

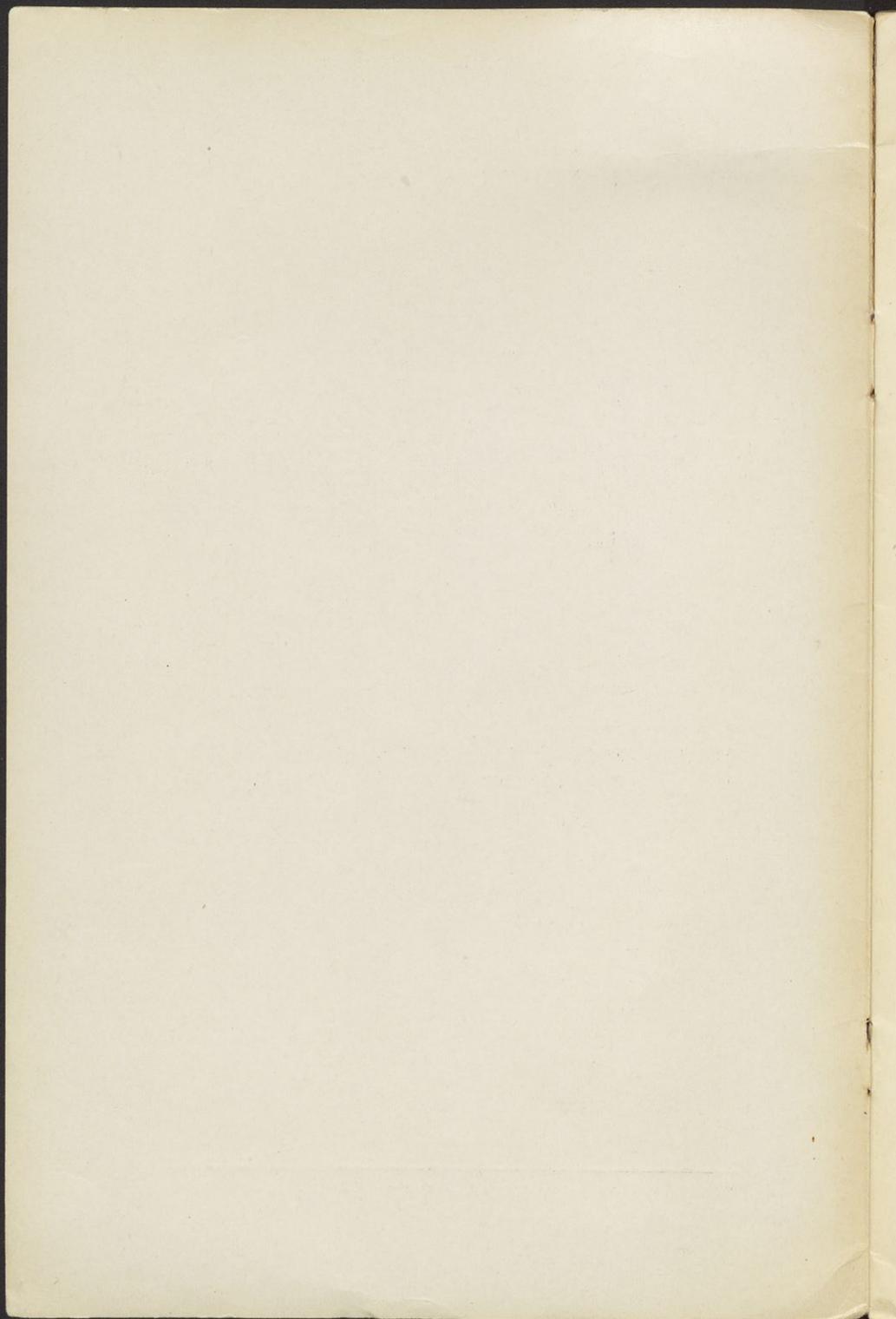
10087
PROF. DR. L. NENADOVIĆ:

ÜBER KOHLENSÄURE-BÄDER (CO₂ BÄDER)

1882 - 1932
HERAUSGEGEBEN ANLÄSSLICH DES 50 JÄHRIGEN
BESTANDES DER KURANSTALT SLATINA RADENCI

1932

MARIBORSKA TISKARNA D. D., MARIBOR



PROF. DR. L. NENADOVIĆ:

ÜBER
KOHLENSÄURE-BÄDER
(CO₂ BÄDER)

HERAUSGEGEBEN ANLÄSSLICH DES 50 JÄHRIGEN
BESTANDES DER KURANSTALT SLATINA RADENCI

PHOR DR. I. PENALDOVIC

ÜBER
KOHLENSÄUREBÄDER
(CO₂BÄDER)

BEREITUNG UND ANWENDUNG DER CARBONISIERUNG
BÄDER UND KURKURSTÄTTEN

10087



N 13033

VERLAG VON DR. J. PENALDOVIC

Über Kohlensäure-Bäder (CO₂ Bäder).

Von Dr. L. Nenadović,

Professor für Phys. Therapie und Balneologie an der Universität in Beograd.

Professor Beneke hat 1872 seine Studie »Zur Therapie des Gelenksrheumatismus und der damit verbundenen Herzkrankheiten« veröffentlicht, die sich auf die Solbäderkuren in Bad Nauheim bezog. Dies bedeutete den Beginn der Balneotherapie der Herzkrankheiten im allgemeinen und der CO₂ Bäderkuren im besonderen.

In einem halben Jahrhundert hat sich diese Therapie in der Medizin nicht nur eingebürgert, sondern in der Praxis auch so weit entwickelt, dass man sagen kann, dass es, ausgenommen allein Aortenaneurysma, Neigung zur Embolie und schwere Dekompensationen, keine anderen Kontraindikationen gibt. So werden CO₂ Bäder bei folgenden Krankheiten (indicaciones) mit Erfolg angewendet:

- I. Herzmuskelerkrankungen:
 1. Herzmuskelschwäche,
 2. Herzumuskelverdickung,
 3. veraltete Herzmuskelerntzündung (Myocarditis chron.) und
 4. Fettherz (Adipositas und Myodegeneratio).
- II. Herzfehler (Vitia cordis organica) auch dann noch, wenn schon Störungen des Blutkreislaufes bestehen (im Anfangsstadium und in leichtem Grade).
- III. Nervöse Herzstörungen (Neurosis cordis).
- IV. Organische Krankheiten der Gefäße: 1. Arteriosklerose, 2. Thrombus, 3. Hämorrhoiden, 4. Varices. Alle diese Indikationen sind empirisch aufgestellt. Die wissenschaftliche Begründung der Wirkung von CO₂ Bädern erfolgte erst nachträglich. Wir müssen zugeben, dass diese wissenschaftliche Arbeit noch nicht zum Abschlusse gekommen ist. Die Aufgabe dieser Zeilen ist es darzulegen, was durch bisherige Forschungen bereits erreicht wurde.

