

ZUR LICHTTHERAPIE.

Von

Dr. FRITZ SCHANZ, Augenarzt in Dresden.

Bevor wir uns die Frage vorlegen, wie läßt sich das Licht therapeutisch ausnützen, müssen wir uns Klarheit verschaffen über die elementaren Wirkungen des Lichtes auf unseren Körper. Wir sehen, daß es auf denselben in zweierlei Weise einwirkt, thermisch und chemisch. Allen lichtbiologischen Vorgängen liegen chemische Veränderungen zugrunde, die thermisch wirkenden Strahlen beschleunigen den Ablauf der biochemischen Prozesse ebenso, wie wir dies in der anorganischen und organischen Chemie sehen. Die Strahlen, die thermisch wirken, erhöhen die Schwingungen der Moleküle, die Strahlen, die chemisch wirken, vermögen in das Molekül einzudringen und den Aufbau des Moleküls zu verändern. Die Wärmewirkungen kommen daher den langwelligen Strahlen zu, die chemischen den kurzwelligen. Welcher Art sind die chemischen Veränderungen, die von den kurzwelligen Lichtstrahlen erzeugt werden? In der Physik beschäftigt man sich jetzt viel mit dem Studium dieser Frage an anorganischen und organischen Stoffen. HALLWACHS hat gezeigt, daß das kurzwellige Licht aus den Stoffen, von denen es absorbiert wird, Elektronen herausschleudert, die man bei geeigneter Versuchsanordnung auffangen und messen kann. Man bezeichnet den Vorgang nach dem Erfinder als *Hallwachs-Effekt*. Wenn durch die Belichtung aus den Stoffen Elektronen herausschleudert werden, so müssen an denselben Veränderungen auftreten. Nach den neuesten Anschauungen in der Physik sind die elementarsten Bestandteile der Moleküle nicht mehr die Atome. Jetzt nimmt man an, daß jedes Atom aufgebaut ist aus einem Kern, um den in größerer oder geringerer Anzahl und in verschiedenen Abständen Elektronen in ganz bestimmt gearteten Bahnen kreisen. Beim Aufbau der Moleküle vermitteln dann noch besonders geartete Elektronen die Verbindung der Atome zum Molekül. Man bezeichnet diese Art der Elektronen als Valenzelektronen. Ihre Gruppierung bedingt die Wertigkeit der Moleküle. Wenn kurzwelliges Licht aus den Molekülen eines Stoffes Elektronen herausschleudert, so sind dies mit Wahrscheinlichkeit zunächst Valenzelektronen, weil diese am lockersten an den Atomkern gebunden sind. Von den aus dem Molekül eines Stoffes herausschleuderten Elektronen fällt ein Teil wieder auf dasselbe zurück, dadurch daß sich diese Elektronen an anderen Stellen desselben wieder anlegen, entstehen Umlagerungen im Molekül. Ein anderer Teil trifft auf Moleküle der Nachbarschaft, er lagert sich an diese an und veranlaßt auch da Veränderungen. Die Elektronen sind von außerordentlich kleiner Masse, und so kommt es, daß sich bei vielen Stoffen die durch das Licht bedingten Veränderungen noch der Beobachtung entziehen. Auch durch die den belichteten Stoffen benachbarten Gase, vor allem durch den Sauerstoff der Luft, werden in der Natur die direkten Wirkungen des Lichtes verdeckt. Oxydationsvorgänge sind es, die vor allem mit den Lichtwirkungen zusammenzuhängen scheinen. Um diese Zusammenhänge aufzuklären, studiert man jetzt eifrig die lichtelektrischen Erscheinungen im luftleeren Raum.

Daß das Licht an *allen* organischen Stoffen Veränderungen erzeugt, lehren meine Untersuchungen über die „Biochemischen Wirkungen des Lichtes“¹⁾. In jener Arbeit habe ich gezeigt, daß man mit Licht *alle* organischen Substanzen bis auf ihre Elemente und Radikale abbauen kann. Man muß dazu nur ein Licht wählen, das reichlich die besonders kurzwelligen Strahlen enthält. Das Spektrum des Sonnenlichts reicht günstigstenfalls bis 290 μ . Bei uns im Tiefland haben die Strahlen von weniger als 300 μ nur eine sehr geringe Intensität. Das Spektrum des Quarzlichtes ist nach der kurzwelligen Seite hin viel länger, es reicht bis gegen 200 μ . Durch diesen Überschuß an besonders kurzwelligen Strahlen vermag das Quarzlicht den Aufbau der

Moleküle in viel höherem Maße zu zerstören als das Sonnenlicht. Mit ihm gelingt es, an *allen* organischen Stoffen erkennbare Veränderungen hervorzurufen.

