

# **Baden, Schwimmen und Tauchen.**

Von

**Privatdozent Dr. Robert Stigler.**

---

Vortrag, gehalten den 25. November 1914.

Mit 1 Abbildung im Texte.



So alt wie der Mensch ist wahrscheinlich auch die Sitte des Badens. Schon in den Vedas des Sanskrit (16. oder 17. Jahrhundert v. Chr.) finden sich diätetische Badevorschriften. Ganz besonders haben die alten Griechen und Römer das Schwimmen und Baden gepflegt. Leander schwamm allnächtlich über des Hellespont zu seiner Hero, bis er endlich ein Opfer des Meeres wurde. Im Jahre 1810 hat Leander in Lord Byron einen kühnen Nachahmer gefunden. Hippokrates, der bedeutendste Arzt des Altertums, war gleichzeitig Hydrotherapeut.

Ihren Höhepunkt erreichte die Pflege des Bades bei den Römern. Die Reichen hatten ihre eigenen Bäder, für die Ärmeren gab es billige, große Badeanstalten. Mäcenas soll das erste derartige Volksbad gegründet haben. Allerdings wurden die römischen Bäder zur Zeit des Verfalles des Reiches zu Stätten ärgster Unmoral.

Die Germanen galten als große Liebhaber des Badens und Schwimmens und wir haben viele historische Beispiele, die dies bekräftigen. Während des Mittelalters geriet das Baden und Schwimmen mehr in Verfall. Es sank um diese Zeit zu einer weichlichen

Lebensannehmlichkeit herab. In ganz Deutschland gab es allenthalben öffentliche Badestuben. Ein Bild von dem Betriebe in diesen entwirft uns im Jahre 1610 der Stadtpfysikus von Steyr, Guarinonius:

„Durch ganz Teutschland ist nichts gemeineres, nichts bekandtres, nichts geübteres, als diese Leib-Ringerung durch den Schweiß, das schweiß- und dampff-baden — darauff der gemein Böffel und vil ansehnliche Burger — dermassen steiff und stark halten, dass sie vermeynten vil verloren zu haben, wann sie nit alle Sambstag vor dem Sonntag, oder alle Feyerabend vor den Fest- und Feyrtägen, in das gemeine feil oder besondere Schweißbad gehen, schwitzen, sich reiben, fegen, butzen und abwaschen lassen.“

Die Kreuzfahrer brachten aus dem Morgenlande allerhand Unsitten und, was noch schlimmer war, Krankheiten mit sich, namentlich die Lepra. Da sich auch die Syphilis in vielen öffentlichen Bädern bedenklich bemerkbar machte, z. B. in Brünn, so wurden im 16. Jahrhundert die Badestuben über ärztliches Anraten behördlich geschlossen. Auch die Geistlichkeit erhob aus Sittlichkeitsgründen Einspruch gegen das Badeleben und namentlich die Reformation ging besonders scharf und prüde gegen das Baden vor. Zunächst wurde das gemeinsame Baden beider Geschlechter, das sich aus einer harmloseren Zeit erhalten hatte, schließlich sogar das Flußbaden und Schwimmen überhaupt verboten. Noch kurz vor dem Siebenjährigen Kriege wurden Knaben, die sich zu einem Bade hatten

verleiten lassen, mit Ruten gezüchtigt. Sogar gepre-digt wurde gegen das Baden und Schwimmen.

Medizinische Bäder wurden während des ganzen Mittelalters angewendet, meist als Kräuterbäder. In den Niederlanden pflegte man Kinder in Bier zu baden.

Der Gebrauch naturwarmer Quellen, die man Wild-bäder nannte, kam zu Beginn des 16. Jahrhunderts in Schwung. Im Jahre 1511 wurde Baden bei Wien von Anemorinus (Winterperger), im Jahre 1521 Karlsbad von Wenzel Bajer balneologisch gewürdigt. Schon damals weilten verschiedene gekrönte Häupter in Baden. Aber schon um jene Zeit dienten viele Badeorte nicht nur medizinischen, sondern auch rein gesellschaftlichen Zwecken. Guarinonius tadelt besonders die weiblichen Kurgäste und schreibt, daß jede irgendeine Krankheit vorzuschützen wisse, um in einen Badeort fahren zu dürfen, damit sie dort „lustig ihren Ehemännern eine waxene Nasen trähen künden“. Es kam sogar so weit, daß sich im 18. Jahrhundert Bräute die Erlaubnis zu einer jährlichen Badereise von ihrem Bräutigam ehekontraktlich sicherstellen ließen. Es wurde zum Beispiel im September 1762 in Wien zwischen Herrn Anton Waltoner, gewesenem Bräumeister, und dessen zukünftiger Ehegattin, der Jungfrau Apollonia Molin, folgender Ehekontrakt abgeschlossen: „Wär auch Sach dass sie wollt alljährlich in ein Bad fahren so soll das geschehen unverwehrt.“ Der Aufenthalt in und die Reise nach den Kurorten war schon damals sehr kostspielig.

Vom Ende des 18. Jahrhunderts an wurde das sportliche Baden und Schwimmen neuerdings gepflegt. Einen großen Fortschritt bedeutete die Errichtung von öffentlichen Badeanstalten wie jener des Dr. Ferro zu Wien zu Ende des 18. Jahrhunderts.

