

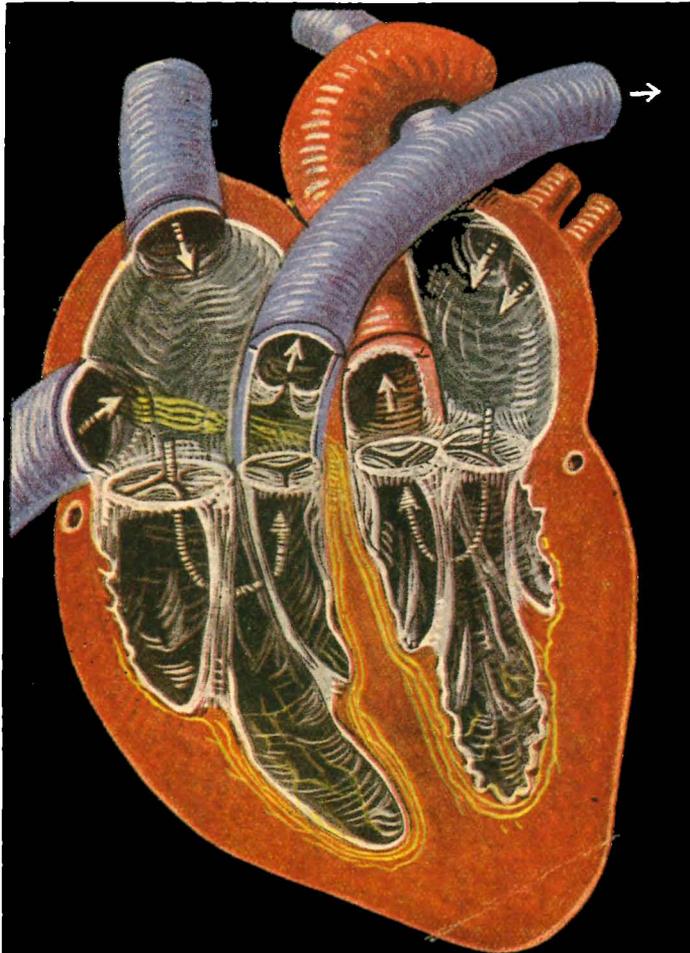
# HERZ UND GEFÄSSE

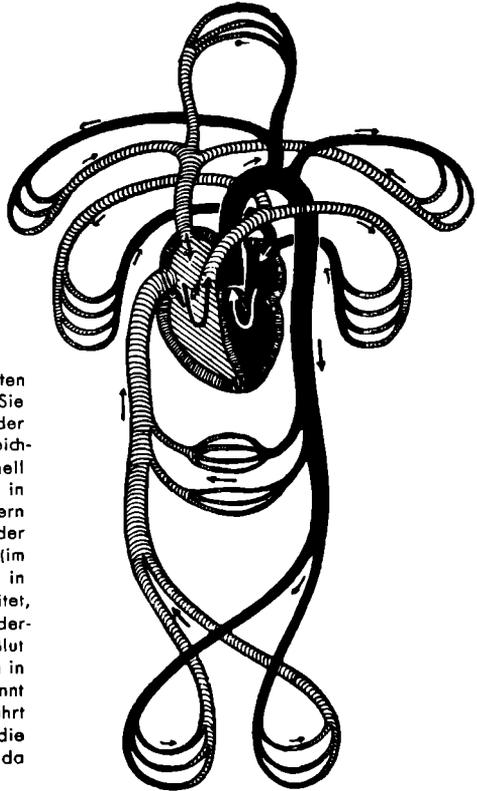
ANTRIEB UND WEG  
UNSERER LEBENSÄFTE

Unser Bild zeigt das Herz von vorn, also seitenverkehrt. Hell gezeichnet sind das aus vier horizontal liegenden elastischen Ringen bestehende Bindegewebsskelett und die daran hängenden Bänder der Segel- und Taschenventile. Rot wiedergegeben ist der eigentliche hohle Herzmuskel mit seiner aus verflochtenen Fasern bestehenden Wand. Gelb gehalten ist das Reizleitungssystem mit seinen Zentren im rechten Vorhof und den Verzweigungen im Muskel. So vereint das Herz in sich Skelett, Motor und Befehlszentrale. Der durch die Pfeile angedeutete Weg des Blutes kann durch Vergleich mit der Abbildung auf der zweiten Umschlagseite genau verfolgt werden.



VOLK UND WISSEN  
VERLAGS GMBH · BERLIN/LEIPZIG





Unsere Abbildung stellt den vereinfachten Blutkreislauf von vorn gesehen dar. Sie zeigt in der Mitte das Herz, das aus der linken arteriellen Hälfte (schwarz gezeichnet) und der rechten venösen Hälfte (hell gezeichnet) besteht, von denen jede in Vorkammern (oben) und Herzkammern (unten) geschieden ist. Im großen oder Körperkreislauf wird arterielles Blut (im Bild schwarz) durch die große Aorta in die Arterien und Haargefäßnetze geleitet, die durch verzweigte Schlingen wiedergegeben sind. Das venös gewordene Blut (hell) kehrt in 2 großen Hauptstämmen in die rechte Herzhälfte zurück. Hier beginnt der kleine oder Lungenkreislauf. Er führt das Blut durch die Lungenarterien in die Haargefäßnetze der Lungen und von da zur linken Herzhälfte zurück.

Dieser Band wurde von Dr. Conrad Vollmer, Leipzig, verfaßt. Die Textabbildungen und Farb bilder auf Titel- und Umschlagrückseite stammen von Kurt Herschel, Leipzig.

# HERZ UND GEFÄSSE

ANTRIEB UND WEG

UNSERER LEBENSÄFTE

VOLK UND WISSEN SAMMELBÜCHEREI  
NATUR UND WISSEN · SERIE G · BAND I



**V O L K U N D W I S S E N**  
VERLAGS G M B H · B E R L I N / L E I P Z I G

# INHALT

Vorwort . . . . .	3
A. Der Kreislauf des Blutes . . . . .	4
1. Die Lehre von Galenus . . . . .	4
2. Der doppelte Kreislauf . . . . .	5
B. Das Netz der Kapillaren . . . . .	6
1. Die HaargefäÙe . . . . .	8
2. Die Querverbindungen im GefäÙnetz . . . . .	10
C. Die Blutbahnen, ihre Anordnung und ihr Bau . . . . .	12
1. Das erweiterte Kreislaufbild . . . . .	12
2. Der Pfortaderkreislauf und die doppelte Blutversorgung . . . . .	12
3. Der Feinbau der GefäÙwände . . . . .	15
4. Arterien und Venen . . . . .	16
D. Das Herz, Antriebsorgan des Kreislaufes . . . . .	18
1. Der Aufbau des Herzens . . . . .	18
2. Das Herz als Kraftwerk . . . . .	19
3. Das Herz als Pumpwerk . . . . .	19
4. Der Rhythmus des Herzens . . . . .	20
E. Der Lymphkreislauf . . . . .	21
Nachwort . . . . .	25
Fach- und Fremdwörter . . . . .	26
Forscher und Ärzte . . . . .	28

**PREIS 60 PFENNIG**

Gesetzt von Offizin Haag-Drugulin, Leipzig (M 103)  
Druck des Umschlages von Wolfgang Leff, Borsdorf bei  
Leipzig (M 15) und des Innenteils von Fischer & Wittig,  
Leipzig (M 165)

Bestell-Nr. 12529

1.-100.Tausend · Lizenz Nr. 334 · 1000/48-297

Alle Rechte vorbehalten

Herz und Gefäße gehören zu den Organen unseres Körpers, die jedem vertraut sind. Ihre Arbeit verrät sich sogar durch die Haut; wenn zum Beispiel die Sehnen des Halses bei schwerem Heben gespannt werden, füllen sich die Adern mit Blut und treten oft deutlich sichtbar als dunkle Stränge unter der Haut hervor.

Auch das Herz spielt in unserem Bewußtsein eine große Rolle, obwohl wir es niemals sehen. Aber es zeigt seine Anwesenheit und Leistung deutlich, wenn es sich bei starken Anstrengungen oder seelischen Erregungen durch «Herzklopfen» meldet, wenn es «vor Freude hüpf», «vor Wut bis zum Halse» schlägt oder vor Schreck stillzustehen droht. Die Fülle volkstümlicher Redewendungen beweist, wie stark die Arbeit des Herzens mit unseren Lebenserfahrungen verknüpft und im Bewußtsein der Menschen verankert ist. Oft wird das Herz als Sinnbild des Gefühlslebens betrachtet, für das es jedoch nicht verantwortlich gemacht werden kann.

Der vorliegende Band schildert Bau und Leistung unserer Kreislauforgane, er berichtet über neue Forschungsergebnisse und wird Bekanntes in neuem Lichte zeigen; er berichtigt auch übertriebene Vorstellungen über die Rolle des Herzens. Die notwendige Ergänzung über Wesen und Aufgabe unseres Blutes bringt der in Vorbereitung befindliche Band «Gesundes Blut — Krankes Blut» in der gleichen Serie der Sammelbücherei.

## A. Der Kreislauf des Blutes

### 1. Die Lehre von GALENUS

Daß Herz und Blut für unser Leben von allergrößter Bedeutung sind, gehört zu den ältesten Erkenntnissen des Menschen über sich selbst. In den Lehrsystemen der großen Ärzte des klassischen Altertums, zum Beispiel des HIPPOKRATES um 400 vor Christus und des GALENUS im 2. Jahrhundert nach der Zeitenwende spielen sie eine große Rolle. Aber jene Vorstellungen von Bau und Leistung des Herzens und der Gefäße waren noch recht unklar und zum großen Teile falsch. Das beweist uns zum Beispiel Abbildung 1, die nach GALENUS neu gezeichnet wurde. Bei dieser Darstellung wird das Blut in Magen und Leber dauernd neugebildet. Von hier aus fließt es einesteils zum Herzen, andernteils direkt in die Körpergewebe. Im Herzen, dessen Scheidewand noch durchbrochen sein müßte, soll es sich mit dem aus der Lunge stammenden «Pneuma» mischen, um dann ebenfalls im Körpergewebe zu verschwinden. Auch die Lunge wird mit dem aus der Leber stammenden Blute versorgt. Die verschiedene Wiedergabe dunkler und heller Gefäße soll andeuten, daß auch GALENUS schon eine Vorstellung vom Unterschiede zwischen frischem pneumahaltigem und verbrauchtem Blute besaß; aber von der Zweiteilung des Herzens und dem Kreislauf des Blutes wußte GALENUS noch nichts. Seine Lehrmeinung, in immer erneuten Abschriften und späteren Neudrucken dem medizinischen Unterricht zugrunde gelegt, blieb Dogma das ganze Mittelalter hindurch und durfte nicht angezweifelt werden. Als zum Beispiel WITTICH VON WESEL, genannt VESALIUS, im 16. Jahrhundert mit wissenschaftlichen Methoden an Leichen die Grundlagen der menschlichen Anatomie erforschte und dabei auf die Irrtümer GALENUS' aufmerksam machte, wurde er von der Kirche verfolgt.