Das CO₂ Wasserbad übt auf die menschliche Haut einen thermischen, mechanischen (taktilen) und chemischen Reiz aus. Es unterscheidet sich vom Bade im CO₂-freien Wasser nicht nur dadurch,

dass es im letzteren keinen chemischen Reiz gibt, sondern auch in Bezug darauf, wie sich der mechanische und thermische Reiz manifestieren, was wir im folgenden klarlegen wollen.

Das (trockene) CO_2 Gasbad übt auf die Haut nur einen chemischen Reiz aus und wird zur Behandlung von Herzkrankheiten nicht angewendet. Es scheint demnach, dass eben die Kombination jener drei Reize es ist, die sich auf das Herz und die Blutgefässe besonders günstig auswirkt.

Im Mineralwasser, das Karbonate und Kohlensäure (H_2CO_3) enthält, kommt diese zunächst in Karbonaten gebunden, dann halbgebunden in Hydrokarbonaten und frei vor und zwar in Form von HCO_3 , CO_3 Ionen und der CO_2 Moleküle. Die Wirkung der HCO_3 und CO_3 Ionen auf die Haut ist nicht erforscht, kommt aber auch deswegen nicht in Betracht, weil die freie Säure im Wasserbad in 99.6% in Form von CO_2 auftritt. Diese wird durch Erwärmung des Wassers aus den Hydrokarbonaten und dem Wasser frei (insoferne sie vom Wasser absorbiert wurde oder schon als solche in Bläschenform im Wasser vorhanden war, schon vor der Erwärmung). CO_2 Blasen sind für das CO_2 Wasserbad charakteristisch.

Wenn man sich ins CO_2 Bad legt, legen sich die CO_2 Blasen an der Haut an und bedecken die Oberfläche des Körpers wie Asche, wenn sie klein sind (z. B. in Dobrna) oder wie kleine Perlen, wenn sie grösser sind (z. B. in Slatina Radenci). Die Blasen sind klein, wenn das Wasser wenig CO_2 haltig ist, und gross, wenn es stark CO_2 haltig ist. Liegt die Temperatur des Wassers um den indifferenten Punkt oder tiefer, so empfindet man nach der ersten Abkühlung durch das Wasser eine angenehme Wärme. Diese schreibt Goldscheider der spezifischen Reizung der Wärmernerven in der Haut zu, weil sie einer Rötung der Haut vorangeht. Andere Autoren bringen die Wärmempfindung mit der Erweiterung der Kapillaren in Verbindung (Kisch, Fellner, Weiss, Kanovell) und die Kapillaren erweitern sich tatsächlich und die Haut wird rot. Sowohl die Reizung der Wärmernerven als auch die Erweiterung der Kapillaren in der Haut schreiben Munk und die vier erwähnten Autoren der chemischen CO_2 Wirkung zu (Ebbeke der Wirkung der H-Ionen), Laqueur der Reizung der Gefühlsnerven als indirekter Wirkung, Senator-Frankenhäuser aber als reaktiver Wirkung des »Temperaturkontrastes. Schliesslich wollen wir erwähnen, dass Müller die Erweiterung der Kapillaren der Massagewirkung der Blasen zuschreibt, also CO_2 als physischem Körper. Ich bin jedenfalls der Ansicht, dass hier weder die Massage noch die Temperatur, sondern einzig und allein die chemische Wirkung eine Rolle spielt, weil Ebbeke lehrt, dass im physiologischen Experimente die Rötung, d. h. die Erweiterung der Kapillaren nur infolge eines stärkeren mechanischen Reizes eintritt, dass mässige Wärme, die schon Empfindungen und Reflexe auslöst, wenn sie lokal angewendet wird, auf die Kapillaren keine Wirkung ausübt, und

weil wir wissen, dass CO₂ in Form von trockenem Gas (wo es keine physische Blasenwirkung gibt) auch eine Wärmeempfindung hervorruft — durch die chemische Wirkung allein. Dass hier auch die Temperatur keine Rolle spielt, ist daraus zu ersehen, dass A. Schott die Behauptung aufgestellt hat, dass ein Wasserbad von gleicher Temperatur wie ein CO₂ Bad keine Erweiterung der Kapillaren bewirkt. Die Wirkung der Blasen zeigt sich in einer anderen Richtung. CO₂ leitet die Wärme schlechter als die Luft und das Wasser. Nehmen wir die Leitfähigkeit der Luft mit 100 an, dann beträgt sie für das Wasser 2822,8, für CO₂ aber nur 59! (Zitiert nach Fleischmann.) Wenn also CO₂ Blasen die Haut bedecken, so bewirken sie die Isolierung (Grödel I.) des Körpers. CO₂ erweitert also einerseits die Kapillaren in der Haut, andererseits aber schützt sie gewissermassen den Organismus vor übermäßigem Wärmeverlust mittels einer Schutzmauer, welche die CO₂ Blasen zwischen dem (kalten) Wasser und der Haut bilden (Moog, van der Emde und Angenitzky). Wegen der Wärmeempfindung im CO₂ Bad, sagt Grödel I., erträgt man kältere Temperaturen als im Freiwasserbad und ich möchte noch hinzufügen, dass dies eine Folge jener physischen Isolierung ist. Dies ist die erste Art, wie die CO₂ Blasen die Temperaturwirkung im Wasserbade modifizieren. Aber diese Modifikation führen sie noch auf eine andere Weise aus, vermittelt jenes schon oben erwähnten thermischen Kontrastes, so nehmen es wenigstens nach Senator und Frankenhäuser alle Autoren an. »Die Blasen belegen die menschliche Haut, die einen bleiben fest und andauernd auf gleicher Stelle, andere aber lösen sich schneller von der Haut los, steigen auf und werden durch andere Blasen ersetzt, die sich aufs neue bilden.« Diejenige Stelle, von der aus die Blase aufsteigt, empfindet jetzt stärker die Kälte des Wassers. Auf diese Weise habe sowohl ich als auch andere Autoren in der Literatur die Wirkung erklärt, die Senator-Frankenhäuser »thermische Kontrastwirkung« genannt haben und die später F. Grödel als »Gradation-Kontrastwirkung« bezeichnet hat. Eine solche Erklärung entspricht indessen nicht vollkommen der Erklärung, die Senator-Frankenhäuser (Therapie der Gegenwart. Jan. 1904) gegeben haben. Diese sagen nämlich: Wenn man ein CO₂ Bad von 28° C (22,4° R) nimmt, empfängt man zuerst einen Kältereiz, Stellen hingegen, welche mit CO₂ Blasen bedeckt werden, empfangen einen Wärmereiz. Demnach wechseln im CO₂ Bad nicht nur oft Wärme- und Kältereiz, sondern diese Reize bestehen gleichzeitig dicht nebeneinander an vielen Stellen der Haut. Die beiden Genannten sprechen also nicht nur von sukzessiven, sondern auch von simultanen Reizen zweier Medien, des Wassers und der CO₂, für welche verschiedene Punkte der indifferenten Temperatur bestehen, während sowohl ich als auch andere Autoren die Kontrastwirkung nur als Wirkung des sukzessiven Reizes aufgefasst haben. Damit wollte ich Angaben richtigstellen, die sich in der

