histologie, Physiologie
6	Nebenschilddrüsen	Anatomie, Biochemie, Histologie, Physiologie
7	Endokrine Funktionen der Niere	Physiologie, Biochemie
8	Nebenniere	Anatomie, Biochemie, Histologie, Physiologie
9	Diffuses neuroendokrines System (DNES)	Anatomie, Histologie
10	Gewebshormone	Biochemie, Physiologie

Heft 24 Geschlechtsorgane und Reproduktion

1	Entwicklung der Geschlechtsorgane	Anatomie
2	Weibliche Geschlechtsorgane	Anatomie, Histologie, Physiologie
3	Männliche Geschlechtsorgane	Anatomie, Histologie, Physiologie
4	Angewandte und topografische Anatomie	Anatomie
5	Blutgefäße, Lymphgefäße, vegetative Innervation	Anatomie
6	Sexualhormone	Biochemie, Physiologie
7	Sexualität und Reproduktion	Physiologie, Psych-Soz
8	Schwangerschaft und Geburt	Anatomie, Histologie, Physiologie

Heft 25 Medizinstudium: Lernen, Organisation, Physikum

1	How To ... Vorklinik
2	How To ... Physikum
3	Lernpläne
4	Kreuzen

Übersicht nach Fächern

Du vermisst die Fächer? Bitte sehr, hier siehst du die Kapitel der Vorklinik-Finale-Reihe nach Fächern sortiert!
Viele Kapitel kombinieren Inhalte mehrerer Fächer und werden deshalb mehrfach genannt.
Die Übersicht nach Heften/Organen findest du am Anfang dieses Heftes.

Anatomie

Allgemeine Embryologie

Heft 06 | 6 Meiose und Entwicklung der Gameten

Heft 06 | 7 Embryologie

Bewegungsapparat

Heft 07 | 1 Allgemeine Anatomie

Heft 07 | 3 Obere Extremität

Heft 08 | 1 Untere Extremität

Heft 08 | 2 Leibeswand

Kopf, Hals, Nervensystem

Heft 10 | 1 Entwicklung von Kopf und Hals

Heft 10 | 2 Schädel, Muskulatur, Kopf- und Halseingeweide

Heft 10 | 3 Hirn- und Halsnerven, vegetative Innervation

Heft 10 | 4 Arterien, Venen, Lymphsystem

Heft 10 | 5 Angewandte und topografische Anatomie

Heft 11 | 2 Gliederung des Nervensystems

Heft 12 | 1 Entwicklung des Zentralnervensystems

Heft 12 | 2 Encephalon

Heft 12 | 3 Stammhirn

Heft 12 | 4 Rückenmark, Systeme und Bahnen

Heft 12 | 5 Liquorräume und Meningen

Heft 12 | 6 Gefäßversorgung und Topografie des ZNS

Sinnesorgane

Heft 14 | 2 Hör- und Gleichgewichtsorgan

Heft 15 | 2 Sehorgan

Heft 15 | 4 Chemische Sinne

Lunge, Herz, Kreislauf, Immunsystem

Heft 16 | 1 Entwicklung von Pleuraperikardhöhle, Herz und Schlundbogenarterien

Heft 16 | 2 Anatomie der Atmungsorgane

Heft 17 | 1 Aufbau des Herzens

Heft 17 | 2 Nerven und Gefäße der Brusteingeweide

Heft 17 | 4 Anatomie und Physiologie des Kreislaufsystems

Heft 18 | 4 Leukozyten und Immunsystem

Gastrointestinaltrakt

Heft 19 | 1 Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre

Heft 19 | 2 Magen-Darm-Trakt

Heft 19 | 3 Organe des Magen-Darm-Kanals

Heft 19 | 4 Leber, Gallenblase und Pankreas

Heft 19 | 5 Blutgefäße, Lymphgefäße, vegetative Innervation

Endokrines System

Heft 23 | 5 Schilddrüse

Heft 23 | 6 Nebenschilddrüsen

Heft 23 | 8 Nebenniere

Heft 23 | 9 Diffuses neuroendokrines System (DNES)

Harn- und Geschlechtsorgane

Heft 22 | 1 Harnorgane

Heft 24 | 1 Entwicklung der Geschlechtsorgane

Heft 24 | 2 Weibliche Geschlechtsorgane

Heft 24 | 3 Männliche Geschlechtsorgane

Heft 24 | 4 Angewandte und topografische Anatomie

Heft 24 | 5 Blutgefäße, Lymphgefäße, vegetative Innervation

Heft 24 | 8 Schwangerschaft und Geburt

Histologie

Allgemeine Histologie

Heft 05 | 1 Zellen, Organellen

Heft 05 | 5 Histologische Methoden und allgemeine Gewebelehre

Heft 05 | 6 Gewebe

Bewegungsapparat

Heft 07 | 2 Binde- und Stützgewebe

Heft 09 | 2 Muskeltypen

Kopf, Hals, Nervensystem

Heft 11 | 1 Nervengewebe

Heft 11 | 2 Gliederung des Nervensystems

Sinnesorgane

Heft 14 | 2 Hör- und Gleichgewichtsorgan

Heft 14 | 4 Haut und Hautanhangsgebilde

Heft 15 | 2 Sehorgan

Heft 15 | 4 Chemische Sinne

Lunge, Herz, Kreislauf, Immunsystem

Heft 16 | 1 Entwicklung von Pleuraperikardhöhle, Herz und Schlundbogenarterien

Heft 16 | 2 Anatomie der Atmungsorgane

Heft 17 | 1 Aufbau des Herzens

Heft 17 | 4 Anatomie und Physiologie des Kreislaufsystems

Heft 18 | 1 Blut und Blutplasma

Heft 18 | 3 Thrombozyten, Hämostase und Fibrinolyse

Heft 18 | 4 Leukozyten und Immunsystem

Gastrointestinaltrakt

Heft 19 | 1 Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre

Heft 19 | 3 Organe des Magen-Darm-Kanals

Heft 19 | 4 Leber, Gallenblase und Pankreas

Endokrines System

Heft 23 | 1 Endokrines System

Heft 23 | 2 Epiphyse

Heft 23 | 3 Hypothalamus-Hypophysen-System

Heft 23 | 4 Endokrines Pankreas

Heft 23 | 5 Schilddrüse

Heft 23 | 6 Nebenschilddrüsen

Heft 23 | 8 Nebenniere

Heft 23 | 9 Diffuses neuroendokrines System (DNES)