Den Kreislauf des Blutes, allerdings ohne Kenntnis der sogenannten Haargefäße oder Kapillaren, lehrte als erster 1628 ein berühmter englischer Arzt, HARVEY. Auch er mußte Anfeindungen und Spott der Zeitgenossen erfahren. 1652 konnte MARCHETTI durch Injektionen die Verbindung zwischen den feinsten Ästen der Arterien und Venen nachweisen, und MALPIGHI beobachtete 1661 den Kapillarkreislauf unter dem Mikroskop. Erst mit dieser Erkenntnis war das Kreislaufbild vollständig, das seitdem den Namen «der doppelte Kreislauf» führt.

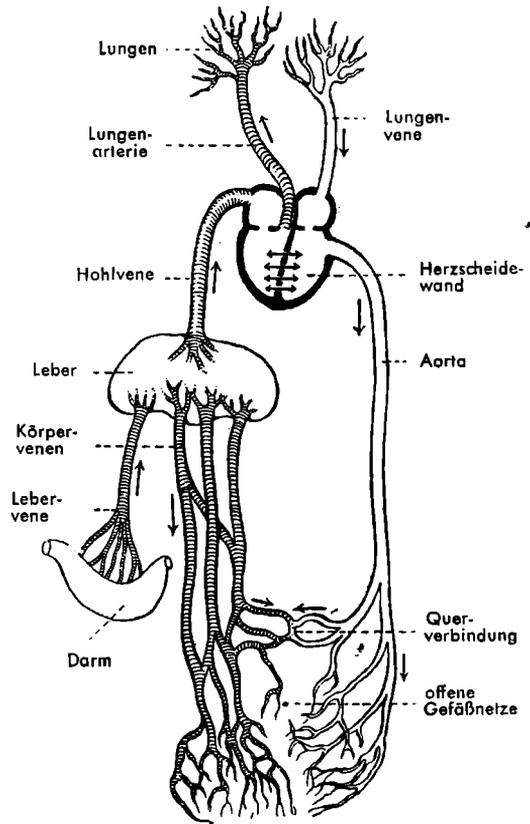


Abb. 1

Blutbahnen nach den Vorstellungen von Galenus (Neuzeichnung). Die Kenntnis der Kapillaren und eines Kreislaufes des Blutes fehlte völlig. Eine Verbindung zwischen rechter und linker Kammer besteht in Wahrheit nicht. Ihre Annahme war die Folgerung aus der ebenfalls falschen Vorstellung, daß das Blut in Magen und Leber neugebildet würde, um von da zum Teil nach dem Herzen, zum Teil in den Körper zu fließen, wo es in den Geweben «versickere». – Danach mußten dauernd große Flüssigkeitsmengen neugebildet werden und wieder verschwinden. Dem Autoritätsglauben des Altertums und Mittelalters bot diese Vorstellung keine Schwierigkeit. Erst der englische Arzt WILLIAM HARVEY (1578—1657) erkannte ihre Unmöglichkeit und entwickelte die Lehre vom dauernden Kreislauf des Blutes, die er 1628 veröffentlichte.

## 2. Der doppelte Kreislauf

Die Abbildung auf der zweiten Umschlagseite verdeutlicht die Grundzüge des doppelten Kreislaufs. Das Herz ist im Längsschnitt von vorn gesehen gezeichnet. Die vielen Verzweigungen unserer Adern sind in wenigen Bögen dargestellt. Unser Herz ist durch eine geschlossene Scheidewand in zwei völlig getrennte Hälften geteilt; jede besteht aus Vorhof und Herzkammer mit einer weiten Verbindung zwischen ihnen. In der Mittellinie entspringen dem Herzen zwei große Gefäße, die Aorta oder Körperarterie links, die Lungenarterie rechts. Der durch Pfeile gekennzeichnete Kreislauf führt das Blut aus der linken Kammer durch die Aorta in das Kapillarnetz des Körpers, dann durch die obere und untere Hohlvene zurück ins Herz, in die rechte Vorkammer.

Diesen Teil nennen wir den großen oder Körperkreislauf. Aus der rechten Herzkammer gelangt das Blut durch die Lungenarterie in die Lunge, von da durch die Lungenvenen in die linke Vorkammer und in die linke Kammer. Das ist der kleine oder Lungenkreislauf. Alle vom Herzen wegführenden Adern heißen Arterien oder Schlagadern, die rückführenden dagegen Venen oder Blutadern. Die feinsten Verbindungsgefäße, fast mit Haaren vergleichbar, nennen wir Haargefäße oder Kapillaren. Die Benennung des Blutes ist nicht so folgerichtig: aus den Lungen fließt hellrotes, sauerstoffreiches Blut durch die linke Herzhälfte und die Körperarterien, wir nennen es deshalb arteriell. Das Blut, das durch die Körpervenen ins Herz zurückkehrt, wird venös genannt; es ist sauerstoffarm und dunkel. Auch am Herzen können wir demnach die linke arterielle von der rechten venösen Hälfte unterscheiden. Für die Lungengefäße des kleinen Kreislaufs aber gelten gerade die umgekehrten Bezeichnungen: die Lungenarterien führen venöses, die Lungenvenen arterielles Blut.

Soweit der erste vereinfachende Überblick; die Wirklichkeit freilich ist verwirrend vielfältiger.

## **B. Das Netz der Kapillaren**

Von den drei Teilen des Kreislaufs, dem Herzen, den größeren Adern und dem Kapillarnetz, wird der dritte, am spätesten entdeckte, oft am wenigsten beachtet. Es hat sich aber bald erwiesen, daß er dem Raume nach der ausgedehnteste von ihnen ist, in seinem Bau darüber hinaus vielseitiger als die beiden anderen und in seiner Leistung daher ganz besonders wichtig. Kapillaren durchziehen alle Teile unseres Körpers vom Scheitel bis zur Sohle, vom Herzen sogar bis in die Fingerspitzen. Je nach Aufgabe und Leistung des durch sie versorgten Organes sind sie ganz verschieden angeordnet; in ihnen spielt sich die eigentliche Arbeitsleistung unseres Blutes ab. In den Gefäßen des Darmes nimmt es Nährstoffe auf, in der Lunge erfolgt der Gasaustausch und durch die Wand der Körperkapillaren werden Nährstoffe und Sauerstoff an die Körperzellen abgegeben. Das Kreislaufschema der 2. Umschlagseite ist also sehr stark vereinfacht. Die Kapillaren bilden in Wahrheit ein feinverzweigtes Netz, von dem die Abbildungen 2–5 und das Bild der Umschlagrückseite eine Vorstellung geben sollen. In den langgestreckten Muskelfasern (Abb. 2) folgen die Kapillaren der Längsrichtung der Muskeln; zwischen den Zellen des Gehirns (Abb. 3) bilden sie feinste Gitter, in der Unterhaut (Farbbild der Umschlagrückseite) flache Geflechte, aus denen Schlingen bis zur Oberhautgrenze aufsteigen. Ähnlich ist es im Darm mit seinen Zotten. Besonders kennzeichnend ist die Anordnung der Haargefäße in den Organen, in denen das Blut selbst

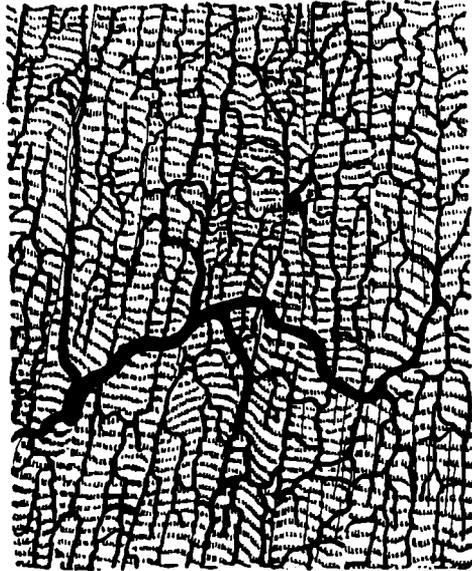


Abb. 2

Kapillarnetz in den Muskeln. Zwischen und auf den Muskelfasern, ihrer Längsrichtung folgend, laufen die Arterienästchen, die sich in die feinsten Verzweigungen der Haargefäße auflösen und dann wieder in den Venen sammeln (50fache Vergrößerung).

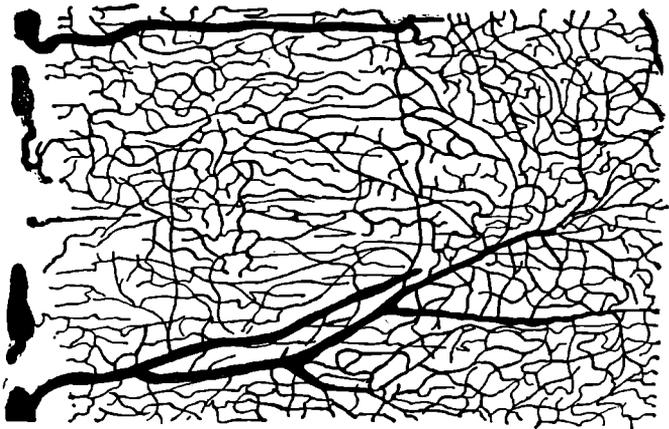


Abb. 3 Kapillarnetz in der Hirnrinde (50fache Vergrößerung). In den ernährenden Hirnhäuten (der pia mater der alten Anatomen) bilden die feinsten Blutgefäße ein fast unentwirrbares Geflecht. Die Hirnzellen sind sehr stark mit Blut versorgt; eine abch nur kurze Unterbrechung bewirkt sofortige Ohnmacht und raschen Tod.



Abb. 4

Querschnitt durch ein sogenanntes Leberläppchen (30fache Vergrößerung). In der Leber ist das Blut der Werkstoff, der verarbeitet und gereinigt wird. Die zuführenden Lebergefäße verlaufen in den umhüllenden und trennenden Bindegewebshäuten. Die feinen Kapillaren sammeln sich in der Mittelachse zu einer Zentralvene. Neben diesen venöses Blut führenden Gefäßen laufen in den Wänden auch feine Arterien, die die Leber mit sauerstoffreichem Blute versorgen. Man spricht deshalb von doppelter Blutversorgung.

bearbeitet wird. In den Leberläppchen (Abb. 4) verlaufen die Kapillaren von der Wand strahlig nach dem Innern, in den Wänden der Lungenbläschen (Abb. 5) bilden sie ein Netzwerk mit feinsten Maschen. Dieser Vielfalt der Anordnung entspricht eine Vielseitigkeit der Arbeitsleistung.