Im Jahre 1826 gründete Vinzenz Prießnitz in Gräfenberg in Schlesien die erste Kaltwasserheilanstalt. Ein wissenschaftlicher Betrieb der Hydrotherapie begann aber erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Von unseren engeren Landsleuten sei vor allem Winternitz als wissenschaftlicher Hydrotherapeut hervorgehoben.

## I. Das Baden.

Die Wirkungen der Bäder sind: 1. konstante und 2. inkonstante.

Die einzige konstante Wirkung des Bades ist die mechanische. Sie ist durch den Druck des Wassers auf die Körperoberfläche bedingt und betrifft:

1. die Atmung (respiratorische Wirkung) und
2. den Kreislauf (zirkulatorische Wirkung).

Die inkonstanten Wirkungen eines jeden Bades sind abhängig von dessen Temperatur. Gerade die thermischen Wirkungen sind bisher von den Hydrotherapeuten nahezu ausschließlich beachtet worden. Außerdem wird die Wirkung der Bäder auch noch durch deren chemische Beschaffenheit beeinflusst, welche durch medikamentöse Zusätze bestimmt werden kann. In unserer Zeit sind die Kohlensäure- und

Sauerstoffbäder in Schwung gekommen, deren besondere Wirkung darin besteht, daß sich die im Bade aus chemischen Reagentien entstehenden Gasblasen an der Hautoberfläche anlegen und daselbst einen prickelnden Hautreiz abgeben. Das Unwohlsein, von welchem manche Menschen nach dem Gebrauche von Kohlensäurebädern betroffen werden, rührt manchmal von der Einatmung der aus dem Bade entwichenen Kohlensäure her. Darum werden die Wannen für Kohlensäurebäder meist mit einem Dekel geschlossen, aus welchem bloß der Kopf des Patienten herausragt.

Daß der thermische Einfluß der Bäder sehr groß ist, weiß jeder Laie. Ein kaltes Bad entzieht dem Körper Wärme, ein heißes erhitzt ihn. Außerdem wird durch die Temperatur des Bades auch dessen Wirkung auf den Blutkreislauf wesentlich bestimmt. Am Beginne eines jeden Bades steigt der Blutdruck, d. h. der Druck, unter welchem das Blut in den Arterien steht, und damit auch der Druck, den das Herz aufbringen muß, wenn es das Blut in die großen Arterien hineinzupumpen hat. Diese anfängliche Blutdrucksteigerung war den Hydrotherapeuten längst bekannt; sie haben dieselbe als „zentrale Wallung“ bezeichnet und auf allerhand nebensächliche Momente zurückgeführt. Ihre wahre Ursache werden wir bald kennen lernen.

Bei Bädern von 34° C. sinkt der Blutdruck nach Ablauf weniger Minuten meist wieder zur Norm und man nennt deshalb die angegebene Badetemperatur objektiv indifferent. Bei heißen oder kalten Bädern

tritt eine andauernde Steigerung des Blutdruckes ein und man nennt deshalb Temperaturen heißer oder kalter Bäder objektiv different.

Diejenige Temperatur, bei der man sich im Bade am wohlsten fühlt, nennt man subjektiv indifferent, sie beträgt 33—34° C. Badetemperaturen über 38° C. sind nur kurze Zeit erträglich. Langdauernde heiße Bäder sind schädlich.

## Die mechanischen Wirkungen des Bades.

### 1. Die respiratorischen Wirkungen.

Das Wasser drückt zufolge seiner Schwere auf den untergetauchten Teil des Körpers. Dadurch übt es auf den Brustkasten einen Druck aus, welcher die Erweiterung desselben bei der Einatmung erschwert, die Verkleinerung desselben bei der Ausatmung erleichtert. Das Bad fördert also durch den Wasserdruck die Expiration und hemmt die Inspiration. Diese Tatsache ist auch beim gewöhnlichen Wannenbade bemerkbar: im Bade atmet man schwerer ein und leichter aus als gewöhnlich. Besonders deutlich merkt man dies, nachdem man gerade ins Wasser gestiegen ist. Bei Leuten, die das Baden nicht gewöhnt sind, erzeugt dasselbe, im ersten Augenblick wenigstens, oft Beängstigung und Beklemmung. Man hat die expirationsfördernde Wirkung des Bades auch therapeutisch zur Behandlung von Emphysematikern verwendet, da bei diesen zufolge krankhafter Verminde-



rung der Elastizität der Lunge das Ausatmen erschwert ist. Durch den Wasserdruck im Bade wird dasselbe erleichtert.

Wegen der erschwerten Einatmung wird die Atmung im Bade flacher, frequenter und unregelmäßig. Natürlich ist die Wirkung des Wasserdruckes um so größer, je tiefer man im Bade sitzt, je höher also das Wasser über der Brust steht. Gar manchem wird die besprochene Wirkung des Wasserdruckes nicht so bedeutend erscheinen. Durch ein einfaches Experiment kann man sich von derselben überzeugen. Man nehme ein weites, etwa 30 cm langes Rohr in den Mund, klemme sich die Nase zu und tauche dann den Kopf im Bade unter Wasser, so daß man durch das an der Oberfläche des Wassers freimündende Rohr Luft von atmosphärischem Druck atmet. Sobald man den Kopf so tief unter Wasser getaucht hat, daß dieses nur wenige Zentimeter über den Scheitel reicht, fühlt man schon eine außerordentliche Erschwerung der Einatmung, obwohl der Wasserdruck um nicht viel größer ist als in einem bis über den Hals reichenden Vollbade. Man kann das Rohr verlängern und versuchen, wie tief man unter Wasser tauchen kann, ohne völlige Atemnot zu leiden. Ich habe solche Versuche zwecks Messung der Kraft unserer Inspirationsmuskulatur (also vor allem des Zwerchfelles) angestellt, indem ich die Versuchspersonen durch ein Rohr einatmen und durch ein anderes Rohr ausatmen ließ, wodurch die Vermischung der schlechten Ausatemungsluft mit der fri-