Harn- und Geschlechtsorgane

Heft 22 | 1 Harnorgane

Heft 24 | 2 Weibliche Geschlechtsorgane

Heft 24 | 3 Männliche Geschlechtsorgane

Heft 24 | 8 Schwangerschaft und Geburt

Biochemie

Grundlagen

Heft 02 | 1 Struktur der Materie

Heft 02 | 2 Mineralstoffe und Spurenelemente

Heft 04 | 1 Kohlenhydrate

Heft 04 | 2 Aminosäuren, Peptide, Proteine

Heft 04 | 3 Fettsäuren, Lipide

Heft 04 | 4 Nukleinsäuren, Nukleotide, Chromatin

Heft 04 | 5 Vitamine und Co-Enzyme

Heft 04 | 6 Thermodynamik und Kinetik

Zellbiologie, Molekularbiologie, Meiose

Heft 05 | 1 Zellen, Organellen

Heft 05 | 2 Transportprozesse

Heft 05 | 3 Signaltransduktion

Heft 05 | 4 Zellzyklus, Zellteilung, Zelltod

Heft 06 | 1 Enzyme

Heft 06 | 2 DNA-Replikation und -Transkription

Heft 06 | 3 Translation und Proteinprozessierung

Heft 06 | 4 Biochemische Verfahren

Heft 06 | 6 Meiose und Entwicklung der Gameten

Bewegungsapparat, Nervensystem, Immunsystem

Heft 07 | 2 Binde- und Stützgewebe

Heft 09 | 2 Muskeltypen

Heft 11 | 4 Neurotransmitter und Rezeptoren
Heft 18 | 2 Erythrozyten, Hämoglobin & Sauerstofftransport
Heft 18 | 4 Leukozyten und Immunsystem

Anabole und katabole Stoffwechselwege

Heft 20 | 1 Ökologie, Energie- und Wärmehaushalt
Heft 20 | 2 Nahrungsaufnahme
Heft 20 | 3 Abbau der Kohlenhydrate
Heft 20 | 4 Fettsäureabbau und Ketonkörperstoffwechsel
Heft 20 | 5 Aminosäurestoffwechsel und Harnstoffzyklus
Heft 21 | 1 Citratzyklus und Atmungskette
Heft 21 | 2 Gluconeogenese und Glykogenstoffwechsel
Heft 21 | 3 Lipidsynthese
Heft 21 | 4 Nukleotidstoffwechsel
Heft 21 | 5 Stoffwechsel der Leber
Heft 21 | 6 Fettgewebe

Niere, Säure-Basen-, Wasser- und Elektrolythaushalt

Heft 22 | 2 Nierenfunktion
Heft 22 | 4 Säure-Basen-Haushalt
Heft 22 | 5 Wasser- und Elektrolythaushalt

Endokrines System

Heft 23 | 1 Endokrines System
Heft 23 | 3 Hypothalamus-Hypophysen-System
Heft 23 | 4 Endokrines Pankreas
Heft 23 | 5 Schilddrüse
Heft 23 | 6 Nebenschilddrüsen
Heft 23 | 7 Endokrine Funktionen der Niere
Heft 23 | 8 Nebenniere
Heft 23 | 10 Gewebshormone
Heft 24 | 6 Sexualhormone

Physiologie

Zellphysiologie

Heft 02 | 4 Elektrizität und Magnetismus
Heft 05 | 1 Zellen, Organellen
Heft 05 | 2 Transportprozesse
Heft 05 | 3 Signaltransduktion
Heft 05 | 4 Zellzyklus, Zellteilung, Zelltod

Bewegungsapparat und Motorik

Heft 09 | 2 Muskeltypen
Heft 09 | 3 Motorik

Nerven und Sinne

Heft 09 | 4 Rückenmark und Reflexe
Heft 09 | 5 Bewegungsabläufe im ZNS
Heft 09 | 6 Arbeits- und Leistungsphysiologie
Heft 11 | 3 Funktionsprinzipien des Nervensystems

Heft 11 | 4 Neurotransmitter und Rezeptoren
Heft 11 | 5 Vegetatives Nervensystem
Heft 13 | 1 Bewusstsein und corticale Interaktion
Heft 14 | 1 Schwingung, Wellen, Akustik
Heft 14 | 3 Hörvorgang und Gleichgewichtssinn
Heft 14 | 5 Somatoviszerale Sensorik
Heft 15 | 3 Sehen
Heft 15 | 4 Chemische Sinne

Atmung, Kreislauf, Blut, Immunsystem

Heft 16 | 4 Atmung
Heft 16 | 5 Gasaustausch
Heft 17 | 3 Physiologie des Herzens
Heft 17 | 4 Anatomie und Physiologie des Kreislaufsystems
Heft 18 | 1 Blut und Blutplasma
Heft 18 | 2 Erythrozyten, Hämoglobin & Sauerstofftransport
Heft 18 | 3 Thrombozyten, Hämostase und Fibrinolyse

Heft 18 | 4 Leukozyten und Immunsystem

Verdauung, Energie- und Wärmehaushalt

Heft 19 | 1 Mundhöhle, Rachen, Speiseröhre
Heft 19 | 2 Magen-Darm-Trakt
Heft 19 | 3 Organe des Magen-Darm-Kanals
Heft 19 | 4 Leber, Gallenblase und Pankreas
Heft 20 | 1 Ökologie, Energie- und Wärmehaushalt
Heft 20 | 2 Nahrungsaufnahme

Niere, Säure-Basen-, Wasser- und Elektrolythaushalt

Heft 22 | 2 Nierenfunktion
Heft 22 | 4 Säure-Basen-Haushalt
Heft 22 | 5 Wasser- und Elektrolythaushalt

Endokrines System

Heft 23 | 1 Endokrines System
Heft 23 | 3 Hypothalamus-Hypophysen-System
Heft 23 | 5 Schilddrüse
Heft 23 | 6 Nebenschilddrüsen
Heft 23 | 7 Endokrine Funktionen der Niere
Heft 23 | 8 Nebenniere
Heft 23 | 10 Gewebshormone

Geschlechtsorgane und Reproduktion

Heft 24 | 2 Weibliche Geschlechtsorgane
Heft 24 | 3 Männliche Geschlechtsorgane
Heft 24 | 6 Sexualhormone
Heft 24 | 7 Sexualität und Reproduktion
Heft 24 | 8 Schwangerschaft und Geburt

Biologie

Heft 05 | 1 Zellen, Organellen
Heft 05 | 2 Transportprozesse
Heft 05 | 3 Signaltransduktion
Heft 05 | 4 Zellzyklus, Zellteilung, Zelltod
Heft 05 | 7 Mikrobiologie
Heft 06 | 5 Vererbungslehre
Heft 06 | 6 Meiose und Entwicklung der Gameten
Heft 20 | 1 Ökologie, Energie- und Wärmehaushalt

Chemie

Heft 02 | 1 Struktur der Materie
Heft 02 | 2 Mineralstoffe und Spurenelemente
Heft 03 | 1 Chemische Bindung
Heft 03 | 2 Stereochemie
Heft 03 | 3 Funktionelle Gruppen und Stoffklassen
Heft 03 | 4 Stoffumwandlungen/chemische Reaktionen
Heft 22 | 3 Säure-Basen-Reaktionen
Heft 04 | 6 Thermodynamik und Kinetik
Heft 04 | 1 Kohlenhydrate
Heft 04 | 2 Aminosäuren, Peptide, Proteine
Heft 04 | 3 Fettsäuren, Lipide
Heft 04 | 4 Nukleinsäuren, Nukleotide, Chromatin
Heft 04 | 5 Vitamine und Co-Enzyme

