

## Die Funktionen der Nieren



Wir alle kennen die Redensart «es geht mir an die Nieren», wenn uns etwas stark zu schaffen macht und uns Kraft raubt. Medizinhistorisch geht diese Redewendung zurück bis ins Mittelalter, wo die Nieren als Sitz der Lebenskraft galten.



André Tummer

Auch in der traditionellen chinesischen Medizin ist die Niere die Wurzel des Lebens. In ihr ruht die Urenergie – die Essenz. Hier wird die vorgeburtliche Energie gespeichert, die wir von unseren Eltern mitbekommen. Deshalb wird auf dieses Organ im gesamten asiatischen Raum besonderer Wert gelegt und vorsichtig damit umgegangen, denn

wenn wir die Wurzel eines Baumes zerstören, geht der ganze Baum zugrunde. Aus schulmedizinischer Sicht erfüllen die Nieren ebenfalls lebensnotwendige Funktionen, sodass es höchste Zeit wird, uns mit diesem hochkomplexen Organ genauer zu beschäftigen.

Im Einzelnen kommen den Nieren folgende Funktionen zu:

1. Ausscheidung von Stoffwechselprodukten und giftigen Substanzen wie beispielsweise Harnstoff, Harnsäure oder Arzneimittel
2. Aufrechterhaltung der Elektrolytkonzentration, des Wassergehalts und des osmotischen Drucks
3. Beteiligung an Kreislaufregulation und Blutbildung durch die Produktion hormonähnlicher Substanzen (Renin, Erythropoietin)

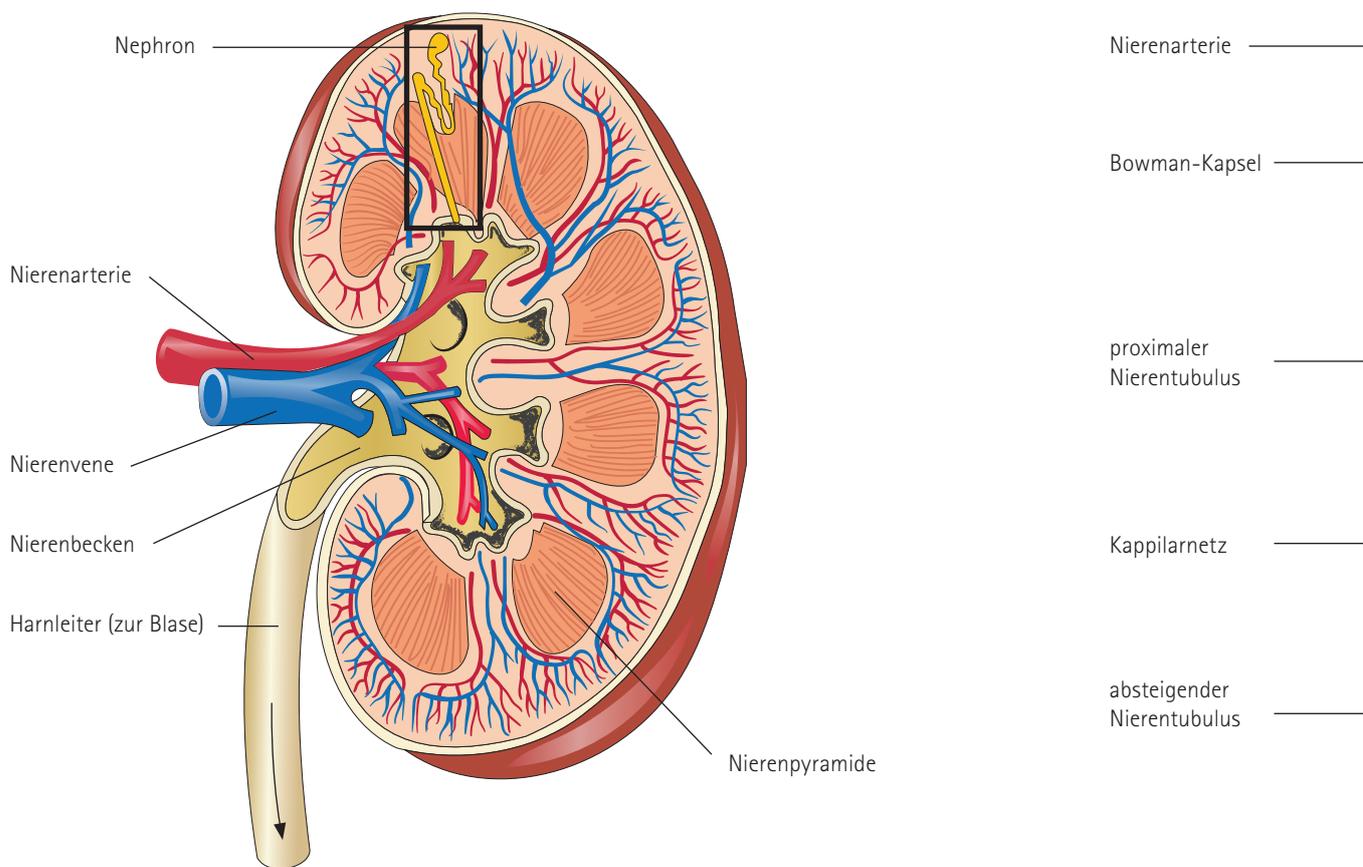
Die Nieren sind in den grossen Körperkreislauf integriert. Sie werden täglich von ca. 1500 Liter Blut durchströmt – was etwa der Menge von 10 (!) gefüllten Badewannen entspricht. Unser Filtrationssystem leistet also täglich Höchstleistungen. Die Ausscheidung geschieht in zwei Schritten: Zunächst wird das Blutplasma filtriert und es entsteht der Primärharn. Dieser enthält die im Blut gelösten Stoffe in der gleichen Konzentration wie das Blutplasma – mit Ausnahme der Proteine. Anschliessend wird der Primärharn auf 1 Prozent seines Volumens verringert und konzentriert. Dabei werden vor allem Glukose und Wasser gebunden. Aus 150 Liter Primärharn pro Tag entstehen so 1,5 Liter Sekundärharn, der über die ableitenden Harnwege ausgeschieden wird.