Literatur häufig unrichtigerweise wiederholen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich mich aber auch mit der Frage befassen, ob dieser »thermische Reiz« besteht und ob ihm jene grosse Bedeutung zukommt, die ihm Senator-Frankenhäuser zugeschrieben haben, indem sie behaupten, »dass es im CO₂ Bade zu ganz ausgesprochenen Wirkungen des thermischen Kontrastes kommt, wie sie keine anderen balneotherapeutischen und hydrotherapeutischen Mittel aufweisen, und die übereinstimmend damit eine starke und besondere Reaktion hervorrufen müssen«. Auch aus dem einleitenden Teil ihres Werkes ergibt sich, dass sie im CO₂ Bade diesen physischen Wirkungen die grösste Bedeutung beimessen. Lesen wir indessen die Abhandlung des Physiologen Ebbecke (»Über die Temperaturempfindung in ihrer Abhängigkeit von der Hautdurchblutung und von den Reflexzentren.« Pflüg. Arch. 1917) durch, so werden wir zu dem Schlusse kommen, dass der Effekt des Temperaturreizes im CO₂ Bade weder stark noch ausgeprägt sein kann. So lehrt Ebbecke, dass, wenn zwei entgegengesetzte Temperaturreize gleichzeitig wirken, der stärkere die Wirkung des schwächeren aufhebt — Hemmung. Er führt diesbezüglich Versuche an (von Zermak, Klug sowie eigene), aus denen hervorgeht, dass der Wärmereiz von dem Kältereiz aufgehoben wird (was die Regel ist) oder umgekehrt (dieses ist nicht die Regel, aber es kommt vor), wenn sie beide simultan auf die Haut so nahe nebeneinander angewendet werden, dass sie noch als zwei verschiedene Reize unterschieden werden können (Warm—Kalt). Sind aber die Reize kräftig und ungefähr gleich stark, so tritt in der Empfindung der Widerstreit (zwischen Kalt und Warm), Empfindungswechsel (bald Kalt, bald Warm), oder auch Verschmelzung (in eine Empfindung oder in eine Mischung von Empfindungen). Zweifellos treten im CO₂ Bad auch diese Erscheinungen der Hemmung, Verschmelzung und Mischung der Wärmeempfindung auf, denn jene Hautstelle, die der Wirkung des kalten Wassers ausgesetzt ist, und jene, die eine CO₂ Blase bedeckt, sind sicher einander so nahe, wie es nicht einmal bei den Experimenten der genannten Physiologen der Fall war. Ferner darf aus dem Umstand, dass der indifferente Punkt der Temperatur des Wassers und der CO₂ Blasen verschieden ist, beim Wasser 34.8—36.4 (Wick), das CO₂ Gas von 20° wird aber als warm empfunden, nicht der Schluss auf einen grossen thermischen Kontrast abgeleitet werden, auch wenn man ein Bad von 28° C nimmt, weil für den Temperatursinn nicht die Reizschwelle genannt werden kann und weil auch die Unterschiedsschwelle von dem augenblicklichen Stande der Adaptation (an die Wärme) der Haut an ein und derselben Hautstelle abhängt (zit. nach Aberhalden), je nachdem ob der Wärmereiz lange anhält (Hering). Darnach scheint es, dass es einen thermischen Kontrast vom simultanen Reiz (Kalt—Warm) im CO₂ Bade nicht gibt. Nun bliebe noch jener zweite Teil vom sukzessiven

Reiz. Ebbeke lehrt jedoch: Man kann leicht einen Wärmegrad finden, der an und für sich noch deutlich die Empfindung der Wärme hervorruft, die aber von einem in der Nähe einsetzenden Kältereiz sogar in dem Falle gelöscht wird, wenn ein doppelter Reiz nicht simultan, sondern sukzessiv oder, besser gesagt, additiv angewendet wird. Demnach gilt auch für die sukzessiven Reize dasselbe wie für die simultanen. Es gibt auch noch andere Tatsachen, die den Schluss bekräftigen können, zu dem ich gekommen bin. So führt Ebbeke an, dass nicht nur ein entgegengesetzter thermischer Reiz in der Nachbarschaft, sondern auch eine leichte Vibration, Krübeln und Prickeln sowie Schmerzempfindung eine schwache Temperaturempfindung aufheben können, und das kann sicher auf die CO₂ Blasen angewendet werden, von denen man allgemein behauptet, dass sie durch ihr Aufsteigen und Anstossen an die Haut eine leichte Massage hervorrufen. Endlich führt Goldscheider an (zit. nach Ebbeke), dass auch eine »taktile Mitempfindung« besteht, und das bedeutet folgendes: Wird neben der von einem Kältereiz getroffenen Stelle die Haut von einem Gegenstand mit indifferenter Temperatur berührt, so empfindet man auch an dieser Stelle Kälte. Auf die Erklärung Senator-Frankenhäusers angewendet, würde das bedeuten, dass eine CO₂ Blase, welche die Haut neben einer Stelle, auf der kaltes Wasser wirkt, berühren würde, ebenfalls eine Kälteempfindung hervorbringen könnte (oder müsste). Wo ist aber dann der »thermische Kontrast«?! Bestünde die Wirkung des »thermischen Kontrastes«, so müsste sie sich auch im Oxygen- und Luftbad (Luft-Perlbad) offenbaren. Dies hat indessen Niemand behauptet und allgemein wird zugegeben, dass diese Bäder nicht die gleiche Wirkung haben wie das CO₂ Bad. Im CO₂ Bade sind physische Vorbedingungen gegeben, dass der thermische Kontrast entsteht, aber die anatomischen und physiologischen Eigenschaften der Temperatursinne sind so geartet, dass dieser »thermische Kontrast« nicht zum Ausdruck kommt. Damit entfällt die Modifikation, welche die CO₂ Blasen am thermischen Reiz im CO₂ Bade bewirken würden und auf die sich die Autoren so hartnäckig und grundlos berufen. Aber die CO₂ Blasen üben dennoch einen Reiz aus, der zweifellos die thermische Wirkung des Wassers modifiziert und auf den ich bereits vor 20 Jahren als Erster aufmerksam gemacht habe. Das Wesen dieses Reizes besteht in folgendem: Wenn hier und da eine CO₂ Blase genügend gross wird, löst sie sich von ihrer Hautstelle los und gleitet an der Haut, wodurch sie ein Prickeln hervorruft, wie wenn sich eine Ameise auf der Haut bewegt; was aber die Hauptsache ist, dies verursacht eine Empfindung des Schauers in dem Falle, als das Wasser die indifferente oder etwas höhere Temperatur hat. Ich habe diesen Reiz den dynamischen Reiz genannt, weil ich es so aufgefasst habe, dass er die Herztätigkeit verstärkt (Dynamische Kraft, Stärke). Was nun über den dynamischen Reiz folgt, ver-

