

Ueber den Druck in den Blutcapillaren der menschlichen Haut.

Von

Dr. N. v. Kries.

Mit 4 Holzschnitten.

Die bisherigen Untersuchungen über den Druck des Blutes innerhalb der Gefässe bezogen sich nur auf die grösseren Arterien und Venen, während der Blutdruck in den kleineren Gefässen und in den Capillaren unbeachtet blieb. Nun ist aber für eine genauere Vorstellung von den Vorgängen des Stoffwechsels gerade die Kenntniss des Blutdrucks in den Capillaren von solcher Wichtigkeit, dass selbst eine Methode, welche nur zur Bestimmung von Grenzwerten desselben führt, willkommen genannt werden muss. Mit einer so beschaffenen wurde ich durch die Mittheilungen des Herrn Professor *C. Ludwig* bekannt; auf seine Aufforderung unternahm ich mit meinem Bruder gemeinschaftlich die Messungen, über welche ich zu berichten im Begriff bin. Die Methode, mit welcher wir arbeiteten, ging im Wesentlichen darauf aus, den niedrigsten Druck zu finden, durch welchen die Capillaren an einer bestimmten Stelle der Haut eben entleert werden konnten. Dies geschah in folgender Weise: Auf ein kleines Glasplättchen von bekannten Dimensionen wurde ein bestimmter Druck ausgeübt, der nach Belieben vermehrt und vermindert werden konnte; der niedrigste Druck, bei welchem die unter dem Glasplättchen befindliche Hautstelle weiss erschien, wurde notirt.

Die Applikation des Druckes auf das Glasplättchen geschah in verschiedener Weise. An den Fingern, an welchen wir den grössten Theil unserer Versuche gemacht haben, benutzten wir folgende Vorrichtung (siehe Figur 1): Ein Glasleistchen von etwa 2 centm. Länge, 3 bis 4 mm Breite und 1 mm Dicke trägt in der Mitte seiner untern Fläche, mittels Damarlack befestigt, das zur

Fig. 1.

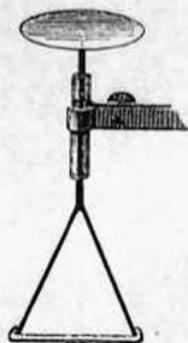


Untersuchung bestimmte Glasplättchen *a*; an den nach der anderen Seite umgebogenen Enden des Leistchens ist eine Fadenschlinge befestigt, an welcher mittelst eines Häkchens aus Platindraht eine kleine Pappschale hängt; auf diese können Bleischeiden von bekanntem Gewichte aufgelegt werden. Die Hand und der Unterarm desjenigen, an welchem die Bestimmung gemacht wird, ruht auf einem viereckigen Brette, das mittels vier Füßen von etwa zehn centim. Höhe auf dem Tische steht. In dem einen Rande dieses Brettes ist ein Einschnitt von 10 cent. Länge und $2\frac{1}{2}$ cent. Breite angebracht. Ueber diesem Einschnitte befindet sich die Stelle des Fingers, welche untersucht werden soll; die Spitze des Fingers ruht auf der anderen Seite des Einschnittes auf, so dass die ganze Hand

leicht vollständig unbewegt gehalten werden kann. Der beschriebene kleine Apparat war, wie man sieht, nur an den Fingern anwendbar. Um an anderen Stellen der Haut die entsprechenden Bestimmungen machen zu können, hatten wir noch zwei andere Vorrichtungen; die eine derselben wollen wir den Hebel, die andere das Stativ nennen.

Der Hebel, welcher aus einem Glasstäbchen von 6 bis 8 cent. Länge bestand, trug an dem einen Ende das Glasplättchen, mit dem andern lag er auf einer Schneide frei beweglich auf. Die Mitte des Hebels war durch ein Tröpfchen Siegelack markirt, in welches ein Einschnitt gemacht war; an dieser Stelle wurde mittelst einer Fadenschlinge das obenerwähnte Pappschälchen aufgehängt. — Die

Fig. 2.