schen einzuatmenden Luft verhindert wurde. Bei diesen Versuchen ergab sich, daß schon 1 m Wassersäule, d. h. der Druck, den das Wasser auf die Brust ausübt, wenn der untere Umfang derselben 1 m unter dem Wasserspiegel ist, hinreicht, dem Menschen die Atmung fast unmöglich zu machen. Der Aufenthalt 60 cm unter dem Wasser bei gleichzeitiger Atmung gewöhnlicher Luft durch die beiden Röhren konnte nur  $3\frac{3}{4}$  Minuten, 90 cm unter dem Wasser eine Minute, 1 m unter dem Wasser 30", 120 cm unter dem Wasser 12", 150 cm unter dem Wasser nur mehr 6" ausgehalten werden. Es wäre also geradezu ein Justifikationsmittel, einen Menschen, welcher durch ein an der Wasseroberfläche frei mündendes Rohr atmet, 1 m tief unterzutauchen. Ein Versuch, den Druck einer 2 m hohen Wassersäule auszuhalten, führte nach wenigen Sekunden zu einer Herzdehnung bei der 2 m tief versenkten Versuchsperson, in deren Folge dieselbe drei Monate lang das Bett hüten mußte.

Es ist sehr auffallend, daß man bei diesen Versuchen den mit Atemlosigkeit verbundenen Aufenthalt unter Wasser nur wenige Sekunden aushält, während man unter gewöhnlichen Umständen den Atem ohne weiters eine Minute, bei entsprechender Übung auch beträchtlich länger, bis zu 4 Minuten, einhalten kann. Daran kann nicht bloß die Hemmung der Einatmung durch den Wasserdruck schuld sein.

## 2. Die zirkulatorische Wirkung des Wasserdruckes im Bade.

Zum Verständnisse derselben ist die Kenntnis der Grundlagen der Lehre vom Blutkreisläufe erforderlich.

Das Blutgefäßsystem besteht aus Herz, Arterien, Kapillaren und Venen. Es ist ein allenthalben geschlossenes System elastischer Röhren. Das Blutgefäßsystem ist unter einem gewissen Überdruck mit Blut gefüllt, welchen man Blutdruck nennt. Deshalb ist die Wand der Blutgefäße immer gespannt und von dem Grade dieser Spannung hängt wiederum der Blutdruck ab. Die Spannung der Blutgefäßwand wird durch bestimmte Gefäßnerven reguliert, welche die in der Wand der Blutgefäße enthaltenen Muskelfasern innervieren. Die meisten dieser Muskelfasern sind in der Gefäßwand ringförmig angeordnet, wie Strumpfbänder. Von den Gefäßnerven kann zu den Gefäßmuskeln ein Impuls zur Zusammenziehung (Kontraktion) oder zur Erschlaffung ausgehen. Darnach unterscheidet man zweierlei Arten von Gefäßnerven: solche, welche eine Zusammenziehung der Gefäßmuskulatur und damit eine Steigerung des Blutdruckes, und solche, welche eine Erschlaffung der Gefäßmuskulatur und damit eine Verminderung des Blutdruckes herbeiführen. Es gibt also gefäßerweiternde und gefäßverengernde Nerven. Die thermische Wirkung kalter und heißer Bäder und besonders der Duschebäder beruht auf einer Reizung der ge-

fäßverengernden Nerven, wodurch, wie schon oben erwähnt, der Blutdruck steigt.

Das Herz hat die Aufgabe, das Blut in ständigem Kreislaufe zu erhalten. Bei jeder Zusammenziehung (Systole) der Herzkammern wird das Blut in die aus letzteren entspringenden großen Arterien hineingepreßt. Die Herzklappen hindern das Blut am Rücktritte in die Venen. Um die Arbeit des Herzens zu verstehen, stelle man sich einen Radfahrer vor, der die Pneumatik seines Rades aufpumpt. Je stärker diese schon mit Luft gefüllt ist, je stärker also der Gummischlauch schon gespannt ist, um so mehr Kraft muß der Radfahrer anwenden, um noch Luft in die Pneumatik hineinzupumpen. Ebenso verhält es sich mit dem Herzen: Je stärker die Wand der Arterien gespannt ist, je größer also der Blutdruck ist, um so kräftiger muß das Herz arbeiten, um das Blut in die Arterien hineinzupumpen. Jede Steigerung des Blutdruckes führt demnach zu einer Erhöhung der Herzarbeit.

Wenn ein Mensch badet, so drückt das Wasser infolge seiner Schwere auf den ganzen unter Wasser befindlichen Körperteil. Dieser Druck pflanzt sich, wie experimentell erweislich ist, bis auf die Knochen ungeschwächt fort. Er wirkt also auch auf alle unter Wasser befindlichen Blutgefäße, sucht dieselben zusammenzudrücken und das Blut aus ihnen zu verdrängen, und zwar nach jenen Teilen des Körpers, welche nicht dem Drucke des Badewassers ausgesetzt sind. Das ist aber nicht nur

der aus dem Wasser herausragende Anteil des Körpers (der Kopf), sondern auch alle Organe der Brust, vor allem Herz und Lungen, denn die Brustwand hält den Wasserdruck von den in der Brust einge-

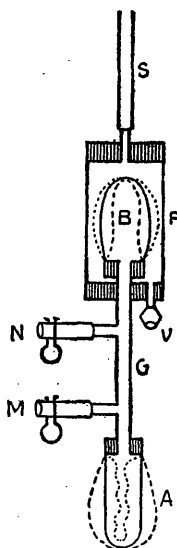


Fig. 1.