Physik

Heft 01 | 4 Messen und Rechnen
Heft 02 | 1 Struktur der Materie
Heft 02 | 3 Wärmelehre
Heft 02 | 4 Elektrizität und Magnetismus
Heft 02 | 5 Ionisierende Strahlung
Heft 09 | 1 Bewegungslehre
Heft 14 | 1 Schwingung, Wellen, Akustik
Heft 15 | 1 Optik
Heft 16 | 3 Mechanik des Kreislaufsystems

Med. Psychologie, Med. Soziologie

Heft 01 | 1 Individuum, Gesellschaft, Normen
Heft 01 | 2 Arzt und Patient
Heft 01 | 3 Gesundheitssystem
Heft 01 | 5 Methodische Grundlagen
Heft 13 | 1 Bewusstsein und corticale Interaktion
Heft 13 | 2 Therapiemethoden und ihre Grundlagen
Heft 24 | 7 Sexualität und Reproduktion

Herzlich willkommen bei Vorklinik Finale!

Hier findest du alle Inhalte, die du für das Physikum brauchst!

Egal ob du am Beginn des Medizinstudiums stehst oder schon kurz vor dem Physikum, ob du in einem Regel- oder Reformstudiengang studierst – Vorklinik Finale unterstützt dich beim effizienten Lernen und Überblick gewinnen!

Gliederung nach Organen:

Durch die Gliederung nach Organen bzw. Organsystemen stehen hier die Inhalte zusammen, die zusammengehören: Die Biochemie, Physiologie und Histologie der Muskeltypen – alles in einem Kapitel. Physik/Optik, Anatomie der Augen und Physiologie des Sehens – direkt aufeinander folgend. Das hat mehrere **Vorteile**:

- Zum einen wird viel deutlicher, warum du naturwissenschaftliche Grundlagen lernst.
- Zum anderen bereitet dich diese Darstellung optimal auf den klinischen Abschnitt und die ärztliche Tätigkeit vor.
- Und außerdem: Bei der Darstellung nach Fächern werden viele Inhalte doppelt dargestellt, damit die Inhalte einem logischen Aufbau folgen. Im Vorklinik Finale sind diese Inhalte bereits zusammengefasst, das erleichtert dir das Lernen! Selbstverständlich sind **alle** relevanten Inhalte der Fächer enthalten.

Das steckt drin:

Vorklinik Finale erläutert dir von Heft 1 bis Heft 6 wichtige Grundlagen – diese lassen sich keinem Organsystem zuordnen, da musst du leider durch! – und führt dich von Heft 7 bis Heft 24 einmal durch alle Organsysteme. **Heft 25 gibt dir wertvolle Tipps zum Lernen im vorklinischen Abschnitt und zur Vorbereitung auf das Physikum.** Schau doch mal rein!

Du kannst die Hefte auf unterschiedliche Art nutzen:

- Während des vorklinischen Abschnitts, um dir einen Überblick über den gesamten Lernstoff zu verschaffen und Inhalte einzuordnen.
- Während des vorklinischen Abschnitts, um schnell zu sehen, wie Inhalte aus den einzelnen Fächern bei einem bestimmten Organsystem zusammenkommen.
- Und natürlich zur Vorbereitung auf das Physikum.

Alles drin und Überblick garantiert!

Ganz vorne und ganz hinten im Heft findest du jeweils eine Gesamtübersicht, einmal nach Organen und einmal nach Fächern.

Wir wünschen dir viel Freude und Erfolg im Medizinstudium!

So nutzt du die Vorklinik-Finale-Hefte

Navigation

Du siehst am Anfang jedes Kapitels und Teilkapitels, welche Fächer enthalten sind:



Wie bereits erwähnt, gibt es ganz vorne und ganz hinten im Heft jeweils eine **Gesamtübersicht**, einmal nach Organen und einmal nach Fächern.

Diese Markierungen weisen auf wichtige Inhalte hin

MERKE

Hier erhältst du wichtige Tipps und Hinweise.

KLINIK

Hier findest du relevante klinische Inhalte.

FOKUS

Hier stehen klinische Inhalte aus dem Fokuserkrankungs-Netzwerk gemäß Entwurf des neuen NKLM. Sie wurden damit als besonders wichtig für den vorklinischen Abschnitt definiert, und wir empfehlen, sie besonders aufmerksam anzusehen!

Besonders prüfungsrelevante Inhalte sind gelb hinterlegt.

Aktives Lernen und Überblick behalten

CHECK-UP

Am Ende jedes Teilkapitels stehen einige Verständnisfragen zum Selbstcheck. Das vermeidet ein „Gelesen, aber nicht gelernt“.

Jetzt bist du dran!

Überblick gewinnen

Diese Kästen findest du am Ende jedes Teilkapitels. Sie erinnern dich daran, dass du dir die Inhalte kurz zusammenfasst, so dass du dir Schritt für Schritt Überblick verschaffst. Die Stichwörter werden am Ende des Kapitels weiterverwendet (siehe unten).

Jetzt bist du dran!

Am Ende jedes Kapitels haben wir dir diese Seite zur Bearbeitung vorbereitet. Sie schlägt dir verschiedene Aufgaben vor, wie du den Inhalt noch einmal aktiv wiederholen kannst.

Zeichenaufgabe / Anregungen zur weiteren Wiederholung

Studierende höherer Semester geben euch Tipps, wie ihr wichtige Inhalte aktiv zu Papier bringt. Ideal zum Wiederholen, allein und in Lerngruppen, auch zur mündlichen Vorbereitung.

Überblick gewinnen

Du hast ja bereits am Ende jedes Unterkapitels einige Stichwörter notiert. Hier kannst du daraus eine Mindmap oder Liste erstellen und damit aktiv Überblick gewinnen.