### 1. Die Haargefäße

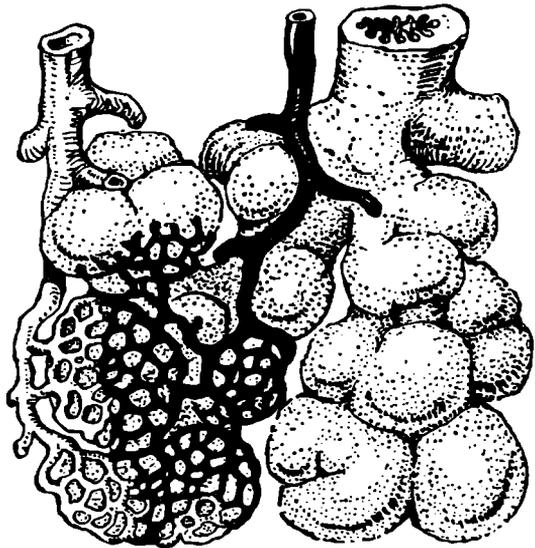
Alle Endschlingen der Gefäße stimmen trotz der großen Unterschiede ihrer Anordnung im Feinbau überein. Ihre Wände sind sehr dünn und bestehen nur aus einer einzigen Lage flacher Zellen. Jede Schlinge (Abb. 6) ist etwa  $\frac{1}{2}$  mm lang und  $\frac{1}{100}$  mm dick, so daß die Blutkörperchen nur in einer Reihe hintereinander hindurchschlüpfen können. Die Haargefäße sind also noch viel feiner als die Haare, nach denen sie benannt sind. Ein Bluttröpfchen benötigt für diesen Weg etwa  $\frac{5}{8}$  einer Sekunde. Da es auf einem Gesamtumlauf durch den Körper, der etwa 23 Sekunden dauert, im allgemeinen nur zweimal, nämlich im Körper und in der Lunge, eine Kapillare durchfließt, arbeitet es in den 23 Sekunden im ganzen nur  $1\frac{1}{4}$  Sekunde. Die ganze andere Zeit braucht es, um vom Herzen zur Arbeitsstätte und wieder zurück zu gelangen. Wie ist es möglich, daß das Blut in dieser kurzen Zeit von weniger als 2 Sekunden solch außerordentliche Leistungen vollbringt?

Da alle Organe unseres Körpers von den feinen Netzen der Kapillaren durchzogen sind, wie sie die Abbildungen 2–6 zeigen, muß die Anzahl der Haargefäße außerordentlich groß sein. Wir können sie aber natürlich nicht auszählen oder auch nur einigermaßen befriedigend abschätzen. Wie kommen wir trotzdem zum Ziele? Auf einem Umwege war es der wissenschaftlichen Forschung möglich, ein sicheres Ergebnis zu gewinnen, und zwar auf Grund von Beobachtungen und Messungen des Durchmessers der Blutgefäße und der Geschwindigkeit des in ihnen fließenden Blutes. Folgen wir einmal ihren Gedankengängen: es ist bekannt, daß die Fließgeschwindigkeit des Wassers je

nach der Weite des Flußbettes verschieden groß ist und um so höhere Werte annimmt, je enger die zu durchfließende Stelle ist. Ähnlich verhält es sich mit dem Blutstrom in unseren Adern. Da sich die gesamte Blutmenge in einem dauernden Kreislauf befindet, muß in einer bestimmten Zeit, also etwa in einer Sekunde, durch jeden Gesamtquerschnitt des Blutgefäßnetzes stets die gleiche Menge Blut bewegt werden. Ist die Gesamtweite groß, so kann es langsamer fließen, ist die Weite geringer, so muß die Geschwindigkeit größer sein. Nun kann man aber beides, Weite der Gefäße und Blutgeschwindigkeit in ihnen, leicht messen: in der Aorta mit einem Querschnitt von 8 qcm fließt es in der Sekunde 40 cm, in den beiden Hohlvenen mit zusammen 16 qcm nur 20 cm pro Sekunde, in den Kapillaren aber 0,08 cm je Sekunde. Je größer der Querschnitt, desto geringer die Geschwindigkeit. Das gilt aber ebenso auch umgekehrt. Man kann aber auch von der Geschwindigkeit auf den Querschnitt schließen. Da das Blut in den Kapillaren fünfhundertmal langsamer als in der Aorta fließt, muß der Querschnitt aller Kapillaren fünfhundertmal so groß wie die Weite der Aorta, also  $500 \times 8$  qcm oder 400 000 qmm sein. Eine einzelne Kapillare ist aber nur 0,00008 qmm weit. Eine einfache Division ergibt also die Zahl der Kapillaren zu  $400\,000 : 0,00008 = 5\,000\,000\,000!$  Die Gesamtzahl der Haargefäße beträgt also rund fünftausend Millionen oder 5 Milliarden! Diese Zahl ist zu groß, als daß wir uns dabei etwas vorstellen könnten. Versuchen wir, sie uns

Abb. 5

Kapillarnetz eines Lungen-trübchens (80fache Vergrößerung). Die feinsten Äste der Bronchien in den Lungenenden in traubenartig angeordneten Lungenbläschen. In ihren Wänden verzweigen sich die Lungenarterien zu netzartigen Gittern und bringen damit das venöse, sauerstoffarme Blut in dichteste Berührung mit der sauerstoffführenden Atemluft der Lungenbläschen. Durch ihre Wand hindurch erfolgt dann der Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid.



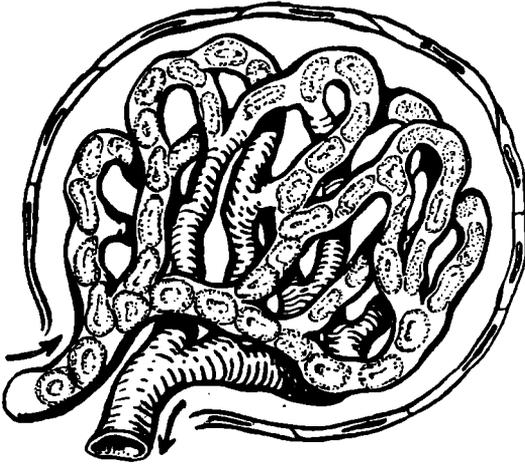


Abb. 6

Kapillarschlingen in einer Nierenkapsel (150fache Vergrößerung). Sie erinnern an einen verwirrten Fadenknäuel. Die mehrfach verzweigten Einzelschlingen sind jede etwa  $\frac{1}{2}$  mm lang, aber nur  $\frac{1}{100}$  mm weit, so daß die roten und weißen Blutzellen nur in Reihe hintereinander sich hindurchzwängen können. Die Wand der Feinstgefäße ist ganz dünn und besteht nur aus einer Zellschicht.

etwas zu veranschaulichen: bei einer Länge von durchschnittlich  $\frac{1}{2}$  mm für die Einzelschleife würden alle Kapillaren aneinandergereiht ein Rohr von 2500 km Länge ergeben. Ihre Innenwandfläche aber, durch die der Austausch aller Nährstoffe und Stoffwechselprodukte erfolgt, ist etwa so groß wie der Fußboden eines kleinen Saales. Damit ist die Bedeutung der großen Anzahl der Kapillaren verständlich geworden; sie ermöglicht es, daß das Blut in der kurzen Zeit von  $\frac{5}{8}$  Sekunden beim Durchlauf durch die Kapillarschlingen seine Aufgaben erfüllen kann.

## 2. Die Querverbindungen im Gefäßnetz

Es wäre natürlich ganz unwirtschaftlich, wenn alle Kapillaren stets gleichmäßig mit Blut gefüllt wären. Das ist auch nicht der Fall. Die Blutfülle wird vielmehr nach der Stärke des Verbrauchs geregelt, je größer also die Leistung, desto besser ist die Blutversorgung. So erhält ein tätiger Muskel vierzigmal soviel Blut wie ein ruhender. Nach reichlichem Essen werden wir müde, weil das Blut in den Eingeweiden sich sammelt; «ein voller Bauch studiert nicht gern», sagt ein altes Sprichwort. Und umgekehrt «raucht uns der Kopf» bei eifrigem Studium oder geistiger Arbeit, und die Füße werden kalt; ein stark arbeitendes Gehirn muß eben auch besser mit Blut versorgt werden. Auch seelische Erregungen können die Blutfülle namentlich in der Haut ändern: Angst und Schrecken lassen uns erblasen, in Zorn und Wut rötet sich das Gesicht und «das Blut steigt uns zu Kopfe», oftmals sehr gegen unsere Absicht und unseren Willen. Alle diese Vorgänge vollziehen sich unbewußt; wir können sie weder absichtlich hervorrufen noch verhindern, vielmehr hat es den

Anschein, als ob von einer zentralen Stelle die Hebel für die Zu- und Abschaltungen im Kapillarnetz bedient würden. Wo liegen nun die Hebel und wo sitzen die Schaltmeister?

Bei den Arterien wird die wechselnde Füllung durch die Muskelschichten in ihrer Wand ermöglicht, von denen wir im Abschnitt C3 noch Genaueres erfahren werden; die Kapillaren jedoch haben nur eine einschichtige dünne Wand ohne Muskelfasern. Dafür sind in das Gefäßnetz vor den Haargefäßen besondere Querverbindungen eingebaut, die man auch als «Kurzschlüsse» bezeichnet hat. Die beiden farbigen Abbildungen auf der vierten Umschlagseite erklären uns ihre Wirkungsweise. Im oberen Bilde sind die Hauptgefäße «kurzgeschlossen» und die Kapillaren infolgedessen ganz schwach gefüllt: die Haut erscheint blaß. Im unteren Bilde dagegen sind die Querverbindungen geschlossen; nunmehr strömt das Blut unter vollem Druck in die Kapillaren, und die Haut ist blutreich und stark gerötet. Solche Querverbindungen oder Kurzschlüsse zwischen den Arterien und Venen finden sich auch in den übrigen Organen unseres Körpers.

Und die Schaltmeister? Es gibt deren eine ganze Reihe, und sie geben ihre Befehle auf zwei ganz verschiedenen Wegen. Die Reize werden vom Nervensystem zu den Gefäßen geleitet, wobei der vom Gehirn ausgehende «herumschweifende Nerv» (Vagus) eine Erweiterung, der sogenannte Eingeweidenerv (Sympathicus) eine Verengung der Gefäße bewirken kann. Daneben aber kreisen im Blute selbst Trieb- oder Wirkstoffe (Hormone), die die Blutfülle der Kapillarnetze beeinflussen. Sie werden von den Drüsen mit innerer Sekretion, zum Beispiel den Nebennieren, dem Hirnanhang und der Schilddrüse, unmittelbar ins Blut abgegeben und können direkt auf die Kapillaren einwirken. Näheres hierüber berichtet der Band «Hormone» in derselben Serie «Der Mensch» unserer Sammelbücherei II.