Einrichtung des Stativs zeigt die nebenstehende Zeichnung (Fig. 2); dasselbe ist aus feinen Tannenholzstäbchen zusammengesetzt; unten ist daran das Glasplättchen befestigt, oben eine Pappschale, welche die Gewichte trägt. Das Ganze wird gehalten mit Hilfe eines Glasröhrchens, in welchem es sich frei auf und ab bewegt.

Es fragt sich nun zunächst, ob der Druck, welcher auf eine Hautstelle bei gewöhnlicher Injektion ausgeübt werden muss, um dieselbe zu entfärben, dem Drucke des Blutes in den Capillaren gleich ist. Vergewegenwärtigen wir uns

zunächst, um diese Frage zu entscheiden, die Vertheilung der Blutgefässe in der Haut. Die Arterien und Venen verlaufen in der Cutis in ziemlich regelmässigen Abständen senkrecht zur Oberfläche, um sich in ein Capillarnetz aufzulösen, welches sich in dem Niveau der Basen der Papillen befindet. Aus diesem Netze steigen die Gefässschlingen für die Papillen empor. Das Bindegewebe der Cutis selbst erhält keine Capillaren.

Es zeigte sich nun bei unseren Versuchen sehr bald, dass die Entfärbung der untersuchten Hautstelle bei allmählicher Steigerung des Druckes nicht plötzlich, sondern allmählich eintrat; die betreffende Stelle wurde heller und heller, schliesslich ganz weiss. Es ist das auch bei der beschriebenen Anordnung der Capillaren sehr natürlich; der von der Oberfläche her ausgeübte Druck muss die Gefässschlingen der Papillen stärker treffen, während von dem auf das horizontale Capillarnetz wirkenden Drucke ein Theil durch die Elasticität der Cutis aufgehoben wurde, und zwar werden die Gefässe dieses Netzes, da sie sich nicht ganz in einer Ebene befinden, ebenfalls nicht gleich stark gedrückt; die tiefer liegenden etwas schwächer. Ausserdem wäre es auch möglich, dass zunächst, bei zu schwachem Drucke, das Lumen der Capillaren verengert würde und dies bereits eine Farbenänderung bewirkte, und dass dann erst, bei stärkerem Drucke, ein vollständiger Verschluss der Gefässe einträte, welchem die weisse Farbe entspräche. Offenbar handelte es sich darum, denjenigen Druck zu finden, bei welchem die oberflächlichsten Capillaren, also die der Papillen, eben vollständig comprimirt wurden; denn auf die tiefer liegenden wirkte, wie wir sahen, nur noch ein abgeschwächter Druck ein. Den Einfluss der Epidermis werden wir später noch in Betracht ziehen. Wir glaubten nun die richtige Stärke des Druckes dann anzuwenden, wenn durch denselben ein eben merklicher Unterschied gegen die Farbe der Umgebung und gegen diejenige derselben Stelle ohne Belastung hervorgebracht wurde. Diese Annahme ist zwar nicht frei von Willkür; indessen darf man wohl vermuthen, dass sich kein deutlicher Farbenunterschied zeigen würde, bevor die oberflächlichsten Capillaren vollständig comprimirt wären. Ausserdem hatten wir nur die Wahl, entweder stets den Druck zu notiren, bei welchem die Haut vollständig weiss wurde, oder den, bei welchem der erste deutliche Farbenunterschied auftrat. Denn selbstverständlich liess sich keine dazwischen liegende Färbung mit irgend

welcher Sicherheit wiedererkennen. Nun ist es offenbar, dass der Druck, bei welchem die Haut unter dem Glasplättchen völlig weiss wird, bedeutend grösser sein muss, als der Blutdruck in den Capillaren. Es sind dann unzweifelhaft nicht nur die Gefässe der Papillen, sondern auch die des horizontalen Cutisnetzes entleert; es muss also ein nicht unbedeutender Theil des Druckes verbraucht werden, um den Widerstand der Cutis und wohl auch der Epidermis zu überwinden.