Felix Hollmann, Henrik Holtmann, Christoph Jaschinski,
Vanessa Maaßen, Thomas Wenisch

Vorklinik Finale 22

Harnorgane und Elektrolythaushalt

1. Auflage

Unter Verwendung von Inhalten von:
Ludwig Schlemm



Inhaltsverzeichnis

1	Harnorgane	1	3	Säure-Basen-Reaktionen	27
1.1	Überblick	1	3.1	Definition von Säuren und Basen nach von Brönsted	27
1.2	Entwicklung	1	3.2	Dissoziationsabhängige Größen, pH-Wert	28
1.3	Niere	2	3.3	Neutralisation, Puffer	33
1.4	Ableitende Harnwege	6	3.4	Definition von Säuren und Basen nach Lewis	35
2	Nierenfunktion	11	4	Säure-Basen-Haushalt	37
2.1	Funktionelle Anatomie	11	4.1	Biochemische Grundlagen	37
2.2	Nierendurchblutung	11	4.2	Puffersysteme	37
2.3	Filtration	13	4.3	Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichts	39
2.4	Transportvorgänge im Tubulussystem	15	5	Wasser- und Elektrolythaushalt	43
2.5	Regulation der Harnkonzentrierung	20	5.1	Allgemeine Grundlagen	43
2.6	Globale Nierenfunktion und ihre Regulation	21	5.2	Wasser- und Elektrolytbilanz	43
2.7	Messung der Nierenfunktion	21	5.3	Flüssigkeitsräume	44
2.8	Stoffwechsel in der Niere	23	5.4	Elektrolyte	45
2.9	Glutaminstoffwechsel	24	5.5	Hormonale Regulation	46
				Register	50

1

Harnorgane

1.1 Überblick

Christoph Jaschinski



Die Harnorgane lassen sich in 2 Gruppen unterteilen:

- **Harnbereitende Organe:** Nieren
- **Harnableitende Organe:** Nierenbecken, Harnleiter, Harnblase und Harnröhre

Die Nieren (**Ren**) filtern das Blut und scheiden Abfallprodukte mit dem Urin aus. Pro Tag produzieren sie 150l Primärharn. Dieser wird größtenteils wieder resorbiert, sodass nur 1,5l Restharn täglich ausgeschieden werden. Jedoch resorbieren die Nieren nicht nur, sondern sezernieren auch. Somit tragen sie einen wesentlichen Teil zu einer ausgeglichenen Stoffwechsellage und einem ausgewogenen Elektrolythaushalt bei. Die Nieren produzieren zudem die blutdrucksteigernde Protease Renin sowie Erythropoetin, das im Knochenmark die Differenzierung der Stammzellen zu Erythrozyten stimuliert.

1.2 Entwicklung

Christoph Jaschinski



1.2.1 Niere

Die **Niere** entsteht zu Beginn der 5. EW aus der **Nachniere** (Metanephros). Diese geht aus dem **intermediären Mesoderm** des unteren Lumbal- und ersten Sakralsegments hervor. Sie besteht aus 2 Anteilen: der **Ureterknospe** und dem **metanephrogenen Blastem**. Aus der Ureterknospe entstehen der Ureter, das Nierenbecken, die Kelche des Nierenbeckens und die **Sammelrohre**. Die Nierenkörperchen, der proximale, intermediäre und distale Tubulus sowie das Nierenstroma bilden sich aus dem metanephrogenen Blastem. Von der Aorta kommende, kleine Gefäße stülpen sich in die Nierenkörperchen ein, sodass in der Gesamtheit die Glomeruli entstehen. Ab der 8. EW sezerniert die Niere Harn in die Amnionflüssigkeit.

Der Entwicklung der Nachniere gehen 2 embryonale Probeformen voraus: die **Vorniere** (Pronephros) und die **Urnieren** (Mesonephros). Während die Vorniere unproduktiv ist, funktioniert die Urnieren schon teilweise. Aus ihr entspringt auch der Urnierenkanal (**Ductus mesonephrici**, **Wolff-Gang**).

MERKE

Im Laufe der embryonalen Entwicklung steigt die Niere aus dem Becken bis in Höhe des 12. Thorakalsegments auf (**Asensus der Niere**). Dieser relative Aufstieg kommt durch das Längenwachstum des Fetus bzw. Säuglings zustande.

1.2.2 Harnblase und Harnröhre

Die Harnblase wächst aus dem oberen Teil des **Sinus urogenitalis**. Der Sinus urogenitalis gliedert sich in 4 Teile:

- **Pars versicalis:** Harnblase und Urachus (Relikt aus dem Allantois-Divertikel)
- **Pars pelvina:** Harnröhre und Prostata
- **Pars phallica:** ♂ Pars spongiosa der Harnröhre und Cowper-Drüsen (Gll. bulbourethrales) bzw. ♀ Scheidenvorhof und Bartholin-Drüsen (Gll. vestibulares majores)
- **Pars genitalis:** äußere Genitalorgane.

KLINIK

Beim Mann kann die Mündung der Harnröhre fehlgebildet sein. Bei der **Hypospadie** befindet sich die Urethralöffnung auf der Penisunterseite. Tritt die Urethra auf der Oberseite des Penis aus, bezeichnet man das als **Epispadie**.

Jetzt bist du dran!

Überblick gewinnen

Notiere dir ca. 5 Stichwörter aus diesem Unterkapitel.

1.3 Niere

Henrik Holtmann, Christoph Jaschinski



Anatomie, Histologie

1.3.1 Makroskopischer Aufbau

Nieren sehen in der Regel bohnenförmig aus. Eine Niere wiegt in etwa 150 g und ist ca. 12 cm lang, 5–6 cm breit und 4 cm dick. Morphologisch lassen sich der konvexe laterale Rand (**Margo lateralis**) und der konkave mediale Rand (**Margo medialis**) unterscheiden. Am Margo medialis befindet sich die Nierenpforte (**Hilum renale**), an der die Gefäße und die Harnleiter ein- und austreten. Des Weiteren wird die Niere in eine Vorderfläche (**Facies anterior**) und eine Rückfläche (**Facies posterior**) sowie einen oberen Pol (**Extremitas superior**) und einen unteren Pol (**Extremitas inferior**) eingeteilt.

MERKE

Am Nierenhilum reihen sich von dorsal nach ventral: A. renalis, V. renalis und Ureter.

Die Niere wird von 3 Hüllen umgeben. Von innen nach außen sind das:

- **Capsula fibrosa renalis:** Die Faserkapsel liegt der Nierenrinde auf.
- **Capsula adiposa renalis:** Aufgrund der weichen Konsistenz des Fetts bei Körpertemperatur sagt man, dass die Niere in der Fettkapsel „schwimmt“. Wird bei Abmagerung das Fettpolster abgebaut, kann die Niere bis ins kleine Becken wandern. Das bezeichnet man auch als Senk- oder Wanderniere (Ren mobilis).
- **Fascia renalis (Gerota-Faszie):** setzt sich aus einer dünnen Fascia praerenalis und einer dicken Fascia retrorenalis zusammen, die nach oben und seitlich verschlossen sind. Nach mediokaudal ist die Fascia renalis jedoch geöffnet, sodass Gefäße und Harnleiter hindurchtreten können. Verbunden ist sie nach oben mit der Zwerchfellfaszie und seitlich mit der Fascia transversalis.

KLINIK

Hufeisenniere Fusionsanomalie, bei der die Nieren zumeist am unteren Pol miteinander verwachsen sind. Sie tritt bei 1 : 500 Geburten auf. Normalerweise ist die Funktion der Nieren nicht beeinträchtigt. Schlicht der embryonale Aszensus ist beeinträchtigt, weil die fusionierten Nieren am Stamm der A. mesenterica inferior „hängen bleiben“. Eine Hufeisenniere ist gehäuft mit weiteren Anomalien des Urogenitaltrakts oder systemischen, genetischen Erkrankungen, z. B. dem Ullrich-Turner-Syndrom, vergesellschaftet.