Es spiegeln sich also die Tätigkeit der Muskeln, die Arbeit der Drüsen und Verdauungsorgane, die Einflüsse von Wärme und Kälte, von Erkrankungen und seelischen Erregungen wider im Blutreichtum der Kapillaren. Die Blutfülle eines Organes steht in unmittelbarem Zusammenhang mit seiner Leistung, sie sind funktionell voneinander abhängig. Das muß nicht immer äußerlich sichtbar werden. Bei der Verdauungsarbeit zum Beispiel verrät es sich nur indirekt durch die schwächere Blutversorgung anderer Organe. Seelische Erregungen hingegen zeigen sich deutlich in der wechselnden Füllung der Kapillaren unserer Haut. Geschulte Beobachter, Ärzte, Richter und gute Menschenkennner beachten dieses Spiel und können daraus oft wertvolle Schlüsse ziehen.

## C. Die Blutbahnen, ihre Anordnung und ihr Bau

Für unseren Blick haben sich nunmehr die schematischen Kapillarnetze des Übersichtsbildes auf der zweiten Umschlagseite zu einem ausgedehnten, den ganzen Körper durchziehenden Netz erweitert. Dasselbe müßten wir nun auch für die Arterien und Venen versuchen und das erweiterte Kreislaufbild zeichnen. An die Stelle eines neuen Schemas mögen die beiden Abbildungen 7 und 8 treten, welche die natürlichen Verhältnisse, allerdings auch unter Weglassen von Einzelheiten, angenähert wiederzugeben versuchen.

### 1. Das erweiterte Kreislaufbild

In Abbildung 7 sind nur die Hauptstämme der Adern unter Verzicht auf die Kapillarnetze dargestellt. Wir sehen das Herz in Vorderansicht zwischen den beiden Lungenflügeln. In der Mitte entspringt nach oben die aufsteigende Aorta. Sie gibt zunächst die dünneren, auf dem Herzen sich ausbreitenden Kranzarterien ab. Von dem oberen Bogen zweigen die Arm- und Kopfschlagadern ab. Dem hinter dem Herzen absteigenden Stamm entspringen in der Bauchhöhle zunächst die auf dem Bilde nicht dargestellten Arterien zu Magen, Milz und Darm, dann nach rechts und links die beiden Nierenarterien. Schließlich erfolgt die Verzweigung in die Schenkelarterien.

Die neben der Aorta entspringende Lungenarterie gabelt sich sofort in die beiden kurzen Lungenäste. Sie ist im Bilde hell gehalten, weil sie venöses Blut führt.

Von den Venen fallen die beiden Hauptäste der oberen und unteren Hohlvene ins Auge. Die erste entsteht aus den Arm- und Halsvenen, aus den Oberschenkelvenen die zweite, die darauf von rechts und links die Nierenvenen und endlich kurz vor dem Brustkorb die Zweige der Lebervenen aufnimmt. Die Lungenvenen sind im Bilde nicht sichtbar. Auch auf die Wiedergabe der weiteren Verzweigungen und der Kapillarnetze wurde der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

### 2. Der Pfortaderkreislauf und die doppelte Blutversorgung

In jedem der beiden Kreisläufe durchfließt das Blut nur einmal die Kapillaren. Eine Ausnahme bilden die von Magen, Milz und Darm kommenden Venen (Abb. 8). Sie vereinigen sich zu einer starken, kurzen Vene, nach ihrer Lage an der sogenannten Leberpforte von alters her Pfortader genannt. Sie führt das mit Nährstoffen beladene Blut in ein neues Kapillarnetz innerhalb der Leber. Hier fließt es in den Leberläppchen (vgl. Abb. 4) vom Rand zu den Mittelvenen. Diese sammeln sich dann in den Lebervenen und münden

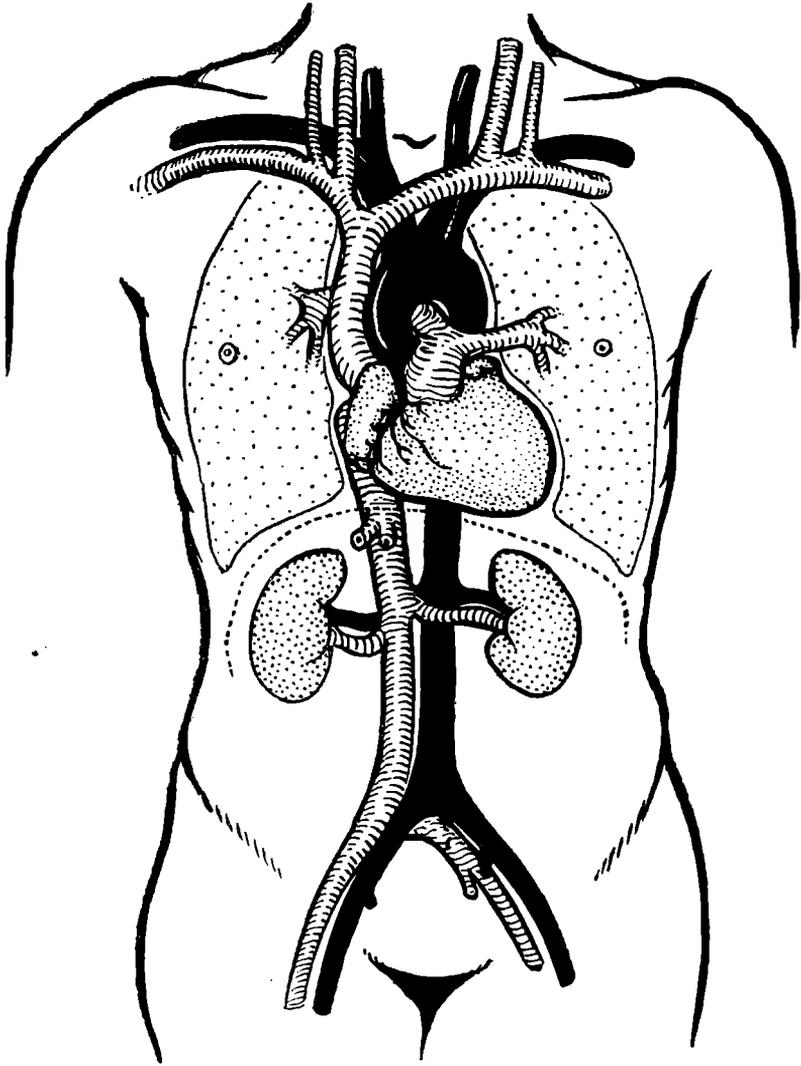


Abb. 7

Hauptstämme der großen Gefäße. Nur die Anfangs- und Endteile sowie Herz, Lungen und Nieren sind eingezeichnet. Die Arterien sind dunkel, die Venen hell gehalten.

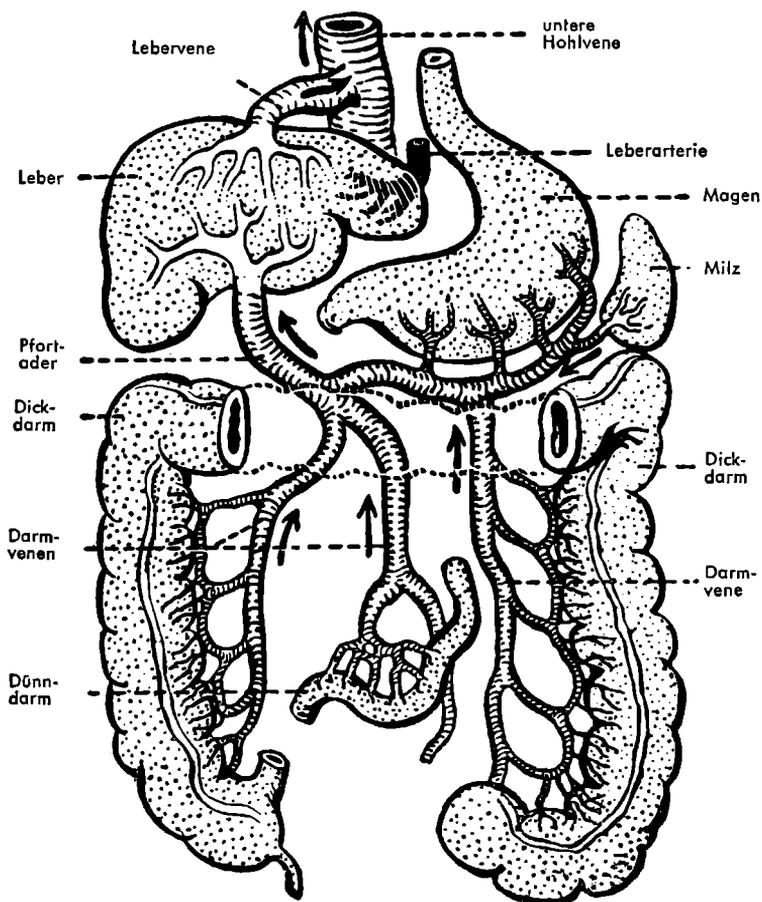


Abb. 8

Der Pfortaderkreislauf. Wiedergegeben sind nur die von Magen, Milz und den Darmschlingen zur Leber führenden Venen. Vom Darm ist der größte Teil des Dünndarmes weggelassen, der unter dem Magen quer verlaufende Teil des Dickdarmes ist gestrichelt gezeichnet.

schließlich in die unteren Hohlvenen. Man hat diesen Teil des venösen Kreislaufs auch als Pfortaderkreislauf bezeichnet. Das vom Darm kommende Blut wird in der Leber als Werkstoff verarbeitet, vor allem werden Abbaustoffe der roten Blutkörperchen als Gallensaft in den Darm entleert und Blutzucker als tierische Stärke oder Glykogen gespeichert. Dies Blut ist aber venös, das heißt sauerstoffarm. Die Leber bekommt deshalb den für ihre Arbeit notwendigen Sauerstoff durch eine besondere Arterie zugeführt (vgl. Abb. 8). Sie enthält also zwei verschiedene Kapillarnetze, so daß von einer doppelten Blutversorgung gesprochen wird. Ähnlich ist es beim Herzen selbst und bei den großen Adern, namentlich den Schlagadern, in deren Wänden ebenfalls ernährende Gefäße laufen.

### 3. Der Feinbau der Gefäßwände

Arterien und Venen zeigen deutliche Unterschiede: die einen erscheinen als straffe, feste Röhren, die anderen sind weich und schlaff. Die Abb. 9 zeigt oben die Wand der großen Aorta und unten die einer Hohlvene, beide in dreißigfacher Vergrößerung. In der dicken, starren Wand der Schlagader sind deutlich mehrere Schichten zu unterscheiden. Auf eine dünne innere Haut folgt die dicke Mittelschicht. Sie besteht aus einer welligen, elastischen Membran, die sich im Bilde schwarz heraushebt, und aus dem Muskelrohr, das aus Ring- und Längsmuskeln besteht. Umhüllt wird das Ganze von einer Außenhaut; in ihr

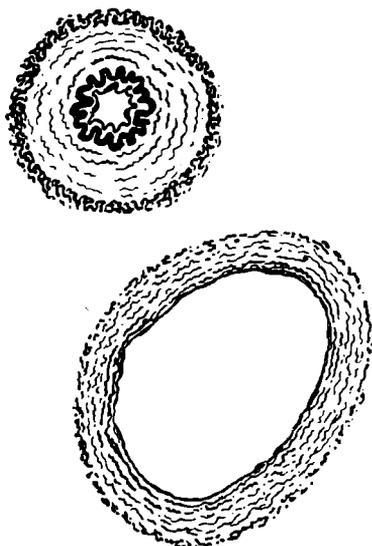


Abb. 9

Querschnitte durch Vene [unten] und Arterie [oben] (30fache Vergrößerung). Der Unterschied in Größenverhältnis und Wanddicke von Arterie und Vene ist bedingt durch deren verschiedene Aufgaben und Leistungen. Durch den engen Hohlraum der Aorta fließt in den gleichen Zeit die doppelte Blutmenge unter hohem Druck und mit der doppelten Geschwindigkeit als durch die weite, schlaffe Vene.



