

# Radium- und Lichtstrahlen als Heilmittel.

Von

**Dr. Leopold Freund,**

Privatdozent an der k. k. Universität.

---

Vortrag, gehalten den 7. Februar 1906.

*(Mit Demonstrationen.)*



Mit allem menschlichen Wissen hat es ein eigenes Bewandtnis. Tatsachen, deren neuer, überraschender Inhalt gestern auf uns den ergreifendsten Eindruck machte, belächeln wir heute genügsam, als ob sie uraltes Besitztum wären, als ob sie sich von selbst verstünden. Vor sechs Jahren berichtete ich in diesem Vereine über eine Reihe von Experimenten, in denen ich den ersten Nachweis über eine Heilkraft der Röntgenstrahlen erbracht hatte. Die Versuche hatten gelehrt, daß Röntgenstrahlen ganz eigentümliche, von anderen Mitteln unbekannte Veränderungen in der Tiefe der menschlichen Körpergewebe hervorrufen; sie hatten die Aussicht geboten, krankhafte Zustände, die wegen ihrer Natur oder wegen ihres tiefen Sitzes von anderen Mitteln wenig oder gar nicht beeinflußt werden können, mit Hilfe der Röntgenstrahlen heilen zu können. Jahre sind seither verstrichen. Aus diesen ersten bescheidenen Versuchen, deren Ergebnisse damals sehr überrascht hatten, hat sich nunmehr eine ganze Wissenschaft entwickelt. Heutzutage wundert sich Niemand mehr über die Tatsache, daß unsichtbare Strahlen so große Wirkungen auf den Körper erzielen. Große Bücher werden darüber geschrieben; Zeitschriften in allen Sprachen sind diesem Verfahren gewidmet, fast in allen

größeren Krankenhäusern des In- und Auslandes sind Institute eingerichtet, in denen Kranke mit Röntgenstrahlen behandelt werden, auf vielen Universitäten, so auch auf der unseren, werden Vorlesungen über Radiotherapie abgehalten. So heißt nämlich dieses neue Heilverfahren.

- Die Radiotherapie hat sich nicht auf die Röntgenstrahlen beschränkt. Als Lehre von der Anwendung von Strahlungen zu Heilzwecken überhaupt mußte sie alle Strahlungen berücksichtigen, welche medizinisch in Betracht kommen, welche nachweislich merkbare Einflüsse auf den lebenden Organismus ausüben. Hier kam der Medizin die Physik mit ihren letzten wichtigen Entdeckungen zu Hilfe. Als nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen die ganze wissenschaftliche Welt die weitere Ergründung des rätselhaften Phänomens, Aufklärungen über das Wesen der Strahlen suchte, da wandte sich die
- Aufmerksamkeit und das Studium zuerst den von den Kathoden- und Röntgenstrahlen hervorgerufenen Fluoreszenzerscheinungen zu. Man fragte sich, ob nicht die Emission der Röntgenstrahlen eine stete Begleiterscheinung der Fluoreszenz sei. In der Tat fand Becquerel, daß die als fluoreszierend bekannten Uranverbindungen, die im Tageslichte mit einer ihnen eigentümlichen grünlichgelben Farbe leuchten, auch unsichtbare Strahlen aussenden, die mit den Röntgenstrahlen manche Eigenschaften gemein haben. Dasselbe zeigte sich auch an nicht fluoreszierenden Uranverbindungen sowie in noch stärkerem Maße an dem Element Urán selbst.

Wie Ihnen aus mehreren diesem Thema gewidmeten Vorträgen, die im Laufe der letzten Jahre in diesem Vereine gehalten wurden, bekannt sein dürfte, weiß man jetzt, daß diese Fähigkeit, Becquerelstrahlen auszusenden, die Radioaktivität, nicht bloß dem Uran, sondern vielen Körpern, dem Baryum, Wismut, Thorium, Blei und Eisen zukommt; Sie haben gehört, daß es gelungen ist, einen dieser Stoffe, das Radium, wenn auch nicht in elementarem Zustande, so doch als reine, von Beimengungen freie Verbindung (Radiumchlorid und -bromid) darzustellen und durch sein Atomgewicht sowie durch sein Spektrum mit Sicherheit zu charakterisieren. Sie haben aber auch gehört, daß die Strahlen, welche das Radium aussendet, nicht einheitlicher, sondern sehr komplizierter Natur sind. Man unterscheidet drei verschiedene Arten, welche man als  $\alpha$ -,  $\beta$ -, und  $\gamma$ -Strahlen bezeichnet. Außer durch ihre Ablenkbarkeit durch ein magnetisches Feld unterscheiden sich diese Strahlengruppen sehr wesentlich durch ihre Durchdringungsfähigkeit. Die  $\alpha$ -Strahlen sind sehr wenig durchdringend und werden bereits durch eine Luftschicht von etwa 7 cm vollständig absorbiert. Durch den Magneten werden sie wenig, aber doch deutlich abgelenkt, und zwar entgegengesetzt der Richtung, in welcher die Ablenkung der Kathodenstrahlen erfolgt. Vielleicht stimmen sie mit den von Goldstein entdeckten Kanalstrahlen überein.

Die  $\beta$ -Strahlen durchdringen nicht nur Gase, sondern auch dünne Schichten fester Körper wie Papier, Aluminium, Glimmer, Guttapercha etc. Sie werden durch den

Magneten sehr stark, und zwar in demselben Sinne wie die Kathodenstrahlen abgelenkt; die  $\gamma$ -Strahlen sind wenig absorbierbar und werden vom Magneten nicht abgelenkt.