#### Lage und anatomischer Aufbau der Nieren

Die beiden Nieren liegen links und rechts der Wirbelsäule dicht unter dem Zwerchfell. Die rotbraunen Organe sind jeweils etwa 11 cm lang, 6 cm breit, 2,5 cm dick und ca. 150 g schwer. Ihre äussere Form erinnert an eine Bohne. Die linke Niere nimmt den Raum vom 11. Brustwirbel bis zum 2. Lendenwirbel ein, die rechte sitzt wegen der darüberliegenden Leber um etwa einen Wirbelkörper tiefer. Die oberen und unteren Enden der Nieren werden als Nierenpole bezeichnet.

Die Nieren liegen dorsal des Bauchfells (Peritoneum) und der Bauchhöhle im sogenannten Retroperitonealraum; ihre Vorderseiten schmiegen sich an das Peritoneum an. Zwischen der Hinterwand des Peritoneums und der Rückenmuskulatur befinden sich ausser den Nieren auch die Nebennieren und die Harnleiter. Die Nieren sind von einer derben Bindegewebskapsel ▶

## Anatomischer Aufbau der Nieren

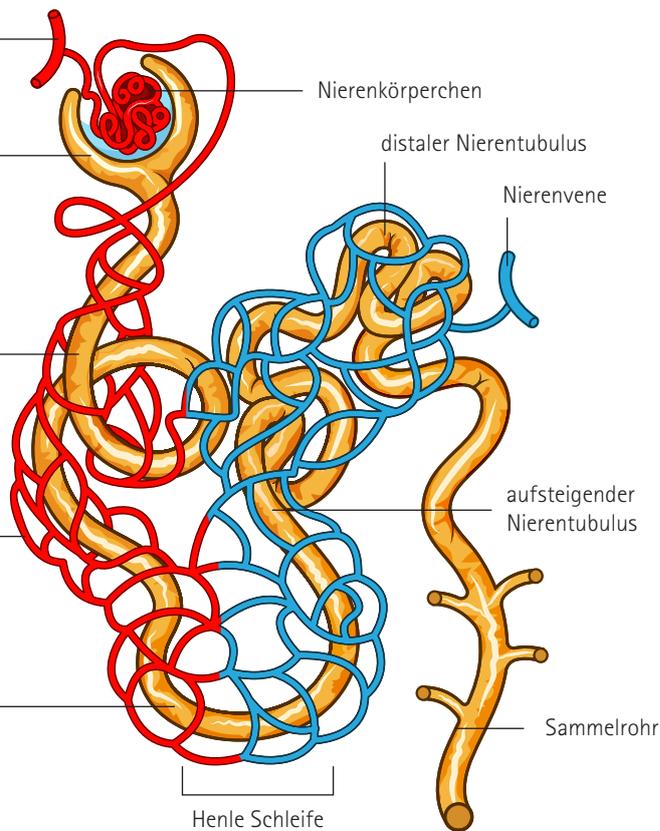


überzogen und zusätzlich sind sie in ein Fettlager eingebettet. Durch diese Fett- und Bindegewebskapsel sind die Nieren an der hinteren Bauchwand verankert und vor Stossverletzungen geschützt. Bei ausgeprägter Abmagerung kann es zum Tieftreten der Nieren kommen (Senkniere).

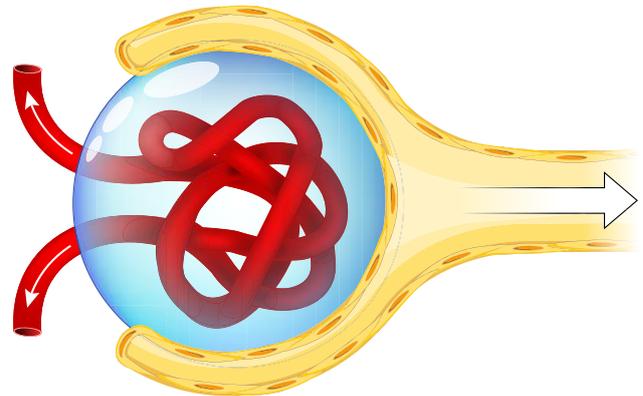
Die Nierenarterien entspringen aus der Bauchaorta auf der Höhe des 2. Lendenwirbels und treten beidseits in den *Nierenhilus* ein. Sie werden von den Nierenvenen begleitet, die, aus den Nieren kommend, zur unteren Hohlvene ziehen. Im *Nierenhilus* verlässt auch der Harnleiter das Organ.

In einer Niere wird das Nierenhohlssystem, bestehend aus *Nierenkelchen* und *Nierenbecken*, vom eigentlichen Nierengewebe unterschieden. Das Nierengewebe wird in *Nierenmark* und *Nierenrinde* gegliedert, die jedoch nur unscharf voneinander getrennt sind. Das Nierenmark ragt mit den Nierenpapillen kegelförmig in das Hohlssystem der Nierenkelche. Hier verlässt der Sekundärharn das Nierengewebe und gelangt in die ableitenden Harnwege. Jede Niere enthält 12 bis 18 Nierenkelche, die in das Nierenbecken einmünden.

## Das Nephron



## Die Bowman-Kapsel



Die eigentliche Funktionseinheit der Niere ist das *Nephron*. Jede Niere enthält über 1 Million Nephronen. Ein Nephron hat stets zwei Anteile: den Blutraum sowie das harnkonzentrierende und harnableitende System. Dazwischen befinden sich die Strukturen eines Ultrafilters. Der Blutraum besteht aus dem sogenannten *Glomerulus*, einem Knäuel von ca. 30 Kapillarschlingen. Das Glomerulus wird von der *Bowman-Kapsel* umschlossen. Die Bowman-Kapsel hat ein inneres und ein äusseres Blatt. Sie ist vergleichbar mit einem eingedellten Ball, in dessen Einmündung das Glomerulus hereinragt. Der vom äusseren Blatt der Bowman-