Abb. 10

Taschenförmige Hautklappen in der Innenwand der Vene. Sie sitzen vornehmlich kurz vor der Vereinigung zweier Venenstämme und verhindern damit das Überfließen gestauten Blutes in einen Nebenast. Die hinter den Klappen nach dem Herzen zu liegenden bauchigen Erweiterungen füllen sich beim Rückstau mit Blut und erleichtern den sicheren Verschluss der Taschenventile.

verlaufen die ernährenden Blutgefäße, so daß auch hier eine doppelte Blutversorgung vorliegt. Die in der Abbildung unten dargestellte Vene hat eine dünne schlabbe Wand. Auch sie zeigt die drei Schichten; die innere Schicht ist aber viel schwächer, die elastische Membran nur in Resten vorhanden und der Muskelmantel offenbar weniger leistungsfähig. An vielen Stellen, zum Beispiel in den Venen der Beine, trägt die Innenwand halbmondförmige Taschen (Abb. 10). Sie stehen vornehmlich kurz vor der Vereinigung zweier Venenstämme und verhindern bei Stauungen ein Zurückfließen des Blutes.

#### 4. Arterien und Venen

Dem Unterschied im Aufbau entspricht die verschiedene Leistung. Die Schlagadern fangen durch eine elastische Dehnung der Faserschicht in ihrer Wand die starken Druckwellen des Herzschlages auf und zwingen das Blut durch ihre Ringmuskeln auch zwischen den einzelnen Pulsstößen zu gleichmäßigem Vorwärtsströmen. Es entsteht dabei ein starker Überdruck, der in der Aorta auf etwa 140 mm Quecksilbersäule ansteigen kann. (Abb. 11 zeigt die Kurve des Druckverlaufs in der Aorta.) Im Wechselspiel zwischen elastischer Dehnung und eigentätiger Zusammenziehung arbeiten die Arterien dauernd und unterstützen so das Herz. Sie wirken wie die Windkessel einer Feuerspritze' ausgleichend auf den Druck. Denn da das Blut wie alle Flüssigkeiten sich nicht zusammenpressen läßt, müßten sich sonst die Herzschläge wie harte Stöße bis in die Haargefäße fortpflanzen. Rasch, mit 9 m Geschwindigkeit in der Sekunde, laufen die Pulswellen über die elastische Arterienwand hin; mit einer geringeren Geschwindigkeit — 40 cm in der Sekunde — fließt in den Röhren das Blut selbst in starkem Strome wie in einem jungen Gebirgsflusse. Wehe, wenn die Wand einer Hauptarterie einreißt oder verletzt wird! In starken rhythmischen Strahlen spritzt dann das hellrote Blut oft meterweit, und die Gefahr rascher Verblutung droht. Aber die Wahrscheinlichkeit schwerer Verletzungen ist verhältnismäßig gering; denn die großen Schlagadern liegen

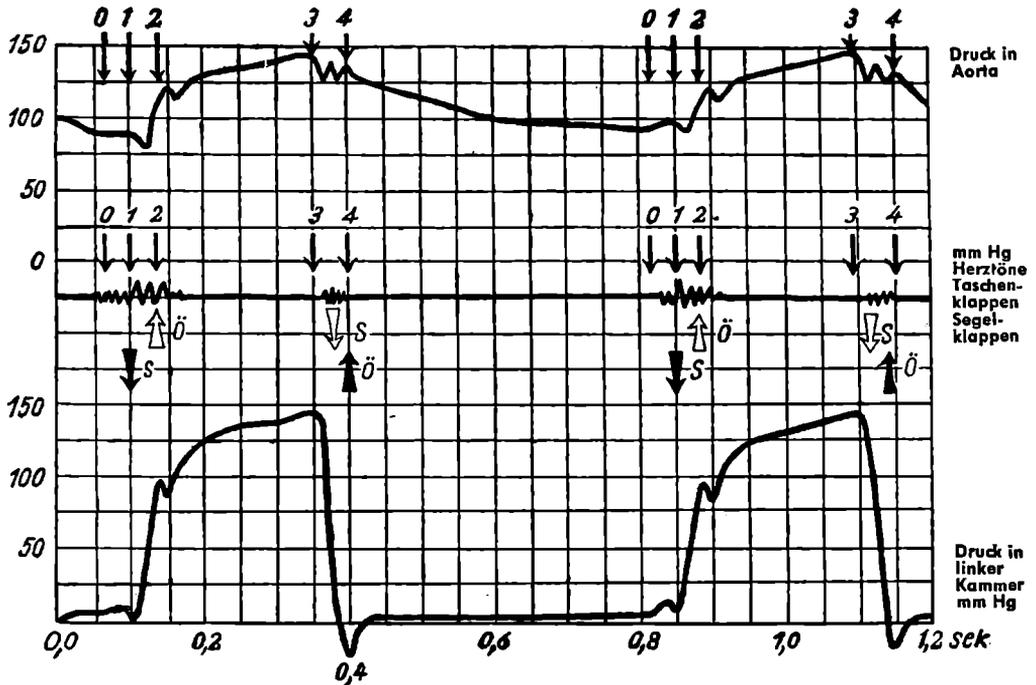


Abb. 11

Kurven des Druckablaufs in Aorta und Herzkammer, Aufzeichnung der Herztöne, Zeitpunkte der Öffnung  $\uparrow$  und des Schlusses  $\downarrow$  der Klappen. Nach K. Hürthle, aus K. Bürker, abgeändert. (K. Bürker: Die Lebensvorgänge des menschlichen Körpers. Menschenkunde Bd. II, K. V. Lutz' Verlag, Stuttgart 1925/29.) Waagrecht ist die Zeit aufgetragen, die senkrechten Linien entsprechen Zeitabschnitten von je  $\frac{1}{20}$  Sekunden. Die nach oben übereinander folgenden Waagerechten entsprechen einem Druckanstieg von je 25 mm Quecksilbersäule. Die beiden Druckkurven sind durch eine starke waagerechte Linie, auf der die Herztöne aufgezeichnet sind, getrennt. Die über den kurzen senkrechten Pfeilen stehenden Zahlen bedeuten:

0: Ende der Herzpause, Beginn der Kontraktion der Herzkammern.

1: Kontraktion der Herzkammer. Schluß der Segelventile zwischen Vor- und Herzkammer (S), rascher Druckanstieg in der Kammer. Verstärkung des Herzmuskeltones durch starke Kontraktion der Kammerwand.

2: Öffnung der Taschenklappen in den großen Arterien (Ö), daher in der Kammer verlangsamer, in der Aorta rascher Druckanstieg.

3: Ende der Zusammenziehung der Kammer, rascher Druckabfall hier, langsamerer Abfall in der Aorta. Kurz darauf Schluß der Taschenklappen in den Gefäßen (S), Klappenton des Herzens, schwankender Druck in der Aorta.

4: Öffnen der Segelventile (Ö), Füllung der Herzkammern aus den Vorkammern, Beginn der Herzpause. Allmählicher, durch die elastische Wand verursachter Druckabfall in der Aorta. — Der in der Kammer für kurze Zeit entstehende Unterdruck wirkt ansaugend auf das Blut aus Vorkammern und Venen. Die starken Pfeile mit den Bezeichnungen S und Ö bedeuten Schluß und Öffnung der Ventile. Die lange Pause ohne Druckänderung von 4 bis 0 mit einer Dauer von 0,4 Sekunden ist die sogenannte Herzpause, in der der Herzmuskel ruht und für den nächsten Herzschlag Kraft sammelt,

fast überall sehr tief; nur an wenigen Stellen, am Kopf, am Hals und vor allem am Handgelenk können wir die Druckwellen als Pulsschlag durch die Haut hindurch fühlen und daran den Herzschlag beobachten.

Damit verglichen erscheinen die Venen wie breite Ströme der Tiefebene, die, bis zum Ufer gefüllt, ihre Wassermengen nur mühsam fortbewegen und sich oft zu Buchten und Seen erweitern. Langsam, von den Taschenventilen wie von Dämmen und Buhnen geleitet, fließt das dunkelrote Blut in trägem Strome in den oberflächlich liegenden Venen zum Herzen zurück, oft in den Verzweigungen sich stauend und die Wände stark ausweitend. Die dünnen, muskelschwachen Wandungen der Venen sind dem starken Drucke, namentlich in den Unterschenkeln, oft kaum gewachsen. Hilfe leisten dann die Körpermuskeln, die durch ihren Druck das Blut, von den Taschenklappen unterstützt, in die Richtung zum Herzen zwingen.

## **D. Das Herz, Antriebsorgan des Kreislaufes**

Im Mittelpunkt des Kreislaufes, wörtlich und in übertragenem Sinne, steht das Herz. Es vereint Kraftwerk, Pumpwerk und Schaltwerk in einem einzigen Organe: es erzeugt aus selbst beschafften Betriebsstoffen seine Arbeitsenergie, es pumpt unermüdlich als Druckpumpe mit selbsttätigen und gesteuerten Ventilen das Blut durch den Körper, und es gibt sich selbst die Befehle für seine regelmäßige Schlagfolge. Ein Abbild für diese Dreiteilung der Aufgabe zeigt das Farbbild auf der Titelseite.

### **1. Der Aufbau des Herzens**

Wieder erkennen wir im Längsschnitt die Zweiteilung des Herzens mit den 2 Vorhöfen und den 2 Kammern. Den Antrieb für das Blut liefert die kräftig rot dargestellte Muskelwand der Vorhöfe und der Kammern. Sie ist am stärksten in der linken Kammer und besteht aus eng miteinander verflochtenen Muskelfasern. Ihre Innenwand springt vielfach mit Wänden und Zapfen, von denen unser Bild nur einige wiedergibt, ins Innere vor. Innen und außen überziehen dünne glatte Häute die Muskelschicht, ähnlich also wie in den großen Gefäßen.