Den Widerstand der Epidermis haben wir bis jetzt noch nicht berücksichtigt; es fragt sich, ob durch denselben ein Theil des ausgeübten Druckes aufgehoben wird, so dass auf die Capillaren faktisch ein geringerer Druck einwirkt, als der, welcher beobachtet und notirt wird. Der Widerstand, welchen die Epidermis der Compression der Capillaren entgegensetzt, ist nur abhängig von der Grösse der Einbiegung, welche dieselbe an den Rändern des Glasplättchens zu erleiden hat; dagegen kommt die Compression, welche die Epidermis selbst in der Richtung senkrecht zur Oberfläche erfährt, nicht in Betracht. Denken wir uns die Epidermis absolut starr, so dass sie also gar keine Einbiegung erleiden könnte, so würde überhaupt kein auf sie wirkender Druck im Stande sein, die unter ihr liegenden Capillaren zu comprimiren. Denken wir sie uns dagegen aus einzelnen unendlich dünnen, mit der Längsaxe senkrecht zur Oberfläche gestellten Prismen bestehend, die ohne Reibungswiderstand an einander verschiebbar wären, so würde der ganze auf die Oberfläche der Epidermis wirkende Druck auch die unter ihr liegenden Capillaren treffen, gleichgültig, ob und welche Veränderung in ihrer Länge diese Prismen selbst dabei erführen. Allerdings ist nun die Zusammensetzung der Epidermis nicht von dieser Art; ohne Zweifel setzt sie einer Einbiegung einen gewissen Widerstand entgegen. Da aber bei denjenigen Druckgraden, um welche es sich bei dieser Untersuchung handelt, nur eine minimale mit blossem Auge kaum wahrnehmbare Depression der Haut eintritt, so ist man wohl zu der Annahme berechtigt, dass der Fehler, welcher durch Vernachlässigung des Epidermiswiderstandes gemacht wird, ein sehr unbedeutender sei. Denselben mit in Rechnung zu ziehen, ist jedenfalls unmöglich, da man natürlich nicht jedesmal die wahrscheinlich sehr wechselnde Elasticität der Epidermis bestimmen und die gemachte Einbiegung messen kann.

Die Fehlergrenzen bei diesen Untersuchungen zeigten sich also ziemlich weit. Der Grund hierfür liegt darin, dass es sich dabei um die Abschätzung sehr feiner Farbenunterschiede handelt. Nicht selten glaubt man einmal bei einer bestimmten Belastung eine deutliche Differenz zu sehen, die später nicht vorhanden oder undeutlich zu sein scheint. Besonders im Anfange begegneten uns solche Irrthümer häufig; in Folge grösserer Uebung verminderten sie sich glücklicherweise bedeutend und kamen später nur selten vor. Dagegen blieb 0,25 Gramm das kleinste Gewicht, welches wir brauchen konnten; noch kleinere Gewichte zeigten sich stets als einflusslos auf die Färbung der belasteten Hautstelle, oder wenigstens war die Differenz, die sie hervorbrachten, zu gering, um sicher erkannt zu werden. Wir machten wiederholt den Versuch auch Decigramme zu benutzen, kamen aber immer wieder davon zurück, weil wir sahen, dass dadurch die Versuche nur complicirt wurden, ohne dass eine grössere Genauigkeit der Bestimmung erreicht werden konnte. Die Fehlergrenzen entsprechen also einem Werthe von 0,25 Gramm, was selbst bei der grössten der von uns benutzten Platten 55 mm Wasser, bei der kleinsten 99 ausmacht. Wir haben diesem Uebelstande dadurch so viel als möglich abzuhelfen gesucht, dass wir nicht nur mit jeder Platte eine grössere Anzahl von Bestimmungen machten, sondern dieselben auch mit verschiedenen Glasplättchen an denselben Stellen ausführten, so dass wir die Resultate jedes einzelnen durch die der anderen controlliren konnten und damit zugleich ein Urtheil über die Brauchbarkeit der ganzen Methode erhielten. Die Glasplättchen, welche wir anwandten, hatten einen Flächengehalt von 2,5, von 4,0 und von 5,0 \square mm. Es wäre gewiss wünschenswerth gewesen, noch grössere Differenzen in der Grösse derselben zu haben, um eine möglichst grosse Genauigkeit der Resultate zu erreichen. Aber bei noch kleineren Glasplättchen, als solchen von 2,5 \square mm wäre die ohnehin schwierige Beurtheilung der Farbendifferenzen noch mehr erschwert worden und überdies wären alle Fehler in dem gefundenen Gewichte bei der Umrechnung desselben in hydrostatischen Druck der kleineren Fläche entsprechend vermehrt worden. Grössere Platten aber, wie die von 5,0 \square mm waren deshalb nicht anwendbar, weil dieselben nicht mehr ganz platt auf der Rückenfläche des Fingers aufliegen, und daher auch keinen