Kapsel umschlossene Raum bildet den Anfangsteil des harnableitenden Systems. Glomerulus und Bowman-Kapsel zusammen werden als *Nierenkörperchen* bezeichnet. Durch die Porenöffnungen von Basalmembran und Bowman-Kapsel können nur Wasser und kleinmolekulare Plasmabestandteile hindurchtreten. Rote und weisse Blutkörperchen, Blutplättchen sowie grosse Eiweissmoleküle werden dagegen in den Kapillarschlingen zurückgehalten. Das in den Kapselraum, den Raum zwischen äusserem und innerem Blatt der Bowman-Kapsel, hineingepresste Glomerulusfiltrat ist daher ein nahezu eiweissfreies Ultrafiltrat. ▶

Damit der Filtrationsvorgang stattfinden kann, muss ein Druckgefälle bestehen. In den Glomerulusschlingen herrscht ein Blutdruck von etwa 50 mmHg. Dieser glomeruläre Blutdruck ist jedoch nicht identisch mit dem glomerulären Filtrationsdruck, also dem eigentlich wirkenden Filterdruck, mit dem abgepresst wird, da dem glomerulären Blutdruck zwei Kräfte entgegenwirken:

- der kolloidosmotische Druck des Blutes (etwa 25 mmHg)
- der hydrostatische Druck in der Bowman-Kapsel (etwa 17 mmHg)

Um diesen Vorgang besser zu verstehen, stellen wir uns als Modell das Nierenkörperchen als ein Weinfass vor, in welchem einige Schläuche hängen, die mit vielen winzigen Löchern durchbohrt sind. Von der durch die Schläuche laufenden Flüssigkeit tropft demnach ständig ein Teil auf den Boden des Weinfasses.

Um die beiden Gegendrucke zu verstehen, stellen wir uns vor, dass das Weinfass selbst mit Wasser gefüllt wäre. Die aus den Poren der Schläuche in das umgebende Wasser austretende Flüssigkeitsmenge wäre nun geringer als bei einem leeren Weinfass. Dies entspricht dem hydrostatischen Druck in der Bowman-Kapsel.

Stellen wir uns nun noch vor, dass in den Schläuchen viele kleinste saugfähige Schwämmchen mitfließen – als Modell für die grösseren wasserzurückhaltenden Eiweisse im Blut – so würde der durch die Schwämmchen aufgebaute kolloidosmotische Druck die effektive Filtration noch weiter vermindert.

Um den Filtrationsdruck in den Glomerulusschlingen zu berechnen, muss man also vom glomerulären Blutdruck den kolloidosmotischen Druck im Blutplasma und den hydrostatischen Druck in der Bowman-Kapsel abziehen. Es ergibt sich ein Wert von etwa 8 mmHg. Dieser Druck wird durch die Verengung der zuleitenden Blutgefässe konstant gehalten, auch wenn eine allgemeine Blutdrucksteigerung im arteriellen Kreislaufsystem vorliegt. So kann trotz grosser Blutdruckschwankungen der Filtrationsvorgang in den Nieren ungestört ablaufen.

An ihrem Harnpol geht die Bowman-Kapsel des Nierenkörperchens in das Nierenkanälchen über. Dies ist ein langes Röhrensystem, über das Substanzen durch Resorption zurückgewonnen werden. Durch die Rückresorption gelangen vor allem Wasser, Glukose, Aminosäuren, Natriumchlorid und Kalium wieder in die das Nierenkanälchen umspannenden Kapillare.

Der *juxtaglomeräre Apparat* fasst verschiedene Zellbereiche der Niere zusammen, die der Regulation der Nierenfunktion dienen. Sie befinden sich im Bereich der Nierenkörperchen. Diese Zellen liegen in der Wand der Arteriolen, nahe dem Glomerulus, die auch als *Polkissen* bezeichnet werden. Sie produzieren das Enzym Renin, das ins Blut abgegeben wird. Hier bewirkt es über Zwischenstufen die Bildung von Angiotensin II. Dieser Stoff ruft eine Kontraktion der glatten Muskulatur in den Arteriolen hervor und beeinflusst so den Blutdruck. Gleichzeitig stimuliert er die Aldosteronproduktion in der Nebennierenrinde. Dies führt zu einer verstärkten Natriumrückresorption in den Nierenkanälchen und damit zu einer Verminderung der Salz- und Wasserausscheidung.