Die Wirkung des Lichtes auf die Stoffe läßt sich steigern, wenn man dieselben mit gewissen Farbstoffen in Beziehung bringt. Man nennt diese Erscheinung optische Sensibilisation. Sie findet sich weit verbreitet in der Natur. In der einfachsten Form zeigt sich diese Erscheinung beim sog. *Bequerel-Effekt*. Werden zwei ganz gleiche Metallplatten leitend verbunden und in eine Elektrolytflüssigkeit eingetaucht, so entsteht ein elektrischer Strom, wenn man die eine Platte belichtet, während man die andere dunkel hält. Setzt man der Elektrolytflüssigkeit einen Farbstoff zu, so wird der elektrische Strom wesentlich stärker. Es werden dann die zu der Farbe des Farbstoffes komplementären Strahlen, die ohne Sensibilisator nur thermisch auf die Metallplatte wirken, in der Art wirksam, daß sie auch wie die besonders kurzwelligen Strahlen elektrische Erregung erzeugen. Die optische Sensibilisation ist besonders eingehend studiert in der Photographie, man macht damit die photographische Platte empfindlich für Strahlen, die sonst nicht auf dieselbe wirken. An den lebenden Organismen wurde die optische Sensibilisation zuerst erkannt von TAPPEINER. Sie ist seitdem Gegenstand eifriger Untersuchungen. Auch da werden Strahlen, die ohne Sensibilisator nur als Wärme auf den Organismus einwirken, chemisch wirksam. Von der Amöbe bis herauf zum Menschen lassen sich alle Organismen für Licht sensibilisieren. Diese elementaren Wirkungen des Lichtes muß man kennen, wenn man sich über die Wirkungen des Lichtes auf den menschlichen Organismus ein Urteil bilden will.

Bei dem Lichtbad wird es darauf ankommen, beide Wirkungen des Lichtes für den Organismus zweckmäßig auszunützen. Für die thermisch wirkenden Strahlen ist unsere Haut gut empfindlich, und es läßt sich leicht die Grenze finden, wo diese Strahlen unserem Körper unangenehm werden. Anders verhält es sich mit den chemisch wirkenden Strahlen. Für diese fehlt uns ein Sinnesorgan. Wenn wir uns im Hochgebirge dem Sonnenlicht aussetzen, so merken wir zunächst nichts von der erhöhten Wirkung der ultravioletten Strahlen. Erst nach 6–8 Stunden beginnt die Reaktion des Körpers auf deren Einwirkung. Diese entzündlichen Erscheinungen an der Haut sind für die Lichttherapie eine unangenehme Nebenwirkung. BERNHARD und ROLLIER, die Begründer der Heliotherapie, geben genaue Anweisungen, wie man diese unangenehmen Wirkungen zu vermeiden hat, sie geben eingehende Vorschriften, wie man den Körper allmählich erst an dieses Licht gewöhnen muß. Als Ersatz für das Licht im Hochgebirge ist jetzt das Licht der Quarzlampe im Gebrauch. Es erzeugt noch heftigere Entzündungen der Haut als Sonnenlicht im Hochgebirge. Es liegt dies vor allem an der zu intensiven Wirkung des Teils der ultravioletten Strahlen, der im Sonnenlicht gar nicht enthalten ist. Er wirkt destrukturierend auf die lebenden Gewebe. Entzieht man dem Quarzlicht diesen Teil der kurzwelligen Strahlen, so ist der Gehalt an Strahlen, die für die Therapie in Frage kommen, nur gering¹⁾.

Wenn die im Quarzlicht destrukturierend auf die Gewebe wirkenden Strahlen für die Allgemeinbehandlung nicht zu verwenden sind, so entsteht die Frage, in welchem Spektralbereich liegen die Strahlen, die für die Allgemeinheit in Frage kommen. Es können nur die Strahlen sein, die chemisch und dabei nicht destrukturierend einwirken. Die lebende Substanz, das Plasma der Zellen, besteht im wesentlichen aus Eiweiß. Eiweißlösungen beginnen im Blau und Violett das Licht stärker zu absorbieren, ihr Absorptionsvermögen wird besonders stark im Ultraviolett. Nur die Strahlen, die absorbiert werden, vermögen am Plasma

¹⁾ In einer Propagandaschrift der Quarzlampengesellschaft wird ein Ausspruch von San-Rat Dr. WEHMER angeführt: „Seitdem wir die sehr erhebliche Energie des Höhensonnenlichts bändigen, erkennt man erst die oft frapperende Heilkraft.“ Ich glaube nicht daran, daß das Licht der künstlichen Höhensonne nach einer solchen „Bändigung“ seiner Energie noch frappante Heilkraft zeigt, denn in dem Spektralbezirk, der nach einer solchen Bändigung noch übrig bleibt, ist ihm das Licht aller Bogenlampen weit überlegen.