Wie in ihren physikalischen Eigenschaften ähneln nun die Becquerelstrahlen auch in ihren Wirkungen auf den tierischen Organismus sehr den Röntgenstrahlen. Diese Wirkungen sind besonders auf das Auge, auf die Haut, auf drüsige Organe und auf Nerven ausgesprochen. Giesel entdeckte, daß, wenn man ein Radiumpräparat mit lichtdichtem Papier umschließt und es im Dunkeln dem ganz ausgeruhten geschlossenen Auge nähert, dieses eine intensive Lichtempfindung hat. Diese ist am stärksten, wenn das Präparat dem Lide aufliegt, bleibt aber noch mit voller Deutlichkeit sichtbar bei Zwischenhaltung der Hand. Man hat aus dieser Tatsache die Hoffnung geschöpft, daß es vielleicht möglich sein könnte, blinde Augen mit Hilfe der Becquerelstrahlen sehend zu machen. Indessen sind diese Hoffnungen trügerisch, denn, wie schon Giesel annahm und wie aus den Versuchen Himstedts und Nagels hervorgeht, beruht diese Erscheinung auf einer Fluoreszenz fast sämtlicher Medien im Auge. Es wird hierdurch wohl eine diffuse Helligkeit erzeugt, welche sowohl von gesunden als auch von erblindeten Augen wahrgenommen wird, dagegen ist es ausgeschlossen, daß man diese Erscheinung benützen kann, Blinden Gegenstände sichtbar zu machen. Man kann keine Bilder erzeugen, weil die Voraussetzung hierfür, die Brechbarkeit der Strahlen, den Becquerelstrahlen

fehlt. Weiters ist wohl eine Einwirkung der Becquerelstrahlen auf die Netzhaut vorhanden, eine Wirkung, welche bei intensiver Anwendung bis zu direkten Schädigungen und Schwund der Netzhaut führen kann; aber diese Wirkung ist es nicht, welche die Lichtempfindung hervorruft, so wie es bei den wahren Lichtstrahlen der Fall ist, welche ausschließlich die Stäbchen- und Zapfenschichte der Netzhaut erregen, in den übrigen Teilen des Auges jedoch nicht wahrgenommen werden, sondern die Becquerelstrahlen erregen nicht nur die Netzhaut, sondern auch, wie erwähnt, die übrigen Medien des Auges, welche letztere sie zum Fluoreszieren bringen. Die Netzhaut des Auges wird auch durch dieses Leuchten der benachbarten Teile angeregt; es entsteht die Lichtempfindung. Diese Lichtempfindung ist auch bei Augen vorhanden, deren vordere Medien getrübt sind.

Gleich den Röntgenstrahlen bringen die Becquerelstrahlen bedeutende Veränderungen auf der Haut hervor. Wenn man ein radioaktives Präparat je nach der Stärke und Reinheit der Substanz verschieden lange Zeit auf die Haut eines Menschen einwirken läßt, so entwickelt sich an der betreffenden Stelle eine Rötung, welcher häufig Blasenbildung und, wenn die Exposition sehr lange gedauert hat, eine schwer zu heilende Geschwürsbildung folgt. Diese Eigenschaft des Radiums erprobte Becquerel in empfindlicher Weise am eigenen Körper. Er pflegte eine Menge aktiven Materiales in der Westentasche mit sich herumzutragen. Da entwickelte sich an der unter dieser Tasche befindlichen Hautstelle ein hefti-

ger Geschwürsprozeß, welcher sehr lange bis zur Heilung brauchte. Alle diese Schädigungen werden, so wie es bei den Röntgenstrahlen der Fall ist, erst einige Zeit nach stattgehabter Einwirkung sichtbar, und zwar ist diese Latenzzeit umso kürzer, je stärker die Einwirkung war. Während der Vorgang der Bestrahlung absolut keine Schmerzempfindungen auslöst, sind die später auftretenden Hautabschürfungen und Geschwüre überaus schmerzhaft. Auch Haare werden durch die Becquerelstrahlen zum Ausfallen gebracht, so wie es von den Röntgenstrahlen der Fall ist; ebenso starke Braunfärbungen der exponiert gewesenen Haut. Mikroskopische Untersuchungen ergaben, daß die Reaktion der Haut nach der Bestrahlung mit Radiumsalzen auf einer eigentümlichen Gefäßveränderung beruht. Ich zeige Ihnen ein derartig verändertes Blutgefäß im queren Durchschnitt neben einem solchen eines normalen Gefäßes. Sie sehen an dem normalen die drei Schichten, aus denen die Wandung besteht: die innere von Bindegewebe gebildete und gegen den Hohlraum zu mit Zellen ausgekleidete, dann die mittlere muskulöse und dann die äußere ebenfalls bindegewebige Schichte. An dem bestrahlten Gefäße ist die Innenschichte so verdickt, daß sie den Hohlraum zum größten Teile ausfüllt; es fallen aber in der Innenschichte ebenso wie in der Muskelschichte eigentümliche scharf umrandete Lücken auf, welche in großer Zahl nebeneinanderstehend die Innenhaut von der Muskelhaut abzuheben scheinen.

Der Einfluß der Becquerelstrahlen beschränkt sich aber nicht bloß auf die Haut und auf das unter der Haut

befindliche Zellgewebe; er ist in hohem Maße auch auf die drüsigen Organe des Körpers ausgesprochen. Vielfache praktische Erfahrungen und experimentelle Untersuchungen haben gelehrt, daß zellige Elemente und speziell die Zellen rasch wachsender Gewebe unter der Bestrahlung zugrunde gehen, während die Stützgewebe solcher Organe keine nennenswerten Veränderungen erleiden, daß demzufolge alle jene Gewebe und Organe, welche vorwiegend zelligen Aufbau aufweisen, wie Drüsen (Schweißdrüsen, Keimdrüsen, dann zellreiche Neubildungen), von den Becquerelstrahlen zuerst in intensivster Weise beeinflußt werden.