Die Sammelrohre sind reine Ableitungswege für den Sekundärharn, in denen die Zusammensetzung des Urins nicht mehr nennenswert verändert wird. Lediglich wird weiter Wasser entzogen, sodass der Urin hier seine endgültige Konzentration erreicht. Über die Sammelrohre erreicht der Sekundärharn das Nierenbecken. Von dort wird er schliesslich über den Harnleiter in die Harnblase abgeleitet.

Das **Renin-Angiotensin-Aldosteron-System**, kurz **RAAS**, reguliert den Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt des Körpers und wirkt somit in entscheidender Weise auf den Blutdruck ein.

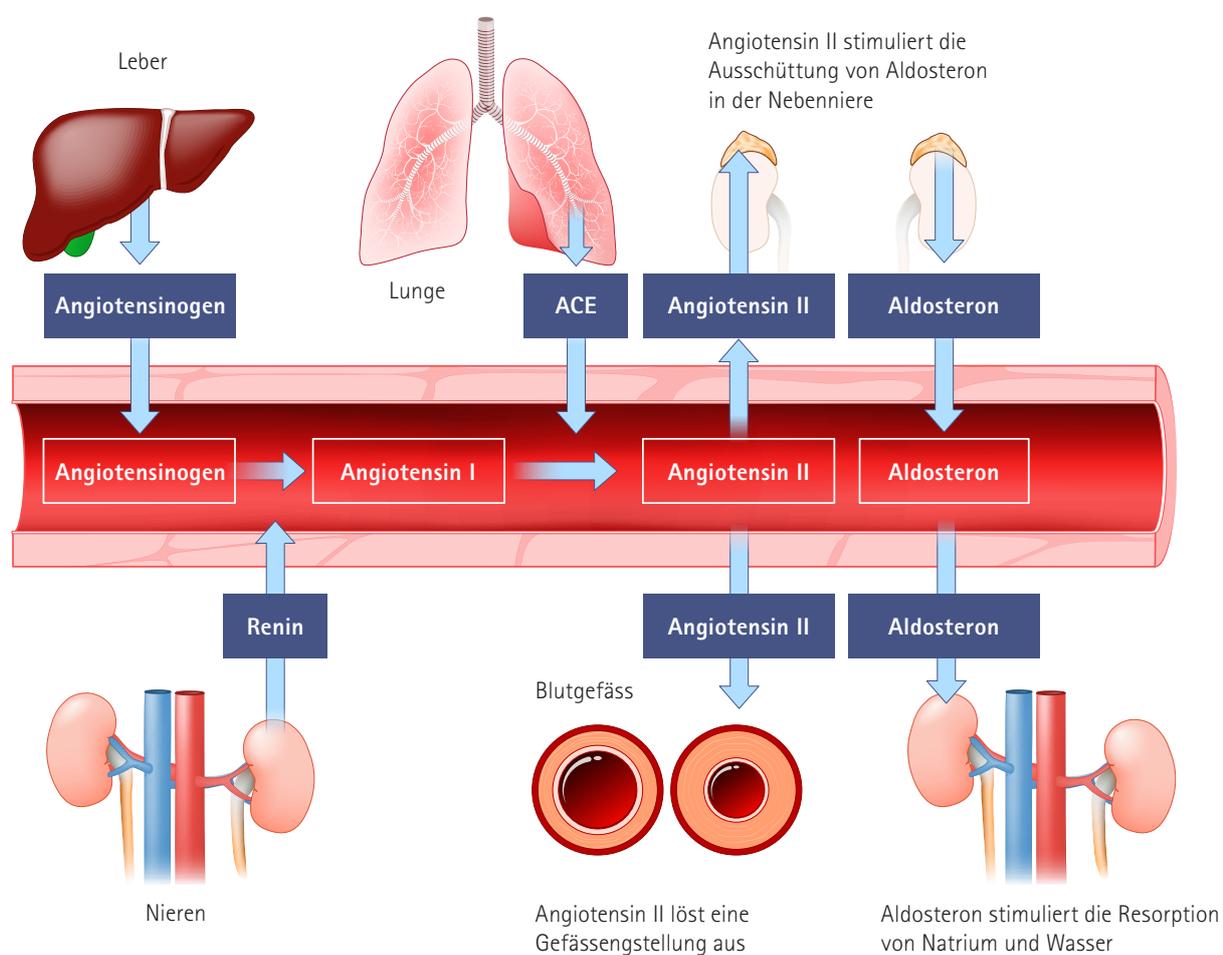
Die Komponenten des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems stehen in enger Wechselwirkung zueinander. Durch eine Reihe enzymatischer Spaltungen entsteht dabei das physiologisch wirksame Angiotensin II.