Ansatzstelle und Stütze für diesen arbeitenden Teil des Herzens ist ein im Bilde hell gezeichnetes Gerüst aus nicht tätigen und daher nicht ermüdenden elastischen Bindegewebsfasern. Sie bilden vor allem die vier nebeneinander liegenden Ringe zwischen den Vorhöfen und den Herzkammern. Von ihnen aus ziehen sich Stützfasern in die Herzwände, vor allem sind an ihnen die ebenfalls aus zähem Bindegewebe bestehenden Herzventile befestigt. An den beiden äußeren Ringen hängen nach unten die großen Segelventile, an die

inneren schließen sich nach oben die halbmondförmigen Taschenklappen an. Der dritte Bauteil, im Bilde gelb, ist ein System reizleitender Fasern, die von zwei dichten Knoten in der Wand des rechten Vorhofes ausgehen und in zwei Zweigen die mittlere Scheidewand bis in die rechte und linke Kammerwand durchziehen.

## 2. Das Herz als Kraftwerk

Wie jeder Muskel leistet das Herz seine Arbeit durch energisches Zusammenziehen, die darauffolgende Ausdehnung erfolgt dann von selbst durch Erschlaffung der Wand. Das Spiel beginnt mit einer Kontraktionswelle, die von den großen Venen aus zunächst auf die beiden Vorhöfe, dann auf die Kammern überläuft und sich bis in die Wand der großen Arterien fortpflanzt. Dabei krampft sich der Herzmuskel zusammen und preßt aus seinem Innern das Blut wie aus einem Schwamm in die Gefäße. Die Bindegewebsringe bilden eine Art Skelett und verhüten, daß die Öffnungen zwischen den Vorhöfen und Kammern und vor den Arterien zusammengedrückt werden. Die Arbeit, die das Herz dabei leistet, ist sehr groß. Man kann berechnen, daß es bei einem Schläge mindestens 0,2 kgm leistet, soviel, als wenn wir 1 kg 20 cm hochheben, und das jede Stunde, jeden Tag, ein ganzes Leben lang, scheinbar unermüdlich! Bei 100000 Schlägen an einem Tage sind das mindestens 20000 kgm. Es könnte damit jeden Tag eine Last, die dem Gewicht von vier Männern entspricht, etwa 80 m hochheben! Eine erstaunliche Leistung, von der wir für gewöhnlich gar nichts merken. Bei schwerer Arbeit oder bei Fiebererkrankungen kann sie sogar auf das Vielfache steigen. Dann allerdings meldet der Motor seine Überlastung durch Herzklopfen.

Wie wir wissen, ermüden alle Muskeln bei ununterbrochener Arbeit; das gilt auch für das Herz. Warum merken wir nichts davon? Das Herz schlägt, wie die Abbildung 11 zeigt, bei einem gesunden Erwachsenen in 1,2 Sekunden zweimal, in der Minute also etwa 70mal. Auf einen Herzschlag kommen 0,83 Sekunden. Die Zusammenziehung dauert aber durchschnittlich nur 0,50 Sekunden, so daß eine Ruhepause von 0,33 Sekunden überbleibt. In dieser Zeit ruht das Herz und erneuert zugleich seine Kraft aus seinem eigenen Kapillarkreislauf. Durch die Kranzarterien versorgt das Herz sich selbst mit Nährstoffen und Sauerstoff, das heißt mit dem notwendigen Betriebsstoff. Auch das Herz hat also eine doppelte Blutversorgung wie die Leber und die großen Gefäße.

## 3. Das Herz als Pumpwerk

Wie wird nun der regelmäßige Umlauf des Blutes gesichert? Wir erkennen es, wenn wir das Herz als Pumpwerk betrachten. Aus den bisherigen Schilderungen, dem Titelbild und dem Bild auf der zweiten Umschlagseite geht schon hervor, daß das Herz als Druckpumpe angesehen werden muß.

Ventile regeln die Richtung des Blutstromes. Die Segelventile lassen sich als gesteuerte Ventile ansehen. Unter ihnen fängt sich das Blut bei der Kontraktion der Kammern wie der Wind in einem Segel, und wie bei diesem straffen die von den Zipfeln zu den Muskelzapfen der Herzwand laufenden Sehnenfäden die dünnen Häute und verhindern so das Flattern und das Durchschlagen in die Vorhöfe. Die Taschenklappen im Anfangsteil der Aorta und der Lungenarterien schließen sich aber von selbst wie die Gummiventile an unseren Fahrradschläuchen, wenn der Blutstrom bei der Erschlaffung der Herzwände rückwärts zu fließen droht. Über die zeitliche Folge der Vorgänge am arbeitenden Herzen unterrichtet die Abbildung 11. Sie gibt in einer graphischen Darstellung die Kurven des Druckablaufes in der Aorta und der linken Kammer, sowie die Herztöne und das Spiel der Ventile wieder. So erscheint uns das Herz wirklich als ein großes Pumpwerk, das zwei nebeneinanderliegende Druckpumpen in einem Gerät vereinigt und durch ein sinnreiches System von Ventilen und Leitungen zwei Kreisläufe gleichzeitig und ohne Störung bedient. Dabei ruht es zwischen je 2 Schlägen ganz tief, innerhalb 0,83 Sekunden je 0,33 Sekunden lang. Das sind, auf 24 Stunden umgerechnet, etwa 9 Stunden, ganz entsprechend unserem eigenen Schlafbedürfnis, aber immer wieder erwacht es rechtzeitig und setzt seine Arbeit fort.

#### 4. Der Rhythmus des Herzens

Seine Schlagfolge befiehlt das Herz sich selbst durch ein automatisches Schaltwerk. Die reizbildenden und reizleitenden Teile des Herzens sind Muskelfasern wie die in der Herzwand, sind aber von ihnen durch Bindegewebe getrennt. Das übergeordnete erste Zentrum im rechten Vorhof erzeugt beim Einströmen des Blutes den Reiz. Dieser läuft zunächst zum zweiten Knoten und von da durch Faserbündel über die Herzscheidewand zu den Kammern. Dieses Spiel wiederholt sich unabhängig von Gehirn und Rückenmark in regelmäßigem Rhythmus. Das Herz ist also ein automatisches Organ mit eigener Befehlszentrale. Trotzdem ist es nicht unabhängig von allerlei äußeren Reizen, es antwortet auf körperliche Anstrengungen wie auf seelische Erregungen, Freude und Ärger, Sorge und Angst. Das Herz «hüpft vor Freude», es «schlägt vor Angst bis zum Halse», wir sprechen von einem freudigen, einem starken und einem schwachen Herzen, wir nennen einen Menschen sogar «herzlos» und verlegen das ganze Gefühl, ja die Seele ins Herz. Das will doch schlecht zu einem «automatischen Organ» passen! — Nun, ganz ohne Verbindung mit dem Gehirn und dem übrigen Körper ist das Herz nicht. Die gleichen Schaltmeister wie bei den Kapillaren sind es auch hier, die eine Verbindung herstellen. Der Vagus-Nerv zügelt, der Sympathicus beschleunigt den Herzschlag, und Triebstoffe (Hormone) können nach beiden Richtungen hin wirken. Das Herz ist sogar ein sehr empfindlicher Anzeiger für solche Erregungen, wenn es auch nicht der Sitz der Seele ist, wie so oft angenommen wird.

## E. Der Lymphkreislauf

Wenn man unsere Blutgefäße als ein großartiges Bewässerungssystem ansehen will, mit zuführenden und ableitenden Kanälen und einer zentralen Pumpstation, dann fehlt auch der zu diesem Bilde gehörende Grundwasserstrom nicht: es ist der Lymphkreislauf (Abb. 12).

In den Feinstgefäßen tritt mit den Nährstoffen auch ein Teil des Blutes, die Lymphe, das ist Blutflüssigkeit ohne rote, aber mit einem Teil der weißen Blutkörperchen, in die umgebenden Zellen und Gewebe über. Sie strömt ganz langsam in unendlich feiner Schicht durch die Lücken zwischen den Zellen, an den Grenzänden der Organe, wie dem Bauchfell entlang, getrieben nur von der nachdrängenden Flüssigkeit selbst. Der Vergleich mit dem Grundwasser in unserem Boden liegt nahe. Die Lymphe bringt neue Nährstoffe gelöst mit und schafft Abfallstoffe fort. Sie sammelt sich in Gewebespalten, die sich zu besonderen Gefäßen, den Lymphgefäßen, schließen (vgl. den vergrößerten Ausschnitt der Abbildung 12). Wie ein feines Gitternetz durchziehen sie alle Organe unseres Körpers (Abb. 13). An manchen Stellen erweitern sie sich zu größeren Schichtflächen, den Lymphräumen in Brust- und Bauchhöhle und dem Herzbeutel; auch die Flüssigkeitsräume in Gehirn und Rückenmarkrohr, in denen die Lymphe eine Art Wasserkissen bildet, gehören zu diesem Netz.

Besonders wichtig sind die in der Darmwand entspringenden Gefäße, die Chylusgefäße genannt werden. Sie nehmen einen Teil der verdauten Nahrung, vor allem das Fett, auf. Alle diese Gefäße werden schließlich gesammelt von einem großen bleistiftstarken Gange vor der Wirbelsäule, der in die rechte Schlüsselbeinvene einmündet. Man hat ihn den Milchbrustgang genannt, weil hier die sonst farblose klare Lymphe namentlich nach fetthaltigen Mahlzeiten, milchähnlich getrübt sein kann.

Auf diesem Wege, namentlich zwischen den Zellen, kann die Lymphe leicht eingedrungene Fremdstoffe, Gifte oder Bakterien aufnehmen und mitschleppen. Sie werden in besonderen Anhäufungen von Lymphzellen, den stecknadelkopf- bis bohnen großen Lymphknoten, die in die Lymphbahnen eingeschaltet sind und wie Filter wirken, zurückgehalten. Besonders zahlreich liegen sie an den Eingangsporten unseres Körpers, in Mund und Hals, in der Darmwand, an der Lungenwurzel, in der Achsel und der Schenkelbeuge (Abb. 13). An diesen Stellen ist offenbar die Gefahr besonders groß. Das leuchtet auch ohne weiteres ein für den Rachenraum. Hier liegen als Wächter die sogenannten Mandeln, und zwar die unpaaren Rachenmandeln am Ausgang der Nasenhöhle und die beiden Gaumenmandeln rechts und links an der Zungenwurzel. Namentlich diese werden wohl allen als Sitz der sogenannten Mandelentzündung mit ihren unangenehmen und schmerzhaften Begleiterscheinungen in unliebsamer Erinnerung stehen. Da diese Gaumenmandeln auch ohne Entzündung als Eiterherde die Ursache allgemeiner Körpererkrankungen

