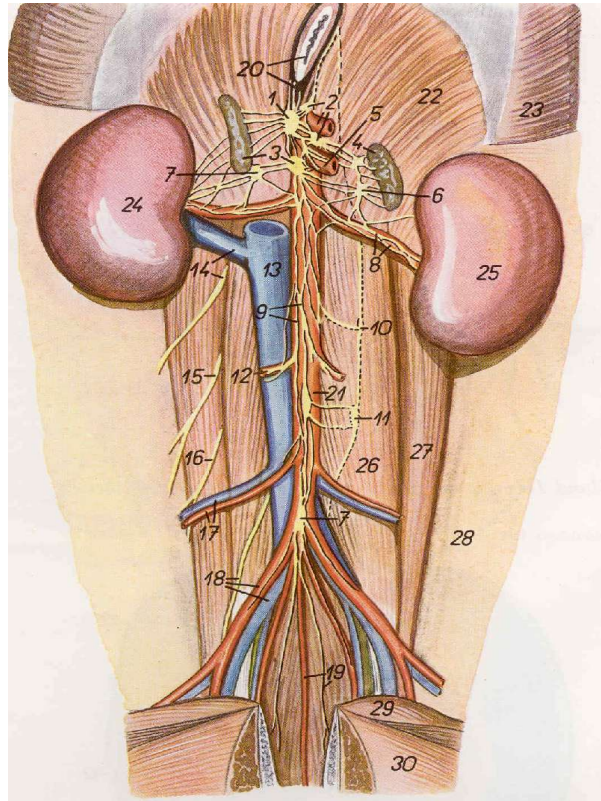


Anatomie der Nieren

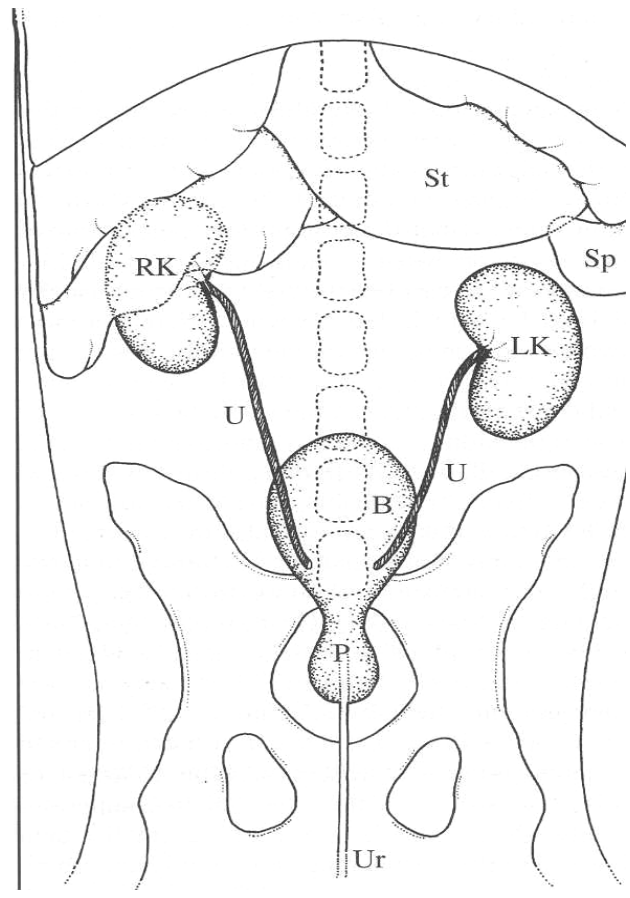
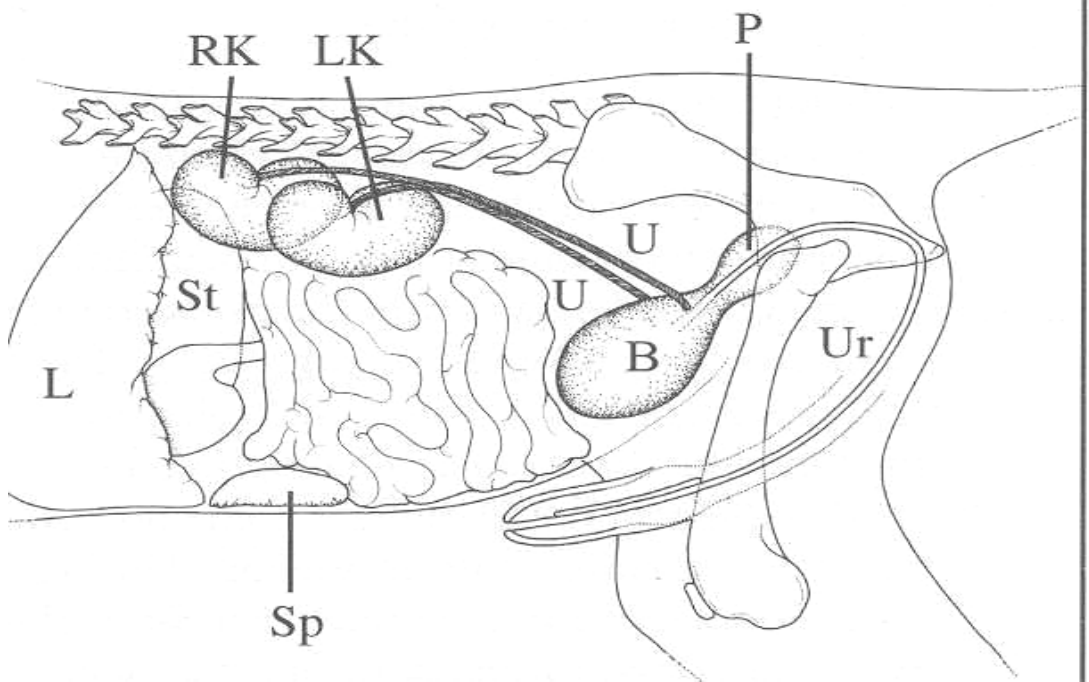