Auch das Blut scheint für diese Bestrahlungen sehr empfindlich zu sein. Es wurde beobachtet, daß das hellrote arterielle Blut nach der Einwirkung der Becquerelstrahlen dunkel wird, und vor einiger Zeit wurden in der Liverpool Medical Institution Versuche demonstriert, welche dafür sprechen, daß diese Strahlen auf rote Blutkörperchen eine auflösende Wirkung auszuüben imstande sind.

Auffallend sind die Erscheinungen von seiten des Nervensystems. So beobachtete Danysz bei jungen Tieren, daß eine über die Wirbelsäule applizierte, ein kräftiges radioaktives Materiale enthaltende Röhre Lähmungen (besonders der Hinterbeine) Konvulsionen und selbst den Tod herbeiführte; bei älteren Tieren war diese Wirkung weniger ausgesprochen, da offenbar das Knochensystem einen gewissen Schutz bot. Ein anderer Forscher stellte fest, daß Radium imstande ist, Mäuse

aus der Entfernung von 10—15 *cm* in wenigen Tagen zu töten, ohne daß der Stoff dem Tiere beigebracht wird.

Man nahm im allgemeinen an, daß die Becquerelstrahlen nur auf das nervöse Zentralorgan, auf das Gehirn oder das Rückenmark einen Einfluß ausüben; das periphere Nervensystem schien diesbezüglich unempfindlich zu sein. Man schloß dies aus den Versuchen des Professors Scholz, welcher nachwies, daß Bestrahlungen des bloßgelegten Hüftnerven keinen wahrnehmbaren Erfolg hatten. Ich habe im letzten Jahre eine Beobachtung gemacht, welche dagegen spricht. Es wurde mir ein Herr zur Radiumbehandlung zugewiesen, welcher unter einem hartnäckigen Geschwürsprozesse in der Nase litt. Ich legte ihm auf die geschwürige Stelle eine radioaktive Substanz auf, welche in der Weise, wie ich sie Ihnen hier demonstriere, armiert war. Sie befand sich in einer kleinen Metallkapsel, welche vorne mit einem für Becquerelstrahlen durchlässigen Glimmerplättchen verdeckt ist. Diese Glimmerseite wurde nun dem Geschwüre zugewendet, so daß die Strahlen nur direkt auf die kranken Stellen treten konnten, während die Metallkapsel verhinderte, daß sie anderswohin dringen. Nach einigen Minuten war die Sitzung beendet und der Kranke entfernte sich. Am nächsten Tage berichtete er mir, er habe einige Stunden nach der Behandlung durch längere Zeit hindurch heftigen Niesreiz gehabt. Diese Beobachtung wurde jedesmal nach einer solchen Behandlung gemacht. Nun mußte an zwei Ursachen des Niesreizes gedacht werden: 1. an eine direkte Reizung der Empfin-

dungsnerven in der Nasenschleimhaut durch die Becquerelstrahlen, oder 2. an den mechanischen Reiz, welchen die Einführung der Metallkapsel in die Nasenhöhle hervorrief. Trotzdem der Umstand, daß der Niesreiz nicht unmittelbar nach der Behandlung, sondern erst mehrere Stunden nachher auftrat gegen das zweite Moment zu sprechen schien, machte ich doch folgendes Experiment, um darüber volle Klarheit zu bekommen. Ich bedeckte das Glimmerplättchen mit einem für Becquerelstrahlen undurchlässigen Bleiblech und adaptierte die Radiumkapsel zum Überflusse so, daß dem Geschwüre nunmehr die undurchlässige Metallseite und nicht das Glimmerplättchen zugewendet war. Das alles geschah natürlich ohne Wissen des Patienten, dessen psychische Beeinflussung ich ausschließen wollte. Am nächsten Tage teilte mir der Patient mit, er habe merkwürdigerweise gestern nicht geniest. Wieder ohne ihm davon Mitteilung zu machen, legte ich die Radiumkapsel in der ursprünglichen Weise auf und siehe da, nach ein paar Stunden war wieder der anhaltende Niesreiz vorhanden. Aus diesem Versuche folgt, daß in der Tat ein Einfluß der Radiumstrahlen auf periphere Nerven möglich ist; allerdings ist es durch diesen Versuch nicht entschieden, ob dieser Einfluß der Becquerelstrahlen ein direkter oder ein indirekter, auf Veränderungen in der Zirkulation der Schleimhaut zurückführender ist.

Unter allen diesen hier erwähnten Effekten der Becquerelstrahlen kommt noch einer in Betracht, welcher vielleicht eine Aufklärung über das Zustandekommen

der anderen Wirkungen bietet. Schwarz ließ Radiumstrahlen auf frische Hühnereier einwirken, wobei die Kalkschale leicht gebräunt wurde, während an der Schalenhaut keine Veränderung sichtbar wurde. Am Eiweiß trat eine leichte Eindickung und Häutchenbildung ein, ebenso eine durchscheinend grünlich-graue Verfärbung einer 4 mm im Durchmesser betragenden Stelle am Dotter. Die veränderte Stelle des Dotters erschien sehr starr, hatte einen schwachen Geruch und einen äußerst starken, höchst widerlichen Geschmack nach schlechtem Lebertran, bei dem es nahe lag zu vermuten, daß er durch zersetztes Lezithin hervorgerufen wird. Nun kommt Lezithin in entwicklungsfähigen oder in Entwicklung begriffenen Zellen z. B. der Haut, in den Haarwurzeln, in bösartigen Neubildungen etc. vor und es ließ sich auf diese Weise der mächtige Einfluß der Becquerelstrahlen auf lezithinhaltige Gebilde erklären.