gleichmässigen Druck auf die ganze von ihnen bedeckte Fläche ausüben können.

Um gegen Täuschungen, die bei irgend welcher Beeinflussung des Urtheils durch früher gewonnene Resultate leicht entstehen können, möglichst gesichert zu sein, machten wir unsere Versuche so, dass der eine die Gewichte in die Schale legte und der andere, ohne dieselben zu sehen, angab, ob ein Farbenunterschied vorhanden wäre oder nicht. Wiederholt wurde dann die Belastung vermehrt und vermindert, um zu sehen, ob immer bei demselben Gewichte der erste deutliche Farbenunterschied würde angegeben werden. Zuweilen differirten die Angaben dabei um 0,25 Gramm; es wurde dann das arithmetische Mittel genommen. Grössere Differenzen kamen hierbei fast niemals vor.

Die grösste Zahl unserer Versuche haben wir an den Fingern auf der Rückseite des Nagelgliedes gemacht. Wie zu erwarten, fand sich keine Differenz in dem Capillardruck der verschiedenen Finger derselben Person und ebensowenig zwischen den Fingern von uns Beiden; die Abweichungen, die wir zuweilen erhielten, waren weder grösser noch zahlreicher, als diejenigen, welche sich bei unmittelbar hintereinander ausgeführten Bestimmungen an derselben Stelle fanden. Ich habe daher immer die gesammten an den Fingern gemachten Beobachtungen vereinigt und aus allen den Durchschnitt genommen. Bei einer solchen Haltung der Hand, dass der Rücken derselben 490 mm tiefer als der Scheitel lag, fanden wir für den Capillardruck auf der Rückseite der Finger einen Mittelwerth von 543 mm Wasser oder 37,7 mm Quecksilber.

Von besonderem Interesse war es, den Capillardruck bei verschiedener Haltung der Hand zu untersuchen. Wie erwähnt, kann man den Fehler, welcher durch den Widerstand der Epidermis eingeführt wird, nicht eliminiren, und wenn man auch, wie ich zu zeigen mich bemühte, allen Grund hat, diesen Fehler für sehr gering zu halten, so beeinträchtigt er doch immerhin die Bedeutung der auf diesem Wege gefundenen absoluten Werthe. Dagegen mussten alle Differenzen in dem Blutdrucke, auf welche Weise sie auch herbeigeführt wurden, sich richtig zu erkennen geben, wenn nur der Widerstand der Epidermis selbst dadurch nicht alterirt wurde, wie dieses z. B. durch Eintauchen in heisses oder kaltes Wasser möglicherweise hätte geschehen können. Die Veränderungen des Blutdruckes in den Capillaren, welche

