

Gruppenunterricht

zum Thema

Die Niere

Fach

Biologie

Schultyp

Gymnasium

Schulstufe

10./11. Schuljahr

Vorkenntnisse

keine

Bearbeitungsdauer

2 Doppellektionen

Autor

Urs Spirig

Betreuer

Prof. Dr. Hano Schaerer

Fassung vom

21. Juli 1993

Schulerprobung

keine

Einführung

In den kommenden vier Lektionen werden wir uns etwas eingehender mit dem Thema Niere beschäftigen. Die Niere ist ein höchst interessantes Organ, das den Körper befähigt, unbrauchbare Stoffe auszuschleiden. Vielleicht haben Sie auch schon eine Niere aus den Innereien eines Huhns oder eines Kaninchens näher betrachtet und sich gefragt, was es wohl mit diesem Organ genau auf sich hat. In diesen Lektionen werden sie Näheres darüber erfahren.

Die Unterrichtseinheit ist in vier Themen aufgeteilt. Sie bilden Gruppen. Jede Gruppe beschäftigt sich heute intensiv mit einem Thema. Sie sollen "Experten" auf diesem Gebiet werden.

Das nächste Mal werden sich dann je vier Experten verschiedener Themen in einer neuen Gruppe zusammenfinden und einander auf ihrem Gebiet unterrichten. So läuft's ab. Wir nennen dies "Puzzle-Unterricht".

Die Themen:

Gruppe 1: Bau der Niere

Sie lernen, wo die menschliche Niere gelegen ist und wie sie äußerlich sowie innerlich aufgebaut ist. Hierzu werden Sie auch ganz praktisch eine Schweineniere sezieren und genauer betrachten. Zudem werden Sie lernen, dass die Niere aus Tausenden von funktionellen Einheiten aufgebaut ist.

Gruppe 2: Funktion der Niere

Hier lernen Sie, was in diesen funktionellen Einheiten der Niere im Detail abläuft. Wie bringt es die Niere zustande, unbrauchbare oder gar schädliche Stoffe aus dem Körper zu entfernen? Es geht hier unter anderem auch um die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien. Sie werden auch etwas erfahren über die hormonelle Regulation der Urinproduktion.

Gruppe 3: Nierenkrankheiten, Therapien

Sie befassen sich mit drei verschiedenen Nierenbeschwerden: Nierensteine, Nierenentzündung und Nierenversagen. Sie lernen deren Ursachen kennen sowie eventuell mögliche vorbeugende Massnahmen. Bei Nierenversagen gibt es meist nur noch zwei Möglichkeiten: eine künstliche Niere oder Nierentransplantation. Sie werden Näheres darüber erfahren.

Gruppe 4: Ausscheidungsorgane bei Wirbellosen - ein Vergleich

Im Tierreich gibt es neben den Nieren der Wirbeltiere noch vier weitere Typen von Ausscheidungsorganen, die je für eine bestimmte Tiergruppe charakteristisch sind. Sie werden hier einen Einblick gewinnen in die verschiedenen Möglichkeiten, wie Wirbellose das Problem der Beseitigung unbrauchbarer Stoffe lösen.

Inhaltsverzeichnis

Einführung	3
Inhaltsverzeichnis / Arbeitsanleitung	4
Anleitungen für die Gruppen, Unterlagen, Lernkontrollen	
1 Bau der Niere	5
2 Funktion der Niere	14
3 Nierenkrankheiten, Therapien	22
4 Ausscheidungsorgane bei Wirbellosen - Ein Vergleich	30
Zusatzblatt für alle Gruppen: Minididaktik	37
Anhang 1: Lehrer-Lernkontrolle / Test	38
Anhang 2: Verwendete Quellen (von den Schülern benutzt)	42
Anhang 3: Zusatzmaterial für die Schüler	43
Anhang 4: Vom Autor benutzte Quellen	44

Arbeitsanleitung

Der Lehrer teilt die Klasse in vier Gruppen ein. Jede Gruppe bearbeitet ein Thema. Der Gruppenunterricht nach der "Puzzle-Methode" verläuft für jede Gruppe in drei Stufen:

- 1. Wissenserwerb:** Sie studieren das für Ihre Gruppe bereitgelegte Material gemäss Anleitung. [Zeitbedarf: 45 min]
Anschliessend absolvieren Sie einen kleinen Test zur Sicherung Ihres Wissens. Wenn Sie noch Unsicherheiten haben, versuchen Sie diese zu beheben. [Zeitbedarf: 15 min]
- 2. Expertenrunde:** Hier besprechen Sie innerhalb der Gruppe, wie Sie das eben erworbene Wissen Ihren Mitschülern beibringen wollen. [Zeitbedarf: 30 min]
- 3. Unterrichtsrunde:** In neuer Gruppenzusammensetzung (von jedem Thema mind. 1 Experte pro Gruppe) unterrichten Sie nun Ihre Klassenkameraden über Ihr Thema. Gleichzeitig sind Sie hier mit Experten der drei anderen Themen zusammen, die Ihnen über ihr Spezialgebiet zu berichten wissen. [Zeitbedarf: je 20 min]

BAU DER NIERE

Vorgehen

Wissenserwerb

- a) Studieren sie das Dokument 1.1. [Zeit: 20 min]
Markieren Sie dabei das Wichtigste mit Farbe und / oder machen Sie sich Notizen auf einem separaten Blatt. Sie sollen ja das Gelernte nachher Ihren Klassenkameraden weitergeben können!
- b) Machen Sie zum Nierenquerschnitt in Dokument 1.2 eine Legende. [Zeit: 10 min]
- c) Präparation einer Schweineniere [Zeit: 15 min]
Die Anleitung dazu finden Sie in Dokument 1.3.
- d) Lösen Sie die Aufgaben der Schüler-Lernkontrolle. [Zeit: 15 min]

Expertenrunde [Zeit: 30 min]

- Besprechen Sie in der Gruppe, *welchen Lehrstoff* Sie ihren Kollgen das nächste Mal in der Unterrichtsrunde vermitteln wollen. Orientieren Sie sich dabei an den unten aufgeführten Lernzielen.
- Diskutieren Sie miteinander, *wie* Sie den Stoff vermitteln wollen. Die "Mini-Didaktik" auf Seite 37 kann Ihnen dabei eine Hilfe sein.

Material

- Dokument 1.1: Studienmaterial über den Bau der Niere
- Dokument 1.2: Arbeitsblatt "Bau der Niere"
- Dokument 1.3: Anleitung zur Präparation einer Schweineniere
hierzu: Schweineniere, Präparierbecken, Skalpell

Lernziele

- Sie wissen, wo die menschliche Niere gelegen ist und wie sie äusserlich sowie innerlich aufgebaut ist.
- Sie kennen den mikroskopischen Aufbau der funktionellen Einheiten der Niere.

Nieren und ableitende Harnwege

Das Harnsystem besteht aus den beiden Nieren, den beiden Nierenbecken mit ihren Kelchen, den *Harnleitern*, der *Harnblase* und der *Harnröhre*. Es dient in erster Linie der Bildung und Ausscheidung von Urin und dadurch zur Aufrechterhaltung der Zusammensetzung der Körperflüssigkeiten (*Homöostase*). Der Urin, den die Nieren kontinuierlich bilden, wird von den Harnleitern in die Harnblase befördert, wo er bis zu seiner Ausscheidung durch die Harnröhre gesammelt wird (s. Abb. 1).

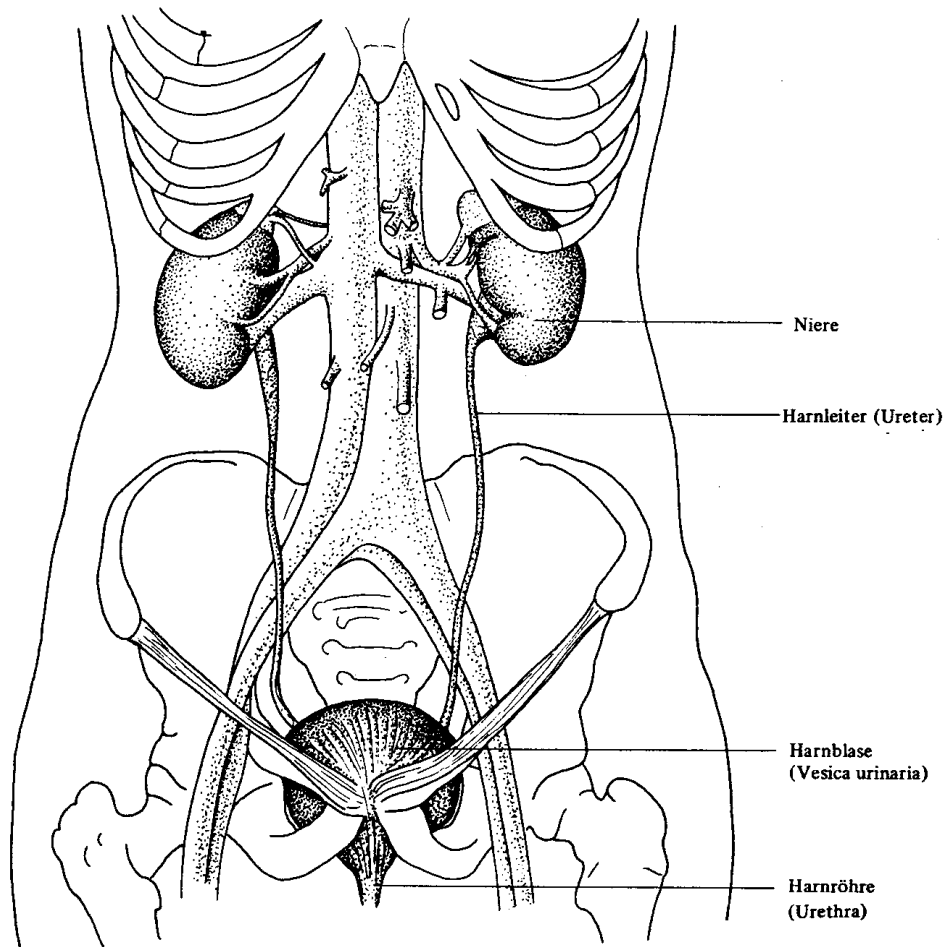


Abb. 1. Nieren und ableitende Harnwege.

Die Aufrechterhaltung der Homöostase ist also eine Hauptaufgabe des Harnsystems. Es erfüllt diese Funktion durch

- Abfiltern von Stoffwechselschlacken aus dem zirkulierenden Blut und die Ausscheidung aus dem Körper;
- Mithilfe bei der Regulation des Wasserhaushaltes des Körpers;
- Hilfe bei der Regulation des Säure-Basen-Gleichgewichtes des Blutes.

Man sagt, dass das innere "Milieu" des Körpers nicht so sehr durch das bestimmt wird, was der Mund aufnimmt, sondern mehr durch das, was die Nieren bei ihrer Ausscheidungsfunktion zurückbehalten.

Die Nieren

Die Nieren sind zwei bohnenförmige Organe, die zwischen dem Bauchfell und der hinteren Bauchwand liegen. Die Organe befinden sich eben oberhalb der Taillenlinie. Die Leber drückt die rechte Niere herunter, so dass sie etwas tiefer als die linke steht. Sie werden durch ein Fettpolster und eine Fascie an ihrem Platz gehalten. Je eine Nebenniere befindet sich auf dem oberen Pol jeder Niere (s. Abb. 3). Die Nebennieren sind wichtige Bildungsorte für Hormone.

Äusseres Erscheinungsbild der Niere

Wie in Abb. 3 gezeigt, hat jede Niere eine vordere und hintere Oberfläche und einen nach aussen gewölbten (konvexen) seitlichen Rand. Der innere Rand der Niere ist nach innen gewölbt (konkav), mit einer Einkerbung in der Mitte: diese Stelle wird *Nierenpforte (Hilus)* genannt. Die Nierenarterie, die Nierenvene, Lymphgefässe und Nerven erreichen und verlassen die Niere durch die Nierenpforte. Ein sackähnlicher Hohlraum, das *Nierenbecken*, liegt in der Tiefe der Niere seitlich von der Nierenpforte. Dies ist der Sammelteil der Niere, der eine Ausweitung des Harnleiters darstellt. Jede Niere ist von einer derben *Kapsel* umgeben.

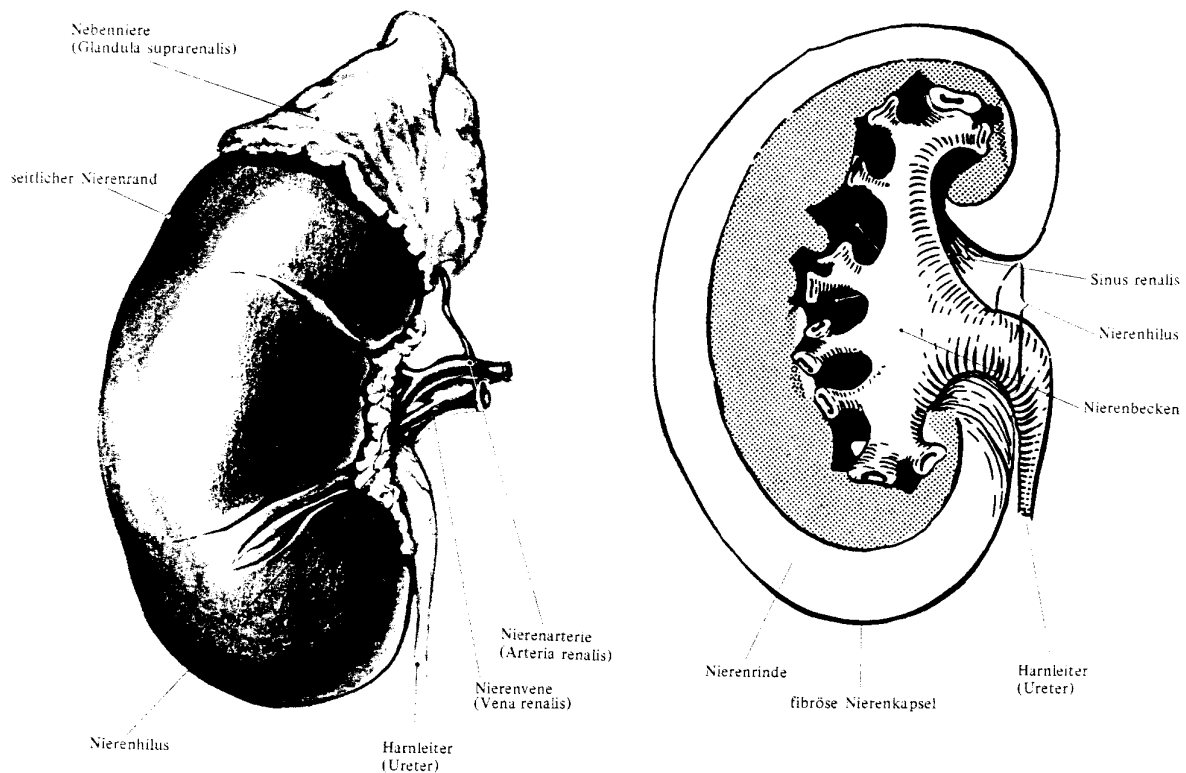


Abb. 3. Die Niere (ein Teil entfernt, um das Nierenbecken zu zeigen).

Innere Struktur der Niere

Auf einem Schnitt durch die Niere werden zwei verschiedene Bereiche beobachtet: Ein innerer dunklerer Bereich (das *Mark*, *Medulla*) und ein äusserer heller Bereich (die *Rinde*, *Cortex*). Das Mark ist in eine Anzahl von sogenannten *Nierenpyramiden* unterteilt. Die Grundflächen der Pyramiden reichen an die Rinde; ihre Spitzen laufen auf das Zentrum der Niere zu. Diese Spitzen werden *Nierenpapillen* genannt; die reichen in Hohlräume des Nierenbeckens, die *Kelche* genannt werden, hinein. Die Rinde senkt sich zwischen benachbarte Pyramiden und bildet so die *Nierensäulen* (s. Abb. 4).