- - - - Füllungsgrad der Fingerlinge in vertikaler Lage in Luft.  
 — " " " bis B vertikal in Wasser getaucht (Bad).  
 . . . . " " "  $\frac{1}{2}$  m untergetaucht (Taucher).

schlossenen Organen ab, und im Inneren des Brust-  
 raumes herrscht, abgesehen von einer geringen physio-  
 logischen Abweichung, der Druck der atmosphärischen  
 Luft, mit welcher die Lunge durch die Luftröhre, Nase

und Mund in offener Verbindung steht. Deshalb wird durch den auf dem Körper lastenden Wasserdruck das Blut nicht nur in den Kopf, sondern auch in die Brust gedrängt, weil eben auf den im Brustkasten eingeschlossenen Organen nur Luftdruck, nicht aber der Wasserdruck lastet.

Die mechanische Wirkung des Bades auf die Blutkreislauforgane kann man sich durch ein sehr einfaches Modell (Fig. 1) veranschaulichen.

Eine etwa 20 cm lange Glasröhre (*G*) mit zwei Ansatzrohren (*M* und *N*) zum Füllen sei an ihrem oberen und unteren Ende mit je einem Kautschukfingerling (*A* und *B*) wasserdicht verbunden. In horizontaler Lage wird die Glasröhre mit den beiden Fingerlingen mit Wasser gefüllt. Das eine Ende und der daran sitzende Fingerling werde hierauf mit einem Glasgefäß (*F*) wasserdicht umschlossen, welches durch eine Öffnung und einen an dieser befindlichen Schlauch (*S*) mit der Außenluft in Verbindung steht. Der eine Fingerling (*A*) stelle die Gesamtheit aller Blutgefäße des Bauches und der unteren Extremitäten, der andere (*B*), im Glasgefäß eingeschlossene Fingerling die Gesamtheit der Blutgefäße des Kopfes und der Brust dar. Das Glasgefäß vertritt also die starre Brustwand. Stellt man dieses Modell auf, so wird sich der untere Fingerling beträchtlich ausdehnen, da auf ihm das Gewicht der ganzen Wassersäule lastet, der obere Fingerling wird nur mehr wenig Flüssigkeit enthalten, da diese zum großen Teile in die untere Blase sinkt. Drückt man

auf letztere mit der Hand, so steigt natürlich die Flüssigkeit in den Kopfteil des Gefäßes. Taucht man das ganze Modell bis zu seinem Kopfteile ins Wasser, so geschieht dasselbe: der Wasserdruck hebt die Flüssigkeit aus der unteren Blase in die obere, welche sich infolgedessen stärker füllt. In Wirklichkeit ist es nicht der Wasserdruck selbst, sondern die elastische Spannkraft der unteren Blase, welche die Flüssigkeit in die obere Blase hebt, sobald das Gewicht der Flüssigkeitssäule nicht mehr von der unteren Blase, sondern von dem umgebenden Wasser getragen wird.

Geradeso wird durch den Wasserdruck des Bades der ganze unter Wasser befindliche Gefäßanteil von dem auf ihm lastenden Gewichte der Blutsäule teilweise (entsprechend der Höhe des Bades) befreit und das Blut infolge der dadurch frei gewordenen elastischen Spannkraft der unter Wasser befindlichen Blutgefäße in die Brust und die aus dem Wasser herausragenden Körperteile gedrängt.

Dem Herzen erwächst dadurch eine Mehrarbeit, denn es hat im Bade nicht nur den gewöhnlichen Blutdruck, sondern auch den auf der Körperoberfläche lastenden Wasserdruck zu überwinden, wenn es das Blut aus dem Thorax in die vom Wasser gedrückten Blutgefäße pumpt.

Im Bade wird also:

1. die Blutfülle der aus dem Wasser herausragenden Teile und der Brustorgane vermehrt; darauf

beruht die Rötung des Kopfes, welche auch bei objektiv indifferenten Bädern einzutreten pflegt;

2. die Arbeit des Herzens wird zufolge der Steigerung des Blutdruckes durch den äußeren Wasserdruck erhöht;

3. die unter Wasser befindlichen Blutgefäße werden entlastet, indem der äußere Wasserdruck den durch die Schwere des Blutes auf die Gefäße ausgeübten Innendruck teilweise kompensiert.

Das Bad ist also aus rein physikalischen Gründen geeignet, den Lungenkreislauf durch Steigerung der Blutfüllung der Lungen zu fördern. Wegen der Vermehrung der Herzarbeit ist es notwendig, bei Herzschwachen und Herzkranken mit Bädern vorsichtig zu sein. Die eingangs erwähnte konstante initiale (anfängliche) Blutdrucksteigerung im Bade, die „zentrale Wallung“ der Hydrotherapeuten, beruht ausschließlich auf der mechanischen Wirkung des Wasserdruckes auf die unter Wasser befindlichen Blutgefäße. Sie ist deshalb um so größer, je höher das Bad reicht. Es empfiehlt sich daher, Herzschwache nur bis zur Höhe der Brustwarzen, nicht bis an den Mund, ins Wasser zu setzen oder sie flach ausgestreckt in seichte Bäder (Halbbäder) zu legen. Dann fehlt die initiale Blutdrucksteigerung oder sie ist wenigstens bedeutend geringer als im tiefen Bade.