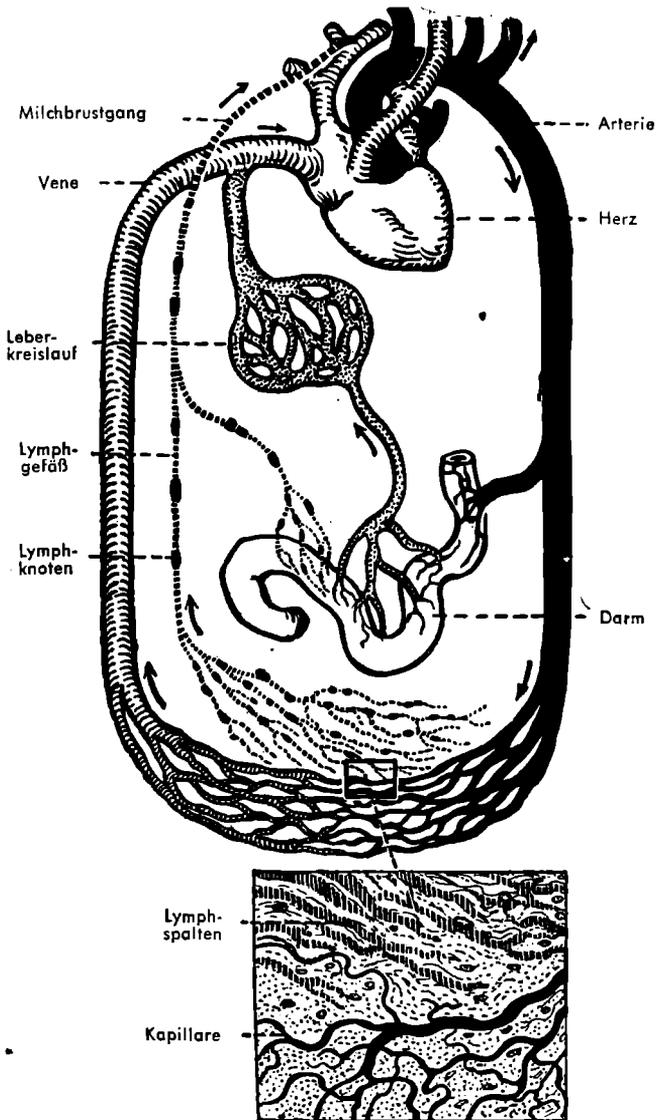
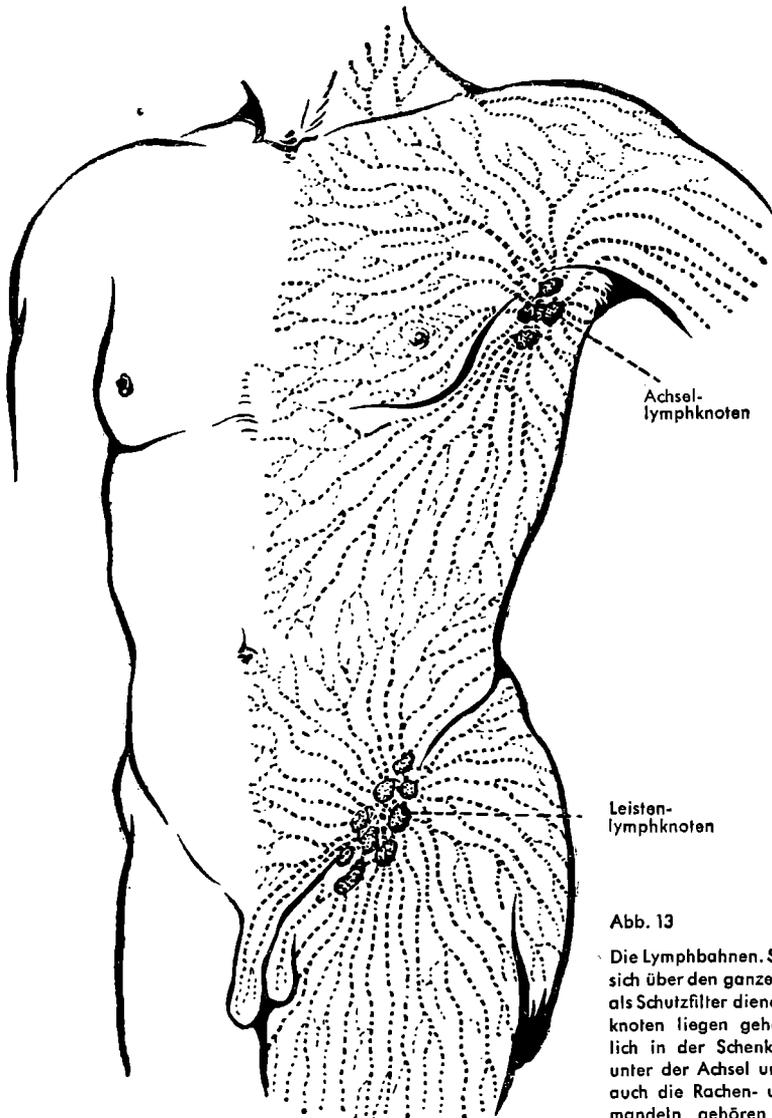


Abb. 12

Der Lymphkreislauf. Aus den Feinstgefäßen des Kreislaufs tritt Blutwasser oder Serum in die feinsten Gewebelücken aus (vergrößerter Ausschnitt unten), es versickert also wirklich wie der Regen im Boden. Aber dieser «Grundwasserstrom» sammelt sich sofort wieder in Lymphspalten, die sich zu Lymphgefäßen erweitern. In ihren Lauf sind Lymphknoten eingeschaltet, in denen mitgeführte Fremdstoffe, Bakterien und Gifte zurückgehalten und Lymphzellen gebildet werden. Ein an der Bauchwand vor der Wirbelsäule aufsteigender Brustgang nimmt auch die vom Darm kommende und mit Nährstoffen beladene Lymphe (Chylus) auf und entleert sie schließlich kurz vor dem Herzen in die linke Schlüsselbeinvene. Hier herrscht im Kreislauf ein geringer Unterdruck (vgl. Erläuterung zu Abb. 11), so daß die Aufnahme der Lymphe in den Kreislauf möglich ist.



Achsel-  
lymphknoten

Leisten-  
lymphknoten

Abb. 13

Die Lymphbahnen. Sie erstrecken sich über den ganzen Körper; die als Schutzfilter dienenden Lymphknoten liegen gehäuft namentlich in der Schenkelbeuge und unter der Achsel und am Halse, auch die Rachen- und Gaumenmandeln gehören dazu. Beim Eindringen von Giftstoffen und Fremdkörpern in die Lymphwege rötet sie sich und schwellen an: Gefahr einer Blutvergiftung.

sein können, werden sie oft operativ entfernt. Dann zeigt sich freilich, daß ihre Deutung als Schutzapparate zweifelhaft ist, denn die Operation bleibt regelmäßig ohne schädliche Nebenerscheinungen. Für andere dieser Lymphdrüsen ist freilich kein Zweifel an ihrer großen Bedeutung als Schutzfilter möglich. Das gilt vor allem für die Leisten- und Achseldrüsen. Denn unsere Gliedmaßen sind als wichtige Werkzeuge unseres Körpers besonders leicht Verletzungen und damit der Gefahr des Eindringens von Bakterien ausgesetzt. Dann röten sich die Lymphknoten, schwellen an und werden schmerzhaft druckempfindlich, alles Zeichen ihrer verstärkten Abwehrtätigkeit und eines Heilungsversuches unseres Körpers. Wenn freilich die Zahl der eingedrungenen Bakterien zu groß wird, dann kann es in den Lymphknoten zu Anhäufungen absterbender Lymphzellen kommen, die Drüsen können vereitern. Damit ist die Gefahr, daß das Schutzfilter durchbrochen wird, gegeben. Die Lymphbahnen entzünden sich und werden als rote Stränge durch die Haut hindurch sichtbar. Jetzt droht die Gefahr einer allgemeinen Blutvergiftung, einer Sepsis, und sofortiges Eingreifen des Arztes ist notwendig.

Auch der am Blinddarm liegende Wurmfortsatz, dessen Entzündung meist fälschlich Blinddarmentzündung genannt wird, gehört zu den lymphatischen Organen. Bei seiner versteckten Lage wird das Versagen seiner Schutzfunktion meist erst dann bemerkbar, wenn nur noch rascheste Entfernung übrigbleibt. Bei Kreislaufschwächen kann es auch vorkommen, daß die Lymphe in den Geweben oder Lymphräumen sich staut und ansammelt wie das Grundwasser in Senkungen. Dann spricht der Arzt von Wassersucht oder Oedemen. Im gesunden Körper aber wird uns die Anwesenheit und stille Arbeit der farblosen Lymphgefäße kaum bewußt, und viele Menschen wissen zeitlebens nichts von diesem Grundwasserstrom in ihrem Körper.

Viel Irrtum und ein Fünkchen Wahrheit — auch schon bei GALENUS! Über seine unvollkommenen Vorstellungen vom Lauf des Blutes und über die auf seine Auffassungen sich gründenden Lehren des Altertums und Mittelalters sind wir inzwischen weit hinausgelangt. Bewundernd sehen wir vor uns eine wohlgefügte Ordnung, die sich selbst Gesetz und Leistung vorschreibt. Aber noch fehlen in diesem Bilde einige wichtige Züge. Unser Kreislauf erweist sich durch sein selbstgesteuertes Anpassungsvermögen den geschlossenen Kreisläufen unserer Technik weit überlegen. Diese bedürfen zur vollen Leistung dauernd der Überwachung und Regelung durch aufsichtführende Fachkräfte. Das aber besorgt unser Kreislauf selbst. Stärkere Beanspruchung einzelner Organe beantwortet er mit besserer Blutversorgung. Gleichgültig, ob der Reiz durch das vegetative Nervensystem oder durch Hormone ausgelöst wird: der gefüllte Darm, der arbeitende Muskel, das denkende Hirn werden sofort ausreichend mit Blut versorgt. Die notwendigen Blutmengen werden dabei den «Blutspeichern» entnommen: der Leber, der Milz, den Baueingeweiden und den Muskeln. Für gewöhnlich wird hier ein ganzer Teil unseres Blutes zurückgehalten und nur im Bedarfsfalle an die Verbrauchsstellen abgegeben.

Unser Kreislaufsystem läßt sich also statt mit einem starren Röhrenkreislauf eher mit einem großen Bewässerungssystem mit Stauteichen und Wehren, mit Kanälen und Schleusen vergleichen. Ja selbst das Grundwasser fehlt in diesem Bilde nicht; wie aus den Bächen und Flüssen tritt die Lymphe durch die Gefäßwände in die umgebenden Gewebe aus. Unser Gefäßsystem ist also gar nicht völlig geschlossen, und GALENUS hatte mit dem «Versickern» doch nicht ganz unrecht. Aber auch diese Flüssigkeitsmengen gehen nicht, wie es GALENUS annahm, in den Geweben verloren; sie werden von den Lymphbahnen wieder gesammelt und zurückgeführt in den großen Kreislauf, in dem unser Lebenssaft, vom Herzen angetrieben und von den Gefäßen geleitet, in unserem Körper kreist.