Mikroskopische Anatomie der Niere

Die mikroskopische Untersuchung eines Schnitts von Nierengewebe zeigt zahlreiche trichterförmige Strukturen, die lange geknäuelte Stiele haben (s. Abb. 6). Dies sind die *Nephron* - die funktionellen Einheiten der Niere.

Jede Niere enthält ungefähr 1 Million Nephron. Wie Sie in Abb. 6 sehen, besteht jedes Nephron aus einem *Nierenkörperchen*, das sich aus einem *Glomerulus* und einer *Bowmanschen Kapsel* zusammensetzt, sowie dem *Tubulus-System*.

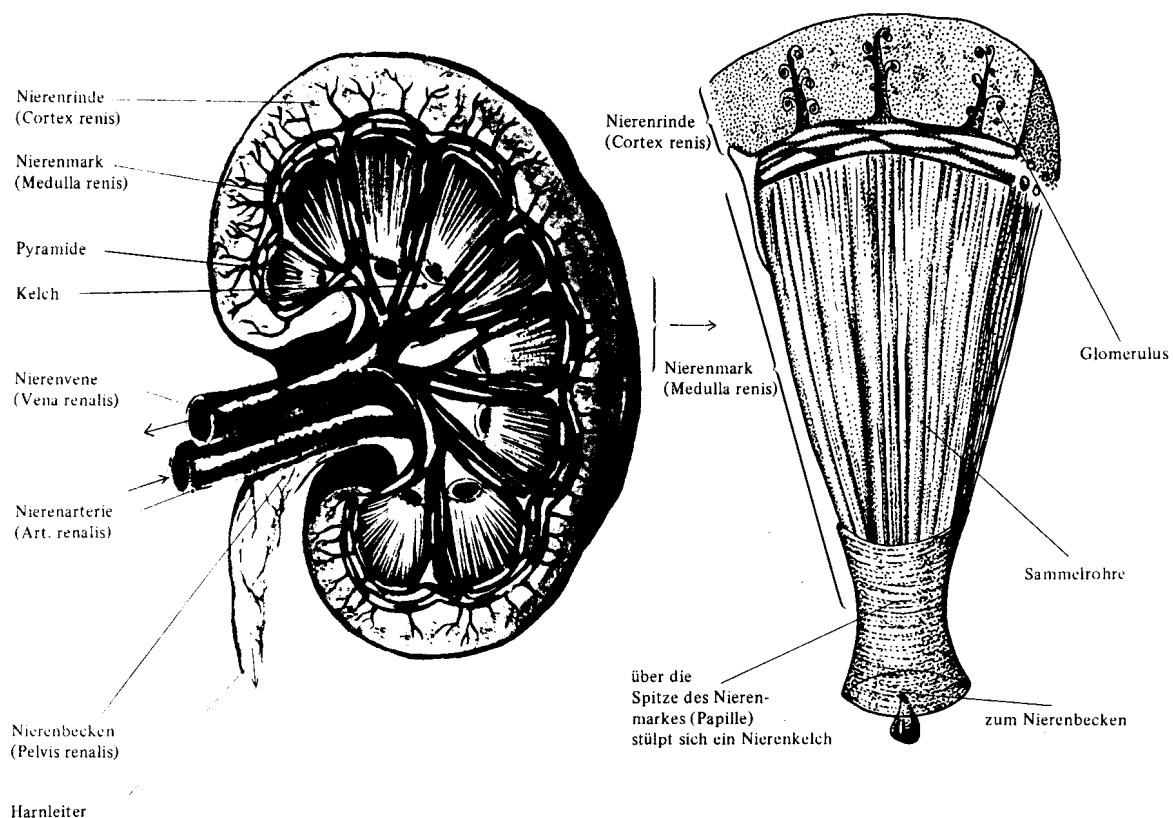


Abb. 4. Schnitt durch die Niere, der die Nierenpyramiden zeigt.

Das Nephron ist also die funktionelle Einheit der Niere. Das Blut gelangt in das Kapillarknäuel, das Glomerulus genannt wird und in einer becherartigen Vertiefung des Tubulus-Systems (Bowmansche Kapsel) liegt. Der Tubulus (Nierenkanälchen), der die Kapsel drainiert, besteht aus zwei gewundenen Anteilen (*proximaler* (nahe liegender) und *distaler* (entfernt liegender)

Tubulus), die durch eine haarnadelförmige Schleife, die *Henlesche Schleife*, verbunden sind. Die Bowmansche Kapsel und die gewundenen Anteile des Tubulus liegen in der Rinde der Niere und geben ihr ein feinkörniges Aussehen. Die geraden, zur Henleschen Schleife gehörenden Tubuli liegen zum grössten Teil im Mark, dem sie ein gestreiftes Aussehen geben. Die Tubuli führen in die etwas grösseren Sammelrohre, die den Urin in die Kelche des Nierenbeckens entleeren. Vom Nierenbecken fliesst der Urin durch den Harnleiter herunter in die Harnblase (s. Abb. 6).

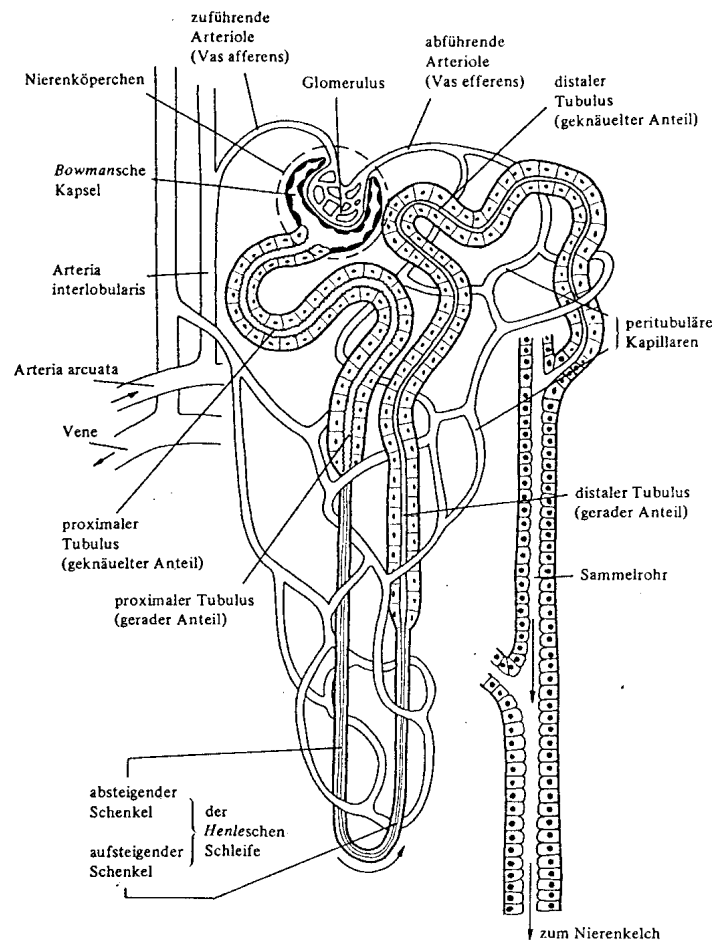


Abb. 6. Ein Nephron – die funktionelle Einheit der Nieren, mit Sammelrohr und Blutgefässen.

Blutversorgung der Niere

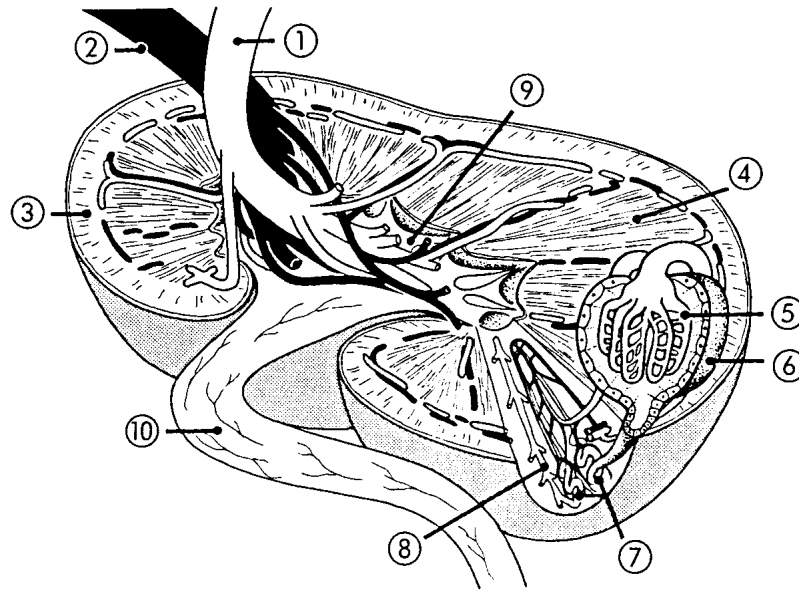
Die *Nierenarterie* erreicht die Niere zusammen mit den Nerven und Lymphgefässen an der Nierenpforte. Gleich nach dem Eintritt in die Niere teilt sie sich in zahlreich Äste auf, die sich in der Rinde radiär ausbreiten. Davon gehen Äste zu den Glomeruli, die *zuführende Arteriolen* genannt werden. Aus ihnen entstehen die Kapillarknäuel, welche man als Glomeruli bezeichnet. Kapillarknäuel (Glomerulus) und eingestülpte Kapsel (Bowmansche Kapsel) bilden zusammen ein Nierenkörperchen. Die *abführende Arteriole* sammelt das Blut aus dem Glomerulus. Nach kurzem Verlauf mündet die abführende Arteriole in ein kapilläres Netzwerk, das die Tubuli umgibt. Dieses vereinigt sich zu zunächst kleinen, dann grösseren Venen, schliesslich zur *Nierenvene*, welche die Niere an der Nierenpforte verlässt.

verändert nach: Culclasure David F.: Anatomie und Physiologie des Menschen: 15

Lehrprogramme. Band 8. Weinheim 1983, 2. Auflage, 1-21 (Verlag Chemie).

Arbeitsblatt: Bau der Niere

Erstellen Sie eine Legende zum unten abgebildeten Schnitt durch die Niere! Für die Teile 1 bis 4 sowie 9 und 10 sollte Ihnen nach dem Studium des Dokuments 1.1 auch die betreffende Aufgabe bekannt sein. Über die Aufgaben der übrigen Teile werden Sie die Experten der Gruppe 2 in der Unterrichtsrunde informieren.



Fülle die untenstehende Tabelle aus!

Bestandteil der Niere	Aufgabe
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

aus: Hoff Peter, Jaenicke J. und Miram W.: Biologie heute G, Lehrerhandbuch für den Sekundarschulbereich I. Band 2. Hannover 1988, 41 (Schroedel).

Anleitung zur Präparation einer Schweineniere

Es geht hier darum, dass Sie das Ganze einmal 1:1 "in natura" sehen. Eine Schweineniere ist im Grossen und Ganzen gleich aufgebaut wie eine menschliche, ausser dass diese natürlich etwas grösser ist.

Sie arbeiten in Gruppen zu zweit. Pro zwei Leute steht eine Niere zur Verfügung.

Material

Schweineniere, Präparierbecken, Skalpell

Vorgehen

Schneiden Sie die Niere vorsichtig mit dem Skalpell der Länge nach auf. Achten Sie darauf, dass Sie einen geraden, horizontalen Schnitt zustande bringen.

Das Objekt wird nachher gezeichnet und beschriftet. Es steht Ihnen unten auf dieser Seite genügend Platz zur Verfügung.

Man erkennt die Nierenrinde, das Nierenmark, die Nierenpyramiden, das Nierenbecken, das Nierenfett, den Harnleiter und die zu- und abführenden Blutgefässe.

Lernkontrolle für die Schüler

Es geht hier darum, dass Sie erkennen können, ob Sie den Stoff verstanden haben und ob Sie somit reif sind für die Expertenrunde. Lösen Sie die unten stehenden Aufgaben - schriftlich auf einem separaten Blatt. Arbeiten Sie selbständig und alleine, ohne die Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.

Wenn Sie alle Aufgaben gelöst haben, können Sie eine Seite weiterblättern. Sie finden dort die zugehörigen Lösungen. Gehen Sie aber nicht zu den Lösungen über, bevor Sie die Aufgaben selber durchgegangen sind. Sie sollen ja zu einem Experten auf diesem Gebiet ausgebildet werden und nachher Ihre Klassenkameraden unterrichten können!

Aufgaben

- 1) Beschreiben Sie mit eigenen Worten, wo die Nieren im menschlichen Körper gelegen sind. Welche Besonderheit hat die rechte Niere gegenüber der linken?
(K2)
- 2) Zeichnen Sie aus dem Gedächtnis einen Schnitt durch die Niere, so wie Sie es bei der präparierten Schweineniere gesehen haben. Beschriften Sie Ihre Zeichnung.
(K1)
- 3) Das Nephron ist die funktionelle Einheit der Niere. Zählen Sie alle Teile des Nephrons auf, die sich in der Nierenrinde befinden sowie diejenigen im Nierenmark.
(K2)

Lösungen zu den Schülerlernkontrollen

Vergleichen Sie Ihre eigenen Lösungen mit den untenstehenden. Falls Sie einiges unvollständig oder falsch beantwortet haben, so gehen sie die entsprechenden Stellen im Text nochmals durch bzw. sehen Sie sich nochmals die präparierte Niere an. Wenn Ihnen alle Antworten klar sind, sind Sie reif für die Expertenrunde.

Sollten auch nach wiederholtem Durchgehen des Studienmaterials noch Unklarheiten da sein, so können Sie sich innerhalb der Gruppe fachlich beraten. Vielleicht ist dem einen oder anderen etwas besser klar geworden. Können die Schwierigkeiten auch so nicht gelöst werden, so kann der Lehrer zu Rate gezogen werden.

Lösungen

- 1) Die Nieren liegen zwischen Bauchfell und hinterer Bauchwand, direkt oberhalb der Taillenlinie.
Oder (andere mögliche Beschreibung): Die Nieren liegen am unteren Ende des Brustkorbes links und rechts der Wirbelsäule.
Die rechte Niere wird von der Leber etwas heruntergedrückt, so dass sie etwas tiefer liegt als die linke.
- 2) Die Zeichnung sollte enthalten: Nierenrinde, Nierenmark, Nierenpyramiden, Harnleiter, zu- und abführende Gefäße. Vergleichen Sie Ihre Zeichnung mit den Darstellungen in den Unterlagen.
- 3) Die Nierenrinde enthält das Nierenkörperchen mit der Bowmannschen Kapsel und dem Glomerulus sowie die gewundenen Anteile der Nierenkanälchen.
Das Mark enthält den grössten Teil der geraden Anteile des Nierenkanälchens und die Henlesche Schleife.

FUNKTION DER NIERE

Vorgehen

Wissenserwerb

- a) Studieren Sie die bereitgestellten Dokumente 2.1 und 2.2. [Zeit: 30 min]
Markieren Sie dabei das Wichtigste mit Farbe und / oder machen Sie sich Notizen auf einem separaten Blatt. Sie sollen ja das Gelernte nachher Ihren Klassenkameraden weitergeben können!
- b) Bearbeiten Sie das Arbeitsblatt in Dokument 2.3. Die Lösungen hierzu finden Sie in Dokument 2.4. Schauen Sie sich diese Lösungen aber erst dann an, wenn Sie das Arbeitsblatt selbständig gelöst haben. So lernen Sie am meisten. [Zeit: 15 min]
- c) Lösen Sie die Aufgaben der Schüler-Lernkontrolle. [Zeit: 15 min]

Expertenrunde [Zeit: 30 min]

- Besprechen Sie in der Gruppe, *welchen Lehrstoff* Sie ihren Kollegen das nächste Mal in der Unterrichtsrunde vermitteln wollen. Orientieren Sie sich dabei an den unten aufgeführten Lernzielen.
- Diskutieren Sie miteinander, *wie* Sie den Stoff vermitteln wollen. Die "Mini-Didaktik" auf Seite 37 kann Ihnen dabei eine Hilfe sein.