chemische Veränderungen zu erzeugen. Diese Veränderungen werden therapeutisch nur so weit zu verwerten sein, als dabei das Gewebe nicht destruktiv beeinflusst wird. Die destrukturierenden Wirkungen des Lichtes beginnen erst bei etwa $\lambda 300 \mu\mu$. Der therapeutisch wirksame Spektralbezirk fängt demnach an gegen $\lambda 400 \mu\mu$ und reicht bis gegen $\lambda 300 \mu\mu$. Wenn wir unter den künstlichen Lichtquellen die für die Allgemeinbehandlung geeignetsten auszuwählen wollen, so müssen wir ihr Licht prüfen auf den Gehalt an Strahlen von $\lambda 400-300 \mu\mu$. Solche Prüfungen habe ich vielfach vorgenommen. Ich habe die verschiedenen Lichtarten vergleichend untersucht mittels eines Quarzspektrophotometers. Dann habe ich mir einen Spektralphotometer für Ultraviolett nach den Angaben von Prof. DEMBER gebaut und damit vergleichende Untersuchungen vorgenommen. In v. Graefes Arch. f. Ophthalm. Bd. 103 und in der Zeitschr. f. physik. u. diätet. Therap. Bd. 24 sind diese Untersuchungen beschrieben und durch Kurven und Spektren illustriert.

Die Industrie empfiehlt jetzt für die Allgemeinbehandlung eine ganze Menge von Lichtquellen. Sie sind so ungleich und die Reklame eine so rege, daß es dringend nötig erscheint, diese Lampen auf ihren Wert etwas zu prüfen. Das hat für den Arzt große Schwierigkeiten, denn eine vergleichende Prüfung dieser Lichtquellen erheischt technische Kenntnisse und erheischt einen Prüfungsapparat, über den ein Arzt nicht verfügt. Mir wurde im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule in Dresden Gelegenheit zu einer solchen Untersuchung geboten durch Herrn Geh. Rat GÖRGES. Sachverständige Assistenz stand mir auch zur Verfügung. Bei dem dringenden Bedürfnis nach einer solchen Prüfung habe ich eine solche gewagt, wohl bewußt, daß ich mich damit wieder auf ein Arbeitsgebiet gewagt, das meinem Beruf fernliegt. Ich möchte darum von vornherein den Beleuchtungstechniker um Entschuldigung bitten, wenn meine Untersuchungen den Laien erkennen lassen. Ich halte diese Fürbitte für angebracht, weil ich bei anderen derartigen Versuchen schon mehrfach von Fachmännern heftige Zurückweisungen erfahren habe. Wenn meine Untersuchungen auch laienhaft sein mögen, so können sie doch dem Fachmann zeigen, in welcher Richtung das Bedürfnis nach Klarstellung liegt, durch Richtigstellung der laienhaften Untersuchung wird unserer Wissenschaft auch gedient sein.

Die Untersuchungen wurden folgendermaßen ausgeführt: Der Eintrittspalt des Spektralphotometers befand sich bei allen Untersuchungen 1 m von der Mitte des Lichtbogens in horizontaler Richtung. In dem Ordinatensystem Abb. 1 sind auf der Abszisse die Wellenlängen, auf der Ordinate die Skalenteile aufgetragen, welche der Faden im Elektrometer des Spektralphotometers in der Sekunde durchlief. Bei $\lambda 400 \mu\mu$ ist die Grenze zwischen dem sichtbaren und dem unsichtbaren ultravioletten Spektralbereich. Bei $\lambda 310 \mu\mu$ wird die Absorption der Glasglocken um die Bogenlampen meist vollständig. Kurve I stammt von einer Quarzlampe, die Kurven II–V von Kohlenbogenlampen¹⁾. Die Glühlampen sind bei dieser Untersuchung unberücksichtigt geblieben, weil sich schon bei früheren Untersuchungen gezeigt hatte, daß Glühlampen, wie die Nitalampe von 3000 Kerzenstärke für die Allgemeinbehandlung nicht in Frage kommen.

Das Quarzlicht hat im sichtbaren Spektralteil eine geringe Intensität, auch im Ultraviolett von $\lambda 400-375 \mu\mu$ ist seine Intensität gering. Erst bei $\lambda 340 \mu\mu$ steigt sie stark an und erreicht ihr höchstes Maximum bei $\lambda 313 \mu\mu$. Dann folgen noch eine größere Anzahl kleiner Maxima, das höchste bei $\lambda 253 \mu\mu$, bis sich die Kurve gegen $\lambda 200 \mu\mu$ verläuft. Der letztere Teil des Quarzlichtspektrums ist es, der vor allem die Hautentzündungen erzeugt. Im Sonnenlicht der