Es ist bekannt, daß alte Leute mit Arterienverkalkung hin und wieder während oder kurz nach einem Bade vom Schläge getroffen werden, d. h. es erfolgt



ihr Tod durch Bersten einer kleinen Hirn- oder Herzarterie. Sicher ist für solche fatale Zufälle die Blutdrucksteigerung mitverantwortlich, welche der Wasserdruck des Bades bewirkt. Nach dem Essen, bei gefülltem Magen, besteht an und für sich schon Blutdrucksteigerung. Überdies sind während der Verdauungszeit die Blutgefäße der Baueingeweide besonders stark mit Blut gefüllt. Das Baden unmittelbar nach dem Essen ist zu widerraten. Daß dies schon die Alten wußten, geht aus folgendem Ratschlage Juvenals<sup>1)</sup> hervor:

„Die Strafe bleibt dir nicht aus,  
Wenn du vollgefressen  
Das Gewand ablegst  
Und den halbprohen Pfauenbraten  
Unverdaut ins Bad trägst.“

Die Blutdrucksteigerung, welche durch den Wasserdruck des Bades rein mechanisch bewirkt wird, ist aber lange nicht so stark wie jene, welche der plötzlich wirkende Kältereiz eines sehr kalten Bades, ganz besonders eines Duschbades, erzeugt. Infolge solcher Kältereize ziehen sich die Blutgefäße der Haut kräftig zusammen, was sich durch die Blässe der Letzteren sichtbar zu erkennen gibt. Das Blut wird infolgedessen nach den inneren Organen zu gedrängt und kann Berstung eines Hirn- oder Herzgefäßes, also Hirn- oder Herzschlag, herbeiführen.

---

<sup>1)</sup> Zitiert nach Hovorka-Kronfeld, Volksmedizin.

Meerbäder und Seebäder wirken meist auch durch den Wellenschlag steigend auf den Blutdruck ein. Die Hauptwirkung der Seebäder ohne Wellenschlag besteht einerseits in der mechanischen Blutdrucksteigerung durch den Wasserdruck, welche um so mehr in Betracht kommt, als man in Seebädern meist bis zum Halse im Wasser steht, demnach der Wasserdruck auf die Blutgefäße sehr beträchtlich ist, anderseits im Kältereiz des Bades.

## II. Das Schwimmen.

Der Zweck des Schwimmens ist:

1. sich über Wasser zu halten,
2. sich im Wasser fortzubewegen.

Das spezifische Gewicht des Menschen hängt davon ab, wieviel Luft jeweils in der Lunge enthalten ist. Nach der Einatmung ist unser Körper etwas leichter, nach der Ausatmung etwas schwerer als die von ihm verdrängte Wassermasse. Daher geht man nach tiefer Einatmung auch ohne Schwimmbewegung im Wasser nicht unter. Überdies ist das spezifische Gewicht auch vom Fettreichtum des Körpers abhängig. Da Fett etwas leichter als Wasser ist, schwimmen dicke Menschen leichter als magere.

Die Atmung ist beim Schwimmen durch den Wasserdruck erschwert, und dies kommt um so mehr in Betracht, als ein Schwimmer, wie die Untersuchungen gezeigt haben, in der Minute bis zu 50 Liter Luft ein- und ausatmet, während ein ruhender Mensch bloß

8 Liter Luft in der Minute verbraucht. Die angestrenzte Atmung belastet, wie jede Muskelarbeit, auch das Herz; dazu gesellt sich die Steigerung der Herzarbeit infolge der durch den Wasserdruck bewirkten Blutdrucksteigerung. Das Schwimmen ist daher für das Herz eine der anstrengendsten Leistungen und Herzschwachen dringlichst zu widerraten. Für Gesunde bildet es hingegen eine ausgezeichnete Herzgymnastik.

### III. Das Tauchen.

Es zerfällt in zwei Gruppen:

1. die Nackt- oder Naturtaucherei ohne Zuhilfenahme von Apparaten,
2. das Tauchen mit Taucherapparaten.

Die älteste Tauchervorrichtung war wohl die Taucherglocke. Der Taucher saß in einem großen umgestülpten Fasse, der Taucherglocke, welche, mit mehreren Gewichten belastet, unter Wasser versenkt wurde. Die in der Glocke enthaltene Luft wurde durch den Wasserdruck entsprechend der Tiefe komprimiert, so daß das Wasser dem Taucher schließlich bis an den Kopf reichte. Da kein Ersatz der durch die Ausatmung verschlechterten Luft erfolgte, so war der Taucher auch bald in Erstickungsgefahr. Aus diesen alten Taucherglocken haben sich die modernen Caissons entwickelt, mächtige Kammern, welche mit den zur Arbeit bestimmten Leuten auf den Grund versenkt werden, während gleichzeitig von oben her soviel Luft

eingepumpt wird, daß dieselbe das Wasser aus der Kammer verdrängt.