Material

- Dokument 2.1: Einführung in das Thema "Nierenfunktion"
- Dokument 2.2: Studententext zur Funktion der Niere
- Dokument 2.3: Arbeitsblatt "Aufbau des Nephrons"
- Dokument 2.4: Lösungen zum Arbeitsblatt "Aufbau des Nephrons"

Lernziele

- Sie sind in der Lage zu erklären, wie in den Nierenkörperchen der Primärharn entsteht.
- Sie wissen, dass die Zusammensetzung des Primärharns während seinem Gang durch die Nierenkanälchen noch verändert wird und kennen die entsprechenden Vorgänge.
- Sie wissen Bescheid über die hormonelle Regulation der Urinproduktion.

Wenn man vom körperlichen Wohlergehen spricht, denkt man hauptsächlich an die Dinge, die der Körper braucht und die ihm zugeführt werden müssen wie Essen, Trinken oder die Luft zum Atmen. Die weniger angenehmen Probleme einer Abfuhr der Schlacken, die im Stoffwechsel anfallen, werden oft vernachlässigt, sind aber genauso lebensnotwendig. Der Körper trennt sich von diesem Abfall auf vier verschiedene Arten: über die Haut von Salzen, Mineralien und Wasser, über die Lunge von Kohlendioxid und Wasser, über den Darm von nicht verdaubaren Nahrungsresten (diese gelangen ja eigentlich nie in den Körper) und Wasser und über die Nieren von einer Vielzahl im Wasser gelöster Substanzen.

Das Stickstoffproblem

Warum muss der Körper Stoffe ausscheiden, weshalb können wir nicht genau das aufnehmen, was wir brauchen, und nicht mehr? Der menschliche Körper ist dynamisch, es gibt einen ständigen Umsatz: Zellen altern, sterben ab und müssen ersetzt werden. Ihre Bausteine bestehen im wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Das gilt auch für die Restbestandteile, wenn im Körper Eiweiss abgebaut wird.

Kohlenstoff und Sauerstoff können als Kohlendioxid (CO₂) mit der Atmung, Wasserstoff und Sauerstoff als Wasser (H₂O) mit dem Harn ausgeschieden werden; bleibt nur noch der Stickstoff. Als freier, molekularer Distickstoff (N₂) ist er zwar ein reaktionsträges Gas – unsere Atemluft besteht zu 78 Prozent aus N₂. Er kommt aber auch als organische Verbindung im Eiweiss (dreiwertig) vor und ist dann in höherer Konzentration für den Organismus schädlich. Den grössten Teil des aus dem Eiweissabbau anfallenden Stickstoffs wandelt die Leber in Harnstoff um und macht ihn dadurch für die Niere ausscheidungsfähig. Urin ist praktisch eine wässrige Lösung von Harnstoff.

Aufrechterhaltung des inneren Milieus

Unsere Lebensführung ist selten sehr gleichmässig. Es gibt Tage, an denen wir relativ viel essen und trinken, dann kommen wieder Tage des Fastens. An manchen Tagen ist unsere Körperbelastung recht hoch, wir schwitzen und können den Flüssigkeitsverlust nicht ersetzen, an anderen leben wir geruhsamer und nehmen trotzdem grössere Flüssigkeitsmengen auf. Die Nieren gleichen mit Hilfe des Bluts und der übrigen Körperflüssigkeiten solche Schwankungen aus.

Körperzellen können von sich aus keine grösseren Wechsel verkraften. Sie sind sehr empfindliche Einrichtungen, die zwar ihre spezifische Funktion als Teil eines Gewebes erfüllen, die sich aber nicht um Grundprobleme wie die Kontrolle ihrer Betriebstemperatur oder chemischer Veränderungen in ihrer unmittelbaren Umgebung kümmern können. Sie müssen gehegt und gepflegt werden. Der französische Physiologe Claude Bernard (1813-1878) erkannte als erster die Bedeutung des Gleichgewichts aller innerhalb des Körpers aktiven Kräfte und prägte den Begriff des Milieu interne, dessen Aufrechterhaltung für den Organismus lebensnotwendig ist.

Die Zellräume sind nicht in sich abgeschlossene flüssige Kammern, sondern stehen in ständigem Austausch mit dem extrazellulären Flüssigkeitsraum. Ihre Empfindlichkeit verlangt, dass die Konzentrationen von Salzen, Säuren und Basen im umgebenden Medium stets in sehr engen Grenzen konstant gehalten werden. Wächter über die Konstanz des inneren Milieus sind die Nieren.

Mikroskopische Siebe

Der römische Arzt Galen im 2. Jh. n. Chr. stellte sich das Niereninnere wie eine grosse Siebfläche mit zahllosen, vom blossen Auge nicht wahrnehmbaren Poren vor, die der Abfilterung von Unreinheiten in den Urin diene. So unrealistisch waren seine Ansichten gar nicht, wenn man bedenkt, dass die Bedeutung von Herz und Blutkreislauf erst 1500 Jahre später von Harvey erkannt wurde.

Erst mit der Erfindung des Mikroskops waren Erkenntnisse zur eigentlichen Nierenfunktion möglich. 1659 beschrieb Marcello Malpighi als erster die Nierenkörperchen, hatte aber noch keine rechte Vorstellung von ihrer Bedeutung. Die Ansicht Galens beherrschte noch zu sehr die Medizin der damaligen Zeit, auch hielten viele seiner Kollegen die Malpighi-Körperchen für Hirngespinnste. Einen Fortschritt bedeuteten im Jahre 1842 die Beobachtungen des Engländers William Bowman, der in den Malpighi-Körperchen Abschnitte des Nierenkreislaufs, winzige Blutgefässe, erkannte, die der Filterung von Wasser und Schlacken dienten. Bowman hatte damit den ersten Teil des harnbereitenden Systems entdeckt. Bereits zwei Jahre später zeigte Carl Ludwig in Wien, dass das Filtrat der Nierenkapillarknäuel, gesammelt in der Bowman-Kapsel, in einem anschliessenden Netz von Röhren konzentriert wird und der Körper den grössten Teil des gefilterten Wassers wieder zurückerhält.

aus: Benner Klaus-Ulrich: Der Körper des Menschen. Augsburg 1991, 171-173 (Weltbild Verlag GmbH).

Funktion der Niere

Der eigentlich Ausscheidungsapparat wird von den **Nephronen** (über 1 Million gebildet (siehe Abb. 199.2)). Jedes Nephron besteht aus einem Nierenkörperchen und dem daraus abgehenden Nierenkanälchen.

In jedes Nierenkörperchen führt eine kleine Arterie (*Arteriole*). Sie verzweigt sich innerhalb der doppelwandigen Bowmanschen Kapsel zu einem Knäuel von Kapillaren (*Glomerulus*). Diese vereinigen sich wieder zu einer Arteriole, die aus dem Nierenkörperchen herausführt und sich erneut in Kapillaren aufteilt. Diese bis zu 4 cm langen Kapillaren begleiten das Nierenkanälchen und münden in eine kleine Vene (*Venole*).

Das Nierenkanälchen ist in der Rindenschicht aufgeknäuel, geht in einer Schleife (*Henlesche Schleife*) gerade durch die Markschiicht und wieder zurück in die Rinde. Dort knäuel es sich erneut und endet in einem Sammelkanälchen, das auf der Spitze der Nierenpyramide in das Nierenbecken mündet. Die Wand der Nierenkanälchen ist nur eine Zelllage dick.

Durch die Wand der kapillaren und die angrenzende Wand der Bowmanschen Kapsel wird Flüssigkeit (*Primärharn*) aus dem Blutplasma ins Innere des Nierenkanälchens gepresst. Blutzellen und die meisten Proteinmoleküle sind zu gross, als dass sie durch die feinen Poren dieser Wände gedrückt werden könnten. Der Primärharn enthält aber alle anderen im Blutplasma vorkommenden Stoffe in der dort vorliegenden Konzentration. Er scheint also auf die gleiche Weise zu entstehen wie die Gewebeflüssigkeit im Kapillargebiet. Allerdings ist der Blutdruck in den Kapillaren des Nierenkörperchens höher als in anderen Kapillargebieten, weil die zuführende Arterie und die Arteriolen besonders weit und kurz sind (s. 2.3).

Da Proteine zurückgehalten werden, steigt der durch sie hervorgerufene osmotische Druck des Blutplasmas beim Durchströmen des Nierenkörperchens immer mehr an. Dies hat eine Sogwirkung zur Folge, die dem Blutdruck beim Auspressen der Flüssigkeit entgegenwirkt. Deshalb gelangen nur etwa 20% des durch die Nieren fliessenden Plasmawassers in die Nierenkanälchen. Dennoch bilden Erwachsene pro Tag ca. 180 l Primärharn (s. Abb. 201.1). Während des Abflusses durch die erste Aufknäuelung des Nierenkanälchens werden dem Primärharn vor allem durch aktive Transportvorgänge die verwertbaren Stoffe wieder entzogen, sie gelangen dadurch in die Gewebeflüssigkeit der Niere. Infolge des Stoffentzugs sinkt der osmotische Druck des Harns unter den des umgebenden Gewebes, so dass auf osmotischem Wege (also passiv) ein grosser Teil des Wassers ebenfalls in die Gewebeflüssigkeit ausströmt. Es werden auch Stoffe über die Wandzellen der Nierenkanälchen in den Primärharn abgesondert (u.a. Drogen, Medikamente). Bis zum Erreichen der Henleschen Schleife verliert der Primärharn bereits 75% des Wassers. En weiterer Wasserentzug findet in der *Henleschen Schleife*, in dem *geknäuelten Endabschnitt*

des Nierenkanälchens und in den *Sammelrohren* statt. Eine wichtige Rolle spielt dabei ein Konzentrationsgefälle im Nierengewebe, das von den Henleschen Schleifen erzeugt wird. Sie wenden das *Gegenstromprinzip* an.

Der absteigende Schenkel der Haarnadelschleife ist wasserdurchlässig, der aufsteigende aber wasserdicht. Aus dem aufsteigenden Schenkel wird dauernd aktiv NaCl in den Aussenraum (Zwischenzellflüssigkeit). Daher diffundiert Wasser aus dem benachbarten absteigenden Schenkel der Henleschen Schleife. Wegen der dauernden Wasserabgabe nimmt die Konzentration der Flüssigkeit im absteigenden Schenkel bis zur Haarnadelbiegung kontinuierlich zu. Je konzentrierter sie aber wird, desto weniger Wasser kann in die Zwischenzellflüssigkeit ausströmen. Deshalb nimmt auch die Konzentration der Zwischenzellflüssigkeit an Ionen zum Nierenbecken hin ständig zu. Auf ihrem Weg durch den aufsteigenden Schenkel nimmt andererseits die Ionenkonzentration der Schleifenflüssigkeit ab, weil laufend Cl⁻ und Na⁺-Ionen abgegeben werden. Die Gegenstromanordnung führt also zu einem Konzentrationsgefälle vom Nierenbecken zur Nierenrinde (Abb. 201.1).

Wie werden aber Wasser und Kochsalz aus der Zwischenzellflüssigkeit des Nierengewebes entfernt? Wie entsteht aus der verdünnten Schleifenflüssigkeit des aufsteigenden Schenkels konzentrierter Harn? Die Wände der Kapillaren, die an den Henleschen Schleifen entlangziehen, sind durchlässig für Wasser und Ionen. Der hohe, durch Proteine verursachte osmotische Druck des Blutplasmas (s.o.) bewirkt einen Einstrom von Wasser in die Kapillaren und damit eine Rückführung von Wasser ins Blutgefässsystem. Auch Ionen diffundieren daraufhin ins Blutplasma, weil sie dort schliesslich in geringerer Konzentration vorliegen. Die Erzeugung des konzentrierten Harns erfolgt endgültig in den Sammelrohren. Diese sind durchlässig für Wasser. Wegen des Konzentrationsgefälles im Nierengewebe verlässt Wasser auf seinem Weg zum Nierenbecken die Sammelrohre auf ihrer ganzen Länge. Es wird von den Kapillaren im Bereich der Henleschen Schleifen, aber auch im Bereich der zweiten Aufknäuelung aufgenommen und wegtransportiert. Auch ein Teil des Harnstoffs folgt dem Wasser in Richtung Gewebeflüssigkeit, wo er zur Erhaltung des Konzentrationsgefälles beiträgt.

Der Endharn, der aus den Sammelrohren ausfliesst, verändert seine Zusammensetzung auf dem Weg durch Harnleiter, Blase und Harnröhre nicht mehr. Wieviel Wasser aus den Nierenkanälchen zurückgewonnen wird, welche Konzentration der Harn also annimmt, wird durch ein Hormon der Hypophyse (*Adiuretin*) bestimmt. Je mehr Adiuretin im Blut ist, desto mehr Wasser diffundiert aus den Sammelrohren in die Zwischenzellflüssigkeit des Nierengewebes zurück und von da ins Blutplasma, desto konzentrierter wird der Endharn (geringer Wasserverlust des Körpers). Bei abnehmendem Adiuretingehalt des Blutplasmas diffundiert dagegen immer weniger Wasser aus den Sammelrohren, es wird ein schwach konzentrierter Endharn erzeugt (hoher Wasserverlust des Körpers).

Die Adiuretinabgabe aus der Hypophyse wird geregelt. Besondere Sinneszellen (Fühler) im Zwischenhirn (Regler) bestimmen den osmotischen Wert der Zwischenzellflüssigkeit (Lymphe). Je höher der osmotische Wert ist, desto mehr Adiuretin wird abgegeben, je niedriger, desto weniger. Die

Sammelrohre sind die Stellglieder des Regelkreises, der bewirkt, dass der Salzgehalt (*Regelgröße*) der Körperflüssigkeit weitgehend konstant bleibt. (Zum Regelkreis s. Abb. 66.1 und Abb. 182.1).

Die Regelung des Salzgehaltes der Körperflüssigkeiten erfordert eine ausreichende Wasserzufuhr. Bei Wassermangel kommt es zu einer Erregung des "Durstzentrums", das ebenfalls im Zwischenhirn liegt. Schon bei einem Wasserverlust von 0.5% des Körpergewichtes (z.B. von 250 ml bei 50 kg) entsteht beim Menschen Durst. Die empfindliche Reaktion des Durstzentrums ist zweckmässig, weil der Mensch bereits bei einer Wasserabgabe von 15-20% des Körpergewichtes verdurstet. Bei mässiger Aussentemperatur ist dies ohne Trinken nach 10-20 Tagen der Fall, in der Tropensonne aber wegen der hohen Schweissabgabe schon nach einigen Stunden.