Tiefebene verläuft sich das Spektrum gegen $\lambda 300 \mu\mu$. Im Hochgebirge haben die Strahlen um $\lambda 300 \mu\mu$ höhere Intensität und veranlassen dort die Hautentzündungen. Das Licht der Quarzlampe übertrifft in diesem Wellenlängenbereich selbst das Licht im Hochgebirge, vor allem dadurch, daß es wesentlich weiter in das Ultraviolett reicht. Vergleicht man mit dem Spektrum des Quarzlichtes (Kurve I) das der offenen Bogenlampen (Kurven II und III), so besitzt das Bogenlampenlicht im sichtbaren Spektralteil wesentlich höhere Intensität als das Quarzlicht, bei etwa $\lambda 430 \mu\mu$ steigen diese Spektren rascher an, an den Grenzen zwischen dem sichtbaren und dem ultravioletten Spektralteil erreichen sie ihr Maximum, sie übertreffen im ultravioletten Spektralteil von $\lambda 400-340 \mu\mu$ erheblich die Intensität des Quarzlichtes. Hinter $\lambda 340 \mu\mu$ ist ihre Intensität nur gering, ihr Spektrum verläuft sich, wenn die Lampen mit einer Glasglocke umgeben sind, gegen $\lambda 310 \mu\mu$. Wenn sie frei brennen, reicht ihr Spektrum bis gegen $\lambda 250 \mu\mu$. Bei diesem Vergleich ist unberücksichtigt geblieben, daß die leuchtende Fläche bei der Quarzlampe wesentlich größer ist als bei den Bogenlampen.

Was nun den Vergleich der Kohlenbogenlampen unter-

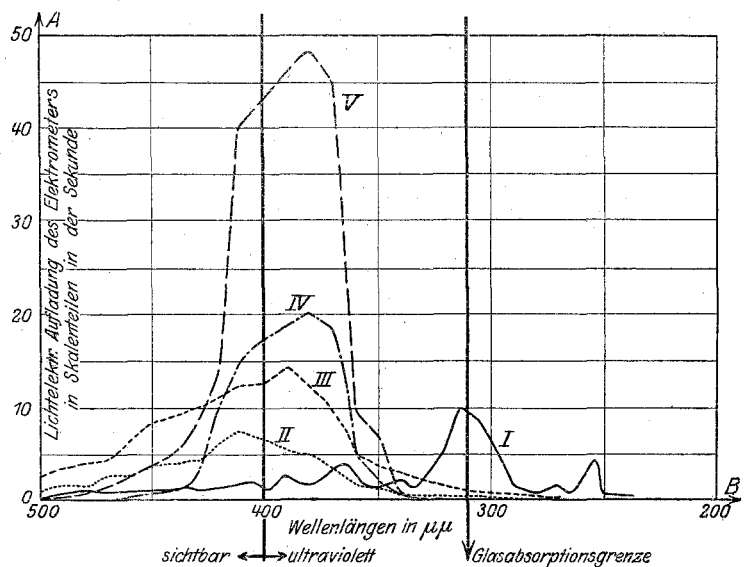


Abb. 1.

einander betrifft, so stammt die Kurve II von einem Lichtbogen einer Differentialzwillingslampe, die ohne Glocke brannte. Da gleichzeitig immer zwei Bögen brennen, wird ein Teil des Stromes, der sonst im Widerstand verlorengeliegt, mit ausgenutzt. Die Kurve III stammt von einer Reproduktionsbogenlampe. Auch diese Lampe brannte ohne Glasglocke. Die Verteilung des Lichtstromes im Raum ist bei diesen Lampen keine gleichmäßige. Sie ist bei den Wechselstromlampen eine andere als bei den Gleichstromlampen. Durch geeignete Reflektoren müßte das gegen die Decke gestrahlte Licht möglichst auf die Kranken geleitet werden. Die offenen Bogenlampen haben aber für die Allgemeinbehandlung einen großen Nachteil. Sie verschlechtern im Bestrahlungsraum durch ihre Verbrennungsprodukte sehr erheblich die Luft, vor allem wenn Effektkohlen zur Verwendung kommen. Es ließe sich dieser Mißstand abstellen, man könnte nahe über dem Lichtbogen einen Schornstein anbringen, durch den die Verbrennungsprodukte ins Freie geleitet werden. Die Untersuchung der folgenden Lampen zeigte, daß es einen noch geeigneteren Weg gibt, um diesen Mißstand zu vermeiden. Die Spektren IV und V stammen von Dauerbrandlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen. Bei diesen Lampen bildet sich ein sehr langer Lichtbogen in einem luftdicht abgeschlossenen Raum. Bevor ich das Licht dieser Lampen untersucht hatte, war ich der Ansicht, daß die Glasglocke das Spektrum wesentlich beeinträchtigen würde. Wie man an den Kurven IV und V sieht, fällt die Intensität des Spektrums dieser Lampen hinter $\lambda 375 \mu\mu$ bis gegen

¹⁾ Die Quarzlampe war mir von dem Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule in Dresden zur Verfügung gestellt, sie war nur wenig benutzt. Die Bogenlampen stammten aus der Bogenlampenfabrik von Körting & Mathiesen in Leipzig und waren mir von der Firma Fritz Kohl in Leipzig in entgegenkommender Weise zur Untersuchung überlassen worden.