In den Taucherglocken ist die Beweglichkeit der Taucher natürlich auf den Raum der Glocke beschränkt. Darum hat man schon in alter Zeit Apparate zu ersinnen getrachtet, weche den Tauchern freies Herumgehen am Grunde ermöglichen sollten. Die älteste Abbildung, die mir von solchen Apparaten bekannt ist, stammt von Vegetius aus dem Jahre 1511. Der daselbst abgebildete Taucher steckt in einem wasserdichten Anzuge, welcher oben in einen elefantenrüsselähnlichen Fortsatz übergeht, der an der Wasseroberfläche frei mündet. Durch diesen Rüssel sollte der Taucher gewöhnliche Luft einatmen. Betrachten wir die mechanischen Verhältnisse dieses Taucherapparates! Dieselben werden durch das Modell Fig. 1 dargestellt, wenn man es etwa  $\frac{1}{2}$  m oder tiefer unter Wasser taucht, während der „Thorax“, bzw. Taucherhelm *F* durch den Schlauch *S* mit der Außenluft kommuniziert. Dann wird durch den Wasserdruck der untere Fingerling *A* ganz zusammengepreßt und sein Inhalt in den oberen Fingerling *B* entleert (punktierte Grenze der Fingerlinge in Fig. 1).

In gleicher Weise muß das Blut im Körper eines Tauchers, der im erwähnten alten Apparat taucht, durch den Wasserdruck verteilt werden.

Im Brustraume des Tauchers, also in seinen Lungen und auf seiner Herzoberfläche, herrscht der äußere Luftdruck, da ja die Lunge des Tauchers durch den schlauch-

ähnlichen Fortsatz des Apparates mit der äußeren Luft in Verbindung steht. Auf der Körperoberfläche des Tauchers lastet der Druck einer Wassersäule, deren Höhe davon abhängt, wie tief sich der Taucher unter Wasser befindet. Der Wasserdruck hemmt einerseits die Einatmung, anderseits die Zirkulation. Wie früher erwähnt, führt schon ein äußerer Überdruck über den in der Lunge des Tauchers herrschenden Druck von dem Gewichte einer 2 m hohen Wassersäule in wenigen Minuten zum sicheren Tode des Tauchers, weil einerseits der Thorax durch den Wasserdruck an der inspiratorischen Erweiterung verhindert wird, anderseits das Blut aus Bauch und Extremitäten in Kopf und Brust gepreßt wird und das Herz das Blut nicht mehr in die von dem Wasserdruck zusammengepreßten Gefäße pumpen kann.

Leider berichtet uns die Geschichte nicht viel von den Taucherversuchen mit den erwähnten Apparaten. Zweifelsohne haben sich diese sehr bald als unbrauchbar erwiesen.

Gleiches Los hatten alle folgenden Tauchapparate, bei denen der Druck des Wassers auf der Körperoberfläche des Tauchers größer war als der Druck der eingeatmeten Luft. Aus den Berichten über die mit jenen Apparaten angestellten Versuche geht hervor, daß den Tauchern Blut aus Mund, Nase und Ohren herausdrang und daß sie sehr schwer erkrankten.

Ich habe die durch Differenzen zwischen dem auf der äußeren Körperoberfläche lastenden und dem im Thorax herrschenden Drucke hervorgerufenen Krank-

heitserscheinungen als „Druckdifferenzkrankheit“ bezeichnet. Des Wesen derselben habe ich an Tierversuchen studiert. Dazu diene ein eigener Apparat, der „Kompressionszylinder“, ein sehr großer Glaszylinder mit einem luftdicht anpreßbaren Deckel. In das Innere des Zylinders wird ein Versuchstier, narkotisiert und auf einem Brette aufgebunden, gebracht. Das Tier ist tracheotomiert und seine Trachealkanüle wird mit einem Rohre verbunden, welches durch den Deckel des Kompressionszylinders in die Außenluft führt. Das Tier atmet also Luft von atmosphärischem Drucke. Durch eine zweite Röhre im Deckel des Kompressionszylinders kann in diesen Luft eingepumpt werden, so daß der Druck im Kompressionszylinder steigt und demnach auf der Körperoberfläche des Versuchstieres ein größerer Druck herrscht als in seinen Lungen. Während des Versuches wird gleichzeitig der Blutdruck und die Atmung des Tieres und der Druck der Luft im Kompressionszylinder aufgeschrieben. Dazu dienen besondere Vorrichtungen, welche mit dem Apparate verbunden werden.

Ein Luftdruck von einer Atmosphäre entspricht dem Druck einer Wassersäule von 10 m Höhe. Wenn der Überdruck der Luft im Kompressionszylinder  $\frac{1}{10}$  Atmosphäre beträgt, so ist das für das Tier dasselbe, wie wenn es, durch einen Schlauch gewöhnliche Luft atmend, 1 m tief in horizontaler Lage unter Wasser getaucht würde.

Ein Überdruck von einer Atmosphäre im Kompressionszylinder hat die gleichen Folgen für das Ver-

suchstier, wie wenn es bei gleichzeitiger Atmung unter atmosphärischem Drucke 10 m tief untergetaucht würde.