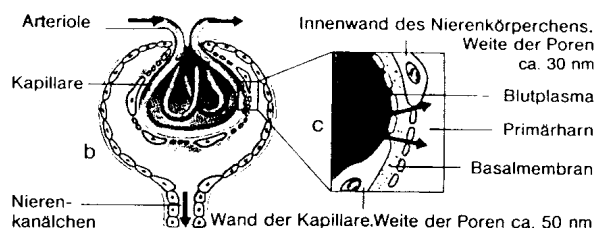
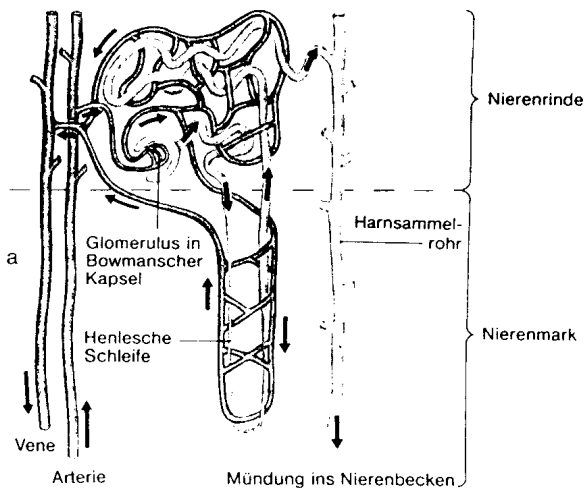


Abb. 199.2: a Einzelnes Nephron, b Nierenkörperchen: Bowmansche Kapsel mit Kapillaren; c Poren in der Kapillarwand und der Innenwand der Bowmanschen Kapsel

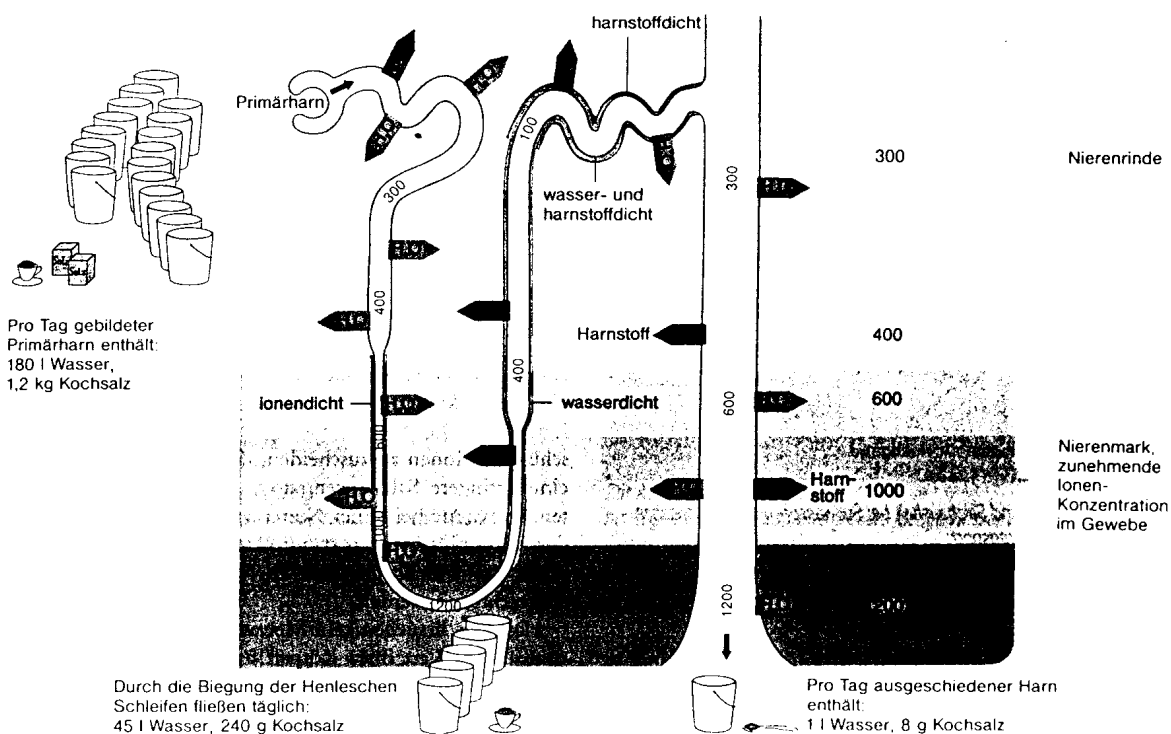
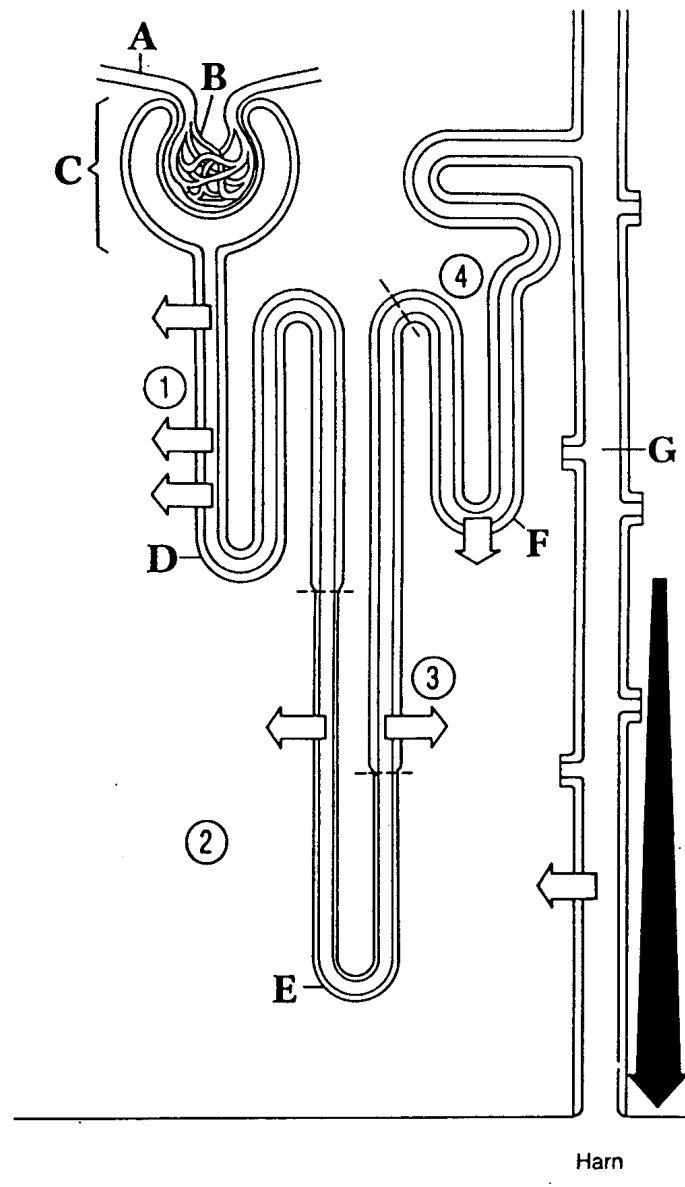


Abb. 201.1. Stofftransport durch die Wand von Nephronen und Sammelrohren sowie Erzeugung eines Konzentrationsgefälles (s. Text)

Die Angaben zum täglichen Wasser- und Kochsalztransport gelten für beide Nieren eines erwachsenen Menschen zusammen. Die Zahlen bedeuten Konzentrationen in mmol/l

aus: J. B. Metzler, Linder Biologie. Stuttgart 1992, 20. Auflage, 199-200 (J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung und Carl Ernst Poeschel Verlag GmbH).

Arbeitsblatt 9: Aufbau des Nephrons

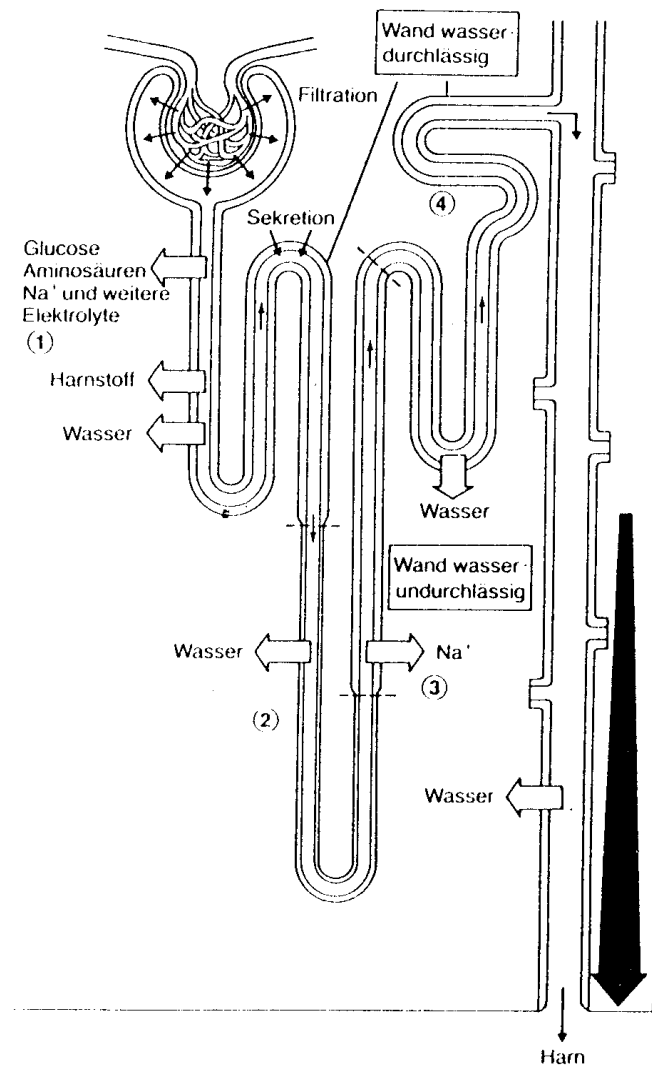


1. Ordnen Sie den Bestandteilen (A – G) die entsprechenden Begriffe zu!
2. Geben Sie die Fließrichtung des Primärharns durch Eintragen von Pfeilen an!
3. In der Abbildung ist das Nephron in vier Abschnitte (① – ④) gegliedert. Geben Sie für jeden Abschnitt an, welche Stoffe und Verbindungen aus dem Nephron rückresorbiert werden! Kennzeichnen Sie die wasserdurchlässigen und wasserundurchlässigen Abschnitte mit unterschiedlichen Farben!

aus: Jaenicke Joachim, Miram W.: Biologie heute S II, Lehrerhandbuch für den Sekundarbereich II. Band 1. Hannover 1990, 101 (Schroedel).

Arbeitsblatt 9: Aufbau des Nephrons

- I.
 - A Blutgefäß
 - B Glomerulus
 - C Bowmansche Kapsel
 - D Kapselnaher Abschnitt des Nephrons
 - E Henlesche Schleife
 - F Kapselferner Abschnitt des Nephrons
 - G Sammelrohr
2. und 3.
 - (1) Glucose; Aminosäuren; Na^+ und weitere Elektrolyte
 - (2) Wasser
 - (3) Na^+
 - (4) Wasser



aus: Jaenicke Joachim, Miram W.: Biologie heute S II, Lehrerhandbuch für den Sekundar-
schulbereich II. Band 1. Hannover 1990, 107 (Schroedel).

Lernkontrolle für die Schüler

Es geht hier darum, dass Sie erkennen können, ob Sie den Stoff verstanden haben und ob Sie somit reif sind für die Expertenrunde. Lösen Sie die unten stehenden Aufgaben - schriftlich auf einem separaten Blatt. Arbeiten Sie selbständig und alleine, ohne die Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.

Wenn Sie alle Aufgaben gelöst haben, können Sie eine Seite weiterblättern. Sie finden dort die zugehörigen Lösungen. Gehen Sie aber nicht zu den Lösungen über, bevor Sie die Aufgaben selber durchgegangen sind. Sie sollen ja zu einem Experten auf diesem Gebiet ausgebildet werden und nachher Ihre Klassenkameraden unterrichten können!

Aufgaben

- 1) In den Nierenkörperchen entstehen bei einem Erwachsenen pro Tag ca. 180 l Primärharn. Erklären Sie in wenigen Sätzen das Prinzip, das hinter der Entstehung des Primärharns steht. Beschreiben Sie auch die Zusammensetzung des Primärharns und geben Sie eine kurze Begründung dazu, weshalb er so zusammengesetzt ist. (K2)

- 2) "Der aktive Kochsalztransport ist die treibende Kraft für die Wasserrückresorption."
Dieser Satz wird oft zur Beschreibung des Mechanismus der Wasserrückresorption verwendet. Geben Sie eine kurze Erläuterung zu diesem Satz. Gehen Sie hierbei auf die folgenden Punkte ein:
 - * Wo geschehen Kochsalztransport und Wasserrückresorption?
 - * Auf welchen Mechanismen beruhen sie?
 - * Wie hängen diese beiden Stofftransporte zusammen?(K2)

- 3) An der Regelung der Urinproduktion ist vor allem das Hormon Adiuretin beteiligt. Beschreiben Sie, wie diese Regulation im Einzelnen vor sich geht. Notieren Sie stichwortartig die einzelnen Schritte dieser Regulation. Geben Sie ihrer Lösung die Form eines Pfeildiagramms.(K2)

Lösungen zu den Schülerlernkontrollen

Vergleichen Sie Ihre eigenen Lösungen mit den untenstehenden. Falls Sie einiges unvollständig oder falsch beantwortet haben, so gehen sie die entsprechenden Stellen im Text nochmals durch. Wenn Ihnen alle Antworten klar sind, sind Sie reif für die Expertenrunde.

Sollten auch nach wiederholtem Durchgehen des Studienmaterials noch Unklarheiten da sein, so können Sie sich innerhalb der Gruppe fachlich beraten. Vielleicht ist dem einen oder anderen etwas besser klar geworden. Können die Schwierigkeiten auch so nicht gelöst werden, so kann der Lehrer zu Rate gezogen werden.

Lösungen

1) Primärharn wird aus dem Blutplasma der Kapillaren im Nierenkörperchen ins Innere des Nierenkanälchens gepresst (= Filtration). Dieser Vorgang wird durch die grosse Anzahl Poren in den Wänden der Nierenkörperchen und der Arteriolen begünstigt. Der Primärharn enthält alle im Blutplasma enthaltenen Substanzen mit Ausnahme der Plasmaeiweisse. Diese sind zu gross, um durch die Poren der Wände passieren zu können.

2) Der aufsteigende Schenkel der Henleschen Schleife ist wasserundurchlässig. Hier wird aktiv NaCl aus dem Nierenkanälchen in die Zwischenzellflüssigkeit gepumpt. Somit steigt der osmotische Wert der Zwischenzellflüssigkeit an. Durch Osmose wird dann dem wasserundurchlässigen absteigenden Schenkel Wasser entzogen (passiv). Auch im kapselfernen Abschnitt des Nephrons geschieht auf dieselbe Weise ein Wasser-Ausstrom.

3) Sinneszellen im Zwischenhirn bestimmen osmotischen Wert der Zwischenzellflüssigkeit. → Je höher dieser Wert, desto mehr Adiuretin wird durch die Hypophyse ausgeschüttet. → Adiuretin wird über das Blut zu den Nierenkörperchen transportiert.

↓

Der Harn wird konzentrierter. ← Hohe Adiuretin-konzentration bewirkt eine höhere Wasserrück-resorption aus den
Der osmotische Wert der Zwischenzellflüssigkeit wird so konstant gehalten. ← Sammelrohren.

Nierenkrankheiten und Therapien

Vorgehen

Wissenserwerb

- a) Studieren Sie die Dokumente 3.1 und 3.2
Markieren Sie dabei das Wichtigste mit Farbe und / oder machen Sie sich Notizen auf einem separaten Blatt. Sie sollen ja das Gelernte nachher Ihren Klassenkameraden weitergeben können! [Zeit: 30 min]
- b) Erstellen Sie kurze zusammenfassende Beschreibungen zu den folgenden Begriffen auf einem separaten Blatt:
Nierensteine, Nierenentzündung, Nierenversagen, künstliche Niere, Nierentransplantation. [Zeit: 15 min]
- c) Lösen Sie die Aufgaben der Schüler-Lernkontrolle. [Zeit: 15 min]

Expertenrunde [Zeit: 30 min]

- Besprechen Sie in der Gruppe, *welchen Lehrstoff* Sie ihren Kollegen das nächste Mal in der Unterrichtsrunde vermitteln wollen. Orientieren Sie sich dabei an den unten aufgeführten Lernzielen.
- Diskutieren Sie miteinander, *wie* Sie den Stoff vermitteln wollen. Die "Mini-Didaktik" auf Seite 37 kann Ihnen dabei eine Hilfe sein.

Material

- Dokument 3.1: Studententext mit Abbildungen zum Thema Nierenkrankheiten und Therapien
- Dokument 3.2: Krankheitszeichen bei mangelhaft arbeitenden Nieren

Lernziele

- Sie wissen Bescheid über Nierensteine, Nierenentzündung und Nierenversagen.
- Sie wissen, wie eine künstliche Niere funktioniert.
- Sie wissen, in welchen Fällen eine Nierentransplantation angezeigt ist und kennen die möglicherweise dabei auftretenden Komplikationen.