durch einen Lagewechsel des betreffenden Theiles hervorgebracht wurden, mussten also sicher richtig zum Ausdrucke kommen. Wir haben nun bei 4 verschiedenen Haltungen der Hand die Druckbestimmungen gemacht: bei der ersten befand sich der Handrücken in der Höhe des Scheitels. Der Untersuchte sass auf einem niedrigen Schemel, die Hand lag auf dem Brette in derselben Weise wie bei allen diesen Bestimmungen; durch untergelegte Tücher wurde der Arm gestützt und dabei Sorge getragen, dass nicht etwa durch Druck auf die Venen eine Stauung entstehen konnte. Die zweite Haltung war so, dass der Handrücken 205 mm unter dem Niveau des Scheitels lag; bei der dritten sass der Untersuchte auf einem Stuhle, die Hand hatte 490 mm Verticalabstand vom Scheitel. Endlich wurden die Bestimmungen im Stehen gemacht, wobei sich der Handrücken 840 mm unterhalb des Scheitels befand. Die bei diesen verschiedenen Haltungen gefundenen Werthe für den Blutdruck in den Capillaren zeigt die folgende Tabelle.

Flächengehalt der Glasplatte.	Blutdruck in den Capillaren des letzten Fingergliedes bei einem verticalen Abstand desselben unter der Scheitelhöhe.			
	von 0 mm	von 205 mm	von 490 mm	von 840 mm
2.56 □ mm	—	447 mm H_2O	550 mm H_2O	773 mm H_2O
3.2 □ »	326 mm H_2O	394 » »	541 » »	750 » »
4.0 □ »	335 » »	400 » »	485 » »	687 » »
4.3 □ »	322 » »	—	526 » »	783 » »
4.56 □ »	—	376 » »	463 » »	699 » »
Durchschnitt	328	397	513	738

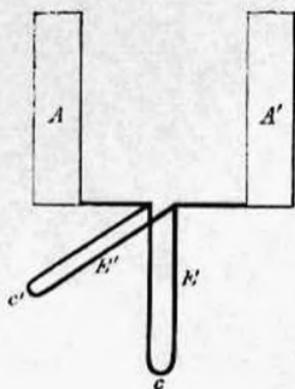
Die durchschnittlichen Werthe sind in Wasser 328, 397, 513 und 738. Die Abweichungen zwischen den von den verschiedenen Platten erhaltenen Zahlen sind zwar nicht unbedeutend, dürften aber geringer nicht erwartet werden; denn selbst die grösste Differenz, 96 mm, zwischen dem grössten und kleinsten Werth für den Capillardruck im Finger beim Stehen beträgt für alle Platten noch nicht das Doppelte des unvermeidlichen Fehlers: es macht nämlich für die grösste Platte 0,44 Gramm aus. Das kleinste angewandte Gewicht war, wie oben erwähnt, 0,25 Gramm.

Wenn man die angegebenen Werthe des Blutdruckes betrachtet, so sieht man, dass derselbe um so grösser ist, je tiefer die Hand gehalten wird: ein leicht vor auszusehendes Resultat,

Aber es fällt sofort auf, dass die Differenzen des Druckes weit geringer sind, als den Höhendifferenzen der verschiedenen Lagen nach hydrostatischen Gesetzen entsprechen würde; viel geringer also, als sie ausfallen würden, wenn wir einfach eine ruhende Flüssigkeit von dem spezifischen Gewichte des Blutes hätten. Die Höhendifferenz zwischen der ersten und zweiten Lage der Hand beträgt 205 mm, die entsprechende Differenz im Blutdrucke 69; zwischen der 2. und 3. Lage ist die Höhendifferenz 285, die Druckdifferenz 146; und zwischen der 3. und 4. endlich beträgt die Höhendifferenz 350 mm, die Druckdifferenz 225. Dabei ist noch zu beachten, dass diese Druckangaben in Millim. Wasser gemacht sind, dass das Blut aber ein höheres spezifisches Gewicht besitzt.