Die Nieren liegen links und rechts symmetrisch über der Länge von ca. 3 Lendenwirbelkörper unter der Lendenwirbelsäule im Bauchraum. Sie sind **bohnenförmig** und je nach Blutgehalt **hell bis dunkelbraun**. Infolge hohen Fettgehaltes der Hauptstücke der Tubuli ist bei der Katze die Nierenrinde **lehmfarben**.

Äußerlich unterscheiden sich die Nieren der verschiedenen Haustierarten durch die Oberflächenstruktur:

glatte Oberfläche: Pferd, Schwein, Schaf, Ziege, Hund, Katze

gefurchte Oberfläche: Rind

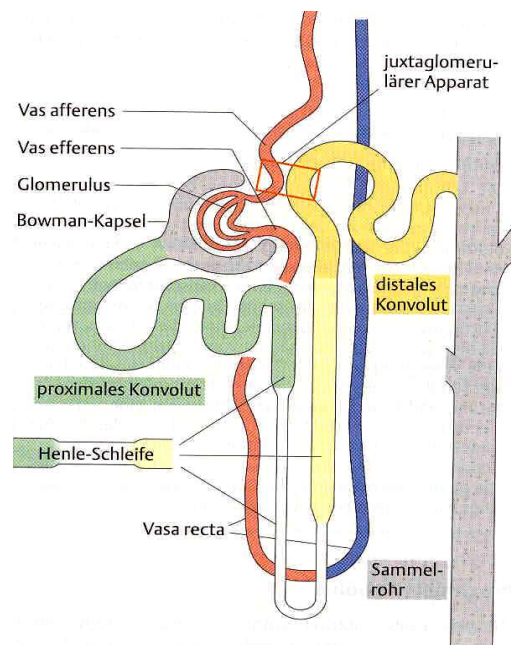


Das NEPHRON

(= kleinste Funktionseinheit der Nieren)

Eine anatomisch- funktionelle Einheit (ein Baustein) der Niere wird als „Nephron“ bezeichnet.

Dieser Nierenbaustein besteht in absteigender Reihenfolge aus dem **Glomerulum(= Filtrationskörperchen)**, dem **proximalen Tubulus**, der **Henle'schen Schleife** und dem **distalen Tubulus**.



Über die Anzahl der Nephrone, die zum Zeitpunkt der Geburt weitgehend festgelegt zu sein scheint, finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben.