Wenn die Nieren sich beschweren

Die Nierenbeschwerden lassen sich auf drei Ursachen zurückführen: Nierensteine, verschiedene Ausmasse einer Entzündung (häufig mit einer Infektion gekoppelt) und Fehlfunktionen. Nierenstörungen mögen zunächst an einer Verringerung des Urins erkannt werden: an Geruch, Farbe, Menge oder Klarheit. Nierenbeschwerden haben ebenso weniger typische, den ganzen Körper betreffende Auswirkungen. Ungleichgewichte in den Körperflüssigkeiten, den Salzen und der Blutzusammensetzung haben weitläufige Auswirkungen. Sie reichen von einem unbestimmten Müdigkeitsgefühl und Muskelkrämpfen zu Sehstörungen, Schwindel, Fieber und Flüssigkeitsansammlungen (Ödeme), die zu einer Anschwellung um die Knöchel, Augenlider oder andere Körperteile führen. Das Gesamterscheinungsbild solcher Zeichen liefert dem Arzt jedoch Hinweise auf die zugrunde liegende Nierenerkrankung. Die Laboruntersuchung von Urinproben gibt ebenfalls wertvolle Aufschlüsse.

Steinleiden

Nierensteine sind ein altes Leiden der Menschheit – sogar bei ägyptischen Mumien wurden sie gefunden. In manchen Familien treten sie über Generationen immer wieder auf, oft ist ihre Entstehung auf einen vererbten Stoffwechselsefekt zurückzuführen.

Über 80 Prozent der Nierensteine enthalten Kalzium, gewöhnlich als Kalzium-Oxalat; andere bestehen aus Phosphaten oder Uraten (vor allem bei der Gicht). Die Steinbildung steht mit dem Kalziumspiegel im Blut in Verbindung. Überfunktion der Nebenschilddrüsen, Knochenfrass bei Krebs und Ernährungsfehler wie überreiche Milchzufuhr oder ein Überschuss an Vitamin D kommen in Betracht. Die Entstehung von Steinen wird aber auch gefördert, wenn der Harnfluss verringert ist wie bei längerer Entwässerung oder wenn sich sein Säuregehalt ändert wie bei Harnwegsentzündungen. Die wertvollste und einfachste Massnahme, um wiederholte Steinbildung zu verhüten, ist eine ständige und hohe Flüssigkeitszufuhr.

Die Auswirkungen eines Steines hängen von seiner Grösse ab; sehr kleine passieren die Harnwege ohne Krankheitszeichen. Sind sie grösser als etwa einen Zentimeter, so bleiben sie im Nierenbecken, vielleicht auch ohne

Symptome. Hier können sie weiter wachsen und trotzdem weitgehend unerkannt bleiben, sogar wenn sie fast den gesamten Harnraum ausfüllen. Mittlere Steine bereiten die meisten Beschwerden. Sie gelangen oft in den Harnleiter und bleiben dort stecken. Der Harn staut sich zu den Nieren zurück, während die peristaltischen Bewegungen der Harnleiterwand versuchen, die Steine weiter zu treiben. Die begleitenden, unerträglichen Schmerzen treten in Wellen auf, die der Peristaltik entsprechen, und werden häufig als Nierenkolik (genauer Harnleiterkolik) bezeichnet. Die Behandlung reicht von Medikamenten bis zum operativen Eingriff. Eine dünne, fuhbare Sonde (Ureteroskop) wird über Harnröhre und Blase in den Harnleiter eingeführt, um den Stein zu ergreifen und zu entfernen oder ihn vor Ort zu zerstören, damit der Harnstrom die Fragmente fortspült. Die Zertrümmerung mancher Steine mit Ultraschallwellen hat sich ebenfalls als erfolgreich erwiesen. Steine bilden sich auch in der Harnblase; sie können Schmerzen, Harnverhaltung und Blut im Urin (Haematurie) verursachen. Auch hier sind die Steine gewöhnlich mit Hilfe eines Zystoskops oder durch Ultraschallwellen zu zertrümmern und zu beseitigen.

Infektion und Entzündung

Das Risiko einer Besiedelung des Harntraktes mit Keimen ist bei Frauen grösser als bei Männern. Ihre kürzere Harnröhre begünstigt eine Infektion von aussen; die Harnblasenentzündung (Zystitis) kann auf das Eindringen von Krankheitserregern oder auf Reizstoffe im Urin zurückgeführt werden. Die Entzündung der Nieren läuft unter einer ganzen Zahl von Namen, je nachdem, welcher Teil des Organs befallen ist. Eine Glomerulonephritis betrifft die Filtereinrichtung, ist verknüpft mit verschiedenen zugrundeliegenden Störungen und Ursache von etwa 30 Prozent der Fälle chronischen Nierenversagens. Einige Streptokokken-Infekte, die zunächst als Halsentzündung oder Scharlach in Erscheinung treten, können manchmal einige Wochen später zu einer Glomerulonephritis führen. Wenn die glomeruläre Erkrankung einen plötzlichen Blutdruckanstieg und eine Haematurie zeigt, spricht man auch von einer akuten Nephritis.

Bei der akuten Nierenbeckenentzündung (Pyelonephritis) spielt sich die Entzündung, häufig auf dem Boden eines Infektes, in den oberen ableitend

Harnwegen (Sammelrohre, Papillargänge und Nierenbecken) ab. Schwangerschaft, Harnverlegung, Diabetes und verschiedene Medikamente begünstigen ihre Entstehung; als Zeichen treten Fieber, Schüttelfrost und Haematurie auf. Wird der Infekt nicht behandelt, bilden sich Nierenabszesse und bleibende Vernarbungen aus.

Viele Patienten mit einer chronischen Pyelonephritis haben eine Harnwegsverlegung mit Rückstau und anschliessender Infektion. Es muss aber nicht wie bei der akuten Form spezifische Symptome auftreten; manchmal wird die Erkrankung erst bei einer Routine-Untersuchung aufgedeckt. Einige Patienten leiden unter hohem Blutdruck und allgemeine Beschwerden. Die chronische Pyelonephritis ist für etwa 20 Prozent der Fälle chronischen Nierenversagens verantwortlich.

Versagen der Nieren

Wenn die Nieren ihre Arbeit nicht mehr schaffen, aus einem von mehr als Dutzend Gründen, ist das Ergebnis ein Nierenversagen; es kann rasch (akut) oder langsam schleichend (chronisch) in Erscheinung treten. Das akute Nierenversagen entwickelt sich innerhalb von Stunden oder Tagen. Die Ursachen rangieren von starkem Blutverlust bis zur schweren Glomerulonephritis, von einer Vergiftung (z.B. mit Frostschutzmittel) bis zur plötzlichen und kompletten Harnverlegung. Eine Ausheilung ist sehr wahrscheinlich, vorausgesetzt, ärztliche Hilfe ist sofort greifbar, möglicherweise mit vorübergehender Ernährung durch die Venen und Kurzzeit-Dialyse, um den Patienten über die kritische Phase hinwegzubringen. Es kann allerdings sechs Wochen dauern, bis die Nieren wieder mit der Harnproduktion beginnen und vielleicht Jahre, bis ihre Funktion wieder normal ist.

Chronisches Nierenversagen ist die häufigste Todesursache einer Nierenerkrankung. Seine Symptome sind vielfältig und wechselhaft, zu Anfang nur angedeutet und unbestimmt. Sie rühren von einer Anhäufung von Stoffwechschelschlacken im Blut her, verbunden mit einem Zusammenbruch der normalen Blut-Harnschanke und einem Scheitern weiterer wichtiger, von den Nieren kontrollierter Prozesse. Die Untersuchung einer Harnprobe zeigt dem Arzt, wie weit die Störung

fortgeschritten ist, durch das Auftreten von Eiweiss, roten und weissen Blutkörperchen und Harnzylindern (aus eiweisshaltigem Material, das in die Harnkanälchen gestopft und dann in die Blase ausgewaschen wurde). Wenn die Nieren versagen, gibt es zwei Behandlungsmöglichkeiten: Ersatz durch eine Maschine oder die Niere eines anderen Menschen.

Die künstliche Niere

Die Niere war das erste grössere Organ, dessen Hauptfunktion von einer Maschine, dem Dialysator, nachgeahmt werden konnte. Alle künstlichen Nieren arbeiten nach dem Prinzip der Dialyse: der Wanderung kleiner Teilchen von einer Flüssigkeit in eine andere, beide durch eine poröse, halbdurchlässige (semipermeable) Membran voneinander getrennt. Grössere Moleküle wie Eiweisse können diese Trennhaut nicht passieren. In einem Dialysator befindet sich auf der einen Seite der semipermeablen Membran das Blut mit seinen Zellen, Plasmaproteinen, Salzen und Schlacken, auf der anderen Seite eine handelsübliche Salzlösung mit der richtigen Mischung und Konzentration kleiner Moleküle. Die Schlacken und unerwünschten Mineralien wandern vom Blut durch die Membran in das "Salzbad"; die Zellen und Eiweisse bleiben jedoch zurück. Das Flüssigkeitsvolumen des Salzbad ist so gross, dass die Schlacken schnell verdünnt werden und ihre Konzentration im Blut sich normalisiert. Das Prinzip klingt einfach, die Praxis ist es nicht. Mögliche Komplikationen können eine Blutgerinnung innerhalb des Gerätes, eine Vergiftung des Patienten durch die Dialyseflüssigkeit oder das Einschleusen eines Infektes sein. Die Dialyse kann einige Stunden pro Tag notwendig sein, an mehreren Tagen jeder Woche.

Jedesmal muss mit einer grossen Kanüle ein neuer Gefässzugang als Verbindung des Patientenkreislaufs mit dem Gerät geschaffen werden; dies zerstört im Laufe der Zeit die Blutgefässe des Patienten. Eine Hilfe ist die Anlage länger brauchbarer künstlicher Verbindungen (sog. Shunts) zwischen einer Armvene und -schlagader mit einer Kunststoffkanüle oder die Schaffung einer arteriovenösen Fistel, die viele Male angezapft werden kann. Einige Patienten suchen das Krankenhaus oder Dialysestationen auf; die modernen kompakten Geräte sowie deren narrensichere Handhabung

gestatten aber auch eine Heimdialyse.

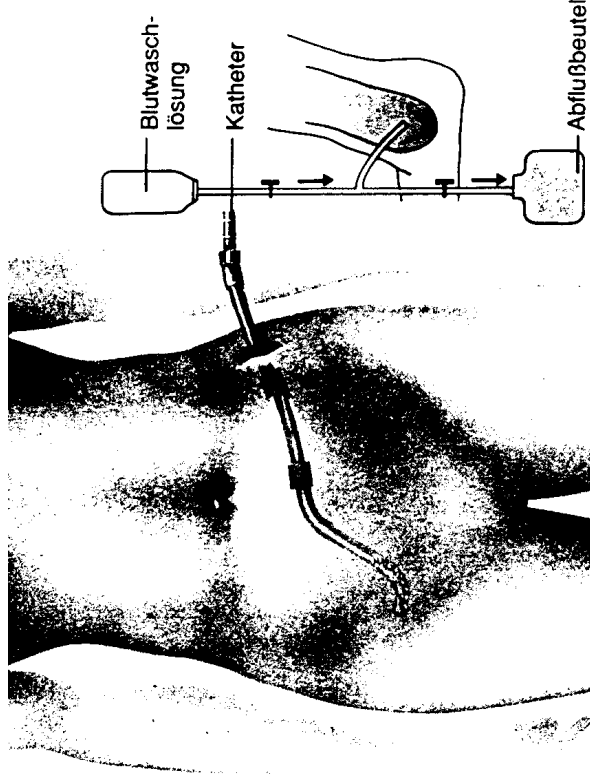
Eine relativ junge Entwicklung ist die Peritonealdialyse. Diese benutzt die körpereigene semipermeable Membran, das Bauchfell (Peritoneum), das die Bauchhöhle auskleidet und sich über alle darin gelegenen Organe zieht. Über einen Gummikatheter wird Dialyseflüssigkeit in die Bauchhöhle geleitet und nach ausreichendem Kontakt mit dem Bauchfell (bei dem die Schlackenstoffe wie in einem Dialysator aus den Blutgefäßen durch das Bauchfell in das Dialysebad wandern) wieder entfernt.

Nierentransplantation

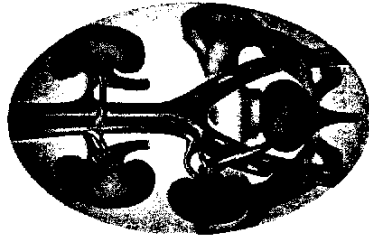
Heute ist die Niere das bei weitem am häufigsten transplantierte Organ. Seit den 40er Jahren haben die verschiedenen Nierenersatztechniken geholfen, auch Transplantationsprogramme für viele andere Organe wie Herz oder Lunge zu entwickeln. Alle solchen chirurgischen Massnahmen finden jedoch ihre Grenze im Immunsystem des Empfängers, das versucht, ein als fremd erkanntes Organ abzustossen. Die Möglichkeiten der heutigen Nierentherapie haben den Vorteil, dass man sich bei einem Patienten mit chronischem Nierenversagen solange mit einer Dialysebehandlung behelfen kann, bis ein immunologisch gut passendes Spenderorgan gefunden ist. Ein vergleichbares Stand-by-Vorgehen gibt es bisher beim Ersatz von Herz, Lunge oder Leber noch nicht.

Als Transplantat kann die Niere eines soeben Verstorbenen genommen werden, sofern er selbst mit einem Pass oder seine Angehörigen die Erlaubnis dazu erteilt haben. Im anderen Fall kann ein gesunder, enger Familienangehöriger eine seiner Nieren spenden; die Entfernung ist ein relativ einfacher und sicherer Eingriff. Die dem Spender bleibende zweite Niere hat Funktionsreserven genug, um die Doppelbelastung aufzufangen. In den 80er Jahren hat Cyclosporin A die Situation verändert; es handelt sich um eine immunosuppressive Substanz: sie dämpft das Immunsystem des Empfängers und hilft bei der Aufnahme der transplantierten Niere. Mit sorgfältiger Gewebsidentifikation und -anpassung verbessern sich die Transplantationsergebnisse immer weiter.

aus: Benner Klaus-Ulrich: Der Körper des Menschen. Augsburg ~ 1991, 197 194 196 (Waldkirch Verlag GmbH)



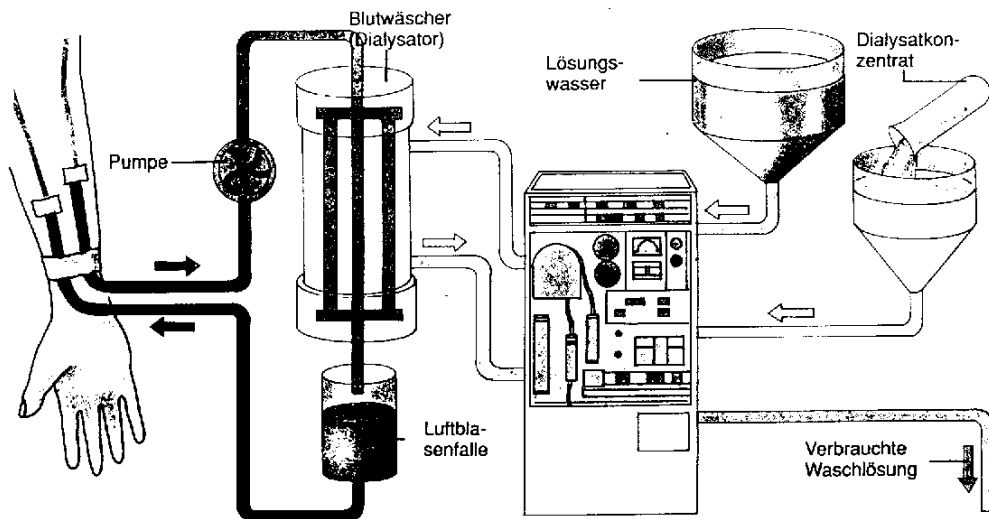
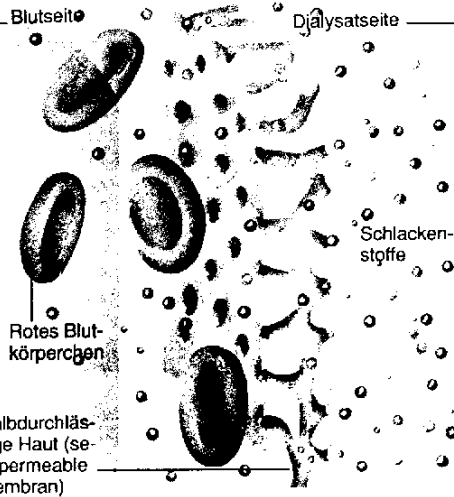
Eine Alternative zur künstlichen Niere ist die ständige, tragbare Peritonealdialyse-Einrichtung; mit ihr erhält der Patient eine gewisse Bewegungsfreiheit. Für die Blutwäsche wird als halbdurchlässige Haut das Bauchfell, Peritoneum, benutzt - eine natürliche, semipermeable Membran, welche die Leibeshöhle auskleidet und alle in ihr befindlichen Organe überzieht. Die frische Waschlösung, das Dialysat, wird fortlaufend über einen Katheter in die Bauchhöhle geleitet, die gebrauchte Lösung über denselben Infusionsschlauch wieder herausgeführt und in einem Abflussbeutel aufgefangen.