Woher kommt es nun, dass die Differenzen des Blutdruckes in verschiedenen Lagen nicht einfach gleich sind den den Höhendifferenzen entsprechenden hydrostatischen Druckwerthen? Zunächst ist es unzweifelhaft, dass, wenn wir ruhendes Blut in einem System communicirender Röhren hätten, das an Gestalt und Inhalt dem Gefäßsystem gleich wäre, die durch Stellungswechsel hervorgebrachte Druckdifferenz an jeder Stelle des Systems, in den Capillaren, wie in den grossen Gefässen, gleich sein würde dem Höhenunterschiede der betreffenden beiden Lagen. Es stehe z. B. (Fig. 3) mit den Gefässen *A* und *A'* eine

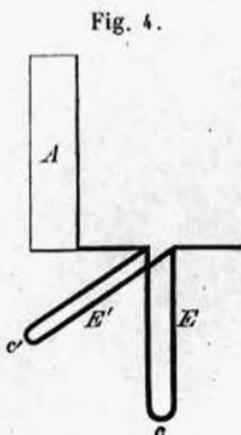
Fig. 3.



schleifenförmige Röhre *Ec* beziehungsweise *E'c'* in Verbindung, die gesenkt und gehoben werden kann, jedoch nicht über das Niveau der Flüssigkeit in *A* und *A'*. Wenn nun das Röhrenstück *E'*, das ursprünglich horizontal lag, in die Lage *E* gebracht, so entsteht dadurch keine Bewegung der Flüssigkeit; nur der Druck in dem gesenkten Röhrenstücke *E* ändert sich und zwar folgendermassen. Ist *c* ein beliebiger Punkt der Röhre *E*, und *x* sein Verticalabstand von dem Flüssigkeitsniveau in *A*, so ist der Druck in *c* gleich einer Flüssigkeitssäule von der Höhe *x*. Ist nun *c* die neue Lage des Punktes *c'*, *x'* sein jetziger Verticalabstand vom Niveau, so ist der Druck in *c* = *x'* und die

durch den Lagewechsel bewirkte Druckdifferenz ist gleich der verticalen Verschiebung $x' - x$.

Genau dieselben Differenzen des Druckes müssten wir auch finden, wenn das Blut sich in einem System starrer Röhren bewegte. Sehen wir zunächst ab von der complicirten Gestalt des Gefässsystems und betrachten wir den folgenden einfacheren Fall (Fig. 4). Aus dem Gefässe *A* ströme Flüssigkeit unter constantem Drucke in die gerade Röhre, welche in die Schleife *E* übergeht und dann frei ausmündet. Die Geschwindigkeit des Stromes in allen Theilen des Röhrensystems ist dann natürlich auch constant und abhängig von der Druckdifferenz zwischen *A* und der Ausflussmündung oder, da der Druck hier Null ist, von dem Drucke in *A* und dem Widerstande innerhalb des Röhrensystems. Es werde nun das anfangs horizontal liegende schleifenförmige Röhrenstück *E'* in die Lage *E* versetzt. An der Stromgeschwindigkeit im Ganzen, sowie auch in dem Stücke *E* selbst wird dadurch nichts geändert. Ebensowenig wie in der Ruhe die Senkung dieses Stückes eine Bewegung hervorzubringen vermag, kann sie an einer vorhandenen Bewegung etwas ändern. Gerade wie in der Ruhe wird die in dem absteigenden Schenkel positive, in dem aufsteigenden negative Beschleunigung durch die Schwere überall dadurch compensirt, dass jeder Röhrenquerschnitt einen Druckzuwachs erhält, welcher gerade dem Verticalabstande seiner jetzigen Lage von der früheren entspricht.