2360 μ rasch ab. Ich war anfangs der Ansicht, daß dieser Abfall der Kurven durch die Glasabsorption bedingt wird. Ich verwandte bei der ersten Untersuchung eine Glashülle von Indifferentglas¹⁾. Ich ersetzte sie dann durch eine solche aus Uviolglas. Es zeigte sich kein Unterschied in dem Abfall dieser Kurven. Wenn es möglich wäre, die Messung innerhalb der Glashülle auszuführen, so würden die Kurven in gleicher Weise abfallen. Erst da, wo diese Kurven sich verlaufen, werden sie durch das Indifferentglas etwas mehr verkürzt als durch das Uviolglas. Dieser Unterschied ist so unerheblich, daß er für die Therapie wohl nicht in Frage kommt. Von der Firma wurde mir auch eine Glashülle aus trübem Quarzglas zur Verfügung gestellt. Diese Hülle ist schlechter als die aus Indifferent- und Uviolglas. Das Licht, das die trübe Quarzglashülle passiert, verliert einen großen Teil der kurzwelligen Strahlen. Bei dem Durchgang durch die trübe Quarzglaswand werden die Lichtstrahlen oftmals gebrochen. Bei jeder Reflektion verlieren sie vor allem an kurzwelligem Strahlen. Der Verlust ist so stark, daß das durch diese trübe Quarzglashülle hindurchgetretene Licht sehr viel mehr an Ultraviolett verloren hat als beim Durchtritt durch die erwähnten Glashüllen aus klarem Glas.

Der größte Vorteil der Dauerbrandlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen besteht darin, daß der Lichtbogen im luftdicht abgeschlossenen Raum brennt, und daß infolgedessen die Luft im Bestrahlungsraum durch die Verbrennungsprodukte nicht verunreinigt wird. Die Verbrennungsprodukte beschlagen etwas die Innenfläche der Glashülle. Dieser Beschlag ist auch bei stundenlangem Brennen gering, er absorbiert Ultraviolett. Diese Absorption ist nicht so erheblich, wie ich anfangs angenommen hatte. Durch Auswechseln der Glasglocken läßt sich dieser Mißstand leicht vermindern. Die Glashüllen lassen sich leicht reinigen. Während bei den offenbrennenden Bogenlampen vor allem der positive Krater an der Kohle das Licht ausstrahlt, ist es bei der Dauerbrandlampe mit eingeschlossenem Lichtbogen der ganze Lichtbogen, der ziemlich gleichmäßig ein besonders ultraviolettreiches Licht ausstrahlt. Auch bei diesen Lampen wird man durch geeignete Reflektoren das gegen die Decke gestrahlte Licht auf die Patienten leiten. Kurve IV ist von einer solchen Lampe mit Wechselstrom, Kurve V von einer solchen mit Gleichstrom. Die Lampenspannung war bei der ersten 150, bei der letzteren 145 Volt. In der folgenden Tabelle sind die Daten über die

Kosten eines solchen Heilverfahrens erträglich zu machen, wird man gleichzeitig eine größere Anzahl von Patienten bestrahlen. Dazu braucht man Bestrahlungsräume, in denen sich gleichzeitig eine größere Anzahl von Patienten aufhalten können. Sie müssen sich dort möglichst entkleidet mehrere Stunden lang dem Licht einer Anzahl solcher Lampen aussetzen. Der Raum müßte ausgestattet sein etwa wie der Tagesraum in einem Sanatorium. Die Patienten müßten Gelegenheit haben, in diesem Raum Erfrischungen einzunehmen und sich durch leichte Beschäftigung die Zeit zu vertreiben. Diese Beleuchtungsräume müßten gebaut sein etwa wie photographische Ateliers, damit man auch das Sonnenlicht ausnützen kann, wenn die Außentemperatur es nicht gestattet, sich diesem direkt auszusetzen.

Besondere Sorgfalt muß auch auf die Ventilation und Heizung solcher Räume verwandt werden, damit man die Einrichtung auch zur Winterszeit ausgiebig verwenden kann.

Mit den Lichtbädern wird man auch andere therapeutische Bäder und Duschen verbinden müssen. Ich bin nämlich der Ansicht, daß sich die Lichtwirkung auf die Haut auch durch Sensibilisation steigern läßt. Wir sehen in den Seebädern eine höhere Lichtwirkung als in den Süßwasserbädern. Ich habe diese Ansicht schon mehrfach ausgesprochen¹⁾ und wurde jetzt durch eine Untersuchung von BURGE²⁾ in dieser Auffassung bestärkt. Um mit ultravioletttem Licht an den Augen von Fischen grauen Star zu erzeugen, hielt er Fische in Wasser, dem er gewisse Salze, vor allem Silicate, zusetzte. Diese Fische belichtete er mit der Quarzlampe und erzeugte bei denselben grauen Star, während die Fische, die in Wasser ohne solche Salze gehalten wurden, keine Veränderungen an der Augenlinse zeigten. Bei diesen Versuchen hat BURGE noch festgestellt, daß die Fische, die in salzhaltigem Wasser gehalten worden waren, auch auffällige Veränderungen am Integument zeigten gegenüber denen, die im salzfreien Wasser gehalten wurden. Ich halte diese Versuche für einen experimentellen Nachweis, daß der Salzgehalt des Wassers die Lichtwirkung erhöht. Ich gebe seitdem meinen Patienten die Weisung, sich beim Lichtbad den Körper feucht zu halten mit Wasser, dem Badesalze zugesetzt sind. Mit der Einrichtung eines künstlichen Lichtbades wird man daher auch Einrichtungen verknüpfen, die dem Patienten gestatten vor oder während des Lichtbades Übergießungen oder Bäder