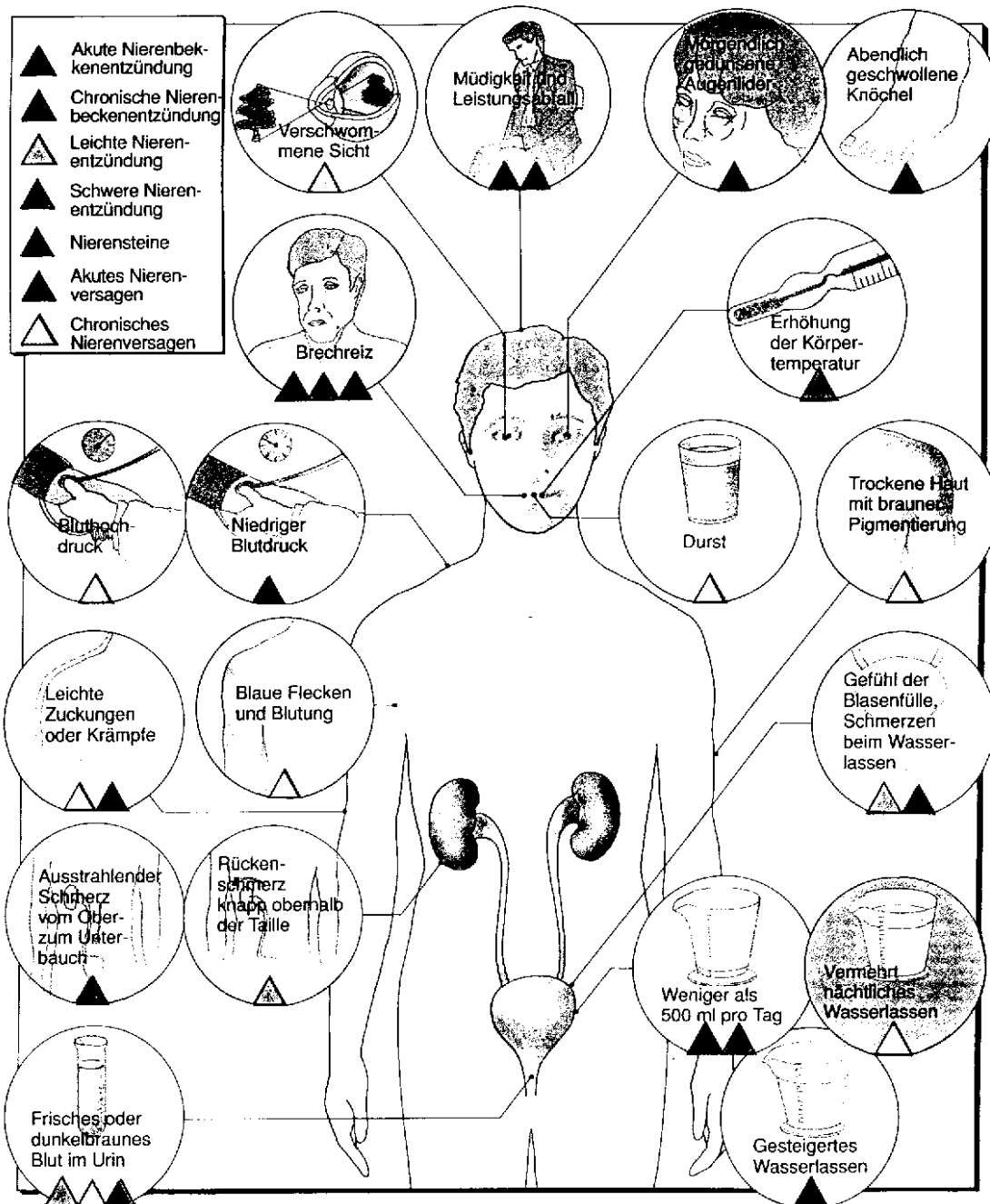
Eine erfolgreiche Verpflanzung setzt eine gewisse Verträglichkeit von Spender- und Empfängergerewebe voraus. Bei schlechter Übereinstimmung wird das Transplantat abgestoßen. Das Abwehrsystem (Immunsystem) des Empfängers wird dazu angefeuert, alles zu zerstören, was es als "Eindringling", als Fremdgewebe empfindet. Das Problem kann teilweise durch Verabreichen von Medikamenten beherrscht werden, die das Abwehrsystem unterdrücken (immunosuppressive Substanzen).

Bei funktionsuntüchtigen Nieren bietet nur die Nierenverpflanzung (Nierentransplantation oben) eine Dauerlösung. Üblicherweise beißt man die Patienten-Nieren an Ort und Stelle und bringt das Spenderorgan etwas tiefer im Beckenraum ein, wo es teilweise durch den Hüftknochen geschützt ist. Dabei dreht man die Spenderniere umgekehrt an, um den neuen Anschluß an Schlagader und Vene des Beckens zu erleichtern. Der Harnleiter wird verkürzt und eine Verbindung mit der Harnblase hergestellt.

Ein völliges Nierenversagen führt binnen weniger Tage zum Tode. Heute kann solchen Patienten mit einer künstlichen Niere - zumindest für eine gewisse Zeit, vielleicht bis zur Nierenverpflanzung - geholfen werden. Prinzipiell arbeiten solche Geräte mit einer selektiven Blutfiltration oder der Blutwäsche, Dialyse. Ihr Zentralteil, der Dialysator, besteht aus einem Behälter reinen Wassers, in dem konzentriertes Dialysat gelöst ist. Arteriell Blut aus dem Arm des Patienten wird in den Dialysator gepumpt, wo es, umgeben von der Waschlösung, durch ein Netz von Röhren aus halbdurchlässigen Kunststoffhäuten fließt. Diese Membranen halten Zellen, Plasmaeiweiße und andere großmolekulare Substanzen im Blut zurück (Zeichnung rechts), lassen Harnstoffe und andere Abbauprodukte jedoch in das benachbarte Dialysat wandern. Das Blut wird dann über eine Luftblasenfalle in eine Armvene des Patienten zurückgeleitet. Die Waschlösung wird ständig erneuert, das verbrauchte Dialysat ist somit der Harn des Patienten.



aus: Benner Klaus-Ulrich: Der Körper des Menschen. Augsburg 1991, 182,184-186 (Weltbild Verlag GmbH).



Mangelhaft arbeitende Nieren können viele verschiedene Krankheitszeichen im ganzen Körper hervorrufen. Beispielsweise kann eine akute Pyelonephritis - Entzündung der Niere und ihres Beckens - den Harn dunkel färben sowie Fieber.

Rückenschmerzen und Brechreiz auslösen. Die schwere Nierenentzündung, Glomerulonephritis, verursacht hingegen einen Bluthochdruck, verminderte Harnbildung und geschwollene Knöchel durch Gewebswasseransammlungen. Brechreiz und ausstrahlende

Bauchschmerzen treten bei Nierensteinen auf, wobei sich der Urin dunkel oder trüb verändern und Blut enthalten kann. Am schlimmsten ist das Nierenversagen, das in seiner chronischen Form von einem breiten Fächer von Krankheitszeichen begleitet

ist, z.B. von Krämpfen, hohem Blutdruck, gesteigertem Durstgefühl und vermehrt nächtlichem Wasserlassen; auch das Sehen kann betroffen sein. In allen Fällen ist ärztliche Untersuchung und Behandlung notwendig.

aus: Benner Klaus-Ulrich: Der Körper des Menschen. Augsburg 1991, 184 (Weltbild Verlag GmbH).

Lernkontrolle für die Schüler

Es geht hier darum, dass Sie erkennen können, ob Sie den Stoff verstanden haben und ob Sie somit reif sind für die Expertenrunde. Lösen Sie die unten stehenden Aufgaben - schriftlich auf einem separaten Blatt. Arbeiten Sie selbständig und alleine, ohne die Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.

Wenn Sie alle Aufgaben gelöst haben, können Sie eine Seite weiterblättern. Sie finden dort die zugehörigen Lösungen. Gehen Sie aber nicht zu den Lösungen über, bevor Sie die Aufgaben selber durchgegangen sind. Sie sollen ja zu einem Experten auf diesem Gebiet ausgebildet werden und nachher Ihre Klassenkameraden unterrichten können!

Aufgaben

- 1) Welches sind mögliche Symptome, die allgemein bei Nierenbeschwerden auftreten können? Geben Sie die Lösung stichwortartig. (K1)
- 2) Warum wird bei einer künstlichen Niere eine halbdurchlässige (semipermeable) Membran verwendet? (K2)
- 3) Nierensteine
Nennen Sie zwei mögliche Ursachen für die Entstehung. Was sind die häufigsten Symptome? Mögliche Behandlung? Gibt es vorbeugende Massnahmen?
Geben Sie Ihre Antwort stichwortartig. (K1)

Gruppe 3: NIERENKRANKHEITEN UND THERAPIEN

Lösungen zu den Schülerlernkontrollen

Vergleichen Sie Ihre eigenen Lösungen mit den untenstehenden. Falls Sie einiges unvollständig oder falsch beantwortet haben, so gehen sie die entsprechenden Stellen im Text nochmals durch. Wenn Ihnen alle Antworten klar sind, sind Sie reif für die Expertenrunde.

Sollten auch nach wiederholtem Durchgehen des Studienmaterials noch Unklarheiten da sein, so können Sie sich innerhalb der Gruppe fachlich beraten. Vielleicht ist dem einen oder anderen etwas besser klar geworden. Können die Schwierigkeiten auch so nicht gelöst werden, so kann der Lehrer zu Rate gezogen werden.

Lösungen

- 1) Geruch, Farbe, Menge, Klarheit des Urins verändert
Müdigkeitsgefühl, Muskelkrämpfe, Sehstörungen, Schwindel, Fieber, Anschwellungen verschiedener Körperteile.
- 2) Eine semipermeable Membran hält Plasmaeiweisse und andere grossmolekulare Substanzen zurück, lässt aber Harnstoff und andere Abbauprodukte durchtreten. So kann das Blut von diesen unbrauchbaren Stoffen befreit und somit gereinigt werden.
- 3) Ursachen für die Entstehung: Überfunktion der Nebenschilddrüse, Knochenfrass bei Krebs, Ernährungsfehler (z.B. zuviel Milch oder Vit. D)
Symptome: v.a. bei mittelgrossen Steinen: grosse Schmerzen, da sie im Harnleiter steckenbleiben.
Behandlung: Medikamente; Operativer Eingriff (Stein herausholen oder an Ort zertrümmern)
Vorbeugung: genügend hohe Flüssigkeitszufuhr

Ausscheidungsorgane bei Wirbellosen Ein Vergleich

Vorgehen

Wissenserwerb

- a) Studieren Sie das Dokument 4.1. [Zeit: 15 min]
Markieren Sie dabei das Wichtigste mit Farbe und / oder machen Sie sich Notizen auf einem separaten Blatt. Sie sollen ja das Gelernte nachher Ihren Klassenkameraden weitergeben können!
- b) Bearbeiten Sie das Arbeitsblatt in Dokument 4.2 (pulsierende Vakuole bei Einzellern).
Die Lösungen hierzu finden Sie in Dokument 4.3. Schauen Sie sich diese Lösungen aber erst dann an, wenn Sie das Arbeitsblatt selbständig gelöst haben. So lernen Sie am meisten. [Zeit: 10 min]
- c) Präparation eines Regenwurms, Herausschneiden eines Ausscheidungsorgans, Betrachten unter dem Mikroskop.
Sie sezieren zu zweit einen Regenwurm nach der Anleitung in Dokument 4.4.
[Zeit: 20 min]

Expertenrunde [Zeit: 30 min]

- Besprechen Sie in der Gruppe, *welchen Lehrstoff* Sie ihren Kollegen das nächste Mal in der Unterrichtsrunde vermitteln wollen. Orientieren Sie sich dabei an den unten aufgeführten Lernzielen.
- Diskutieren Sie miteinander, *wie* Sie den Stoff vermitteln wollen. Die "Mini-Didaktik" auf Seite 37 kann Ihnen dabei eine Hilfe sein.

Material

- Dokument 4.1: Lehrtext zum Thema "Ausscheidung"
- Dokument 4.2: Arbeitsblatt "Funktion der pulsierenden Vakuole bei Einzellern"
- Dokument 4.3: Lösung zum Arbeitsblatt
- Dokument 4.4: Anleitung zur Präparation eines Regenwurms und seiner Ausscheidungsorgane.
Hierzu: abgetötete Regenwürmer (je 1 Exemplar pro Zweiergruppe), Präparierbecken, Präparierbesteck, physiologische Kochsalzlösung, Mikroskop mit Objektträger und Deckplättchen.

Lernziele

- Sie kennen die vier verschiedenen Typen von Ausscheidungsorganen bei Wirbellosen.
- Die Struktur der Ausscheidungsorgane eines Regenwurms haben Sie im Detail kennengelernt.

5. Die Ausscheidung

Im Energie- und Baustoffwechsel entstehen fortwährend Abbaustoffe (Stoffwechselprodukte). Sie sind für den Körper wertlos oder gar schädlich und müssen deshalb ausgeschieden werden (Exkrete). Die Ausscheidung ist also ein natürlicher Teilvorgang im allgemeinen Stoffwechselgeschehen. Kohlenhydrate und Fette werden zu CO₂ und H₂O oxidiert. Als Endprodukte des Eiweissabbaues entstehen CO₂, H₂O und NH₃. Das Kohlenstoffdioxid wird zumeist durch die Atmungsorgane aus dem Körper entfernt. Das giftig wirkende Ammoniak ist leicht wasserlöslich und kann nur von Wassertieren über die Atmungsorgane und die Körperoberfläche ausgeschieden werden. Viele Tiere, vor allem die landlebenden, verwandeln Ammoniak in den leicht löslichen Harnstoff oder in die fast unlösliche Harnsäure. Beide Stoffe werden, ebenso wie andere Exkrete, nicht nur durch die Haut, sondern auch durch besondere Organe, die Ausscheidungs- oder Nierenorgane, aus dem Körper entfernt.

5.1 Die Ausscheidungsorgane

Bei den Wirbellosen findet man drei Typen von Ausscheidungsorganen.

Die **Protonephridien** der Plattwürmer (s. Abb. 198.1) sind ein verzweigtes, blind geschlossenes Röhrensystem. Die einzelnen Röhren beginnen mit Wimpernflammenzellen. Durch den Schlag der Wimpern, die in den Anfang der Röhren hineinragen, entsteht ein leichter Unterdruck, so dass Gewebeflüssigkeit durch reusenartige Teile der Zelle angesaugt wird.