Die Versuche mit dem beschriebenen Apparate ergaben folgendes: Schon ein geringer Überdruck auf der Körperoberfläche führt zu einer Steigerung des Blutdruckes und dadurch zu einer Erhöhung der Herzarbeit. Nach kurzer Zeit tritt eine Verschlechterung des Blutkreislaufes ein, welche sich auch durch Unregelmäßigkeiten und zeitweiliges Aussetzen des Pulses kundgibt. Fortgesetzte Steigerung des äußeren Überdruckes führt zu einer Rückstauung des Blutes in Herz und Lungen und zu einer ausgesprochenen Blutleere der Bauchorgane und der Extremitäten. Schließlich wird der Brustkasten des Tieres durch den äußeren Luftdruck eingedrückt. Die Atmung wird schon bei einem geringen äußeren Überdruck so flach, daß sie praktisch unwirksam ist.

Tötet man das Versuchstier, so findet man einen sehr charakteristischen Befund: Der Bauch ist fast blutleer, das reiche Fettgewebe des Bauches ist weiß, die Leber, sonst eines der blutreichsten Organe des Körpers, ist so blutarm, daß beim Einschnneiden nur wenige Tropfen herausfließen. Die Blutgefäße des Bauches enthalten fast gar kein Blut. Hingegen zeigt sich bei Eröffnung des Thorax außerordentliche Blutfülle seiner Organe: das Herz ist, gleich den großen Ge-

faßen, prall mit Blut gefüllt, ebenso die Lunge, aus der beim Einschneiden reichlich Blut entströmt.

So erklärt es sich leicht, daß infolge eines hinlänglichen äußeren Überdruckes Blutgefäße der Lunge bersten können und von der Druckdifferenzkrankheit befallenen Tauchern das Blut aus Mund und Nase herausdringen kann. Die Blutungen aus den Ohren sind darauf zurückzuführen, daß das Blut infolge des äußeren Überdruckes auch in die Paukenhöhle gepreßt wird, da in dieser ebenfalls ein geringerer Druck als auf der Körperoberfläche herrscht. Blutungen in der Netzhaut des Auges gehören ebenfalls zu dem Bilde der Druckdifferenzkrankheit. Die Rückstauung des Blutes zum Herzen kann eine Dehnung desselben herbeiführen, wie mir dies selbst bei dem eingangs erwähnten Versuche, 2 Meter unter Wasser Luft von atmosphärischem Drucke zu atmen, zugestoßen ist.

Die Druckdifferenzkrankheit machte alle Tauchversuche der früheren Jahrhunderte zunichte oder wenigstens praktisch nahezu erfolglos, bis man daran ging, dem Taucher von oben her komprimierte Luft von solchem Drucke nachzupumpen, daß der Luftdruck im Taucheranzuge und somit auch in den Lungen des Tauchers genau gleich dem Drucke des Wassers auf der Körperoberfläche war. Der zu Anfang des 19. Jahrhunderts ersonnene englische Taucherapparat (Skaphander) entspricht diesen Bedingungen dadurch, daß durch ein Ventil im Taucherhelm die überschüssige, von obenher nachgepumpte Luft erst dann entweichen



kann, wenn ihr Druck dem auf der Brust des Tauchers lastenden Wasserdrucke entspricht. Das Prinzip des modernen Taucherapparates wird gleichfalls durch das Modell Fig. 1 dargestellt, wenn man den Schlauch *S* mit einer Pumpe (etwa mit einem Rundgebläse) verbindet und, während man das Modell untertaucht, fortwährend Luft in den „Taucherapparat“ *F* nachpumpt. Sobald der Luftdruck in *F* den äußeren Wasserdruck in der Höhe des sich bloß nach außen öffnenden Ventils *V* ein wenig übersteigt, entströmt die überschüssige Luft durch letzteres; daher ist der Druck im Raume *F* immer gleich dem Wasserdruck in der Höhe des Ventiles.

Im Jahre 1865 haben zwei Franzosen einen vom Taucher in Form eines Tornisters am Rücken zu tragenden „Luftregulator“ erfunden, welcher den Druck der Atmungsluft dem äußeren Wasserdrucke genau anpaßt. Dieser Apparat ist bei den Marinen aller kontinentalen Mächte eingeführt worden, also auch bei der k. u. k. Kriegsmarine. Für das Tiefseetauchen bewährt sich aber der ältere englische Tiefseetauchapparat weit besser.

Die Druckdifferenzkrankheit kommt trotz der Anwendung der modernen Tauchapparate noch hie und da vor, und zwar dann, wenn dem Taucher nicht genug Luft nachgepumpt wird, so daß der Druck der Luft im Taucherhelm geringer ist als der äußere Wasserdruck in gleicher Höhe. Das ereignet sich, wenn der Taucher die Führungsleine aus den Händen verliert, während er absteigt, und dann in die Tiefe fällt (da er ja mit Bleigewichten und mit dem Taucherhelm be-

schwert ist). So rasch kann dann die Luft nicht nachgepumpt werden, daß der Luftdruck im Taucherapparat dem äußeren Wasserdrucke des Gleichgewicht hielte. In anderen Fällen können Knickungen des Pumpenschlauches oder Pumpendefekte die Ursache zum Eintritt der Druckdifferenzkrankheit bilden.

Wie tief kann man tauchen? Die größte Tiefe, in welcher meines Wissens Taucherarbeit geleistet wurde, beträgt 63 m. Ohne zu arbeiten, sind zwei Versuchspersonen des Oxford Physiologen Haldane 72 m tief getaucht. Die Tiefe, bis zu der man tauchen kann, ist vor allem durch die Leistungsfähigkeit unserer Pumpen beschränkt. Schon eine sehr geringe Kohlen säureanhäufung im Taucherapparat führt bei dem hohen Druck, den die zugepumpte Luft in beträchtlicher Tiefe haben muß, zu Gesundheitsstörungen und eventuell zur Bewußtlosigkeit des Tauchers. Sein Luftbedarf ist daher in großer Tiefe außerordentlich und dadurch erhöhen sich die Anforderungen an die Pumpen. Aber auch wenn die Leistungsfähigkeit unserer Pumpen unbeschränkt wäre, so könnte der Taucher nicht viel tiefer als bisher gelangen. Ursache dessen ist, daß der Sauerstoff bei einer Spannung von mehr als etwa 7 Atmosphären giftig wirkt.