Renin ist ein von den juxtaglomerulären Zellen der Niere produziertes Enzym. Es wird ausgeschüttet, wenn der renale Perfusionsdruck unter 70 mmHg abfällt. Die Aufgabe des Renins ist die Spaltung von Angiotensinogen in Angiotensin I.

Angiotensin I wird durch das in den Endothelzellen (v. a. der Lunge) gebildete Angiotensin converting enzyme (ACE) in Angiotensin II überführt.

Angiotensin II bewirkt an den Blutgefässen eine Vasokonstriktion und in der Nebennierenrinde eine vermehrte Ausschüttung von Aldosteron. Aldosteron bewirkt hauptsächlich, dass Natrium und Wasser in den Nieren zurückgehalten werden. Angiotensin II bewirkt ausserdem im Hypophysenhinterlappen die Freisetzung des antidiuretischen Hormons (ADH), das ebenfalls durch Wasser-rückhaltung zu einer Zunahme des Plasmavolumens führt. Durch die Wirkung des Angiotensin II wird also der Blutdruck sowohl über eine Steigerung des Plasmavolumens innerhalb der Blutgefässe als auch durch die Verengung der Blutgefässe erhöht.

## Die Regulation des Wasserhaushalts



### Regulation des Wasserhaushalts

Die Rückresorption des Wassers aus dem Glomerulusfiltrat im Tubulussystem hat demnach grossen Einfluss auf die Regulation des Wasserhaushalts im Körper. Sie kann den Bedürfnissen des Organismus angepasst werden, die je nach Aussentemperatur, körperlicher Belastung oder Ernährung stark schwanken.

Im Bereich des distalen Tubulus und in geringerem Masse der Sammelrohre wird die Wasserrückresorption durch das Hor-

mon Adiuretin (ADH, antidiuretisches Hormon) gesteuert. Adiuretin erhöht dort die Durchlässigkeit der Zellmembran für Wasser; eine hohe Adiuretinkonzentration führt daher zu einer starken Wasserrückresorption und verringert die Harnmenge. Bei niedrigem Adiuretinspiegel wird dagegen die Wasserrückresorption eingeschränkt und eine grosse Harnmenge ausgeschieden.

Neben diesen *Filtrationsprozessen* wird der Wasserhaushalt und die Wasserverteilung im Körper noch durch weitere Mechanismen gesteuert, nämlich durch *Diffusion* und *Osmose*. ▶



Dauerhaft unbehandelter Bluthochdruck kann zu Nierenschädigungen führen.

Die Grenze zwischen dem Blutplasma und dem interstitiellen Raum bildet die riesige Austauschfläche der Kapillaren, während Zellmembranen Hindernisse für den Teilchentransport darstellen. Sie sind für die meisten Stoffe nur begrenzt durchlässig (permeabel) und werden deshalb als semipermeable Membranen bezeichnet.

Transportprozesse an semipermeablen Membranen erfolgen entweder durch passive Prozesse (Diffusion, Osmose oder Filtration), bei denen der Transport durch die Membran ohne den Verbrauch von Energie bewerkstelligt wird oder durch aktive Transportprozesse, die nur unter Zufuhr von Energie durch die Zelle stattfinden können.

*Diffusion* bezeichnet die Bewegung von Teilchen vom Ort höherer Konzentration dieser Teilchen zum Ort niedrigerer Konzentration. Die treibende Kraft der Diffusion ist somit ein Konzentrationsgefälle.