Anzahl pro Niere:

Katze 190000,

Hund 400000,

Mensch 1.0 - 2.0 Mio,

Schwein 2.0 Mio,

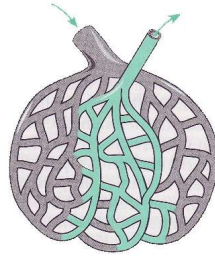
Schaf 1.1 Mio

Pferd 2.7 Mio,

Elefant 4 Mio

Glomerulum

Das Glomerulum (= Filtrationskörperchen) besteht aus einem Kapillarschlingenknäuel das von der Bowman`schen Kapsel umgeben ist. Dazwischen befindet sich der Bowman`sche Raum, in den sich der Primärharn ergießt. Dieser Bowman`sche Raum findet im nachfolgenden Tubulusystem seine Fortsetzung.

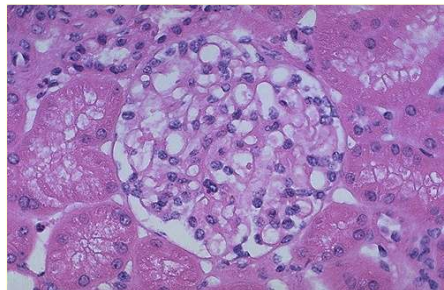


Kapillarschlingen (70 nm)

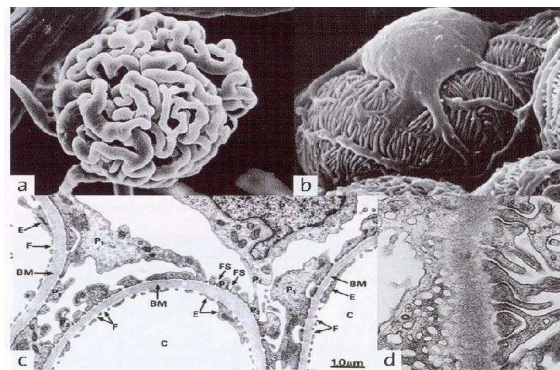
Bowman'sche Kapsel

Mesangiumzellen: zwischen Kapillarschlingen

Lichtmikroskopische Aufnahme des Glomerulums:



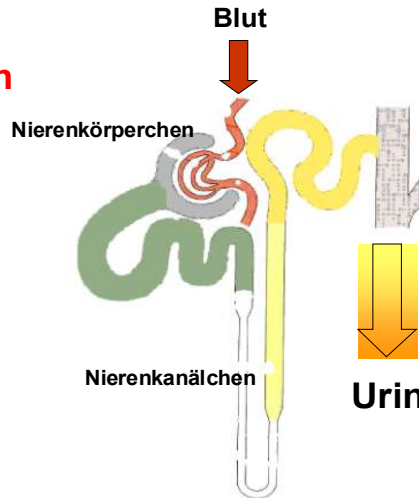
Elektronenmikroskopische Aufnahmen:



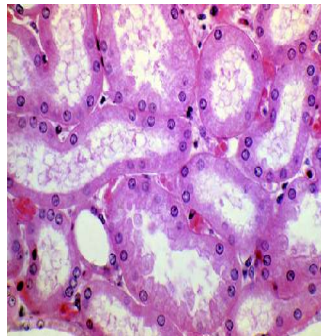
Grundstruktur der Nierentubuli

Mikroskopischer Aufbau

- **Harnkanälchen**
– Tubuli



Die Nierentubuli stellen die Fortsetzung des Bowman'schen Raumes in das Nierenbecken dar. Im Tubulussystem findet nicht nur die Harnweiterleitung statt, sondern hier wird der Primärharn aufgrund verschiedenster Fähigkeiten der Tubuluszellen so verändert, dass aus dem Körper nur jene Stoffe ausgeschieden werden, die auch ausgeschieden werden müssen. Ein Funktionsverlust der Tubuli bedeutet damit Verlust von Stoffen, die normalerweise zurückgewonnen werden.