Tatsächlich hat Werner in der Klinik des Professors Czerny in Heidelberg gezeigt, daß mit Radium bestrahltes Lezithin, welches man Versuchstieren in die Haut spritzte, analoge Hautveränderungen hervorrief, wie wir sie nach Radiumbestrahlung der Haut zu sehen gewohnt sind. Im weiteren Verlaufe der Untersuchungen wurde festgestellt, daß es im wesentlichen einer der Bestandteile des Lezithins ist, welcher dieselben Wirkungen auf Versuchstiere ausübt wie das mit Becquerelstrahlen zersetzte Lezithin, das ist das Cholin.

Mit großem Eifer wurde von zahlreichen Forschern geprüft, ob Becquerelstrahlen einen Einfluß auf die Ent-

wicklung von Bakterien ausüben. Aschkinass und Caspari zeigten, daß die Mikroben durch  $\alpha$ -Strahlen getötet oder zum mindesten in ihrer Entwicklung gehemmt werden; und zwar gelingt es, die Bakterien nicht nur auf festen Nährböden, sondern auch in Flüssigkeiten abzutöten. Große praktische Bedeutung für die Therapie hat aber diese bakterizide Eigenschaft der Becquerelstrahlen allerdings nicht, da eine so lange Bestrahlung am menschlichen Körper nicht erlaubt ist, weil sie in anderer Richtung durch Hautschädigungen viel zu großen Schaden stiften würde. Der französische Forscher Phisalix, welcher sich seit Jahren in intensiver Weise mit dem Studium des Klapperschlangen- und Viperngiftes beschäftigt, fand, daß eine 58stündige Bestrahlung des getrockneten Schlangengiftes durch Radiumstrahlen dessen Giftigkeit vollständig vernichtet. Derselbe Forscher konstatierte, daß Mückenstiche, welche nur wenige Augenblicke Radiumstrahlen exponiert werden, sofort ihre Schmerzhaftigkeit verlieren.

Wir haben somit drei bemerkenswerte Eigenschaften der Becquerelstrahlen konstatiert: eine Wirkung besonderer Art auf Blutgefäße, eine solche auf Zellen rasch wachsender Gefäße und eine Wirkung auf nervöse Organe. In zweiter Linie kommt noch die bakterizide Wirkung dieser Strahlen hinzu. Diese Eigentümlichkeiten geben den Becquerelstrahlen ihren Wert für die Therapie.

Es fragt sich noch, welchem Bestandteile der Becquerelstrahlen diese biologische Wirkung insbesondere

zuzuschreiben ist. A. Exners Untersuchungen zeigten, daß die Wirkungen der durch den Magneten ablenkbaren  $\beta$ -Radiumstrahlen auf die Haut annähernd gleich ist der Wirkung der nicht ablenkbaren. Diese Tatsache hat wohl einiges Interesse, da es ja bekannt ist, daß der größte Teil der Radiumstrahlen durch den Magneten ablenkbar und nur ein kleiner Teil nicht ablenkbar ist; trotzdem verursachten beide Komponenten annähernd die gleichen Hautveränderungen.

Am wertvollsten ist die Eigenschaft der Becquerelstrahlen, zellige Elemente zum Schwunde zu bringen. Eine große Anzahl schwerer, bösartiger Krankheitsprozesse, wie Krebse, die sich durch schrankenloses Wachstum und Übergreifen auf alle möglichen Organe auszeichnen, beruht auf der ununterbrochenen Neubildung zelliger Elemente. Da diese Elemente junges, rasch wachsendes Gewebe sind, werden sie durch die Becquerelstrahlen viel leichter und schneller zerstört als das normale Gewebe, in welches sie hineinwuchern, so daß zu einer Zeit, wo das normale Gewebe von der Strahlung noch nicht beeinflusst wurde, das Gewebe der Neubildung völlig zugrunde gegangen ist. Tatsächlich sind die Erfolge, welche man mit den Becquerelstrahlen bei krebssigen Geschwürsprozessen erzielt hat, wunderbare. Ohne Operation, ohne jeden Schmerz, bloß durch das einfache Auflegen einer radioaktiven Substanz gelingt es in kurzer Zeit, Prozesse zu beseitigen, welche früher trotz Ausätzen, Ausbrennen oder Ausschneiden immer und immer wieder zurückkehrten und schließlich zu einem unheil-

vollen Ende führen. In dieser Beziehung gleichen die Becquerelstrahlen in ihrer Wirkung den Röntgenstrahlen; da ihre Anwendung aber handlicher, an kein so großes Instrumentarium gebunden ist wie jene der Röntgenstrahlen, so können sie auch bei Affektionen verwendet werden, wo eine Röntgenbestrahlung aus technischen Gründen nicht durchführbar ist. So hat man z. B. Speiseröhrenkrebs mittels Sonden, an deren Enden eine Radiumsalze enthaltende Kapsel befestigt war und die man in der Speiseröhre bis zur kranken Stelle vorschob, zu beeinflussen gesucht. Allerdings ist die Ausheilung durch Becquerelstrahlen auch nicht immer eine radikale. Die Ursache hiervon ist erstens eine äußerliche. Radiumpräparate sind nur in geringen Mengen vorhanden, äußerst schwer und dann nur unter enormen Kosten zu beschaffen. Zur radikalen Behandlung eines größeren Krebsknotens müßte schon eine ziemliche Menge von aktivem Materiale verwendet werden, damit sicher alles Krankhafte bestrahlt und nicht, bei der sukzessiven Bestrahlung verschiedener Stellen hinter einander, manche Stellen übersehen würden. Eine zweite Ursache der oft mangelhaften radikalen Behandlung ist die geringe Tiefenwirkung. Ich zeige Ihnen hier eine photographische Platte. Auf dieselbe, in schwarzes Papier eingemacht, befestigte ich gestern abends einen mit radioaktiver Substanz bestrichenen Stift. An einer Stelle schob ich zwischen Stift und Papier einen schmalen Streifen von dickem Eisenblech. Heute morgens entfernte ich das radioaktive Präparat und die Papierhülle und entwickelte die