# FACH- UND FREMDWÖRTER

Abkürzungen: (lat) = lateinisch, (gr) = griechisch, (fr) = französisch

<b>Anatomie</b>	ἀνατομέω (anatoméo, gr) = ich schneide – Lehre vom Aufbau des Körperinnern.
<b>Aorta</b>	aortus (lat) = Ursprung – Anfangsteil der großen Körper Schlagader.
<b>Arterie</b>	ἀρτηρία (artería, gr) = Schlagader, vom Herzen wegführendes Gefäß.
<b>arteriell</b>	(in Arterien fließendes Blut) – sauerstoffhaltiges, hellrotes Blut.
<b>automatisch</b>	αὐτόματος (autómatos, gr) = selbsttätig, selbststeuernd.
<b>Chylus</b>	chylus (lat) = Brei – Inhalt der Lymphgefäße des Darmes.
<b>Dogma</b>	δογμαῶ (dogmáo, gr) = ich lehre – erstarrte Lehrmeinung.
<b>Glykogen</b>	γλυκίς (glýkys, gr) = süß, γεννάω (gennáo, gr) = ich erzeuge – «Zuckererzeuger», tierische Stärke, die in der Leber gespeichert und zum Verbrauch wieder in Zucker verwandelt wird.
<b>Hg</b>	chemisches Kennzeichen für Quecksilber (hydrargyron, gr = Wassersilber).
<b>Hormon</b>	ὀρμάω (hormáo, gr) = ich treibe an – flüssige Trieb- oder Wirkstoffe im Blute.
<b>Injektion</b>	injectio (lat) = Einspritzung.
<b>Kapillare</b>	capillus (lat) = Haupthaar – Haar- oder Feinstgefäß.
<b>Kontraktion</b>	contractio (lat) = Zusammenziehung.
<b>Lympe</b>	lympha (lat) = Flüssigkeit – Gewebsflüssigkeit, Blutflüssigkeit ohne rote Blutzellen.

<b>Membran</b>	membrana (lat) = Haut – feines Häutchen.
<b>Mikroskop</b>	μικρός (mikrós, gr) = klein, σκοπέω (skopéo, gr) = ich spähe – «Kleinspäher», zusammengesetzter Vergrößerungsapparat.
<b>Oedem</b>	οίδαω (oidáo, gr) = ich schelle an – Wassersucht.
<b>Organ</b>	ὄργανον (órganon, gr) = Werkzeug – Bauteil unseres Körpers mit besonderer Arbeitsleistung.
<b>Physiologie</b>	φύσις (physis, gr) = Natur, λόγος (lógos, gr) = Lehre – Lehre von den Lebensvorgängen in unserem Körper.
<b>Pneuma</b>	πνεῦμα (pneuma, gr) = Hauch – Atemluft.
<b>Rhythmus</b>	ῥυθμός (rhythmós, gr) = Schlag – regelmäßige Schlagfolge.
<b>Sauerstoff</b>	Bestandteil der Luft, der die Verbrennung unterhält.
<b>Schema</b>	Übersichtsbild, vereinfachte Zeichnung.
<b>Sekret</b>	secerno (lat) = ich scheidet aus – nach außen abgegebene Drüsenflüssigkeit.
<b>Serum</b>	Blutwasser, Blutflüssigkeit ohne Blutzellen.
<b>Sympathicus</b>	συμπαθέω (sympathéo, gr) = ich leide mit – Eingeweidenerve.
<b>System</b>	σύστημα (sýstema, gr) = Ordnung – Anordnung.
<b>Vagus</b>	vagus (lat) = umherschweifend – weitverzweigter Gehirnnerv.
<b>Vene</b>	vēna (lat) = Ader – vom Herzen zurückführendes Gefäß, Blutader.
<b>Zentrum</b>	κέντρον (kéntron, gr) = Mittelpunkt.

# F O R S C H E R U N D Ä R Z T E

- Galenus, 129–201, griechisch-römischer Arzt in Pergamon und Rom, längere Zeit tätig als Gladiatorenarzt (für die Schwertkämpfer in der Arena), sammelte, ordnete und beschrieb das gesamte ärztliche Wissen seiner Zeit. Seine Lehrbücher sind erhalten; seine Lehrmeinungen waren herrschend in der ärztlichen Wissenschaft bis zum Beginn der Neuzeit.
- Harvey, William, 1578–1657, englischer Arzt, Professor der Physiologie in London. Er entdeckte und lehrte als erster den Kreislauf des Blutes, veröffentlichte seine Ergebnisse 1628 und brach damit endgültig mit den Lehren Galenus'.
- Hippokrates von Kos, 460–377 v. Chr., griechischer Arzt, der «Vater der Medizin» und Begründer der wissenschaftlichen Heilkunde, gleichbedeutend im Erkennen und Beurteilen des Krankheitsverlaufs wie der Eigenart des Kranken, durchdrungen von hohen sittlichen Idealen innerer ärztlicher Berufung.
- Malpighi, Marcello de, 1628–1694, italienischer Arzt, Professor der Anatomie und Physiologie in Bologna, vielseitiger und erfolgreicher Forscher. Beobachtete als erster die Kapillaren unter dem Mikroskop.
- Marchetti, Domenico de, 1626–1688, italienischer Anatom und Physiologe, Professor an der Universität Padua. Er erforschte u. a. den Bau unseres Adernetzes durch farbige Injektionen und wies dabei 1678 den unmittelbaren Zusammenhang zwischen den feinsten Arterien und Venen durch die Kapillaren nach.
- Wittich von Wesel, genannt Vesalius, 1513–1564, belgischer Arzt, Professor der Anatomie in Italien. Begründete die moderne Anatomie durch wissenschaftlich einwandfreie Studien an Leichen. Schrieb das erste Lehrbuch der menschlichen Anatomie.

## BISHER SIND ERSCHIENEN

<b>A</b> <i>Mathematik</i>	12502	Redne rasch und richtig
	12521	Naturgesetz und funktionale Abhängigkeit
<b>B</b> <i>Physik</i> . . . . .	12511	Vom Wesen der Wärme
<b>F</b> <i>Zoologie</i> . . . . .	12522	Tierleben im Tümpel
	12526	Verborgenes Leben
<b>K</b> <i>Meteorologie</i>	12501	Das Wetter im Sprichwort
<b>N</b> <i>Allgemeine Geographie</i>	12524	Das Gradnetz der Erde
<b>O</b> <i>Länder und Völker</i> . . . .	12518	Die lebende Landkarte
	12509	Steinzeitvölker der Gegenwart

## GLEICHZEITIG MIT DIESEM BANDE ERSCHEINEN

<b>P</b> <i>Reisen und Forschungen</i> . . . .	12548	Neun Monate auf treibender Eisscholle
<b>Q</b> <i>Der junge Naturforscher</i> . . . .	12519	Der junge Steinsammler

## DEMNÄCHST WERDEN FERTIGGESTELLT

<b>D</b> <i>Allgemeine Biologie</i> . . . . .	12513	Lebensbündnisse in Tier- und Pflanzenwelt
<b>F</b> <i>Zoologie</i> . . . . .	12530	Gefiederte Freunde in Haus, Hof und Garten
<b>H</b> <i>Astronomie</i> . . . . .	12505	Botschaften aus dem Weltall
<b>J</b> <i>Geophysik</i> . . . . .	12534	Eiszeitalter
<b>L</b> <i>Geologie</i> . . . . .	12535	Eine Sandgrube
<b>N</b> <i>Allgemeine Geographie</i> . . . . .	12537	Die geographische Ortsbestimmung
<b>O</b> <i>Länder und Völker</i> . . . . .	12508	Natur und Mensch der Polargebiete

Die Zahlen zwischen Serie und Titel sind die Bestellnummern. Weitere noch in Vorbereitung befindliche Bände werden fortlaufend an dieser Stelle angezeigt

DIE GRUPPE II UMFASST FOLGENDE SERIEN,  
9

A MATHEMATIK

B PHYSIK

C CHEMIE

D ALLGEMEINE BIOLOGIE

E BOTANIK

F ZOOLOGIE

**G DER MENSCH**

H ASTRONOMIE

I GEOPHYSIK

K METEOROLOGIE

L GEOLOGIE

M MINERALOGIE

N ALLGEMEINE GEOGRAPHIE

O LÄNDER UND VÖLKER

P REISEN UND FORSCHUNGEN

Q DER JUNGE NATURFORSCHER

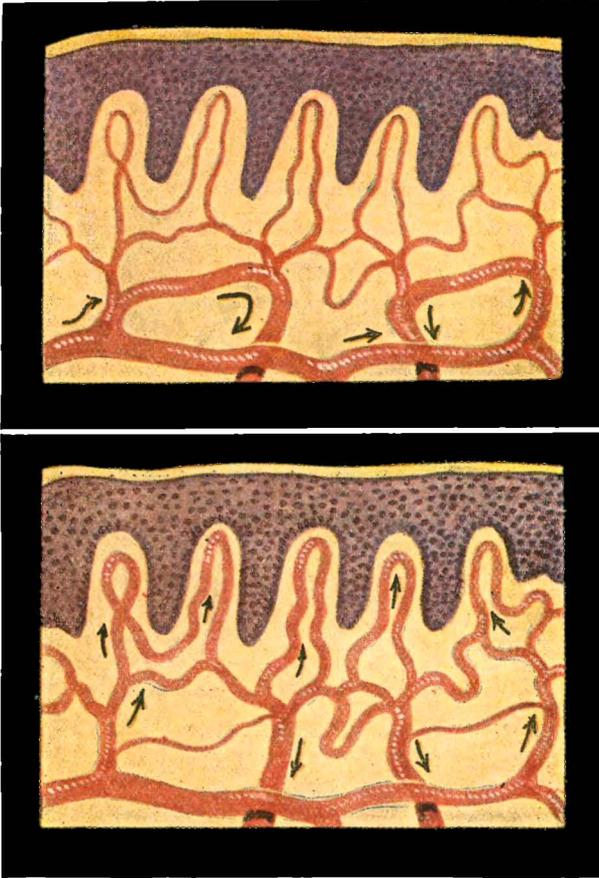
R SCHÖNHEITEN U. SELTSAMKEITEN

S NOCH NICHT VERFÜGT

T NOCH NICHT VERFÜGT

U GESCHICHTE DER NATURWISSENSCHAFT

**GRUPPE I / DICHTUNG UND WAHRHEIT**  
SCHRIFTFLEITUNG: PROF. DR. W. HEIS



Vor den Kapillarschlingen in der Unterhaut liegen Querverbindungen der feinsten Arterien, die man auch als »Kurzschlüsse« bezeichnen. Sind sie geöffnet (im Bilde oben), so werden die HaargefäÙe wenig gefüllt und die Haut ist blaÙ. Schließen sich die Querverbindungen, so fließt alles Blut durch die dann stark gedehnten Kapillaren, die Haut ist blutreich, gerötet und warm. Das Spiel dieser Kurzschlüsse wird geregelt vom Nervensystem und von den Wirk- und Iriebstoffen (Hormonen), die im Blute kreisen.