Anders gestaltet sich nun aber die Sache, wenn statt eines Rohres mit steifen ein solches mit elastischen Wänden zu dem soeben geschilderten Versuche benutzt wird. Geschieht dieses, so ändern sich mit der Stellung des Uförmigen Rohres die Dimensionen desselben, und es wird damit eine Variation der Bedingungen eingeführt, welche von Einfluss auf die Geschwindigkeit ist. Namentlich wird diese letztere bei der gesenkten Lage des Rohres grösser als bei der waagrechten sein, wenn man es zu bewirken wusste dass bei der ersten die Längen-Ausdehnung des Rohres sich nicht bemerklich machen konnte, während die Weite desselben zunahm.

Zur Bestätigung der soeben mitgetheilten Bemerkung wurde in dem Röhrensystem, welches in Fig. 4 schematisch dargestellt ist, statt des starren Uförmigen Stückes ein dünnwandiges Kautschukrohr von etwa 2 Meter Länge eingeschaltet. Dieser Schlauch war auf einem Brette befestigt, das horizontal und vertical gestellt werden konnte, ohne dass dabei die Ein- und Ausflussmündung aus ihrer Lage verrückt wurde. Als nun das Wasser unter genau demselben Drucke in beiden Stellungen durch das Rohr geführt wurde, zeigte sich bei der verticalen Lage des Schlauches die Ausflussmenge ganz unzweideutig vermehrt. Von einer Angabe der gefundenen Zahlen sehe ich ab, da dieselben nur für meinen speciellen Fall von Interesse sind.

Wenn man auf diese Erfahrungen gestützt überlegt, wie sich wohl der Strom des Blutes durch die Finger des herabhängenden Armes im Gegensatz zu denen im erhobenen gestalten müsse, so wird man zunächst annehmen dürfen, dass sich durch die Stellungsänderung des Armes der Druck in der Aorta ebensowenig wie in der vena cava ändern werde. In dem herabhängenden Arme werden dagegen die Lichtungen der Gefäße im Allgemeinen weiter als im erhobenen sein, und dieses um so mehr je näher dieselben gegen die Hand hin liegen. Wegen der Verschiedenheiten in den Dimensionen und den Elastizitätscoefficienten der Hand wird aber auch in gleicher Höhe der Zuwachs der Durchmesser nicht überall derselbe sein, in den Arterien wird er namentlich geringer als in den Venen ausfallen. In Folge hiervon wird der Zufluss des Blutes zu den Capillaren weniger vermehrt, der Widerstand dagegen bedeutender vermindert sein, welcher sich dem Abfluss des Blutes aus den Capillaren in die Venen entgegenstellt. Treffen diese aus bekannten Eigenschaften der Gefässwand abgeleiteten Voraussetzungen das Richtige, so folgt hieraus dass der von der Strömung als solcher abhängige Druck in den Finger-capillaren des herabhängenden Armes niedriger als in denen des erhobenen Armes sein müsse. Demnach muss nun auch der gesammte Druck in den Capillaren der herabhängenden Hand weniger als die Summe der Drücke betragen, welche hervorgeht aus der Addition der Spannung in dem Strome der erhobenen Hand zu der Last der Blutsäule, welche auf der herabhängenden ruht.

Ob nun aber die Aenderungen der Gefässdurchmesser wegen der Elastizität ihrer Wandung die einzige Ursache der auffallenden

Erscheinung sind, deren auf p. 76 Erwähnung geschah oder ob hier noch andere, vielleicht von den Gefässnerven ausgehende Einflüsse mitwirken, können wir bei unserer Unkenntniss über die specielleren Verhältnisse des Blutstromes und der Gefässwände natürlich nicht beurtheilen, um so weniger, als wir nicht einmal wissen, in wie weit unsere Annahme, dass der Druck in der Aorta und der vena cava durch Senkung des Armes nicht beeinflusst werde, mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Dies ist indessen eine Frage von untergeordneter Bedeutung: jedenfalls werden in dem Blutdruck der Aorta durch die Lageveränderung eines Armes nicht so erhebliche Veränderungen eintreten, dass dadurch der Druck in den Capillaren wesentlich modificirt werden könnte.