Platte. Sie sehen, daß die Schwärzung der empfindlichen Schichte nach 12stündiger Einwirkung etwa 5 cm weit reicht. Allerdings können wir hier auch konstatieren, daß das Blech zum Teile von den Strahlen durchdrungen wurde. Immerhin ist der Umkreis der Wirkung in Betracht der langen Exposition ein sehr kleiner. Es gibt wohl Präparate, welche viel kräftiger sind, aber im Vergleiche zu der Wirkung der Röntgenstrahlen, die man ja in großem Umfange und qualitativ mit demselben Erfolge verwendet wie die Becquerelstrahlen, ist auch deren Wirkung eine geringe. Ich zeige Ihnen zum Vergleiche hier die Röntgenplatte, welche bei der Durchleuchtung eines ein Jahr alten Kindes nach einer Exposition von zwei Minuten gewonnen wurde. Welch umfangreiche Wirkungszone neben der kleinen Wirkungssphäre des Radiumpräparates! Vielfach wird behauptet, daß Becquerelstrahlen eine größere Tiefenwirkung haben als Röntgenstrahlen, weil ein Haarausfall durch Becquerelstrahlen zumeist nur unter gleichzeitigem geschwürigen Zerfall der Haut zu erreichen ist, während Röntgenstrahlen behaarte Haut ohne sonst irgendwelche wahrnehmbare Beeinflussung zu enthaaren vermögen. Diese Annahme ist eine irrig. Dieselben Dosen von Röntgen- und Becquerelstrahlen wirken in verschiedenen Tiefen. Eine Dosis, welche bei Röntgenstrahlen Haarausfall erzeugte, hat bei Becquerelstrahlen noch nicht den geringsten Einfluß auf die Haarwurzel. Wollte man auch mit Becquerelstrahlen einen Haarausfall erzielen, dann müßte man die Dosis erheblich steigern. Bei längerer

Exposition dringen die Strahlen natürlich tiefer, dabei erhalten aber die oberen Schichten eine solche Dosis, daß schwere Schädigungen nicht ausbleiben können. Auf ähnliche Vorgänge sind die günstigen Beeinflussungen lupöser Prozesse zurückzuführen. Auch hier handelt es sich um Anhäufungen zelliger Elemente, da aber Lupusgeschwüre meist sehr ausgebreitet sind, so ist die Radiumbehandlung derselben eine sehr umständliche, schleppende und wenig radikale und kommt neben der Röntgen- und Lichtbehandlung derzeit kaum in Betracht.

Besser bewährt sich diese Eigenschaft der Becquerelstrahlen bei Wucherungen der Oberhaut. Warzen, die Schuppenflechte und ähnliche Prozesse können durch Becquerelstrahlen leicht beseitigt werden.

Die Eigentümlichkeit der Becquerelstrahlen, die Blutgefäße in der geschilderten Weise zu verändern, läßt sich bei einem anderen pathologischen Prozesse nutzbar verwerten. Sie kennen die Feuermäler und roten Flecken, welche, der Kummer manches hübschen jungen Mädchens, dasselbe während des ganzen Lebens verunstalten. Dieselben beruhen auf flächenhaften Erweiterungen der Blutgefäße der Haut. Legt man auf ein solches Muttermal eine Radiumkapsel, so bemerkt man nach entsprechender Bestrahlung zunächst eine der Wirkungszone des Präparates entsprechende entzündliche Rötung, dann schwindet dieselbe und macht einer weißen Farbe Platz. Durch die Becquerelstrahlen sind die Gefäße der exponierten Haut zur Verödung gebracht worden. Die Größe der entfärbten Stelle hängt selbstverständlich von

der Größe der strahlenden Fläche ab. Da man zumeist nur wenig radioaktives Materiale besitzt, muß man mit der Substanz von einer Stelle zur anderen wandern.

Ganz interessant sind die Beeinflussungen von Nervenschmerzen (Neuralgien), welche durch Auflegen radioaktiver Substanzen gebessert wurden. Es sind hierüber mehrfache Publikationen erfolgt.

Aber nicht nur die radioaktiven Substanzen als solche kommen als therapeutische Hilfsmittel in Betracht. Es ist Ihnen bekannt, daß gewisse radioaktive Substanzen noch etwas aussenden, das in seiner Wirkung jenen Strahlen sehr ähnlich ist, das sich von der radioaktiven Substanz wie ein ausströmendes Gas verbreitet und von einem Gefäß in ein anderes übergossen werden kann; das sind die Emanationen. Die Emanationen verlieren sehr schnell ihre Aktivität, haben aber die Eigenschaft, alle Gegenstände, mit denen sie in Berührung kommen, vorübergehend zu aktivieren. Das ist die induzierte Radioaktivität.

