

Umgebungsbedingungen wird als **inneres Milieu** bezeichnet. Kann der Körper sein inneres Milieu konstant halten, befindet er sich in einem Zustand des Gleichgewichts, den man **Homöostase** nennt. Die Homöostase ist die wichtigste Voraussetzung dafür, dass der gesamte Organismus überhaupt existieren und auf die Umwelt reagieren kann.

Für diese Stabilität des inneren Milieus ist zunächst einmal die richtige Zusammensetzung der **Extrazellulärflüssigkeit** von Bedeutung. Dies ist die wässrige Umgebung zwischen den Zellen, wozu auch die Flüssigkeit in den Blutgefäßen zählt, einschließlich der in ihr gelösten Stoffe. Dies sind v.a. die Salze der Elemente Natrium, Chlor, Kalium und Calcium, die alle ihre besonderen Aufgaben innerhalb der Homöostase haben.

Fast genauso wichtig ist, dass die Körpertemperatur (ca. 37 °C), der pH-Wert (Säurewert ■ 16.2.7) des Bluts und die gelösten Gase Sauerstoff und Kohlendioxid optimal reguliert werden.

7.4.4 Stofftransport

Jede Funktion der Zelle, gleichgültig ob Reproduktion, Wachstum, Kommunikation, Kontraktion oder Erregbarkeit, erfordert einen Transport bzw. Austausch von Stoffen innerhalb des Organismus: So müssen beispielsweise ständig Sauerstoff und Nährstoffe an jede einzelne Zelle herangeführt werden; andererseits muss gewährleistet sein, dass Stoffwechselprodukte der Zelle, wie z.B. das ständig anfallende Kohlendioxid (CO_2), aus der Zelle abtransportiert werden.

Die kleinsten Blutgefäße (**Kapillaren**) bilden die Grenze zwischen dem **Blutplasma** (■ 20.2.6) und dem **interstitiellen Raum** (Flüssigkeitsraum, der alle Körperzellen umgibt). Sie stellen eine riesige Austauschfläche dar. Man darf sich die Grenze zwischen Kapillaren und Interstitium nicht als „eisernen Vorhang“ vorstellen, sondern es findet ein reger Flüssigkeitsaustausch statt. Durch die Kapillarwände werden Wasser und kleine Moleküle aus dem Blut ins Gewebe abgepresst. Zellen und größere Proteine bleiben in der Regel im Plasma zurück, weil sie die Wände der Kapillaren nicht durchdringen können.

Die interstitielle Flüssigkeit steht nicht nur mit den Blutkapillaren in Verbindung, sondern zusätzlich mit **Lymphkapillaren** (■ Abb. 7.11). Diese vereinigen sich zu größeren Lymphgefäßen und erreichen als

erste Station kleine Lymphknoten, die in praktisch jedem Winkel des Organismus zu finden sind.

Stoffe, die aus dem Kapillargebiet in die Lymphe abdrainiert werden, kommen in den Lymphknoten mit dem körpereigenen Immunsystem (■ 22.2.1) in Kontakt.

Wie erwähnt stellen **Zellmembranen** Hindernisse für den Teilchentransport dar; sie sind für die meisten Stoffe nur begrenzt durchlässig (*permeabel*). Man unterscheidet grundsätzlich zwischen

- passiven Transportprozessen, bei denen die Teilchen ohne den Verbrauch von Energie durch die Membran befördert werden und
- aktiven Transportprozessen, die nur unter Zufuhr von Energie durch die Zelle stattfinden können.