öffentliche ich hier das erstmal als vorläufige Mitteilung meiner neuesten experimentellen Untersuchungen, zum Teil in Slatina Radenci selbst. Obige Bezeichnung ist vielleicht nicht am Platze, denn die Termini: mechanischer, thermischer, elektrischer Reiz bezeichnen die Form einer Energie, der Ausdruck »dynamisch« hingegen den Reizeffekt. Wenn wir uns fragen, welcher Art der Reiz ist, der die Empfindung des Schauers hervorruft, können wir uns denken, dass es ein taktiler Reiz ist, wie ich ursprünglich auch geschrieben habe, »dass die Blasen die Haare an der Haut berühren und dadurch insbesondere die Hautnerven reizen, d. h. die sogenannte Flaumempfindlichkeit der Haut«. Ebenso können wir uns aber vorstellen, dass es auch ein thermischer Reiz im Sinne einer sukzessiven Reizung ist, denn indem sich die CO₂ Blase an der Haut bewegt, reinigt sie den Weg (sammelt oder schiebt alle übrigen Blasen weg) und auf diesem Wege kommen immer wieder neue Hautpartien mit dem Wasser in Berührung, das auch bei indifferenter Temperatur als kälter empfunden werden kann, da sich die Haut vorher an eine höhere Temperatur adaptiert hat (unter den CO₂ Blasen) und da die Kapillaren schon erweitert waren und die Haut hyperämisiert (durch CO₂ Wirkung). Jener durch das Krübeln der Blasen an der Haut hervorgerufene Schauer ist mit einer Konstriktion der Kapillaren und Arterien verbunden und ist nach Ebekke der Ausdruck dieser Vasokonstriktion. Das wäre auch der objektive Beweis dafür, dass CO₂ Blasen eine dynamische Wirkung hervorbringen, wie ich sie bezüglich der Herz-tätigkeit vorausgesetzt habe. Im Anschluss an die Lehren Ebbekes (l. c) können wir uns denken, dass die Vasokonstriktion eine Reflexerscheinung ist, dass sie Reflexempfindung oder Tonusgefühl hervorruft, das assoziativ in der Gehirnrinde als Temperaturgefühl gedeutet wird. Jedenfalls habe ich bemerkt, dass das Gebiet dieses Reflexes grösser ist, als es dem Gebiet eines Nerven oder einer Arterie entsprechen würde, so entsteht z. B., wenn sich eine CO₂ Blase von einem Lumbalgebiet zu der Axilla bewegt, Vasokonstriktion und Schauer nicht nur längs des Weges der Blase und um diesen Weg, sondern auch an der äusseren Seite des Humerus der gleichen Seite. Der Reflex hat also den Charakter eines segmentären Reflexes. Weiters habe ich auch das festgestellt, dass ein solcher Reflex nicht sofort eintritt, wenn man sich ins Bad setzt, wenn sich in demselben auch viele CO₂ Blasen befinden, — wie z. B. in Slatina Radenci —, vielmehr erst nach 4—5 Minuten, was höchstwahrscheinlich davon abhängt, dass eine gewisse Zeit vergehen muss, bis sich die Haut adaptiert und für diesen Reiz empfindlich wird. Auch andere Autoren sprechen über das Krübeln und Prickeln im CO₂ Bad, aber sie fassen das nur als taktilen Reiz auf, als eine Art Massage (Sarason spricht von einer Gasbürste) und als eine Reizung der sensiblen Nerven, aber Niemand ausser mir hat dem die Empfindung des Schauers, die

Vasokonstriktion und die Wirkung auf die Herztätigkeit zugeschrieben. Deswegen behalte ich auch jetzt die Bezeichnung »dynamischer Reiz« bei, obwohl auch er seinem Wesen nach taktil-thermischer Natur ist, taktil und thermisch zu gleicher Zeit. Es ist anzunehmen, dass bei dynamischem Reiz und nur bei diesem auch der thermische Kontrast eben deswegen zum Ausdrucke kommt, weil sich der Reiz auf einen längeren Weg erstreckt und weil er die Temperaturänderung schnell bewirkt (dies in Übereinstimmung mit E. Weber).

Das CO₂ Bad erniedrigt nach Munk, nach Basch und Diétel hingegen erhöht es die Empfindlichkeit des Tastsinnes (Glax glaubt, dass dies nur Suggestion sei), die Summierung kleiner Reize überstimmt (also beruhigt) die Schmerzzustände (Munk und Laquer). Die spezifische CO₂ Wirkung auf die Nervenendigungen in der Haut wird auf den Nervus vagus und Nervus sympathicus übertragen (E. Weber), aber vom Zustande dieser Nerven hängt es ab, welche Wirkung obsiegen wird (Häring). Die Reizung der Kälte- und Wärmenerven ist nach Goldscheider eine Reizung der Vasomotoren. Offenbar hat die Reflexwirkung auch hier Platz.