| Kurve Nr. | Lampenart | Stromart | Periodenzahl | Spannung in Volt | | Stromstärke in Ampere | Effektivverbrauch in Kilowatt |
|-----------|--------------------------------------|--------------|--------------|------------------|-------|----------------------------|-------------------------------|
| | | | | Netz | Lampe | | |
| I | Quecksilberdampflampe (Quarz) . . . | Gleichstrom | — | 220 | 148 | 4,3 | 0,68 |
| II | Differentialzwillingslampe | Wechselstrom | 50 | 110 | 70 | 25 | 1 Bogen 0,85 |
| III | Reproduktionslampe | Wechselstrom | 50 | 110 | 45 | 30 | 1,25 |
| IV | Wechselstrom-Dauerbrandlampe . . . | Wechselstrom | 50 | 110 | 150 | primär 21 sekundär 10,5 | 1,30 |
| V | Gleichstrom-Dauerbrandlampe . . . | Gleichstrom | — | 220 | 145 | 11 | 1,58 |

Der Effektivverbrauch wurde mit einem Wattmeter gemessen, dessen Spannungsspule an den Kohlehaltern lag. Die Kohlen sind sämtlich Effektkohlen von 13 mm bzw. 16 mm Durchmesser.

verschiedenen Lampen vergleichend zusammengestellt. In der letzten Reihe finden sich die Angaben über den Effektivverbrauch, die bei den heutigen Strompreisen auch die Lichttherapeuten interessieren dürften. Mit 10—15 Minuten Belichtung, wie sich dies die Therapeuten mit der „künstlichen Höhen-sonne“ einbilden, dürften keine Erfolge zu erzielen sein. Lange Expositionszeiten sind notwendig, sie müssen wesentlich länger sein als die Expositionszeiten bei der Heliotherapie im Hochgebirge, denn man muß durch Verlängerung der Exposition beim künstlichen Licht das ersetzen, was ihm an Intensität fehlt. Wenn man sich bei der Behandlung auf die Belichtung einer Person beschränken wollte, so würde dies ein recht kostspieliges Heilverfahren werden. Um die

mit salzhaltigem Wasser vorzunehmen. Die Badesalze sind meist farblos, sie erhöhen als Sensibilisatoren die Wirkung der besonders kurzwelligen Strahlen, die an sich schon auf den Körper wirken.

Wir haben in unserem Organismus auch noch zwei Sensibilisatoren, die Farbstoffe darstellen, und die Strahlen, die sonst nur thermisch wirken, in chemisch wirkende umwandeln. Diese Farbstoffe sind das Pigment der Haut und der Blutfarbstoff. Die Theorien, wie das Pigment die Wirkung des Lichtes auf den Organismus erhöht, sind mannigfach. Zweifellos werden durch das Pigment Strahlen, die sonst nur thermisch wirken, in chemisch wirkende verwandelt. Über die Wirkung des Lichtes auf das Blut ist auch schon viel geschrieben worden, ich habe selbst eine Untersuchung

¹⁾ Das Indifferentglas ist ein gutes, dauerhaftes Glas, das sich für die hohen Temperaturen, denen es bei dieser Lampe ausgesetzt ist, gut eignet. Sein Lichtabsorptionsvermögen ist etwa wie das eines guten Brillenglasses. Es wird hergestellt bei Gebr. Putzler in Penzig (Schles.).

²⁾ Optische Sensibilisation, Fortschr. d. Med., 35. Jg., Nr. 28. 1918.

³⁾ Trans. III. Eng. Soc. (U. S.) 10 S. 932, 1915. Am. Journ. Physiology 36, Bd. 1916. Electr. World 65. 1915.

ausgeführt, in der ich gezeigt, wie die Wirkung des Lichtes auf das Blut durch Sensibilisation gesteigert wird. Diese Arbeit ist publiziert in der Zeit. f. physik. u. diätet. Therap. 1920, Bd. 24.

ZUR SPEZIFITÄT DER TUBERKULINREAKTION.

Von

Dr. G. TOBIAS, Berlin-Lichtenberg.