1.3.2 Topografie

Die Nieren liegen **retroperitoneal** im Nierenlager zwischen dem **M. psoas major** und dem **M. quadratus lumborum**. Sie liegen i. H. BWK 12–LWK 3, wobei die rechte Niere aufgrund der Leber etwa einen halben Wirbelkörper tiefer steht. Die Längsachsen beider Nieren konvergieren nach kranial, sodass sich die oberen Pole näherstehen als die unteren.

Vor der rechten Niere befinden sich der rechte Leberlappen, die Pars descendens duodeni, das Colon ascendens und die Flexura coli dextra. Die linke Niere hat Kontakt zum Magen, zur Milz, zum Pankreas, zum Colon descendens sowie zur Flexura coli sinistra. Hinter dem muskulären Nierenlager laufen die N. subcostalis, N. iliohypogastricus und N. ilioinguinalis, die bei Nierenirritationen die Schmerzen bis in die Leistenengegend fortleiten können.

1.3.3 Feinstruktur

Das Nierenparenchym wird unterteilt in die **Nierenrinde** und das **Nierenmark**. Die Nierenrinde befindet sich als bis zu 1 cm breiter dunkler Streifen an der äußeren lateralen, kranialen und kaudalen Oberfläche der Niere. Teile der Rinde strahlen als sog. **Columnae renales** (Nierensäulen) in das Innere der Niere ein. Dazwischen befindet sich das hellere Nierenmark, das pro Niere in Form von sieben bis neun **Markpyramiden** vorliegt, deren Basis zur Rinde zeigt. Das Mark gliedert sich in:

- **Markstrahlen:** ziehen fingerförmig in die Rinde. Zwischen den Strahlen liegt das Rindenlabyrinth.
- **Äußeres Mark:** mit Außen- und Innenstreifen.
- **Inneres Mark:** mündet nach medial über jeweils eine Papille in die Kelche des Nierenbeckens (Pelvis renalis).

Eine Markpyramide mit umliegender Rinde wird als **Lobus renalis** bezeichnet. Das Nierenbecken ist das Sammelbecken für den Urin aus den einzelnen Sammelrohren. Es verjüngt sich medial zum Ureter, der den Harn zur Harnblase ableitet. Die Gesamtheit aus Nierenbecken, Kelchen, das Becken umziehendem Fettgewebe, Gefäßen und Nerven bildet den **Sinus renalis** (Nierenbucht); dieser verjüngt sich zum **Nierenhilum** (Nierenpforte), wo Nierenarterie und -vene sowie Ureter ein- bzw. austreten.

Histologisch lässt sich die Niere in Nephronen und Interstitium einteilen. Nephronen sind die Funktionseinheiten der Niere. Sie setzen sich aus den Nierenkörperchen, den **Glomeruli renales (Malpighi-Körperchen)** und den Nierenkanälchen (**Tubuli renales**) zusammen (➤ Abb. 1.1).

Nierenkörperchen

Jede Niere enthält ca. 1,5 Mio. Nierenkörperchen (➤ Abb. 1.2; ➤ Abb. 1.3 o.). Diese bestehen aus einem Blutkapillarknäuel, das einen Glomerulus im eigentlichen Sinne darstellt, der **Bowman-Kapsel** und dem **Mesangium**. Letzteres besteht aus Mesangiumzellen, die durch Gap junctions verbunden sind, und EZM. Das Mesangium liegt teils inmitten des Blutkapillarknäuels (**intraglomerulär**), teils außerhalb (**extraglomerulär**). Zu seinen Aufgaben zählt die Bildung von EZM und Bestandteilen der glomerulären Basalmembran (s. u.). Daneben sind Mesangiumzellen phagozytotisch aktiv und in der Lage zu kontrahieren, was der Stabilität und dem Zusammenhalt der Blutkapillarwände dient.

Die Bowman-Kapsel besteht aus einem **äußeren parietalen Blatt** aus einschichtig flachem Epithel, das auf einer Basallamina liegt, und einem **inneren viszeralem Blatt** aus Podozyten, das dem Glomerulus anliegt. Inneres und äußeres Blatt der Kapsel gehen am Gefäßpol ineinander über. Zwischen beiden Blättern liegt der Kapselraum, in den der Primärharn abfiltriert wird. Der Primärharn geht am Harnpol, der dem Gefäßpol gegenüberliegt, in den proximalen Tubulus über.