Mit der Frage, ob CO₂ durch die Haut aus dem Wasserbade resorbiert wird (d. h., ins Blut übergeht), haben sich viele Autoren befasst. Von den neuen Autoren haben dies Magnus und Liljestränd, Laqueur und Gottheil bestritten, aber man kann es für bewiesen halten, dass sie durch die Haut resorbiert wird, was Filehne, Dalmady und H. Winternitz, E. Freund, M. Wassermann, Hediger, Kretschmer und Wessel, F. Grödel nachgewiesen haben.

Diese CO₂ Resorption durch die Haut ist in erster Linie für die physiologischen Vorgänge in der Haut selbst von Bedeutung. Hediger hat bewiesen, dass dieses Einsaugen nach den Diffusionsgesetzen vom Orte der grösseren CO₂ Spannung zum Orte der kleineren Spannung vor sich geht. Die eingesogene CO₂ ändert schon in der Haut die Konzentration der H-Jonen, von denen nach Ebbecke die Erweiterung der Kapillaren und Arterien abhängt, und vielleicht sind diesem Umstande auch die Beobachtungen von F. Hirsch zuzuschreiben, wonach das CO₂ Bad allein auch die Erweiterung des subpapillaren Arterienplexus hervorruft. Die Erweiterung der Kapillaren geht parallel mit der gesteigerten Durchlässigkeit ihrer Wand. Man kann voraussetzen, dass die Diffusion der CO₂ einen elektrischen Strom bewirkt, der jenem entsprechen würde, den Quinke als »Strömungsstrom« bezeichnet hat. Dieser Strom ist aber die Ursache der Elektroosmose, welche die Moleküle zwischen den Zellen und durch die Wand der Zellen selbst in Bewegung setzt. Das ist aber auch für den Turgor der Haut von Bedeutung. Und in der Tat hat F. Hirsch gefunden, dass unter allen Bädern das CO₂ Bad die Elastizität der Haut am meisten herabsetzt. Ebenso kann man (mit Freundlich und Bernstein) voraussetzen, dass das elektrische Potential und die Jonen

(H) in der Haut die Oberflächenspannung der Zellen in der Haut verändern. Das alles zusammengenommen führt zu dem Schlusse, dass im CO₂ Bad auch der Stoffwechsel eine Änderung erfahren muss, dem eine riesige Bedeutung zukommt, wenn man in Betracht zieht, dass die Haut eine endokrine Drüse ist. Wir können auch annehmen, dass dies auch für die Esophylaxie (E. Hoffmann), Schutzkraft der Haut von Bedeutung ist. Immerhin kann man behaupten, sagt Luithlen, dass eine Verbindung zwischen dem Gesamtstoffwechsel des Körpers, der chemischen Zusammensetzung der Haut und der Fähigkeit besteht, auf äussere Reize zu reagieren. Vielleicht werden, wie Memmesheimer anführt, die Reize von der Haut auch auf die Blutadern innerer Organe, vor allem der Leber, übertragen und dass auf diesem Wege die Phagocytose der endothelial-retikularen Zellen sowie die Bildung von Immun-Körpern gesteigert wird. Zweifellos beeinflusst das CO₂ Bad die Abgabe der Wärme durch die Haut (die Haut ist das Hauptorgan für die Regulierung der Körperwärme). So haben Hughes, Jakob, Schemmel, Eichler, Schnimke und H. Winternitz nachgewiesen, dass im CO₂ Bad der Wärmeverlust grösser ist als im Freiwasser (bei gleicher Temperatur) und zwar deswegen, weil die CO₂ Blasen die Konvektion der Wärme erhöhen (noch eine Wirkung der CO₂ als physischen Körpers!) und weil die Haut hyperämisch ist. Magnus und Liljestrand sagen, dass das CO₂ Bad für gesunde Menschen das wirksamste Mittel zur Erniedrigung der Körpertemperatur ist.

Wirkung auf die Blutgefässe.

CO₂ Bäder erweitern nicht nur die Kapillaren in der Haut (Bruns und König), sondern auch kleine Arterien und den subpapillaren Plexus (F. Hirsch) und Hediger hat auch eine Erweiterung der grösseren, tiefer gelegenen Arterien festgestellt. F. Freund fand im künstlichen CO₂ Bade, dass in der Tiefe Vaskonstriktion und Verlangsamung des Blutkreislaufes entsteht, an der Oberfläche aber Erweiterung der Blutgefässe und Beschleunigung des Blutkreislaufes. O. Müller schliesst auf Grund seiner Untersuchungen im künstlichen CO₂ Bade folgendermassen: Wenn auch die Kapillaren in der Haut erweitert sind, bleiben die Arterien an der Peripherie des Körpers verengt und die Arterien im Inneren erweitert, jedoch so, dass sie die Verengung der peripheren Arterien in Bezug auf den Blutdruck nicht kompensieren. Der Reiz kommt nur vom kalten Wasser, wie die Wirkung der Bäder im allgemeinen nur von ihrer Wärme abhängt. Diese Schlüsse O. Müllers haben Laqueur und Th. Schott einer Kritik unterzogen. Der erstere sagt, dass Müller (zu) kaltes Wasser angewendet hat und dass durch die niedrige Temperatur die CO₂ Wirkung aufgehoben wurde, während der zweite vermutet, dass die Versuchsperson so viel CO₂ eingeatmet hat, dass das Atmen so tief ge-

worden ist, dass sich das Blut in die Lunge entleert hat und zu wenig Blut übrig geblieben ist, um in die Peripherie abzufließen. Dennoch behaupte ich, dass CO₂ allein ohne Rücksicht auf die Temperatur gewisse Wirkungen auf den Blutkreislauf hervorbringt. So habe ich gefunden, dass bei indifferenter Temperatur der Einfluss des Bades auf Puls und Blutdruck umso stärker ist, je mehr CO₂ das Wasser enthält, und glaube, dass dies der dynamische Reiz verursacht und zwar auf folgende Weise: Strasser hat geschrieben, dass Empfindungen, die die Nervenzentren aus der Haut empfangen, die Abgabe der Körperwärme regulieren, dass jedoch nicht nur die abgekühlte Haut, sondern auch schon die Gefahr, dass sich die Haut abkühlen könnte, Schutzmassnahmen hervorrufe, zu denen in erster Linie die Vasokonstriktion gehört. Ich füge hinzu, dass nicht nur niedrige Wassertemperatur, sondern auch der dynamische Reiz die Vasokonstriktion verursachen. Im Gegensatz zu O. Müller haben an der Peripherie grössere Blutfülle bei künstlichem CO₂ Bad F. Hirschfeld und bei natürlichem CO₂ Bad Kisch, Strassburger, Meier, Isaac, Hediger und Hegeler gefunden. Jedenfalls können wir auch das anführen, dass für die Erklärung O. Müllers die Beobachtungen in d. Stroth in Bezug auf Blutdruck sowie die Ermittlungen von Moog, van der Emde und Angenitzky in Bezug auf die Körperschwere (unsichtbarer Wasserverlust) sprechen.

Wirkung auf das Herz.

Der Puls verlangsamt sich sowohl im CO₂ Gasbade als auch im CO₂ Wasserbade (Kisch, Rauschebach, Beneke, Basch, Dietl, Röhrig, Stiefler, Jakob, A. und Th. Schott, Grödel, Laqueur u. a.). Kisch hat ermittelt, dass auch 60 Minuten nach dem CO₂ Bade der Puls noch immer langsamer und der Blutdruck erhöht bleibt. Im künstlichen CO₂ Bade von indifferenter Temperatur — der indifferente Punkt für den Puls im Wasser ist 37° C und im CO₂ Bad 34.4° C (O. Müller) 36° C (Strassburger) — bemerkt man eine unbedeutende Beschleunigung oder Verlangsamung des Pulses, nach dem Bade aber eine Verlangsamung, die umso ausgesprochener ist, je mehr CO₂ und Salz das Bad enthalten hat (O. Müller). Damit widerlegt O. Müller die Lehre, dass die Wirkung des Bades einzig und allein von der Temperatur abhängt (Bemerkung des Verfassers).

Hering lehrt, dass Kälte und Wärme die nomotrope Reizbildung im Herzen unmittelbar beeinflusst, dass sich der Körper im CO₂ Bade schnell abkühlt und ferner, dass im CO₂ Bad die Reizung der Gefühlsnerven an der Peripherie vor sich geht. Demnach ist die Verminderung der Zahl der Pulsschläge im CO₂ Bade der unmittelbaren Abkühlung des Herzens und der Reflexwirkung auf den Nervus vagus zuzuschreiben, auf den die Reizung der

Gefühlsnerven in der Haut übertragen wird. Ich habe mich davon überzeugt, dass sich auch bei indifferenter Temperatur im natürlichen CO₂ Bade der Puls verlangsamt und zwar umso mehr, je mehr CO₂ im Wasser enthalten ist (siehe oben O. Müller über die künstlichen CO₂ Bäder!) Der Puls verlangsamt sich in der Weise, dass nicht nur die Pause und die Diastole sondern auch die Systole länger wird (Nenadović).

Im CO₂ Bade wird das Atmen immer tiefer (siehe weiter unten). Das erhöht den negativen Druck im Brustkorb. Dies trägt mit der verlängerten Pause und Diastole zusammen dazu bei, dass das Herz in der Diastole besser mit Blut gefüllt wird. Mit jeder Diastole muss also das Herz mehr Blut hinaustreiben. Und in der Tat haben Jakob, Strassburger, O. Müller, Senator, Schnüttgen, in der Stroth, Fink, Pletnew, Laqueur festgestellt, dass im CO₂ Bade das »Schlagvolumen« grösser wird (nach Laqueur wird das nicht auch im kalten Freiwasserbade beobachtet) und nach O. Müller ebenso auch das Minutenvolumen. Daraus folgt, dass auch die Amplitude des Pulses grösser sein muss (Laqueur). Das Herz verrichtet eine grössere Arbeit (Jakob, Kisch, Strassburger, Rubner, Liljestrang, Strenström, Laqueur). Ich habe nachgewiesen, dass der Puls auch bei indifferenter Temperatur langsamer wird. Das bedeutet, dass der Tonus des Nervus vagus erhöht ist, und Hering lehrt, dass bei erhöhtem Tonus des Nervus vagus nicht nur der Puls langsamer wird, sondern auch die Herzstätigkeit stärker. Dies deute ich als Wirkung des dynamischen Reizes der CO₂ Blasen. Auch das sei angeführt, dass das CO₂ Bad den irregulären Puls zu regulärem umwandelt (Klug, Trebing) sowie dass Th. Grödel und Schatz mit CO₂ Bädern den Herzblock erfolgreich behandelt haben.

Die Zusammenziehung der peripheren Arterien vergrössert die Hindernisse des Blutkreislaufes und das Herz arbeitet stärker. Hiemit kann man erklären, weshalb im CO₂ Bade der Blutdruck grösser wird, was viele Autoren behauptet haben (Lehmann, Schott, Kisch, Stifler, O. Müller, Strassburger, Laqueur, Fleischmann). Indessen ist auch das bekannt, dass der Blutdruck im CO₂ Bade auch erniedrigt werden kann. Das darf uns nicht wundernehmen. Im CO₂ Bade wirken nämlich Reize, die in dieser Beziehung von entgegengesetzter Wirkung sind. So erniedrigen ihn chemische und mechanische Reize, wogegen ihn dynamische und thermische Reize erhöhen, vom Empfindlichkeitszustande der Nerven aber, speziell der vegetativen und Muskelnerven, vom Zustande des Herzens und der Arterien als auch der endokriner Drüsen hängt es ab, welche Reize die Oberhand gewinnen werden. Dalmady führt an, dass im CO₂ Bade das abgekühlte Blut auf das Vasomotorenzentrum einwirkt und deshalb die Vasokonstriktion eintritt, dass CO₂ die Arterien erweitert und dass von individuellen Eigenschaften abhängt, welcher Effekt obsiegen wird (zit. nach Fr.

Schmidt). Die Erfahrung hat uns gezeigt, dass durch Wirkung der CO₂ Bäder der Blutdruck in Fällen erniedrigt wird, wo er vor dem Bad übermässig erhöht war, und dass er erhöht wird, wenn er vor dem Bade niedrig war. Jedenfalls muss man wissen, wie jene Reize zu dosieren sind, indem man berücksichtigt, dass CO₂ und niedrige Wassertemperatur gleichsinnig wirken, d. h. einander unterstützen (Nenadović)¹).

Wirkung auf die Atmung.