Emanationen werden nun in hohem Maße von verschiedenen Erdarten und Quellsedimenten entwickelt und man hat in den Gasen und Rückständen der Quellwässer, besonders in jenen von Thermalquellen beträchtliche Mengen von Emanationen nachgewiesen. Deswegen wird die Frage in Erwägung gezogen, ob nicht vielleicht die Heilkraft dieser wie überhaupt aller natürlichen Mineralwässer auf ihre radioaktiven Eigenschaften zurückzuführen ist. Professor Neußer stellte künstlich ein solches Thermalwasser her, indem er ein Bad mit 5 kg Uran-

rückständen versetzte, dann über die Wanne einen gasdichten Stoff breitete, damit sich die Emanationen nicht verflüchtigen. Auf diese Weise soll eine tuberkulöse Bauchfellentzündung und ein Fall von Gürtelschmerz sehr günstig beeinflußt worden sein.

Die Methode, nach welcher die Bestrahlung mit Becquerelstrahlen vorgenommen wird, ist sehr einfach. Die radioaktive Substanz wird in eine kleine Metallkapsel gebracht und diese vorne mit einem Glimmerplättchen geschlossen. Dieses kleine Instrument bindet man mit einem Faden in einen dünnen Kautschuksack ein, damit das Instrument selbst mit den krankhaften Produkten nicht in Berührung komme; dann klebt man die so adjustierte Kapsel mit einem Pflaster auf die kranke Stelle auf, natürlich so, daß die strahlende (mit Glimmer geschlossene) Fläche der Kapsel dem Körper zugewendet ist. Wie lange dies radioaktive Präparat da liegen zu bleiben hat, hängt von zwei Umständen ab: 1. von der Stärke seiner Radioaktivität und 2. von der Art der zu behandelnden Krankheit, respektive von dem Grade der Reaktion, der zur Behebung der letzteren angestrebt werden muß. Schwach radioaktive Substanzen muß man selbstverständlich längere Zeit einwirken lassen als stark radioaktive Substanzen, wenn man die gleichen Resultate erhalten will. Wie erhält man nun zu Beginn der Arbeiten mit einer radioaktiven Substanz einen ungefähren Maßstab über ihre Wirksamkeit?

Jodoform-Chloroformlösungen werden, wie<sup>o</sup> Ihnen vielleicht bekannt sein dürfte, mit der Zeit dunkelrot-

violett gefärbt. W. B. Hardy hat diese Erscheinung näher geprüft und gefunden, daß der Farbwechsel durch das Freiwerden von Jod bedingt ist und nur bei Gegenwart von Sauerstoff und irgend einer Art von strahlender Energie (Licht-, Radium- und Röntgenstrahlen) stattfindet; es ist demnach dieser Vorgang als ein Oxydationsprozeß aufzufassen. Die Zersetzung des Jodoforms tritt bei einer ganzen Reihe von Lösungsmitteln (Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Kohlenstofftetrachlorid, Pyridin, Amylalkohol und Äthylalkohol) auf. Den Gedanken, diese Reaktion für die Messung der chemischen Aktivität verschiedener Strahlungen zu benützen, haben W. B. Hardy und Miß E. G. Willcock in ihren Arbeiten über die oxydierende Wirkung der Strahlen von Radiumbromid zuerst zur Ausführung gebracht; hierbei wurde festgestellt, daß die Zersetzung des Jodoforms durch die  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen hervorgerufen wird, während die  $\alpha$ -Strahlen hieran unbeteiligt sind.

Den von Hardy und Willcock eingeschlagenen Weg weiter verfolgend, habe ich mir die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob es zweckmäßig wäre, auch die Aktivität der Röntgenstrahlen in kleinen Dosen in derselben Weise zu messen, was für die Röntgentherapie wichtig und bisher nicht geschehen ist. Es zeigte sich tatsächlich, daß die Farbennuancen, welche Röntgenbestrahlungen von verschiedener Dauer und verschiedener Intensität in Lösungen des Jodoforms erzeugen, wesentlich differieren und leicht auseinandergehalten werden

können. (Dieselben dunkeln am Tageslicht rasch nach, daher müssen sie nicht nur im Dunkeln hergestellt, sondern auch so aufbewahrt werden.) Am besten bewährten sich 2 %ige Lösungen des kristallisierten, chemisch reinen Jodoforms in chemisch reinem, aus Chloral hergestelltem Chloroform; Lösungen von niedrigerem Jodoformgehalt sowie solche in Benzol erschienen zu wenig empfindlich, hingegen war bei mehreren Versuchen die Färbung höherprozentiger Jodoform-Chloroformlösungen keine konstante, indem sich selbst klare Lösungen nach kurzer Zeit auch ohne Belichtung rötlich zu färben begannen. Die 2 %ige Jodoform-Chloroformlösung behielt jedoch, wie ermittelt wurde, bei Abwesenheit einer Strahlenquelle ihre gelbliche Beschaffenheit auch nach 48 Stunden bei. Die Empfindlichkeit dieser Lösung ist eine derartige, daß man schon nach Röntgenbestrahlungen von 3 Minuten Dauer durch Vergleich mit einer nichtbelichteten Probe deutliche Farbenunterschiede feststellen kann.

Werden nun Jodlösungen verschiedener Konzentration in Chloroform als Vergleichsflüssigkeiten hergestellt, so kann man nicht nur den Umfang des vor sich gegangenen chemischen Prozesses aus der Übereinstimmung der Farbe der bestrahlten Flüssigkeit mit einer dieser Vergleichsflüssigkeiten beurteilen, sondern man hat auch in dem bekannten Jodgehalte der letzteren ein absolutes chemisches Maß des Effektes. Da, wie oben erwähnt, diese Lösungen auch von Becquerelstrahlen in ähnlicher Weise zersetzt werden wie durch Röntgenstrahlen, so

kann man dieselben auch zur Messung der Aktivität von Becquerelstrahlen verwenden.