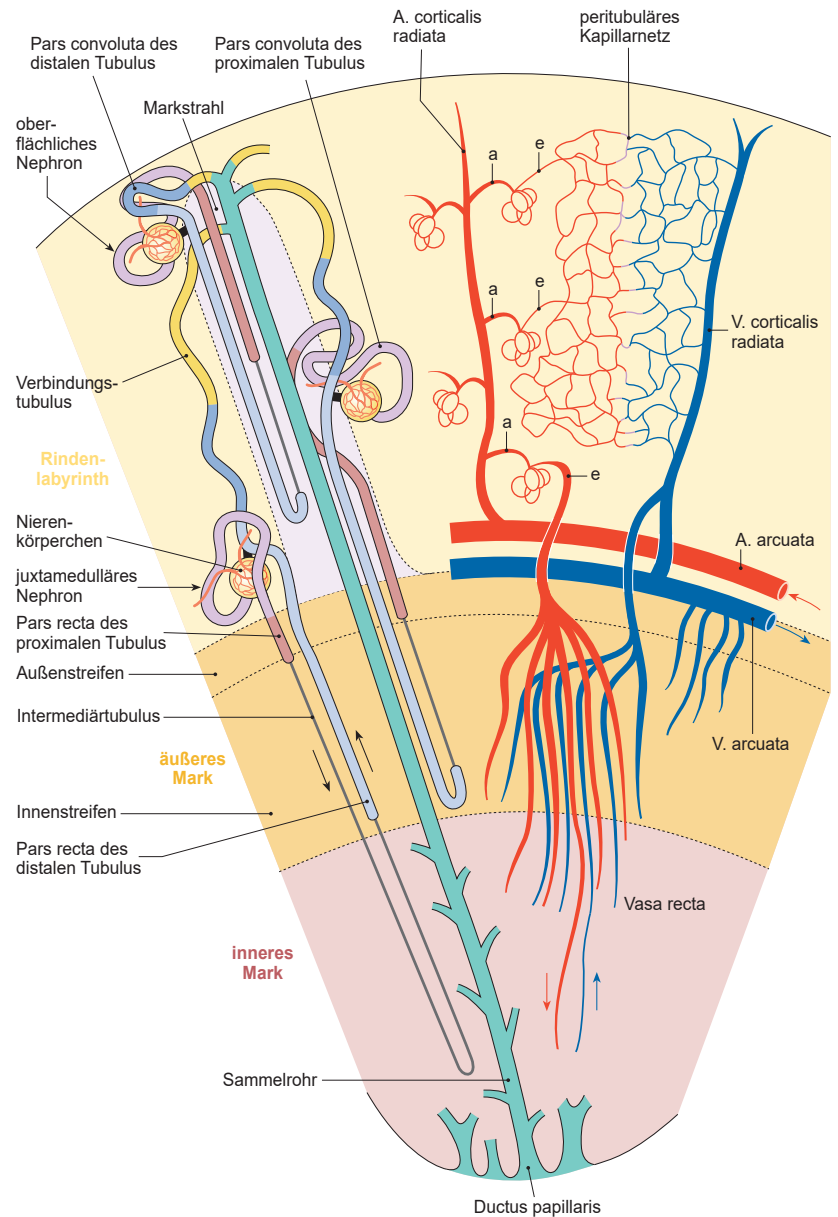


Abb. 1.1 Lage einzelner Nephronanteile und Gefäßarchitektur der Niere (a = Vas afferens, e = Vas efferens) [L141]

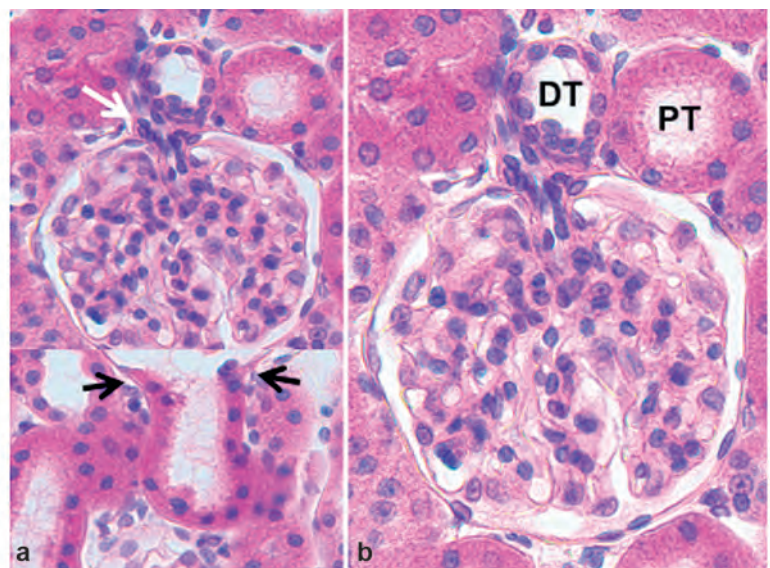


Abb. 1.2 Nierenkörperchen und Tubulusabschnitte (H. E.; derselbe Abschnitt bei mittlerer Vergrößerung **[a]** und hoher Vergrößerung **[b]**): Gefäßpol (weißer Pfeil), Harnpol (schwarze Pfeile), proximaler Tubulus (PT) und distaler Tubulus (DT). [T1077/P668]

Die etwa 30 Kapillarschlingen jedes Glomerulus sind untereinander durch Anastomosen verbunden. Diese Schlingen werden aus einem **Vas afferens** (afferente Arteriole) gespeist, über welches Blut in das Nierenkörperchen eintritt. Das Blut aus den Schlingen verlässt das Körperchen wieder über ein **Vas efferens** (efferente Arteriole).

Blut-Harn-Schranke

Kapillaren (innen) sowie Podozyten und intraglomeruläres Mesangium (beide außen) bilden gemeinsam die Blut-Harn-Schranke. Diese besteht aus drei Schichten (➤ Abb. 1.3 u.):

- **Fenestriertes Kapillarendothel:** ohne Diaphragma. Ist von einer stark anionischen Glykokalix zur Blutseite hin überzogen. Die Fenster sind bis zu 100 nm weit.
- **Glomeruläre Basalmembran (GBM).** Setzt sich aus drei Laminae zusammen:
 - Lamina rara interna: zeigt zum Endothel
 - Lamina densa
 - Lamina rara externa: zeigt zu den Podozyten und dem intraglomerulärem Mesangium
- **Podozytenfüße und intraglomeruläres Mesangium:** Die Podozytenfüße werden ebenfalls von einer stark anionischen Glykokalix – hier in Richtung Harn – überzogen. Die Räume zwischen den Podozytenfüßen, die ca. 40 nm weiten Filtrationsporen, werden von einem **Schlitzdiaphragma**, das überwiegend aus dem Protein **Nephrin** besteht, überbrückt.

Die Blut-Harn-Schranke lässt Moleküle mit einem Durchmesser von bis zu 4 nm durch. Grund hierfür ist die gröÙenselektive Lamina densa der GBM. Daneben lassen sich aufgrund der anionischen Ladungen der Glykokalices besonders neutrale und kationische Moleküle filtrieren. Aufrechterhalten wird die Filtration durch das Druckverhältnis zwischen Kapillaren (55 mmHg) und Kapselraum (15 mmHg).

MERKE

Nierenkörperchen finden sich ausschließlich in der Nierenrinde. Anhand der Lage der Glomeruli unterscheidet man:

- **Kortikale Nephron:** mit kapselnahen Nierenkörperchen
- **Mediokortikale Nephron:** mit Nierenkörperchen in der mittleren Rinde
- **Juxtamedulläre Nephron:** mit Nierenkörperchen in Marknähe.

Proximaler Tubulus

Die Nierenkanälchen beginnen mit dem **proximalen Tubulus** (➤ Abb. 1.2), der sich in zwei Teile gliedert, die proximale gewundene **Pars contorta** und die distal gelegene gerade **Pars recta**. Das den proximalen Tubulus auskleidende isoprismatische Epithel besitzt einen dichten Bürstensaum. Das Zytoplasma ist aufgrund des Mitochondrienreichtums azidophil und die Zellgrenzen erscheinen unter dem Lichtmikroskop verwaschen. Unter dem EM ist die starke Fältelung der basalen Zellmembran mit hochkant gestellten Mitochondrien zu erkennen. Entsprechend der vergrößerten