Aus dem CO₂ Bade wird CO₂ nicht nur durch die Haut (in das Blut) resorbiert, sondern auch eingeatmet. Das ist klar, wenn man in Betracht zieht, dass sich 5 cm über dem Wasser CO₂ von 0.19—30%, über Sprudelbädern sogar 52.0% (in Nauheim A. Schott) in einem Raume aber, wo sich das Bad, ca 1% (Fleischmann) befindet. — CO₂, die ins Blut übergeht, regt das Atemzentrum an (H. Winternitz, Fleischmann, Kretschmer und Wessel) und das Atem wird beschleunigt (Moog, van der Emde und Angenitzky) und tiefer (nach Laqueur und Gottheil nicht immer). Kisch jun. hingegen behauptet, dass das Atem langsamer wird, während Stifler im CO₂ Bade von 34° C die dreiphasige Veränderung (+, —, +) gefunden hat. Im CO₂ Bade wird die Atemgrösse (Schott) auch die CO₂ Abgabe (H. Winternitz) grösser, das Atemvolumen wird um 2—3 L. gesteigert. Es ändert sich daher nicht nur die Atemmechanik, sondern auch der Blutkreislauf, weil nicht nur der Blutzufluss zum Herzen grösser wird, sondern auch die Viskosität des Blutes (Fleischmann). Erhöhte Ventilation in der Lunge fanden Magnus und Liljestrand, A. Schott, sie wird aber auch von Moog, van der Emde und Angenitzky sowie von Kretschmer und Wessel zugegeben. Im Bad ist auch der Respirationsquotient erhöht (Magnus-Liljestrand), Laqueur-Gottheil, Grödel, nach Rubner aber ist er etwas grösser auch bei gewöhnlichem kaltem und warmem Bade.

Wirkung auf den Blutkreislauf.

Infolge der Einwirkung der CO₂ Bäder auf das Herz und die Arterien, auf den Blutdruck und die Atmung ist auch die Schnelligkeit des Blutkreislaufes grösser (Jakob, Lifschitz, Veil, O. Müller, A. Schott, Hirsch).

Wirkung auf die Nerven.

Schon oben haben wir davon gesprochen, dass die CO₂ Bäder

¹) Nach meiner Publikation habe ich gefunden, dass auch Dr. Schmidt das Gleiche zugibt: Kohlensäure kann mit den Temperaturwirkungen interferieren. (Arch. of med. Hydrologie jan. 1930.)

die Hautnerven, Vasomotoren, vegetativen Nerven, sensible Nerven in den Muskeln beeinflussen. Nun wollen wir noch folgendes hinzufügen: Nach Kisch jun. kann auch durch das CO₂ Bad der Bäderrausch hervorgerufen werden ebenso wie durch Trinken von CO₂ Wasser. Bei Tabes wird eine Besserung des Ganges beobachtet und bei Muskelschwäche eine Stärkung der Muskelkraft (Mouguot). CO₂ Bäder bessern auch das Allgemeinbefinden (Benke).

Wirkung auf Niere und Schweissdrüsen.

CO₂ Bäder steigern die Diurese (Kisch jun.) und erhöhen die Schweissabsonderung (Fleischmann).

Wirkung auf den Stoffwechsel.

Schon oben haben wir angeführt, dass CO₂-Abgabe grösser wird, in Bezug auf den allgemeinen Stoffwechsel liegen aber keine Untersuchungen vor. Wir haben gehört, dass im CO₂ Bade die Abgabe der Körperwärme grösser wird und daraus könnte der Schluss abgeleitet werden, dass auch der Stoffwechsel erhöht wird. Dies behaupten auch Ärzte in Nauheim für Bäder von 31° C. Indessen hat Grödel I., einer der berühmtesten Nauheimer Ärzte, geschrieben, dass CO₂ Blasen den Körper vor kaltem Wasser beschützen und auf diesem Wege den Stoffwechsel vermindern. Laqueur und Gottheil kommen zu dem Schlusse, dass bei CO₂ Bädern von 34° C eine Steigerung des Stoffwechsels ausgeschlossen ist.

CO₂, die ins Blut übergeht (durch die Haut und durch die Lunge), erhöht die Pufferungskraft des Blutes und trägt damit dazu bei, dass aus dem ermüdeten Muskel, also auch aus dem Herzen, die Milchsäure ausgeschieden, vertrieben wird (Kretschmer, Fr. Schmidt).

Aus den angeführten Wirkungen der CO₂ Bäder können wir in hohem Masse die vorteilhafte Wirkung auf das kranke Herz wissenschaftlich erklären. So arbeitet bei einer Wassertemperatur, die der indifferenten nahe ist, und bei nicht zu grosser CO₂ Menge im Wasser das Herz unter geringeren Hindernissen in den Arterien »übt das Herz seine Tätigkeit unter leichteren Bedingungen aus« (Strassburger), ausserdem sind die Pause und die Diastole länger, das Herz rastet also aus, ernährt sich besser und schont sich; bei niedriger Wassertemperatur und grösserem CO₂ Gehalt arbeitet das Herz stärker, **übt sich**, aber infolge der längeren Pause und Diastole wie auch des schnelleren Blutkreislaufes, ernährt er sich auch besser. Die CO₂ Bäder **über also und kräftigen schonend** (in erster Linie) den Herzmuskel, dadurch wird es verständlich, dass die beste Indikation für die CO₂ Bäder die Herzmuskelschwäche ist. O. Müller sagt: »Man könnte meinen, dass in CO₂ Bädern nicht nur das zentrale, sondern auch das periphere

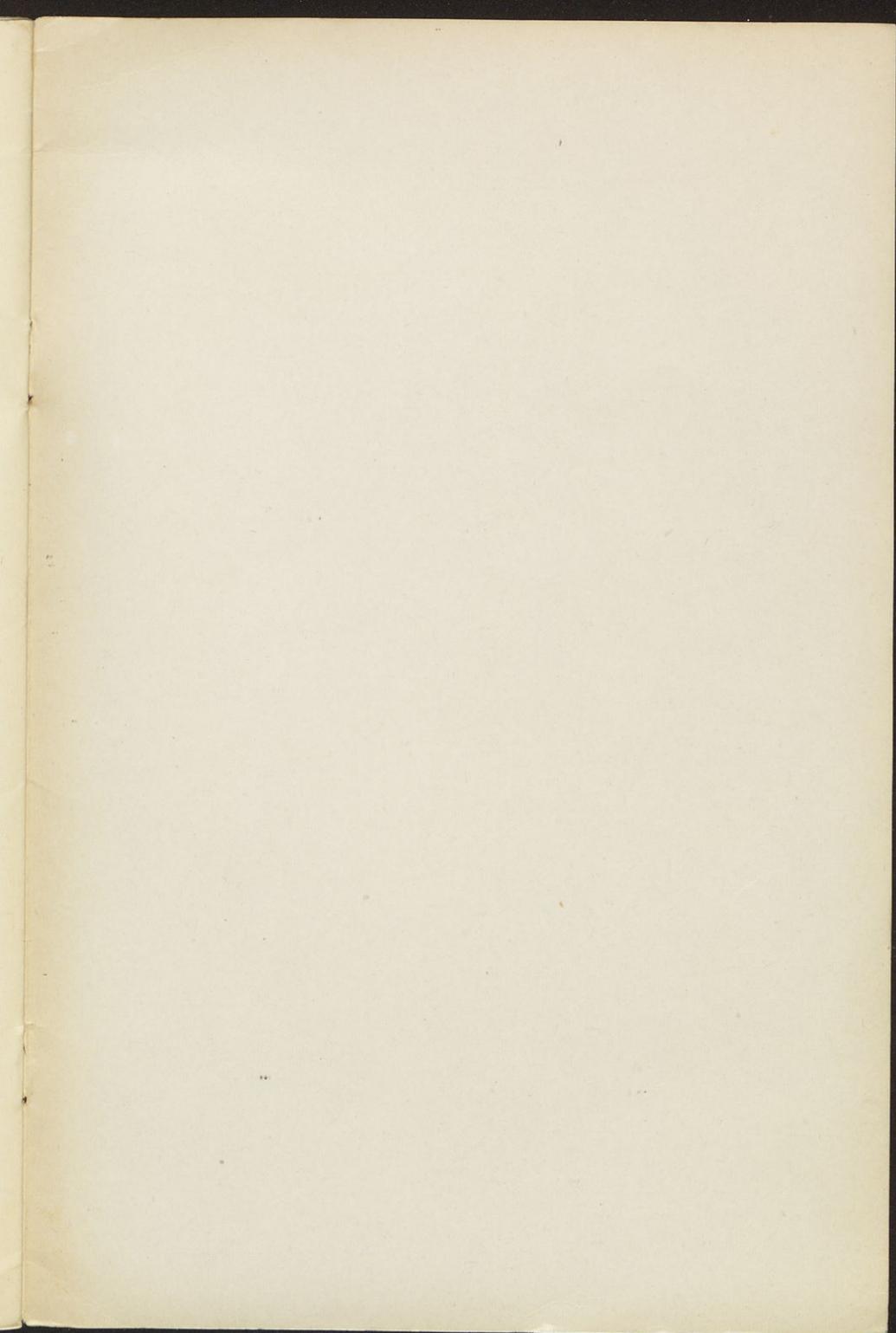
Herz wohltätigen Einflüssen ausgesetzt ist. (Zitiert nach F. Hirsch.) Ausser der Optimumdynamik der Zirkulation (F. Korermann) gibt es auch andere Faktoren, auf die die Autoren hinweisen. So haben wir schon von der Bedeutung der Pufferungskraft gehört, der Kretschmer eine vorteilhafte Wirkung zuschreibt. A. Schott sieht den Nutzen ausser in der Änderung der Dynamik des Blutkreislaufes (Beschleunigung nebst Erweiterung der peripheren Blutgefässe) in der gesteigerten Lungenventilation, Strasser und Grödel glauben, dass der Ansammlung von CO₂ im Blute grosse Bedeutung zukomme, weil das die innere Atmung ändert. So fanden Strasser und Löwenstein, dass im CO₂ Bade von 32—35° C der Sauerstoffverbrauch um 20.5—33% herabgemindert wird, und vielleicht wird dadurch die Säurebildung im Körper geringer. (Immerhin fanden Laqueur und Gottheil, dass CO₂ Bäder den O-Verbrauch und Grundumsatz nicht beeinflussen.) Viele Autoren glauben, dass unter dem Einfluss der CO₂ Bäder das Blut alle Organe besser durchströmt und sich diese besser ernähren, was die Empfindung der Zufriedenheit und Besserung hervorruft. CO₂ Bäder nützen dem Herzen auch mittelbar, nicht nur auf dem Wege über die Atmung, wovon schon oben gesprochen wurde, sondern auch — über die Nieren. Das CO₂ Bad erhöht die Diurese, dies ändert aber die Menge und Zusammensetzung des Blutes, insbesondere seinen osmotischen Druck, und das erleichtert auch die Herztätigkeit. Wegen dieser Unterstützung hat Koranyi die Niere das negative Herz genannt. Ich glaube, dass man auch die Wirkung auf den Metabolismus in der Haut und auf die endokrinen Drüsen in Betracht ziehen muss.

Die Zusammenziehung und Dilatation der Herzgefässe unter dem Einfluss der CO₂ Bäder bedeutet eine Übung sowohl der muskulösen als auch der elastischen Elemente in ihrer Wand und daraus ist auch der Nutzen von den CO₂ Bädern besonders bei Arteriosklerose zu verstehen.

Zusatz.

Alle Indikationen, die ich anfangs erwähnt habe, gelten auch für die Kuren in Slatina Radenci. Die Erwärmung des kalten Quellenwassers wird in Slatina Radenci auf vollkommenere Weise ausgeführt als in irgend einem anderen Bade. Die Bäder enthalten auch deswegen sehr viel CO₂ Blasen. Das ist besonders in Bezug auf den dynamischen Reiz zu berücksichtigen, der bei Behandlung der Hypertonie, der Neigung zu Arterien spasmus (bei Neurasthenie, Nephritis und nach Rhomberg bei Arteriosklerose kleiner Arterien), bei Angina pectoris vera und spuria vermieden werden muss. Um diese ungünstige Wirkung auszuschalten, muss man sich an eine, dem indifferenten Punkte nahe Temperatur halten und die Badedauer auf 5 Minuten beschränken, da der dy-

namische Reiz auch erst nach 4—5 Minuten auftritt. Die CO₂ Dosierung im Bade muss in Slatina Radenci auf eine Skala von 4—5 Grad erweitert werden und das wird man auch durchführen können, sobald das gewöhnliche Wasser auf gleiche Art zugeführt wird wie in anderen Weltbädern (z. B. in Franzensbad). Slatina Radenci besitzt sowohl in der Zusammensetzung seines ausgezeichneten Mineralwassers als auch in der Einrichtung der CO₂ Bäder, Einrichtung der Wohnungen und endlich in der Beschaffenheit des Terrains und in den klimatischen Verhältnissen Eigenschaften, die es zur Heilung von Herz- und Blutgefäßkrankheiten geeignet machen. Slatina Radenci ist in erster Linie ein Kurort für Herzkrankheiten.



UNIVERZITETNA KNJIŽNICA MARIBOR

10087

000413033



000413033

ZA ČITALNICO