Die wichtigsten Abschnitte des Tubulussystems:

proximaler Tubulus

Henle'sche Schleife

distaler Tubulus

Sammelrohre

Die Blutversorgung der Nieren

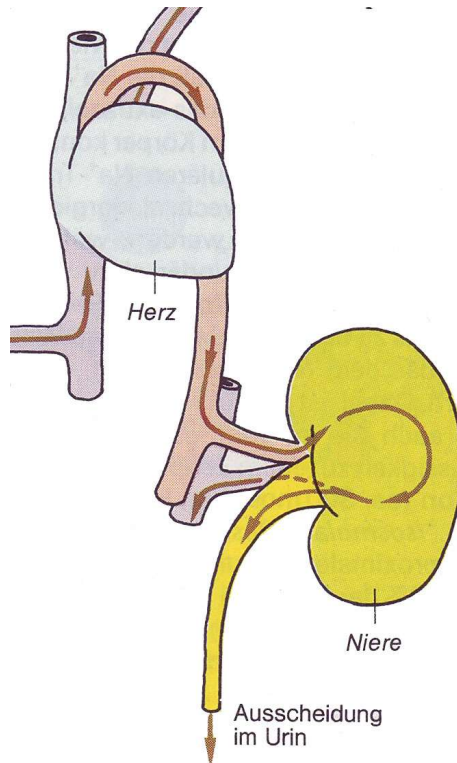
Voraussetzung für das „normale Funktionieren“ der Niere ist eine ausreichende **Blutversorgung** auf der Basis eines vollständig entwickelten Gefässsystems. Der Blutdruck muss 60 mmHg übersteigen, damit die benötigten 25% des Herz/Zeit Volumens die Niere durchströmen können. Sinkt der Blutdruck unter diesen Schwellenwert versucht der Organismus über die Konstriktion von Arteriolen den Blutdruck in der Niere aufrechtzuerhalten und damit die glomeruläre Filtration weiterhin zu gewährleisten.

Weiter wird zur Aufrechterhaltung einer gleichmässigen Nierendurchblutung unter anderem atriales-natriuretisches Peptid aus Herzmuskelzellen freigesetzt. Als Auslöser dafür wirken:

- sinkender Sauerstoff Partialdruck
- Dehnung der rechten Herzkammer mit folgenden Effekten: sinkende Flüssigkeitsresorption im distalen Tubulus, steigende glomeruläre Filtrationsrate (Tonusänderung Vasa afferentia, V.efferentia), sinkende Aldosteron Konzentration,

Bei renaler Mangel durchblutung treten sehr rasch funktionelle und strukturelle Schäden ein, die zu einer „prärenalen Niereninsuffizienz“ führen können. Trotz des relativ grossen Volumenanteils des Blutes der die Niere durchströmt beträgt ihr Sauerstoffbedarf 10% des gesamten Organismus.

Die Gefässversorgung erfolgt über die Arteria renalis (Nierenarterie) die sich als Enderarterie aufteilt:



NIERENPHYSIOLOGIE

Zentrale Funktion der Niere ist die Aufrechterhaltung der Homöostase des Körpers durch Ausscheidung von Stoffwechselschlacken, nicht benötigten Elektrolyten, Wasser und körperfremden Substanzen.

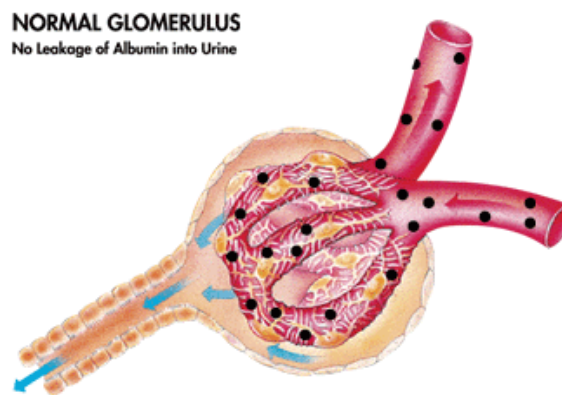
Die Bildung einer Reihe von **Hormonen** wie Erythropoetin, Renin, Prostaglandinen und der Vitamin D Metabolismus gehören zu weiteren lebenswichtigen Aufgaben der Niere.

Harnbildung

Die Primärharnbildung:

Die Harnbereitung entsteht über glomeruläre Filtration, tubuläre Rückresorption und tubuläre Sekretion. Durch die Filtration von Plasma im Glomerulum entsteht abhängig vom hydrostatischen Druck (70 bis 100 mm Hg) des Blutes der Primärharn bzw. das Ultrafiltrat.