Der Charakter der zu behandelnden Affektion wird die Dauer der Exposition insoferne beeinflussen, als Krankheitsprozesse, welche mit Gewebswucherungen einhergehen, behufs Zerstörung der letzteren längere Expositionszeiten in Anspruch nehmen als Affektionen, bei denen es nicht auf diese Wirkung ankommt.

Rutherford von der McGill-Universität in Montreal hat nachgewiesen, daß Radium selbst bloß die  $\alpha$ -Strahlen und die gasförmigen Emanationen erzeugt. Diese Emanationen jedoch zersetzen sich sehr schnell und diese zersetzten Emanationen geben die  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen ab. Die von einer gegebenen Quantität Radium und der von dieser Quantität abgegebenen und wiederum zersetzten Emanationen ausgehenden Strahlen bestehen mindestens aus 95 %  $\alpha$ -Strahlen, der Rest (höchstens 5 %) besteht aus  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen. Da die  $\alpha$ -Strahlen von sozusagen keinem Durchdringungsvermögen sind, ist es schwer möglich, die  $\alpha$ -Strahlen anzuwenden, solange das Radium sich in Behältern befindet, die mit Glas oder Aluminium gedeckt sind. Hugo Lieber in New-York löst Radium in einem Lösungsmittel auf und überzieht mit dieser Lösung Stäbe, Flächen oder Platten, läßt dann die Feuchtigkeit verdunsten und überzieht dann das auf dem Instrumente hergestellte Radiumhäutchen mit einer dauerhaften und elastischen, auch bei öfterem Gebrauche unbeschädigt bleibenden Schutzdecke aus Lack, welches dem Durchdringen der  $\alpha$ -Strahlen und der Ema-

nationen kein Hindernis entgegengesetzt. Diese Stäbchen, oder Platten werden auf die kranke Stelle aufgelegt oder bei Geschwülsten in Einschnitte der letzteren hineingebracht und mehrere Tage mit dem Krankhaften in Berührung gelassen.

Wie Sie sehen, ist die Behandlung mit Becquerelstrahlen eine sehr einfache. Die Resultate sind sehr interessant und in manchen Fällen bemerkenswert. Daß dieses Heilverfahren entwicklungsfähig, in vielen Hinsichten noch der Erweiterung und Verbesserung bedarf, steht außer allem Zweifel.

Geringer als in den besprochenen Gebieten ist die wissenschaftliche Ausbeute auf dem Gebiete der eigentlichen Lichttherapie. Soweit sich bis jetzt beurteilen läßt, ist ihre wesentlichste Domäne die fressende Flechte (*Lupus vulgaris*). Da sind ihre Erfolge allerdings auch unbestreitbare und der siegreiche Kampf gegen diese furchtbare Krankheit, den der am 24. September 1904 leider verstorbene Professor Niels Finsen angebahnt und durchgeführt hat, sichert dem letzteren einen ruhmvollen Platz in der Geschichte der Heilkunde. Bei anderen Affektionen hat aber das Verfahren keine allgemeine Anwendung gewinnen können. Man empfahl es zwar gegen die Stinknase und andere Affektionen, aber weder diese Therapie noch die Erfolge des negativen Lichtheilverfahrens, d. h. die Behandlung unter rotem Licht, beim Wasserkrebse haben allgemeine Anerkennung gefunden. Man hat die Behandlung unter rotem Lichte, mit welcher

Finsen bei Blattern so schöne Erfolge erzielte, auch bei der Impfung empfohlen. Die Impfungen werden in der photographischen Dunkelkammer bei Rotlicht vorgenommen und die Impfstelle mit lichtdichten Binden verbunden. Bei diesem Vorgange treten um die Impfpusteln keine entzündlichen Reaktionen und keine Drüsenschwellungen auf. Trotzdem aus dieser Tatsache der Einfluß des roten Lichtes auf den Vakzineprozeß hervorgeht, haben sich berechtigte Bedenken gegen die Anwendung dieser Methode erhoben, weil die Schutzpockenimpfung eine Infektion des Impfings bezweckt, welche nur mit entzündlichen Reaktionserscheinungen einhergeht und dann eine Immunität des Geimpften in der Dauer von 10 Jahren zur Folge hat. Wo diese übrigens gar nicht arge entzündliche Reaktion fehlt, dort tritt auch keine ordentliche Immunisierung ein.

Die Verwendung des Apparates, welchen Finsen für seine Behandlung konstruiert hat, bedingt manche Unannehmlichkeit (hohe Anschaffungskosten, teurer Betrieb infolge ungemein starker Betriebsströme, des nötigen Pflegepersonales etc.); aus diesen Gründen können derartige Kuren jetzt nur in sehr gut dotierten, wohl eingerichteten Spezialanstalten durchgeführt werden. Es ist daher begreiflich, daß sich die Bestrebungen darauf richten, die Apparatur zu vereinfachen und zu verbessern. Sie erinnern sich, daß beim Finsenschen Apparat elektrisches Bogenlicht (von einer Lampe von 35 bis 80 Amp.) mittels geeigneter Sammelapparate auf die krankhafte Hautstelle konzentriert wird und Schichten von Methylen-

blau oder ammoniakalischer Kupfersulfatlösung eingeschaltet wurden, die nebst einer zirkulierenden kalten Wasserschichte als Filter für die hier unwirksamen Bestandteile des weißen Lichtes zu fungieren hatten. Sehr nützlich erwies sich die Verdrängung des Blutes von den behandelten Partien, die Finsen durch einen zweckmäßigen Druckapparat erzielte.