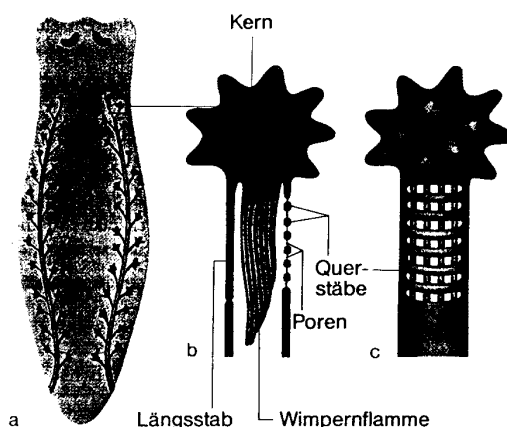


Abb. 198.1: Protonephridien eines Plattwurms. a Lage im Körper, b Anfangszelle eines Protonephridiums mit Reuse im Längsschnitt, c in Aufsicht; Gitter aus Quer- und Längsstäben mit Poren

Viele höhere Wirbellose, die eine Leibeshöhle besitzen, haben als Ausscheidungsorgane **Nephridien**. Diese sind ebenfalls röhrenförmig, beginnen aber offen in der Leibeshöhle mit einem Wimperntrichter. Auch der schleifenförmige Ausscheidungskanal ist teilweise bewimpert (Abb. 198.2). In das Ausscheidungsorgan gelangt die Leibeshöhlenflüssigkeit. Im ausgeschiedenen Harn sind allerdings nur noch solche Stoffe enthalten, die der Körper nicht mehr verwerten kann. Daraus kann man schließen, dass die Zellen des Ausscheidungskanals die noch verwertbaren Stoffe der Leibeshöhlenflüssigkeit dem Kanalinhalt wieder entziehen können.

Die Ausscheidungsorgane der luftlebenden Gliederfüßler, die **Malpighischen Gefäße**, sind dünne, schlauchförmige, geschlossenen Nierenorgane, die in den Enddarm münden. Die Ausscheidung der Abbaustoffe aus der umspülenden Leibeshöhlenflüssigkeit durch ihre Wandzellen bestätigt folgender Versuch:

Injiziert man einem Insekt (z.B. einer Stabheuschrecke) eine kleine Menge 0.15%iger Indigokarminlösung (blauer Farbstoff) in die Leibeshöhle, so sind nach 1-2 Stunden nur die Malpighischen Gefäße dunkelblau gefärbt. Nach weiteren 1-2 Stunden erscheint der Farbstoff im Kot.

Das Ausscheidungsorgan der Wirbeltiere ist die **Niere**. Sie ist trotz ihres komplizierten Baus funktionell und anatomisch an die Nephridien der Ringelwürmer anzuschließen.

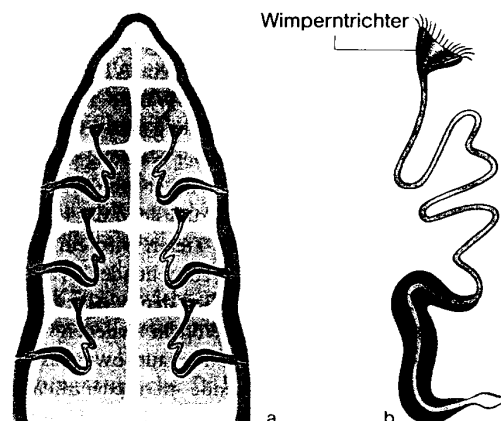


Abb. 198.2: Nephridien des Regenwurms, a Lage im Körper, b Schema des Baus

aus: Metzler J.B.: Linder Biologie. Stuttgart 1992, 20. Auflage, 198-199 (J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung).

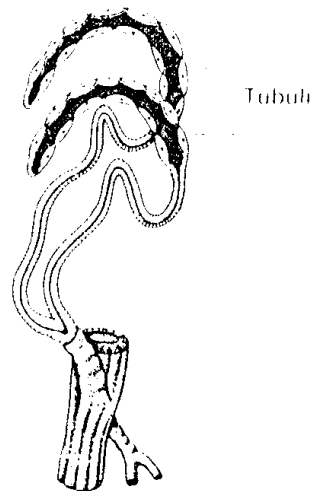


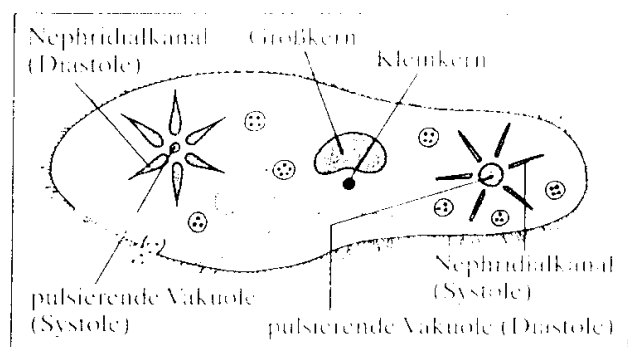
Abb. 2/26: Malpighische Gefäße eines Insekts (Drosophila)

Die Malpighischen Gefäße finden sich bei landlebenden Gliederfüßlern, z.B. Insekten. Ihre langen, meist unverzweigten und am Ende geschlossenen Schläuche (Tubuli) liegen frei in der Leibeshöhle. Die Zellen der Schlauchwände entnehmen dem in der Leibeshöhle befindlichen Blut vor allem Produkte des Eiweißstoffwechsels und bauen sie zu Harnsäure, Harnstoff und Carbonaten um. Die Gefäße münden zwischen Mittel- und Enddarm in den Darm.

aus: Hassinger H., Wiebusch R.-D.: Einführung in die Biologie Sekundarstufe II. Frankfurt am Main, Aarau 1989, 48 (Diesterweg, Sauerländer).

Auch Protozoen sind auf die Regulation der Osmolarität und des Ionenhaushalts angewiesen. Süßwasserprotozoen wie das Pantoffeltierchen (Paramecium) sind stets hypertonisch gegenüber dem umgebenden Wasser. Daher strömt laufend auf osmotischem Wege Wasser über die Zelloberfläche in die Zelle ein, allerdings auch mit der Nahrungsaufnahme. Für Süßwasserprotozoen sind **pulsierende Vakuolen** charakteristisch, die sich rhythmisch nach aussen entleeren. Beim Pantoffeltierchen ist die Pulsationsfrequenz relativ hoch, so dass die im Wechseltakt erfolgende Entleerung der beiden auffallenden pulsierenden Vakuolen im Mikroskop gut beobachtet werden kann. Bei der Amöbe dagegen beträgt der zeitliche Abstand zwischen zwei Pulsationen der einzigen Vakuole mehrere Minuten.

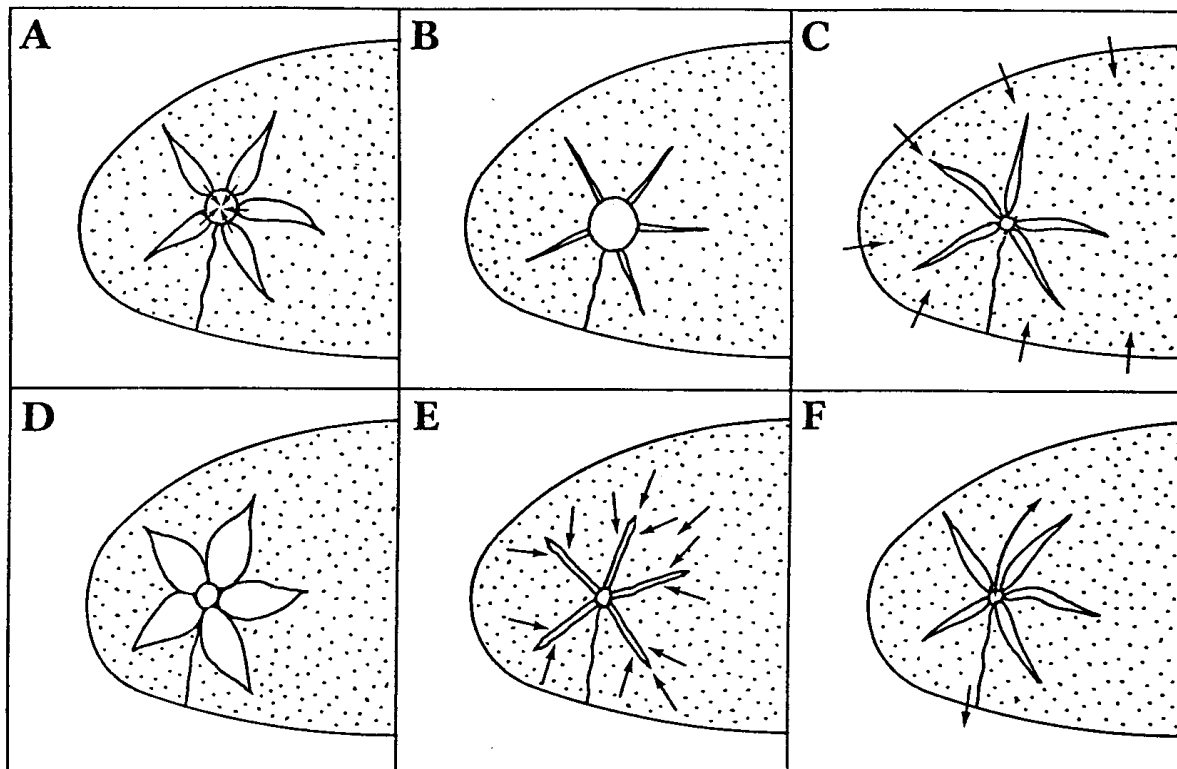
Die Tatsache, dass die Pulsationsfrequenz bei diesen Protozoen bei Verdünnung des Aussenmediums ansteigt, bei dessen Konzentrierung aber abnimmt, lässt darauf schließen, dass die pulsierenden Vakuolen vorwiegend der Abgabe überschüssigen Wassers dienen. Die im isotonischen Milieu lebenden Meeresprotozoen besitzen bezeichnenderweise keine pulsierenden Vakuolen.



139.1. Pantoffeltierchen mit pulsierenden Vakuolen.

aus: Scharf K.-H., Weber W.: Stoffwechselphysiologie (Materialien für den Sekundarschulbereich II, Biologie). Hannover 1991, 139 (Schroedel).

Arbeitsblatt: Funktion der pulsierenden Vakuole bei Einzellern



Bringen Sie die Teilabbildungen A bis F in eine sinnvolle Reihenfolge! Welcher Vorgang ist jeweils schematisch dargestellt?

aus: Hoff Peter, Jaenicke J, Miram W: Biologie heute G, Lehrerhandbuch für den Sekundar-
schulbereich II, Band 2. Hannover 1988, 101 (Schroedel).

Anmerkung:

Sie haben diesen Vorgang schon einmal in anderem Zusammenhang am Pantoffeltierchen unter dem Mikroskop beobachtet. Es wird hier deshalb darauf verzichtet, dies nochmals zu wiederholen. Versuchen Sie sich an dieses Experiment zu erinnern! In Dokument 4.1 finden Sie auch einige Hinweise zur Lösung dieser Aufgabe.

Lösung zum Arbeitsblatt "Funktion der pulsierenden Vakuole bei Einzellern"

Arbeitsplatz 8: Funktion der pulsierenden Vakuole bei Einzellern

C. Durch Osmose dringt Wasser in die Zelle ein.

E. Das überschüssige Wasser wird in sternförmig angeordneten Kanälen (Ampullen) gesammelt.

D. Die Kanäle sind durch das aufgenommene Wasser angeschwollen (Diastole der Ampullen).

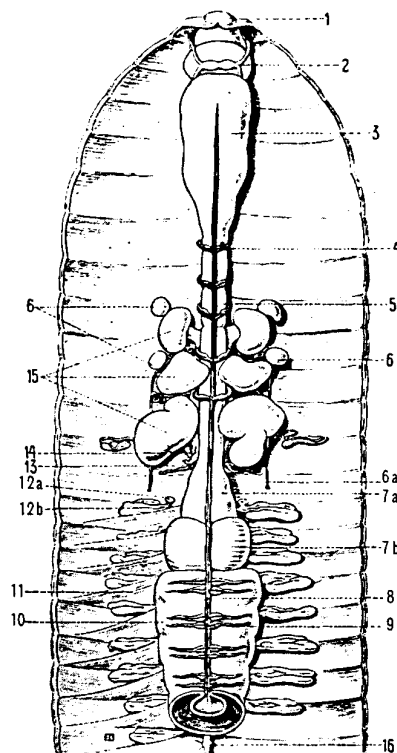
A. Die Kanäle entleeren sich in eine Vakuole (Systole der Ampullen).

B. Die Vakuole hat das Wasser aus den Kanälen aufgenommen (Diastole der pulsierenden Vakuole)

F. Die Vakuole presst das Wasser durch einen Ausführungskanal nach aussen (Systole der pulsierenden Vakuole).

aus: Hoff Peter, Jaenicke J, Miram W: Biologie heute G, Lehrerhandbuch für den Sekundar-
schulbereich II. Band 2. Hannover 1988, 106 (Schroedel).

Anleitung zur Präparation eines Regenwurms und seiner Ausscheidungsorgane



Sektion eines Regenwurmes: Im Präparierbecken wird der Wurm, Rücken nach oben, auf dem Wachsausguß befestigt: um das Gehirn nicht zu verletzen, werden zwei Nadeln seitlich durch das 4. und 5. Segment eingesteckt. Eine dritte Nadel fixiert das Hinterende.

Sorgsam wird mit spitzer Schere der Hautmuskelschlauch längs der Mittellinie des Rückens aufgeschnitten. Die Schnittländer werden mit Stecknadeln seitlich auseinandergeheftet und das Präparat mit Wasser zugedeckt. Untersuche es mit der Lupe und vergleiche mit Abb. 45. Achte auf die Segmentscheidewände, die jedes Segment zu einer Kammer abschließen.

Seitlich des Darmes liegen in jedem Segment die bläulichweißen Segmentalorgane, von denen jedes einzeln in der Bauchgegend in der Nähe der Borsten mündet. Wir können mit flachem Scherenschnitt ein solches Gebilde heraus-schneiden und in einem Tropfen physiologischer Kochsalzlösung mit dem Mikro-skop bei mittlerer Vergrößerung untersuchen: Wir werden dabei den Wimper-trichter, den gewundenen Kanal und die Harnblase unterscheiden.

Abb. 45. Regenwurm, Vorderkörper dorsal geöffnet. 1 Kopflappen, 2 Gehirn, 3 Schlund, 4 die Speiseröhre umfassende Gefäßschlingen, 5 Speiseröhre, 6 Aufnahmebläschen für fremde Spermien, 6a Samengang, 7a Kropf, 7b Muskelmagen, 8 Rückengefäß, 9 Darmgefäßschlingen, 10 Darm, 11 Segment-scheidewand (nur hier ausgezeichnet), 12 Segmentalorgan mit 12a Wimpertrichter und 12b Kanal, 13 Eileiter, 14 Eierstock, 15 Samenblasen, 16 Bauchmark = Ganglien-kette

aus: Schönmann W.: Tierkunde. Zürich 1974, 7. Auflage, 55 (SABE).

Lernkontrolle für die Schüler

Es geht hier darum, dass Sie erkennen können, ob Sie den Stoff verstanden haben und ob Sie somit reif sind für die Expertenrunde. Lösen Sie die unten stehenden Aufgaben - schriftlich auf einem separaten Blatt. Arbeiten Sie selbständig und alleine, ohne die Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.

Wenn Sie alle Aufgaben gelöst haben, können Sie eine Seite weiterblättern. Sie finden dort die zugehörigen Lösungen. Gehen Sie aber nicht zu den Lösungen über, bevor Sie die Aufgaben selber durchgegangen sind. Sie sollen ja zu einem Experten auf diesem Gebiet ausgebildet werden und nachher Ihre Klassenkameraden unterrichten können!

Aufgaben

- 1) Sie haben Protonephridien und Nephridien kennengelernt.
Nennen Sie drei grundlegende Unterschiede zwischen diesen beiden Typen von Ausscheidungsorganen. Machen Sie hierfür eine Tabelle. (K2)
- 2) Bei Einzellern ist ein ganz einfacher Typ eines Ausscheidungsorgans entwickelt.
Welches grundlegende Prinzip, das man bei allen Ausscheidungsorganen in der Tierwelt findet, ist auch hier schon verwirklicht?
Für eine korrekte Beantwortung dieser Frage genügt die Angabe von zwei Aspekten. (K4)
- 3) Malpighische Gefäße
In Dokument 4.1 ist ein Versuch mit einem Insekt beschrieben. Einem Insekt wird ein blauer Farbstoff in die Leibeshöhle gespritzt. Nach 1-2 Stunden sind nur noch die Malpighischen Gefäße dunkelblau gefärbt. Nach weiteren 1-2 Stunden erscheint der Farbstoff im Kot.
Beschreiben Sie mit eigenen Worten, was mit dem Farbstoff von der Injektion bis zum Erscheinen im Kot geschieht. (K2)

Lösungen zu den Schülerlernkontrollen

Vergleichen Sie Ihre eigenen Lösungen mit den untenstehenden. Falls Sie einiges unvollständig oder falsch beantwortet haben, so gehen sie die entsprechenden Stellen im Text nochmals durch. Wenn Ihnen alle Antworten klar sind, sind Sie reif für die Expertenrunde.