*Osmose* heisst die Diffusion eines Lösungsmittels – im menschlichen Körper das Wasser. Auch hier ist die treibende Kraft ein Konzentrationsunterschied, allerdings des Wassers selbst. In Gegenwart einer semipermeablen Membran, die z. B. Wasser durchlässt, die gelösten Teilchen aber nicht, fliesst so viel Wasser durch die Membran, bis beide Lösungen gleich viele Teil-

chen enthalten. Durch die Osmose entsteht so ein Druck, der osmotische Druck.

Die Kapillarwände sind wie bereits erwähnt wegen der relativ grossen Poren ihrer Basalmembran für kleinmolekulare Stoffe durchlässig, beispielsweise für Glukose (Traubenzucker) oder gelöste Salze. Für die im Plasma gelösten, riesigen Eiweisse bilden sie jedoch eine Schranke. Da solche Eiweissmoleküle auch als Kolloide bezeichnet werden, nennt man den osmotischen Druck, den sie so erzeugen, kolloidosmotischen Druck. Sinkt die Konzentration von Plasmaproteinen im Blutplasma ab, ist die Reabsorption von Flüssigkeit, das heisst der Übertritt von Flüssigkeit aus dem Interstitium in die Kapillaren, vermindert.

Von aktivem Transport spricht man, wenn eine Substanz mithilfe eines Transportsystems durch die Zellmembran transportiert wird. Die dafür notwendige Energie wird aus dem Zellstoffwechsel gestellt. Ein solcher Transportprozess ist, im Gegensatz zu allen passiven Transportmechanismen, in der Lage, eine Substanz auch gegen ein Konzentrationsgefälle durch die Membran zu befördern. Über aktive Transportmechanismen werden besonders unterschiedliche Ionenkonzentrationen beidseits der Zellmembran, also zwischen dem Zellinneren und dem Interstitium, aufrechterhalten.

## Einschränkungen der Nierenfunktion

---

Eine *chronische Nierenerkrankung* entwickelt sich meist schleichend und wird oft nur zufällig entdeckt. Es gibt zwei Hauptursachen, welche die Leistungsfähigkeit der Nieren sinken lassen: *Bluthochdruck* und *Diabetes*.

Eine chronische Nierenerkrankung bedeutet, dass die Nieren über einen längeren Zeitraum nicht mehr ausreichend arbeiten und ihre Funktion teilweise oder schliesslich sogar ganz einbüßen. Die Filterfunktion und die Regulation des Wasser- bzw. Elektrolythaushalts sind gestört.

## Kranke Nieren – verschiedene Begriffe

---

Mediziner unterscheiden die *akute Niereninsuffizienz*, bei der die Nieren schlagartig nicht mehr arbeiten, von der *chronischen Nierenerkrankung*. Die Ursachen der akuten Niereninsuffizienz sind oft erhebliche Verletzungen mit grossen Blutverlusten oder ein Kreislaufversagen.

Unter den Sammelbegriff der chronischen Nierenerkrankung fallen Stadien, in denen die Nieren zwar noch eingeschränkt funktionieren, aber ihre Tätigkeit länger als drei Monate vermindert ist. Wie oben erwähnt sind die Gründe oft Bluthochdruck und Diabetes mellitus. Häufig bleibt die chronische Nierenerkrankung lange Zeit unbemerkt, weil sie kaum Symptome verursacht.

Die chronische Niereninsuffizienz meint dagegen meist das Endstadium eines Prozesses, bei dem sich die Nierenfunktion immer weiter verschlechtert hat – bis hin zum *Nierenversagen*.

## Chronische Nierenerkrankung – Häufigkeit und Alter

---

Das Risiko für eine chronische Nierenerkrankung nimmt mit dem Alter zu, denn ganz allgemein funktionieren die Organe mit zunehmenden Lebensjahren immer schlechter. Die häufigsten Auslöser sind – wie bereits gesagt – Bluthochdruck und Diabetes mellitus, die ebenfalls in höherem Alter öfters vorkommen. Viele Patientinnen und Patienten mit einer chronischen Nierenerkrankung müssen zur Dialyse, weil die Reinigungsfunktion der Nieren stark vermindert ist. Im Jahr 2020 gab es laut dem Schweizer Dialyseregister 4453 Dialysepatienten und -patientinnen. Im Schnitt waren sie 68 Jahre alt, aber jede zweite Person war älter als 71 Jahre. ▶



#### Chronische Nierenerkrankungen:

##### Chronische Nierenerkrankung durch Bluthochdruck

Ein langfristig zu hoher Blutdruck schädigt ganz allgemein die Gefäße. Betroffen sind damit auch die Glomeruli – die feinen Gefässknäuel in den Nierenkörperchen, die als «Mini-Filter» arbeiten.