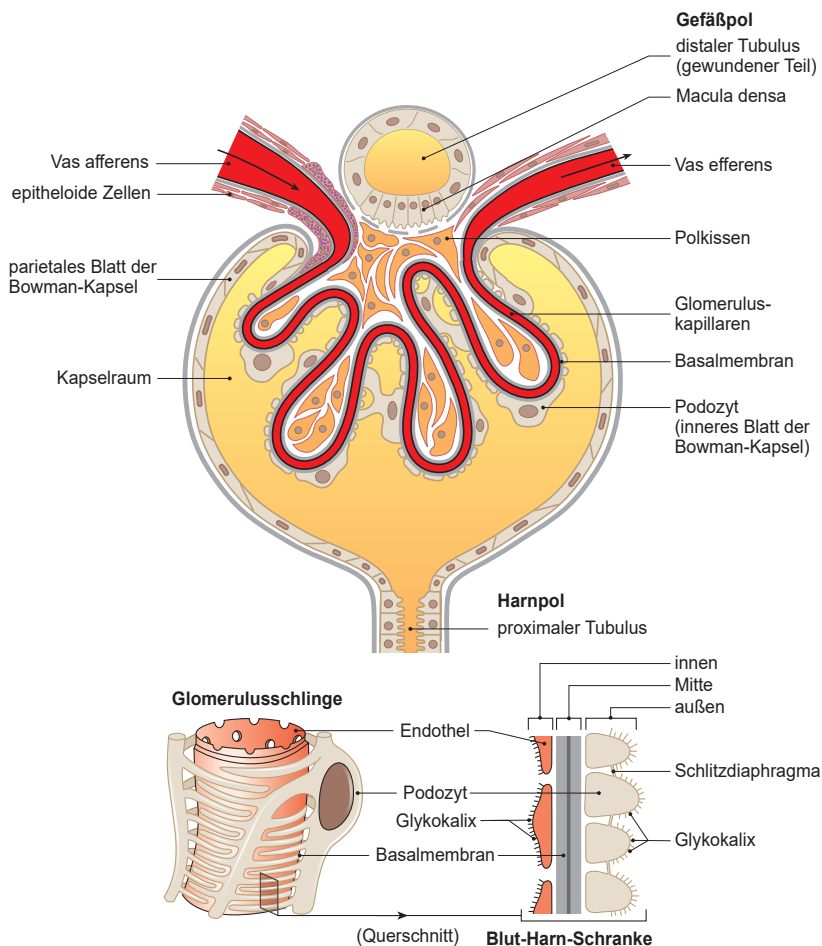


Abb. 1.3 Nierenkörperchen (o.) und die Blut-Harn-Schranke (u.) [L141]

Membranfläche enthält die Zellmembran eine große Menge an Na^+/K^+ -ATPasen. Durch die Fältelung mit den in den Falten liegenden azidophilen Mitochondrien hat der untere Teil des Zellleibs eine basale, azidophile Streifung und wird auch als **basales Labyrinth** bezeichnet. Daneben findet sich das ultrastrukturelle Korrelat für den Bürstensaum (lange, dicht stehende Mikrovilli), und die einzelnen Epithelzellen sind durch Tight junctions und Zonulae adherentes miteinander verbunden. Außerdem lassen sich reichlich Endozytosevesikel, Lysosomen und Peroxisomen als Hinweis auf die Transportaktivität des Epithels sichern.

Im proximalen Tubulus werden dem Primärharn ca. 80 % des Wassers parazellulär und transzellulär über Aquaporine entzogen. Daneben werden über einen Na^+ -Symport Glukose, Aminosäuren, Elektrolyte und Harnstoff aus dem Primärharn zurückgeholt. Im proximalen Tubulus wird unter Einfluss von Parathormon Calcidiol zu Calcitriol umgebaut.

Intermediärtubulus

Auf die Pars recta des proximalen Tubulus folgt der **Intermediärtubulus**. Seine Epithelzellen sind schlank und flach. Endozytosevesikel, Lysosomen und Mikrovilli finden sich dort kaum. Der Intermediärtubulus dient der weiteren Wasserresorption, parazellulär oder transzellulär über Aquaporine. Er ist im histologischen Schnitt leicht mit Blutkapillaren zu verwechseln (wenn Erythrozyten fehlen).

Distaler Tubulus

Ihm schließt sich die **Pars recta** und dieser wiederum die **Pars contorta** des distalen Tubulus (> Abb. 1.2) an. Am Übergang beider Abschnitte findet sich die **Macula densa**, die sich dem extraglomerulären Mesangium der Glomeruli anlagert.

Das Epithel des distalen Tubulus ist isoprismatisch und etwas flacher als im proximalen Tubulus. Es zeigt ultrastrukturell nur wenige Mikrovilli und kaum Lysosomen. Dafür hat es eine höhere Na^+/K^+ -ATPase-Dichte, mehr Tight junctions und ein ausgeprägteres basales Labyrinth im Vergleich zum proximalen Tubulus. Im distalen Tubulus wird NaCl, aber kaum Wasser resorbiert.

MERKE

Der Intermediärtubulus und die beiden geraden Anteile des proximalen und distalen Tubulus werden gemeinsam als **Henle-Schleife** bezeichnet.

Verbindungstubulus

Der Verbindungstubulus verbindet die Pars recta des distalen Tubulus mit dem Sammelrohr. Das ihn bedeckende Epithel gleicht dem der Sammelrohre.

Sammelrohr

Das Sammelrohrepithel besteht aus **Haupt-** und **Schaltzellen**, die mittels Tight junctions fest verbunden sind. Die Hauptzellen sind isoprismatisch, ihr Zytoplasma ist hell. ADH-abhängig holen sie mithilfe von Aquaporinen transzellulär Wasser aus dem Harn zu-

rück. Aldosteron steigert den Einbau von H^+/K^+ -ATPasen in die basolaterale Membran und von Na^+ -Kanälen in die apikale Membran der Hauptzellen. Hierdurch steigt die Na^+ -Resorption und damit indirekt auch die Wasserresorption.

Die etwas dunkleren Schaltzellen, vom Typ A wie vom Typ B, dienen der H^+ - und K^+ -Feinregulation. Sie sind mit Mikroplicae besetzt, besitzen viele Mitochondrien und haben in den Membranen eine hohe Dichte an H^+ - und H^+/K^+ -ATPase.

Mehrere Sammelrohre vereinigen sich zu immer größeren Sammelrohren und münden über den **Ductus papillaris** in das Nierenbecken.

Juxtaglomerulärer Apparat

Der juxtaglomeruläre Apparat umfasst folgende Zellen:

- **Polkissen mit juxtaglomeruläre Zellen:** epitheloide Zellen (spezialisierte Myozyten) zwischen dem Endothel und der Media des Vas afferens
- Palisadenförmige Zellen der Macula densa
- **Goormaghtigh-Zellen:** extraglomeruläre Mesangiumzellen, die zwischen den juxtaglomerulären und den Zellen der Macula densa liegen

Der juxtaglomeruläre Apparat reguliert die NaCl-Konzentration (lokal) und den Blutdruck (systemisch). Die Zellen der Macula densa messen die Na^+ -Konzentration. Ist diese zu hoch, werden die Mediamyozyten des Vas afferens zur Vasokonstriktion stimuliert. Die juxtaglomerulären Zellen sezernieren bei Druckabfall oder Aktivierung durch den Sympathikus im Vas afferens **Renin**, das wiederum das hepatische **Angiotensinogen** in **Angiotensin I** spaltet. Letzteres wird durch das Angiotensinkonversionsenzym (**ACE**) in **Angiotensin II** gespalten, das die Aldosteronsekretion in der Nebennierenrinde erhöht und eine Vasokonstriktion an allen Arterien des Körpers bewirkt. Aus beidem resultiert eine Blutdruckerhöhung.