Ich möchte jedoch noch auf Folgendes aufmerksam machen. Der Umstand, welcher den Einfluss des Lagewechsels auf den Blutdruck in den Capillaren theilweise compensirt, ist, wie wir sahen, die Schloffheit der Venen, die bedeutend geringere Elastizität ihrer Wandungen im Vergleiche mit denen der Arterien. Dem entsprechend muss diese Compensation geringer sein, wenn die Venen bereits gefüllt sind, ihre Wandungen eine gewisse Spannung besitzen. Und in der That fanden wir dies. Die Höhendifferenz zwischen der höchsten und der nächstfolgenden Haltung der Hand beträgt 205 mm, die durch diese Senkung bewirkte Veränderung im Capillardruck 69 mm, also 0,33 des hydrostatischen Werthes der Höhendifferenz. Die nun folgende Senkung um 285 mm bewirkt eine Drucksteigerung um 146 mm, also 0,40, die letzte Senkung von 350 mm eine Drucksteigerung von 225 mm, also um 0,64 ihres hydrostatischen Druckwerthes. Trotz der unvermeidlichen Ungenauigkeit dieser Bestimmungen können diese Erscheinungen ihrer regelmässigen Wiederkehr wegen nicht zufällig sein.

In habe jetzt noch über einige andere Bestimmungen des Blutdruckes in den Capillaren zu berichten. Am Finger haben wir wiederholt den Versuch gemacht die Steigerung des Blutdruckes durch arterielle Hyperämie nachzuweisen. Die Finger wurden zu diesem Zwecke in heisses oder kaltes Wasser getaucht, die Haut durch einen Induktionsstrom gereizt etc. Aber selbst bei ziemlich lebhafter Röthung der Haut war eine Vermehrung des Blutdruckes durch unsere Methode nicht nachweisbar. Man muss also annehmen, dass die Grösse, um welche der Blutdruck

in den Capillaren bei mässig starker arterieller Hyperämie steigt, ganz innerhalb der Fehlergrenzen unserer Methode liegt, also jedenfalls kleiner ist, als 55 mm Wasser. Dagegen war es leicht, eine nachweisbare Steigerung des Capillardruckes durch Compression der Venen, z. B. durch Umschnürung des Fingers hervorzubringen.

Es ist ja auch selbstverständlich dass der Druck in den Capillaren hierbei bedeutend mehr steigen muss, als bei arterieller Hyperämie. Bei Verschluss der Venen eines Fingers muss der Druck in den Capillaren steigen, bis er dem in den Arterien des Fingers gleich kommt. Wir fanden ihn zu 1562 bis 1953 mm Wasser, entsprechend 444 443 mm Quecksilber.

Am Ohre machten wir eine Anzahl von Versuchen mit 4 verschiedenen Platten von 5.54 — 3.38 — 2.79 — 3.64 □ mm unter Benutzung des Stativs und des Hebels. Die durch dieselben gewonnenen Resultate sind in Millim. Wasser: 254, 268, 345, 255, im Durchschnitt also 272 mm Wasser oder 20 mm Quecksilber. Die Bestimmungen zeigten natürlich keine Differenzen zwischen beiden Seiten. Die hier beobachteten Werthe stimmen innerhalb der Fehlergrenzen mit denen, die an der bis zum Scheitel erhobenen Hand gewonnen wurden.

Endlich sind noch Bestimmungen am Zahnfleisch des Kaninchens zu erwähnen. Diese wurden immer an demselben Kaninchen, aber an mehreren Tagen hintereinander gemacht. Mit 4 Platten wurde als Durchschnitt der verschiedenen Beobachtungen gefunden: 429, 480, 433 und 435 Millim. Wasser, im Mittel 444 Wasser oder 33 mm Quecksilber.