##### Chronische Nierenerkrankung und Diabetes mellitus

Auch ein dauerhaft erhöhter Blutzuckerspiegel schädigt die Blutgefäße in den Nieren. Die Medizin spricht dann von der *diabetischen Nephropathie*.

**Jede Fachperson in Bewegungs- und Gesundheitsförderung sollte erklären können, wie Nierenfunktionsstörungen mit Bluthochdruck, Diabetes mellitus zusammenhängen, denn diese beiden Hauptursachen sind ohnehin Schwerpunkte in der Beratung zum «gesunden Lebensstil».**

Eine gesunde und ausgewogene Ernährung, das Vermeiden von Übergewicht, regelmässiges Training, Alkoholkonsum nur in geringem Ausmass und Rauchverzicht sind also eindeutige präventive Massnahmen für die Nierengesundheit.

Neben den Hauptursachen gibt es noch weitere Ursachen wie entzündliche Erkrankungen, ausgelöst durch Autoimmunerkrankungen, langandauernde Medikamenteneinnahme (vor allem freiverkäufliche Schmerzmittel wie Paracetamol, Ibuprofen oder Diclofenac können auf Dauer die Nieren schädigen), Nierensteine, Tumore usw. Da diese Erkrankungen nicht in unseren Tätigkeitsbereich fallen, würde eine weitere Erläuterung an dieser Stelle jedoch den Rahmen sprengen.

#### Komplikationen bei einer chronischen Nierenerkrankung

Wenn die Nieren immer schlechter funktionieren, kann dies weitreichende Folgen für den gesamten Körper haben. Folgende Komplikationen sind möglich:

- Herzinfarkt und Schlaganfall: Bei beiden Erkrankungen spielt der Bluthochdruck eine zentrale Rolle. Zudem gerät der Elektrolythaushalt (z. B. Kalium, Natrium, Phosphat) aus der Balance, was ebenfalls schädlich für das Herz und den Kreislauf ist.
- Übersäuerung des Organismus (Azidose): Gesunde Nieren können die Säuren im Blut neutralisieren, die beim Abbau von Eiweissen entstehen. Bei einer chronischen Nierenerkrankung gelingt dies nicht mehr ausreichend. Langfristig leiden besonders die Knochen unter der Übersäuerung.
- Knochenschäden: Gesunde Nieren wandeln das Vitamin D, das für gesunde Knochen wichtig ist, in seine aktive Form (Calcitriol) um. Dieses sorgt dafür, dass Kalzium in die Knochen eingebaut wird. Sind die Nieren geschwächt, ist weniger Calcitriol vorhanden und die Knochen erhalten weniger Kalzium – sie werden schwach und brüchig.
- Nervenschäden: Bei geschwächter Nierenfunktion sammeln sich Abfall- und Giftstoffe im Blut an, die im Stoffwechsel anfallen. Diese können auch die Nerven schädigen und Gehirnfunktionen stören. ◀

#### Literatur

Alscher, M. D. (2019). **Bluthochdruck**. Dialyse aktuell, 23(03), 110–110. Wochenschrift, 66(17), 452–456.

Bierbach, E. **Naturheilpraxis heute**. Urban Fischer Verlag, 7. Auflage (2017).

Seelow, E., & de Groot, K. (2024). **Akute und chronische Nierenerkrankungen in der Differenzialdiagnose einer akuten Nierenfunktionsstörung**. Die Nephrologie, 1–9.

Schäffler A. (Hrsg.) (2014): **Gesundheit heute**. Trias Verlag Stuttgart.

Rüster, C., Sämann, A., & Wolf, G. (2008). **Nieren und Diabetes**. DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift, 133(37), 1848–1852.

Volhard, F. (1940). **Blutdruck und Niere**. DMW Deutsche Medizinische Wochenschrift.