Niereninterstitium

Neben Bindegewebe und freien Bindegewebszellen beinhaltet das Interstitium der Niere Nerven, Gefäße und hormonproduzierende Zellen wie die peritubulären Fibroblasten der Rinde, die bei Hypoxie **Erythropoetin** sezernieren. Die Gefäßversorgung jeder Niere erfolgt über eine A. renalis, die sich in Aa. interlobares gliedert, aus denen Aa. **arcuatae** hervorgehen, die parallel zur Rinden-Mark-Grenze verlaufen. Aus diesen ziehen Aa. **corticales radiatae** zur konvexen Oberfläche der Niere empor, aus denen die **Vasa afferentia** entspringen, die zusammen mit den intraglomerulären Kapillaren das **1. Kapillarbett** bilden.

Die postglomerulären **Vasa efferentia** drainieren zum einen direkt über Vv. **corticales radiatae** und zum anderen über lange, in das Mark ziehende **Vasa recta**, die ein **2. Kapillarbett** mit fenestriertem Endothel bilden, in Vv. **Arcuatae**. Diese münden dann über Vv. interlobares in die V. renalis (> Abb. 1.1).

KLINIK

Entzündliche Erkrankungen der Nierenkörperchen (**Glomerulonephritiden**) führen häufig zu einer erhöhten Durchlässigkeit der Blut-Harn-Schranke für Proteine. Die Folgen sind Hypoproteinämie, Infektanfälligkeit und generalisierte Ödeme.

CHECK-UP

- Beschreibe den Aufbau der Blut-Harn-Schranke!
- Was bezeichnet man als juxtaglomerulären Apparat und was ist seine Aufgabe?
- Wo wird Erythropoetin gebildet?

Jetzt bist du dran!**Überblick gewinnen**

Notiere dir ca. 5 Stichwörter aus diesem Unterkapitel.

1.4 Ableitende Harnwege

Henrik Holtmann, Christoph Jaschinski

 Anatomie, Histologie

Zu den ableitenden Harnwegen zählen die paarigen Nierenbecken, die paarigen Harnleiter, die Blase sowie die Harnröhre.

1.4.1 Gemeinsame histologische Strukturen

Die Wandung der ableitenden Harnwege ist dreischichtig:

- Tunica mucosa mit Übergangsepithel und Lamina propria
- Tunica muscularis
- Tunica adventitia, mit Ausnahme des Blasendachs

Übergangsepithel (Urothel) Die Tunica mucosa besteht aus **Urothel**, einem Übergangsepithel, das sich den verschiedenen Füllungszuständen anpassen kann. Außerdem dient es als Permeabilitätsbarriere zwischen hypertonem Harn und umliegendem Gewebe.

Urothel findet sich nicht in den gesamten Harnwegen. Es beginnt in den Kelchen des Nierenbeckens und endet im Anfangsteil der Harnröhre. Die oberste Zellschicht des Urothels bilden die eosinophilen **Deckzellen** (Umbrella cells, Schirmchenzellen), die häufig mehrere Zellkerne besitzen und wohl mit einem Füßchen bis zur Basallamina reichen. Benachbarte Deckzellen sind untereinander durch Haftkomplexe verbunden und bilden damit eine Schranke gegen den aggressiven Harn. Sich selbst schützen sie vor dem Harn durch sog. **Uroplakine**, bei denen es sich um transmembranäre Glykoproteine der zum Lumen hin gerichteten Lipiddoppelschicht der Plasmamembran handelt.

Je nach Füllungszustand verlagern die Deckzellen Teile der apikalen Zytoplasmamembran einschließlich der Uroplakine in Form kleiner Vesikel in das apikale Zytoplasma. Dieses erscheint dadurch im Vergleich zum restlichen Zytoplasma lichtmikroskopisch azidophiler und wird häufig als **Crusta** bezeichnet.

1.4.2 Nierenbecken

Das Nierenbecken (**Pelvis renalis**) liegt i. H. LWK 1 in der Nierenbucht (**Sinus renalis**). Diese enthält neben dem Pelvis renalis auch Gefäße, Nerven, Lymphbahnen und Fettgewebe. Die 10–30 Papillengänge münden in den Markpapillen (**Papillae renales**), die jeweils von einem Nierenkelch (**Calyx renalis minor**) umschlossen werden. Jeweils zwei Calices renales minores vereinigen sich zu einem **Calyx renalis major**, der dann in das Nierenbecken mündet. Das Nierenbecken verjüngt sich am Nierenhilum zum Harnleiter, über den der Urin weiter zur Harnblase fließt. Prinzipiell lassen sich 2 verschiedene Typen unterscheiden:

- **Ampullärer Typ:** zeichnet sich durch kurze, plumpe Kelche aus, die direkt in ein weites Nierenbecken münden
- **Dendritischer Typ:** hat lange, verzweigte Kelche, die in einem wesentlich kleineren Nierenbecken zusammenlaufen.

Zwischen den beiden Extremformen gibt es verschiedenste Mischformen.

Feinstruktur

Die Tunica muscularis ist am Übergang zum Harnleiter sphinkterartig verdickt.

1.4.3 Harnleiter

Die **Harnleiter (Ureteren)** liegen retroperitoneal und sind jeweils ca. 25–30 cm lang. Der Durchmesser beträgt etwa 5 mm. Sie transportieren den Harn mittels peristaltischer Wellen vom Nierenbecken zur Harnblase. Auf dem schrägen Weg über den M. psoas major **unterkreuzen** sie die Vasa testicularia beim Mann bzw. die Vasa ovarica bei der Frau, **überkreuzen die Vasa iliaca communis** und **unterkreuzen** den Ductus deferens beim Mann bzw. die A. uterina bei der Frau. Durch den schrägen Eintrittswinkel in die Blasenwand wird ein Verschluss der Ureteren bei Blasenkontraktion gewährleistet.

MERKE

Die Ureteren haben **3 physiologische Engen:**

- Abgang des Ureters aus dem Nierenbecken
- Überkreuzungsstelle mit den Vasa iliaca communis
- Durchtritt durch die Harnblasenwand.

Hier bleiben Harnsteine besonders oft stecken.

Feinstruktur

Seine Besonderheit ist das sternförmig aussehende Lumen im Querschnitt, welches im entleerten Zustand durch die Mukosa entsteht. Im makroskopischen Längsanschnitt entspricht dies **Längs- bzw. Reservefalten für die Füllung**. Die Muskularis besteht aus spiralig verlaufenden Muskelzellen in Gestalt einer Ringmuskelschicht, die von einer inneren und äußeren Längsmuskelschicht umgeben ist (dreischichtige Muskularis). Sie ist von reichlich Bindegewebe durchsetzt.

Die Bände der Reihe „Vorklinik Finale“