Um den hochintensiven Strom entbehrlich zu machen, bemüht man sich die Qualität des Lichtes zu verbessern, d. h. dem Lichte einen größeren Gehalt an kurzwelligen Strahlen zu verleihen. Dies gelingt, indem man den Kohlen Metallbestandteile zusetzt (die Bogenlampen mit reinen Metallelektroden bewährten sich nicht, obgleich sie enorm viel ultraviolettes Licht enthalten, weil letzteres nur zum geringen Teile von der Oberhaut zu den in der Tiefe gelegenen Krankheitsherden hindurchgelassen wird). Weiters bemüht man sich, die Strahlung des Lichtbogens durch Anbringung von Reflektoren, Prismen und Linsen besser auszunützen. Von diesem Gesichtspunkte aus beansprucht der Apparat von Finsen-Reyn Interesse. Derselbe besteht aus einer kleinen handregulierbaren Bogenlampe von 15—20 Amp., deren Licht mittels eines durch Fresnelsche Linsen verstärkten Finsenschen Konzentrators gesammelt wird. Auch ich habe mir einen Lichtapparat konstruiert, welcher, wie meine bisherigen zweijährigen Erfahrungen ergaben, recht zufriedenstellend funktioniert. Derselbe besteht aus einer handregulierbaren Bogenlampe von 15—20 Amp., bei welcher als Elektroden Effektkohlen verwendet wer-

den, die unter rechtem Winkel einander gegenüberstehen. Ein Magnet in Nebenschaltung bläst den Lichtbogen zu größerer Länge aus. Die vom Krater der positiven Kohle sowie vom Lichtbogen ausgesendeten Strahlen werden durch Emailblechreflektoren sowie durch einen großen, mit destilliertem Wasser gefüllten Quarzkolben konzentriert (Demonstration). Als wesentliches Mittel, die Reaktion zu verstärken und die notwendige Bestrahlungsdauer abzukürzen, ergab sich der Umstand, die Abkühlung der bestrahlten Gewebe nur bis zu dem Grade eintreten zu lassen, daß der exponierte Patient von der Bestrahlung nicht belästigt wird. Vielleicht wirkt dieses Verfahren auch deshalb günstig, weil das Licht Bakterien (und solche faßt man als Ursache des Lupus auf) am besten bei etwas erhöhter Temperatur vernichtet.

In letzter Zeit wird für Lichtbehandlungszwecke die Quecksilberdampf Lampe empfohlen. Solche Lampen sind in der hier demonstrierten Form (Uviolampe) Röhren aus Glas, in welchen sich etwas Quecksilber befindet und welche eine hohe Luftleere aufweisen. Der Strom tritt in die Röhre durch zwei Kohlenelektroden, von welchen der negative immer mit Quecksilber bedeckt ist. Die Zündung erfolgt durch einfaches Kippen, wobei Quecksilber in dünnen Strahlen von der positiven zur negativen Elektrode fließt und so den Kontakt herstellt. Derartige Röhren haben nach der Zündung (sobald dieselben mit Quecksilberdampf gefüllt sind) nur einen geringen inneren Widerstand (Demonstration). Für Zwecke

der Lichtbehandlung wird die Röhre aus Bariumphosphatchromglas, welches ebenso wie Quarzglas die aktinischen Strahlen durchläßt, verfertigt.

Abgesehen von den Bestrebungen, welche dahin zielten, die Qualität des Lichtes zu verbessern, suchte man andererseits die Lichtbehandlung dadurch zu verbessern oder vielmehr größeren Kreisen zugänglich zu machen, daß man die Empfindlichkeit der Gewebe gegenüber dem Lichte erhöhte. Dies gelingt durch Umschläge oder Einspritzungen von Eosin, Erythrosin oder schwefelsaurem Chinin unter und in die Haut. Einige Autoren vertreten die Ansicht, daß die Körpergewebe hierdurch für die langwelligen Strahlen sensibilisiert werden; andere glauben, daß die höheren Lichtreaktionen auf die durch die Chemikalien gesteigerte natürliche Fluoreszenzfähigkeit der Gewebe zurückzuführen sind. Besonders glänzend und ermutigend sind aber die Resultate dieser Methoden nicht.

Außer der tuberkulösen Erkrankung der Haut bemüht man sich auch jene der Kehlkopfschleimhaut mit Licht zu beeinflussen. Das Verfahren, das in der Tuberkulosenheilanstalt Alland von Direktor Sorgo zur Anwendung gelangt, besteht darin, daß sich die Kranken Sonnenlicht mittels zweier Spiegel in den Kehlkopf reflektieren lassen. Es sollen bemerkenswerte Besserungen mit diesem Verfahren erzielt worden sein. Man will auch beobachtet haben, daß sich der Heiltrieb von schlechten Wunden unter Sonnenbelichtung wesentlich gebessert habe.

Von allen diesen großen Forschungsgebieten kann ich selbstverständlich nur die wichtigsten Punkte berühren; aber auch aus diesen kurzen Darstellungen können Sie entnehmen, daß wir im Laufe der letzten Jahre auf dem Gebiete des Lichttheilverfahrens manchen beachtenswerten Fortschritt erzielt haben und uns der Hoffnung auf eine gedeihliche Weiterentwicklung dieses Zweiges der Medizin hingeben 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: 1906

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Freund Leopold

Artikel/Article: [Radium- und Lichtstrahlen als Heilmittel. 279-306](#)