### Die Caissonkrankheit.

Viel gefährlicher als das Absteigen und als der Aufenthalt am Meeresgrunde ist für den Taucher ein zu rasches Emporsteigen zur Wasseroberfläche; denn

während des Aufenthaltes in der Druckluft löst sich der Stickstoff derselben im Blute des Tauchers; wenn der Luftdruck, unter welchem der Taucher atmet, plötzlich stark sinkt, wie dies beim raschen Aufsteigen vom Meeresgrunde der Fall ist, so entweicht der Stickstoff aus dem Blute in Form kleinster Gasbläschen und diese bilden mit dem Blute einen Schaum, der die feinsten Blutgefäße verstopft und dadurch den Blutkreislauf hemmt. So kommt es zur Verstopfung der Blutgefäße in Hirn und Rückenmark und dadurch zu Lähmungen und Zerstörungen der Nervensubstanz mit außerordentlich gefährlichen Folgen für den Taucher. Man nennt das die „Caissonkrankheit“. Um ihr vorzubeugen, darf der Taucher nur langsam vom Meeresgrunde an die Oberfläche zurückkehren.

### Die Nackttaucherei.

Nackttaucher können bis zu 40 m tief tauchen. In der Regel erreichen sie allerdings nur eine Tiefe von höchstens 18 m. Auch das ist verblüffend genug angesichts der besprochenen Tatsache, daß ein Mensch, der durch einen Schlauch gewöhnliche Luft atmet, nicht einmal 1 m tief tauchen kann. Worin liegt die Erklärung dieses scheinbaren Widerspruches? Eine rein physikalische Betrachtung gibt die Lösung desselben.

Ehe der Nackttaucher absteigt, füllt er seine Lunge durch möglichst tiefe Atemzüge mit Luft und schließt seine Stimmritze (meist auch seine Nase mit Hilfe einer Klemme), um die Luft am Entweichen aus der

Lunge zu hindern. Je tiefer er taucht, um so stärker wird sein Thorax und damit auch die in den Lungen enthaltene Luft komprimiert. Dadurch steigt der Druck der in seinen Lungen enthaltenen Luft um so höher, je tiefer der Taucher sinkt. Die komprimierte Luft in der Lunge des Tauchers hat daher denselben Druck wie das den Taucher umgebende Wasser und darum entsteht keine schädliche Druckdifferenz, so lange der Nackttaucher imstande ist, die eingeatmete Luft unter Wasser zu behalten. Es fragt sich nur, bis zu welchem Grade der Brustraum des Tauchers durch den Wasserdruck verkleinert werden kann; denn davon hängt die Kompression der in der Lunge enthaltenen Luft ab.

Wenn man so tief als möglich einatmet, so faßt die Lunge eines kräftigen Mannes durchschnittlich 4·5 Liter Luft; wenn man darauf so stark als möglich ausatmet, so entweichen aus der Lunge 3·5 Liter Luft, 1 Liter Luft bleibt auch noch nach tiefster Ausatmung in der Lunge. Der Fassungsraum der Lunge kann also zwischen 4·5 und 1 Liter schwanken. Nehmen wir an, der Nackttaucher habe nach tiefster Einatmung 4·5 Liter Luft in seiner Lunge. In welcher Tiefe ist der Wasserdruck so groß, daß das Volumen der 4·5 Liter Luft in der Lunge des Tauchers auf 1 Liter zusammenschrumpft? Die Antwort hierauf gibt das Boyle-Mariottesche Gesetz: Spannung und Volumen einer Gasmenge sind verkehrt proportional. Bezeichnen wir das Volumen der Lungenluft nach tiefster Inspiration (4·5 Liter) als  $v$ , den äußeren Luftdruck

(1 Atmosphäre) als  $p$ , das Volumen der durch den Wasserdruck so viel als möglich komprimierten Lungenluft (1 Liter) als  $v_1$  und den fraglichen Druck der so komprimierten Lungenluft als  $p_1$ , so gilt die Gleichung:

$$vp = v_1 p_1;$$

$$p_1 = \frac{vp}{v_1} = \frac{4.5}{1} = 4.5 \text{ Atmosphären.}$$

Die vor dem Tauchen in der Lunge enthaltene Luftmenge von 4.5 Liter wird auf ein Volumen von 1 Liter zusammengepreßt, sobald ihr Druck auf 4.5 Atmosphären steigt. Da 1 Atmosphäre auf den äußeren Luftdruck entfällt, so ist hiez zu noch ein Wasserdruck von 3.5 Atmosphären erforderlich. Ein solcher herrscht in einer Tiefe von 35 m. Das Ergebnis der mathematischen Berechnung stimmt mit den durch die Praxis gewonnenen Erfahrungen überein, da, wie erwähnt, Nackttaucher bis zu 40 m tief tauchen können.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Stigler Robert

Artikel/Article: [Baden, Schwimmen und Tauchen. 169-197](#)