Sollten auch nach wiederholtem Durchgehen des Studienmaterials noch Unklarheiten da sein, so können Sie sich innerhalb der Gruppe fachlich beraten. Vielleicht ist dem einen oder anderen etwas besser klar geworden. Können die Schwierigkeiten auch so nicht gelöst werden, so besteht die Möglichkeit, den Lehrer zu fragen.

Lösungen

- | | |
|---|---|
| 1) <u>Protonephridien</u>
Vorkommen bei Tieren ohne Leibeshöhle (Coelom) sind blind geschlossen verzweigtes Röhrensystem | <u>Nephridien</u>
Vorkommen v.a. bei Tieren mit Leibeshöhle (Coelom) beginnen offen in der Leibeshöhle unverzweigt |
|---|---|
- 2) Sammlung des überschüssigen Wassers in einer Organstruktur
Ausscheidung desselben über einen Ausscheidungskanal
- 3) Nach Injektion verteilt sich der Farbstoff in der Leibeshöhle. Die Malpighischen Gefäße sammeln diesen dann mit ihren Tubuli ein und befördern ihn in den Darm. Dort ermischt sich der Farbstoff mit dem Kot und wird in dieser Form ausgeschieden.

Minididaktik

Für die Vermittlung von Lehrstoff ist es sehr wichtig, wie man die Sache angeht. Ein einfaches Unterrichten ohne Konzept führt meistens nicht zu den erwünschten Lernerfolgen. Da können erprobte Methoden für die Lehrperson von grossem Nutzen sein. Untenstehend ist eine solche didaktische Methode aufgeführt. Sie können sich bei den Vorbereitungen für die Unterrichtsrunde an ihr orientieren. Sie sind aber nicht daran gebunden. Wenn Sie eine bessere Methode im Kopf haben, können Sie auch diese nehmen.

Hier die vorgeschlagene Methode in 5 Schritten:

1. Übersicht

Geben Sie den anderen Schülern in drei Sätzen eine Übersicht über das, was Sie bei Ihrem Stoffgebiet gelernt haben. Sagen Sie Ihnen nur, was für Sie das Wichtigste war, z.B. "Ich erzähle Ihnen in der nächsten Viertelstunde, wie die menschliche Niere aufgebaut ist". Sprechen Sie umgangssprachlich; vermeiden Sie vorerst jegliche Verwendung von Fachausdrücken.

2. Was wissen oder können die Zuhörer nachher

Sagen Sie Ihren Mitschülerinnen, was sie nach der Unterrichtsstunde von Ihrem Stoffgebiet wissen und was sie nachher können müssen. Orientieren Sie sich dafür an Ihren Lernzielen vorne in Ihren Unterlagen.

3. Unterrichtsblock

Hier folgt die eigentliche Vermittlung des Stoffes. Versuchen Sie möglichst anschaulich zu unterrichten, z.B. durch Verwendung von Illustrationen. Die Zuhörer sollten sich etwas vorstellen können. Bei grösserem oder schwierigerem Unterrichtsstoff ist es von Vorteil, diesen in kleinere Einheiten zu gliedern.

In dieser Phase sollen sich die Zuhörer ihre eigenen Notizen machen.

4. Rückmeldungen

Geben Sie ihrem Publikum die Möglichkeit Fragen zu stellen. Beantworten Sie diese nach Ihrem besten Wissen und Können. Erklären Sie gegebenenfalls die unklaren Sachverhalte nochmals.

5. Zusammenfassung

Zum Abschluss ihrer Unterrichtszeit fassen Sie das Ganze nochmals in Kürze zusammen. Formulieren Sie das Wichtigste in prägnanter Form. Verwenden Sie auch hier eventuell nochmals Ihr Anschauungsmaterial.

Anhang 1: Lehrer-Lernkontrolle / Test

Fragen Serie A

1. Das Nierenmark ist in mehrere Nierenpyramiden unterteilt.
Skizzieren Sie grob eine solche Nierenpyramide sowie die daran anschliessende Nierenrinde. Bezeichnen Sie alle darin enthaltenen Feinstrukturen.
Wenn Sie mindestens drei Strukturen in der Zeichnung benennen können, ist die Lösung in Ordnung. (K2)
2. Eine mikroskopische Untersuchung eines Schnitts von Nierengewebe zeigt trichterförmige Strukturen mit langen Stielen.
 - a) Wie nennt man diese Gebilde? (K1)
 - b) Weshalb werden sie als die funktionelle Einheit der Niere bezeichnet? (K4)Für die Beantwortung von Teilfrage b) reicht ein prägnanter Satz.
3. Die Hauptaufgabe des Harnsystems ist die Aufrechterhaltung des inneren Milieus.
Durch welche *drei* Funktionen des Harnsystems wird diese Aufgabe gelöst?
Geben Sie ihre Antwort in Stichworten. (K1)
4. Die eigentliche Exkretion geschieht in den Nephronen.
Erklären Sie in wenigen Sätzen, auf welche Weise dem Blut in den Glomeruli Abfallstoffe entzogen werden und wie sich die Zusammensetzung des Primärharns in den Nierenkanälchen noch ändert.
Ihre Antwort sollte auch die zwei zugehörigen physikalischen Fachausdrücke enthalten.
(K2)
5. Erklären Sie in wenigen Sätzen, wie eine künstliche Niere funktioniert.
Beschreiben Sie insbesondere das physikalische Prinzip. Es werden keine Details in Bezug auf die Maschinerie verlangt.
(K2)
6. Ein Experiment zum Thema Niere:
 - a) Etwas Harnstoff wird mit wenig Wasser aufgelöst. Dann Zugabe von Salpetersäure.
 - b) 20 ml menschl. Harn werden eingedampft. Dann ebenfalls Zugabe von Salpetersäure.Resultate: In Versuch a) sowie in Versuch b) entstand ein weisser Niederschlag.
Fragen: Welche *drei* Aussagen können Sie anhand dieser Resultate machen? Auf welche mögliche Nierenerkrankung nimmt das Resultat von b) Bezug? (K4)
7. Sie haben vier Typen von Ausscheidungsorganen kennengelernt, die bei Nicht-Wirbeltieren vorkommen.
Nennen Sie diese vier Typen mit dem Fachbegriff, geben Sie an, bei welcher Tiergruppe sie vorkommen und geben Sie für jeden Typ einen bei uns in der Schweiz vorkommenden Vertreter (*Tierart*). (K1)
8. Weshalb können die pulsierenden Vakuolen der Einzeller als Exkretionsorgane bezeichnet werden? Geben Sie Ihre Antwort so, indem sie kurz die Funktion der pulsierenden Vakuolen erläutern. (K2)

Fragen Serie B

1. Wo befinden sich bei einem einzelnen Nephron die Blutgefäße, wie werden sie genannt und welche Aufgaben übernehmen sie?
Es wird bei dieser Aufgabe die Beschreibung von vier Blutgefäß-Typen verlangt. (K2)
2. Warum ist die Niere nierenförmig? Kann man von dieser äusseren Form Schlüsse ziehen über die innere Struktur der Niere?
Geben Sie Ihre Antwort in zwei bis drei Sätzen. Verwenden Sie die Begriffe „konvex“ und "konkav". (K4)
3. Die Henlesche Schleife weist an verschiedenen Stellen unterschiedliche Wasserdurchlässigkeiten auf.
Fragen: Wo ist die Henlesche Schleife wasserdurchlässig und wo nicht? Was hat diese unterschiedliche Wasserdurchlässigkeit zur Folge?
Geben Sie Ihre Antwort stichwortartig mit eigenen Worten. (K2)
4. Wie wird die Urinproduktion in den Nephronen geregelt? Nennen Sie den beteiligten Stoff und beschreiben Sie stichwortartig seine Wirkung. (K1)
5. Was ist der Grund dafür, dass eine Überfunktion der Nebenschilddrüsen, Knochenfrass bei Krebs sowie eine überreiche Milchezufuhr Nierensteine zur Folge haben können? Die Antwort ist auf biochemischem Gebiet zu suchen. (K3)
6. Welche Probleme können bei einer Nierentransplantation auftreten? Was ist der Grund für ihr Auftreten? Erklären sie in wenigen Sätzen. (K1)
7. Sie haben im Gruppenunterricht Nephridien und Malpighische Gefäße kennengelernt. Stellen Sie diese beiden Typen von Ausscheidungsorganen einander gegenüber. Führen Sie tabellarisch Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf. Es werden mindestens vier verschiedene Merkmale erwartet. (K2)
8. Land-/ luftlebende Arthropoden besitzen als Ausscheidungsorgane Malpighische Gefäße.
Was könnte der Grund dafür sein, dass bei Arthropoden keine Nephridien, sondern Malpighische Gefäße entwickelt sind? Geben Sie Ihre Antwort in zwei bis drei Sätzen.
(K4)

Antworten Serie B

1. zuführende Arteriole führt das Blut ins Nierenkörperchen, wo es abfiltriert wird
abführende Arteriole führt vom Nierenkörperchen weg, spaltet sich dann in Kapillaren auf
Kapillaren umgeben die Nierenkanälchen und nehmen verwertbare Stoffe und einen Grossteil des Wassers des Primärharns wieder auf
Vene führt das Blut vom Nephron weg
(pro Blutgefäss 1 Punkt, maximal 3 Punkte)
2. Das Blut wird am äusseren konvexen Rand über die vielen Nierenkörperchen abfiltriert. Der Primärharn wird über die Sammelrohre zum konkaven inneren Rand der Niere transportiert, von wo aus er über einen einzigen Harnleiter abtransportiert wird. Die Form der Niere lässt also auf eine Funktion des "Sammelns" schliessen. (2 Punkte)
3. absteigender Schenkel: wasserdurchlässig, aufsteigender Schenkel: wasserdicht
Dem aufsteigenden Schenkel wird aktiv NaCl entzogen. Dadurch NaCl-Konzentration in Zwischenzellflüssigkeit erhöht. Folge: Wasser diffundiert aus absteigendem Schenkel. Konzentration der Flüssigkeit im absteigenden Schenkel nimmt nach unten ständig ab. Deshalb immer weniger Wasserabgabe. Es resultiert ein Konzentrationsgefälle vom Nierenbecken zur -rinde. (2 Punkte)
4. Adiuretin
Ausschüttung aus der Hypophyse bei hohem osmotischem Wert der Zwischenzellflüssigkeit. Transport von Adiuretin über das Blut zu den Nierenkörperchen. Hohe Adiuretinkonzentration bewirkt eine höhere Wasserrückresorption aus den Sammelrohren. (2 Punkte)
5. Steinbildung steht im Zusammenhang mit Kalziumspiegel im Blut.
Hormone der Nebenschilddrüse (Parathormon, Calcitonin) erhöhen den Ca-Spiegel im Blut. Im Knochen besteht zu einem grossen Teil aus Kalzium. Milch enthält viel Kalzium.
(2 Punkte)
6. Mögliches Problem: Nicht-Verträglichkeit
Grund: Abwehrsystem des Empfängers versucht fremde Niere abzustossen. (2 Punkte)
7. Nephridien Malpighische Gefässe
Vorkommen bei Tieren mit Coelom Vorkommen bei Tieren mit Coelom
Vertreter: viele höhere Wirbellose Vertreter: Arthropoden
beginnen offen in der Leibeshöhle sind am Ende geschlossen
unverzweigt (meist) unverzweigt
führen über viele Ausführgänge der münden in den Darm
Haut nach aussen
(pro Merkmal 0.5 Punkte. Maximal 2 Punkte)
8. Nephridien münden über die ganze Körperoberfläche verteilt über die Haut nach aussen. Da Arthropoden einen Chitinpanzer (Aussenskelett) besitzen, ist es hier nicht möglich, die Exkrete über die Haut abzuführen. Die Exkrete werden so über den Darm mit dem Kot abgeführt. (2 Punkte)

Anhang 2: Verwendete Quellen (von den Schülern benutzt)

Benner Klaus-Ulrich: Der Körper des Menschen. Augsburg 1991, 171-173, 182-186 (Weltbild Verlag GmbH).

Culclasure David F.: Anatomie und Physiologie des Menschen: 15 Lehrprogramme. Band 8. Weinheim 1983, 2. Auflage, 1-21 (Verlag Chemie).

Hassinger H., Wiebusch R.-D.: Einführung in die Biologie Sekundarstufe II. Frankfurt am Main, Aarau 1989, 48 (Diesterweg, Sauerländer).

Hoff Peter, Jaenicke J, Miram W: Biologie heute G, Lehrerhandbuch für den Sekundarschulbereich I. Band 2. Hannover 1988, 41, 106 (Schroedel).

Jaenicke Joachim, Miram W.: Biologie heute S II, Lehrerhandbuch für den Sekundarschulbereich II. Band 1. Hannover 1990, 101, 107 (Schroedel).

Metzler J.B.: Linder Biologie. Stuttgart 1992, 20. Auflage, 198-200 (J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung).

Scharf K.-H., Weber W.: Stoffwechselfysiologie (Materialien für den Sekundarschulbereich II, Biologie). Hannover 1991, 139 (Schroedel).

Schönmann W.: Tierkunde. Zürich 1974, 7. Auflage, 55 (SABE).

Anhang 3: Zusatzmaterial für die Schüler

Neben den Mäppchen mit den Unterlagen ist für die vier Gruppen durch den Lehrer folgendes Zusatzmaterial bereitzustellen:

Gruppe 1	Schweinenieren Präparierbecken, Skalpelle (Die Schüler arbeiten in Zweiergruppen.)
Gruppe 2	keines
Gruppe 3	keines
Gruppe 4	abgetötete Regenwürmer Präparierbecken, Präparierbesteck, physiologische Kochsalzlösung, Mikroskope mit Objektträger und Deckplättchen (Die Schüler arbeiten in Zweiergruppen.)

Anhang 4: Vom Autor benutzte Quellen

Anhang 4a: Als Grundlage benutzte Quellen

Birnbaumer N., Schmidt R. F.: Biologische Psychologie. Berlin 1991, 2. Auflage (Springer)

Frey K., Frey-Eiling A: Allgemeine Didaktik. Zürich 1992, 5. Auflage (vdf).

Remane A., Storch V., Welsch U.: Kurzes Lehrbuch der Zoologie. Stuttgart 1989, 6. Auflage (Gustav Fischer Verlag).

Schmidt, R.F., Thews, G.: Physiologie des Menschen. Berlin 1990, 24. Auflage (Springer).

Anhang 4b: Verwendete oder zitierte Quellen

Benner Klaus-Ulrich: Der Körper des Menschen. Augsburg 1991, 171-173, 182-186 (Weltbild Verlag GmbH).

Culclasure David F.: Anatomie und Physiologie des Menschen: 15 Lehrprogramme. Band 8. Weinheim 1983, 2. Auflage, 1-21 (Verlag Chemie).

Hassing H., Wiebusch R.-D.: Einführung in die Biologie Sekundarstufe II. Frankfurt am Main, Aarau 1989, 48 (Diesterweg, Sauerländer).

Hoff Peter, Jaenicke J, Miram W: Biologie heute G, Lehrerhandbuch für den Sekundarschulbereich I. Band 2. Hannover 1988, 41, 106 (Schroedel).

Jaenicke Joachim, Miram W.: Biologie heute S II, Lehrerhandbuch für den Sekundarschulbereich II. Band 1. Hannover 1990, 101, 107 (Schroedel).

Metzler J.B.: Linder Biologie. Stuttgart 1992, 20. Auflage, 198-200 (J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung).

Scharf K.-H., Weber W.: Stoffwechselfysiologie (Materialien für den Sekundarschulbereich II, Biologie). Hannover 1991, 139 (Schroedel).

Schönmann W.: Tierkunde. Zürich 1974, 7. Auflage, 55 (SABE).