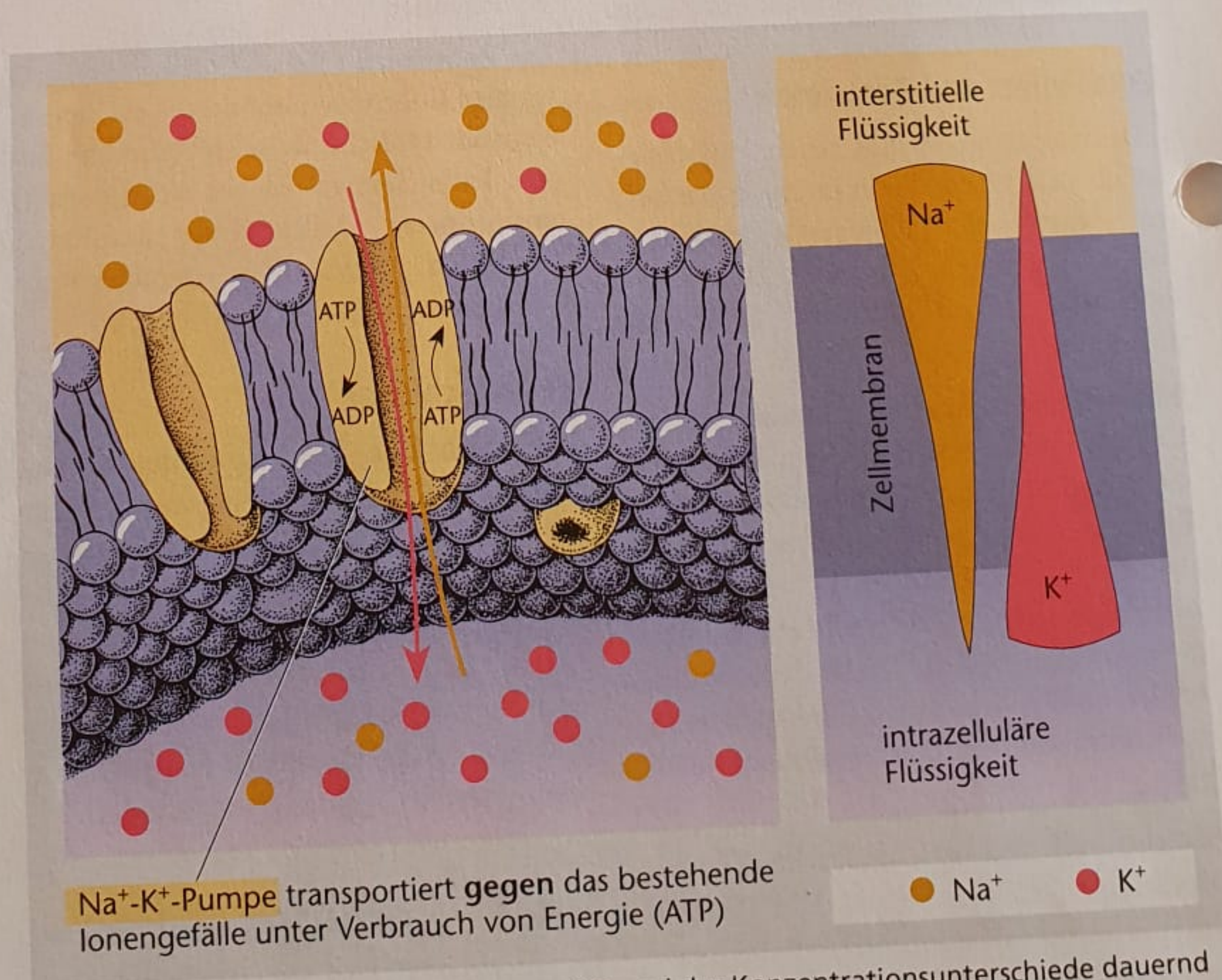
Passive Transportvorgänge sind die Diffusion, die Osmose und die Filtration (■ 16.2.5). Aktiver Transport bedeutet die Beförderung einer Substanz durch die Zellmembran mit Hilfe eines Transportsystems. Die dafür notwendige Energie wird aus dem Zellstoffwechsel zur Verfügung gestellt. Ein solcher Transportprozess 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 insbesondere unterschiedliche Ionen-

konzentrationen beidseits der Zellmembran, also zwischen dem Zellinneren und dem Interstitium, aufrechterhalten (■ Abb. 7.12).

Diese unterschiedlichen Ionenkonzentrationen sind lebenswichtig, z.B. für die Erregbarkeit von Nervenzellen (■ 7.5.4). Sie können innerhalb und außerhalb der Zelle nur aufrechterhalten werden, weil bestimmte Tunnelproteine in der Membran ständig Kaliumionen ins Zellinnere ein- bzw. Natriumionen aus der Zelle ausschleusen (**Natrium-Kalium-Pumpe**).

Da dieser Transport gegen das bestehende Ionenkonzentrationsgefälle gerichtet ist, verbraucht er Energie, die durch Spaltung von ATP-Molekülen (■ 7.4.7) in der Zelle bereitgestellt wird.

Die beschriebenen aktiven und passiven Transportprozesse durch die Zellmembran beziehen sich auf kleinmolekulare Substanzen. Für größere Partikel ist die Membran an sich undurchlässig. Um trotzdem z.B. Reste abgestorbener Zellen oder synthetisierte Eiweißkörper durchzulassen, sind besondere Mechanismen erforderlich, die als **Bläschentransport** bezeichnet werden. Stoffe, die von der Zelle aufgenommen oder ausgeschieden werden sollen, werden in ein Bläschen „verpackt“, das sich aus der Zellmembran bildet, und in diesem Bläschen transportiert.



Na⁺-K⁺-Pumpe transportiert gegen das bestehende Ionengefälle unter Verbrauch von Energie (ATP)

Abb. 7.12: Natrium-Kalium-Pumpe. Da auf Grund der Konzentrationsunterschiede dauernd Teilchen aus der bzw. in die Zelle diffundieren (■ 16.2.4), würde sich das lebensnotwendige Konzentrationsgefälle mit der Zeit ausgleichen. Um es aufrechtzuerhalten, transportiert die Natrium-Kalium-Pumpe unter großem Energieverbrauch ständig Kalium in die Zelle hinein und Natrium aus der Zelle heraus. [A400-190]