Augenarzt.

Die klinischen Symptome der Tuberkulinreaktion äußern sich, wie allgemein bekannt, in 3 Teilerscheinungen: 1. in der Lokalreaktion an der Stelle der Zuführung, 2. in der Allgemeinreaktion, d. i. der Steigerung der Körpertemperatur und Störung des körperlichen Wohlbefindens, sowie 3. in der Herdreaktion, d. i. in entzündlichen Erscheinungen am Erkrankungsherde. Jedes dieser drei klinischen Symptome gilt als pathognostisch für eine tuberkulöse Erkrankung des Körpers, wobei der Herdreaktion eine besondere Beweiskraft zugesprochen wird.

Als Voraussetzung für die Tuberkulinreaktion gilt eine einmal durchgemachte tuberkulöse Infektion, die freilich so unbedeutend zu sein braucht, daß sie außerhalb jeglicher klinischer Reizschwelle objektiv niemals in die Erscheinung trat; jedoch andererseits so wesentlich war, daß sie zur Sensibilisierung des Gesamtorganismus genügte. Fernerhin ist eine immer wieder bestätigte Tatsache, daß jeder Erwachsene in unseren Kulturstaaten einmal mit dem Tuberkelbacillus in Berührung gekommen ist, so daß also nahezu bei jeder Obduktion ein tuberkulöser Herd — ganz gleich, ob ausgeheilt oder nicht, ob längst zurückliegend entstanden oder mehr oder minder frischen Datums — gefunden wird. Die Tatsache, daß jedes Individuum außerhalb des frühen Kindesalters einen tuberkulösen Herd in seinem Körper besitzt, steht heute außer jedem Zweifel; ebenso wie die Tatsache, daß durch diesen Herd der einzelne anaphylaktisch geworden und damit zur Abwehr gegen die Tuberkulose gerüstet ist.

Mit *unspezifischen Eiweißkörpern* lassen sich nun den Tuberkulinreaktionen klinisch und makroskopisch durchaus gleichwertige Reaktionen auslösen! Die drei Kardinalsymptome, Lokal-, Allgemein- und Herdreaktion, sind ebenso typische Erscheinungen für das Tuberkulin wie für unspezifische Proteine verschiedenster Herkunft. So habe ich den Nachweis erbringen können, daß parenteral zugeführte unspezifische Proteine in einer Reihe *ätiologisch verschiedener*, durchaus nicht nur tuberkulöser Erkrankungen am Auge dem Tuberkulin ganz ähnliche *Herdreaktionen* hervorzurufen vermögen¹⁾, Tatsachen, welche die Beobachtungen von MATTHES, SCHMIDT u. a. im Tierversuch und in der Klinik an anderen Körperorganen durchaus bestätigen. Fernerhin ist es SORGO, SONS und v. MICKULICZ-RADECKI, MÜLLER, SELTER, mir und anderen gelungen, mit unspezifischen Eiweißkörpern am Orte der Einverleibung *intracutan* Reaktionen hervorzurufen.

Ich selbst verfüge über vielfache Beobachtungen, wo bei *gleichzeitiger* intracutaner Zuführung nicht zu entscheiden war, welche der Reaktionen auf Tuberkulin, Pferdeserum oder Milcheiweiß zurückgeführt werden mußte; Erfahrungen, welche HOLLÓ und AMAD bei ihren Versuchen bei intracutaner Injektion von Diphtheriebouillon und Tuberkulin ebenfalls machten. Neuerdings von mir angestellte Versuchsreihen haben fernerhin ergeben, daß sich auch mit den *Abbauprodukten des Serums, dem Euglobulin, Paraglobulin und Albumin*, intracutan leicht Lokalreaktionen ergeben, wobei freilich auffallend bleibt, daß die Intracutanreaktion des Euglobulins die des Albumins überwiegt und diese wiederum die des Paraglobulins; die Paraglobulinintracutanreaktion ist verhältnismäßig selten zu beobachten. Endlich haben meine nicht sehr gehäuften Versuche mit *Eigenserum* gezeigt, daß es auch mit diesem unter Umständen gelingt, einwandfreie *Intracutanreaktionen* zu erzeugen. Auch ist es ausnahmsweise möglich, bei rein *cutaner Impfung*, bei welcher es darauf ankommt, nur die oberflächlichen Lymphbahnen ohne wesentliche Blutung zu eröffnen, mit Serum und Milcheiweiß flüchtige Lokalreaktionen zu erzeugen. Endlich habe ich Versuchsreihen mit einem *Organextrakt*, und zwar mit einer Aufschwemmung von Chorioidea des Rindes angestellt

und habe auch in diesen Versuchen vielfach das Auftreten einer Intracutanreaktion festgestellt, ohne daß sich über eine etwaige besondere Bedeutung *dieser* Reaktion zur Zeit schon ein abschließendes Urteil fällen läßt.