Schätzungen gehen davon aus, dass in 24 Stunden das gesamte Plasmavolumen ca. 100 mal filtriert wird. Die glomeruläre Filtrationsmembran ist durchlässig für Wasser und kleinmolekulare gelöste Substanzen (z.B. Zucker, Aminosäuren, Harnstoff, Kreatinin, Mineralien; Porengröße ca. 25 nm, einzelne bis zu 36 nm), aber praktisch undurchlässig für Albumin und andere Bluteiweiße (z.B. Hämoglobin, Myoglobin). Die obere Filtrationsgrenze liegt bei einem Molekulargewicht von ca. 70'000 und einem Partikeldurchmesser von ca. 36 nm. Neben der Größe und dem Molekulargewicht spielt die elektrische Ladung von Blutbestandteilen eine Rolle, so werden Anionen wie Albumin durch die negative Ladung von Teilen der glomerulären Basalmembran (lamina rara externa und interna) und des Endothels an der Filtration gehindert.



Die tubuläre Rückresorption:

Sie ist eine der Hauptaufgaben der verschiedenen Tubulusabschnitte, so werden ca. 99% des in den Glomerula filtrierte NaCl und damit Wassers rückresorbiert. Sie erfolgt entsprechend den Prinzipien des transepithelialen Transportes entweder passiv in Richtung eines Konzentrationsgefälles oder aktiv unter Energieverbrauch gegen ein solches. Bisher sind 12 funktionell und anatomisch unterschiedliche Systeme zur Rückresorption verschiedener Substanzen bekannt wie z.B. für Glukose, Aminosäuren, Kalzium, Phosphat, Harnsäure, Proteine und anderen. Einzelne dieser Substanzen können nur bis zu einer gewissen Konzentrationsschwelle rückresorbiert werden (z.B. Glukose). Begrenzend wirkt die Transportkapazität der Zellmembran der Tubulusepithelien. Beim Diabetes mellitus z.B. kommt es zu einer Überladung der Rückresorptionskapazität von Tubulusepithelien und damit zu einer osmotischen Diurese. Die Struktur ist an die Funktion insoweit angepasst als die Epithelzellen der proximalen Tubulusabschnitte einen ausgeprägten Besatz mit Mikrovilli an der luminalen Zellmembran aufweisen und im Zytoplasma reichlich mit Mitochondrien versehen sind, die die Energie für die resorptiven Vorgänge zur Verfügung stellen. Der Na⁺ Transport, der zu ca. 2/3 bereits im proximalen Tubulusbereich erfolgt benötigt 75% des gesamten Energieverbrauches der Niere. Im Falle einer Ischämie der Niere werden daher die proximalen Tubulusabschnitte besonders rasch geschädigt. Eng mit dem Na⁺ Transport gekoppelt ist die passive Resorption von Glukose, Aminosäuren, Phosphat-Sulfationen und Harnstoff.

Die proximalen Tubulusabschnitte werden von der Henle'schen Schleife und den Sammelröhrchen funktionell bei der Konzentration des Harnes unterstützt . Gesteuert wird dies durch den Einfluss von ADH aus der Neurohypophyse und Vasopressin indem die Wasserdurchlässigkeit der betroffenen Tubulusabschnitte gesteigert bzw. vermindert wird, d.h. Wasser wird ausgeschieden, wenn im Körper ein Überschuss davon vorhanden ist (kein ADH ausgeschüttet). Liegt ein Wassermangel vor wird ADH ausgeschüttet, das die Epithelien der Sammelrohre für Wasser und zum Teil Für Harnstoff durchlässig macht.

Harnstoff wird zum Teil proximal resorbiert, zum Teil während der Schleifenpassage sezerniert und zum Teil zwischen distalem Tubulusabschnitt und Papille in enger Beziehung zur Wasserresorption wieder resorbiert. Die Harnstoffrückresorption macht aber in keinem Fall mehr als 50% des glomerulär filtrierte Harnstoffes aus.

Damit sind diese Nierenabschnitte die einzigen Körperbereiche in denen ein hypertones Milieu vorliegen kann. Die Länge der Henle'schen Schleife ist aber auch direkt proportional zur Konzentration des produzierte Urins, so haben z.B. Nagetiere, die in der Wüste leben sehr lange Henle'sche Schleifen, was ihnen erlaubt möglichst viel Flüssigkeit zurückzugewinnen, während neugeborene Ferkel z.B. sehr kurze Henle'sche Schleife aufweisen und daher für eine Dehydratation (infolge von Milchmangel oder z.B. Durchfall) sehr anfällig sind.

Zusammenfassung:

Nierenphysiologie