All diese Versuche sprechen aber dafür, daß zwischen der Lokalreaktion mit Tuberkulin und der mit Eiweiß artfremden oder arteigenen Herkunft eine *große Ähnlichkeit* liegt. *Graduell, aber nicht absolut besteht zwischen diesen Reaktionen der Unterschied*, daß z. B. der echte *Ponndorf* mit Tuberkulin eine hochgradige, erysipelähnliche Hautröte und Schwellung mit Bläschenbildung ergibt, der auf dem anderen Arm mit Yatrencasein angelegte „*Ponndorf*“ wesentlich harmloser und flüchtiger erscheint. Gerade diese *Flüchtigkeit* der Reaktion in der Haut dürfte eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale zwischen der Tuberkulin- und Eiweißreaktion sein; sie dürfte aber andererseits dafür sprechen, daß bei dem *Tuberkulin* der Komplex der Reaktionen nicht nur durch die *Eiweißkomponente*, sondern auch gleichzeitig durch ein *spezifisches Agens*, die toxisch-bakteriellen Komponente, ausgelöst wird. Wenn auch a priori klinisch oft nicht leicht, oft ganz unmöglich zu entscheiden ist, wieweit eine Tuberkulinreaktion als eine Eiweißreaktion und wieweit sie als eine spezifisch toxische, reine Tuberkulinreaktion aufzufassen ist, so dürfte doch die Ansicht SELTERS, daß beim Menschen *zwei Arten von Allergien vorkommen, eine unspezifische, gegen Bakterienprotein und eine erworbene spezifisch tuberkulöse* durchaus zu Recht bestehen.

Jegliche Impfung mit Tuberkulin kann trotz klinisch nachweisbarer Tuberkulose negativ bleiben. Das hat, wie BANDELLER und RÖPKE in Übereinstimmung mit anderen Autoren auf Grund der Beobachtungen v. PIQUET, GRÜNER, STERN u. a. zusammenfassend ausführen, seinen Grund in lokalen und konstitutionellen Verhältnissen des Impflings (Beschaffenheit der Haut, allgemeine Kachexie) in Tuberkuloseimmunität nach stattgehabter spezifischer Behandlung oder in anderen Umständen, z. B. während eines Masernexanthems, im Inkubationsstadium des Scharlachs, während des Bestehens eines meist hohen Recurrenzfiebers, in der Schwangerschaft. Auch ich habe unter bestimmten Umständen eine *fehlende Intracutanreaktion auf unspezifische Proteine feststellen müssen*, und zwar 1. bei körperlich völlig Gesunden, 2. nach längerer und völliger Überwindung einer Erkrankung; 3. bei körperlich Schwachen, deren Abwehrkräfte darniederliegen, 4. bei solchen Kranken, welche noch keine Gelegenheit hatten, sich auf Antikörperbildung einzustellen, 5. im Stadium der Antianaphylaxie. Es ist also auch hinsichtlich der fehlenden Reaktion wiederum auffallend, ein wie großer Gleichklang zwischen dem Tuberkulin und den unspezifischen Eiweißkörpern besteht; dieses Moment legt aber ebenfalls den Rückschluß nahe, daß der Unterschied zwischen beiden Reaktionen kein allzu großer sein kann, daß also ein *sensibilisierter Körper* nicht bloß auf das *Tuberkulin* eingestellt ist oder, mit anderen Worten, daß im Tuberkulin der *Eiweißfaktor* eine wesentliche Bedeutung besitzt. „Je größer die tuberkulöse Allergie, um so stärker auch die Empfindlichkeit gegen die anderen Reize“, die *Proteine* (SELTHER).

Übersehe ich endlich meine *therapeutischen* Erfolge, welche am Auge insbesondere bei der charakteristischen Iritis mit Tuberkuloseknötchen ein günstiges Beobachtungsobjekt bieten, so sind die Erfolge und Mißerfolge bei Behandlung mit Tuberkulin und unspezifischem Eiweiß (Yatrencasein) gar keine so differenten. Wenn WASSERMANN und BRUCK sagen: „Unter dem Einfluß von *Tuberkelbacillenpräparaten* finden sich im tuberkulösen Herd die Zeichen einer Durchtränkung mit Körperflüssigkeit und einer Durchsetzung mit den beweglichen Zellen des Blutes“, so gilt dies, wie ich in meiner früheren Arbeit ausführte, auch vice versa für die parenteral zugeführten *Proteine*; wie SAHLI die durch das Tuberkulin bedingte *lokale Reizwirkung* am Erkrankungs-herd für ein wichtiges Heilungsmoment hält und H. SELTER auf Grund experimenteller Versuche zeigen konnte, daß es sich bei dem Tuberkulin nur um einen *Reizstoff* handelt, der auf ein entzündungsbereites Gewebe einwirkt und es zur Entzündung bringt, so konnte auch ich bei therapeutischer

¹⁾ Genaueres bringen meine im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten.