

# DIE DIATHERMIE

VON

**DR. JOSEF KOWARSCHIK**

PRIMARARZT UND VORSTAND DES INSTITUTES FÜR PHYSIKALISCHE  
THERAPIE IM KRANKENHAUS DER STADT WIEN IN LAINZ

SECHSTE VERBESSERTE AUFLAGE

MIT 125 ABBILDUNGEN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

ISBN 978-3-662-01908-5      ISBN 978-3-662-02203-0 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-02203-0

**ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN**

**COPYRIGHT 1926 BY SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG  
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI JULIUS SPRINGER, BERLIN 1926  
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 6TH EDITION 1926**

## Geleitwort.

Im April 1928 sind es 20 Jahre, daß in der Wiener klinischen Wochenschrift eine Arbeit erschien mit dem Titel: „Über Thermopenetration“. Zeynek und seine Mitarbeiter gaben darin in eindeutig klarer Weise eine Methode bekannt, mit Hilfe von Hochfrequenzströmen im Innern des Körpers Wärme zu erzeugen. Sie hatten diese Methode bereits an einer Reihe von Kranken erprobt und ihre therapeutische Wirksamkeit erwiesen. Diese im Jahre 1908 erschienene Mitteilung ist also die erste Arbeit über jene Methode, die wir heute als Diathermie bezeichnen, wobei Hochfrequenzströme zur Tiefendurchwärmung benützt werden. Zwei Jahrzehnte sind seitdem verflossen.

Die Diathermie fand unter den Ärzten anfänglich wenig Anhänger. Die Gründe hierfür waren mannigfache. Zunächst war zur Ausübung des Verfahrens ein ziemlich kostspieliges Instrumentarium erforderlich. Die Methode selbst war noch recht unvollkommen, die Apparate waren mangelhaft, ebenso wie die Elektroden, man hatte noch keine einwandfreie Technik und Dosierung gefunden. Dazu kam eine nicht unbeträchtliche Angst, die man vor der Anwendung so starker elektrischer Ströme hatte, zumal die Erinnerung an die schweren Röntgen- und Radiumverbrennungen, die zu Beginn dieses Jahrhunderts beobachtet wurden, noch eine sehr lebhaft war. Dies alles wirkte hemmend auf die Verbreitung der Diathermie und es dauerte Jahre, bis das Mißtrauen, das man der Methode anfänglich entgegenbrachte, überwunden war. Heute allerdings hat sie sich allgemein durchgesetzt und jene Verbreitung gefunden, die ihrer Bedeutung entspricht. Die Diathermie ist heute nicht nur eine Methode des physikalischen Therapeuten, sie wird von dem Gynäkologen, Urologen, Chirurgen und vielen anderen Fachärzten ausgeübt, ja sie ist bereits eine Methode des praktischen Arztes geworden.

So sehr diese allgemeine Anerkennung zu begrüßen ist, so birgt sie doch gleichzeitig eine Gefahr in sich, eine Gefahr für die Methode selbst. Derjenige, welcher die Entwicklung der Diathermie von Anbeginn verfolgt hat, kann die Befürchtung nicht von sich weisen, daß wir nun bald den Gipfelpunkt erreicht haben, von dem aus es zum Abstieg, mit anderen Worten zum Niedergang kommt, nicht weil die Methode das nicht leistet, was man von ihr versprochen hat, sondern weil sie in den Händen dieser Tausende von Ärzten, welche sie heute ausüben, nicht das leistet, was sie kann. Man hat längst die Gefahren vergessen, die man anfangs befürchtete, man hat längst vergessen, daß wir uns die Technik der Diathermie im Verlaufe vieler Jahre durch Versuche an der Leiche, am Tier und Menschen mühsam errungen haben, um sie zu jener Höhe zu bringen, die sie derzeit besitzt. Die Technik der Diathermie wird

heute als etwas Nebensächliches betrachtet, ja man nimmt sich überhaupt nicht mehr die Mühe, sie zu erlernen. Man kauft sich einen Diathermieapparat und diathermiert, d. h. man legt Elektroden irgendwo und irgendwie an und schickt einen Strom hindurch. Daß die Elektroden nicht die entsprechende Größe und Form haben, daß sie schlecht liegen, daß man infolgedessen nicht die notwendige Stromstärke erreicht, daß man überhaupt an dem erkrankten Organ vorbeidiathermiert, das alles kommt demjenigen, der meint, er sei durch den Ankauf eines Diathermieapparates schon ein Elektrotherapeut geworden, gar nicht zum Bewußtsein. Er sieht nur, daß er keinen Erfolg erzielt. Es fällt ihm beileibe nicht ein, daß seine Unwissenheit, seine mangelhafte Technik Schuld an dem Ausbleiben des Erfolges ist. Schuld ist in seinen Augen vielmehr die Methode, die das nicht leistet, was man von ihr erwartet hat. Das ist das Urteil des Arztes und das ist schließlich auch die Überzeugung des Kranken, der vergeblich behandelt wurde. Da aber heute Hunderte von Ärzten ohne jede physikalische und technische Vorbildung derart behandeln und Tausende von Kranken derart behandelt werden, so kann es nicht ausbleiben, daß die Diathermie in ungezählten Fällen, wo sie wirken könnte, versagt und dadurch das Vertrauen weiter Kreise verliert. Wird es auch den vielen Diathermiedilettanten nicht gelingen, die Methode völlig umzubringen, so werden sie ihr doch schweren Schaden zufügen. Das aber muß derjenige, der seit Jahren für die Geltung dieser so wertvollen Therapie eingetreten ist, auf das tiefste bedauern.

Das vorliegende Buch, das im Jahre 1913 das erstmalig erschien, ist nicht eine bloße Anleitung zum Anlegen der Elektroden. Es faßt den Gegenstand von einem etwas höheren Standpunkt auf. Es will den Leser nicht nur in die Technik der Diathermie einführen, es will ihm auch die physikalischen Grundsätze klarlegen, auf denen diese Technik beruht. Es will ihm weiterhin die physiologischen Wirkungen schildern, welche die Hochfrequenzströme im Körper auslösen, und ihn schließlich mit den therapeutischen Anzeigen und Gegenanzeigen vertraut machen, welche sich daraus naturgemäß ableiten. Es wurde in dem Buch die gesamte Literatur, soweit sie irgendwie von Bedeutung ist, berücksichtigt. Die Flut von Veröffentlichungen, die bis heute über Diathermie erschienen sind, restlos zu erfassen, ist allerdings kaum möglich, aber auch kaum notwendig. Denn unter der großen Zahl von Mitteilungen, welche die Zeitschriften aller Länder füllen, sind es heute nur mehr ganz wenige, welche irgendeinen Fortschritt bringen. Die meisten von ihnen beschränken sich darauf, längst Bekanntes, anscheinend nur dem Autor noch Neues, zu wiederholen oder sie ergehen sich darin, bedeutungslose technische Vorschläge zu machen. Trotzdem wurde auch in dieser Auflage das umfangreiche Literaturverzeichnis noch beibehalten, um dem wissenschaftlichen Arbeiter das mühsame Zusammensuchen der Literatur zu erleichtern.

Möge das Buch, das nunmehr ein sechstesmal ausgegeben wird, auch weiterhin den Studierenden und Ärzten ein Berater und Wegweiser sein.

Wien, im Dezember 1927.

**J. Kowarschik.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung.	
Der Begriff der Diathermie . . . . .	1
Die Geschichte der Diathermie . . . . .	2
Die Stellung der Diathermie in der Thermo- und Elektrotherapie . . . . .	5
Erster Teil.	
<b>Die Physik der Diathermie.</b>	
I. Die Umwandlung von Elektrizität in Wärme . . . . .	7
II. Allgemeines über Hochfrequenzströme (elektrische Schwingungen) . . . . .	8
Der Begriff der elektrischen Schwingung . . . . .	8
Der elektrische Schwingungskreis . . . . .	14
III. Die Erzeugung von Hochfrequenzströmen . . . . .	19
Zweiter Teil.	
<b>Das Instrumentarium der Diathermie.</b>	
I. Der Diathermieapparat und seine Bestandteile . . . . .	26
II. Diathermieapparate verschiedener Firmen . . . . .	31
III. Die Hilfsapparate . . . . .	39
IV. Die Elektroden . . . . .	43
Dritter Teil.	
<b>Die Technik der Diathermie.</b>	
Einleitung . . . . .	51
I. Die örtliche Diathermie . . . . .	52
Das Anlegen, Befestigen der Elektroden u. a. . . . .	52
Die Lokalisierung der Wärme . . . . .	55
Die Dosierung der Wärme . . . . .	61
II. Die allgemeine Diathermie . . . . .	65
Die allgemeine Diathermie mittels Kontaktelektroden . . . . .	65
Die allgemeine Diathermie auf dem Kondensatorbett . . . . .	68
III. Störungen im Betrieb des Apparates . . . . .	70
IV. Verbrennungen durch Diathermie . . . . .	72
Vierter Teil.	
<b>Die physiologischen Wirkungen der Diathermie.</b>	
I. Die fehlende Reizwirkung auf die motorischen und sensiblen Nerven . . . . .	75
II. Die örtliche Wärmewirkung . . . . .	79
III. Die allgemeine Wärmewirkung . . . . .	88
IV. Die Wirkung auf das Blutgefäßsystem . . . . .	93
V. Die Wirkung auf den Magen und Darm . . . . .	100
VI. Die antibakterielle Wirkung . . . . .	103

	Seite
VII. Die schmerz- und krampfstillende Wirkung . . . . .	105
VIII. Die Wirkung auf den örtlichen Stoffwechsel . . . . .	107
IX. Die Wirkung auf den allgemeinen Stoffwechsel . . . . .	109

## Fünfter Teil.

**Die therapeutischen Anzeigen der Diathermie.**

I. Allgemeines über Anzeigen und Gegenanzeigen . . . . .	113
II. Die Erkrankungen der Gelenke und Knochen . . . . .	117
Anzeigen und Gegenanzeigen . . . . .	117
Die Technik der Gelenkdiathermie . . . . .	121
III. Die Erkrankungen der Muskeln . . . . .	130
Die Myalgie . . . . .	130
Die Verletzungen der Muskeln . . . . .	130
Die Erkrankungen der Sehnscheiden und Schleimbeutel . . . . .	131
IV. Die Erkrankungen des Nervensystems . . . . .	131
Die Neuralgie und Neuritis . . . . .	131
Periphere Lähmungen . . . . .	137
Poliomyelitis acuta anterior . . . . .	137
Tabes dorsalis . . . . .	138
Erkrankungen des Zentralnervensystems anderer Art . . . . .	139
Die Neurasthenie . . . . .	140
Die Beschäftigungsneurosen . . . . .	141
Der Morbus Basedowi . . . . .	142
V. Die Erkrankungen des Herzens und der Blutgefäße . . . . .	142
Die Erkrankungen des Herzens . . . . .	142
Die Arteriosklerose . . . . .	145
Die Gefäßneurosen, die Gefäßlähmung und Erfrierung. . . . .	147
Die arterielle Hypertension . . . . .	149
VI. Die Erkrankungen der Luftwege, der Lunge und des Rippenfelles . . . . .	151
Die Erkrankungen der Luftwege . . . . .	151
Die Erkrankungen der Lunge und des Rippenfelles . . . . .	151
VII. Die Erkrankungen der Verdauungsorgane . . . . .	153
Die Erkrankungen des Magens . . . . .	153
Die Erkrankungen des Darmes . . . . .	156
Die Erkrankungen der Gallenwege. . . . .	158
VIII. Die Erkrankungen der Harnorgane . . . . .	159
Die Erkrankungen der Niere . . . . .	159
Die Erkrankungen der Harnblase . . . . .	160
IX. Die Erkrankungen der männlichen Geschlechtsorgane . . . . .	161
Urethritis gonorrhoeica . . . . .	161
Die Strikturen der Harnröhre . . . . .	165
Die Prostatitis und Vesiculitis . . . . .	165
Die Epididymitis . . . . .	167
X. Die Erkrankungen der weiblichen Geschlechtsorgane . . . . .	168
Parametritis (Adnextumoren) . . . . .	169
Cervicitis und Endometritis . . . . .	174
Amenorrhoe, Dysmenorrhoe und funktionelle Störungen . . . . .	175
Nachbehandlung nach Krebsoperationen . . . . .	177
Geburtshilfe . . . . .	178
XI. Die Erkrankungen des Auges . . . . .	178
Experimentelle Untersuchungen . . . . .	178
Anzeigen und Gegenanzeigen . . . . .	180
Die Technik der Augendiathermie . . . . .	181
XII. Die Erkrankungen des Ohres . . . . .	183
XIII. Die Erkrankungen der Haut . . . . .	184
Anhang.	
XIV. Die Kombination von Diathermie und Röntgenbestrahlung . . . . .	186

## Sechster Teil.

**Die chirurgische Diathermie und ihre Anzeigen.**

	Seite
I. Allgemeines über die chirurgische Diathermie . . . . .	188
Der Begriff der chirurgischen Diathermie . . . . .	188
Die Elektroden und Apparate für die chirurgische Diathermie . . . . .	189
Die Technik der chirurgischen Diathermie . . . . .	193
Die Vorteile der chirurgischen Diathermie . . . . .	199
Die Lichtbogenoperation . . . . .	201
II. Die Anzeigen der chirurgischen Diathermie . . . . .	202
Erkrankungen der Haut . . . . .	202
Erkrankungen der Mundhöhle, des Nasenrachenraums u. a. . . . .	206
Erkrankungen der Harnwege . . . . .	210
Literaturverzeichnis . . . . .	213
Namen- und Sachverzeichnis . . . . .	240

# Einleitung.

## Der Begriff der Diathermie.

Diathermie oder Thermopenetration nennt man ein Heilverfahren, bei dem Wechselströme hoher Frequenz durch den Körper oder Teile desselben geleitet werden, um die Wärme, welche diese Ströme auf ihrem Durchtritt durch das Gewebe erzeugen, therapeutisch auszunutzen.

Es ist eine seit langem bekannte Tatsache, daß jeder elektrische Strom den Leiter, welchen er passiert, erwärmt. Die Größe dieser Erwärmung ist neben anderem wesentlich von dem Widerstand abhängig, welchen der Leiter dem Durchtritt des Stromes entgegensetzt. Es geht gleichsam ein Teil der elektrischen Energie, unter Umständen selbst die ganze, in der Überwindung dieses Widerstandes als Wärme verloren. Wir betrachten diese Wärme analog unseren Vorstellungen aus der Mechanik als das Resultat einer Art von Reibung und nennen sie daher Reibungs- oder Widerstandswärme oder nach dem Engländer James Joule, der ihre Gesetze näher studierte, auch Joulesche Wärme. Sie verdankt ihre Entstehung einer Umwandlung von elektrischer in kalorische Energie.

Diese Joulesche Wärme wird in der Elektrotechnik vielfach praktisch verwertet. So beruht unsere elektrische Heizung und Beleuchtung durchwegs auf einer solchen Energieumwandlung. Es sind durch den Strom erhitzte Widerstände, welche bei den verschiedenen elektrischen Koch- und Heizapparaten ihre Wärme für praktische Zwecke abgeben, es ist die Widerstandswärme, welche den Faden unserer Glühlampen zu so starker Erwärmung bringt, daß er leuchtet, und es ist die gleiche durch den Widerstand bedingte Wärme, welche die Platinschlinge unseres Galvanokauters zur Rot- und zur Weißglut erhitzt. Dies nur einige Beispiele.

Auch der tierische Körper ist ein Leiter für Elektrizität. Wie steht es nun mit der Möglichkeit, lebendes Gewebe nach diesem Prinzip, aber wohlverstanden, nicht indirekt durch den Kontakt mit erhitzten Leitern, sondern direkt und unmittelbar durch den elektrischen Strom selbst zu erwärmen?

Die Verwirklichung dieses Problems scheiterte bis vor kurzem an der Tatsache, daß uns keine Stromart bekannt war, die für diesen Zweck geeignet gewesen wäre. Denn der Gleichstrom und der Wechselstrom von niederer Frequenz, wie ihn die Industrie und wie ihn ähnlich auch die Elektrotherapie für gewöhnlich verwenden, sind für das beabsichtigte

Ziel ganz und gar unbrauchbar. Die heftigen neuro-muskulären Reizerscheinungen, welche diese Ströme auslösen, gestatten nur die Verwendung von verhältnismäßig sehr kleinen Stromstärken; bei dem konstanten sind es wenige Milliampere, bei dem faradischen selten mehr als ein ganzes Milliampere, die wir therapeutisch anwenden. Zwar wird natürlich auch dabei Joulesche Wärme gebildet, doch ist diese entsprechend der geringen Stromstärke so geringfügig, daß sie praktisch nicht meßbar und therapeutisch bedeutungslos ist. In dem Maße, als wir mit der Stromstärke in die Höhe gehen, steigt wohl auch die entwickelte Widerstandswärme; lange bevor wir jedoch eine merkbare thermische Wirkung zu erzielen imstande sind, gebieten uns die Schmerzempfindung der sensiblen und die Muskelreaktion der motorischen Nerven ein kategorisches Halt. Nur bei Stromstärken, welche bereits die schwerste Schädigung oder den Tod des Menschen herbeiführen, finden wir eine thermometrisch nachweisbare Erwärmung

Dies illustrieren z. B. interessante Untersuchungen von Mc Donald und Spitzka, welche im Rückenmarkskanal der durch Elektrokution Hingerichteten Temperaturen von 122° Fahrenheit, d. i. 50° Celsius, nachweisen konnten. Es wurde dabei das Rückenmark der Länge nach zwischen einer auf den Kopf und einer auf das Gesäß aufgelegten Elektrode durchströmt. Die zur Verwendung kommende Spannung betrug zwischen 1000—1500 Volt.

Wollen wir am lebenden und fühlenden Menschen eine Durchwärmung durch den elektrischen Strom ausführen, so bedürfen wir dazu einer Stromart, welche dieser schweren physiologischen Wirkungen, die den gewöhnlichen Strömen eigen sind, entbehrt. Nur ein Strom, der keine Schmerzempfindung, nur ein solcher, der keine Muskelzuckung auslöst, läßt sich in seiner Intensität so weit hinaufschrauben, daß er eine merkliche, eventuell therapeutisch verwertbare Wärmewirkung gibt.

## Die Geschichte der Diathermie.

Eine Stromform, welche diese Bedingungen erfüllt, hat die Elektrotechnik in den Hochfrequenzströmen gefunden. Diese wurden zuerst von dem Ingenieur Nicola Tesla dargestellt als Wechselströme von außerordentlich raschem Richtungswechsel (Frequenz), verbunden mit einer Spannung bis zu mehreren hunderttausend Volt. Sie heißen in dieser Form daher auch Teslaströme. Solche Ströme wurden von dem französischen Physiologen Arsonval im Jahre 1892 für Heilzwecke empfohlen, weshalb ihre Anwendung in der Therapie den Namen Arsonvalisation erhalten hat.

Eine Reihe von auffallenden physikalischen Erscheinungen ist ihnen eigen, welche sie zur Erzielung glänzender Experimente verwerten lassen. Im Gegensatz dazu ist aber ihre Reizwirkung auf motorische und sensible Nerven überraschend gering. Sie ist unverhältnismäßig geringer als die des gewöhnlichen Gleich- und Wechselstromes. Infolgedessen können die Hochfrequenzströme auch therapeutisch in ungleich größeren Stromstärken zur Anwendung kommen.

Bereits Tesla war es aufgefallen, daß sich unter der Einwirkung solcher Ströme bisweilen Körper deutlich erwärmen. Auch Arsonval

machte die Beobachtung, daß ihre Anwendung am Menschen in entsprechender Stromstärke eine nicht unbeträchtliche Erwärmung des durchströmten Gewebes zur Folge hat <sup>1)</sup>. Diese Tatsache wurde im weiteren durch die Experimente von A. Cornu und J. Marey bestätigt <sup>2)</sup>. Später konnte Arsonval die Wärmewirkung der Hochfrequenzströme an Kaninchen und Meerschweinchen in charakteristischer Weise demonstrieren <sup>3)</sup>. Er benützte als Elektroden zwei mit Wasser gefüllte Gefäße und ließ die Tiere mit den Vorderpfoten in das eine, mit den Hinterpfoten in das andere Gefäß tauchen. Schickte er nun einen Hochfrequenzstrom von genügender Intensität durch den Körper, so konnte er eine vollkommene Verkochung der Extremitäten, welche den engsten Teil der Strombahn bildeten, erzeugen. Bordier und Lecomte zeigten in anderer Weise das gleiche <sup>4)</sup>. Führten sie in die Mundhöhle und in das Rektum von Kaninchen je eine zylindrische Metallelektrode ein, so vermochten sie die Erwärmung der Tiere so weit zu treiben, daß diese unter den Erscheinungen der Überhitzung zugrunde gingen.

Diesen Forschern und desgleichen allen jenen, welche später ähnliche Beobachtungen machten, lag jedoch der Gedanke vollkommen fern, diese Wärme, die sie wenigstens zum Teil als Widerstandswärme physikalisch richtig deuteten, therapeutisch auszunutzen. Arsonval selbst bezeichnete sie als lästige Nebenerscheinung (*une sensation de chaleur désagréable*) <sup>5)</sup>. Weder ihm noch den anderen Beobachtern kam die theoretische und praktische Bedeutung dieser Erscheinung zum Bewußtsein <sup>6)</sup>. Es verdient dies aus dem Grunde betont zu werden, weil heute von zahlreichen französischen Autoren (Delherm, Laquerrière, Doyen u. a.) die Diathermie als Erfindung Arsonvals reklamiert wird.

Als im Jahre 1898 R. v. Zeynek im Laboratorium Professor Nernsts Untersuchungen mit Hochfrequenzströmen anstellte, konnte auch er die eben erwähnte Wärmewirkung nachweisen. Er stellte fest, daß Hochfrequenzströme bestimmter Wellenlänge keine andere Empfindung als die der Wärme auslösen. Er erkannte aber auch gleichzeitig die Tragweite dieser Entdeckung und sprach als erster in bestimmter Form den Gedanken aus, diese Wärme für die Therapie nutzbar zu machen. Zeynek sagt in seiner diesbezüglichen Arbeit <sup>7)</sup>: „Eine Beobachtung von Interesse ist bei diesen Versuchen gemacht worden: obwohl keine der uns geläufigen physiologischen Stromwirkungen bei der Mehrzahl dieser Versuche auftrat, war eine deutliche Erwärmung der beiden zum Versuch verwendeten Finger zu verspüren; diese rührt offenbar von

<sup>1)</sup> Comptes rendus. 20. März 1893. Conférence faite à la Société de Physique. 20. April 1892.

<sup>2)</sup> Comptes rendus. 3. Juli 1893.

<sup>3)</sup> Société de biologie 1896.

<sup>4)</sup> Comptes rendus. Dezember 1901. S. 1295. Arch. d'électr. méd. 1902. S. 46.

<sup>5)</sup> Bulletin de la Société intern. des électriciens 1897.

<sup>6)</sup> Comptes rendus. Bd. 133 (1901), S. 1298 „il faut éviter ... toute élévation anormale de temperature“.

<sup>7)</sup> Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen (Mathem.-physikal. Abteilung) 1899. S. 101.

Joulescher Wärme her. Es dürften die Tesla-Schwingungen das einzige Mittel sein, eine gleichmäßige Durchwärmung des Körpers zu ermöglichen.“

Allerdings war zu dieser Zeit die Technik der Hochfrequenz noch in ihren Anfängen und es war noch nicht gelungen, hochfrequente Wechselströme in jener Form herzustellen, die, vollkommen frei von sensibler oder motorischer Reizung, die Wärmewirkung rein zur Geltung kommen ließen. Nichtsdestoweniger aber verfolgte Zeynek den einmal gefaßten Gedanken weiter und es gelang ihm, im Jahre 1904 Dr. W. v. Preyß für die Sache zu interessieren. Beide unternahmen nun eine Reihe von planmäßigen Untersuchungen mit einem Tesla-instrumentarium besonderer Konstruktion. Im Jahre 1905 unterzog Zeynek auf der Klinik Wölfler in Prag seine Methode der ersten klinischen Erprobung und hatte die Genugtuung, bei der Behandlung eines infolge von Gonorrhöe versteiften Handgelenkes einen schönen Erfolg zu erzielen. Dabei verschwieg er sich aber nicht, daß die Technik seines Verfahrens noch manches zu wünschen übrig ließ und daß sie in dieser Form ungeeignet war, dem therapeutisch-praktischen Bedürfnis des Arztes zu genügen. Vor allem war es die hohe Spannung der Teslaströme, daneben ihr ungleichmäßiger Verlauf, welche sich höchst störend bemerkbar machten.

Es handelte sich also darum, die überflüssig hohe Spannung herabzudrücken und andererseits die diskontinuierlichen Wechselströme, wie sie Tesla verwendete, in kontinuierliche umzuwandeln. In diesem Bestreben fand er einen erfolgreichen Mitarbeiter in Dr. v. Bernd, dem vor allem die weitere Ausgestaltung der Apparatur zu danken ist.

Das Problem, kontinuierliche oder ungedämpfte Hochfrequenzströme zu erzeugen, wurde damals auch von den Technikern der drahtlosen Telegraphie auf das eifrigste verfolgt. Der dänische Ingenieur Waldemar Poulsen war der erste, welchem die Lösung dieser Aufgabe gelang. Er zeigte, daß sich mit dem nach ihm benannten elektrischen Lichtbogen Wechselströme von sehr hoher Frequenz und annähernd kontinuierlichem Verlauf erzeugen ließen. Bernd war die Bedeutung dieser Erfindung für die von Zeynek, Preyß und ihm verfolgte Absicht sofort klar und er konstruierte mit Hilfe des Poulsenschen Lichtbogens einen Hochfrequenzapparat, der sich für die Zwecke der elektrischen Durchwärmung als durchaus brauchbar erwies.

Nachdem die genannten Forscher zuerst in zahlreichen Experimenten an Tieren und sich selbst die Technik und die physiologische Wirkung des von ihnen ersonnenen Verfahrens studiert hatten, stellten sie auf der Klinik Professor Ortners in Innsbruck die erste Serie klinischer Untersuchungen an, über welche sie im April 1908 (Wien. klin. Wochenschr. Nr. 15) ausführlich berichteten. Es waren zehn Fälle von teils akuten, teils subakuten Arthritiden, welche sie mit gutem Erfolg behandelten. Die neue Heilmethode erhielt von ihren Erfindern den Namen Thermopenetration.

Das Verdienst Zeyneks und seiner Mitarbeiter, die elektrische Tiefendurchwärmung in die Therapie eingeführt zu haben, blieb, wie bekannt, nicht unbestritten. Fr. Nagelschmidt in Berlin beanspruchte

die Priorität der Idee für sich. Auch Nagelschmidt waren die Wärmewirkungen, welche Hochfrequenzströme im lebenden Gewebe entfalten, gleich anderen Forschern nicht unbekannt und in einem Referat, das er auf der 79. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte im Jahre 1907 in Dresden über Hochfrequenzströme hielt, wies er unter anderem auf das Phänomen hin und demonstrierte es am lebenden Menschen<sup>1)</sup>. Der entscheidende Gedanke, diese Erscheinung als therapeutische Methode systematisch zu verwerten, wurde von Nagelschmidt aber erst im Dezember 1908 in seiner Arbeit „Tabes und Hochfrequenzbehandlung“ (Münch. med. Wochenschr. 1908, Nr. 49) ausgesprochen, wo er dieses Verfahren als Elektrotransthermie bezeichnet. Zu dieser Zeit hatten jedoch Zeynek und seine Mitarbeiter schon ein eigenes Instrumentarium speziell für den Zweck der elektrischen Tiefendurchwärmung gebaut, hatten diese neue Methode bereits klinisch geprüft und ihre Erfolge veröffentlicht. Mag somit der Gedanke Nagelschmidts auch ein selbständiger gewesen sein, so war er doch bereits durch die Priorität der Tatsachen überholt.

Das Verfahren, das von Zeynek zuerst Thermopenetration genannt worden war, wurde von Nagelschmidt als Diathermie bezeichnet. Dieser Name, der späterhin auch von Zeynek angenommen wurde, erscheint zweckmäßiger und auch der Kürze wegen der griechisch-lateinischen Mißbildung Thermopenetration vorzuziehen. Er soll daher durchwegs im folgenden gebraucht werden. Delherm und Laquerrière verwenden auch die Bezeichnung Endothermie, was vielleicht das Wesen der Sache noch besser trifft, indem es die autochthone oder endogene Entstehung der Wärme betont.

## Die Stellung der Diathermie in der Thermo- und Elektrotherapie.

Es ist aus dem bisher Gesagten wohl ohne weiteres klar, daß die Diathermie ein vollkommen neues eigenartiges Mittel darstellt, Organe und Organteile zu erwärmen, das sich von den bisher gebräuchlichen Arten der Wärmetherapie grundsätzlich unterscheidet. Während diese ausschließlich von der Oberfläche der Haut oder Schleimhaut aus in die Tiefe zu wirken suchen, erzeugt die Diathermie die Wärme im Innern des Gewebes selbst, wo sich elektrische Energie in Wärme umsetzt. Dadurch wird es verständlich, daß die Diathermie an Tiefenwirkung allen anderen Verfahren weit überlegen ist; wir können wohl sagen, daß sie die einzige Methode ist, die es ermöglicht, Gewebe oder Organe in beliebiger Tiefe zu durchwärmen.

Doch ist es nicht allein die Tiefenwirkung, welche die Diathermie von anderen Methoden auszeichnet, auch einen zweiten wesentlichen Unterschied dürfen wir nicht übersehen. Die durch Hochfrequenzströme erzeugte Wärme verdankt ihren Ursprung der Zufuhr fremder Energie, die wir dem Körper in Form von Elektrizität einverleiben. Anders bei

---

<sup>1)</sup> Zit. nach Nagelschmidt. Leider fand gerade diese zweifellos bemerkenswerte Mitteilung weder in die Verhandlungen der Gesellschaft noch auch in die Referate eine Aufnahme.

den früher üblichen thermischen Prozeduren, etwa einem Heißluftbad. Infolge des schlechten Wärmeleitungsvermögens der Haut und besonders des subkutanen Fettgewebes, das wie ein Wärmeisolator wirkt, ist eine einfache Weiterleitung der Wärme in die Tiefe des Körpers so gut wie ausgeschlossen. Dazu kommt die mächtige Abwehrreaktion von seite der Gefäße in Form einer aktiven Hyperämie, die alsogleich ausgelöst wird, sobald die Haut mit einem höher temperierten Medium in Berührung tritt. Kommt es trotzdem zu einer meßbaren Temperaturerhöhung in den tieferen Gewebsschichten, so ist diese einzig und allein die Folge der reaktiv ausgelösten Hyperämie und des dadurch gesteigerten lokalen Stoffwechsels. Die Erwärmung ist also hier nicht ein einfach physikalischer Vorgang, sondern eine biologische Reaktion, mit welcher der Körper auf den äußeren Wärmereiz antwortet.

Es besteht somit ein tiefgreifender Unterschied in dem Mechanismus der Wärmebildung bei der Diathermie und den anderen thermischen Verfahren: Bei der ersteren ist es ein Energieüberschuß, den wir dem Organismus erteilen, bei allen anderen Methoden dagegen ist es ein gesteigerter Energieverbrauch, zu dem wir den Körper veranlassen. Das muß festgehalten werden, wenn wir die Verschiedenheit in der therapeutischen Wirkung der Diathermie gegenüber den seit alters her geübten Wärmeprozeduren verstehen wollen.

Wenn die Diathermie ihrem therapeutischen Effekt nach auch vor allem zur Thermotheapie gerechnet werden muß, so ist sie doch eine elektrische Behandlung im engeren Sinne, denn es werden bei ihr ganz ebenso wie bei der Galvanisation und Faradisation elektrische Ströme zu Heilzwecken unmittelbar durch den Körper geleitet. Sie erfordert daher auch Apparate zur Erzeugung einer bestimmten Art von Strom, Elektroden zu dessen Anwendung usw. Von diesem Standpunkt ist die Diathermie also eine Methode der Elektrotherapie und reiht hier in das Kapitel „Hochfrequenz“ ein.

Die Hochfrequenzströme stellen eine ganz spezielle und interessante Form der elektrischen Energie dar, die in physikalischer wie in physiologischer Beziehung eine Sonderstellung einnimmt. Wollen wir das Wesen der Diathermie von Grund aus verstehen, dann ist es notwendig, daß wir uns zunächst mit den besonderen Eigenschaften dieser Ströme vertraut machen.

## Die Physik der Diathermie.

### I. Die Umwandlung von Elektrizität in Wärme.

**Das Gesetz von Joule.** Die Diathermie beruht auf der therapeutischen Verwertung jener Wärme, welche durch die Umwandlung elektrischer Energie in kalorische Energie auf der Strombahn entsteht. Wir haben es also mit einer Energietransformation zu tun, wobei der Körper selbst, wenn man so sagen darf, den Transformator spielt. Es ist das Verdienst von James Prescott Joule, die Bedingungen, unter welchen sich die Umwandlung von Elektrizität in Wärme vollzieht, zuerst experimentell festgelegt zu haben (1844). Joule schickte Ströme von bekannter Stärke durch Drähte, welche sich in einem Wasserkalorimeter befanden, und bestimmte die Erwärmung dieses Wassers. Er kam dabei zur Aufstellung des Gesetzes, das heute nach ihm als das Joulesche Gesetz bezeichnet wird und das sich in folgende Punkte zusammenfassen läßt:

1. Die gebildete Wärmemenge ist direkt proportional dem Quadrate der Stromstärke ( $i$ ), das heißt, die doppelte Stärke erzeugt die vierfache, die dreifache Stärke die neunfache Wärmemenge.

2. Die gebildete Wärmemenge ist direkt proportional dem Widerstand des Leiters ( $w$ ), so daß der doppelte Widerstand auch die doppelte Kalorienzahl liefert.

3. Die gebildete Wärmemenge ist direkt abhängig von der Dauer der Strömung ( $t$ ).

$$W \text{ (Wärme in g-Kal.)} = k \cdot i^2 \cdot w \cdot t.$$

$k$  ist in diesem Ausdruck eine Konstante, die gleich wird 0,24, wenn  $i$  in Ampere,  $w$  in Ohm und  $t$  in Sekunden ausgedrückt wird.

**Wärmemenge und Erwärmung.** Das Joulesche Gesetz ermöglicht es, aus den drei Größen, der Stromstärke, dem Widerstand und der Zeit die durch den Strom gebildete Wärmemenge in Kalorien zu berechnen. Das, was uns praktisch interessiert, ist aber nicht so sehr die Kalorienzahl, die ein Körper in sich aufgenommen hat, als vielmehr die Temperaturerhöhung, welche ihm dadurch zuteil geworden ist. Diese nennen wir Erwärmung und messen sie in Celsiusgraden ( $z$ ). Wärmemenge und Erwärmung stehen wohl in einem direkten Abhängigkeitsverhältnis voneinander, sind aber nicht identisch.

Die Erwärmung, welche ein Körper durch eine bestimmte Wärmemenge erfährt, wird beeinflußt durch seine Masse ( $m$ ) und seine spezifische Wärme ( $s$ ).

1. Die Masse. Die Wärmemenge  $W$ , einem Körper von der Masse  $m$  zugeteilt, verleiht ihm eine Temperaturerhöhung von  $z$  Graden. Die gleiche Quantität Wärme auf einen Körper von der doppelten Masse  $2m$  verteilt, bewirkt jedoch nur einen halb so hohen Temperaturanstieg ( $z/2$  Grad). Wir ersehen daraus, daß der Temperaturzuwachs bei gleicher Kalorienzahl der Masse des Körpers umgekehrt proportional ist. Die Masse eines Körpers drücken wir bekanntlich in Gramm aus.

2. Die spezifische Wärme. Auch dann, wenn zwei Körper die gleiche Masse haben, werden sie durch die gleiche Wärmemenge nicht dieselbe Temperaturerhöhung erfahren, wenn ihre spezifische Wärme verschieden ist. Unter spezifischer Wärme verstehen wir die Wärmemenge, welche notwendig ist, die Masseneinheit eines Stoffes um  $1^\circ\text{C}$  zu erwärmen. Je größer die spezifische Wärme eines Körpers, desto mehr Wärme wird er also aufnehmen müssen, um eine bestimmte Temperatur zu erreichen.

Die spezifische Wärme des Wassers nehmen wir dabei als Einheit an, sie ist im Vergleich zur spezifischen Wärme anderer Körper verhältnismäßig hoch. Es werden daher auch stark wasserhaltige Substanzen, wie z. B. die Muskeln, eine hohe spezifische Wärme haben und sich demnach bei gleicher Kalorienaufnahme weniger stark erwärmen als das wasserarme Fettgewebe oder der Knochen. Wenn wir die spezifische Wärme des letzteren der des Kalziumphosphates gleichsetzen, so beträgt sie nur ein Fünftel der des Wassers (B. Walter).

Für die Erwärmung eines Körpers können wir somit die Gleichung aufstellen  $z$  (in Celsiusgraden)  $= \frac{W}{ms}$  oder, wenn wir für  $W$  den durch

das Joulesche Gesetz bestimmten Ausdruck einsetzen,  $z = k \frac{i^2 wt}{ms}$ . Daraus ist ersichtlich, daß die Erwärmung eines stromführenden Leiters von nicht weniger als fünf physikalischen Größen abhängig ist, die alle bekannt sein müssen, um seine Temperaturerhöhung in Celsiusgraden berechnen zu können.

Sind die Verhältnisse also schon in einem Leiter von durchaus homogener Beschaffenheit — und einen solchen haben wir bisher immer vorausgesetzt — sehr komplizierte, so sind sie es in noch viel höherem Grade, wenn wir es mit einem Leiter wie dem menschlichen Körper zu tun haben, der sich aus den verschiedenartigsten Teilen zusammensetzt, aus Geweben von verschiedenem elektrischen Widerstand, verschiedener Masse und verschiedener spezifischer Wärme.

## II. Allgemeines über Hochfrequenzströme (elektrische Schwingungen).

### Der Begriff der elektrischen Schwingung.

**Wechselströme niederer und hoher Frequenz.** In der Elektrotherapie unterscheiden wir bekanntlich zwei Arten von Strömen, den Gleichstrom und den Wechselstrom. Unter Gleichstrom verstehen wir diejenige

Stromart, bei der, um im Sinne der Elektronentheorie zu sprechen, die materiellen Träger der Elektrizität, die Elektronen, andauernd in derselben Richtung wandern, also eine progrediente, fortschreitende Ortsveränderung vollziehen, wobei sie schließlich von dem einen Ende des Leiters bis zum anderen Ende desselben gelangen. Anders beim Wechselstrom. Hier wechselt die Richtung der elektrischen Kraft ununterbrochen, so daß die Elektronen, die sich eben nach einer bestimmten Richtung hin in Bewegung gesetzt haben, alsbald wieder umkehren müssen, um sich in entgegengesetztem Sinn zu bewegen, so lange bis die elektrische Kraft sie zu einem neuerlichen Richtungswechsel zwingt usw. Sie führen hier also keine fortschreitende, sondern eine hin- und hergehende, eine pendelnde oder schwingende Bewegung um ihre Ruhelage aus. Die Wechselströme werden daher auch als Schwingungsströme bezeichnet.

Die Zahl der Schwingungen, welche die Elektronen in einer Sekunde ausführen, bezeichnen wir als die Schwingungszahl oder die Frequenz des Wechselstromes. Sie kann sehr verschieden groß sein. Es können einige wenige, es können aber auch Tausende, Hunderttausende, ja Millionen Schwingungen in der Sekunde stattfinden. Wir unterscheiden danach Wechselströme von niederer und solche von hoher Frequenz. Letztere werden auch kurzweg Hochfrequenzströme genannt. Niedere und hochfrequente Wechselströme sind, das wollen wir ein für allemal festhalten, ihrem Wesen nach einander grundsätzlich gleich und unterscheiden sich nur durch die in der Sekunde sich vollziehende Zahl der Richtungswechsel.

Die von unseren elektrischen Zentralen gelieferten Wechselströme, welche wir zur Beleuchtung, Beheizung, zum Betriebe von Motoren und ähnlichen Zwecken verwenden, zählen in der Regel nicht mehr als 100 Wechsel in der Sekunde, sie sind also niederfrequente Ströme. Bei den Hochfrequenzströmen, deren wichtigstes Anwendungsgebiet die drahtlose Telegraphie und Telephonie ist, beträgt die Zahl der Richtungswechsel einige Hunderttausend bis zu mehreren Millionen in der Zeiteinheit. Die Grenze festzulegen, von der ab wir einerseits von niederfrequenten, andererseits von hochfrequenten Strömen sprechen, unterliegt der Willkür. Im Sinne der Elektrotherapie spricht man von Hochfrequenzströmen dann, wenn sie die Wechselzahl von einigen Hunderttausend in der Sekunde erreichen.

Die gewöhnlich für technische Zwecke verwendeten Ströme werden bekanntlich durch Dynamomaschinen erzeugt, und zwar meist in der Weise, daß an feststehenden Drahtspulen, die einen Eisenkern enthalten, große, radial angeordnete Elektromagnete vorbeirotieren. Die Zahl der Richtungswechsel hängt von der Zahl der Magnetpole und der Rotationsgeschwindigkeit der Maschine ab; sie beträgt, wie erwähnt, meist nicht mehr als 100 für die Sekunde.

Man hat sich vielfach bemüht, nach dem gleichen Prinzip, also mit Hilfe rotierender Maschinen, Wechselströme sehr hoher Frequenz zu erzeugen. So hat N. Tesla verschiedene Modelle konstruiert, deren Frequenz bis zu 30 000 steigt, Fessenden hat sogar einen Generator gebaut, dessen sekundliche Periodenzahl 60 000 erreicht, aber damit

scheint man an der Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt zu sein. Die Technik der Hochfrequenzströme wäre wohl heute noch in ihren Anfängen, hätte uns die Natur nicht ein Mittel an die Hand gegeben, welches das Problem, Schwingungsströme von Millionenfrequenz zu erzeugen, in einfacher Weise löste: Es ist dies der elektrische Funke.

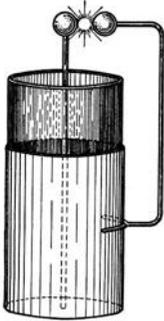


Abb. 1. Die Entladung einer Leidenersflasche durch einen Funken.

**Der Funke als Erreger elektrischer Schwingungen.** Habe ich einen Kondensator, z. B. eine Leideners Flasche, aufgeladen, so besteht zwischen deren beiden Belegungen eine Potentialdifferenz oder Spannung, die aber infolge des sie trennenden Dielektrikums, des Glases, nicht zum Ausgleich kommen kann. Auf der einen Seite, der positiven, besteht gleichsam ein Überdruck, auf der anderen, der negativen, ein ebenso großer Unterdruck. Lege ich nun an die beiden Belegungen je einen Draht leitend an (Abb. 1) und nähere die freien Enden dieser zwei Drähte einander, so wird bei einer bestimmten Disanz, jedoch noch vor einer Berührung, ein Funke zwischen ihnen auftreten, der die Entladung des Kondensators herbeiführt.

Dieses sichtbare Phänomen der Entladung in Form des Funkens wollen wir uns nun etwas näher betrachten.

Obwohl es nur Bruchteile einer Sekunde dauert, sind wir trotzdem imstande, dasselbe genauer zu analysieren. Feddersen hat dies im

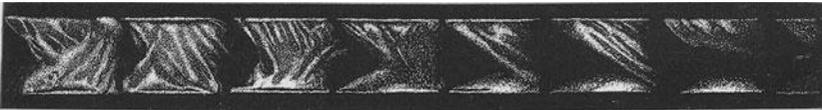


Abb. 2. Bild eines elektrischen Funkens im rotierenden Spiegel.

Jahre 1862 das erstmalig mit Hilfe eines um seine Achse schnell rotierenden Spiegels getan. Wenn man das Bild eines Funkens in einem solchen Spiegel betrachtet, so erscheint dasselbe in Form eines Bandes auseinandergezogen, wie es Abb. 2 darstellt. Dieses Bild, welches den Funken in seine einzelnen Phasen zerlegt, ist kein einheitliches Lichtband, wie man zunächst erwarten sollte, sondern ein ununterbrochenes, aus einzelnen hellen Streifen zusammengesetztes, was uns beweist, daß der Entladungsvorgang kein kontinuierlicher, sondern ein intermittierender ist.

Wie bereits vor Feddersen im Jahre 1847 Helmholtz auf Grund theoretischer Erwägungen erschlossen und Thomson 1853 durch Rechnung bestätigt hat, ist die Entladung eines Kondensators durch einen Funken ein wesentlich komplizierterer Vorgang als man vielleicht anzunehmen geneigt wäre. Der Ausgleich der Spannung findet nicht einfach in der Art statt, daß die Elektrizität vom Orte des höheren zum Orte des niedrigeren Druckes, nach unserer Vorstellung also vom positiven zum negativen Pol hinüberströmt, bis der Spannungsausgleich

erreicht ist; wir haben uns vielmehr vorzustellen, daß die durch die plötzliche Überwindung des Luftwiderstandes in Bewegung gekommene Elektrizität infolge einer Art von Trägheit oder Beharrungsvermögen über das Ziel hinausschießt und nunmehr die ursprünglich negative Belegung jetzt positiv aufladet. Auf diese Weise kommt es zunächst zu einer Umkehrung der ursprünglichen Polarität: wo früher Unterdruck war, ist jetzt Überdruck.

Dieser Zustand ist jedoch, nachdem einmal die Entladung eingeleitet ist, gleichfalls nicht beständig und hat zur Folge, daß der Entladungsvorgang im nächsten Moment in entgegengesetzter Richtung einsetzt. Aber auch diesmal wird der Gleichgewichtszustand noch nicht erreicht, sondern abermals ein Potentialunterschied, und zwar wieder in entgegengesetztem Sinne erzielt. So findet ein Hin- und Herschießen der Elektrizität, sagen wir der Elektronen, in wechselnder Richtung statt. Allerdings nimmt die Intensität der Bewegung stetig ab, so daß nach etwa 15—20 Umkehrungen das System zur Ruhe kommt und der Kondensator entladen ist.

Die Entladung erfolgt somit in Form einer elektrischen Strömung, die außerordentlich rasch ihre Richtung wechselt, wenn man bedenkt, daß der ganze Vorgang nicht mehr als  $\frac{1}{50000}$  Sekunde in Anspruch nimmt. Wir haben es also hier mit einem richtigen Wechselstrom von sehr hoher Frequenz und mit dem zu tun, was wir oben als elektrische Schwingungen bezeichnet haben. Allerdings dauert ein solcher „Strom“ nur Bruchteile einer Sekunde, da er mit dem Moment des Spannungsausgleiches erloschen ist. Die kurze Dauer, in der sich dieses Ausgleichsphänomen abspielt, bedingt es auch, daß der Funke von unserem Auge nur als einheitliche Lichterscheinung empfunden wird.

Die Erklärung, welche ich hier von der oszillatorischen Entladung eines Kondensators gegeben habe, macht nicht den Anspruch auf physikalische Exaktheit, sie ist vielmehr nur ein Gleichnis, welches den Vorgang unserem Verständnis näherbringen soll.

**Vergleiche aus der Mechanik und Akustik** werden uns diesen Vorgang noch klarer machen. Der Name Schwingung knüpft an unsere Vorstellungen aus der Mechanik an; wir denken dabei an die Schwingungen eines Pendels, einer Saite, eines Stabes und ähnliches. Wir gebrauchen den Ausdruck Schwingung in übertragenem Sinn aber auch dort, „wo es sich nicht um die wirkliche Bewegung materieller Körper handelt, sondern um Veränderungen irgendwelcher Größen, deren zeitlicher Ablauf durch dieselben formalen Mittel darstellbar ist“ (Geitler). In der Tat besteht zwischen der mechanischen Schwingung und der elektrischen eine weitgehende Analogie, wie wir gleich sehen werden.

Bringt man ein Pendel aus seiner Gleichgewichtslage und läßt es dann plötzlich los, so wird es nicht einfach in seine Ruhestellung zurückkehren, sondern infolge der erlangten Beschleunigung über diese hinausgehen, nach Erreichung einer bestimmten Höhe wieder umkehren und so Schwingungen vollziehen, deren Amplituden immer kleiner und kleiner werden. Auch hier ist es das Beharrungsvermögen, welches die Fortsetzung der Bewegung über die Ruhestellung erzwingt. In gleicher Weise wird auch eine gespannte Saite zu Schwingungen angeregt, wenn

sie aus ihrer Mittellage gebracht und dann plötzlich freigegeben wird. Dasselbe gilt für eine Stimmgabel, die man anschlägt und die dadurch in Schwingungen versetzt und zum Tönen gebracht wird.

Die Beispiele, welche uns die Ähnlichkeit zwischen elektrischen und anderen Schwingungen oder wir können auch sagen zwischen den

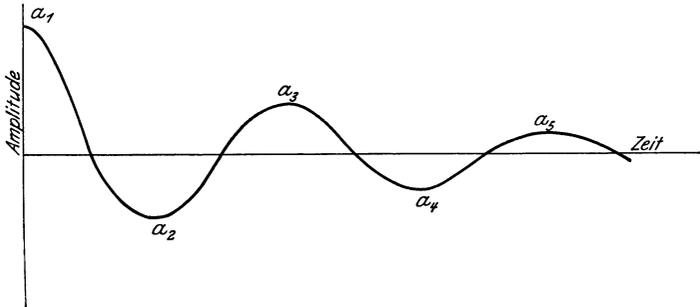


Abb. 3. Gedämpfte Schwingungen.

Schwingungen der Elektronen und denen anderer Massenteilchen veranschaulichen, ließen sich beliebig vermehren. Bei allen in Betracht kommenden Fällen läßt sich die Bewegung graphisch in gleicher Weise darstellen. Denken wir uns in einem Koordinatensystem auf der Abszisse die Zeit und auf der Ordinate die Amplitude, das ist die jeweilige Entfernung des schwingenden Körpers von seiner Gleichgewichtslage, aufgetragen, so bekommen wir eine Wellenlinie, wie sie in Abb. 3 dargestellt ist, eine Kurve, bei der die Amplituden andauernd kleiner und schließ-

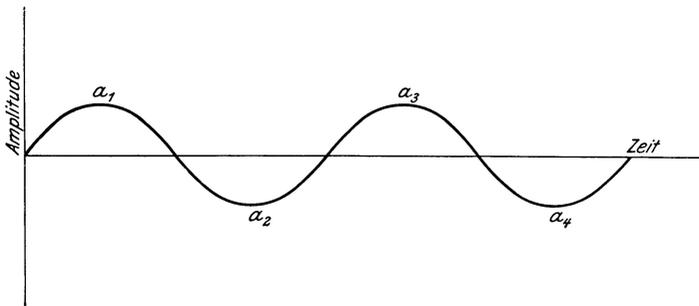


Abb. 4. Ungedämpfte Schwingungen.

lich gleich Null werden. Wir wollen versuchen, in das Wesen der Schwingungen noch etwas tiefer einzudringen.

**Gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen.** Heben wir ein Pendel aus seiner Mittelstellung zu einer gewissen Höhe, so erteilen wir demselben eine bestimmte Menge potentieller Energie (Energie der Lage). Beim Loslassen setzt sich diese potentielle Energie in kinetische Energie (Energie der Bewegung) um, die ihr Höchstmaß in dem Augenblicke erreicht, wo das Pendel die Vertikale passiert, um von diesem Moment

an sich wieder in potentielle Energie zurückzuverwandeln. Nur wird das Pendel jetzt nicht mehr die gleiche Höhe und damit auch nicht mehr das gleiche Maß potentieller Energie erreichen, das es in seinem Ausgangspunkt hatte.

Ein Teil derselben ist auf dem Wege verloren gegangen oder besser gesagt in andere Energieformen übergeführt worden. Dadurch hat sich die Amplitude der Schwingungen verkleinert. Vor allem sind es die Bewegungswiderstände, die Reibung am Aufhängepunkt und der Luftwiderstand, welche einen Teil der kinetischen Energie in Wärme verwandeln. Ein anderer Teil wird als lebendige Kraft auf das umgebende Medium, hier also die Luft, übertragen, welche Übertragung in der Physik als Strahlung bezeichnet wird. Den durch diese Faktoren zustandekommenden Energieentzug bezeichnen wir als Dämpfung und Schwingungen, die in jener Form ablaufen, wie sie ein freischwingendes Pendel ausführt, heißen wir gedämpfte. Ihr Verlauf ist durch die oben angeführte Kurve (Abb. 3) wiedergegeben.

Je kleiner die Zahl der Schwingungen ist, die der schwingende Körper ausführt, um zur Ruhe zu gelangen, desto größer ist die Dämpfung, je mehr Schwingungen hierzu nötig sind, desto kleiner ist sie. Die Größe der Dämpfung hängt wesentlich von den Widerständen ab, welche sich der Bewegung entgegensetzen und welche die kinetische Energie des schwingenden Körpers aufzehren. Je größer diese Widerstände sind, um so rascher wird das geschehen, um so größer wird die Dämpfung sein. So wird ein im Wasser schwingendes Pendel rascher zur Ruhe kommen als ein in Luft schwingendes.

Würde eine Dämpfung überhaupt nicht vorhanden sein, dann müßten die Elongationen des Pendels sich immer gleich bleiben und die Transformation zwischen kinetischer und potentieller Energie müßte in alle Ewigkeit andauern. Es würde dann die Bewegung einer Wellenlinie entsprechen, deren Amplituden konstant sind (Abb. 4). Solche Schwingungen heißen ungedämpfte. Man kann sie bei einem Pendel dadurch erreichen, daß man den durch Reibung bedingten Energieverlust durch den Zug eines Gewichtes deckt, wie dies beim Uhrpendel der Fall ist. Befestigt man an dem freien Ende eines solchen Pendels einen Stift und läßt senkrecht zu seiner Schwingungsebene sich einen Papierstreifen gleichmäßig fortbewegen, so zeichnet der Stift auf diesen die in Abb. 4 wiedergegebene Linie, die unter dem Namen Sinuskurve bekannt ist.

Betrachten wir nun von diesem Gesichtspunkte aus die schwingende Entladung eines Kondensators, so werden wir erkennen, daß sich der Vergleich zwischen den mechanischen Schwingungen eines Pendels und den elektrischen, wie sie die Entladung eines Kondensators erzeugt, noch weiter führen läßt.

Der aufgeladene Kondensator besitzt eine bestimmte Menge elektrostatischer Energie (elektrische Energie in ruhender Form), die wir der potentiellen Energie des aus seiner Ruhelage gebrachten Pendels gleichstellen können. Mit dem Einsetzen der Entladung verwandelt sich die elektrostatische in elektromagnetische Energie (elektrische Energie in Bewegung), so wie sich beim Pendel die potentielle in kinetische Energie umsetzt. In dem Moment aber, wo die elektromagnetische Energie ihr

Maximum erreicht hat, wird sie wieder in elektrostatische zurückverwandelt. Der Kondensator ladet sich neuerdings auf, doch diesmal in entgegengesetztem Sinn, wobei die Polarität der Belegungen vertauscht wird. Die Folge davon ist eine Umkehrung des Vorganges usw. Auch dieser Wechsel zwischen elektrostatischer und elektromagnetischer Energie würde sich unbegrenzt lange wiederholen, wenn nicht die elektrische in andere Energieformen übergeführt und so verbraucht würde. Es tritt auch hier eine Dämpfung auf, welche die Schwingungen zum Stillstand bringt und den Kondensator endgültig entladet.

Die Ursachen dieser Dämpfung sind ähnliche wie im Falle des Pendels. Vor allem ist es auch hier der Luftwiderstand der Funkenstrecke, welcher die elektrische Energie in Wärme umformt. Diese erreicht eine solche Höhe, daß ein Teil des Elektrodenmaterials verdampft und diese Metaldämpfe gleichzeitig mit der Luft ins Glühen kommen, welche Lichterscheinung uns als Funke imponiert. Andererseits wird ein Teil der Bewegungsenergie auf den umgebenden Äther übertragen und pflanzt sich nach allen Richtungen des Raumes weiter. Dieser Vorgang wird als elektromagnetische Strahlung bezeichnet, er ist es, dessen sich die Funken-, Strahlen- oder Radiotelegraphie bzw. -telephonie als Vermittlerin an Stelle des Drahtes bedient. Also auch hier haben wir die gleichen Ursachen für die Dämpfung wie im Falle des Pendels, einerseits Wärmebildung durch Reibung, andererseits Strahlung.

## Der elektrische Schwingungskreis.

Um elektrische Schwingungen zu erzeugen, bedürfen wir vor allem eines Kondensators. Diesen laden wir auf, um ihn dann in Form eines Funkens wieder zu entladen. Damit aber ein Funke entstehe, ist es notwendig, daß die Enden der Leitungen, welche zu den Kondensatorbelegungen führen, einander nicht direkt berühren, sondern durch eine entsprechend lange Luftschicht voneinander getrennt sind. Diese Luftzwischen-schicht, welche die Ausbildung des Funkens ermöglicht, bezeichnen wir als Funkenstrecke. Soll die Entladung eine schwingende oder oszillierende sein, dann muß aber noch eine weitere Bedingung erfüllt sein, welche wir bisher nicht erwähnt haben. Der Leitungsweg muß das Vermögen der Selbstinduktion besitzen. Was wir darunter zu verstehen haben, werden wir gleich auseinander setzen. Fassen wir das eben Gesagte zusammen, so ergibt sich: Um elektrische Schwingungen zu erzeugen, sind drei Dinge notwendig:

1. Ein Kondensator.
2. Eine Strombahn mit dem Vermögen der Selbstinduktion.
3. Eine Funkenstrecke.

Wie wollen diese drei Bedingungen der Reihe nach besprechen.

**Der Kondensator.** Die älteste Form desselben ist die Leidenerflasche, eine andere die Franklinsche Tafel. Legen wir mehrere solcher Tafeln übereinander, so bekommen wir einen zusammengesetzten oder einen Plattenkondensator (Abb. 5). Das Dielektrikum eines solchen Kondensators besteht gewöhnlich aus Glas- oder Glimmerscheiben, die

Belegungen, die sich zwischen den einzelnen Scheiben befinden, in der Regel aus Stanniol. Sie werden abwechselnd zu dem einen und zu dem anderen Pol geführt. Diese zusammengesetzten Kondensatoren haben den Vorzug, daß sie, ohne besonders umfangreich zu sein, eine verhältnismäßig große Elektrizitätsmenge zu fassen vermögen, denn die aufzunehmende Elektrizitätsmenge wird unter sonst gleichen Bedingungen um so größer, je größer die Oberfläche der Belegungen ist. Das Fassungsvermögen, das ein Kondensator für Elektrizität besitzt, bezeichnet man als seine Kapazität. Man mißt diese durch die Elektrizitätsmenge, welche notwendig ist, um ihn auf die Einheit des Potentials, das ist ein Volt, zu laden.

Die Maßeinheit der Kapazität ist das Farad. Die Kapazität von 1 Farad besitzt ein Körper dann, wenn er durch die Elektrizitätsmenge von 1 Coulomb die Spannung von 1 Volt bekommt. Da diese Einheit aber für praktische Zwecke viel zu groß ist, so rechnet man gewöhnlich mit dem millionsten Teil eines Farad und nennt diesen ein Mikrofarad.

Während die alten Arsonvalapparate in der Regel Leidenerflaschen

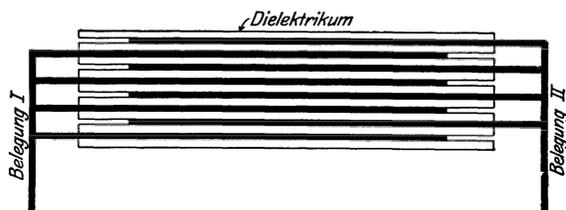


Abb. 5. Plattenkondensator.

als Kondensatoren besitzen, werden bei den Diathermieapparaten fast ausschließlich Plattenkondensatoren verwendet.

**Selbstinduktion** heißt das Vermögen eines Leiters, auf seiner eigenen Bahn Induktionsströme zu erzeugen. Es ist bekannt, daß ein galvanischer Strom bei seinem Entstehen und Vergehen oder ganz allgemein ein Strom, welcher seine Intensität ändert, in einem benachbarten Drahtkreis sog. Induktionsströme erregt. Ganz ebenso aber induziert er solche Ströme auch bei Intensitätsschwankungen auf seiner eigenen Bahn. Diese heißen Selbstinduktions- oder Extrastrome.

Schließen wir den Stromkreis einer Gleichstromquelle, dann steigt der Strom nicht momentan zu seiner vollen Stärke an, sondern er braucht, um diese zu erreichen, eine gewisse, wenn auch ganz kurze Zeit. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in dem Auftreten eines Extrastromes, der bei der Schließung des Kreises entsteht. Er heißt daher Schließungsextrastrom. Derselbe ist für die kurze Dauer seines Verlaufes dem Hauptstrom entgegengerichtet und verhindert so dessen momentanes Anwachsen zu seiner vollen Höhe. In gleicher Weise entsteht ein solcher Selbstinduktionsstrom, Öffnungsextrastrom genannt, bei der Unterbrechung eines Stromkreises, nur fließt dieser nunmehr in der Richtung des Hauptstromes. Er sucht gleichsam den plötzlich unterbrochenen Strom noch weiter fortzusetzen, sein momentanes Verschwinden aufzuhalten.

Die Selbstinduktion ist also die Ursache, daß ein Strom, welcher geschlossen wird, nicht urplötzlich seine volle Höhe erreicht, daß er aber auch andererseits bei Öffnung des Kreises nicht ebenso plötzlich verschwinden kann. Greifen wir auf unseren Pendelversuch wieder zurück, so können wir die Selbstinduktion in Analogie mit der Trägheit oder dem Beharrungsvermögen bei der mechanischen Bewegung setzen. Dieses ist es, welches verhindert, daß ein Körper, welcher aus dem Zustand der Ruhe in den der Bewegung übergeht, nicht augenblicklich, sondern erst nach Ablauf einer bestimmten, wenn vielleicht auch ganz kurzen Zeit, seine volle Geschwindigkeit erhält. Das Beharrungsvermögen ist es aber auch andererseits, das einen in Bewegung befindlichen Körper in dieser Bewegung zu erhalten sucht, ihn nicht sofort zur Ruhe kommen läßt. Es ist die Ursache, welche bei einem in Bewegung befindlichen Pendel die Fortsetzung dieser Bewegung über die Ruhelage hinaus erzwingt, wodurch es weiterhin zu einer Umkehr der Bewegung und somit zu Schwingungen kommt. Ein solches Beharrungsvermögen, in

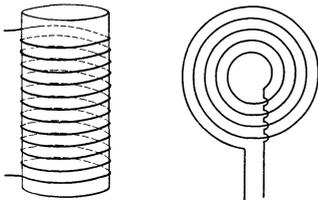


Abb. 6. Hoch- und Flachspule.

elektrischem Sinn Selbstinduktion genannt, ist auch bei der Entladung eines Kondensators notwendig, wenn es zu einer Umkehrung seiner Polarität und damit zur Entstehung von Schwingungen kommen soll.

Die Fähigkeit der Selbstinduktion ist wesentlich abhängig von der Form des Leiters. Jeder metallische Leiter besitzt sie in gewissem Grade. Wir können sie erhöhen, wenn wir dem Leiter die Form einer Spule oder die einer Spirale geben, wie sie nebeneinander in Abb. 6 dargestellt sind. Je zahlreicher die Windungen dieser Spule oder Spirale sind, desto größer ist die Selbstinduktion. Wir haben es so in der Hand, diese nach Belieben abzustufen.

Wir werden im folgenden den Ausdruck Selbstinduktion, der ja nur eine Eigenschaft bestimmter Körper darstellt, häufig für diese Körper selbst setzen und z. B. einen in Spulenform gewickelten Leiter kurzweg als Selbstinduktion bezeichnen. Desgleichen wird der Ausdruck Kapazität als allgemeiner Begriff für Kondensator (Leidener Flasche, Plattenkondensator) gebraucht werden.

**Die Funkenstrecke.** Diese wird von den Enden der beiden Leitungen gebildet, welche zu den Kondensatorbelegungen führen und der zwischen ihnen liegenden Luftschicht. Den Leitungsenden gibt man, um den Übergang der Funken zu erleichtern, meist eine besondere Form. Bald werden sie als Spitzen, bald als Kugeln oder Platten ausgebildet und heißen in dieser Form dann auch Elektroden der Funkenstrecke. Ihr gegenseitiger Abstand ist verschieden. Je größer er ist, um so höher muß die Spannung an den Kondensatorbelegungen sein, soll sie ausreichen, den Luftwiderstand zu überwinden.

Je nach der Form der Elektroden und ihrem gegenseitigen Abstand gibt es in der Praxis sehr verschiedenartige Funkenstrecken. Wir werden im nächsten Abschnitt darüber noch ausführlich zu sprechen haben.

Ein System, das sich aus den eben beschriebenen Teilen, einem Kondensator, einer Selbstinduktion und einer Funkenstrecke zusammen-

setzt, hat also die Fähigkeit, elektrische Schwingungen zu erzeugen, es heißt darum elektrischer Schwingungskreis. Abb. 7 gibt in schematischer Darstellung einen solchen Kreis wieder.

**Periode und Frequenz der elektrischen Schwingungen.** Jede elektrische Schwingung oder Welle (Abb. 8) setzt sich aus zwei Teilen zusammen, einer positiven und einer negativen Phase, einem Wellenberg und einem Wellental. Beide zusammen ergeben erst eine volle Schwingung. Die Zeit, welche eine solche Schwingung zu ihrem Ablauf braucht, also die Zeit, welche von einem Maximum bis zur Erreichung des nächsten gleichsinnigen Maximums verfließt, heißt Schwingungsdauer oder Periode. Beträgt sie z. B.  $\frac{1}{100}$  Sekunde, so erfolgen in einer Sekunde 100 Schwingungen. Die Zahl, welche angibt, wie viele Schwingungen in der Zeiteinheit stattfinden, nennen wir Schwingungszahl oder Frequenz. Wie aus dem angeführten Beispiel ohne weiteres ersehen werden kann, ist die Schwingungszahl stets der reziproke Wert der Periode. Bezeichnen wir, wie dies gewöhnlich geschieht, die Frequenz

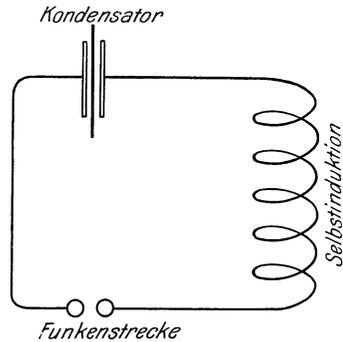


Abb. 7. Elektrischer Schwingungskreis.

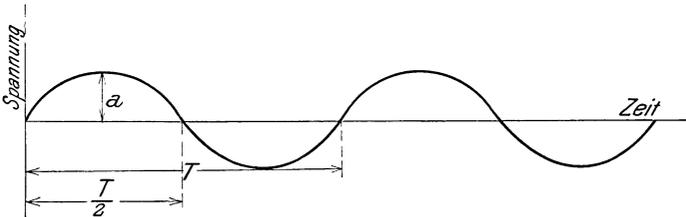


Abb. 8.

mit  $n$ , die Periode mit  $T$ , so können wir allgemein sagen:  $n = 1 : T$  oder  $n T = 1$ .

Die Periode  $T$  bzw. die Frequenz  $n$  der Schwingungen, welche ein elektrischer Schwingungskreis erzeugt, ist abhängig von dessen Kapazität ( $C$ ) und dessen Selbstinduktion ( $L$ ). Nach W. Thomson und Kirchhoff läßt sich die Periode aus diesen beiden Größen nach folgender Formel berechnen:

$$T = 2 \pi \sqrt{LC}.$$

Daraus ist ersichtlich, daß einzig und allein die zwei Faktoren  $L$  (Selbstinduktion) und  $C$  (Kapazität) für die Frequenz maßgebend sind. Je kleiner die beiden, besser gesagt ihr Produkt ist, desto kürzer ist die Dauer der Schwingungen ( $T$ ), desto mehr Schwingungen finden in einer Sekunde statt, desto größer ist also die Frequenz ( $n$ ). Durch eine weitgehende Verkleinerung von  $L$  und  $C$  lassen sich außerordentlich rasche Oszillationen erzeugen. Bei den Diathermieapparaten müssen

die Selbstinduktion und die Kapazität des schwingungserregenden Kreises so bemessen sein, daß eine Frequenz von mehreren Hunderttausend bis etwa einer Million erreicht wird, um den Strom als solchen vollkommen unfühlerbar zu machen.

Jedem elektrischen Schwingungskreis kommt somit eine ganz bestimmte Frequenz zu, welche durch seine Selbstinduktion und Kapazität festgelegt wird. Sie heißt seine Eigenfrequenz. Auch jeder andere mechanisch oder akustisch schwingungsfähige Körper besitzt eine solche Eigenfrequenz, die durch seine physikalische Beschaffenheit bedingt ist. Eine Saite von bestimmter Länge und Spannung wird bei sonst gleichen äußeren Bedingungen einen Ton von gewisser Höhe geben, ein Pendel von bestimmter Länge wird an Orten gleicher Schwerkraft stets die gleiche Schwingungsdauer haben. Darauf beruht ja bekanntlich seine Brauchbarkeit zur Zeitmessung.

**Primärer und sekundärer Schwingungskreis.** Die Schwingungen, die in einem Kreis erregt werden, können auch auf einen zweiten schwingungsfähigen Kreis übertragen werden. Da dieser die Schwingungen von dem ersten Kreis nur übernimmt, sie also selbst nicht erzeugt, kann er der Funkenstrecke entbehren, es genügt, wenn er eine Kapazität (Kondensator) und eine Selbstinduktion besitzt. Zwei Kreise, welche derart aufeinander einzuwirken imstande sind, daß einer die Schwingungen auf den anderen überträgt, nennen wir gekoppelt. Wir unterscheiden zwei Arten von Koppelung.

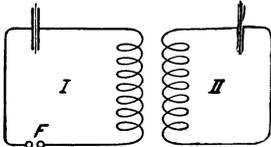


Abb. 9. Induktive oder magnetische Koppelung.

1. Die induktive oder magnetische Koppelung, wie sie in Abb. 9 dargestellt ist. Wir sehen zwei Schwingungskreise, der eine bestehend aus Kondensator, Selbstinduktion und Funkenstrecke (I), in welchem die Schwingungen erregt werden, wir wollen ihn als primären oder Erregerkreis bezeichnen, der zweite bestehend aus Kondensator und Selbstinduktion (II), der durch den ersten zum Mitschwingen gebracht wird. Er heiße sekundärer oder Resonanzkreis. Die Übertragung der Schwingungen erfolgt hier durch Induktion oder magnetische Strahlung, wobei wir dem Äther die vermittelnde Rolle zuschreiben. Es ist dies das gleiche Prinzip, das wir bereits vom faradischen Schlittenapparat und vom Ruhmkorff-Induktor her kennen. Der erste oder primäre Kreis erzeugt in dem zweiten oder sekundären Kreis einen Induktionsstrom, ohne daß beide irgendeine leitende Verbindung miteinander hätten. Die Kraftübertragung erfolgt durch das Magnetfeld des primären Stromes. Das gleiche Gesetz der Induktion gilt auch für Hochfrequenzströme und wir bedienen uns der Induktion, wenn wir elektrische Schwingungen von einem Kreis auf einen zweiten übertragen wollen.

Der Sekundärkreis wird auf den Primärkreis um so besser ansprechen, je vollkommener seine Eigenfrequenz mit der des letzteren übereinstimmt. Sind beide Kreise derart aufeinander abgestimmt, daß sie dieselbe Eigenfrequenz haben, so stehen sie, wie man zu sagen pflegt, miteinander in Resonanz. Dies ist nach unseren obigen Auseinandersetzungen dann der Fall, wenn nach der Formel von Thomson und

Kirchhoff das Produkt  $C L$  (Kapazität mal Selbstinduktion) in beiden Kreisen das gleiche ist. Der Begriff der Resonanz ist aus der Akustik übernommen. Zwei Stimmgabeln stehen dann miteinander in Resonanz, wenn sie beide die gleiche Schwingungszahl, oder, was dasselbe ist, die gleiche Tonhöhe haben. Sie sind dann aufeinander abgestimmt. Wir wissen, daß beim Anschlagen der einen Gabel die zweite, wenn sie sich in der Nähe befindet, zum Mitschwingen veranlaßt wird. In diesem Fall ist es die Luft, welche die Kraftübertragung besorgt.

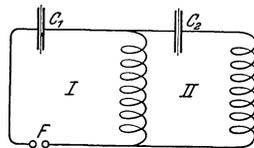


Abb. 10. Direkte oder galvanische Koppelung.

2. Die direkte oder galvanische Koppelung. Ein schwingungsfähiges System kann aber durch ein anderes auch dann zum Mitschwingen gebracht werden, wenn sie beide einen Teil des Leitungsweges gemeinsam haben. Hier reden wir von direkter oder galvanischer Koppelung (Abb. 10). Die Elektronen, welche in dem ersten Kreis in Schwingungen versetzt werden, übertragen ihre kinetische Energie unmittelbar, also durch direkte Fortleitung auf die Elektronen des angeschlossenen Kreises, so daß diese gleichfalls in eine oszillierende Bewegung geraten. Ihr Mitschwingen wird auch hier ein um so vollkommeneres sein, je mehr beide Kreise bezüglich ihrer Frequenz miteinander übereinstimmen, je vollkommener ihre Resonanz ist.

### III. Die Erzeugung von Hochfrequenzströmen.

In diesem Abschnitt wollen wir nunmehr die technischen Einrichtungen kennen lernen, die zur Erzeugung von elektrischen Schwingungen oder von Hochfrequenzströmen erforderlich sind, nachdem wir uns das Prinzip ihrer Entstehung bereits klar gemacht haben. Wir wissen, daß hierzu ein Schwingungskreis, bestehend aus Kondensator, Selbstinduktion und Funkenstrecke erforderlich ist. Von der Kapazität des Kondensators und der Größe der Selbstinduktion hängt, wie wir schon gehört haben, die Schwingungszeit (Periode) und die Schwingungszahl (Frequenz) der erregten Schwingungen ab. Die Funkenstrecke ist es, die hauptsächlich den Verlauf, d. h. die Dämpfung und die Pausen zwischen den einzelnen Schwingungsgruppen bestimmt. Sie ist es auch, die den wesentlichsten Unterschied zwischen den alten Arsonvalapparaten und den neueren Diathermieapparaten ausmacht. Auf diesen Unterschied wollen wir im folgenden etwas näher eingehen.

**Die Erzeugung von Arsonvalströmen.** Wie wir bereits wissen, erzeugt der elektrische Funke, der bei der Entladung eines Kondensators entsteht, eine Reihe von gedämpften Schwingungen, deren Zahl etwa 10—20 beträgt. Dieser „Wechselstrom“ dauert aber, wie wir gehört haben, nicht länger als durchschnittlich  $\frac{1}{50000}$  Sekunde. Damit ist uns nun keineswegs gedient. Das, was wir anstreben, sind nicht ein paar Schwingungen, die in dem Bruchteil einer Sekunde wieder erlöschen, sondern hochfrequente Wechselströme von beliebig langer Dauer und möglichst kontinuierlichem oder ungedämpftem Verlauf.

Das Nächstliegende, um dieses Ziel zu erreichen, wäre es, den Kondensator nach seiner Entladung so rasch als möglich wieder aufzuladen, um neuerlich einen Funken und damit neuerlich Schwingungen zu erhalten. Man könnte so hoffen, indem man Funken an Funken reiht, wenn auch keine ungedämpften Schwingungen, so doch Schwingungsgruppen zu erhalten, die einander in dichter Reihe folgen. Aber auch das ist nicht ohne weiteres erreichbar, und zwar hauptsächlich darum nicht, weil ein Kondensator, der sich eben entladen hat, nicht sofort wieder aufgeladen werden kann.

Durch den Übergang des Funkens werden die Elektroden der Funkenstrecke wie die zwischen ihnen gelegene Luft ganz bedeutend erhitzt. Die erhitzte, von Metaldämpfen erfüllte (ionisierte) Luft ist aber im Gegensatz zur gewöhnlichen Luft, die bekanntlich ein Isolator ist, für Elektrizität sehr gut leitend und sie bleibt es so lange, bis sie sich wieder abgekühlt hat. Dies erfordert jedoch eine verhältnismäßig sehr lange Zeit. Während dieser Frist sind also die Pole der Funkenstrecke durch einen Leiter von sehr geringem Widerstand miteinander verbunden, oder, was das gleiche ist, sie sind kurzgeschlossen. In diesem Zustand

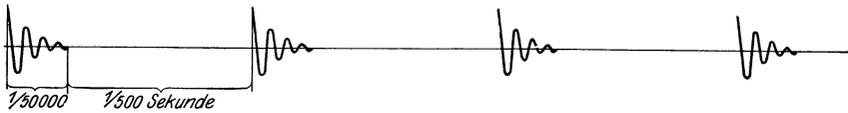


Abb. 11: Funkenentladungen eines Kondensators.

ist an eine Neuladung des Kondensators nicht zu denken. Jede auftretende Potentialdifferenz an den Belegungen, wie sie ja die Ladung vorstellt, würde sich im Moment über die gut leitende ionisierte Funkenstrecke ausgleichen. Erst nach dem Erkalten dieser wird die notwendige Isolation hergestellt.

So bekommen wir nach je 10—20 Schwingungen in der Dauer von  $\frac{1}{50000}$  Sekunde ein schwingungsfreies Intervall, das zur Abkühlung der Funkenstrecke erforderlich ist und sich über eine Zeit erstreckt, die 500mal (!) so lang ist als die Schwingungszeit, demnach etwa  $500 \times \frac{1}{50000}$  Sekunde dauert.

Periodische Kondensatorentladungen mittels Funken ergeben also einen Schwingungsstrom, der aus einzelnen stark gedämpften Schwingungsgruppen besteht, die voneinander durch lange Pausen der Ruhe getrennt sind (Abb. 11). Dabei stellt sich das Verhältnis der schwingungserfüllten zur schwingungsfreien Zeit wie 1 : 500.

Mit Rücksicht auf den am Papier zur Verfügung stehenden Raum ist in Abb. 11 das Verhältnis der schwingungserfüllten zur schwingungsfreien Zeit nicht entsprechend den tatsächlichen Zeitverhältnissen wiedergegeben. Während in der Figur die schwingungsfreie Zeit nur ungefähr dreimal so lang erscheint als die Schwingungszeit, ist sie in Wirklichkeit 500 mal so lang. Wollten wir maßstäblich zeichnen und für die Schwingungszeit selbst nur einen einzigen Millimeter auftragen, dann müßte die Schwingungspause bereits eine Länge von 50 cm haben.

Schwingungsströme der eben beschriebenen Verlaufsform wurden zuerst von Hertz und Tesla dargestellt und von Arsonval für therapeutische Zwecke empfohlen. Ihre Anwendung in der Medizin heißt

darum Arsonvalisation. Die Arsonvalapparate benützen als Kondensatoren meist Leidenerflaschen, als Selbstinduktion eine Spirale aus dickem Kupferdraht, die als kleines Solenoid bezeichnet wird. Die Funkenstrecke eines solchen Apparates ist für sich allein in Abb. 12 wiedergegeben. Sie besteht aus zwei kleinen Metallplatten, von denen die eine fix, die andere, mittels eines Handgriffes verschiebbar ist, so daß der gegenseitige Elektrodenabstand und damit die Funkenlänge verändert werden kann. Diese beträgt einen bis mehrere Zentimeter. Mit einem derartigen Instrumentarium lassen sich im besten Fall 100 Funken, mit anderen Worten 100 Schwingungsgruppen in der Sekunde erzielen. Derartige Ströme sind, wenn sie auch zu den Hochfrequenzströmen zählen, für die Diathermie ungeeignet, denn infolge der langen Pausen zwischen den einzelnen Schwingungsgruppen ist ihre durchschnittliche Energiemenge zu gering, um eine für die Therapie hinreichende Wärmewirkung zu erzielen. Auch sind sie aus dem gleichen Grunde nicht völlig frei von sensiblen und motorischen Reizerscheinungen.

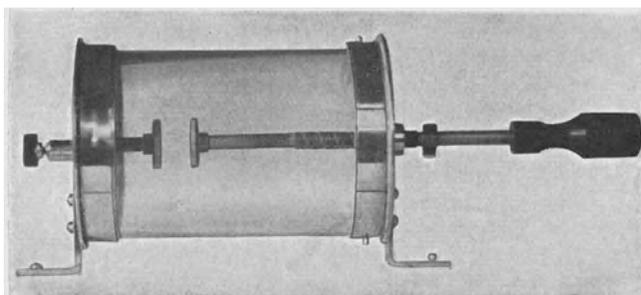


Abb. 12. Funkenstrecke eines Arsonvalapparates.

**Die Erzeugung von Diathermieströmen.** Das angestrebte Ziel, Hochfrequenzströme möglichst großer Leistung zu erreichen, ist nur dadurch möglich, daß man die Zahl der sekundlichen Impulse, also die Zahl der Funken vermehrt und damit die Pausen zwischen den einzelnen Schwingungsgruppen verkleinert. Das ist technisch nur durch eine Änderung der Funkenstrecke zu erzielen. Ein wesentlicher Fortschritt auf diesem Wege wurde erreicht, als die deutsche Gesellschaft für drahtlose Telegraphie gestützt auf die Untersuchungen von Max Wien die früher gebräuchliche Funkenstrecke durch ein neues Modell ersetzte, die Zisch- oder Löschfunkenstrecke. Ihr wesentlicher Unterschied gegenüber der alten Funkenstrecke besteht darin, daß an Stelle der früher üblichen Spitzen-, Kugel- oder Plättchenelektroden größere Metallscheiben traten und daß gleichzeitig der Elektrodenabstand, der früher ein oder mehrere Zentimeter betrug, auf Bruchteile eines Millimeters herabgesetzt wurde. So konnte die Zahl der übergehenden Funken wesentlich gesteigert werden.

Die Metallscheiben bestanden ursprünglich aus Kupfer, in deren Mitte eine Silberauflage aufgeschweißt war. Zwischen zwei einander

gegenüberstehenden Silberflächen fand der Funkenübergang statt. Infolge der Hitze, welche die Funken entwickeln, wurde jedoch das Silber bald angegriffen, angenagt und schließlich ganz zerstört. Es ist das Verdienst von C. Erbe (Tübingen), die Silberelektroden zuerst durch solche aus Wolfram ersetzt zu haben. Da das Wolfram einen wesentlich höheren

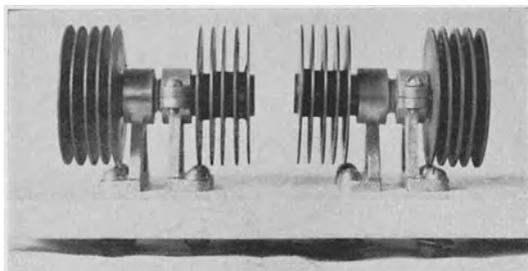


Abb. 13. Doppelfunkenstrecke von L. Schulmeister (Wien).

Schmelzpunkt ( $3400^{\circ}\text{C}$ ) hat als das Silber ( $960^{\circ}\text{C}$ ), leistet es der Zerstörung durch die Funken einen viel größeren Widerstand. Wolframfunkenstrecken sind daher ungleich haltbarer. Sie zeigen wohl auch einen gewissen Abbrand, doch ist es viel seltener notwendig, die Elektroden abzuschleifen oder durch neue zu ersetzen, wie dies früher bei den Silberelektroden der Fall war. Dem Beispiel Erbes folgend, verwenden heute alle deutschen Firmen

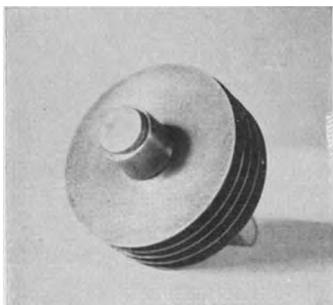


Abb. 14. Einzelne Funkenelektrode mit Wolframronde und Kühleisichen.



Abb. 15. Vierfache Funkenstrecke von C. Erbe (Tübingen).

Wolframfunkenstrecken. Abb. 13 zeigt die Ansicht einer solchen Doppelfunkenstrecke, Abb. 14 eine einzelne Elektrode mit der Wolframfläche von vorne gesehen.

Der Abstand der Funkenpole, der durchschnittlich nicht mehr als  $0,1$ — $0,2$  Millimeter beträgt, ist entweder unveränderlich fix (Siemens-Reiniger-Veifa, Schulmeister) oder er kann durch eine Mikrometerschraube (Abb. 15) nach Bedarf eingestellt werden (Sanitas, Koch & Sterzel, Erbe). Die in den Abbildungen sichtbaren Metallscheiben sind Kühlrippen, welche einer Überhitzung der Funkenelektroden vor-

beugen sollen. Um genügend starke Energiemengen zu erhalten, sind bei den meisten Apparaten zwei oder auch mehr Funkenstrecken hintereinander geschaltet, was man als Serienfunkenstrecke bezeichnet (Abb. 15).

Eine eigenartige, von den übrigen Apparaten etwas abweichende Konstruktion hat die Funkenstrecke der Apparate von Siemens-Reiniger-Veifa. Sie ist nach dem System Telefunken gebaut. Jede Funkenelektrode besteht aus einer Kupferscheibe, auf welcher eine Wolframronde aufgeschweißt ist (Abb. 16). Diese Wolframscheibe ist in gewissem Abstand von einem Wulstring aus Kupfer umgeben, der ebenso hoch ist wie sie selbst. Legt man zwei derartige Elektroden mit ihren Wolframscheiben und Kupferringen aufeinander, so müssen sich diese vollkommen decken. Um die Elektrodenscheiben einander parallel in einem Abstand von nur Bruchteilen eines Millimeters gegenüber zu stellen, ohne daß es an irgendeiner Stelle zur Berührung kommt, wird eine Glimmerscheibe zwischen sie gelegt. Diese ist etwa 0,15 Millimeter dick und hat in ihrer Mitte ein Loch, das etwas größer ist als die Wolframscheibe. Dadurch werden die beiden Wolframronden in einem Abstand von 0,15 Millimeter gehalten, der dem Funkenübergang dient.

Man hat früher die Funkenstrecke stets auf der Tischplatte der Apparate angebracht, einerseits um ihre richtige Funktion jederzeit

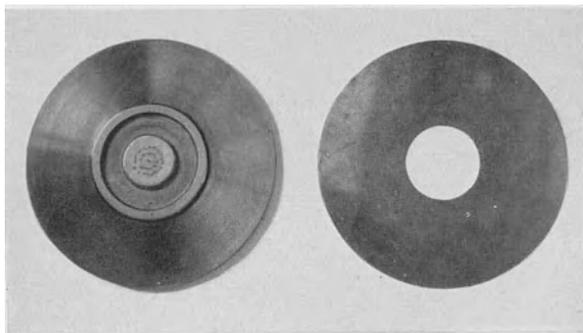


Abb. 16. Wolframelektrode mit Glimmerring (Siemens-Reiniger-Veifa).

überwachen zu können, andererseits um sie bei Störungen leichter zugänglich zu machen. Heute baut man die Funkenstrecke ohne jeden vernünftigen Grund in das Innere der Apparate ein, was sicher unzumutbar ist, weil es dem Arzt die Bedienung der Apparate erschwert.

**Andere Generatoren: Die Poulsenlampe. Die Elektronenröhre.** Man hat auch versucht, die Funkenstrecke durch andere Generatoren zu ersetzen, um Hochfrequenzströme zu erzeugen. So hat der dänische Ingenieur W. Poulsen schon im Jahre 1906 einen elektrischen Lichtbogen, wie er zwischen den Elektroden einer Bogenlampe zustande kommt, an die Stelle der Funkenstrecke gesetzt. Läßt man einen solchen Lichtbogen statt in gewöhnlicher Luft in einer Wasserstoffatmosphäre brennen und ersetzt die Kohle des positiven Pols durch einen Kupferstab, so vermag er in bestimmter Anordnung Wechselströme mit einer Frequenz von 2–300 000 zu erzeugen. Diese Wechselströme sind noch dazu kontinuierlich, also ungedämpft. Wie bereits erwähnt, war es Bernd, der mit Hilfe einer solchen Poulsen-Lampe den ersten Diathermieapparat konstruierte, also den ersten Apparat, dessen eigentlicher Zweck die Tiefendurchwärmung war. Wie sich jedoch bald herausstellte, hafteten dem Lichtbogen gewisse Mängel an, die ihn für die Zwecke der Diathermie nicht geeignet erscheinen ließen. Es erübrigt sich, darauf näher einzugehen, da die Poulsen-Lampe heute durch die Funkenstrecke vollkommen verdrängt ist und zur Herstellung von Diathermieapparaten nicht mehr

verwendet wird. Es hat darum auch nur historisches Interesse, wenn wir in Abb. 17 eine früher zur Diathermie benützte Poulsen-Lampe wiedergeben.

Im Jahre 1918 erschien von Christen, Hertenstein und Bergter eine Mitteilung, in der sie auf die Verwendbarkeit der Elektronenröhre als Schwingungsgenerator für Diathermiezwecke aufmerksam machten. Die Elektronenröhre oder

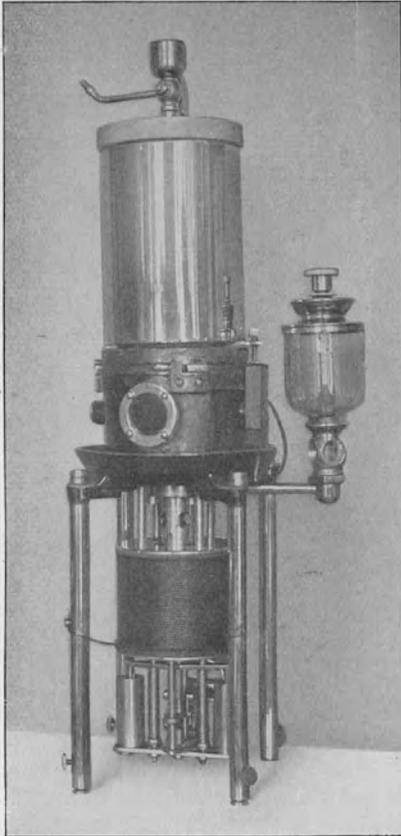


Abb. 17. Poulsenlampe.

Glühkathodenröhre (Abb. 18) spielt heute, wie bekannt, in der Radiotechnik eine große Rolle. Ihre Vorzüge für die Diathermie sollten der Funkenstrecken gegenüber darin bestehen, daß sie keiner Wartung bedarf und daß sie größere Energiemengen als diese zu liefern vermag. Verschiedene Firmen machten Versuche, Diathermieapparate mit Elektronenröhren zu bauen. Diese Versuche führten zu keinem praktischen Ergebnis. Die Elektronenröhre stellt im Vergleich zu der so einfachen und billigen Funkenstrecke ein sehr kompliziertes und kostspieliges Gerät dar, so daß der Preis der Diathermieapparate mit Röhrengeneratoren sehr hoch gekommen wäre. Dazu hätte man noch im Betrieb mit dem Verschleiß der Röhren rechnen müssen. Außerdem ergaben sich technische Schwierigkeiten bei der Abstimmung der Schwingungskreise, auf die hier einzugehen wohl zu weit führen dürfte. Kurz gesagt: Weder der Lichtbogen noch die Elektronenröhre waren imstande, die Funkenstrecke aus ihrer herrschenden Stellung als Schwingungsgenerator zu verdrängen.

**Vergleich zwischen Arsonval- und Diathermieströmen.** Die Funkenstrecke der Arsonvalapparate unterscheidet sich von derjenigen der Diathermieapparate vornehmlich durch den geringen Abstand, in dem die Funkenpole einander gegenüberstehen. Beträgt er bei jenen ein bis mehrere Zentimeter, so ist er bei diesen auf Bruchteile eines Milli-

eters verkleinert. Um die schmale Luftschicht, welche die beiden Metallplatten voneinander trennt, zu durchschlagen, reicht eine viel geringere Spannung aus als sie früher nötig war. Laden wir einen Kondensator mit Wechselstrom auf, so erreichen seine Belegungen in dem Moment das Maximum ihrer Spannung, wo der Ladestrom in seinem Verlauf auf dem Gipfelpunkt einer Halbwelle ankommt. In diesem Augenblick durchbricht die Spannung des Kondensators die Luftbrücke in Form eines Funkens (Abb. 19). Da der zur Ladung verwendete Wechselstrom der Zentralen fast nie mehr als 50 Perioden, d. h. 100 Halbwellen in der Sekunde hat, so ergab das bei den Arsonvalapparaten im besten Fall 100 Funken in der Sekunde.

Anders bei der Löschfunkenstrecke. Bei dem geringen Abstand ihrer Elektroden reichen schon Bruchteile jener Spannung hin, die früher zur Auslösung eines Funkens notwendig war. Es kommt bereits zur Explosion, bevor noch die Ladewelle das Maximum ihrer Spannung, also den Scheitelpunkt, erreicht hat. Die Sinuslinie des Ladungsstromes ist eben erst im Ansteigen, als schon ein Fünkchen überschlägt, nach kurzer Zeit ein zweites, ein drittes usw. in kontinuierlicher Folge. Der Entladungsvorgang, der früher in einem einzigen großen Funken konzentriert war, ist aufgeteilt in zahlreiche Partialentladungen oder Mikrofunken (Abb. 20). Damit wird die Zahl der Funken, und da jeder von

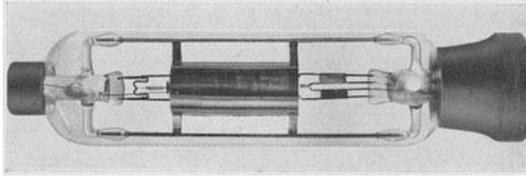


Abb. 18 Elektronenröhre.

ihnen der Impuls für eine Gruppe von Schwingungen ist, also auch die Zahl der Schwingungsgruppen beträchtlich vermehrt. „Statt des Donners einer Kanone, die nur in Pausen die Luft erschüttert, haben wir das ununterbrochene Knarren der Maschinengewehre“ (A. Slaby).

Der wichtigste Unterschied der Hochfrequenzströme, wie sie von der Löschfunkenstrecke erzeugt werden, gegenüber den Strömen der

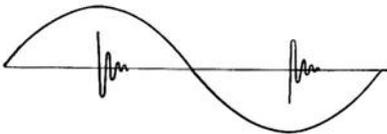


Abb. 19. Arsonvalstrom.

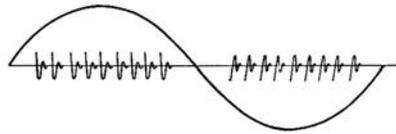


Abb. 20. Diathermiestrom.

alten Arsonvalapparate ist ihre hohe Impulszahl (nicht zu verwechseln mit Periodenzahl!). Hatten wir früher im Höchstmaß 100 Funken, so haben wir jetzt deren 1000 bis 2000 in der Sekunde. Jeder dieser Funken ist der Erreger für einige stark gedämpfte Schwingungen. Diese Schwingungen, die früher einander in langen Zwischenräumen folgten, reihen sich jetzt dichtgedrängt aneinander. Dadurch ist das Verhältnis zwischen schwingungserfüllter und schwingungsfreier Zeit wesentlich zugunsten der ersteren verschoben.

Die erhöhte Zahl der Schwingungsgruppen bewirkt nun zweierlei: Physikalisch, daß die effektive Stärke oder Intensität der von den Diathermieapparaten gelieferten Ströme eine wesentlich größere ist als die der Arsonvalapparate und physiologisch, daß infolge der Verkürzung der Funkenintervalle die Reizwirkung, welche den Arsonvalströmen noch in geringem Grade eigen war, den Diathermieströmen vollkommen fehlt. Diese Ströme werden von den motorischen wie

sensiblen Nerven so gut wie gar nicht mehr perzipiert. Ihre Dosierung kann daher beliebig hoch gesteigert werden und wird einzig und allein durch die bei höheren Stromstärken manifest werdende Wärmewirkung begrenzt. Charakteristisch für die Diathermieströme im Vergleich zu den Arsonvalströmen ist demnach die sehr hohe Stromstärke oder Intensität, in der sie verwendet werden können.

Ein weiterer Unterschied zwischen beiden liegt in ihrer Spannung. Bei der Autokonduktion im Solenoid und bei der Kondensatorbettbehandlung verwenden wir Ströme mit einer Spannung von einigen 1000 Volt, wollen wir aber die lokale Arsonvalisation mittels Funken oder Effluven ausüben, dann müssen wir die Spannung dieser Ströme noch durch einen besonderen Hochspannungstransformator nach Tesla oder Oudin auf einige 100 000 Volt erhöhen. Bei der Diathermie reichen wir mit einer Spannung von wenigen 100 Volt für alle Fälle aus.

Fassen wir diese Unterschiede zwischen Arsonval- und Diathermieströmen zusammen, so ergibt sich:

- | Arsonvalisation:   | Diathermie:   |
|--|---|
| 1. 20—100 Funken in der Sekunde, ebenso viele stark gedämpfte Schwingungsgruppen mit sehr langen Pausen. | 1. 1000—2000 Funken in der Sekunde, ebenso viele stark gedämpfte Schwingungsgruppen mit entsprechend kürzeren Pausen. |
| 2. Kleine Stromstärke (etliche 100 Milliampere).   | 2. Große Stromstärke (bis zu 3000 Milliampere).   |
| 3. Hohe Spannung (einige 1000 oder auch einige 100 000 Volt).  | 3. Niedrige Spannung (einige 100 Volt).   |

## Zweiter Teil.

# Das Instrumentarium der Diathermie.

## I. Der Diathermieapparat und seine Bestandteile.

Der Diathermieapparat dient dazu, eine der gebräuchlichen Stromarten, wie sie zur Beleuchtung oder für andere technische Zwecke verwendet werden, also Gleichstrom oder niederfrequenten Wechselstrom, in hochfrequenten Wechselstrom umzuformen. Der Diathermieapparat ist demnach ein Umformer im weitesten Sinne.

**Der primäre oder Erregerkreis.** Um Hochfrequenzströme oder elektrische Schwingungen zu erzeugen, bedarf jeder Diathermieapparat zunächst eines Schwingungskreises, der, wie bereits auf S. 14 auseinandergesetzt wurde, aus Kondensator, Selbstinduktion und Funkenstrecke besteht. Dieser Kreis, in welchem die Schwingungen erregt werden, heißt primärer oder Erregerkreis. Über die einzelnen Bestandteile desselben haben wir ausführlich gesprochen, desgleichen über seine Funktion, d. h. wie durch die Entladungen des Kondensators elektrische Schwingungen zustande kommen. Das, was bisher nicht

erwähnt wurde, ist die Art, wie der Kondensator geladen wird. Dazu ist ein besonderer hochgespannter Strom erforderlich. Aus technischen Gründen, die wir hier nicht näher darlegen können, verwenden wir hierzu ausschließlich hochgespannten Wechselstrom. Diesen erzeugt uns ein Transformator, der den von einer elektrischen Zentrale gelieferten Wechselstrom, der meist nicht mehr als 220 Volt hat, auf eine Spannung von 1500—2000 Volt bringt.

**Der Wechselstromtransformator** ist seinem Wesen nach ein Induktionsapparat, der nach dem gleichen Prinzip gebaut ist wie ein faradischer Schlittenapparat. Er besitzt zwei Drahtspulen, eine primäre und eine sekundäre, welche miteinander in keiner leitenden Verbindung stehen. In die primäre Spule fließt der Strom der Zentrale, der in der Regel eine Spannung von 110 oder 220 Volt besitzt, also ein niedergespannter, gleichzeitig auch niederfrequenter Wechselstrom. Er induziert in der Sekundärspule des Transformators einen hochgespannten, im übrigen aber gleichartigen, also niederfrequenten Wechselstrom. Die Erhöhung der Spannung wird einfach dadurch erreicht, daß die sekundäre Spule entsprechend mehr Windungen hat als die primäre.

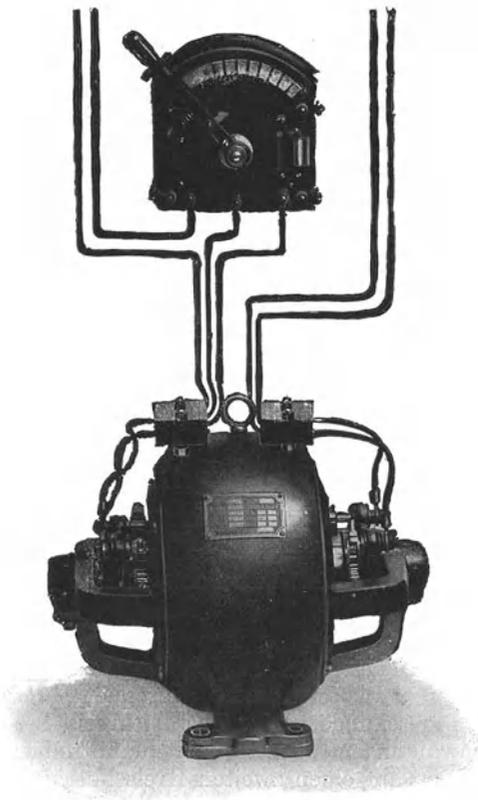


Abb. 21. Gleichstrom-Wechselstromumformer  
(Reiniger, Gebbert & Schall).

Um die Induktionskraft der letzteren voll auszunützen, sind beide Spulen über einen Rahmen gewickelt, der aus einzelnen übereinander gelegten Eisenblechen besteht. Dadurch werden die in der Primärspule erzeugten Magnetlinien in geschlossenem Zug durch das Innere der Sekundärspule geführt, auch wenn diese nicht über, sondern neben der Primärspule sitzt, ja selbst dann, wenn sie, wie dies in Abb. 22 dargestellt ist, auf einer gegenüberliegenden Rahmenseite aufgewickelt ist. Der geschlossene Eisenrahmen, der für die Magnetlinien einen besonders guten Leitungsweg darstellt, verhindert ihr Auseinanderweichen, ihre Streuung, wie sie an den beiden freien Enden des

Eisenkerns eines Ruhmkorff-Induktors oder eines Schlittenapparates eintritt, und damit den dadurch bedingten Energieverlust. Der Nutzeffekt dieser „eisengeschlossenen“ Transformatoren wird dadurch wesentlich höherer.

Des Transformators wegen können die Diathermieapparate nur an Wechselstrom angeschlossen werden. Führt die zur Verfügung stehende zentrale Leitung nicht Wechselstrom, sondern Gleichstrom, so wird ein Gleichstrom-Wechselstromumformer nötig, wie ihn Abb. 21 in Gestalt einer sog. Einankertype darstellt. Eine solche Maschine verteuert natürlich das Instrumentarium und ist im Betrieb auch deshalb nicht angenehm, weil sie Lärm verursacht und einer besonderen Wartung bedarf. Sie soll, wenn möglich, außerhalb des Behandlungszimmers zur Aufstellung kommen.

Der in der Sekundärwicklung des Transformators induzierte hochgespannte (aber noch niederfrequente) Wechselstrom ladet die Kondensatoren des Primärkreises, die sich bei Erreichung einer gewissen Spannung über die Funkenstrecke entladen. Dadurch kommt es in dem

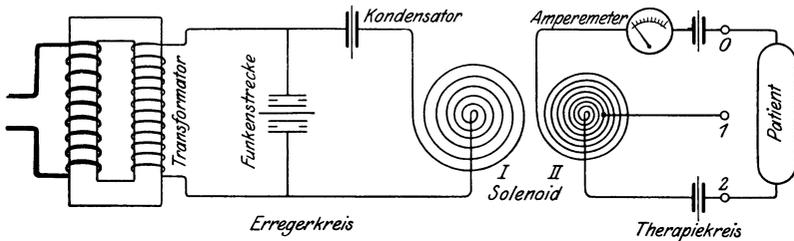


Abb. 22. Schaltbild eines Diathermieapparates.

Kreis (Abb. 22), der aus der Sekundärwicklung des Transformators, den Kondensatoren, der Funkenstrecke und der Selbstinduktionsspirale (Solenoid I) besteht, zu hochfrequenten Schwingungen.

**Der sekundäre oder Therapiekreis.** Die im Primärkreis entstehenden Schwingungen werden nicht unmittelbar durch den Körper geleitet, sondern auf einen zweiten Kreis übertragen. In diesem ist der Patient eingeschaltet. Er heißt sekundärer, auch Therapie- oder Patientenkreis. In der Regel haben beide Kreise, der primäre und sekundäre, keine leitende Verbindung miteinander. Ihre Koppelung ist eine induktive oder magnetische (s. S. 18). Dies trifft für die meisten deutschen Apparate zu. Seltener, und das ist besonders bei französischen Apparaten der Fall, sind beide Kreise direkt oder galvanisch miteinander gekoppelt.

Der Sekundärkreis muß, um schwingungsfähig zu sein, gleichfalls einen Kondensator (Kapazität) und eine Drahtspule (Selbstinduktion) besitzen. Wie aus der Abb. 22 ersichtlich, ist das eine Ende dieser Drahtspule (Solenoid II) über ein Amperemeter und einem Kondensator mit der Stromabnehmeklemme 0, das andere Ende gleichfalls über einen Kondensator mit der Klemme 2 verbunden.

Bei manchen Apparaten geht von einer mittleren Windung der Spirale noch eine Abzweigung zu einer Klemme, welche in der Abb. 22 die Bezeichnung 1 trägt. Wie man sieht, sind zwischen den Klemmen 0 und 2 sämtliche Windungen des

Solenoides, zwischen 0 und 1 nur ein Teil derselben eingeschlossen. Wie wir schon von den faradischen Induktionsapparaten her wissen, ist die Spannung in der Sekundärspule um so größer, je mehr Windungen sie besitzt. Es ist demnach die Spannung zwischen den Klemmen 0 und 2 größer als zwischen den Klemmen 0 und 1. Den Anschluß an die größere Spannungsstufe (0—2) werden wir daher immer dann wählen, wenn wir größere Körperwiderstände zu überwinden haben, wie dies z. B. bei der Längsdiathermie einer Extremität oder bei der Allgemein-diathermie der Fall ist. Für weitaus die meisten Fälle wird jedoch der Anschluß an die Klemmen 0 und 1 ausreichen.

Soll der Therapiekreis durch den Erregerkreis zum Mitschwingen gebracht werden, dann muß er auf diesen abgestimmt sein, er muß mit ihm in Resonanz stehen. Wir wissen, daß dies dann der Fall ist, wenn beide Kreise die gleiche Periodenzahl haben. Nach der Formel von Thomson und Kirchhoff muß dann in dem einen wie in dem anderen Kreis das Produkt aus Selbstinduktion ( $L$ ) und Kapazität ( $C$ ) das gleiche sein.

**Die Reguliereinrichtung.** Um den am Patienten zur Anwendung kommenden Strom in seiner Intensität nach Wunsch verändern zu können, muß jeder Diathermieapparat Einrichtungen besitzen, die eine gleichmäßige, stufenlose Regulierung der Stromstärke in weiten Grenzen gestatten. Das kann in verschiedener Weise geschehen. Man kann dies z. B. dadurch erreichen, daß man die beiden Solenoide des primären (I) und des sekundären Kreises (II) gegeneinander verschiebt. Zu diesem Zweck ist eines der Solenoide beweglich, so daß es, mit dem anderen mehr oder weniger zur Deckung gebracht, enger oder loser gekoppelt werden kann. Je mehr beide Spulen einander genähert werden, je mehr ihre magnetischen Kraftfelder sich decken, desto größer ist die Induktionswirkung, desto stärker der durch den Patienten fließende Strom. Es ist das gleiche Prinzip der Stromregulierung, das wir bei den faradischen Schlittenapparaten anwenden. Wir wissen, daß auch bei diesen der Sekundärstrom um so stärker wird, je mehr die beiden Spulen ineinander geschoben werden.

Auf dem gleichen Prinzip der stärkeren oder schwächeren Induktionswirkung beruht auch das Drehsolenoid oder Variometer, das bei manchen

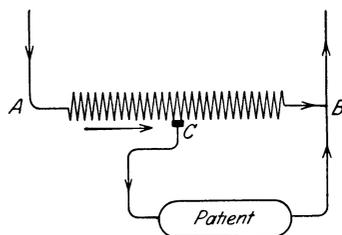


Abb. 23. Spannungsteiler.

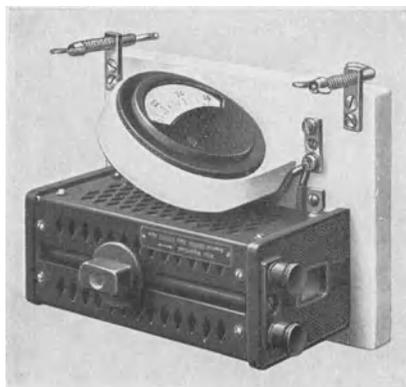


Abb. 24 Feinregulator mit Hitzdraht-ampereometer für Diathermieströme bis 0,6 Ampere (Siemens & Halske).

Apparaten zur Anwendung kommt. Wie jeder Radioamateur weiß, besteht dieses aus zwei Induktionsspulen, von denen die eine feststehend, die andere im Innern dieser drehbar ist. Die eine Spule gehört dem primären oder Erregerkreis, die andere dem sekundären oder Therapiekreis an. Stehen die Windungsebenen beider Spulen senkrecht zueinander, so ist die Induktionswirkung gleich Null, wird die innere Spule so gedreht, daß ihre Windungsebene parallel zu der der äußeren Spule steht, so ist das Maximum der Induktion erreicht. Durch langsames Drehen läßt sich so die Stromstärke im Patientenkreis allmählich von Null bis zum Maximum gleichmäßig abstufen.

Eine zweite Form der Stromdosierung bedient sich nicht der beweglichen, sondern der festen Koppelung. Die beiden Spulen des primären und sekundären Kreises werden möglichst nahe aneinander unverrückbar eingestellt, am besten in der Art, daß man sie ineinander wickelt. Dadurch wird das Optimum der Energieübertragung erreicht. Die Regulierung der Stromstärke geschieht durch einen Ohmschen Widerstand oder einen Spannungsteiler im sekundären Kreis, also in ganz gleicher Weise wie bei dem galvanischen und faradischen Strom der elektrischen Anschlußapparate.



Abb. 25.  
Hitzdrahtamperemeter.

Der Spannungsteiler (Abb. 23) ist ein Drahtwiderstand, der die beiden Pole des sekundären Stromkreises miteinander verbindet und durch den der gesamte Strom des Apparates fließt. Von dem einen Ende dieses Widerstandes (B) geht eine Verbindung zum Patienten. Die zweite Verbindung wird durch einen Kontakt (C) hergestellt, der auf dem Widerstand verschieblich ist. Befindet sich dieser Kontakt am äußersten rechten Ende (B), so daß er mit der fixen Abzweigung zusammenfällt, dann haben beide Pole das gleiche Potential, es besteht keine Potentialdifferenz, keine Spannung zwischen ihnen. Es fließt daher auch kein Strom durch den Patienten. Je mehr dagegen der Schiebekontakt nach links gegen A verschoben wird, um so größer wird die Potentialdifferenz, um so stärker der durch den Patienten fließende Strom.

**Der Feinregulator.** Für jene Fälle, bei denen es auf eine besonders feine Regulierung kleiner Stromstärken ankommt, haben die Firmen Siemens-Reiniger-veifa, Koch & Sterzel u. a. einen Apparat konstruiert, der in Verbindung mit jedem Diathermieapparat gebraucht werden kann (Abb. 24). Er beruht gleichfalls auf dem Prinzip des Spannungsteilers und gestattet, den Strom durch Verschieben eines Gleitkontaktes in feinsten Weise abzustufen. Der Apparat trägt gleichzeitig einen kleinen Strommesser, mit dem Ströme bis zu einer Stärke von 0,6 Ampere gemessen werden können.

**Die Meßeinrichtung.** Um den durch den Patienten fließenden Strom messen zu können, brauchen wir eine Einrichtung, bestehend aus einem Amperemeter. Da wir es bei der Diathermie mit hochfrequenten Strömen zu tun haben, so ist zur Messung nicht jedes gewöhnliche Amperemeter brauchbar. Wir verwenden in der Hochfrequenztherapie sog. Hitzdrahtamperemeter (Abb. 25), deren Konstruktion auf folgendem Prinzip

beruht. Der Strom durchfließt einen dünnen Draht, der sich infolge der in ihm entstehenden Jouleschen Wärme ausdehnt und dadurch verlängert. Da die Verlängerung um so größer wird, je stärker der durchfließende Strom ist, so kann sie als Maß für die Stärke desselben

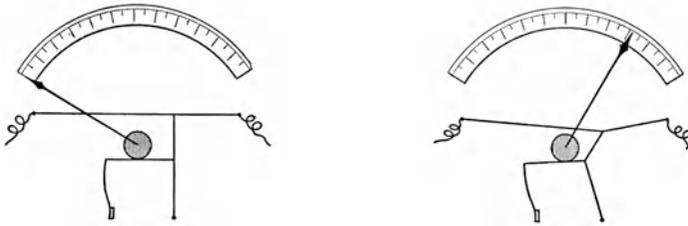


Abb. 26. Schematische Darstellung eines Hitzdrahtamperemeters.

benützt werden. Die Ausdehnung des Drahtes wird durch eine geeignete Übersetzung auf einen Zeiger übertragen, der über einer empirisch geeichten Skala spielt (Abb. 26). Diese ist in Ampere geeicht. Das Meßbereich des Instrumentes ist je nach der Leistungsfähigkeit des Apparates verschieden. Manche Strommesser haben auch zwei Meßbereiche, ein kleines und ein größeres, die durch Drehen eines Knopfes nach Bedarf abwechselnd eingeschaltet werden können.

## II. Diathermieapparate verschiedener Firmen.

**Allgemeine Bemerkungen.** Die zwei Grundbedingungen, welche jeder Diathermieapparat erfüllen muß, sind:

1. Daß er einen qualitativ vollkommen einwandfreien Hochfrequenzstrom liefert, d. h. einen Strom, der neben einer reinen, angenehmen Wärmeempfindung auch nicht die Spur eines „faradischen“ oder sonstigen Gefühls auslöst.

2. Daß er diesen Strom in einer quantitativ genügenden Menge zur Verfügung stellt, d. h. für alle in der Praxis vorkommenden Fälle die genügende Stromstärke liefert. Will man einen Apparat auf seine Leistungsfähigkeit prüfen, dann nehme man in beide Hände je eine zylindrische Elektrode und suche durch Drehen des Regulierhebels die größtmögliche Stromstärke zu erzielen. Beträgt diese bei dem hier gegebenen sehr großen Körperwiderstand wenigstens 0,6 Ampere, dann kann man annehmen, daß die Leistung des Apparates auch für alle sonstigen Anwendungsformen der Diathermie ausreicht <sup>1)</sup>.

Die Güte eines Diathermieapparates hängt in erster Linie von der Funktion seiner Funkenstrecke ab. Durch sie wird vor allem die Art des gelieferten Stromes bedingt. Sie entscheidet auch über die

<sup>1)</sup> Ich bin mir vollkommen bewußt, daß dies kein theoretisch einwandfreies Maß für die Leistung eines Diathermieapparates ist, aber es ist ein Maß, und zwar das einzige, das dem praktischen Arzt zur Verfügung steht, von dem man nicht die Aufnahme einer „Kennlinie“ verlangen kann. Eine solche Kurve wird übrigens einem Laien, wie es der Arzt ist, auch nicht die geringste Vorstellung von der Leistung eines Apparates geben.

Regelmäßigkeit, mit welcher der Apparat arbeitet, sie entscheidet ferner über die Bedienung, welche er im Betrieb erfordert. Alles Dinge, welche für die Praxis von ganz hervorragender Bedeutung sind.

Und noch eines, was bisher so gut wie gar nicht beachtet wurde. Die Strommengen, welche die einzelnen Apparate zu ihrem Betrieb benötigen, schwanken in weiten Grenzen. Es gibt Apparate, welche zwei-, ja dreimal mehr als andere an Strom verbrauchen, bei denen sich also die Kosten jeder Behandlung um das Ebensovielfache höher stellen, ein Faktor, der in der Regel auch nicht gleichgültig ist.

Derjenige, der einen Diathermieapparat kaufen will, wird also gut

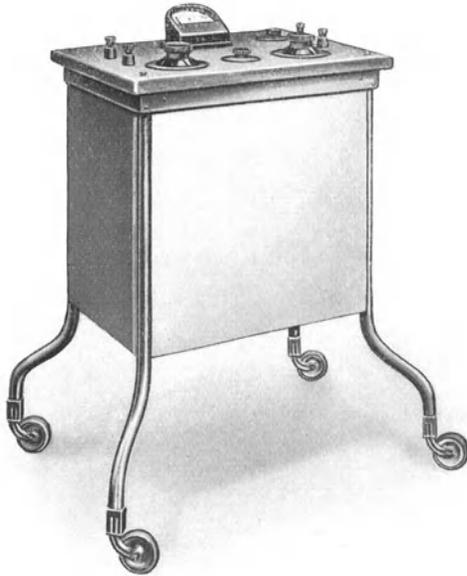


Abb. 27. Thermoflux 240 (Siemens-Reiniger-Veifa).

tun, sich erst mit einem erfahrenen Kollegen zu beraten, denn die Qualität der im Handel befindlichen Apparate ist eine sehr verschiedene. Es gibt neben sehr guten auch schlechte, ja vollkommen unbrauchbare Maschinen. Die Ansicht eines Konstrukteurs oder Händlers hierüber ist natürlich nicht maßgebend, denn dieser wird immer den eigenen Apparat als den allerbesten anpreisen und stets Vorzüge aufzuzählen wissen, durch die sein Apparat allen anderen überlegen sein soll.

Die meisten Firmen bauen heute nicht nur eine, sondern mehrere Typen von Diathermieapparaten, je nach den Ansprüchen, welche der Arzt an die Leistung eines solchen Apparates stellt. Die Normaltype, welche zur Behandlung von einem, höchstens zwei Kranken bestimmt ist, eignet sich am besten für die Privatordination oder für Kleinbetriebe. Für größere Ansprüche, wie sie in der Spitals- oder Kassenbehandlung in Frage kommen, werden eigene große Apparate, kleine Diathermie-

zentralen gebaut, welche die gleichzeitige Behandlung von 3, 4 selbst 5 Patienten ermöglichen. Ihre Verwendung ist wegen des hohen Stromverbrauches nur dann ökonomisch, wenn ihre volle Leistungsfähigkeit ausgenützt wird. Die ganz kleinen Diathermieapparate, die in der Regel tragbar sind, dienen dagegen meist nur zur Elektrokoagulation. Günstigenfalls lassen sich mit ihnen kleinere Körperteile behandeln. Es hat sich der Gebrauch eingebürgert, diese verschiedenen Apparatypen mit eigenen, meist recht sinnlosen Phantasienamen zu belegen.

An dieser Stelle mögen einige der am häufigsten verwendeten Apparatypen kurz beschrieben werden. Von einer ausführlichen Beschreibung sei deshalb Abstand genommen, weil die Fabrikanten andauernd Verbesserungen (häufig auch nur Veränderungen) an der Konstruktion ihrer Apparate vornehmen, so daß die jeweilige Darstellung in kürzester Zeit veraltet. Bezüglich der näheren Details sei auf die Prospekte der Firmen verwiesen.

**Die Apparate von Siemens-Reiniger-Veifa.** Die Standardtype (Thermoflux 240) ist in Abb. 27 wiedergegeben. Sie besitzt zwei luftgekühlte

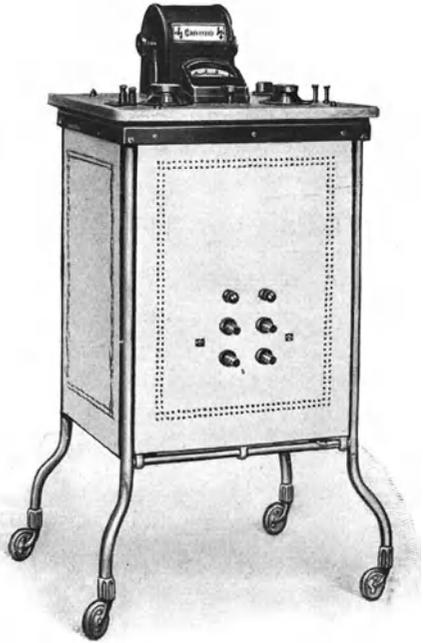


Abb. 28. Thermoflux 500  
(Siemens-Reiniger-Veifa).

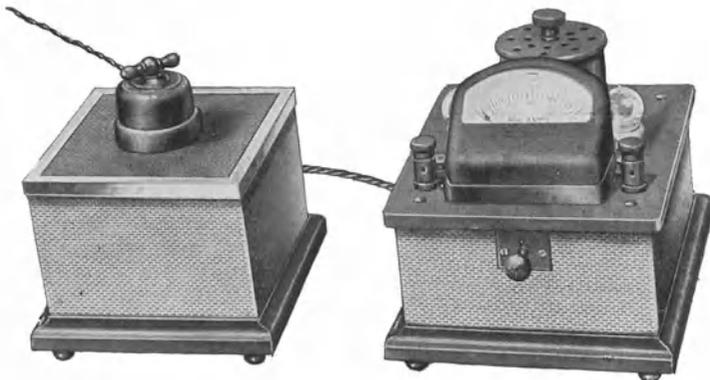


Abb. 29. Mikrotherm (Siemens-Reiniger-Veifa).

Wolframfunkenstrecken (s. S. 23), welche in das Innere des Tischgehäuses eingebaut sind. Auf der Deckplatte desselben befinden sich der Betriebsschalter und der Strommesser. Links und rechts davon ist je ein Klemmenpaar und eine Reguliervorrichtung zur gleichzeitigen Bedienung von zwei Stromkreisen.

Den größeren Apparat dieser Firma (Thermoflux 500) zeigt Abb. 28. Er hat eine dreifache Wolframfunkenstrecke, die auf der Tischplatte, von einem besonderen Schutzgehäuse gedeckt, angebracht ist.



Abb. 30. Pantotherm-Standard  
(Sanitas)



Abb. 31. Penetrotherm (Sanitas).

Der Apparat ist zur gleichzeitigen Verwendung von 4 Stromkreisen, von denen jeder eine eigene Reguliermöglichkeit besitzt, eingerichtet. Zwei Klemmenpaare befinden sich auf der Tischplatte, zwei weitere Anschlüsse sind an der Vorderwand des Apparates vorgesehen.

Der Mikrotherm (Abb. 29) der gleichen Firma besteht aus zwei tragbaren Kästchen, von denen das eine (links in der Abb. 29) den Transformator enthält und den Hauptschalter trägt. Auf der Deckplatte des anderen sind das Amperemeter, die Funkenstrecke und zwei Glühlampen (des Ballastkreises) sichtbar. Der Apparat kann in Ermangelung einer zentralen Wechselstromleitung auch an den Umformer eines Pantostaten angeschlossen werden.

Die Apparate der Gesellschaft Sanitas (Berlin). Die Gesellschaft baut vier verschiedene Apparatformen. Die Type Pantotherm-Standard

(Abb. 30) ist der Apparat des praktischen Arztes. Er gestattet die Behandlung von zwei Kranken, bzw. zwei Körperteilen zu gleicher Zeit und zeigt im übrigen die gleiche äußere Anordnung wie Thermoflux 240. Eine Konstruktion von wesentlich größerer Leistungsfähigkeit ist der Penetrotherm (Abb. 31). An die an seiner Vorderwand ersichtlichen Klemmen können 4 Stromkreise angeschlossen werden, ein 5. Anschluß wird durch das auf der Deckplatte befindliche Klemmenpaar ermöglicht. Bemerkenswert ist, daß diese 5 Stromkreise, von denen jeder eine eigene Regulierung besitzt, in weiten Grenzen voneinander unabhängig sind, so daß das Zu- und Abschalten eines Patienten möglich ist, ohne daß die Behandlung der anderen unterbrochen werden muß. Für geringere Ansprüche baut die Gesellschaft Sanitas auch zwei kleinere tragbare Apparate (Pantotherm und Novotherm).

**Die Apparate von L. Schulmeister (Wien).** Der größere Apparat dieser Firma (Abb. 32) hat eine doppelte Wolframfunkenstrecke (siehe S. 22), die wohl in das Tischgehäuse eingebaut ist, deren Funktion jedoch durch ein Schaufenster auf der Tischplatte beobachtet werden kann. Eine zweckmäßige Einrichtung ist auch die Vereinigung von Schalt- und Regulierhebel in einem Griff, wodurch es unmöglich wird, den Strom einzuschalten, wenn etwa der Regulierhebel auf „Stark“ steht. Der Apparat von Schulmeister zeichnet sich durch seine außerordentliche Ökonomie, d. h. seinen geringen Stromverbrauch bei hoher Leistungsfähigkeit aus. Dieselbe Firma baut auch einen kleineren tragbaren Apparat (Abb. 33), der an jede Lichtleitung angeschlossen werden kann.

**Die Apparate von Koch & Sterzel (Dresden).** Die Normaltype (Calentador II), welcher für die Behandlung eines Objektes bestimmt ist, stellt Abb. 34 dar. Eine größere Type dieser Firma hat drei Stromkreise, von denen jeder für sich regulierbar ist. Für ganz geringe Leistungen, besonders Elektrokoagulation, genügt der kleine tragbare Apparat (Thermidion).

**Die Apparate von Gaiffe, Gallot & Pilon (Paris).** Die Apparate dieser französischen Firma unterscheiden sich von den deutschen Fabrikanen einerseits durch die besondere Konstruktion ihrer Funkenstrecke, andererseits durch die Art ihrer Regulierung. Die Funkenstrecke, die von Broca angegeben wurde, ist in ein Aluminiumgehäuse eingeschlossen



Abb. 32. Großer Diathermieapparat von L. Schulmeister (Wien).

(Abb. 35). Ihre Elektroden bestehen aus zwei Kupferblöcken, von denen der eine (C) fix, der andere (B) mittels einer Mikrometerschraube (A) verstellbar ist. Im Betriebe werden die Elektroden auf die günstigste Entfernung, die durchschnittlich ein Millimeter beträgt, eingestellt. Das Funkenspiel erfolgt nicht in freier Luft, sondern in Leuchtgas, weshalb das luftdicht abgeschlossene Gehäuse der Funkenstrecke auf der einen Seite ein Rohr für die Zuleitung, auf der anderen ein solches für die Ableitung dieses Gases besitzt.

Eigentümlich ist auch die Art, wie bei dem Apparat von Gaiffe,

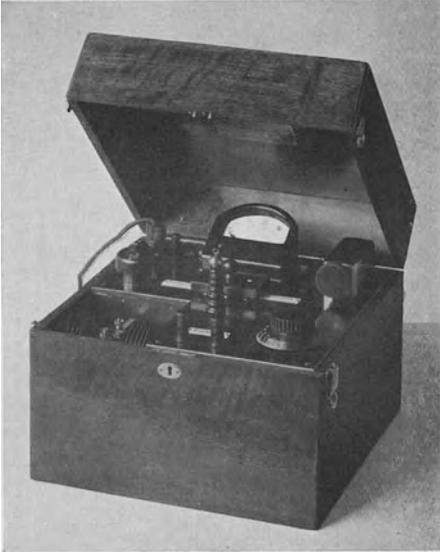


Abb. 33. Kleiner Diathermieapparat von L. Schulmeister (Wien).

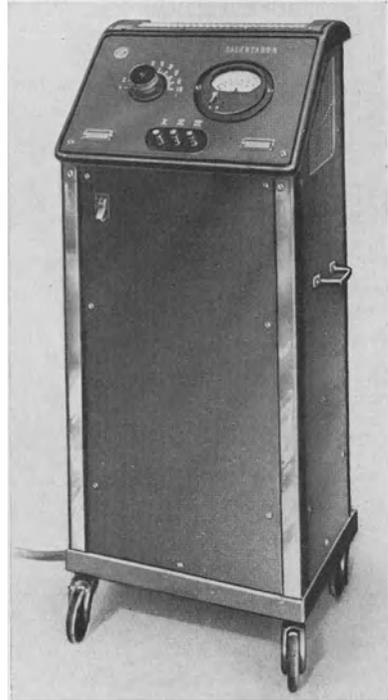


Abb. 34. Calentador II (Koch & Sterzel).

Gallot & Pilon der Strom im Patientenkreis reguliert wird (Abb. 36). Der Primärkreis ist durch eine Kupferspirale, welche die Belegungen der Kondensatoren miteinander verbindet, geschlossen. Dieses Solenoid gehört aber nicht allein dem Primärkreis, sondern gleichzeitig auch dem Sekundärkreis an, indem von seinen Enden A und B der sekundäre Stromkreis (Utilisation) abzweigt. Während also bei den anderen Apparaten primärer und sekundärer Kreis getrennte Solenoide haben, die induktiv aufeinander wirken, ist hier die Koppelung eine galvanische. Die Regulierung der Stromstärke erfolgt derart, daß die Zahl der Solenoidwindungen, die dem primären, und die Zahl derjenigen, welche dem sekundären Kreis angehören, verändert wird. Eine Betrachtung der Abbildung wird das sofort klar machen. Der eine Kondensator ist mit dem einen Ende (B) der Kupferspirale verbunden, von dem zweiten

Kondensator aber führt eine Verbindung zu dem Drehpunkt eines Gleitkontaktes (C), der mittels eines Handgriffes auf den Windungen der Spirale verschoben werden kann. Befindet sich dieser Kontakt am äußersten Ende der Spirale (B), dann sind die Kondensatorbelegungen durch die leitende Brücke der Drehkurbel unmittelbar miteinander verbunden, sie sind kurzgeschlossen. Das Solenoid ist aus dem Primärkreis vollkommen ausgeschaltet, alle seine Windungen liegen im Sekundärkreis zwischen den beiden Punkten A und B. Verschiebt man nun den Gleitkontakt entlang der Spirale von B in der Richtung nach A (z. B. nach C, wie dies in der Abbildung dargestellt ist), so wird ein Teil der Windungen in den Primärkreis aufgenommen, aber gleichzeitig dem Sekundärkreis entzogen. Das Extrem ist dann erreicht, wenn

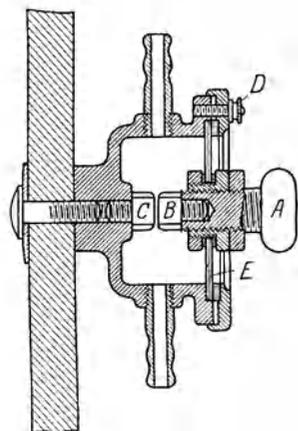


Abb. 35. Funkenstrecke des Diathermieapparates von Gaiffe, Gallot & Pilon.

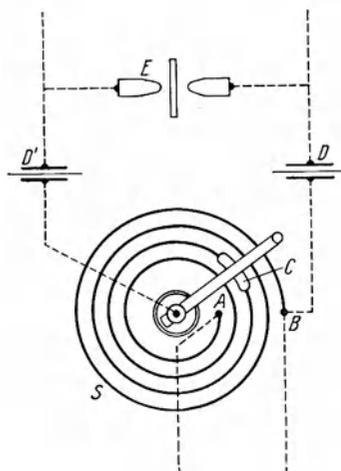


Abb. 36. Schaltbild zu dem Diathermieapparat von Gaiffe, Gallot & Pilon.

der Gleitkontakt bis nach A gelangt. Bei dieser Stellung gehört die Spirale ausschließlich dem Primärkreis an. Eine solche Verschiebung der Spiralwindungen bedeutet nichts anderes als eine Änderung der Selbstinduktion, die in demselben Maß im Primärkreis zunimmt, als sie im Sekundärkreis abnimmt und umgekehrt. Wenn wir uns der Thomsonschen Formel erinnern, so werden wir sofort begreifen, daß eine Veränderung der Selbstinduktion gleichbedeutend ist mit einer Veränderung der Periodenzahl oder der Frequenz in beiden Kreisen. Wir werden im Patientenkreis die Höchstleistung des Apparates, d. h. die größte Stromstärke erzielen, wenn er mit dem Primärkreis in Resonanz steht, also die gleiche Periodenzahl wie dieser hat. Das wird bei einer bestimmten Stellung der Kurbel zutreffen. Die hier beschriebene Art der Stromregulierung ist in der Arsonvalisation seit langem bekannt und geübt. Jeder, der mit der Technik dieser Methode vertraut ist, weiß, daß sie in dem Oudinschen Resonator ihr Vorbild hat.

Abb. 37 stellt die äußere Ansicht des Apparates dar. Ein auf Rollen fahrbarer Kasten aus Holz, der auf seiner Deckplatte die Funkenstrecke und den Strommesser trägt. Neben diesen sind die Abnehmeklemmen für den Diathermiestrom. An der Seitenwand des Kastens befindet sich der Schalter, der den Primärstrom schließt, sowie ein Handgriff, der den therapeutisch angewendeten Strom zu regulieren gestattet. Durch Drehen des Handgriffes wird der früher erwähnte Gleitkontakt auf den Windungen der Spirale ver-

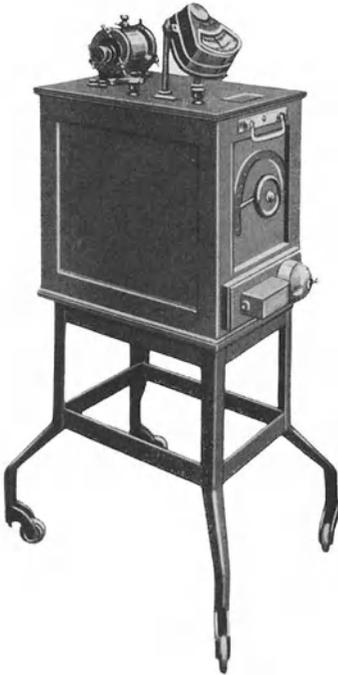


Abb. 37. Diathermieapparat von Gaiffe, Gallot & Pilon (Paris).

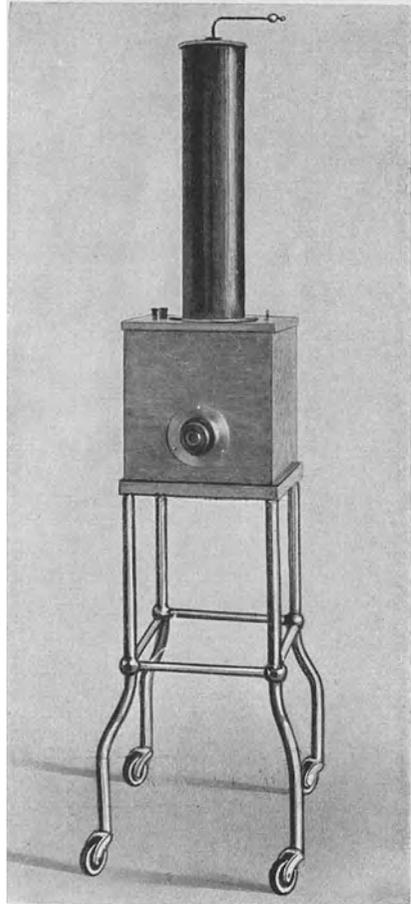


Abb. 38. Zusatzapparat zur Arsonvalisation (Koch & Sterzel).

schoben. Das Haus Gaiffe, Gallot & Pilon hat auch einen kleinen tragbaren Diathermieapparat gebaut, der hauptsächlich für urologische Zwecke bestimmt ist.

**Zusatzapparat zur Arsonvalisation.** Um die Diathermieapparate auch für die Arsonvalisation, also für die älteren Methoden der Hochfrequenzbehandlung verwenden zu können, haben einige Firmen zu ihren Apparaten Zusatzinstrumentarien gebaut (Abb. 38). Diese haben den Zweck, die von dem Diathermieapparat gelieferten elektrischen

Schwingungen, die eine Spannung von einigen Hundert Volt haben, auf eine Spannung von einigen Hunderttausend Volt zu bringen, um sie in dieser Form auch zur Funken- und Effluvienbehandlung geeignet zu machen. Der Zusatzapparat ist also nichts anderes als ein Hochspannungstransformator nach dem System Tesla oder Oudin.

### III. Die Hilfsapparate.

**Der Stromverteiler.** Nicht selten erscheint es wünschenswert, zwei Körperstellen gleichzeitig zu durchwärmen, weil deren Behandlung nacheinander für den Kranken wie für den Arzt ebenso zeitraubend als ermüdend wäre. Wir werden im speziellen Teil sehen, daß sich das bei zwei symmetrischen Körperteilen, sagen wir zwei Kniegelenken, ohne weitere Behelfe machen läßt. Man braucht nur den vom Apparat kommenden Strom in zwei Zweige zu teilen, von welchen der eine durch das eine, der zweite durch das andere Gelenk geht, was man als Parallelschaltung bezeichnet. Unter der Annahme, daß die beiden zu durchwärmenden Objekte annähernd den gleichen Widerstand haben, was in der Praxis für symmetrische Teile in hinreichendem Maß zutrifft, und unter der Annahme, daß wir dieselbe Elektrodenanordnung wählen, werden wir auch beiderseits die gleiche Erwärmung erhalten. Anders ist die Sache, wenn es sich um verschiedene Körperwiderstände handelt, wenn wir also verschiedenartige Körperteile, sagen wir ein Kniegelenk und ein Schultergelenk durchwärmen wollen, oder wenn wir die Absicht haben, zwei Kranke gleichzeitig mit demselben Apparat zu behandeln. Hier wird eine einfache Parallelschaltung in der Regel nicht hinreichen, um in dem einen wie in dem anderen Objekt den gerade gewünschten Grad der Erwärmung zu erzielen. Viele neuere Apparate haben für diesen Zweck zwei oder auch mehrere Abnehmestellen mit entsprechender Reguliermöglichkeit vorgesehen. Ist man nicht im Besitze eines solchen Apparates, dann kann man sich eines Hilfsmittels bedienen, das man als Stromverteiler (Abb. 39) bezeichnet.

Er besteht aus vier Regulierwiderständen, die gemeinsam auf einem Brett angebracht sind. Der von dem einen Pol kommende Strom wird in vier parallel laufende Zweige unterteilt, von denen jeder durch einen der vier Widerstände und dann durch das Behandlungsobjekt geht, um schließlich mit den anderen Zweigströmen wieder vereint zum Apparat zurückzukehren (Abb. 40). Durch den eingeschalteten Widerstand kann die Stromstärke in jedem Kreis nach Wunsch geändert werden, so daß auf diese Weise gleichzeitig vier Durchwärmungen möglich sind. Es sei gleich hier betont, daß vier Durchwärmungen mit Hilfe der älteren Diathermieapparate, für welche der Stromverteiler gebaut wurde, so gut wie niemals gemacht werden, schon deshalb nicht, weil die Leistungsfähigkeit dieser Apparate hierfür gar nicht ausreicht. Es entspricht daher die von den meisten Firmen gewählte Vierzahl der Widerstände gar keinem ärztlichen Bedürfnis. Zwei Widerstände sind für alle Fälle, auch für die Allgemeindiathermie (s. S. 66) vollkommen ausreichend.

Wir können uns somit darauf beschränken, die Ausführung einer solchen Doppeldurchwärmung zu beschreiben, die sich folgendermaßen gestaltet. Man legt die Elektroden an die zwei Körperteile, welche gleichzeitig behandelt werden sollen, an und verbindet sie mit dem Apparat in der Weise, wie dies die Abb. 41 erläutert. In jedem der beiden Stromkreise ist dabei ein Regulierwiderstand in Reihe geschaltet. Der Diathermiestrom wird hierauf geschlossen und seine Stärke so weit erhöht, daß sie in einem der beiden Kreise die gewünschte Höhe erreicht. Jede weitere Steigerung würde hier bereits ein Zuviel bedeuten. Um nun auch in dem zweiten Kreis die nötige Wärme zu erhalten, schaltet

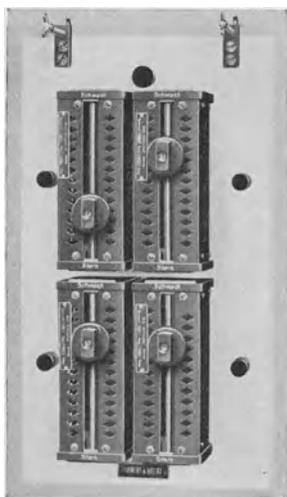


Abb. 39. Stromverteiler  
(Siemens & Halske).

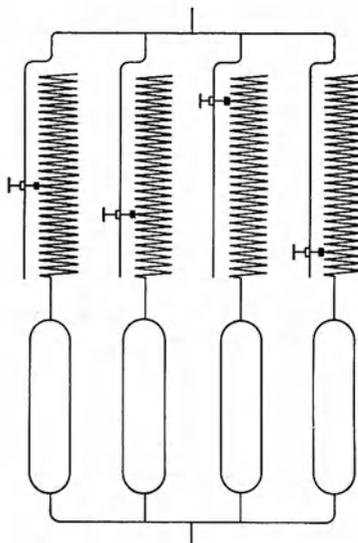


Abb. 40. Schaltbild eines  
Stromverteilers.

man in den ersten Kreis Widerstand ein, wodurch hier der Strom etwas zurückgeht, dafür aber in dem zweiten Kreis steigt. Darauf erhöht man neuerdings den Gesamtstrom und wird bei richtiger Einstellung des Verteilerwiderstandes in jedem Kreis die gewollte Stromstärke erzielen. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird man durch vorsichtiges Verschieben des Widerstandes das Stromgleichgewicht in beiden Kreisen herzustellen suchen. Ein praktischer Versuch wird sehr bald die richtige Anwendung des Verteilers lehren.

Diese Art der Stromverteilung hat aber zwei Nachteile, die nicht verschwiegen werden können. Erstens kennt man nicht die Größe der Teilströme, die durch die beiden Einzelkreise gehen, da das Amperemeter des Apparates nur die Summe dieser Ströme anzeigt. Will man die Größe dieser selbst kennen lernen, dann wären neben den vier Regulierwiderständen noch vier Amperemeter nötig, was die Einrichtung wesentlich verteuern würde.

Ein zweiter Nachteil des Verteilers liegt darin, daß die Einstellung einer bestimmten Stromstärke in einem Kreis nicht vorgenommen werden kann, ohne daß sich die Stromstärke in den anderen Kreisen ändert. Denn will man in dem

einen Zweig den Strom herabsetzen, indem man hier Widerstand vorlegt, so steigt die Stromstärke in den anderen Zweigen und umgekehrt (Kirchhoffsche Regeln). Das sind Übelstände, die sich anfänglich etwas unangenehm bemerkbar machen, die aber andererseits durch die Vorteile, welche der Apparat bietet, wieder überwogen werden.

Für die Verwendung des Verteilers ergeben sich folgende Möglichkeiten: 1. Die gleichzeitige Behandlung von zwei Körperstellen an demselben Kranken. 2. Die gleichzeitige Behandlung von zwei Kranken. 3. Die gleichmäßige Verteilung der Wärme, wenn wir bei der Behandlung eines Kranken einen geteilten Strom anwenden, wie dies z. B. bei der Behandlung einer Ischias nach der auf S. 134 angegebenen Methode geschieht. Hier werden drei Elektroden angelegt, von denen die mittlere an den einen Pol, die untere und obere an den zweiten Pol des Apparats angeschlossen werden (Abb. 89). Es findet also von der mittleren Elektrode aus nach oben und nach unten hin eine Stromteilung statt. Damit wir in beiden Zweigen die Erwärmung nach Wunsch regulieren können, schalten wir in jedem derselben einen Regulierwiderstand ein. Eine analoge Verwendung findet der Stromverteiler bei der allgemeinen Diathermie nach Methode I (s. S. 66).

**Der Alternator von Bucky. Die Kreuzfeuerapparate von Stein und Sehnee.** Um eine möglichst intensive Wärmeentwicklung in der Tiefe einer Gewebsmasse zu erzielen, kann man sich auch einer Technik bedienen, die der Kreuzfeuerbestrahlung in der Röntgen- und Radiumtherapie nachgeahmt ist und die darum als Kreuzfeuerdiathermie oder mit Rücksicht darauf, daß die Erwärmung hierbei vorzüglich im Zentrum eines Körperteiles auftritt, auch als zentrale Diathermie bezeichnet wird. Man führt sie in der Weise aus, daß man durch das zu behandelnde Gebilde zwei Ströme schickt, deren Stromlinien sich in der Tiefe kreuzen. Dadurch wird hier die Erwärmung am stärksten.

Das Nächstliegende wäre es, dieses Ziel in der Weise anzustreben, daß man an den zu behandelnden Körperteil zwei Elektrodenpaare derart anlegt, daß ihre Verbindungslinien senkrecht aufeinander stehen (Abb. 42). Verbindet man dann diese vier Elektroden so mit dem Apparat, daß die einander gegenüberliegenden Platten entgegengesetzte Polarität haben, so könnte man hoffen, daß zwei Teilströme durch den Körper fließen, die sich in der Mitte desselben kreuzen. Leider aber ist dies nicht der Fall. Warum? Da wir vier Elektroden aber nur zwei Pole haben, so läßt es sich in gar keiner Weise vermeiden, daß bei der beschriebenen Anordnung nicht nur zwei gegenüberliegende, sondern auch zwei benachbarte Elektroden entgegengesetzte Polarität besitzen. Der Strom hat dadurch zwei Möglichkeiten, einerseits die, diametral den Körper zu durchsetzen, andererseits auch die, von einer Elektrode zur Nachbarelektrode zu gehen. Da der letztere Weg der kürzere ist und daher den geringeren Widerstand bietet, wird er ihn vorzugsweise wählen und es wird also gerade das Gegenteil von dem zustande kommen, was wir wollten, nämlich eine stärkere Erwärmung der peripheren Teile (Abb. 43).

Schlußfolgerung: Wollen wir die beiden Ströme zwingen, die Körpermasse quer zu durchsetzen, dann brauchen wir entweder zwei Diathermieapparate, die zwei voneinander unabhängige Stromkreise liefern, oder wir müssen, wenn wir uns eines einzigen Apparates bedienen, die Spannung desselben hintereinander, nicht gleichzeitig, an die beiden Elektrodenpaare legen, so daß abwechselnd das

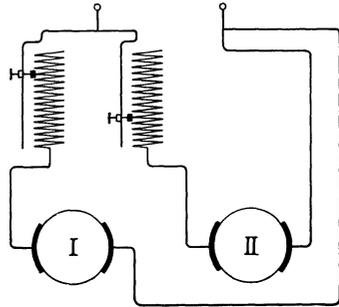


Abb. 41. Verwendung des Stromverteilers bei zwei Behandlungsobjekten.

eine, dann das andere in den Stromkreis eingeschaltet wird. Das bezweckt der Alternator von Bucky (Siemens & Halske, Abb. 44), der Kreuzfeuerapparat von Stein (Gesellschaft Sanitas), sowie derjenige von Schnee (Veifa-Werke).

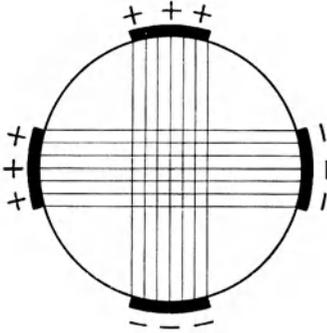


Abb. 42.

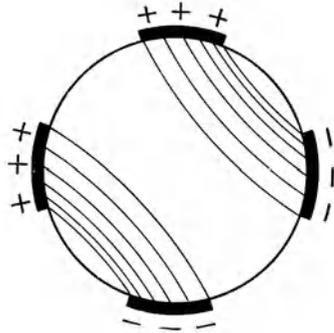


Abb. 43.

Es sind Vorrichtungen, welche den Strom mittels eines kleinen Motors in rascher Folge automatisch von dem einen Elektrodenpaar auf das andere umschalten.

Mit Hilfe dieser Apparate hat man die Möglichkeit, Körperteile in zwei aufeinander senkrechten Richtungen zu durchwärmen, was insbesondere bei der Diathermie der Brust-, der Bauchhöhle oder des Beckens in Betracht kommt. An den Extremitäten kann man zweckmäßigerweise eine Längsdurchwärmung mit einer Querdurchwärmung kombinieren, um so, sagen wir z. B. bei einer Kniebehandlung eine intensive Tiefenwirkung zu erzielen. Man vergesse jedoch dabei niemals, daß bei dieser Art der Technik die stärkste Erwärmung in der Tiefe des Gewebes und nicht wie gewöhnlich in der unter der Elektrode liegenden Haut auftritt, so daß die Temperatur dieser nicht mehr als ein Sicherheitsfaktor gegen etwaige Tiefenschädigungen verwertet werden kann.

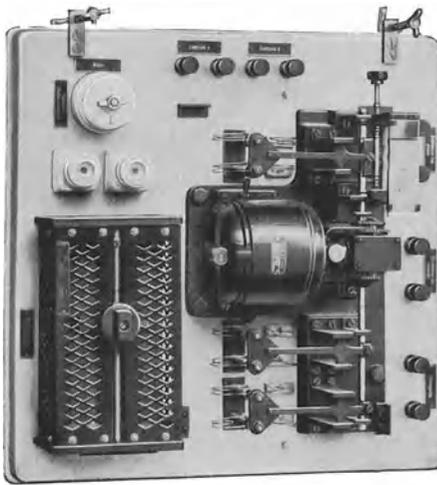


Abb. 44. Alternator von Bucky.  
(Siemens & Halske.)

**Die Temperaturmeßeinrichtung von Siemens & Halske.** Um die in der Tiefe der Gewebe oder im Innern von Körperhöhlen bei der Durchwärmung auftretende Temperatur unmittelbar messen zu können, hat die Firma Siemens & Halske eine Meßeinrichtung konstruiert, die auf dem Prinzip der thermoelektrischen

Erscheinungen beruht. Hat man zwei Drähte aus verschiedenen Metallen, etwa Eisen und Konstantan, und verlötet diese an den freien Enden miteinander derart, daß ein geschlossener Leitungskreis entsteht, so wird in diesem Kreis jedesmal dann ein elektrischer Strom auftreten, wenn die eine Lötstelle eine andere Temperatur aufweist als die andere. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen den Lötstellen, desto stärker der Strom bzw. die ihn erzeugende Spannung. Die Spannung des Stromes, die der Temperaturdifferenz parallel geht, kann man mit Hilfe eines feinen Spannungsmessers (Millivoltmeter) messen.

Abb. 45 zeigt die nach diesem Prinzip konstruierte Meßeinrichtung von Siemens & Halske. Wir sehen rechts ein Millivoltmeter, das derart geeicht ist, daß es direkt in Celsiusgraden die Temperatur der einen Lötstelle abzulesen gestattet. Diese Lötstelle ist als Meßelektrode ausgebildet und hat entweder die Form einer stumpfen Spitze, welche der Haut angedrückt wird, oder die einer spitzen Nadel, um in die Gewebe eingestochen werden zu können. Auch Meßelektroden anderer

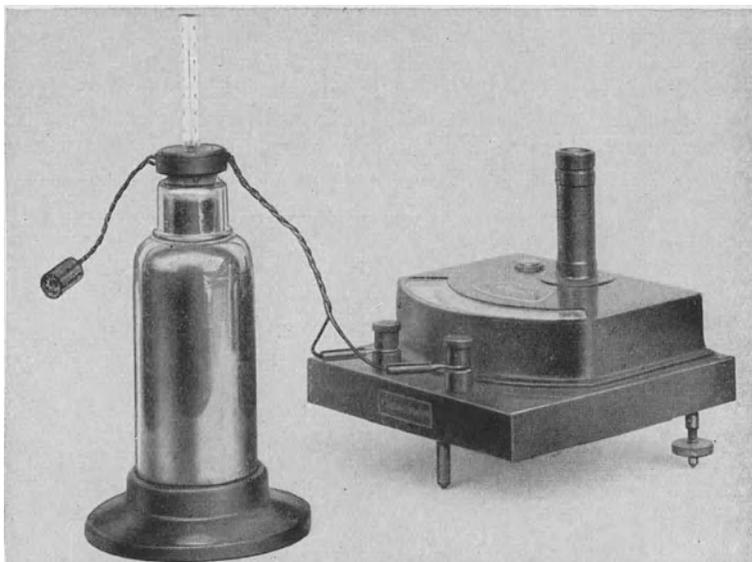


Abb. 45. Temperaturmeßeinrichtung von Siemens & Halske.

Form werden von der Firma hergestellt. (Die Meßelektrode ist auf der Abbildung selbst nicht zu sehen, sie wird mittels eines Kabels an den sichtbaren Stöpselkontakt angeschlossen.) Die zweite Lötstelle des Kreises wird auf einer konstanten Temperatur gehalten und taucht zu diesem Zweck in eine Thermosflasche, welche mit Öl gefüllt ist. Die Temperatur des Öles kann an einem den Stöpsel durchbohrenden Quecksilberthermometer abgelesen werden.

Die elektrische Meßeinrichtung hat für die therapeutische Praxis kaum eine Bedeutung, weil sich das Einstechen von Thermoadeln in Muskeln, Gelenke oder Körperhöhlen von selbst verbietet, wohl aber kann sie für experimentelle Untersuchungen am Tier oder an der Leiche wertvolle Dienste leisten.

#### IV. Die Elektroden.

**Feuchte oder trockene Elektroden?** Ursprünglich verwendete man zur Diathermie sowie zur Galvanisation und Faradisation nur feuchte Elektroden. Man benützte Platten oder Netze aus Metall, die man mit feuchtem Stoff umhüllte oder wenigstens unterlegte, daneben Polster aus natürlichen oder solche aus Gummischwämmen, Mooskissen, die man mit Kochsalzlösung durchtränkte, oder auch Lederbeutel, die mit feinem Bleischrott oder Quecksilber gefüllt waren und die in gleicher Weise angefeuchtet wurden. Zimmern empfahl plastisch knetbare

Elektroden aus Tonerde, Belot schlug eine pneumatische Elektrode vor, ein flaches Luftkissen, das auf einer Seite eine metallische Belegung hat, welche beim Gebrauch noch mit einer mehrfachen Lage feuchten Stoffes unterschichtet wird. Diese und manch andere Elektroden standen in Verwendung. Wir können sie heute alle als unbrauchbar ablehnen.

Man scheute sich lange Zeit, metallisch blanke Elektroden direkt auf die Haut zu legen in der Besorgnis, dadurch eine Verbrennung zu erzeugen. Man hatte dabei stets die „Verbrennungen“ vor Augen, welche bei der Galvanisation durch Benützung nackter Metallplatten entstehen. Nun ist diese Analogie aber ganz und gar unzutreffend. Die Verbrennung, besser gesagt die Verätzung bei der Galvanisation, ist durch Elektrolyse bedingt, durch die Alkalien, die an der Kathode

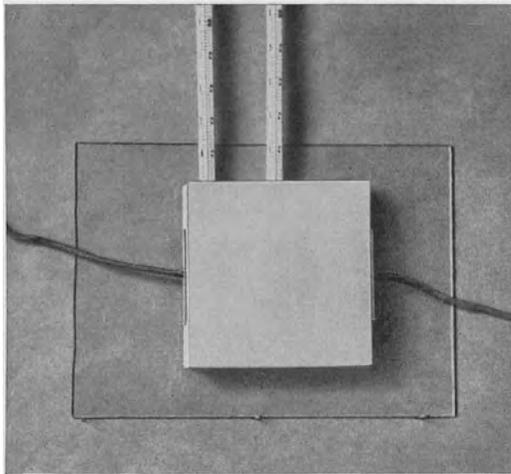


Abb. 46. Durchwärmung eines Tonerdemodells.

durch die Säuren, die an der Anode zur Abscheidung gelangen, und ist natürlich etwas ganz anderes als die Verbrennung, die bei der Diathermie durch übermäßige Erwärmung zustande kommt. Diese ist durch einen thermischen, jene durch einen chemischen Vorgang verursacht. Die Angst vor der Verbrennung beruhte also auf einer falschen Voraussetzung, und es ist darum als ein großer Fortschritt anzusehen, als zuerst von Bergonié und Kowarschik in richtiger Erkenntnis dieser Tatsache metallisch blanke Elektroden für die Diathermie in Vorschlag gebracht wurden. Bergonié empfahl Folien aus Zinn (Stanniol), Kowarschik dünne Platten aus Blei. Die praktische Erfahrung zeigte bald, daß die Verbrennungsgefahr bei diesen Metallelektroden ungleich geringer ist als bei den früher gebräuchlichen feuchten Elektroden.

Wenn die Metallelektrode vielleicht auch nicht ganz die Anpassungsfähigkeit feuchter Stoffelektroden besitzen, so haben sie doch so große Vorzüge, daß sie jeder anderen Elektrodenform überlegen sind. Zunächst ist es die Einfachheit, die Reinlichkeit und die Sauberkeit, welche sie

auszeichnen. Da dieselben Elektroden meist abwechselnd für verschiedene Kranke Verwendung finden, so ist die Möglichkeit einer genauen Reinigung eine dringende Forderung der Hygiene. Im Zusammenhang mit der Einfachheit steht auch die Billigkeit nackter Metallplatten gegenüber anderen Elektrodenformen. Der größte Vorzug der Metallelektroden ist aber ihr gutes Leitvermögen für den elektrischen Strom. Alle feuchten Elektroden haben einen hohen elektrischen Widerstand, einen Widerstand, der fast stets größer ist als der der Haut. Sie erhitzen sich infolgedessen bald so sehr, daß ihre eigene Temperatur die der Haut übersteigt. Sie wirken dann wie ein heißer Umschlag und führen der Haut, die sich an und für sich stark erwärmt, noch von außen Wärme zu. Die Folge davon ist, daß das Hitzegefühl, das der Patient an der Auflagestelle der Elektroden verspürt, bald unerträglich wird und den Arzt zwingt, die Stromstärke zu vermindern.

Ganz anders bei den Metallelektroden. Diese erwärmen sich selbst infolge ihres ausgezeichneten Leitvermögens so gut wie gar nicht. Wenn sie trotzdem warm werden, so geschieht das nur dadurch, daß sie der Haut Wärme entziehen, diese also gleichsam kühlen. Dadurch wird die Gefahr einer Verbrennung aber wesentlich vermindert. Da es in der Praxis fast stets die Erwärmung der Haut ist, welche die Größe der anwendbaren Stromstärke bestimmt, so wird durch eine solche Kühlung gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, größere Stromstärken anzuwenden und so eine ausgiebigere Erwärmung in der Tiefe zu erzielen.

Ich habe seiner Zeit als erster auf die Bedeutung hingewiesen, welche das gute Leitvermögen einfacher Metallelektroden für die Kühlung der Haut und damit für eine gleichmäßige Tiefenwirkung besitzt. Ich konnte dies auch experimentell erweisen. Man kann sich leicht einen homogenen elektrolytischen Leiter erzeugen, wenn man Tonerde (Bolus alba) mit Kochsalzlösung zu einer plastischen Masse anrührt. Preßt man diese Masse dann zwischen zwei Glasscheiben, so bekommt man je nach der Größe der Scheiben und der Dicke der Tonerdschicht prismatische Körper, an die man seitlich kleine Elektroden anlegen kann. Durch dünne Thermometer, welche man an verschiedenen Punkten in die Masse einsenkt, kann man sich über die fortschreitende Erwärmung im Innern derselben unterrichten. Abb. 46 zeigt eine solche Anordnung.

Ich gebe nun im folgenden die Resultate zweier Versuche wieder, welche gemacht wurden, um den Unterschied der Erwärmung bei Verwendung blanker und feuchter Elektroden zu zeigen. Im ersten Fall bestanden die Elektroden aus Bleiplättchen, welche direkt an die Tonerde angedrückt wurden, im zweiten Fall wurden die gleichen Plättchen benützt, doch unterlegt mit einer zehnfachen Schicht von

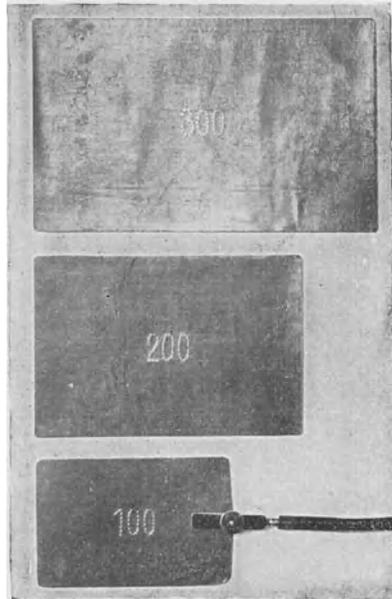


Abb. 47. Bleielektroden von Kowarschik.

Filtrierpapier, das mit gewöhnlichem Wasser angefeuchtet worden war. Im übrigen waren die Bedingungen bei beiden Versuchen ganz die gleichen: Größe der Elektroden  $40 \times 15$  mm, Abstand derselben 80 mm, also das Doppelte der Elektrodenlänge, Stromstärke 0,6 Ampere. Die beiden nachstehenden Tabellen geben die Erwärmung der Masse, in Intervallen von je einer Minute gemessen, einerseits unmittelbar unter der Elektrode, andererseits in der Mitte der Strombahn.

Versuch I:  
Metallelektroden blank.

Versuch II:  
Metallelektroden mit feuchter  
Unterlage.

Zeit in Mi- nuten	Temperatur		Unter- schied	Zeit in Mi- nuten	Temperatur		Unter- schied
	unter der Elektrode	in der Mitte			unter der Elektrode	in der Mitte	
0	22°	22°	0°	0	21°	21°	0°
1	23°	22°	1°	1	25°	21,5°	3,5°
2	24°	23°	1°	2	31,5°	22°	9,5°
3	25°	24°	1°	3	37°	23°	14°
4	26°	24,5°	1,5°	4	41°	24°	17°
5	26,5°	25°	1,5°	5	43°	25,5°	17,6°
6	27°	25,5°	1,5°	6	45°	27°	18°
7	28°	26°	2°	7	46°	28°	18°
8	28,5°	27°	1,5°	8	47°	29°	18°
9	29°	27°	2°	9	48°	30°	18°
10	29,5°	28°	1,5°	10	48,5°	31°	17,5°

Im ersten Versuch ist die Durchwärmung der Masse eine fast gleichmäßige. Im Innern des Leiters ist die Temperatur infolge der Streuung der Stromlinien zwar um ein Geringes niedriger als unter der Elektrode, der Unterschied beträgt aber nie mehr als 1,5–2° C. Im zweiten Versuch dagegen, bei dem feuchte Elektroden verwendet wurden, ist die Differenz bereits nach der ersten Minute 3,5° C und erreicht am Ende des Versuches 17,5° C. Die Ungleichmäßigkeit der Durchwärmung wird durch die Überhitzung der peripheren Zone bedingt. Während die Temperaturen im Innern des Leiters in beiden Fällen nur wenig voneinander abweichen (28° gegen 31° C), sind die Randtemperaturen (29,5° gegen 48° C) um nicht weniger als 18,5° voneinander verschieden. Diese Unterschiede sind in die Augen springend und zeigen zur Genüge die Überlegenheit der blanken Elektroden.

Jeder, der die eminenten Vorzüge der Metallelektroden aus eigener Anschauung kennen lernt, nachdem er sich früher so wie ich selbst mit feuchten Elektroden herumgeplagt hat, wird es darum kaum mehr verständlich finden, daß es heute noch Firmen gibt, welche Elektroden mit Stoffüberzügen empfehlen, oder Ärzte, welche sie verwenden.

Die Bleielektroden von Kowarschik bestehen aus Bleiplatten, welche eine Dicke von 0,5 mm haben (Abb. 47). Ihre Ecken sind abgerundet, weil erfahrungsgemäß an ihnen am häufigsten Stechen oder Brennen auftritt. Als Formate empfehlen sich nachstehende Größen:

Breite	Länge	Flächeninhalt in cm <sup>2</sup>
6	8	50 (genau 48)
6	10	60
8	12	100 (genau 96)
10	15	150
12	17	200 (genau 204)
12	21	250 (genau 252)
14	22	300 (genau 308)
16	25	400
18	28	500 (genau 504)
20	30	600

Diese Elektrodengrößen sind so gewählt, daß ihre Oberfläche in Quadratcentimetern genau oder wenigstens stark angenähert einer runden Zahl entspricht. Der Flächeninhalt kann auf der Platte mittels durchstochener Zahlen vermerkt werden. Dadurch wird es möglich, sich mit dem Hilfspersonal in rascher und unzweideutiger Weise darüber zu verständigen, welche Elektroden in einem gegebenen Fall zur Anwendung kommen sollen. Es ist zweckmäßig, wenn man namentlich von den kleineren Größen je zwei oder vier Stück vorrätig hält. Diese Elektroden werden in dem angegebenen Format von allen Firmen geliefert, man kann sich dieselben aber auch selbst aus einer für diesen Zweck vorrätig gehaltenen Bleifolie ausschneiden.

Die Bleiplatten lassen sich leicht mit Wasser und Seife reinigen, was nach jeder Verwendung geschehen soll. Wenn nötig, können sie

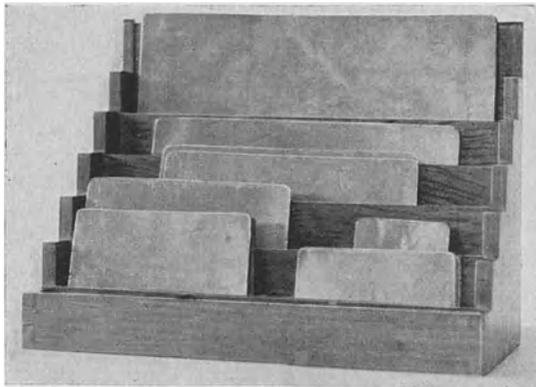


Abb. 48. Ständer für Bleielektroden.

auch ausgekocht werden. Sind sie verbogen oder verknittert, so werden sie mit einem Lineal, einer Holzrolle oder einer Rolle, wie man sie zur Faradisation verwendet und die man ihres Stoffüberzuges entkleidet hat, geglättet. Zur Aufbewahrung dient am besten ein mehrfächeriger Ständer, in welchem die Elektroden der Größe nach geordnet werden (Abb. 48)

Christen hat gegen die Anwendung der Bleielektroden das Bedenken erhoben, daß möglicherweise durch Iontophorese Bleiionen in die Blutbahn gelangen und zu einer Bleivergiftung Veranlassung geben könnten. Auch Bucky hält die Bleielektroden wegen ihrer Giftigkeit für nicht ungefährlich und empfiehlt daher, dieselben in jedem Fall mit einer weniger giftigen Stanniolfolie zu unterlegen. Gegen die Ausführungen von Bucky und Christen wäre einzuwenden, daß eine Iontophorese durch den Diathermiestrom bisher durch nichts erwiesen ist. Doch angenommen, sie wäre trotzdem vorhanden, so könnte sie nie eine so weitgehende sein, daß dadurch Bleiionen in die Blutbahn eingebracht werden. Denn wir wissen, daß die Ionen des Bleies wie die der meisten Schwermetalle mit den Eiweißstoffen der Epidermis chemische Verbindungen eingehen und daß sie infolgedessen die Haut in schwerster Weise schädigen, ehe sie noch bis zur Kapillarschicht vorgedrungen sind. Man versuche nur einmal die Iontophorese mit Bleielektroden und dem galvanischen Strom, um sich davon zu überzeugen. Der Erfolg wird eine

schwere Hautverätzung, aber keine Bleivergiftung sein. Ich habe, trotzdem ich seit mehr als 10 Jahren Bleielektroden verwende, bei meinen Patienten nie die geringste Hautschädigung gesehen. Ich habe ebensowenig irgendwelche andere Symptome wahrnehmen können, die als Bleivergiftung hätten gedeutet werden können. Die Befürchtungen Buckys und Christens sind daher weder theoretisch noch praktisch in irgendeiner Weise begründet.

Zum Anschluß der Elektroden an den Diathermieapparat benützt man Kabel, die genügend stark isoliert sein müssen, um einen Funkenübergang bei einer Berührung auszuschließen. Diese Kabel tragen an dem einen Ende eine Klemme, welche die Elektrodenplatten zangenartig faßt. Ich benütze seit Jahren die in Abb. 49 wiedergegebene Klemme. Ihre Branchen tragen an der Innenseite ein Gebiß gleich den bekannten Gefäßklemmen, so daß ein zufälliges Abgleiten von der Elektrode ganz ausgeschlossen ist. Darauf aber ist das allergrößte Gewicht zu legen. Denn in keiner anderen Weise entstehen so leicht Verbrennungen als dadurch, daß durch einen zufälligen Zug am Kabel

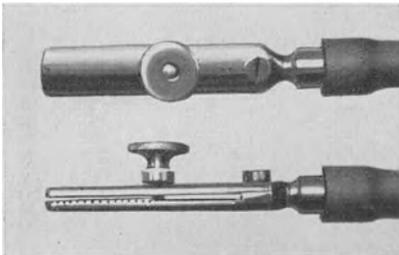


Abb. 49. Elektrodenklemme von Kowarschik.

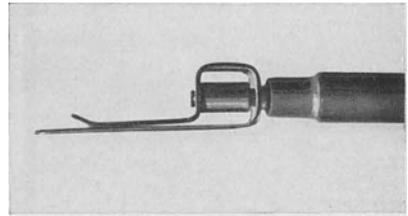


Abb. 50. Beispiel einer unzureichenden und gefährlichen Elektrodenklemme.

oder durch irgendeine Bewegung des Patienten die Elektrodenklemme während des Stromdurchganges sich von der Platte löst und mit der Haut in Berührung bleibt. Wir werden darüber noch eingehender in dem Absatz „Verbrennungen durch Diathermie“ sprechen (s. S. 72). Es sind daher Klemmen, wie sie von manchen Firmen (noch dazu unter meinem Namen!) verkauft werden, welche die Platte bloß durch Federdruck fassen und sich durch den leichtesten Zug am Kabel von der Elektrode lösen, äußerst gefährlich. Abb. 50 zeigt als Beispiel eine solche unbrauchbare Klemme.

**Die Stanniolelektroden von Bergonié.** Bergonié empfahl als Elektroden 0,1—0,2 mm dicke Lamellen aus Stanniol (Zinn), welche ohne Zwischenschaltung eines feuchten Mediums direkt der Haut aufgelegt werden. Diese Elektroden haben den Vorteil, daß sie sich der Oberfläche ausgezeichnet anpassen lassen, auch dort, wo das Relief derselben ein ungleichmäßiges ist. Die Haut wird mit Seifenspiritrus oder warmem Wasser angefeuchtet und die Zinnlamelle unter entsprechender Faltung gleichsam aufgeklebt. Stanniolelektroden werden also überall dort am Platze sein, wo die stärkeren Bleiplatten nicht mehr die genügende Anpassungsfähigkeit besitzen, die für einen gleichmäßigen schmerzlosen Stromübergang unbedingt erforderlich ist.

Auch für die Stanniolektroden können die oben beschriebenen Elektrodenklemmen, wenn sie gut fassen, benützt werden. Um sich gegen ein mögliches Ausreißen der Stanniolfolien zu schützen, empfehle ich, nicht nur die Elektroden samt der Klemme, sondern auch einen Teil des Kabels mit in den Verband einzuschließen. Hat man keine gut sitzenden Klemmen, dann kann man sich auch einer sog. Hilfselektrode bedienen, ein kleines dünnes Metallplättchen, welches an ein Kabel angelötet ist und das einfach auf die Stanniolektrode aufgelegt wird, was genügt, um den Strom auf diese überzuleiten. Um das gute Anliegen der Stanniolektroden zu sichern, kann man sie noch mit einer Schichte aus Watte, aus ganz weichem, feinem Filz oder auch einem Gummischwamm bedecken, welche mit in den Verband eingeschlossen werden und so einen gleichmäßigen Druck auf die Folie ausüben.

Die Notwendigkeit eines exakten Verbandes ist ein

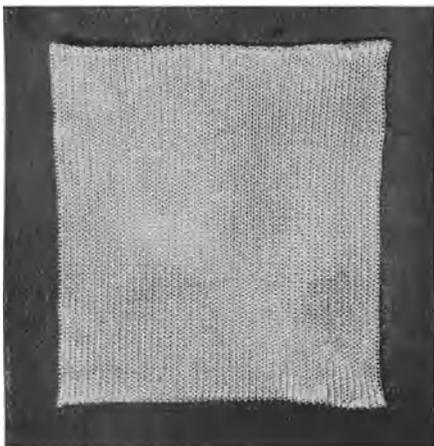


Abb. 51. Metallnetzelektrode.



Abb. 52. Vakuumelektroden.

zweifelloser Nachteil der Stanniolektroden im Vergleich zu den Bleielektroden, die sich mit wenigen Bindentouren oder durch Auflegen eines Sandsackes oft schon hinreichend fixieren lassen. Dazu kommt, daß die Stanniolblätter leicht zerreißen und dann durch neue ersetzt werden müssen, was für die Kosten des Betriebes nicht unwesentlich ist. Für manche Zwecke sind aber die Stanniolektroden kaum durch andere zu ersetzen. Ich halte es in der Regel so, daß ich für alle gewöhnlichen Fälle, insbesondere dort, wo große Elektroden notwendig sind, mich der Bleiplatten bediene und die Zinnelektroden für die Durchwärmung jener Körperteile reserviere, an denen sich Bleielektroden, wie z. B. an der Schulterwölbung, den Zehen usw. nicht gut anlegen lassen.

**Metallnetzelektroden.** Neuerdings wurden, zuerst von amerikanischer Seite Metallnetzelektroden empfohlen, die aus einem feinsten Kettchengewebe bestehen (Abb. 51). Als Material für dieselben dient meist eine Silberlegierung (Alpaka). Sie besitzen eine außerordentliche Anpassungsfähigkeit und sind deshalb für manche Zwecke recht gut

geeignet (s. S. 167). Ein Nachteil ist nur ihr verhältnismäßig hoher Preis und ihre leichte Zerreißbarkeit. Auch ist die Frage, wie man sie zweckmäßig mit einem Kabel verbindet, ohne das Gewebe zu schädigen, noch nicht völlig gelöst.

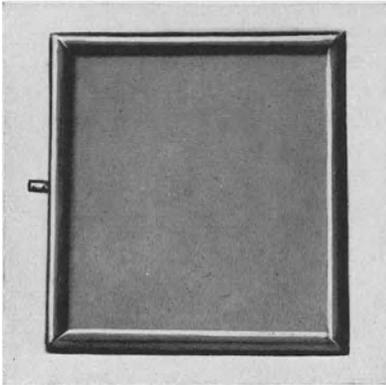


Abb. 53. Kondensatorelektrode.

zweiten Pol des Apparates anschließt. Streicht man mit einer Vakuumelektrode über die Haut, so kommt es zu einem leichten, jedoch ganz ungefährlichen Funkenübergang, wobei der Behandelte gleichzeitig ein mäßiges Wärmegefühl hat.

Auch eine andere seit alters her bekannte Elektrodenform, die Kondensatorelektrode (s. Kondensatorbett S. 68) kann zur Diathermie-Verwendung finden. So benütze ich öfters eine in einem Holzrahmen eingeschlossene und von einer Glasscheibe gedeckte Bleiplatte (Abb. 53), auf die sich der Patient, und zwar bekleidet (!), setzt. Legt man nun z. B. am Unterschenkel eine Bleiplatte in der gewöhnlichen Weise an und verbindet beide Elektroden mit einem Diathermieapparat, so fließt ein Strom der Länge

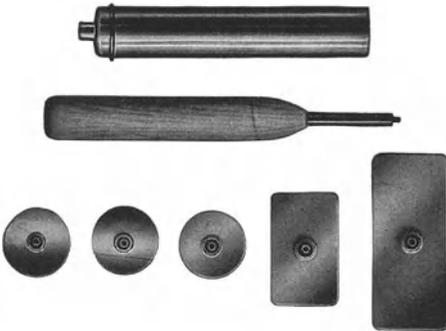


Abb. 54. Starre Metallelektroden mit Hälter.

nach durch das Bein. Die Kondensatorsitzelektrode (Kondensatorstuhl) ersetzt also öfters eine indifferente Elektrode in bequemer Weise, weil man dabei das Auskleiden des Patienten erspart.

**Elektroden anderer Art.** Mit den Blei- und Stanniolektroden wird man in den meisten Fällen sein Auslangen finden. Für die Durchwärmung kleinster, 4 cm<sup>2</sup> nicht überschreitender Flächen kann man auch starre runde oder eckige Metallplatten verwenden, die dann an einem Elektrodenhalter von dem Arzt oder Patienten selbst gehalten werden (Abb. 54).

**Vakuum- und Kondensatorelektroden.** Eine Elektrodenform, wie sie schon lange in der Hochfrequenztherapie (Arsonvalisation) Verwendung findet, sind die Vakuumelektroden (Abb. 52). Sie sind im Grund nichts anderes als Geißleröhren verschiedener Form, die an einem isolierenden Handgriff aus Hartgummi befestigt werden. Man kann sie auch in Verbindung mit einem Diathermieapparat verwenden, wenn man den Patienten gleichzeitig mit Hilfe einer Bleiplatte oder einer Handelektrode an den

Zur Behandlung der weiblichen Geschlechtsorgane, der Harnröhre, Prostata u. dgl., sowie für chirurgische Zwecke sind Elektroden besonderer Form nötig, welche wir im therapeutischen Teil bei Besprechung der betreffenden Erkrankungen näher beschreiben wollen. Wie auf jedem anderen Gebiet der Elektrotherapie hat man auch für die Diathermie eine große Zahl höchst überflüssiger Elektroden konstruiert, da es von jeher der Ehrgeiz vieler Autoren war, neue Elektroden zu erfinden und sie mit ihrem Namen zu belegen. Die Abbildungen solcher Elektroden schmücken die Preislisten der verschiedenen Firmen. Je größer die Geschicklichkeit des Therapeuten, desto weniger Elektrodenformen, desto weniger Hilfsapparate wird er benötigen. Eine kleine Modifikation der vorhandenen Mittel, ein kleiner selbst gefertigter Behelf wird in vielen Fällen die dienste kostspieliger und umständlicher Instrumentarien ersetzen. Wie anderswo gilt auch hier der Grundsatz: In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister.

### Dritter Teil.

## Die Technik der Diathermie.

### Einleitung.

Die Widerstandswärme der Hochfrequenzströme kann therapeutisch in zweifacher Weise verwertet werden, entweder zur Durchwärmung des Körpers oder einzelner seiner Teile im Sinne einer Wärmebehandlung, wir sprechen dann von medizinischer Diathermie, oder aber um pathologische Gebilde durch die bis zur Verbrennung gesteigerte Hitze zu zerstören, wie dies die chirurgische Diathermie anstrebt.

**1. Medizinische Diathermie.** Als solche hat die Diathermie die Absicht, den Körpergeweben einen gewissen Wärmeüberschuß zuzuführen, um auf ihren Stoffwechsel anregend zu wirken, ihre Reaktion gegen krankhafte Vorgänge zu steigern und so die Heilung zu fördern. Soll die Diathermie diese Aufgabe erfüllen, dann darf die Wärmezufuhr natürlich nicht jene Grenze überschreiten, bei der die Schädigung der tierischen Zelle beginnt.

Man kann mittels der Diathermie einzelne Organe oder Körperteile behandeln, wir sprechen dann von einer örtlichen oder lokalen Diathermie, man kann mit ihr aber auch den Körper als Ganzes derart durchwärmen, daß es zu einer allgemeinen Temperaturerhöhung ohne merkliche lokale Übererwärmung an jenen Stellen, wo die Elektroden aufliegen, kommt. Das ist das Ziel der allgemeinen Diathermie.

**2. Chirurgische Diathermie.** Im Gegensatz zur konservativen medizinischen Diathermie geht die chirurgische Diathermie darauf aus, die Gewebe zu zerstören, sie durch Hitze zur Koagulationsnekrose zu bringen. Ihre Wirksamkeit beginnt also jenseits der Temperaturgrenze, die von der medizinischen Diathermie niemals erreicht werden darf. Die Technik der chirurgischen Diathermie, die sich von derjenigen der medizinischen Diathermie wesentlich unterscheidet, wird im Zusammenhang mit ihren

Indikationen in einem eigenen Absatz am Schluß des Buches behandelt werden. Hier soll uns nur die örtliche und die allgemeine Diathermie als Wärmetherapie beschäftigen.

Die im folgenden gegebenen Ratschläge für das Anlegen und Befestigen der Elektroden, für die Lokalisierung und Dosierung des Diathermiestromes können natürlich nur einige der wichtigsten Richtlinien darstellen. Erlernen kann man die Technik der Diathermie niemals aus einem Buch, auch wenn dieses noch so ausführlich wäre, das ist nur durch persönlichen praktischen Unterricht möglich.

Die vollkommene Beherrschung der Technik ist allerdings die unerlässliche Voraussetzung für jeden Erfolg und es ist daher die Pflicht eines jeden, der daran gehen will, mit Diathermie zu behandeln, sich erst über die Technik des Verfahrens eingehend zu unterrichten. Es ist kein Zweifel, daß ein großer Teil der Mißerfolge nur auf die technische Unkenntnis des behandelnden Arztes zurückzuführen ist. Aber es ist auch gar kein Zweifel, und das ist noch weit schlimmer, daß fast alle Verbrennungen und sonstigen Schäden, welche durch die Diathermie erzeugt werden, ganz der gleichen Ursache entspringen.

## I. Die örtliche Diathermie.

### Das Anlegen, Befestigen der Elektroden u. a.

**Das Anlegen der Elektroden.** Die Elektroden sollen der Haut so genau als möglich angepaßt werden, damit der Stromübergang an allen Teilen ihrer Oberfläche ein gleichmäßiger sei. Liegt die Elektrode der Haut nicht gut auf, befindet sich zwischen ihr und der Haut an irgendeiner Stelle eine dünne Luftschicht, dann wird hier der Strom nicht kontinuierlich, sondern in Form kleinster Fünkchen übergehen, die das Gefühl des Stechens oder Brennens erzeugen. Es muß also unsere ganze Sorge darauf gerichtet sein, solche Luftzwischenräume, die gleichsam eine sekundäre Funkenstrecke darstellen, zu vermeiden. Man kann den Kontakt zwischen Elektrode und Haut dadurch verbessern, daß man die Haut mit warmem Wasser oder Seifenspirituss anfeuchtet. In Amerika verwendet man auch Seifenschäum, den man auf die Haut aufträgt und in den man die Elektrode einbettet. Auf ein gutes Anfeuchten wird man besonders dort achten, wo die Haut behaart ist, weil die Haare als Nichtleiter den unmittelbaren Kontakt zwischen Haut und Elektrode verhindern. Es ist nicht Bedingung, daß es gerade eine leitende Substanz ist, welche die Bindung zwischen Haut und Elektrode herstellt. Ich habe mich überzeugt, daß man dazu ebensogut ein nichtleitendes Mittel wie Vaseline oder Öl verwenden kann, ohne den Übergangswiderstand dadurch merklich zu erhöhen (s. S. 84).

Je kleiner die Elektrodenoberfläche, um so genauer muß für eine gute Adaptierung gesorgt werden. Bei großen Elektroden wird es nicht viel ausmachen, wenn die eine oder andere Stelle nicht gut anliegt. Ist die kontaktgebende Fläche nur genügend groß, so wird trotzdem kein unangenehmes Gefühl wahrnehmbar werden.

So wie durch eine unvollkommene Anpassung kann andererseits auch dadurch, daß eine Elektrode irgendwo zu stark gegen die Haut drückt, das Gefühl von Brennen erzeugt werden. Es kommt an dieser Stelle dann zu einer übermäßigen Konzentration der Stromlinien und dadurch zu einer Überhitzung. Besondere Sorgfalt ist diesbezüglich den Elektrodenecken und Elektrodenkanten zuzuwenden, worauf wir noch später bei Besprechung der sog. Kantenwirkung zurückkommen werden.

Ob eine Elektrode gut anliegt oder nicht, läßt sich in der Regel erst dann entscheiden, wenn der Strom eingeschaltet ist. Gibt der Patient an einer umschriebenen Stelle ein Prickeln oder Stechen an und vermutet man ein unvollkommenes Anliegen der Elektrode, so läßt sich dieser Fehler häufig durch einen Druck mit der flachen Hand beheben und das brennende Gefühl zum Schwinden bringen. Ist das nicht der Fall, dann muß die Elektrode abgenommen und von neuem angelegt werden.

Man vermeide es, die Elektroden an einer Stelle aufzulegen, wo sich unmittelbar unter der Haut Knochen befindet wie über der Knie-scheibe, der Schienbeinkante, dem Schlüsselbein. Der Knochen bietet dem Strom einen so hohen Widerstand, daß es an solchen Stellen sehr bald zu einem unangenehmen Brennen kommt.

**Das Befestigen der Elektroden.** Die Elektroden bleiben in der Regel während der ganzen Zeit der Behandlung an der gleichen Stelle liegen. Um sich einerseits das Halten der Elektroden zu ersparen und andererseits ein zufälliges Abheben oder Abgleiten derselben während der Durchwärmung zu verhindern, ist es zweckmäßig, sie an dem betreffenden Körperteil anzubinden. Am geeignetsten für diesen Zweck sind Binden aus Trikot- oder Gummigewebe. Bei dem Anlegen der Binden ist darauf zu achten, daß nicht nur die ganze Elektrodenplatte, sondern auch die Elektrodenklemme mit in den Verband eingeschlossen wird, damit sie der Haut gut anliegt<sup>1)</sup>. Denn gerade an der Stelle, wo die Elektrode mit der Klemme verbunden ist, kommt es erfahrungsgemäß infolge ungenügenden Kontaktes zu einem unangenehmen Gefühl von Brennen. Bei Benützung von Bleiplatten wird es in vielen Fällen genügen, wenn der Kranke sich auf die Elektrode setzt oder legt, in anderen wieder wird das Auflegen eines Sandsackes diese in ihrer Lage erhalten. Besondere Federn oder Klammern, wie man sie zum Halten der Elektroden konstruiert hat, sind durchaus überflüssig.

Das Verschieben der Elektroden während der Behandlung, das mit den früher gebräuchlichen Elektroden vielfach geübt wurde, ist mit den nackten Metallelektroden nicht gut ausführbar, weil diese auf der Haut nicht genügend gleiten und es bei ihrem Verschieben leicht zu einem Funkenübergang kommt. Diese Technik wird daher heute kaum mehr angewendet. Will man größere Muskelpartien erwärmen, so kann es bisweilen empfehlenswert sein, die aktive Elektrode unter kurzem Ausschalten des Stromes etappenweise zu verlagern.

<sup>1)</sup> Wenn in den später folgenden Abbildungen die Elektroden am Körper nur durch ein oder zwei Bindentouren gehalten erscheinen, so hat dies einen rein didaktischen Grund. Es würde sonst unmöglich sein, die richtige Lage und Form der Elektroden zu erkennen.

**Das Ein- und Ausschalten des Stromes.** Bevor man den Strom einschaltet, überzeuge man sich durch einen Blick auf die Reguliervorrichtung, ob diese auf „Schwach“ steht. Es könnte bei der letzten Behandlung vergessen worden sein, den Regulierhebel zurückzustellen, es könnte auch jemand denselben ohne Wissen des Arztes auf „Stark“ eingestellt haben. Würde man nun in Unkenntnis dessen den Primärkreis schließen, so wäre es möglich, daß plötzlich durch den Patienten ein Strom von einer Stärke geht, der imstande ist, in wenigen Augenblicken Schaden anzurichten. Ein solcher Zufall ist bei jenen Apparaten ausgeschlossen, bei denen der Schalter des Primärkreises mit dem Regulierhebel derart verbunden ist, daß ein Ausschalten des Stromes unmöglich wird, bevor man die Reguliervorrichtung zurückgestellt hat (s. S. 35).

Es gilt als Regel bei der Diathermie, den Strom erst dann einzuschalten, wenn die Elektroden aufliegen, andererseits die Elektroden nur dann abzuheben, wenn der Strom bereits ausgeschaltet ist. Beobachtet man diese Vorschrift nicht und hebt die Elektroden während des Stromdurchganges ab oder setzt sie erst auf, wenn sie schon unter Spannung stehen, dann kommt es in der Regel zu einer Verbrennung (s. S. 72).

Der Strom darf nach dem Einschalten nie rasch und unvermittelt, sondern nur ganz langsam auf die gewünschte Höhe gebracht werden, wobei man seinen Anstieg an der Bewegung des Amperemeterzeigers verfolgt. Nur so kann man einen etwaigen Defekt im Stromkreis oder ein unvollkommenes Anliegen der Elektroden erkennen, ehe daraus ein weiterer Schaden erwächst. Es ist auch unbedingt notwendig, den Kranken rechtzeitig darüber aufzuklären, daß er bei der Behandlung nichts anderes als eine angenehme Wärme empfinden dürfe und daß er jedes unangenehme Gefühl von Prickeln, Stechen oder Brennen sowie jede übermäßige Hitzeempfindung dem Arzt sofort mitzuteilen habe. Sagt man das dem Patienten nicht, so wird er diese unangenehmen Sensationen vielleicht mit in Kauf nehmen in dem Glauben, daß sie zu den unvermeidlichen Beigaben einer elektrischen Behandlung gehören, und sich möglicherweise ohne Widerspruch eine Verbrennung zufügen lassen.

Folgt der Zeiger des Amperemeters nicht alsbald der Bewegung des Regulierhebels, dann ist der Patientenstromkreis meist an irgendeiner Stelle unterbrochen und man wird gut tun, sofort wieder auszuschalten und nach der Ursache dieses Verhaltens zu forschen, wenn man nicht durch einen plötzlich auftretenden Funkenübergang an irgendeiner Stelle des Kreises überrascht werden will. Die Unterbrechung hat am häufigsten darin ihren Grund, daß man vergessen hat, ein oder auch beide Kabel an den Apparat anzuschließen, oder daß eine Elektrodenklemme sich gelöst oder daß ein Kabel gebrochen ist. Im Gegensatz zum Einschalten kann das Ausschalten des Stromes jederzeit auch plötzlich erfolgen, ohne daß der Patient dabei irgendein unangenehmes Gefühl oder einen elektrischen Schlag verspüren würde, wie das z. B. beim plötzlichen Ausschalten eines galvanischen Stromes der Fall ist.

## Die Lokalisierung der Wärme.

**Allgemeines.** Es ist eine Grundbedingung, die Elektroden so anzu-  
legen, daß der Körperteil, welcher erwärmt werden soll, in den Weg  
der Stromlinien fällt. Das erscheint ziemlich selbstverständlich und  
keiner besonderen Betonung wert, denn ein Gewebe, das vom Strom  
nicht durchflossen wird, kann auch nicht erwärmt werden. Wenn ich  
trotzdem diesen Satz an die Spitze der folgenden Ausführungen stelle  
und noch besonders unterstreiche, so geschieht es deshalb, weil die  
Erfahrung lehrt, daß gegen diese so selbstverständliche Forderung  
immer wieder und in geradezu unglaublicher Weise gefehlt wird. Wollen  
wir wissen, wie der Strom im Körperinnern fließt, dann müssen wir  
uns vor Augen halten, daß er stets den kürzesten gangbaren Weg von  
einer Elektrode zur anderen nimmt, d. h. denjenigen, welcher ihm den  
geringsten Widerstand bietet. Der Strom ist, wenn ich mich so aus-  
drücken darf, außerordentlich faul, er wählt daher stets den bequemsten  
Weg, er ist aber ebenso schlau und weiß diesen Weg unfehlbar zu finden.  
Da der Widerstand eines Leiters mit der Länge desselben wächst, so  
ist in einem homogenen Leiter der Weg des geringsten Widerstandes  
identisch mit der geradlinigen Verbindung von Elektrode zu Elektrode.  
Etwas verwickelter gestalten sich die Verhältnisse, wenn wir einen  
inhomogenen Leiter vor uns haben, einen solchen, der sich aus Wider-  
ständen verschiedener Art zusammensetzt wie der menschliche Körper.  
Die dadurch bedingten Komplikationen des Stromverlaufes werden  
wir später besprechen, vorerst aber wollen wir uns die Grundgesetze  
des Stromverlaufes in einem homogenen Leiter klar machen.

Um uns den Verlauf des elektrischen Stromes graphisch zu veran-  
schaulichen, bedienen wir uns der Stromlinien, welche beide Elektroden  
miteinander verbinden. Sie geben uns gleichzeitig ein Maß für die  
Erwärmung, denn je gedrängter sie verlaufen, desto stärker wird die  
Erwärmung sein und umgekehrt.

Die fortschreitende Erwärmung eines Leiters durch Diathermie können wir  
uns auch experimentell mit Hilfe sog. thermoskopischer Substanzen sichtbar  
machen. Es sind das chemische Verbindungen wie z. B. die beiden Quecksilber-  
doppelsalze Jodkupfer-Jodquecksilber ( $\text{Cu}_2\text{J}_2 + 2\text{HgJ}_2$ ) und Jodsilber-Jodqueck-  
silber ( $2\text{AgJ} + 2\text{HgJ}$ ), welche die Eigenschaft haben, bei ihrer Erwärmung die  
Farbe zu verändern. Das erste der beiden Salze ist rot und wird bei einer Tempe-  
ratur von etwa  $70^\circ\text{C}$  schwarz, das zweite Salz hat eine gelbe Farbe, die bei etwa  
 $50^\circ\text{C}$  in ein Orangerot umschlägt. Bucky machte den Vorschlag, 4 Teile Agar-  
Agar in 100 Teilen heißem Wasser zu lösen und dieser Lösung je 1% Glycerin  
und 1% Jodsilber-Jodquecksilber zuzusetzen. Nach dem Erkalten lassen sich  
aus der erstarrten Masse würfelförmige oder andersgestaltete Körper heraus-  
schneiden, die man mit Hilfe kleiner angelegter Elektroden durchwärmen kann.  
Man macht aber dabei die unangenehme Beobachtung, daß das Versuchsobjekt bei  
einer Temperatur, die kaum um  $10^\circ$  höher ist als die der Verfärbungstemperatur  
des Quecksilbersalzes, sich auflöst und zerrinnt, womit der Versuch natürlich sein  
Ende erreicht hat. Ich habe daher zur Durchwärmung eine plastische Masse benützt,  
die ich mir aus Tonerde und Wasser, in welchem das Quecksilbersalz emulgiert  
war, herstellte. Diese Masse ist gleichfalls gelb, zeigt denselben Farbenumschlag  
bei der Erwärmung, verändert aber ihre Konsistenz auch bei höherer Temperatur  
nicht. Um ihr eine bestimmte Form zu geben, habe ich sie zwischen zwei Glas-  
platten gepreßt, wie dies bereits auf S. 44 beschrieben und abgebildet wurde.  
Diese Anordnung hat gleichzeitig den Vorteil, daß man auf der Glasplatte mit

einem Hautstift die von Minute zu Minute fortschreitende Verfärbung mit einer Linie umgrenzen kann.

**Stromverlauf bei gleichgroßen, parallel gegenüberstehenden Elektroden.** Am einfachsten liegt die Sache, wenn wir den zu behandelnden Körperteil zwischen zwei gleichgroße Elektroden fassen können, und zwar so, daß diese einander direkt und flächenparallel gegenüberstehen. Würde der Leitungsweg überall denselben Querschnitt haben wie die Elektroden, ein Fall, der in der therapeutischen Praxis nicht vorkommt, dann müßten die Stromlinien vollkommen parallel zueinander verlaufen, die Erwärmung müßte infolgedessen überall die gleiche sein (Abb. 55). Für gewöhnlich ist der Querschnitt des Leiters größer als die Oberfläche der Elektroden. Dadurch kommt es auf dem Stromweg zu einem Auseinanderweichen, zu einer Streuung der Stromlinien (Abb. 56). Diese verlaufen unmittelbar unter den Elektroden enger beisammen als auf der Mitte der Bahn. Die Erwärmung ist daher auch unter den Elektroden eine größere.

Die Streuung ist um so stärker, je weiter der Abstand der Elektroden bei gegebener Größe derselben ist oder auch, je kleiner die Elektroden



Abb. 55.



Abb. 56.

Gleich große, parallel gegenüberstehende Elektroden.

bei einem gegebenen Abstand sind. Ist der Abstand im Verhältnis zur Elektrodengröße sehr bedeutend, dann wird die Erwärmung häufig nur mehr unter den Elektroden selbst zum Ausdruck kommen, während sie auf der übrigen Strombahn kaum nachweisbar ist. Umgekehrt wird die Erwärmung um so homogener, um so gleichmäßiger sein, je kleiner der Abstand der Elektroden im Verhältnis zu ihrer Oberfläche ist.

Drei Beispiele aus einer von mir ausgeführten Versuchsreihe mögen das bestätigen. Als Durchwärmungsobjekt diente wieder feuchte Tonerde (s. S. 45). Die Elektrodengröße ( $80 \times 55$  mm) und die Stromstärke (600 Milliampere) waren in allen drei Versuchen gleich. Verschieden war nur der Abstand der Elektroden, der im ersten Fall 40 mm, im zweiten Fall 80 mm und im dritten Fall 120 mm betrug. Dementsprechend war auch die Streuung der Stromlinien eine verschiedene, wie sich aus dem Unterschied der Temperaturen einerseits unter der Elektrode und andererseits in der Mitte des Leiters ergibt. Während im ersten Versuch der Unterschied durchschnittlich  $1^{\circ}$  C beträgt, bewegt er sich im zweiten zwischen 2,5—3,0 und erreicht im dritten die Höhe von 3,5—4,0. Das Ergebnis der Messungen s. S. 57.

Daraus ergibt sich für die Diathermie die Regel, daß man, um eine möglichst gleichmäßige Tiefenwirkung zu erzielen, die Elektroden um so größer wählen muß, je weiter sie voneinander abstehen. Die Streuung kann praktisch nur dort vernachlässigt werden, wo unter der Annahme quadratischer oder kreisrunder Elektroden die Entfernung derselben voneinander das  $1\frac{1}{2}$ fache ihres Flächendurchmessers nicht überschreitet.

Versuch I:  
Elektrodenabstand  
4 cm.

Zeit	Temperatur		Unter- schied
	unter d. Elek- trode	in der Mitte	
0	21°	21°	0°
1	23°	22°	1°
2	25°	24°	1°
3	26,5°	25,5°	1°
4	28°	26,5°	1,5°
5	29°	28°	1°
6	30°	29°	1°
7	31,5°	30,5°	1°
8	32°	31°	1°
9	34°	33°	1°
10	34°	33°	1°
11	35°	34°	1°
12	36°	35°	1°
13	36,5°	35,5°	1°
14	37°	36°	1°
15	37,5°	36,5°	1°

Versuch II:  
Elektrodenabstand  
8 cm.

Zeit	Temperatur		
	unter d. Elek- trode	in der Mitte	Unter- schied
0	20°	20°	0°
1	22°	21°	1°
2	23,5°	22°	1,5°
3	25°	23°	2°
4	26°	23,5°	2,5°
5	27°	24°	3°
6	27,5°	25°	2,5°
7	28,5°	26,5°	2,5°
8	29°	26,5°	2°
9	30°	27°	3°
10	30,5°	28°	2,5°
11	31°	28°	3°
12	31,5°	29°	2,5°
13	32°	29,5°	2,5°
14	33°	30°	3°
15	33°	31,5°	2,5°

Versuch III:  
Elektrodenabstand  
12 cm.

Zeit	Temperatur		
	unter d. Elek- trode	in der Mitte	Unter- schied
0	19°	19°	0°
1	21°	20°	1°
2	22,5°	21°	1,5°
3	24°	21,5°	2,5°
4	25°	22°	3°
5	26°	23°	3°
6	27°	24°	3°
7	28°	24°	4°
8	28,5°	25°	3,5°
9	29,5°	25,5°	4°
10	30°	26°	4°
11	31°	27°	4°
12	31°	28°	3°
13	32°	28°	4°
14	32,5°	29°	3,5°
15	33°	29°	4°

Ein besonderer Fall der Wärmelokalisation ist dann gegeben, wenn der Strom auf seinem Wege einen Querschnitt passiert, der kleiner ist als die Oberfläche der Elektroden. Es werden sich dann in diesem Querschnitt die Stromlinien wie in einem Engpaß zusammendrängen und daselbst das Maximum der Erwärmung erzeugen (Abb. 57). Nimmt man z. B. zylindrische Elektroden in beide Hände, so wird beim Stromdurchgang die stärkste Erwärmung in den Handgelenken und im distalen Teil des Unterarmes auftreten, da hier der Querschnitt der Strombahn am kleinsten ist. Eine ähnliche Erscheinung beobachtet man, wenn man beide Füße auf je eine Fußplatte stellt; es wird in diesem Fall die stärkste Erwärmung in den Sprunggelenken und unmittelbar über diesen fühlbar werden.

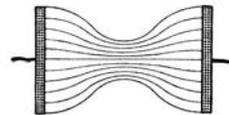


Abb. 57. Einengung  
der Strombahn.

**Stromverlauf bei ungleich großen, parallel gegenüberstehenden Elektroden.** Verwendet man zwei ungleich große Elektroden, die man einander parallel gegenüberstellt, dann wird die Erwärmung unter der kleineren Elektrode entsprechend der höheren Stromdichte eine stärkere sein als unter der größeren (Abb. 58). Man kann das Größenverhältnis beider Elektroden so wählen, daß die Erwärmung unter der größeren kaum merkbar ist, während sie unter der kleineren bereits die gewünschte Stärke erreicht hat. Die letztere Elektrode bezeichnet man dann als aktive oder differente, die erstere als inaktive oder indifferente. Um in der therapeutischen Praxis einen deutlich merkbaren Unterschied in der Erwärmung zu erzielen, muß die inaktive Elektrode wenigstens doppelt so groß sein als die aktive. Ist sie größer, so ist natürlich nichts

dagegen einzuwenden. Wenn die inaktive Elektrode sich auch nicht unmittelbar an der Erwärmung beteiligt, so ist es doch nicht gleichgültig, an welcher Körperstelle sie aufgelegt wird. Ihre Lage hat nämlich eine richtende Kraft auf die von der aktiven Elektrode ausgehenden Stromlinien, indem sie dieselben nach einer bestimmten Richtung lenkt. Man wird die inaktive Elektrode daher stets so lagern, daß das zu behandelnde Organ in den Strahlenkegel der Stromlinien fällt. Abb. 59 zeigt die Verschiebung dieses Strahlenkegels bei verschiedener Lage der inaktiven Elektrode.

Die Behandlung mit zwei ungleich großen Elektroden wird man überall dort wählen, wo es von vornherein ausgeschlossen ist, den zu behandelnden Körperteil für sich allein zwischen die Elektroden zu fassen. Man begnügt sich dann, die kleinere Elektrode so nahe als möglich an das Organ, das durchwärmt werden soll, heranzubringen, während man die größere Elektrode ihr gegenüberstellt. Das geschieht z. B. bei der Behandlung von Wirbelgelenken, wobei man eine kleinere Elektrode über die erkrankten Gelenke, eine größere ihr gegenüber

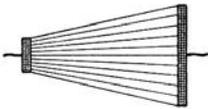


Abb. 58. Ungleich große Elektroden.

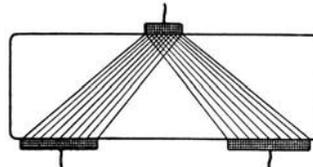


Abb. 59. Die richtende Kraft der inaktiven Elektrode bei verschiedener Lage derselben.

auf die Vorderseite des Rumpfes legt. Die letztere Elektrode hat die Aufgabe, die von der rückwärtigen Elektrode ausgehenden Stromlinien durch die Wirbelgelenke zu führen. Diese müssen daher in der geraden Verbindungslinie der beiden Elektroden liegen. Ähnlich ist die Anordnung bei der Durchwärmung der Lumbalmuskeln wegen Lumbago oder bei der Behandlung anderer Muskelpartien am Rumpf, bei der Diathermie des Auges, des Ohres usw.

**Stromverlauf bei gegeneinander geneigten Elektroden.** Nicht immer ist es möglich, beide Elektroden einander direkt und parallel gegenüberzustellen, häufig werden sie unter einem Winkel gegeneinander geneigt oder gegeneinander verschoben angelegt werden müssen. Die sich daraus ergebenden Verhältnisse sind für die Praxis von außerordentlicher Wichtigkeit. Wenn zwei Elektroden gegeneinander eine Winkelstellung einnehmen (Abb. 60), dann ist der Weg zwischen den einander näherliegenden Kanten kürzer als zwischen den voneinander abgekehrten, und da der Strom die kürzere, weil bequemere Verbindung vorzieht, so werden sich die Stromlinien vorwiegend auf die eine Elektrodenhälfte legen. Das wird um so mehr der Fall sein, je größer der Neigungswinkel ist.

Das Extrem der Neigung ist dann erreicht, wenn beide Elektroden in derselben Ebene liegen (Abb. 61). Es kommen dann für die Stromführung ausschließlich die einander zugekehrten Elektrodenteile in

Betracht, was praktisch gleichbedeutend ist mit einer Verkleinerung der Elektrodenoberfläche. Die Erwärmung wird dort am stärksten sein, wo die Stromlinien am dichtesten in den Körper übertreten. Das ist entlang der einander zugekehrten Elektrodenkanten der Fall. Längs dieser kommt es leicht zu einer Überhitzung, während gleichzeitig eine Tiefenwirkung ausbleibt. Es kann eine Verbrennung in der zwischen den Elektroden liegenden Hautzone auftreten, die also nicht der Auflagestelle der Elektroden entspricht, was für denjenigen, der diese besonderen Verhältnisse des Stromverlaufes nicht beachtet, stets überraschend wirkt. Diese unerwünschte einseitige Lokalisierung der Erwärmung bezeichnet man als Kantenwirkung. Sie ist um so ausgesprochener, je näher die Elektroden einander liegen und tritt etwas weniger in Erscheinung, wenn die Elektroden weiter voneinander entfernt sind. Die gleiche Kantenwirkung beobachten wir auch, wenn wir zwei einander gegenüberstehende Elektroden parallel zueinander verschieben, wie dies aus der Abb. 62 ohne weiteres verständlich sein dürfte.



Abb. 60.

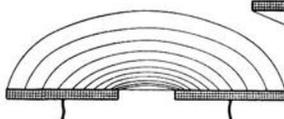


Abb. 61.

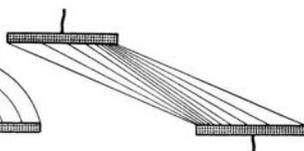


Abb. 62.

Gegeneinander geneigte oder verschobene Elektroden.

Winkelstellungen der Elektroden lassen sich häufig bei der Behandlung, insbesondere bei der Längsdurchwärmung der Extremitäten nicht umgehen. Legt man hier die eine Elektrode manschettenförmig an, so ergibt sich leicht an jenem Rand, der der anderen Elektrode zugekehrt ist, eine Überhitzung. Wo irgend möglich, wird man daher die Kantenstellung der Elektroden zu vermeiden suchen. Es wäre z. B. ein grober Fehler, wollte man eine lumbale Myalgie in der Weise behandeln, daß man beiderseits von der Wirbelsäule je eine Platte auflegt. Da beide Elektroden in einer Ebene liegen, ergibt sich der in Abb. 61 dargestellte Fall. Der Strom hat keine Veranlassung, die dicke Schicht der Rückenmuskeln zu durchsetzen und die Wirbelsäule zu umkreisen, um zur anderen Elektrode zu gelangen. Er geht vielmehr direkt über die zwischen den Elektroden liegende Hautbrücke und kann hier eine schwere Verbrennung erzeugen. Die Durchwärmung der Rückenmuskeln kann nur so erfolgen, daß man eine kleinere aktive Elektrode auf den Rücken und eine größere inaktive ihr gegenüber auf den Bauch legt.

**Stromverlauf in zusammengesetzten (inhomogenen) Leitern.** Haben wir es nicht mit einem homogenen, sondern mit einem Leiter zu tun, der sich aus verschiedenen Widerständen zusammensetzt, so wird der Stromlinienverlauf und damit die Erwärmung sowohl von der Größe dieser Widerstände wie von ihrer Anordnung im Stromkreis beeinflusst. Die Anordnung kann unter Umständen eine sehr komplizierte sein, immer aber läßt sie sich auf zwei Grundformen zurückführen. Die eine ist die, daß die Widerstände hintereinander oder in Reihe geschaltet

sind, die zweite, daß sie neben oder parallel zueinander liegen. Diese zwei Möglichkeiten wollen wir nun betrachten.

1. Die Reihenschaltung. Sind die beiden Widerstände  $w_1$  und  $w_2$  hintereinander oder in Reihe geschaltet (Abb. 63), so müssen sie von dem Strom, und zwar von demselben Strom nacheinander durchsetzt werden. Die Stromstärke ( $i$ ) ist auf dem ganzen Stromweg dieselbe, ein Fundamentalsatz der Elektrizitätslehre. Denn wäre dem nicht so, dann müßte es an irgendeiner Stelle zu einer Anhäufung von Elektrizität, zu einer statischen Aufladung kommen, was nicht der Fall ist. Wollen wir die in beiden Widerständen entwickelten Wärmemengen nach dem Jouleschen Gesetz ( $W = k \cdot i^2 \cdot w \cdot t$ ) berechnen, so haben wir also für die Stromstärke  $i$ , desgleichen auch für die Zeit  $t$  dieselben Werte einzusetzen, verschieden sind nur die Widerstände  $w_1$  und  $w_2$ . Es ist somit ohne weiteres klar, daß sich die gebildeten Wärmemengen proportional den Widerständen verhalten werden: Der Leiter von größerem Widerstand erwärmt sich stärker.

2. Die Parallelschaltung. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn wir die beiden Widerstände  $w_1$  und  $w_2$  nebeneinander

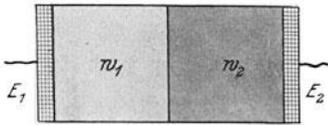


Abb. 63. Reihenschaltung zweier Widerstände.

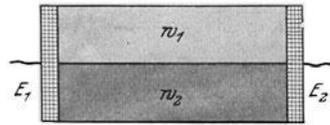


Abb. 64. Parallelschaltung zweier Widerstände.

oder parallel schalten (Abb. 64). Jetzt stehen dem elektrischen Strom zwei Wege offen. Er wird sich auf diese nach den Kirchhoffschen Regeln derart verteilen, daß sich die beiden Teilströme in ihrer Stärke umgekehrt verhalten wie die Widerstände ihrer Wege. Wir haben also in beiden Leitern nicht allein verschiedene Widerstände so wie im ersten Fall, wir haben außerdem noch verschiedene Stromstärken. Um die dadurch für die Rechnung sich ergebenden Schwierigkeiten zu umgehen, können wir mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes die eine dieser Größen, d. i. die Stromstärke aus der Gleichung eliminieren und an ihre Stelle die an den Elektroden herrschende Spannung  $e$  einführen. Diese ist ja für beide Leitungswege ganz die gleiche.

$$i = \frac{e}{w} \text{ (Ohmsches Gesetz).}$$

$$W = k \cdot i^2 w t = k \frac{e^2}{w^2} w t = k \frac{e^2}{w} t.$$

Wir ersehen daraus, daß bei gleicher Spannung und Zeit die gebildete Wärme sich umgekehrt zur Größe des Widerstandes verhält. Es tritt somit jetzt gerade das Gegenteil von dem ein, was wir im ersten Fall beobachteten: Der Leiter von geringerem Widerstand erwärmt sich stärker.

Die beiden hier beschriebenen Schaltungsarten sind auch für die Erwärmung der verschiedenen Körpergewebe bei der Diathermie von

Bedeutung, wenn die Verhältnisse in der Praxis auch keineswegs so einfach liegen, wie dies häufig dargestellt wird. So hat man als Beispiel einer Reihenschaltung die Querdurchströmung einer Extremität angeführt, sagen wir derart, daß eine Elektrode an die Vorderseite, eine zweite an die Rückseite des Oberschenkels gelegt wird, wobei man die Haut, das Unterhautzellgewebe, die Muskeln, die Blutgefäße, Knochen usw. als hintereinander geschaltete Leiter ansah. Dieser Vergleich ist aber sehr anfechtbar. Wohl müssen Haut und Unterhautzellgewebe der Reihe nach vom Strom durchsetzt werden, dann aber stimmt die Sache nicht mehr, denn Muskeln, Blutgefäße, Nerven und Knochen sind ebensogut nebeneinander wie hintereinander geschaltet. Es ist kein Zweifel, daß der Strom die schlechtleitenden Gewebe, wie Knochen und Nerven, wenn möglich auf parallelen Wegen, insbesondere über die gut leitenden Muskelmassen, umgehen wird, statt sie hintereinander zu durchfließen. Die Erwärmung wird sich daher keineswegs proportional den Widerständen dieser Gewebe verhalten, wie wir bei einer Reihenschaltung erwarten müßten.

Ein Beispiel für die Parallelschaltung sollte die Längsdurchströmung einer Extremität sein. Auch dieser Vergleich ist sehr hinkend. Legen wir eine Elektrode an der Hand, eine zweite an der Schulter an, so wird der Strom zunächst die Haut und das Unterhautzellgewebe passieren müssen; diese sind gleichsam Vorschaltwiderstände und hintereinander geschaltet. Erst nach Überwindung dieser beiden kann er sich über den Querschnitt der Extremität parallel auf die verschiedenen Gewebe verteilen. Wir haben es also auch hier mit einer Kombination von Reihen- und Parallelschaltung zu tun. Daraus ist wohl zur Genüge ersichtlich, daß die Verhältnisse im menschlichen Körper ungeheuer kompliziert sind und daß es nicht angeht, sie einfach zu schematisieren, wie das vielfach geschehen ist, um daraus Schlüsse auf die Erwärmung der einzelnen Gewebe zu ziehen. Das möge an dieser Stelle genügen, weitere Ausführungen darüber folgen auf S. 79.

## Die Dosierung der Wärme.

**Allgemeines.** Wir besitzen leider zur Zeit kein Mittel, um bei therapeutischen Durchwärmungen die in der Tiefe des Gewebes durch die Diathermie erzeugte Temperaturerhöhung direkt zu messen. Wir müssen uns daher begnügen, die erzielte Wärmewirkung schätzungsweise zu beurteilen. Hierzu haben wir zwei objektive Anhaltspunkte, einerseits die verwendete Stromstärke, andererseits die Behandlungsdauer. Wie wir wissen, ist nach dem Jouleschen Gesetz ( $W = 0,24 i^2 wt$ ) die gebildete Wärme von drei Größen, der Stromstärke ( $i$ ), der Zeitdauer ( $t$ ) und dem Widerstand ( $w$ ) abhängig. Während man den Widerstand als eine Größe ansehen darf, die durch die besonderen Verhältnisse gegeben ist, sind die Stromstärke und die Zeitdauer der Durchströmung unserem Belieben überlassen. Sie können uns daher als Mittel der Dosierung dienen und wir wollen im folgenden diese beiden Möglichkeiten des Näheren besprechen.

Die Stromstärke, die wir bei der Diathermie anwenden, ist wesentlich größer als die bei jeder anderen Methode der Elektrotherapie; sie schwankt zwischen 100—3000 Milliampere. Es ist das etwa das 1000fache jener Intensität, die wir bei der Behandlung mit niederfrequentem Wechselstrom, bei der Faradisation, zur Anwendung bringen.

Für die Dosierung des Stromes ist im besonderen folgendes im Auge zu behalten. Die erzielte Erwärmung steigt nicht in einem einfachen geraden, sondern in einem quadratischen Verhältnis zur Stromstärke, das will sagen, eine Stromstärke von 1 Ampere gibt nicht doppelt soviel Wärme als eine solche von 0,5 Ampere, sondern viermal soviel. Dieses eigenartige Verhältnis verdient darum besonders betont zu werden, weil wir bei jeder anderen Anwendung des elektrischen Stromes, wenn wir die Stromstärke verdoppeln, nur mit einer Verdoppelung der Stromwirkung rechnen. Das quadratische Ansteigen der Wärmewirkung erklärt es auch, daß Patienten, welche eine bestimmte Stärke des Diathermiestromes noch ganz gut vertragen, bei einer geringen Steigerung desselben schon über unangenehmes Hitzegefühl klagen, daß also die Grenze der Toleranz eine ziemlich scharfe ist.

Die Stromstärke, die wir therapeutisch verwenden, wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Vornehmlich sind es drei, welche in Betracht kommen: 1. Die Elektrodengröße. 2. Das Wärmegefühl des Kranken. 3. Die Art der Erkrankung und des erkrankten Organes.

1. Die Elektrodengröße. Je größer die Oberfläche der Elektroden ist, welche wir zur Behandlung wählen, um so mehr Strom können wir verwenden, ja müssen wir verwenden, wenn wir die gleiche Erwärmung erzielen wollen. Denn die Erwärmung und damit auch das Wärmegefühl hängt nicht allein von der absoluten Stromstärke, also von der Stromstärke ab, die wir am Amperemeter des Apparates ablesen, sondern vielmehr von der relativen Stromstärke oder der Stromdichte. Wir verstehen darunter das Verhältnis von absoluter Stromstärke zum Querschnitt der Strombahn, der wieder identisch ist mit der Oberfläche der Elektrode. Die Stromdichte erhalten wir also, wenn wir die absolute Stromstärke in Milliampere durch die Oberfläche der Elektrode in Quadratcentimetern dividieren.  $\text{Stromdichte} = i \text{ (MA)} : q \text{ (cm}^2\text{)}$ . Ein praktisches Beispiel soll das erläutern. 1 Ampere mit einer Elektrode von 100 cm<sup>2</sup> Oberfläche angewendet, ergibt eine bestimmte in der Regel hinreichende Erwärmung. 1 Ampere mit einer Elektrode von 200 cm<sup>2</sup> angewendet ergibt eine ungleich geringere, meist unzureichende Wärmewirkung. Es besteht also ein inniges Verhältnis zwischen Stromstärke und Elektrodengröße. Angaben von Stromstärke ohne gleichzeitige Angabe der Elektrodengröße sind demnach sinnlos.

Die Stromdichte ist bei der Diathermie gegenüber anderen Methoden der Elektrotherapie eine sehr hohe. Durchwärmen wir z. B. ein Kniegelenk mit Elektroden von 100 cm<sup>2</sup> Oberfläche und einer Stromstärke von 1 Ampere = 1000 Milliampere, so ergibt das eine Stromdichte von  $1000 : 100 = 10$ . Während die Dichte bei der Galvanisation und Faradisation immer kleiner ist als 1, ist sie bei der Diathermie stets größer als 1.

Man könnte nach den obigen Ausführungen vielleicht geneigt sein, zu glauben, daß die gleiche Stromdichte auch stets die gleiche Wärmeempfindung auslöst. Unter dieser Voraussetzung wäre es möglich, eine für alle oder wenigstens die meisten Fälle geeignete Stromdichte festzulegen. Das ist leider nicht der Fall,

und zwar deshalb nicht, weil die Wärmeempfindung auch bei gleicher Stromdichte verschieden ist, je nachdem man größere oder kleinere Elektroden verwendet. Wird bei einer Elektrode von  $100 \text{ cm}^2$  eine Stromstärke von 1 Ampere angenehm empfunden, so wäre es ein Irrtum, anzunehmen, daß bei einer Elektrode von  $200 \text{ cm}^2$  eine Stromstärke von 2 Ampere das gleiche Wärmegefühl erzeugt. Trotzdem die Stromdichte ( $1000 : 100 = 2000 : 200$ ) dieselbe ist, wird in letzterem Fall die Wärmeempfindung eine ungleich stärkere, ja vielleicht schon unerträglich sein. Es beruht dies auf dem bekannten physiologischen Gesetz, daß bei sensiblen und thermischen Reizen die Empfindungsgröße unter sonst gleichen Bedingungen mit der Größe der von dem Reiz getroffenen Hautoberfläche wächst. So wird ein Hand- oder Fußbad von  $40^\circ \text{ C}$  von den meisten Menschen anstandslos vertragen, während ein Vollbad gleicher Temperatur für viele unerträglich ist.

Neben der Größe der Elektroden kommt für die Dosierung auch noch ihre Stellung zueinander in Betracht. Haben wir z. B. zwei Elektroden in der Größe von  $100 \text{ cm}^2$ , die einander parallel gegenüberstehen, so können wir sie durchschnittlich mit einer Stromstärke von 1 Ampere belasten. Bringen wir diese Elektroden dagegen in eine Winkelstellung, so wird eine Stromstärke von 1 Ampere sofort als zu hoch empfunden werden. Infolge der ungleichen Verteilung der Stromlinien über die Elektrodenoberfläche ist die Stromdichte — und auf diese kommt es an — in den einander zugekehrten Elektrodenhälften zu groß. Verwenden wir zwei ungleich große Elektroden, eine aktive und eine inaktive, dann wird die Stromstärke immer durch die Oberfläche der kleineren Elektrode bestimmt.

Passiert der Strom auf seinem Wege einen Körperquerschnitt, der kleiner ist als die Elektrodenoberfläche, so ist in diesem Fall nicht die Größe der Elektrode, sondern die Größe des Querschnittes für die Dosierung maßgebend.

2. Die Art der Erkrankung und des erkrankten Organes. Es ist ein grundsätzlicher Irrtum, anzunehmen, daß man bei der Diathermie die beste Wirkung immer dann erzielt, wenn man möglichst stark durchwärmt. Es gibt wohl Erkrankungen wie chronische Arthritiden, Gelenksversteifungen u. dgl., bei denen eine möglichst intensive Durchwärmung in der Regel den besten Erfolg erzielt, es gibt aber andererseits auch solche, und dazu gehören Erkrankungen der Nerven wie Ischias, Neuralgie, Erkrankungen der Gefäße, Angina pectoris, bei denen eine bis zur Toleranzgrenze getriebene Erhitzung nicht nur den Erfolg in Frage stellen, sondern auch Schaden bringen kann. Das Optimum der Wirkung fällt also keineswegs mit dem Maximum der Wärmedosis zusammen. Es wird sich daher insbesondere für den Anfänger empfehlen, die Behandlung nicht gleich mit der größten, eben noch erträglichen Stromstärke zu beginnen, sondern von Sitzung zu Sitzung ansteigend die für den betreffenden Fall geeignetste Dosierung zu suchen.

Neben der Art der Erkrankung spielt aber auch die Art des erkrankten Organes eine Rolle. So wird man bei einer Durchwärmung des Herzens oder der eines Aneurysmas besondere Vorsicht üben. Bei einer Diathermie der Brust- oder Bauchhöhle wird man im allgemeinen mit kleineren Stromdosen, die man aber dafür längere Zeit anwendet, eine gleichmäßigere Durchwärmung erzielen als mit großer Stromstärke und kurzer Behandlungszeit.

Schleimhäute wie die des Rektums oder der Vagina ertragen im allgemeinen größere Stromdosen als die Haut. Das mag einerseits darin liegen, daß ihr elektrischer Widerstand ein geringerer ist und daß sie sich infolgedessen weniger erwärmen, andererseits aber auch darin, daß ihre Durchblutung eine bessere ist, so daß auch die Kühlung durch den Blutstrom einer Übererwärmung entgegentritt.

3. Das Wärmegefühl des Kranken. Da auch bei therapeutisch richtig bemessener Stromstärke irgendein unvorhergesehener Zufall wie das schlechte Aufliegen einer Elektrode eine Verbrennung herbeiführen kann, so ist das Wärmegefühl des Behandelten zur Sicherung gegen eine solche Gefahr nicht zu entbehren. Der Kranke ist daher stets aufzufordern, daß er jedes unangenehm werdende Hitzegefühl unverzüglich melde. Nur dadurch ist man häufig in der Lage, eine Verbrennung zu verhüten.

Da bei manchen Verletzungen oder Erkrankungen der Nerven (Tabes, Neuritis, Hysterie) der Temperatursinn gestört sein kann, so ist derselbe bei solchen Patienten vor der Behandlung zu prüfen. Finden sich Störungen, so bilden diese zwar keine absolute Gegenanzeige für die Diathermie, sie fordern aber dazu auf, die Durchwärmung mit größter Vorsicht vorzunehmen. Man wird für ein möglichst gutes Anliegen der Elektroden Sorge tragen, man wird, wo es angeht, Kantenstellungen der Elektroden vermeiden, man wird vor allem nicht Stromstärken anwenden, die erfahrungsgemäß das Höchstmaß des Zulässigen darstellen usw. Es wäre ferner daran zu erinnern, daß eine Unterempfindlichkeit gegenüber hohen Temperaturen auch durch Gewöhnung an solche eintreten kann. So zeigen z. B. Kranke mit chronischer Arthritis, die bereits zahlreiche Heißluft-, Fango- oder andere thermische Prozeduren mitgemacht haben, eine auffallende Unempfindlichkeit gegen Hitze. Man vergesse aber schließlich nicht, daß auch bei normaler Temperaturempfindung die langsam ansteigende Wärme selbst eine Hypästhesie, und zwar eine so weitgehende erzeugen kann, daß der Behandelte sich ohne irgendwelche Schmerzempfindung eine Verbrennung zufügen läßt. Da es Patienten gibt, welche ersichtlich ihren Ehrgeiz darein setzen, möglichst hohe Temperaturen zu ertragen, so lasse man sich bei der Bestimmung der Stromstärke nicht durch das Drängen solcher Kranker beeinflussen.

**Die Dauer und Wiederholung der Behandlung.** Der zweite Faktor, der uns für die Dosierung zur Verfügung steht, ist die Dauer der Behandlung. In jeder Zeiteinheit erhält das durchströmte Gewebe einen Wärmezuwachs, seine Temperatur steigt an, und zwar so lange, bis dieser Wärmezuwachs in ein Gleichgewicht gekommen ist mit dem Wärmeverlust, der durch die Ableitung der Wärme und durch die Verschleppung auf dem Blutwege bedingt ist.

Die Behandlungszeit wird in der Regel mit 20—30 Minuten bemessen, wobei jedoch zugegeben werden soll, daß unter Umständen durch eine etwas längere Behandlung der Erfolg verbessert werden könnte. Das gilt insbesondere für die Behandlung chronischer Arthritiden, gynäkologischer Erkrankungen, Prostatitis u. ä. Leider ist die Zeit, die man einem einzelnen Kranken zumessen kann, im Krankenhaus wie in der

Privatpraxis vielfach durch die große Zahl der zu Behandelnden beschränkt. Es sind also auch äußere Gründe, die hier mitbestimmend sind. Behandlungen von 5—10 Minuten, wie sie manche Ärzte ausführen, betrachte ich als therapeutische Spielerei. Ich halte es für ausgeschlossen, in so kurzer Zeit einen nennenswerten therapeutischen Einfluß auf ein chronisch erkranktes Gewebe zu erzielen, da ja schon einige Zeit dazu nötig ist, um überhaupt eine Temperaturerhöhung zu erreichen.

Die Behandlung wird entweder täglich oder jeden zweiten Tag wiederholt, wobei einerseits die Art der Erkrankung, andererseits die sonstigen Verhältnisse des Kranken in Erwägung kommen. In manchen Fällen, sagen wir z. B. bei einer akuten Myalgie, werden einige wenige Sitzungen genügen, um einen Erfolg zu erzielen, in anderen Fällen chronischer Art werden 20—30 Sitzungen zu einer vollen Kur notwendig sein.

Ich halte es für ratsam, dem Kranken zu empfehlen, sich nach der Behandlung etwas auszuruhen, zumal manche Kranke durch die Behandlung ermüdet sind.

## II. Die allgemeine Diathermie.

Bei der allgemeinen Diathermie verfolgen wir die Absicht, die Temperatur des ganzen Körpers gleichmäßig zu erhöhen, ohne daß es dabei zu einer stärker hervortretenden Erwärmung einzelner Teile kommt. Dieses Ziel ist in zweifacher Weise erreichbar.

1. Durch Kontaktelektroden, das sind Blei- oder Stanniolektroden, die man in mehrfacher Zahl so am Körper anlegt, daß dessen gesamte Masse möglichst gleichmäßig vom Strom durchsetzt wird.

2. Durch das Kondensatorbett, das ist eine Art Ruhebett, auf das sich der Patient legt und mit Hilfe dessen man in seinem Körper Hochfrequenzströme induziert.

### Die allgemeine Diathermie mittels Kontaktelektroden.

Wir beschreiben im folgenden zwei der gebräuchlichsten Methoden der allgemeinen Diathermie, die wir zur rascheren Verständigung für später kurzweg als I. Methode und II. Methode bezeichnen wollen.

**I. Methode.** An der Streckseite der Unterarme und ebenso an der Außenseite der Unterschenkel (nicht über der Tibia) wird je eine Bleielektrode in der Größe von 200 cm<sup>2</sup> befestigt. Bucky verwendet an Stelle der Bleiplatten vier Stanniolbinden, die er fesselförmig um die Extremitäten legt. Alle vier Blei- oder Stanniolektroden werden gemeinsam mit Hilfe von zwei geteilten Kabeln an den einen Pol des Apparates angeschlossen. Mit dem zweiten Pol verbindet man eine große Bleiplatte (400—600 cm<sup>2</sup>), die man unter den Rücken oder das Gesäß legt, falls die Behandlung im Liegen vorgenommen werden soll. Zieht man es vor, den Kranken sitzend zu behandeln, so kann man diese Platte auch mit Binden am Rücken befestigen oder man läßt den Kranken einfach auf der Platte Platz nehmen (Abb. 65). Eine vollkommene Entkleidung wie in Abb. 65, welche die Anlegung der Elektroden zeigen

soll, ist dabei natürlich nicht notwendig. Die anwendbare Stromstärke schwankt zwischen 1,5—3,0 Ampere. Die Dauer der Behandlung beträgt in der Regel 20—30 Minuten.

Meist werden sich bei dieser Elektrodenverteilung die Arme infolge ihres kleineren Querschnittes stärker erwärmen als die Beine. Will man diesen Unterschied ausgleichen, so bedient man sich eines Verteilers. Es genügt jedoch ein einziger Widerstand, den man in den

Stromkreis beider Arme legt, um hier die Stromstärke etwas herabzudrücken.

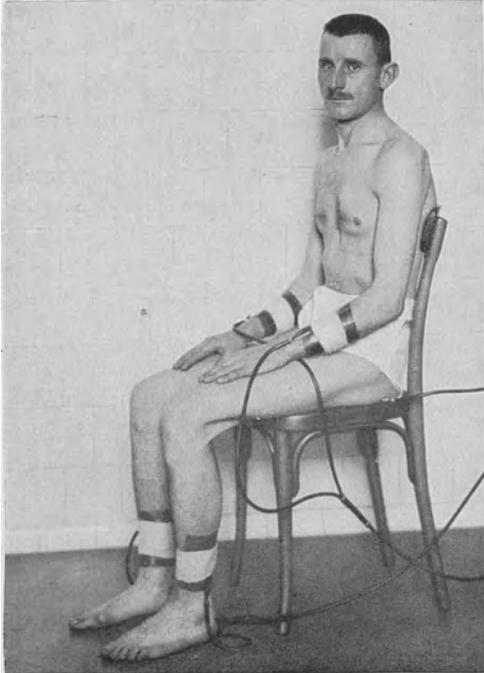


Abb. 65. Allgemeindiathermie. I. Methode.

#### Modifikation der I. Methode.

Eine andere Art der allgemeinen Diathermie, die ich ursprünglich vorgeschlagen habe, ist die folgende. Man verwendet an Stelle der zwei Wadenelektroden eine große Metallplatte, auf die beide Füße gestellt werden, und an Stelle der Unterarmelektroden einen zylindrischen Metallstab, den der Kranke in beide Hände nimmt (Abb. 66). Fußplatte und Handelektrode werden gleichpolig geschaltet, als Gegenpol dient wie bei der erstbeschriebenen Methode eine Rücken- oder Gesäßelektrode. Bei dieser Anordnung ist der Strom gezwungen, die Hand- und Fußgelenke zu passieren, wodurch es in diesen entsprechend der Einengung der Stromlinien zu einer stärkeren Erwärmung kommt. Ist das im allgemeinen auch nicht wünschenswert, so kann dieser Umstand unter gewissen Bedingungen zum Vorteil werden, etwa dann, wenn eine allgemeine Diathermie bei einer progres-

siven Polyarthrits gemacht wird, bei der die selten in besonderem Maße von der Erkrankung betroffen sind.

**II. Methode (Dreiplattenmethode nach Kowarschik).** Sie ist eine sehr einfache und zweckmäßige Form der Allgemeindiathermie. Man lagert den Kranken auf drei große Metallplatten aus Blei, Aluminium oder einem anderen Metall, die ein Format von  $30 \times 40$  cm haben und auf dem Behandlungsbett derart verteilt sind, daß eine derselben unter den Rücken entsprechend den Schulterblättern, die zweite unter das Gesäß und die Oberschenkel und die dritte unter die Waden zu liegen kommt (Abb. 67). Die Abstände zwischen den Elektroden sollen gleich groß sein, denn liegen zwei derselben einander zu nahe, so kommt es leicht zu einer Überhitzung längs der einander genäherten Ränder. Ist der Patient in der Weise gelagert, so schaltet man die mittlere Elektrode an den einen, die Rücken- und Wadenelektrode zusammen an den zweiten Pol des Apparates an.

Eine Stromstärke von 2,0—2,5 Ampere genügt, um eine angenehm empfundene Durchwärmung des ganzen Körpers zu erzeugen, eine solche von 3 Ampere und darüber steigert die Erwärmung bis zum Schweißausbruch.

Diese Methode hat gegenüber der erstbeschriebenen den Vorteil, daß bei ihr das Anlegen und Befestigen der Elektroden an den Extremitäten entfällt und daß sie auch ohne Verwendung eines Verteilerwiderstandes eine gleichmäßige Erwärmung des ganzen Körpers ergibt. Sie ist also technisch einfacher. Gegenüber der weiter unten beschriebenen Behandlung auf dem Kondensatorbett hat sie den Vorzug, ohne Anwendung eines besonderen kostspieligen Apparates ausführbar zu sein.

Mit Hilfe der Allgemeindiathermie ist man imstande, die allgemeine Blutwärme um ein oder mehrere Grade Celsius zu erhöhen. Daß dies einen für das Herz und das Gefäßsystem nicht völlig gleichgültigen Eingriff bedeutet, bedarf keiner besonderen Begründung. Es empfiehlt sich daher bei der Durchwärmung einige Vorsicht. Man wird bei der ersten Behandlung nur eine geringe Stromstärke anwenden und durch die Kontrolle des Pulses und die Beobachtung des Allgemeinbefindens die Einwirkung der Prozedur auf den Kranken feststellen. Hat man sich überzeugt, daß diese gut vertragen wird, dann kann man bei den nächsten Sitzungen die Stromstärke steigern, bis man jene Höhe erreicht hat, die im gegebenen Fall angezeigt ist.

Ich möchte gleich an dieser Stelle betonen, daß man vom therapeutischen Standpunkt zwei Arten der Durchwärmung unterscheiden kann.

1. Leichte Durchwärmungen. Sie erzeugen ein mäßiges, angenehm empfundenes Wärmegefühl, verbunden mit einer wohligen Hauthyperämie. Sie wirken beruhigend in ähnlicher Weise wie ein laues Bad und finden daher ihre Anzeige als Beruhigungsmittel bei Neurasthenie, Hysterie, nervöser Schlaflosigkeit, vagabundierenden Schmerzen der Tabiker, bei multipler Sklerose, Paralysis agitans, als blutdruckherabsetzendes Mittel bei Arteriosklerose usw.

2. Starke Durchwärmungen, die bis zum Schweißausbruch getrieben werden können und daher in ihrer Wirkung in Parallele mit einem heißen Bad

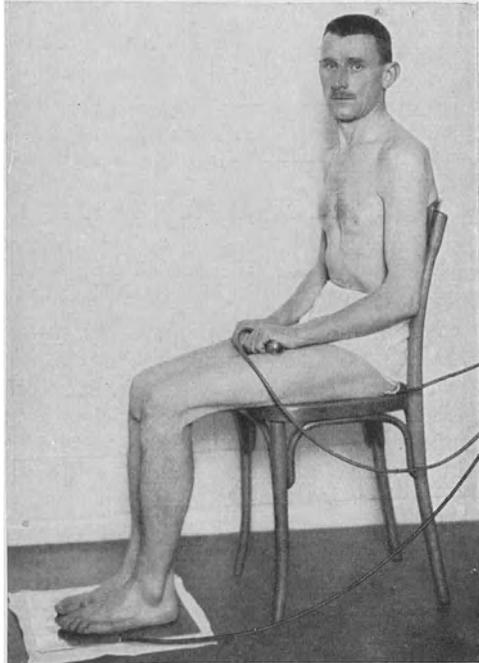


Abb. 66. Allgemeindiathermie. I. Methode (Modifikation).

zu stellen sind. Für sie ist ein unversehrtes Gefäßsystem Voraussetzung. Sie werden mit Erfolg angewendet bei chronischer Polyarthrit und Polyneuritis, bei chronischen Myalgien u. dgl.

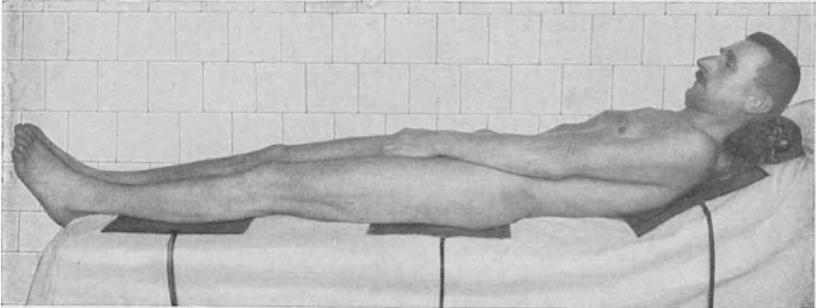


Abb. 67. Allgemeindiathermie. II. Methode (Dreiplattenmethode nach Kowarschik).

## Die allgemeine Diathermie auf dem Kondensatorbett.

Das Kondensatorbett wurde von Apostoli in die Hochfrequenztherapie eingeführt und von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall für die Zwecke der Diathermie verbessert (Abb. 68). Es ist ein aus Holz gefertigtes Ruhebett, auf dem vier große Blechelektroden angebracht sind, die durch eine die ganze Oberfläche des Bettes einnehmende Hartgummiplatte gedeckt sind. Liegt der Patient auf dem Bett, dann bildet diese Hartgummiplatte als isolierende Zwischenschicht das Dielektrikum eines Kondensators, dessen Belegungen auf der einen Seite von den vier Blechplatten, auf der anderen Seite von der Körpermasse dargestellt werden; daher der Name Kondensatorbett.

Die vier Bleche, von denen zwei dem Rücken, zwei dem Gesäß und den Beinen entsprechen, werden paarweise an die beiden Pole des Diathermieapparates angeschlossen. Der Kranke selbst steht mit diesem in keiner leitenden Verbindung. Die im Tempo der Schwingungen wechselnde Spannung der Blechelektroden wirkt durch das Dielektrikum hindurch auf die zweite Kondensatorbelegung, das ist den Körper des Patienten induzierend. Dadurch entstehen in diesem gleichfalls Wechselspannungen, welche zu einer Verschiebung der Körperionen führen, die sich nach dem Jouleschen Gesetz in Wärme umsetzt.

Daß auf diese Weise im Körper tatsächlich Ströme, sog. Verschiebungsströme zustande kommen, konnte Schittenhelm im Tierversuch zeigen. Einem auf das Kondensatorbett aufgebundenen Hunde wurde eine nadelförmige Elektrode mit glasisolierem Handgriff bei gestrecktem Kopf in die Speiseröhre eingeführt und eine ebensolche etwa 15 cm hoch in den Mastdarm geschoben. Ein Ampere-meter, das zwischen beide Elektroden eingeschaltet war, zeigte trotz des hohen Widerstandes im Stromkreis einen Ausschlag von 150 Milliampere.

Die Kondensatorwirkung läßt sich auch durch einen von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall erzeugten kleinen Demonstrationsapparat anschaulich machen, der aus zwei Metallplatten besteht, zwischen welche eine Glühlampe eingeschaltet ist. Werden diese Platten derart auf das Kondensatorbett gelegt, daß sie zwei ungleichpoligen Elektroden gegenüberliegen, dann leuchtet die Lampe auf, korrespondieren sie aber mit zwei gleichpoligen Elektroden, dann bleibt sie dunkel.

Bei der Behandlung ist ein Entkleiden des Patienten nicht notwendig, doch ist die Wärmewirkung eine intensivere, wenn der Kranke mit entblößtem Körper der Hartgummiplatte aufliegt. Die Stromstärke schwankt zwischen 4—10 Ampere, wobei man für leichtere Durchwärmungen 4—5 Ampere, für stärkere 6—8 Ampere und darüber anwenden wird. Die Behandlungsdauer beträgt 20—30 Minuten. Im übrigen gelten für die Diathermie auf dem Kondensatorbett die gleichen

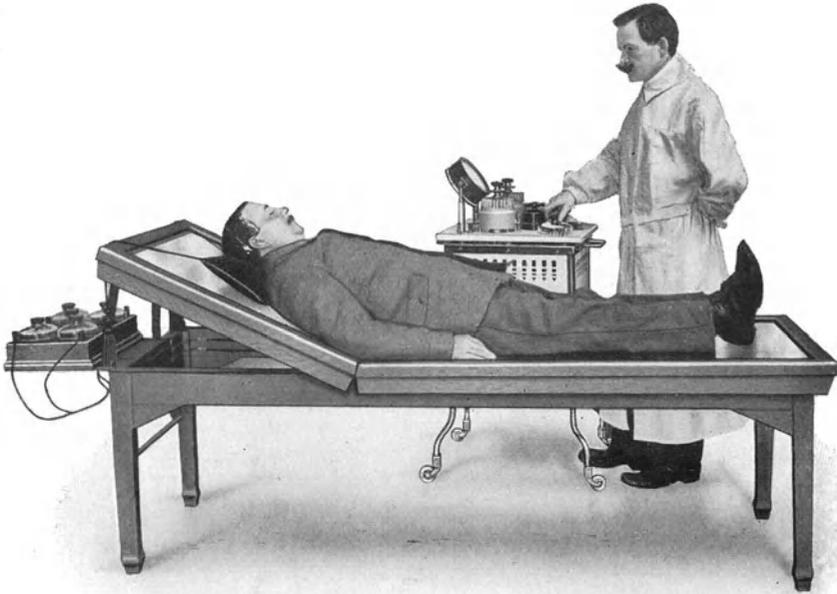


Abb. 68. Allgemeindiathermie auf dem Kondensatorbett von Reiniger, Gebbert & Schall.

Vorschriften, die wir bei der Durchwärmung mit Kontaktelektroden der Beherzigung empfohlen haben.

**Andere Methoden der allgemeinen Diathermie.** Auch die Autokonduktion im Solenoid, wie sie von Arsonval angegeben wurde, wird häufig als eine Methode der allgemeinen Diathermie angeführt. Dabei befindet sich der Kranke sitzend oder stehend in einem Käfig, dem großen Solenoid, das im wesentlichen aus einem in Spiralen angeordneten dicken Leitungsdraht besteht, in dessen Windungen der Schwingungsstrom pulsiert. Der Behandelte wird also nicht vom Strom durchflossen, sondern vielmehr nur umflossen, er befindet sich nicht im Stromkreis selbst, sondern nur in der Wirkungssphäre desselben, in seinem elektromagnetischen Kraftfeld. Dieses induziert im Körper sog. Foucaultsche oder Wirbelströme, die sich in Wärme umsetzen. Allerdings ist das Induktionsvermögen des menschlichen Körpers ein außerordentlich geringes. Sollten die Induktionsströme wirklich eine Erhöhung der Körpertemperatur bewirken, so ist diese sicherlich so minimal, daß sie jeder praktischen Bedeutung entbehrt. Ich selbst konnte auch bei einer Stromstärke von 10 Ampere nach Ablauf von 20 Minuten mit einem gewöhnlichen Fieberthermometer eine Temperatursteigerung nicht nachweisen,

auch wurde mir niemals von einem Patienten ein Wärmegefühl angegeben. Ich kann darum nicht begreifen, daß die Autokonduktion von einzelnen Autoren noch immer als eine Methode der allgemeinen Diathermie aufgezählt wird. Meiner Überzeugung nach könnte man in der Elektrotherapie auf sie überhaupt verzichten. Da wir annehmen müssen, daß die im Körper induzierten Hochfrequenzströme grundsätzlich keine andere Wirkung haben können als die durch ihn geleiteten, so ist nicht einzusehen, weshalb wir einen so umständlichen Apparat aufbieten, so große elektrische Energien in Bewegung setzen, um einen Effekt zu erzielen, den wir mit ein paar Bleiplatten in unvergleichlich einfacherer, billigerer und vollkommenerer Weise erreichen können.

Ein gleichfalls unzweckmäßiges Verfahren, das man für die allgemeine Diathermie propagiert hat, ist die Behandlung im Vierzellenbad. Die Wassermassen, durch welche der Strom hindurch muß, bilden ebenso bedeutende wie unnütze Ballastwiderstände, deren Überwindung überflüssigerweise Spannung verzehrt. Diese Energievergeudung, welche zur Erwärmung des Wassers benützt wird, belastet auch die besten Diathermieapparate so bedeutend, daß man nicht imstande ist, die zur allgemeinen Durchwärmung notwendige Stromstärke aufzubringen. Abgesehen davon, kommt im Vierzellenbad eine unerwünschte Überhitzung in den Ellbogen- und Kniebeugen zustande.

### III. Störungen im Betrieb des Apparates.

Der Arzt muß mit seinem Apparat so weit vertraut sein, daß er kleinere Störungen, die sich im Betrieb einstellen, selbst beheben kann. Das ist insbesondere für denjenigen eine Notwendigkeit, der nicht in jedem Augenblick einen fachkundigen Techniker zu Rate ziehen kann. Um dem Anfänger die Sache zu erleichtern, möchte ich im folgenden die am häufigsten vorkommenden Störungen und ihre Behebung erörtern.

**Die Funkenstrecke funktioniert nicht.** Es ist dies wohl die häufigste Störung, welche zur Beobachtung kommt. Wir schalten ein, der Generator spricht aber nicht an und das charakteristische Geräusch des Funkenüberganges wird nicht hörbar. Wir werden uns in diesem Fall zunächst davon überzeugen, ob der Apparat überhaupt Strom hat. Eine gewöhnliche elektrische Tischlampe oder eine sog. Probelampe, eine Glühlampe mit zwei an ihren Enden blanken Leitungsdrähten, welche wir an die zentrale Leitung anstecken, klärt uns darüber auf, ob diese Strom führt oder nicht. In letzterem Fall ist gewöhnlich eine Sicherung durchgeschmolzen. Angenommen, es wäre Strom vorhanden, dann werden wir den Fehler in der Funkenstrecke selbst suchen. Der Funkenübergang kann ausbleiben, weil die Elektroden der Funkenstrecke sich berühren, kurz geschlossen sind, wie man zu sagen pflegt, oder umgekehrt dadurch, daß ihr Abstand ein zu großer ist, so daß die Spannung der Kondensatoren nicht ausreicht, ihn zu überbrücken. In beiden Fällen wird es sich darum handeln, die passende Entfernung zwischen den beiden Polen der Funkenstrecke herzustellen.

Zu diesem Zweck wird man bei den Apparaten mit regulierbarer Funkenstrecke die Elektroden mittels der Einstellschraube zunächst zur metallischen Berührung bringen, um sie dann durch langsames Zurückdrehen der Schraube so weit voneinander zu entfernen, daß ein Funken Spiel einsetzt. Bei den Apparaten, deren Funkenstrecke nicht verstellbar ist (Siemens-Reiniger-Veifa), genügt bisweilen ein Lockern der Fixierschraube, um den Generator in Gang zu bringen. Reicht das

nicht aus, dann muß man die Funkenstrecke auseinandernehmen, sie reinigen, wenn nötig, die Elektrodenplatten abschleifen und neu einstellen. Ist die Funkenstrecke einmal richtig in Gang und sind die Elektroden eingebraunt, dann ist jedes überflüssige Verstellen oder Auseinandernehmen derselben zu vermeiden.

Ist die Funkenstrecke in Ordnung, trotzdem aber nicht zum Ansprechen zu bringen, dann ist die Sachlage für den technisch nicht geschulten Arzt bereits schwieriger. Die Ursache des Versagens kann nur im primären Schwingungskreis liegen und erfordert eine genaue Durchsicht dieses. Es ist das Zuleitungskabel zu untersuchen, der Schalter auf guten Kontakt zu prüfen. Ist hier ein Fehler nicht zu entdecken, dann muß der Apparat geöffnet werden, wobei man zuallererst dafür zu sorgen hat, daß derselbe auch von der zentralen Leitung abgeschaltet ist, da eine Berührung der Hochspannung führenden Innenteile unter Umständen lebensgefährlich werden kann. Man wird dann nachsehen, ob alle Leitungen unversehrt sind, ob keine ihrer Verbindungen gelöst oder durchgebrannt ist. Auch die Kondensatoren müssen überprüft werden. Das alles setzt aber technische Kenntnisse voraus, die den meisten Ärzten mangeln und sie daher auf die Hilfe des Elektrotechnikers verweisen.

**Die Funkenstrecke funktioniert, es ist aber kein Ausschlag des Amperemeters zu erzielen.** Arbeitet die Funkenstrecke in normaler Weise, ist also der primäre Schwingungskreis in Ordnung, kann man aber trotzdem keinen Ausschlag des Amperemeters und keine Wärmewirkung erzielen, wenn man den Koppelungshebel von „Schwach“ auf „Stark“ stellt, so ist der Fehler im Sekundärkreis zu suchen. Dieser ist an irgendeiner Stelle unterbrochen. Meist besteht die Unterbrechung darin, daß vergessen wurde, ein oder auch beide Kabel anzuschließen. Auch eine Leitungsunterbrechung im Kabel selbst, ein Bruch desselben, kann die Ursache sein. Fühlt der Kranke wohl eine Erwärmung, ohne daß aber das Amperemeter einen Strom anzeigt, so wurden die Leitungsschnüre an zwei falsche Klemmen (1 und 2) angeschlossen. In diesem Kreis fließt wohl ein Strom, doch ist in ihm das Amperemeter nicht mit eingeschlossen.

**Der Apparat faradisiert.** Bisweilen kommt es vor, daß der Patient statt einer angenehmen reinen Wärmeempfindung das Gefühl des Faradisierens hat. Ja selbst motorische Reizerscheinungen können auftreten, die sich in einem Vibrieren oder leichtem Zucken der Muskeln kundgeben. Solche sensible oder motorische Reizerscheinungen werden bedingt durch niederfrequente Impulse, die im Sekundärkreis auftreten. Die Ursache hierfür liegt meist in einem unregelmäßigen Arbeiten der Funkenstrecke, die entweder durch eine unrichtige Einstellung der Funkenpole bedingt wird, oder auch dadurch, daß diese durch den Gebrauch bereits stark abgenützt sind. Seltener ist an der Reizwirkung ein Defekt im therapeutischen Stromkreis schuld. Wenn dieser an einer Stelle nicht vollkommen geschlossen ist — nehmen wir an, es handle sich um den Bruch eines Kabels — so kann es an der Bruchstelle zu einem Funkenübergang, zur Ausbildung eines sog. Lichtbogens kommen, der bei dem Kranken das Gefühl des Faradisierens oder Muskelzuckungen

erzeugt. Nicht zu verwechseln mit dem faradischen Gefühl ist die Empfindung des Stechens oder Brennens, das der Kranke bisweilen an einer umschriebenen Stelle der Elektrode verspürt und das durch ein schlechtes Anliegen dieser verursacht wird.

#### IV. Verbrennungen durch Diathermie.

Man hatte vor Jahren, als die Diathermie in die Therapie eingeführt wurde, eine nicht unbeträchtliche Angst vor ihrer Anwendung, zumal schon Zeynek und seine Mitarbeiter in ihrer ersten Arbeit auf die Möglichkeit schwerer Verbrennungen hinwiesen. Das hatte zur Folge, daß man die Diathermieströme anfänglich nur mit großer Vorsicht anwendete. Dank dieser Vorsicht kam es trotz der noch mangelhaften Apparate und unvollkommenen Technik zu keinen schweren Schädigungen. Heute sind wir auf dem gegenteiligen Standpunkt angelangt. Heute werden die Gefahren der Diathermie im allgemeinen unterschätzt. Viele Ärzte sind der Ansicht, daß man die Technik der Diathermie überhaupt nicht zu erlernen brauche, daß es genüge, sich einen Apparat zu kaufen und sich von dem Verkäufer das Ein- und Ausschalten des Stromes zeigen zu lassen. Mit solchen Kenntnissen ausgerüstet gehen sie dann an die Behandlung ihrer Kranken. Leichte, schwere, ja schwerste Verbrennungen sind daher heute an der Tagesordnung und machen es notwendig, über dieses Kapitel etwas eingehender zu sprechen.

Diathermieverbrennungen können durch die verschiedensten Ursachen zustande kommen. Meist verdanken sie ihr Entstehen einem plötzlichen, unvorhergesehenen Zufall. Eine der häufigsten Ursachen ist das Abgleiten der Klemme, mit der das Kabel an der Elektrodenplatte befestigt ist. Löst sich während des Stromdurchganges eine solche Klemme, etwa dadurch, daß der Kranke sich bewegt, oder jemand zufällig an dem Kabel zieht, und bleibt diese Klemme, wenn auch nur für einen Moment mit der Haut in Berührung, so entsteht fast stets eine Verbrennung, nicht selten eine solche dritten Grades. Der Strom, der sich früher auf eine große Elektrodenfläche, die vielleicht 200 oder 300 cm<sup>2</sup> betrug, verteilte, ist plötzlich auf die Kontaktfläche der Metallklemme von kaum 1 cm<sup>2</sup> konzentriert. Die Stromdichte ist infolgedessen so groß, daß sie im Augenblick zu einer Koagulation der Haut führt. Es ist daher genauestens darauf zu achten, daß die Kabelklemme an der Elektrode gut sitzt.

Eine zweite Verbrennungsmöglichkeit besteht darin, daß der Kranke eine Elektrode während der Behandlung abhebt. Der Mechanismus, durch den hier die Verbrennung zustande kommt, ist ein ganz analoger wie im ersten Fall. Hebt man eine Elektrodenplatte während des Stromdurchganges ab, so wird ihre Kontaktfläche mit der Haut dadurch fort-schreitend verkleinert, gleichzeitig wird aber die Stromdichte immer mehr vergrößert, um schließlich an jener Stelle, wo die Elektrode die Haut zuletzt berührt, so groß zu werden, daß es daselbst zu einer Verbrennung kommt. Das Abheben einer Elektrode machen wir ja in der Regel dadurch unmöglich, daß wir sie anbinden. Dort aber, wo wir von dem Anbinden absehen, wo wir die Elektroden von dem Kranken

halten lassen oder nur durch einen Sandsack fixieren oder, wo wir den Kranken einfach auf die Elektrode legen, dort ist es unbedingt nötig, den Behandelten darauf aufmerksam zu machen, daß das Abheben der Elektrode von dem Körper oder des Körpers von der Elektrode mit einer Verbrennungsgefahr verbunden ist.

Auch das Aufsetzen einer Elektrode, während der Apparat schon in Tätigkeit ist, beinhaltet die Gefahr einer Verbrennung. Doch ist kaum anzunehmen, daß dies einem Arzt, der nur die Grundbegriffe der Technik beherrscht, einfallen dürfte. Dagegen sind Schädigungen durch Kabeldefekte schon eher im Bereiche der Möglichkeit. Bricht ein Kabel an einer vom Körper entfernten Stelle, so hat dies in der Regel keine weitere Bedeutung. Anders ist die Sache, wenn die Bruchstelle dem Körper anliegt. Es ist besonders die Stelle, wo die Elektrodenklemme an das Kabel angeschraubt oder angelötet ist, welche solchen Defekten am häufigsten ausgesetzt ist. Kommt es hier zu einem Bruch, so wird, wenn die Leitungsunterbrechung nicht vollkommen ist, der Übergangswiderstand an der Bruchstelle ein sehr großer. Es kommt infolgedessen leicht zu einer Überhitzung, die so weit gehen kann, daß selbst die Isolierhülle des Kabels sich entzündet. Ich habe es einmal erlebt, daß auf diese Weise die Kleider einer Patientin Feuer fingen. Durch rasche Hilfe konnte ein weiterer Schaden verhütet werden. Solche Zufälle zeigen aber, wie notwendig es ist, den Kranken dauernd zu überwachen und nicht allein zu lassen. Den Rat mancher Autoren, für den Fall des Alleinseins dem Kranken die Bedienung des Regulierhebels zu zeigen, halte ich für durchaus schlecht. Es kann geschehen, daß der Kranke, der irgend eine unangenehme Sensation fühlt, den Regulierhebel nach der falschen Seite dreht und auf diese Weise den Strom, statt ihn abzustellen, verstärkt, wodurch es unmittelbar zu einer Verbrennung kommt.

Es sind, wie man sieht, in der Regel unvorhergesehene Zufälle, durch welche Diathermieverbrennungen entstehen. Wenn man den Kranken schon bei der ersten Sitzung auf die Möglichkeit einer Verbrennung aufmerksam macht (juristisch sehr wichtig!) und wenn man ihn auffordert, jedes irgendwie unangenehme Gefühl sofort zu melden, dann sind Verbrennungen, die einfach durch Übererwärmung zustande kommen, wohl sehr selten. Voraussetzung ist allerdings, daß der Arzt die Technik beherrscht. Das ist leider sehr häufig nicht der Fall. Wenn man sieht, mit welcher unerhörten Unkenntnis hier häufig gehandelt wird, dann muß man sich nur wundern, daß Verbrennungen durch Diathermie nicht viel häufiger vorkommen.

Man hat bei der Diathermie vielfach die Möglichkeit einer Tiefenverbrennung erörtert. Wie steht es nun damit? Ist es nicht denkbar, daß bei der Tiefenwirkung der Diathermie eine Schädigung der unter der Haut liegenden Gewebe zustande kommen könnte, ohne daß an der Haut selbst eine Verbrennung auftritt? Auch diese Gefahr ist so gut wie ausgeschlossen, weil fast unter allen Umständen die Haut sich stärker erwärmt als die unter ihr liegenden Gebilde, somit vor allem gefährdet ist. Denn erstens hat die Haut einen größeren Widerstand als die meisten anderen Gewebe und zweitens ist auch die Stromdichte bei den gewöhnlichen Anwendungsformen der Diathermie in der Haut

größer als im Körperinneren, wo die Stromlinien auseinanderweichen, sich streuen, womit ihr Wärmeeffekt sinkt. Nur in ganz seltenen Fällen ist die Erwärmung in der Tiefe tatsächlich größer als die der Haut. Das ist der Fall bei der Erwärmung der Hand- und Sprunggelenke nach der auf S. 124 und S. 127 beschriebenen Methoden. Infolge der Querschnittverengung im Verlaufe der Strombahn kommt es hier zu einem Zusammendrängen der Stromlinien, wobei die tiefer liegenden Knochen- und Gelenksteile sich einerseits wegen ihres höheren Widerstandes, andererseits wegen der geringeren Möglichkeit einer Abkühlung stärker erwärmen als die Haut. In diesem Fall beobachten wir eine besondere Erscheinung, die uns vor der Gefahr einer Tiefenverbrennung sichert. Es tritt nämlich bei dem Überschreiten einer bestimmten Stromstärke in den genannten Gelenken sowie im distalen Teil des Unterarmes bzw. Unterschenkels ein eigentümliches Gefühl auf, das von dem einen Kranken als ein schmerzhaftes Ziehen, von anderen wieder als Zusammenschnüren oder Zusammenpressen, kaum jemals aber als ein Hitzegefühl beschrieben wird, was wohl darin seine Erklärung hat, daß die tiefer liegenden Teile, Knochen, Periost, Faszien u. dgl. keine temperaturempfindenden Nerven haben und eine drohende Schädigung daher nur mit einer Schmerzempfindung beantworten können. Die beschriebenen schmerzhaften Sensationen sind charakteristisch für eine zu intensive Tiefenwirkung des Stromes, sie sind ein Warnungssignal, das uns auffordert, die Stromstärke herabzusetzen. Tun wir das, so verschwinden sie augenblicklich.

Bucky hat zuerst über eine Diathermieschädigung berichtet, die auch ich in einem Fall zu sehen Gelegenheit hatte. Sie besteht in dem Auftreten eines subkutan gelegenen Infiltrates, über welchem die Haut entweder unverändert oder wie in meinem Fall leicht gerötet ist. Diese Infiltrate, die spontan vollkommen schmerzlos, nur auf Druck empfindlich sind, bestehen 2—4 Wochen, um dann ohne bleibende Spur wieder zu verschwinden. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Schädigung, vermutlich um eine Nekrose des Fettgewebes, das sich infolge seines hohen elektrischen Widerstandes leicht überhitzt. Fettreiche Haut scheint das Auftreten solcher Infiltrate zu begünstigen.

Die Verbrennungen durch die Diathermie können in einer Hautrötung, Blasenbildung oder vollkommenen Nekrose der Haut bestehen. Sie sind im Gegensatz zu anderen Verbrennungen, wenn man von dem ersten Moment ihrer Entstehung absieht, im weiteren Verlaufe auffallend schmerzlos. Sie gleichen darin jenen Verbrennungen, wie sie durch andere elektrische Ströme, Gleichstrom oder niederfrequenten Wechselstrom, zustande kommen. Dieser Eigenschaft steht aber eine andere weniger günstige gegenüber und das ist ihre schlechte Heilungstendenz, welche besonders bei Verbrennungen dritten Grades auffallend ist. Sie steht wohl damit in Zusammenhang, daß die reaktiv entzündlichen Veränderungen, welche der Schorf in dem umgebenden gesunden Gewebe erzeugt, außerordentlich geringe sind oder auch ganz fehlen. Es dauert deshalb häufig Wochen, bis ein solcher durch Diathermie gesetzter Schorf sich abstößt und neuerlich Wochen, bis der dadurch entstandene Substanzverlust sich überhäutet.

**Die zehn Gebote der Diathermie.** Zum Schlusse möchte ich nochmals jene Punkte zusammenfassen, deren Beobachtung man sich stets vor Augen halten muß, will man eine Schädigung des Kranken vermeiden.

1. Die Temperaturempfindung des Kranken soll eine normale sein. Ist das nicht der Fall, so muß die aufgewendete Vorsicht eine um so größere sein.

2. Die Elektroden müssen gut angepaßt und befestigt werden.

3. Verwendet man gleich große Elektroden, dann stelle man diese einander möglichst flächenparallel und direkt gegenüber; wo dies nicht möglich ist, bedenke man immer die ungleiche Stromlinienverteilung und die durch sie bedingte Randwirkung.

4. Verwendet man zwei ungleich große Elektroden, dann muß die richtende Kraft der größeren (inaktiven) Elektrode beachtet werden.

5. Vor dem Einschalten des Stromes überzeuge man sich, daß alle Reguliervorrichtungen auf „Schwach“ stehen.

6. Das Einschalten darf nur geschehen, wenn die Elektroden bereits aufliegen.

7. Man stelle nur ganz langsam die gewünschte Stromstärke ein, indem man mit den Augen der Bewegung des Amperemeterzeigers folgt und gleichzeitig auf das Auftreten von Stechen, Brennen oder sonstigen Reizwirkungen achtet.

8. Man mache den Kranken auf die Gefahr einer Verbrennung aufmerksam und fordere ihn auf, daß er jedes unangenehm werdende Hitzegefühl sofort mitteile.

9. Man sei eingedenk, daß zur Erzielung eines therapeutischen Erfolges nicht unbedingt die Toleranzgrenze für Wärme erreicht werden muß, ja daß im Gegenteil eine zu starke Durchwärmung unter Umständen Schaden bringt.

10. Man schalte stets aus, bevor man die Elektroden abhebt.

#### Vierter Teil.

## Die physiologischen Wirkungen der Diathermie.

### I. Die fehlende Reizwirkung auf die sensiblen und motorischen Nerven.

**Erklärungsversuche.** Eine der augenfälligsten und daher bekanntesten Wirkungen des elektrischen Stromes ist sein erregender Einfluß auf motorische und sensible Nerven. War es ja gerade diese Erscheinung, die zur Entdeckung der strömenden Elektrizität durch Galvani führte. Der sensible, vor allem aber der motorische Reiz, den die verschiedenen elektrischen Entladungen auslösen, war durch Jahrzehnte hindurch bis auf unsere Tage Gegenstand des eifrigsten Studiums; um so überraschender mußte es sein, als plötzlich elektrische Ströme, die Hochfrequenzströme, gefunden wurden, denen dieses eigentümliche Merkmal bewegter Elektrizität, die Erregungsfähigkeit für Empfindungs- und Bewegungsnerven, abging.

Bereits Tesla suchte diese „negative“ Eigenschaft der Hochfrequenzströme zu erklären, ohne daß ihm dies in hinreichender Weise gelungen wäre. Korthals zog zur Erklärung die Kapazität des menschlichen Körpers heran, E. T. Houston die Selbstinduktion. Durch diese sollte ein Auseinanderdrängen der Stromlinien stattfinden, und zwar so weitgehend, daß diese nur an der Oberfläche des Körpers verliefen. Bei metallischen, also selbstinduktiven Leitern ist allerdings eine solche Oberflächenverteilung des Stromes (Skineffekt) nachweisbar vorhanden und durch eine Reihe von charakteristischen Experimenten demonstrierbar, für elektrolytische Leiter, zu denen auch der menschliche Körper zählt, gilt jedoch die gleiche Annahme nicht.

Schon Arsonval wendete sich gegen diese Ansicht. Nernst erbrachte im Jahre 1897 den experimentellen Beweis, daß in flüssigen Leitern ein Auseinanderweichen der Stromlinien nicht vorkommt und daß infolgedessen die darauf basierende Ansicht, daß die Hochfrequenzströme in den Körper nicht eindringen, falsch sei. Einthoven konnte dies auch auf mathematischem Wege bestätigen (1900).

Der erste, der hier den richtigen Weg zeigte, war Arsonval. Er sprach die Überzeugung aus, daß die Unerregbarkeit der Nerven einzig und allein durch die hohen Schwingungszahlen der Ströme bedingt sei. So wie der Sehnerv nur auf Ätherwellen von bestimmten Schwingungszahlen reagiert, so wie von dem Gehörnerv nur Schallschwingungen von begrenzter Frequenz empfunden werden, so sollten auch motorische und sensible Nerven nur durch bestimmte Stromfrequenzen erregbar sein. Die Frequenz der Teslaströme sei aber eine zu hohe, um von ihnen noch wahrgenommen werden zu können. Diese Darstellung ist allerdings keine eigentliche Erklärung des rätselhaften Phänomens, vielmehr nur eine gleichnisartige Nebeneinanderstellung von Tatsachen, von denen eine ebenso unverständlich ist wie die andere; aber sie erkannte wenigstens mit richtigem Blick, daß nicht die hohe Spannung der Teslaströme das Wesentliche sei für ihre geringe physiologische Wirkung, sondern ihre hohe Frequenz.

Arsonval wurde zu dieser Anschauung durch eine Beobachtung geführt, die er bereits im Jahre 1888 machte. Er hatte damals gefunden, daß die muskuläre Erregbarkeit für elektrische Reize sinkt, wenn die Zahl derselben 3000 in der Sekunde übersteigt. Leider war es ihm mangels entsprechender Einrichtungen nicht gegönnt, das Abfallen der Erregbarkeit über 10 000 Reize für die Sekunde zu verfolgen. Erst durch die Einführung der Hochfrequenzströme durch Tesla wurde die Gültigkeit seiner Anschauung auch für sehr hohe „Reizreihen“ bestätigt.

Daß es nicht die hohe Spannung, sondern die große Periodenzahl ist, welche den Strom unfühlbar macht, beweist wohl am besten die Tatsache, daß die Diathermieströme, welche eine ungleich geringere Spannung haben als die Arsonvalströme, diesen doch an Reizlosigkeit überlegen sind. Ich halte es nicht für überflüssig, nachdrücklich auf den Unterschied zwischen Hochspannung und Hochfrequenz hinzuweisen, weil diese beiden Begriffe auch in der heutigen medizinischen Literatur noch fortwährend miteinander verwechselt werden.

Wie ist nun dieses eigentümliche Verhalten der Nerven gegenüber der Frequenz der Wechselströme zu erklären?

Die Theorie von W. Nernst<sup>1)</sup>. Die einzige Theorie, welche uns hier von einer genügend klaren Vorstellung gibt und die gleichzeitig auf exakter mathematisch-physikalischer Basis beruht, ist die Theorie der elektrischen Nervenreizung von W. Nernst. Dieselbe geht von folgenden physikalischen Anschauungen aus:

Fließt ein elektrischer Strom durch eine Flüssigkeit, so werden unter dem Einfluß der elektromotorischen Kraft die Atome oder Atomgruppen derselben, welche elektrisch geladen sind, das sind die Ionen, in Bewegung gesetzt. Ist das Vorzeichen ihrer Ladung ein positives, so wandern sie zur Kathode (Kationen), ist es ein negatives, so gehen sie zur Anode (Anionen). Die Geschwindigkeit, mit welcher die Ionen sich verschieben, ist je nach ihrem atomistischen Charakter eine durchaus verschiedene. Es gibt leicht und schwer bewegliche, rasch und langsam wandernde Ionen.

Die Geschwindigkeit ist aber auch verschieden, je nach der Art des Lösungsmittels, in dem die Wanderung stattfindet; dies offenbar aus dem Grund, weil die Reibungswiderstände, welche sich der Bewegung entgegensetzen, in verschiedenen Lösungsmitteln verschieden groß sind.

Nehmen wir an, wir hätten zwei Lösungsmittel A und B, welche beide das gleiche Salz gelöst enthalten, aber derart beschaffen wären, daß sie sich nicht miteinander mengen, wenn wir sie in einem U-Rohr in der in Abb. 69 ersichtlichen Weise übereinander schichten. Nehmen wir ferner an, daß wir einen Gleichstrom durch beide Flüssigkeiten schicken, so wird es an den Grenzflächen zu Konzentrationsänderungen des Elektrolyten kommen. Diese erklären sich in folgender Weise.

Bewegen sich gewisse Ionen in dem Lösungsmittel A rascher als in dem Lösungsmittel B und ist ihre Bewegungsrichtung die des Pfeiles, so wird es an der Grenzfläche  $g_1g_1$  zu einer Verdichtung der Ionen, also zu einer Konzentrationserhöhung kommen, da die Ionen rascher zur Grenzfläche hin als von ihr wegwandern. An der Grenzfläche  $g_2g_2$  wird das Umgekehrte eintreten, nämlich eine Verminderung der Ionenanzahl oder eine Konzentrationsherabsetzung, da die Ionen in dem Medium B sich langsamer gegen die Grenzfläche hin bewegen, als sie in dem Medium A von ihr fortteilen.

Diese Konzentrationsänderungen hat W. Nernst in einem sehr schönen Versuch auch dem freien Auge ersichtlich gemacht, indem er als Lösungsmittel einerseits Wasser, andererseits mit Wasser gesättigtes Phenol und als Elektrolyt  $KJ_3$  (eine annähernd gesättigte Lösung von J in JK) verwendete. Es zeigt sich dann bei der Durchleitung eines Stromes an der einen Grenzfläche ein Dunklerwerden der Braunfärbung, an der anderen eine Aufhellung derselben.

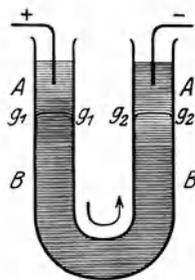


Abb. 69.

<sup>1)</sup> W. Nernst: Zur Theorie des elektrischen Reizes. Berlin: Julius Springer. Derselbe: In Borutttau-Manns Handbuch der gesamten medizinischen Anwendungen der Elektrizität. Bd. 1, S. 225. Leipzig: W. Klinkhardt.

Auch den menschlichen Körper können wir als ein System verschiedener Elektrolytlösungen ansehen. Nach Nernst sind es vornehmlich zwei Lösungsmittel, welche hierbei in Betracht kommen: einerseits die wässrige Gewebsflüssigkeit, andererseits das Protoplasma. „Da der Strom nämlich im wesentlichen keine anderen Änderungen hervorruft, als daß an der Grenze von Protoplasma und der dasselbe berührenden wässrigen Lösung eine Konzentrationsänderung eintritt, so haben wir hierin offenbar das erregende Moment zu erblicken“ (W. Nernst).

Auf diesen Voraussetzungen fußend, wollen wir die von Wechselströmen ausgeübte Reizwirkung auf motorische und sensible Nerven etwas näher betrachten. Soll ein Wechselstrom auf diese erregend wirken, dann muß die Konzentrationsänderung einer Halbwelle genügen, einen Reiz zu setzen, sie muß die Reizschwelle überschreiten, da durch die nächstfolgende Halbwelle, welche in entgegengesetzter Richtung verläuft, die Konzentrationsänderung wieder rückgängig gemacht wird. Mit anderen Worten, die Stromstärke einer einzelnen Halbwelle muß eine hinreichend große sein.

Nun wird die Stromstärke eines Wechselstromes bestimmt durch die Elektrizitätsmenge, welche in einer Sekunde einen Leiterquerschnitt passiert. Diese Elektrizitätsmenge wird hierbei von so vielen Halbwellen getragen, als sie der Wechselstrom in einer Sekunde eben aufweist. Je größer diese Zahl, um so kleiner ist der Bruchteil, welcher auf eine Halbwelle entfällt. Da aber die Konzentrationsänderung und mit ihr die Reizwirkung in einem direkten Verhältnis zur Stromstärke stehen und diese wieder identisch ist mit der verschobenen Elektrizitätsmenge, so ist es ohne weiteres klar, daß mit steigender Wechselzahl die Reizwirkung sinken muß. Sie ist nach Nernst umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der Frequenz:

$$\text{Reizwirkung} = \frac{i \text{ (Stromstärke)}}{\sqrt{\text{Frequenz}}}$$

Dieses Gesetz gilt für Wechselströme von mittelhohen Periodenzahlen in ziemlich weitem Umfang, wie die experimentelle Prüfung zeigt. Für sehr langsam wechselnde Ströme einerseits, wie für sehr hochfrequente andererseits scheint es dagegen nicht zuzutreffen. Untersuchungen mit möglichst reinen Hochfrequenzschwingungen<sup>1)</sup> ergaben, daß ihre Reizwirkung wesentlich geringer ist, als man nach dem Nernst'schen Gesetz erwarten würde. Zeynek vermutet, daß der Grund hierfür in den großen kolloidalen Partikelchen der Nervenzellen zu suchen sei, welche infolge ihrer elektrischen Trägheit bei sehr raschen Schwingungen die Reizleitung vermindern. Bei sehr langsam verlaufenden Wechselströmen dagegen dürfte die Abweichung von dem Nernst'schen Gesetz wohl durch elektrolytische Wirkungen ähnlich wie beim Gleichstrom zustande kommen.

Die Frequenzhöhe, bei der die Reizwirkung von Wechselströmen auf sensible und motorische Nerven vollkommen erlischt, ist bisher nicht genau bekannt. Aus Versuchen, die im physiologischen Institut

<sup>1)</sup> Zeynek und Bernd: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 132.

von Professor Gildemeister in Berlin ausgeführt wurden, geht hervor, daß Wechselströme mit einer Frequenz von 100 000 noch deutliche Reizeffekte zeigen, erst bei einer Frequenz von 200 000 lassen sich solche nicht mehr nachweisen.

## II. Die örtliche Wärmewirkung.

Die in die Augen springendste Wirkung der Diathermie ist zweifellos die Erwärmung, die Temperaturerhöhung, welche das vom Strom durchsetzte Gewebe erfährt. Diese Erwärmung ist, abgesehen von äußeren Bedingungen wie Stromstärke und Elektrodengröße, hauptsächlich von zwei Faktoren abhängig, einerseits von dem Widerstand des Gewebes, andererseits von der Stärke seiner Durchblutung. Diese beiden Faktoren wollen wir nun etwas eingehender besprechen.

**Der Einfluß des elektrischen Widerstandes.** Da der menschliche Körper kein homogener Leiter ist, sondern aus Geweben verschiedener Art, infolgedessen auch verschiedenen elektrischen Widerstandes besteht, so ist die Erwärmung keine ganz gleichmäßige. Schon Bernd und Preyß haben durch Untersuchung an Tieren und Leichen, bei denen sie Thermometer in die einzelnen Gewebsschichten einführten, nachgewiesen, daß der Temperaturanstieg in den verschiedenen Geweben verschieden rasch erfolgt. Ihre Experimente ergaben, daß sich bei der queren Diathermie einer Extremität am meisten die Haut erwärmt, dieser folgten in absteigender Reihe die Knochen, dann das Fettgewebe, dem die Nervensubstanz ungefähr gleichkam, und schließlich die Muskulatur. Bei der Längsdurchwärmung waren die Verhältnisse umgekehrt, so daß an erster Stelle die Muskeln, an letzter Stelle die Haut stand. Ähnliche Untersuchungen wurden auch von anderen Autoren (Nagelschmidt, Ullmann u. a.) gemacht. Die von diesen Untersuchern aufgestellten Skalen weichen jedoch untereinander wie auch von der Bernd-Preyßschen Reihenfolge weitgehend ab.

Die Schlußfolgerung dieser beiden letzten Autoren, daß bei der Querdurchwärmung einer Extremität die Gewebe sich im Verhältnis ihres elektrischen Widerstandes erwärmen, da wir es hier mit einer Reihenschaltung verschiedener Widerstände zu tun hätten, trifft allerdings nicht voll zu, wie bereits auf S. 61 auseinandergesetzt wurde. Ebenso wenig besteht die Annahme zu Recht, daß bei der Längsdurchströmung diese Reihenfolge die umgekehrte sei, weil in diesem Fall eine Parallelschaltung vorliege. Die Dinge sind vielmehr ungleich verwickelter und ich möchte an dieser Stelle nochmals davor warnen, aus theoretisch abgeleiteten Erkenntnissen weitgehende Schlüsse auf die komplizierten Verhältnisse der therapeutischen Praxis zu ziehen, wie dies im Sinne von Bernd und Preyß von vielen Autoren geschehen ist. Über das tatsächliche Verhalten der Temperatur bei der Durchwärmung des lebenden Körpers vermag uns nicht eine theoretische Deduktion, sondern nur die unmittelbare experimentelle Messung zu belehren.

Der Einfluß, den der elektrische Widerstand der verschiedenen Gewebe auf ihre Erwärmung bei der Diathermie ausübt, macht es nötig, noch einige Worte über diesen Widerstand selbst zu sagen.

**Gleichstrom- und Wechselstromwiderstand.** Der Widerstand, den ein Leiter dem elektrischen Strom entgegensetzt, ist in erster Linie abhängig von seiner materiellen Beschaffenheit. So leitet unter ganz gleichen Bedingungen Silber den Strom besser als Kupfer, dieses leitet besser als Eisen usw. Um die Verschiedenheit des Leitvermögens, die in der Natur des Leiters begründet ist, zum Ausdruck zu bringen und so das Leitvermögen der einzelnen Körper miteinander vergleichen zu können, hat man den Begriff des spezifischen Widerstandes geschaffen. Wir verstehen darunter den Widerstand ausgedrückt in Ohm, den ein Körper in Gestalt eines Leiters von 1 cm<sup>2</sup> Querschnitt und 1 cm Länge dem Strom bietet.

Wir wissen, daß, abgesehen von seiner spezifischen Natur, der Widerstand eines Leiters noch weiterhin bestimmt wird von seiner Länge und von seinem Querschnitt, und zwar nimmt er mit der Länge in einem geraden Verhältnis zu und mit dem Querschnitt in ebendemselben Verhältnis ab. Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergibt sich: Der Widerstand eines Leiters ist direkt proportional seinem spezifischen Widerstand ( $\sigma$ ) und seiner Länge ( $l$ ) und umgekehrt proportional seinem Querschnitt ( $q$ ):

$$W = \sigma \frac{l}{q}.$$

Soweit sind uns die Verhältnisse allgemein geläufig. Mit diesen Kenntnissen aber werden wir nicht unser Auslangen finden, wenn wir das Verhalten des menschlichen Körpers und seiner Gewebe gegenüber den Hochfrequenzströmen untersuchen und verstehen wollen. Wenn wir nicht den größten Irrtümern unterliegen wollen, so müssen wir uns zunächst von der Vorstellung freimachen, daß der menschliche Körper ein gewöhnlicher Ohmscher Widerstand ist, der durch die drei oben angeführten Größen (spezifischer Widerstand, Länge und Querschnitt) definiert und durch einen in Ohm ausgedrückten Wert absolut festgelegt werden kann. Dem ist nicht so. Es hat sich vielmehr gezeigt, daß der Widerstand des menschlichen Körpers und seiner Gewebe die allerverschiedensten Werte ergibt, je nachdem er mit Gleichstrom oder Wechselstrom, mit Wechselstrom von niederer oder hoher Frequenz, mit Strömen von niederer oder hoher Spannung gemessen wird. Es würde natürlich zu weit führen, diese äußerst interessanten, aber ebenso komplizierten Verhältnisse hier in extenso darzulegen. Wir müssen uns darauf beschränken, einige der wichtigsten Punkte herauszugreifen, die für die Erwärmung bei der Diathermie von Bedeutung sind und die bisher so gut wie vollkommen vernachlässigt wurden. Im übrigen verweise ich auf die grundlegenden Arbeiten von Gilde-meister<sup>1)</sup> sowie von Dowse und Iredell<sup>2)</sup>, auf die ich mich im nachfolgenden stütze.

Wir gehen zunächst von zwei Tatsachen aus, die eine ist die, daß der Widerstand des menschlichen Körpers gegen Gleichstrom wesentlich

<sup>1)</sup> Gilde-meister: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 149, S. 389. 1912; Bd. 176, H. 1/2, S. 84; Bd. 195, H. 1/2, S. 112; Elektrotechn. Zeitschr. 1919. H. 38.

<sup>2)</sup> Dowse und Iredell: Arch. of radiol. a. electrotherapy. Juli 1920. S. 34.

höher ist als gegen Wechselstrom, die andere, daß der Widerstand gegenüber Wechselstrom von der Frequenz desselben abhängt, daß er gegen niederfrequenten Wechselstrom größer ist als gegen hochfrequenten. Wie ist das zu erklären?

Gildemeister hat gezeigt, daß der hohe Widerstand des menschlichen Körpers gegenüber dem Gleichstrom durch Polarisierung bedingt wird. Wie wir seit Peltier (1834) wissen, ist auch das tierische Gewebe polarisierbar, d. h. ein durch dasselbe hindurchfließender Gleichstrom erzeugt in ihm elektromotorische Kräfte, die seiner eigenen elektromotorischen Kraft entgegengerichtet sind. Dadurch wird diese Kraft geschwächt, es fließt infolgedessen weniger Strom durch das Gewebe, was den Anschein erweckt, als ob der Widerstand desselben ein sehr hoher wäre. Die im Organismus wirksamen Polarisationskräfte sind ihrer Art nach ganz die gleichen, wie sie an den Elektroden eines Voltaelementes, bestehend aus Kupfer und Zink in verdünnter Schwefelsäure, beobachtet werden und die bewirken, daß die elektromotorische Kraft eines solchen Elementes in kurzer Zeit sinkt.

Den Grund der Polarisierung sieht Gildemeister in jenen Konzentrationsänderungen, die nach der Theorie von Nernst (S. 77) an den Zellmembranen zustande kommen. Durch sie entstehen Konzentrationsketten, deren Spannung der des Meßstroms entgegenwirkt. Diese Konzentrationsverschiebungen sind, wie wir im vorigen Abschnitt gesehen haben, am größten, wenn die elektromotorische Kraft andauernd in derselben Richtung wirkt, also beim Gleichstrom. Zwar sind sie auch beim Wechselstrom niederer Frequenz noch merkbar, sie werden aber um so geringer, je höher die Frequenz des Stromes steigt. Das ist auch die Ursache, weshalb der Widerstand des Körpers mit steigender Frequenz des Stromes abnimmt. Die Polarisierung hat ihren Sitz vornehmlich in der Haut und daraus erklärt sich, daß es vor allem die Haut ist, die gegen Gleichstrom einen so hohen Widerstand zeigt und weiters, daß dieser Hautwiderstand gegen Hochfrequenzstrom ein auffallend niedriger ist, mit welchen Tatsachen wir uns noch später eingehender beschäftigen müssen.

Wollen wir aber das Verhalten des menschlichen Körpers gegen die Diathermieströme richtig werten, so müssen wir noch etwas anderes im Auge behalten. Der Körper besitzt Wechselstrom gegenüber eine gewisse Kapazität, d. h. er verhält sich ihnen gegenüber wie ein Kondensator. Haben wir einen Stromkreis, bestehend aus Ohmschem Widerstand und einem in Reihe geschalteten Kondensator, so wird durch letzteren der Widerstand des ganzen Kreises einem Wechselstrom gegenüber herabgesetzt, und zwar um so mehr, je größer die Kapazität des Kondensators und je höher die Frequenz des Wechselstromes ist. Das ist eine physikalische Tatsache, auf deren Erklärung hier nicht näher eingegangen werden kann. Nach Dowse und Iredell haben wir uns vorzustellen, daß der Haut eine solche Kondensatorwirkung zukommt. Auf der einen Seite bedeckt von dem gut leitenden Metall der Elektrode und auf der anderen begrenzt durch eine gut leitende Muskelschicht, können wir sie gleichsam als das Dielektrikum eines Kondensators betrachten. Allerdings ist dieses Dielektrikum ein sehr unvollkommenes,

denn es läßt nicht nur Wechselstrom, sondern auch Gleichstrom passieren, was ein vollkommenes Dielektrikum nicht tut. Wir müssen, wollen wir bei dem Kondensatorbild bleiben, unsere Vorstellung noch dahin ergänzen, daß wir uns parallel zu dem Kondensator einen Ohmschen Widerstand geschaltet denken (Abb. 70). Für die Erwärmung der Haut kommt nur jener Stromanteil in Betracht, der durch den Ohmschen Widerstand fließt, nicht jener, der auf kapazitivem Weg in den Körper übergeht.

Damit wollen wir unsere theoretischen Betrachtungen schließen, wir wollen nicht darauf eingehen, daß nach Gildemeister die Kapazität der Haut nicht eine elektrostatische, sondern eine Polarisationskapazität ist, daß zu dieser unter gewissen Umständen noch eine elektrostatische Kapazität treten kann usw. Das würde uns an dieser Stelle zu weit führen. Die gegebenen Ausführungen mögen nur zeigen, daß es nicht angeht, den Körper als einen gewöhnlichen Ohmschen Widerstand

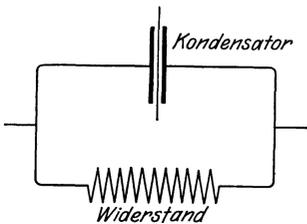


Abb. 70. Schema des Hautwiderstandes.

zu betrachten, und daß es vor allem unzulässig ist, unsere alte Vorstellung von dem hohen Widerstand, den die Haut gegenüber Gleichstrom zeigt, ohne weiteres auch auf die Hochfrequenzströme anzuwenden. Die nachfolgenden experimentellen Untersuchungen werden uns über die Richtigkeit dieser Anschauung belehren.

**Die Messung des Hochfrequenzwiderstandes von Wildermuth.** Wildermuth suchte den Widerstand der einzelnen Gewebe an der Leiche zu bestimmen, und

zwar aus dem Grad der Erwärmung, den dieselben bei Hindurchleitung eines Diathermiestromes erfahren. Nach dem Jouleschen Gesetz muß diese Erwärmung in einem direkten Verhältnis zu dem Widerstand stehen. Wildermuth kam dabei zu folgenden Resultaten:

Setzt man den Widerstand einer 0,5%igen chemisch reinen Kochsalzlösung bei 18° C = 1, so beträgt der spezifische Widerstand von

Fettgewebe . . . . .	19,4
Gehirn . . . . .	5,5—6,8
Lunge . . . . .	3,5—4,0
Leber . . . . .	2,8—3,3
Haut . . . . .	2,5—3,0
Muskel . . . . .	1,2—1,5

Den geringsten Widerstand zeigt Aszitesflüssigkeit, er ist kleiner als 1, Blut und sämtliche Gewebe dagegen überschreiten die Einheit. Unter letzteren steht an höchster Stelle das Fettgewebe. Es stimmt dies mit der Erfahrung, daß reines Fett, z. B. Öl, ein guter Isolator ist und als solcher auch in der Elektrotechnik Verwendung findet (Öltransformatoren).

Da Serum die bestleitende Substanz des menschlichen Körpers ist, so kann man meiner Ansicht nach im allgemeinen sagen, daß ein Organ die Elektrizität um so besser leitet, je größer sein Serum- bzw. Blutgehalt und je kleiner sein Fettgehalt ist. Bei entzündlichen Prozessen, die mit seröser Exsudation einhergehen, sinken die Widerstandswerte bedeutend. Der wechselnde Blutgehalt erklärt es, daß auch das Leitvermögen des Fettgewebes beim Menschen ein sehr variables ist. Wildermuth fand seinen Widerstand bei dicken Leuten meist kleiner als bei mageren.

Der bedeutende Fettgehalt verleiht auch dem Gehirn einen hohen elektrischen Widerstand.

Den Widerstand der Lunge zu bestimmen, ist außerordentlich schwer, da er nicht nur durch den Blutgehalt, sondern auch durch den wechselnden Luftgehalt variiert wird. Schon eine leichte Kompression des Gewebes setzt ihn wesentlich herab.

Desgleichen schwankt die Leitfähigkeit der Leber je nach ihrem Bindegewebsreichtum in weiten Grenzen. Eine geringgradige Induration gibt schon einen bedeutenden Ausschlag.

Einen niedrigen Widerstand zeigt der Muskel, er beträgt in der Faserrichtung gemessen 1,2—1,5.

Auffallend niedrig sind die Widerstandswerte, welche Wildermuth für die Haut findet. Er selbst sucht dieses Ergebnis durch die Annahme zu erklären, daß die veränderte Hautbeschaffenheit an der Leiche deren Widerstand erniedrigt. Man sollte dagegen meinen, daß der fehlende Blutgehalt und der nicht wiederersetzte Wasserverlust durch Verdunstung den Widerstand eher erhöht als herabsetzt. Und das dürfte auch wohl so sein. Wenn Wildermuth trotzdem den Widerstand nur doppelt so hoch findet als den des Muskels, so entspricht dies eben den tatsächlichen Verhältnissen und wir wollen dafür gleich weitere Beweise erbringen.

**Die Messung des Hochfrequenzwiderstandes von Dowse und Iredell. Eigene Untersuchungen.** Dowse und Iredell bestimmten den Widerstand verschiedener Körperteile nach der sog. Substitutionsmethode. Sie schickten einen Diathermiestrom von ganz bestimmter Stärke durch einen Körperabschnitt, dessen Widerstand gemessen werden sollte, sagen wir z. B. von Hand zu Hand. Nun wurde, ohne daß an der Einstellung, d. h. an der Spannung des Apparates irgend etwas geändert wurde, mit Hilfe eines Umschalters an Stelle des Körpers ein Flüssigkeitswiderstand in den Stromkreis des Diathermieapparates gelegt. Dowse und Iredell benützten hierzu eine Kupfersulfatlösung, welche in ein Glasrohr eingeschlossen war. In die Lösung tauchten an beiden Enden des Rohres je eine Kupferelektrode, von denen die eine fix, die andere beweglich war. Durch Verschieben der letzteren konnte die Länge der eingeschalteten Flüssigkeitssäule so geändert werden, bis das Amperemeter den gleichen Ausschlag zeigte wie bei der Durchströmung des Körpers. War dies der Fall, dann mußte nach dem Ohmschen Gesetz (bei gleicher Spannung und gleicher Stromstärke) auch der Körperwiderstand gleich dem eingeschalteten Flüssigkeitswiderstand sein. Der letztere aber war leicht durch Gleichstrom zu ermitteln oder war schon früher für eine bestimmte Flüssigkeitslänge festgelegt worden.

Auf diese Weise fanden die genannten Autoren, daß der Widerstand von Hand zu Hand, wenn man in diesen zwei zylindrische Metallelektroden hält, bei verschiedenen Personen zwischen 450—650 Ohm schwankt. Ich habe, um ein Vergleichsmaß zu erhalten, unter denselben Bedingungen den Gleichstromwiderstand bei verschiedenen Personen gemessen. Er betrug bei einer Meßspannung von 14 Volt durchschnittlich 7000—8000 Ohm, also mehr als zehnmal soviel wie bei der Diathermie.

Dowse und Iredell konnten weiterhin die auffallende Tatsache feststellen, daß es bei der Diathermie auf die Größe des gefundenen Widerstandes ohne Einfluß ist, ob man die Elektroden in die trockenen Hände nimmt oder ob man diese vorher in Kochsalzlösung taucht. Der Feuchtigkeitsgehalt der Haut spielt also für den Leitungswiderstand gegenüber den Hochfrequenzströmen keine Rolle.

Die nachfolgenden, von mir ausgeführten Versuche, die jederzeit ohne besondere Behelfe wiederholt werden können, bestätigen ganz das gleiche. Eine Versuchs-

person nimmt zwei zylindrische Metallelektroden in die Hände, mit deren Hilfe man einen galvanischen Strom von 4 MA durch den Körper schiekt. Dann legt die betreffende Person, ohne daß der Apparat abgestellt wird, ohne daß also an der Spannung desselben etwas geändert wird, die Elektroden beiseite, wäscht sich die Hände und ergreift mit den noch feuchten Händen neuerdings die Elektroden. Sofort schnellert der Zeiger des Galvanometers auf 10 MA hinauf. Die Stromstärke steigt also um 6 MA, was nur dadurch erklärbar ist, daß der Widerstand in demselben Maße, das ist in unserem Fall um mehr als die Hälfte gesunken ist. Wiederholt man nun das Experiment in ganz gleicher Weise mit einem Diathermiestrom von sagen wir 400 MA, so findet man, daß sich an der Stromstärke gar nichts ändert, ob man die Elektroden mit trockenen oder feuchten Händen hält. Der Gleichstromwiderstand wird also durch das Anfeuchten der Haut wesentlich vermindert, nicht aber der Hochfrequenzwiderstand.

Es ist daher auch die Annahme, daß man vor dem Auflegen der Elektroden die Haut anfeuchten müsse, um ihren Widerstand herabzusetzen, falsch. Das Anfeuchten hat vielmehr einzig und allein den Zweck, einen guten Kontakt zwischen Haut und Elektrode zu vermitteln, jede Luftzwischen-schicht zu verdrängen, um so dem Strom einen kontinuierlichen Übergang ohne Funkenbildung zu ermöglichen. Man kann an Stelle von Wasser, wie ich mich überzeugt habe, ebensogut eine nichtleitende Substanz, wie z. B. Vaseline, verwenden und man wird ganz den gleichen Effekt erzielen. Die Leitfähigkeit des Bindemittels spielt im Gegensatz zum Gleichstrom für den Diathermiestrom gar keine Rolle. Wiederholt man den oben angeführten Versuch, indem man statt die Hände anzufeuchten, sie mit einer dicken Vaselinschicht bedeckt, so wird dadurch der Widerstand für den Gleichstrom bedeutend erhöht und die ursprünglich eingestellte Stromstärke geht um ein beträchtliches zurück. Der gleiche Versuch mit einem Diathermiestrom ausgeführt, ändert an der Stromstärke gar nichts. Es ist also gar kein Zweifel, daß sich die Haut dem Diathermiestrom gegenüber anders verhält als gegenüber Gleichstrom. Das sollen auch die folgenden Versuche zeigen.

Dowse und Iredell fanden bei einer Versuchsperson, die in beiden Händen Zylinderelektroden hielt, einen Widerstand von 526 Ohm, wenn die Arme gestreckt waren. Wurden diese jedoch gebeugt, so sank der Widerstand auf 440 Ohm.

Ein zweiter Versuch. Eine Person hielt in der einen Hand eine Zylinderelektrode, während eine zweite Elektrode in Form einer Metallplatte an der Beugeseite des Oberarmes befestigt war. Die Messung ergab einen Widerstand von 260 Ohm, im Fall der Vorderarm gestreckt war. Ließ man den Vorderarm gegen den Oberarm bis zu einem rechten Winkel beugen, so verminderte sich der Widerstand auf 230 Ohm. Ließ man die Beugung bis zum Maximum fortsetzen, so sank der Widerstand bis auf 216 Ohm.

Ganz die gleiche Erscheinung beobachtet man, wenn man die Spitze eines Zeigefingers in eine Salzlösung taucht und die zweite Elektrode um das Handgelenk anlegt. Der Widerstand beträgt in gestreckter Stellung des Fingers 390 Ohm, fällt bei rechtwinkliger Beugung auf 380 Ohm und erreicht bei voller Flexion ein Minimum von 310 Ohm.

In allen angeführten Fällen zeigt sich also ganz das gleiche, eine merkliche Widerstandsabnahme, wenn das anfangs gestreckte Gelenk während des Versuches gebeugt wird, obwohl das zwischen den Elektroden liegende Körperstück dasselbe bleibt. Die Erklärung hierfür liegt wohl darin, daß durch die Beugung der Gelenke dem Strom die Möglichkeit geboten wird, an der Innenseite der nun bogenförmigen oder winkelig geknickten Bahn, dort, wo die großen Gefäße liegen, den Weg abzukürzen. Würde die Haut den Hauptteil des Widerstandes ausmachen, wie das für den galvanischen Strom gilt, so könnte auf diese Weise nie eine merkliche Veränderung des Widerstandes zustande kommen. Und in der Tat fällt auch bei Verwendung eines galvanischen Stromes das Experiment negativ aus. Es ist damit gleichfalls erwiesen, daß der Hochfrequenzwiderstand der Haut gegenüber dem der anderen Körpergewebe nicht entscheidend ins Gewicht fällt.

Noch überzeugender ist der nachfolgende von mir ausgeführte Versuch. Man bringt auf die Dorsalfäche beider Hände ovale, etwa 50 cm<sup>2</sup> große Bleielektroden und schiekt so einen Gleichstrom von 3 MA durch beide Arme. Legt man dann die gut angefeuchteten Palmarflächen beider Hände aneinander, so ändert sich an der Stromstärke gar nichts, obwohl nunmehr der Strom die Möglichkeit hätte, quer

durch beide Hände auf kürzestem Weg von einer Elektrode zur anderen zu gehen. Er tut das nicht, denn würde auch nur ein Teil des Stromes diesen neuen Weg wählen, so müßte das sofort in einem Steigen der Stromstärke zum Ausdruck kommen. Der Strom geht vielmehr nach wie vor durch die ganze Länge der Arme und quer durch den Körper, er macht also einen weiten Umweg, statt direkt die Hände zu durchsetzen. Der Grund ist der, daß er in letzterem Fall viermal statt zweimal den hohen Hautwiderstand überwinden müßte. Machen wir den gleichen Versuch mit einem Diathermiestrom. Wir legen die Elektroden wie früher auf die Rückfläche der Hände und schalten einen Strom von 300 MA ein, dann bringen wir die Hautflächen zur gegenseitigen Berührung. Sofort steigt der Strom auf 1800 MA, also auf das 6fache. Der Widerstand der doppelt dicken Hautschicht der Handflächen ist für den Diathermiestrom bedeutungslos, er ist für ihn auf jeden Fall viel kleiner als der Widerstand, den er auf dem Wege durch die Muskulatur der Arme zu überwinden hätte.

Damit ist wohl zur Genüge erwiesen, daß der Hautwiderstand für den Diathermiestrom ein verhältnismäßig geringer ist. Und das ist ein glücklicher Umstand. Denn wäre das nicht der Fall, dann würde wahrscheinlich eine Tiefendurchwärmung und damit eine Diathermie überhaupt nicht möglich sein. Nehmen wir an, daß der Widerstand der Haut gegenüber dem der anderen Weichteile bei der Diathermie nur annähernd so groß wäre wie bei der Galvanisation, so müßte nach dem Jouleschen Gesetz auch die Erwärmung der Haut eine dementsprechend größere sein. Die Haut würde infolgedessen schon in einem Zeitpunkt überhitzt sein, wo die anderen tiefer liegenden Teile noch kaum eine merkliche Temperaturerhöhung erfahren haben.

**Temperaturmessungen am Menschen.** Über die Temperaturen, welche durch die Diathermie im Innern des Körpers zustande kommen, sind wir heute noch wenig unterrichtet, weil aus begrifflichen Gründen hierüber noch wenig direkte Messungen vorliegen.

Grunspan und Levère, die ihre Messungen mit Thermonadeln vornahmen, haben bei ihren Versuchen gefunden, daß die Haut eine Erwärmung bis zu 45,5° C klaglos verträgt. Darüber hinaus tritt ein unangenehmes Gefühl von Brennen auf, das die Untersucher zwang, mit der Stromstärke zurückzugehen. Bei Versuchen an Kaninchen wurden bereits bei einer Temperatur von 42° C subkutane Koagulationen, die sich bis in die Muskulatur erstreckten, beobachtet. Die von Grunspan und Levère gefundenen Schädigungsgrenzen erscheinen sehr niedrig und Bordier meint, daß bei günstigeren Versuchsbedingungen, insbesondere bei vollkommen gutem Kontakt der Elektroden mit der Haut auch höhere Temperaturen erreicht werden könnten. Das ist nicht unwahrscheinlich, denn Santos konnte z. B. feststellen, daß Temperaturen von 45° C von der Harnröhrenschleimhaut eine Stunde lang und darüber ohne Gefahr vertragen wurden.

Wir wollen im folgenden noch einige Temperaturbefunde der Haut anführen, wie sie sich bei therapeutischen Anwendungen der Diathermie ergaben. Diathermiert man einen Arm oder ein Bein der Länge nach, so tritt, wie allgemein bekannt, die stärkere Erwärmung an der Beuge- seite der Extremität auf. Das rührt daher, weil hier die großen Blutgefäße verlaufen, die infolge ihres guten Leitvermögens einen großen Teil des Stromes aufnehmen. Ist diese ungleichmäßige Erwärmung schon in der Streckstellung der Extremität merkbar, so ist sie um so ausgesprochener, je mehr die Gelenke gebeugt werden. Einige Messungen von Bordier sollen das illustrieren. Leitet man einen Strom von 500 MA von einer Hand zur anderen, so ergibt sich nach 10 Minuten bei gestrecktem Vorderarm ein Temperaturanstieg

an der Vorderseite des Ellbogengelenkes . . . um  $3,6^{\circ}\text{C}$  } Differenz  $0,9^{\circ}\text{C}$   
 an der Rückseite des Ellbogengelenkes . . . um  $2,7^{\circ}\text{C}$  }

Wiederholt man den Versuch unter gleichen Bedingungen nur mit dem Unterschied, daß man während der Durchwärmung das Ellbogengelenk gebeugt hält, so ist der Temperaturunterschied wesentlich größer. Die Temperaturerhöhung beträgt

an der Vorderseite des Ellbogengelenkes . . . . .  $5,0^{\circ}\text{C}$  } Differenz  $3,1^{\circ}\text{C}$   
 an der Rückseite des Ellbogengelenkes . . . . .  $1,9^{\circ}\text{C}$  }

Wie schon die Untersuchungen von Dowse und Iredell (S. 84) vermuten ließen, legt sich der Strom bei gebeugter Extremität vornehmlich auf die kürzere Innenseite der Bahn, wobei ihm die Gefäße einen willkommenen Weg bieten. Ganz analoge Beobachtungen wie am Ellbogengelenk kann man am Hand- oder Kniegelenk anstellen, wenn man die Hauttemperatur einmal bei Beuge-, einmal bei Streckstellung des Gelenkes mißt.

Fürstenberg und Schemel untersuchten den Anstieg der Tempe-

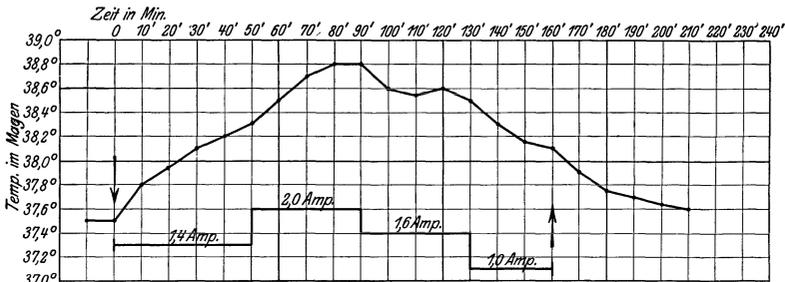


Abb. 71. Verhalten der Temperatur im Mageninnern bei der Diathermie (nach Lüdin).

ratur im Innern des Magens bei einer Durchwärmung desselben mit zwei großen Elektroden ( $20 \times 30$  cm), von denen eine über dem Epigastrium, die andere an der gegenüberliegenden Stelle des Rückens aufgelegt wurde. Zur Temperaturmessung diente eine Meßeinrichtung der Firma Siemens & Halske, die nach dem Prinzip konstruiert ist, daß eine feine Platinspirale, welche in Quarzglas eingeschmolzen und von einer vergoldeten Hülse umgeben ist, ihren elektrischen Widerstand bei verschiedenen Temperaturen verändert. Diese Widerstandsänderungen werden durch ein Millivoltmeter fortlaufend selbsttätig registriert.

Bei der Verwendung einer Stromstärke von 0,3 Ampere konnten Fürstenberg und Schemel im Mageninnern einen Temperaturanstieg um  $0,3^{\circ}\text{C}$  erzielen, während eine Stromstärke von 2 Ampere nur einen Anstieg von  $0,1^{\circ}\text{C}$  ergab. Analoge Versuche am lebenden Hund ergaben das gleiche Resultat. Der gemessene Temperaturanstieg war höher bei kleinerer und niedriger bei größerer Stromstärke.

Fürstenberg und Schemel suchten dieses paradoxe Versuchsergebnis durch einen biologischen Reflexvorgang zu erklären. Bei der Verwendung einer größeren Stromstärke wird die Haut wesentlich stärker erhitzt. Es werden in diesem Fall auch die von der Haut aus-

gelösten Abwehrreflexe in höherem Maße erregt werden. Das gilt insbesondere von der reaktiven Hyperämie, durch welche eine Verschleppung der Wärme und damit eine Kühlung veranlaßt wird. Bei geringerer Stärke schleicht sich der Strom gleichsam in den Körper ein, ohne jene Gefäßreflexe zu wecken, welche seine Wirkung sofort paralysieren.

Diese nicht ganz befriedigende Erklärung war für Lüdin die Veranlassung, die Sache nochmals zu prüfen. Er arbeitete nach ganz der gleichen Methode unter Verwendung einer Elektrodengröße von  $12 \times 20$  cm. Einer seiner Versuche sei hier an Hand einer Kurve wiedergegeben (Abb. 71).

Wie man sieht, steigt die Temperatur in den ersten 10 Minuten von  $37,5^{\circ}$  C auf  $37,8^{\circ}$  C, in den folgenden 40 Minuten allmählich auf  $38,3^{\circ}$  C. Bei 2 Ampere erhebt sich die Temperatur auf  $38,8^{\circ}$  C. Da der Patient die Wärme unangenehm empfindet, wird die Stromstärke vermindert. Gleichzeitig damit fällt die Temperatur auf  $38,5^{\circ}$  C, um bei weiterer Verminderung der Stromstärke auf  $38,1^{\circ}$  C zu sinken.

Die Temperatur im Mageninnern steigt also im Gegensatz zu den Versuchen von Fürstenberg und Schemel ganz parallel der Stromstärke. Die von Lüdin durch Diathermie erzielte Höchststeigerung der Temperatur betrug  $2,1^{\circ}$  C im Verlaufe einer Stunde. Sie war höher als diejenige, die durch Kataplasmen ( $1,0^{\circ}$  C) oder diejenige, die durch Thermophore ( $0,8^{\circ}$  C) erreicht werden konnte. Menard und Nemours, welche die gleiche Versuchsanordnung wählten, konnten sogar Temperatursteigerungen im Mageninnern bis zu  $3,0^{\circ}$  C erreichen.

**Der Einfluß der Blutbewegung.** Wird durch die verschiedenen Widerstände der Gewebe ein Unterschied in der Erwärmung geschaffen, so wird dieser zum Teil wieder ausgeglichen durch die Blutzirkulation. Der Einfluß derselben ist um so größer, als durch die Diathermie selbst eine Hyperämie erzeugt wird, das ist eine Vermehrung und Beschleunigung des Blutstromes. Dieser wirkt gleich einem Kühlstrom. Mit einer Temperatur, die niedriger ist als die des durchwärmten Körperteiles, tritt er in diesen ein, um ihn mit Wärme beladen wieder zu verlassen. Die Blutzirkulation bedingt so eine Verschleppung der an Ort und Stelle erzeugten Wärme, sie sucht die örtliche Anhäufung der Wärme zu verhindern. Ihr Einfluß ist somit ein nivellierender.

Daß die Blutbewegung der lokalen Erwärmung entgegenwirkt, ersehen wir auch aus Beobachtungen, die wir in der täglichen Praxis machen. Ein Organ oder Gewebe erwärmt sich bei gleicher Stromstärke um so weniger, je ausgiebiger seine Durchblutung ist, oder dasselbe mit anderen Worten ausgedrückt: Ein Organ oder Gewebe verträgt um so mehr Strom, je besser und reichlicher es von Blutgefäßen versorgt ist. Wir haben schon bei der Dosierung des Diathermiestromes darauf hingewiesen, daß die Schleimhaut des Rektums und der Vagina auffallend hohe Stromdosen schadlos verträgt. Mag auch der geringere Widerstand der Schleimhaut gegenüber dem der Haut dabei eine Rolle spielen, so ist es doch in erster Linie der Reichtum an Blutgefäßen, den die Beckenorgane aufweisen, der uns das verständlich macht.

Als Gegenstück zu dieser Beobachtung zeigt uns die klinische Erfahrung, wie schlecht im allgemeinen dicke Leute den Diathermiestrom vertragen. Das blutarme Fettgewebe überhitzt sich sehr leicht und

legt man die Elektroden über einer Hautstelle auf, die stark mit Fett gepolstert ist, so wird sehr bald über ein unangenehmes Hitzegefühl geklagt, auch wenn die Stärke des Stromes keine sehr große ist.

Die Bedeutung der Blutbewegung zeigt auch nachfolgender einfache Versuch. Bindet man den einen Arm mit einer Esmarchbinde ab und leitet man einen Strom von 0,6 Ampere von einer Hand zur anderen, so wird an dem abgebundenen Arm sehr rasch ein unerträgliches Hitzegefühl auftreten, während die Wärmeempfindung an dem anderen Arm noch durchaus erträglich ist.

Wir werden noch an späterer Stelle (S. 93) über die Bedeutung der Blutbewegung bei der Diathermie sprechen. Diese Ausführungen mögen hier genügen.

**Der Einfluß der Wärmeleitung.** In gleicher Weise ausgleichend auf die Temperaturunterschiede, welche durch die verschiedenen Widerstände der Gewebe geschaffen werden, wirkt auch der Wärmeaustausch durch Leitung. Dieser geht allerdings nur sehr langsam vor sich, da das Wärmeleitungsvermögen der Gewebe ein sehr geringes ist. Der Wärmeausgleich durch die Leitung ist zwar schon während der Durchströmung wirksam, kommt aber hauptsächlich erst nach dem Aussetzen des Stromes zur Geltung. Ich habe diese Verhältnisse an der Leiche studiert und konnte dabei regelmäßig folgende Erscheinungen feststellen. Diejenigen Schichten, die in der Erwärmung zurückgeblieben sind, steigen in ihrer Temperatur noch weiterhin an, während die höchsttemperierten Gewebe langsam abfallen. Die Muskeln, vor allem aber die Haut im Kontakt mit der kälteren Luft, sinken langsam, aber kontinuierlich in ihrer Temperatur; das Knochenmark dagegen, das in seiner Erwärmung meist am weitesten zurück ist, nimmt aus seiner Umgebung Wärme auf und geht in seiner Temperatur noch weiter in die Höhe. Infolge seiner zentralen Lage hält es seine Wärme aber auch am längsten und man kann im weiteren Verlaufe der Abkühlung schließlich beobachten, daß die Situation sich umkehrt, und daß das Knochenmark von allen Teilen die höchste Temperatur aufweist.

### III. Die allgemeine Wärmewirkung.

**Die örtliche und allgemeine Temperaturerhöhung.** Zwischen lokaler und allgemeiner Diathermie läßt sich eine scharfe Grenze nicht ziehen. Schon bei der örtlichen Behandlung mit Elektroden beobachtet man häufig einen deutlichen Anstieg der Allgemeintemperatur. So ergibt nach eigenen Messungen die Durchwärmung eines Kniegelenkes (Elektrodengröße 100 cm<sup>2</sup>, 1 Ampere, 20 Minuten) eine Erhöhung der Achselhöhlentemperatur um durchschnittlich 0,2° C, eine Diathermie des Beckens (Elektrodengröße 200 cm<sup>2</sup>, 1 Ampere, 20 Minuten) eine Erhöhung um 0,6° C.

Es läßt sich also nicht nur an den durchwärmten Körperteilen, sondern auch entfernt von ihnen eine Erhöhung der Temperatur nachweisen. Das rührt wohl daher, daß die Wärme auf der Blutbahn von dem Ort ihrer Entstehung nach anderen Teilen hingeführt wird, so daß auch diese in ihrer Temperatur ansteigen. Ich möchte aber noch auf

einen zweiten Faktor hinweisen, der bisher nicht berücksichtigt wurde. Wie die plethysmographischen Versuche von Schittenhelm ergaben, zeigen die Hautgefäße schon  $\frac{1}{2}$ —2 Minuten nach Beginn der Durchwärmung eine Erweiterung. Das Blut aus dem Körperinnern verschiebt sich an die Oberfläche und es kann meiner Ansicht nach kein Zweifel darüber sein, daß dadurch allein schon eine Erhöhung der Hauttemperatur zustande kommt. Zeigen doch die grundlegenden Versuche von Rubner und die neueren Tiefenmessungen von Zondek, daß die Temperatur der Haut wesentlich tiefer liegt als die des Körperinneren und daß diese ihr Maximum in der Nähe der großen Gefäße erreicht. Wird also das Blut aus der Tiefe gegen die Körperoberfläche verschoben, so muß das eine Erhöhung der gesamten Oberflächentemperatur zur Folge haben. Es wäre natürlich ein grober Fehlschluß, anzunehmen, daß die Temperatur der gesamten Körpermasse um den eben gefundenen Betrag gestiegen sei. Diese reflektorische Hauthyperämie ist es auch meiner Überzeugung nach, welche das allgemeine Wärmegefühl auslöst, das manche Kranke schon nach der lokalen Durchwärmung eines Gelenkes oder anderen Körperteiles empfinden.

**Die Erhöhung der Bluttemperatur.** Beobachten wir schon bei einer lokalen Diathermie einen Anstieg der allgemeinen Körperwärme, so ist dieser um so ausgesprochener bei der allgemeinen Diathermie. Diese erzeugt eine universelle Hyperthermie, verbunden mit einem intensiven Wärmegefühl, einer Beschleunigung des Pulses und der Respiration und schließlich einem mehr oder weniger starken Schweißausbruch. Einige Zahlen, welche ich bei der Behandlung von Kranken mit verschiedenen Methoden der Durchwärmung, wobei Stromstärke und Stromdauer wechselten, gewonnen habe, werden den Temperaturanstieg am besten kennzeichnen.

#### Allgemeindiathermie nach Methode I.

Mit je einer Elektrode an Unterarmen und Unterschenkeln und einer Rückenplatte.

J. F., 59 Jahre alt, Polyarthrit. chronica progressiva<sup>1)</sup>.

Stromstärke Ampere	Dauer Minuten	Temperatur in der Achselhöhle			Temperatur in der Mundhöhle			Anmerkung
		vor	nach	Unter- schied	vor	nach	Unter- schied	
2,5	20	36,5	38,5	+ 2,0	36,4	36,6	+ 0,2	mäßiger Schweiß
3,0	20	36,6	40,3	+ 3,7	36,4	37,0	+ 0,6	geringer Schweiß
3,0	30	36,7	39,1	+ 2,4	36,6	37,5	+ 0,9	starker Schweiß
3,5	30	36,6	40,6	+ 4,0	36,5	37,4	+ 0,9	starker Schweiß

Die Temperatur in der Achselhöhle steigt also bei dieser Methode um 2,0—4,0° C, die in der Mundhöhle gemessene dagegen nur um 0,2—0,9° C. Diese Differenz

<sup>1)</sup> Zu bemerken wäre, daß der zum Versuche verwendete Kranke, ein 59jähriger Mann, Durchwärmungen mit einer Stromstärke von 3,0 Ampere und darüber in der Dauer von 20—30 Minuten nicht nur gut vertrug, sondern auch mit deren Wirkung auf seine progressive Polyarthrit. sehr zufrieden war.

erklärt sich damit, daß bei der zur Anwendung kommenden Durchströmungstechnik Elektroden an den Unterarmen angelegt sind, wodurch das Blut in den oberen Extremitäten unmittelbar erwärmt wird, so daß es bei seinem Rückfluß in den Venen der Achselhöhle eine sehr bedeutende Temperatur aufweist. Es kann daher nicht diese, sondern nur die Temperatur der Mundhöhle als Maß für die Steigerung der allgemeinen Körperwärme angesehen werden.

Schott und Schlumm fanden bei einer allgemeinen Diathermie nach Methode I, wenn sie eine Stromstärke von 3 Ampere 30 Minuten lang anwendeten, eine durchschnittliche Erhöhung der Temperatur in der Mundhöhle um 0,8° C.

### Allgemeindiathermie nach Methode II.

Mit einer Waden-, Gesäß- und Rückenplatte (Dreiplattenmethode nach Kowarschik).

St. L., 49 Jahre alt, Polyarthritis tuberculosa Poncet.

Stromstärke Ampere	Dauer Minuten	Temperatur in der Achselhöhle			Temperatur in der Mundhöhle			Anmerkung
		vor	nach	Unter- schied	vor	nach	Unter- schied	
2,5	20	36,5	36,9	+ 0,4	36,8	36,9	+ 0,1	kein Schweiß
3,0	20	36,7	37,1	+ 0,4	36,9	37,0	+ 0,1	mäßiger Schweiß
3,0	30	36,6	37,2	+ 0,6	36,9	37,0	+ 0,1	starker Schweiß
3,5	30	36,4	37,1	+ 0,7	36,6	37,0	+ 0,4	starker Schweiß

Der Temperaturanstieg ist, wie man aus der Tabelle entnimmt, bei dieser Methode ein geringerer als bei der Methode I, was auch von Schott und Schlumm bestätigt wird, die bei einer Stromstärke von 3 Ampere in der Zeitdauer von 30 Minuten eine durchschnittliche Erhöhung der Mundhöhlentemperatur um 0,4° C feststellen konnten.

Lahmeyer hat bei der Allgemeindiathermie nach Methode II die rektale Temperatur mit Hilfe eines Registrierapparates von Siemens & Halske gemessen. Er fand als durchschnittliches Ergebnis aus 400 Messungen bei Verwendung eines Stromes von 2,5 Ampere einen Temperaturanstieg von 0,7° C in 20 Minuten. Wurde die Erwärmung fortgesetzt, so erreichte die Steigerung nach weiteren 20 Minuten 1° C. Dieselbe Temperaturerhöhung konnte auch erzielt werden, wenn man einen Strom von 3 Ampere nur 20 Minuten zur Anwendung brachte. Der Temperaturanstieg setzte bereits wenige Sekunden nach Einschaltung des Stromes ein und verlief weiterhin gleichmäßig und kontinuierlich, solange die Durchströmung dauerte, mit dem Moment des Ausschaltens fiel die Temperaturkurve ab, verlief aber durchschnittlich erst nach 2 Stunden wieder horizontal, und zwar in einem Niveau, das im Vergleich zur Anfangstemperatur etwas erhöht war.

Kowallek suchte zu ermitteln, wie sich der tatsächlich gemessene Temperaturanstieg zu der Menge der zugeführten elektrischen Energie verhält, mit anderen Worten, wie viel von der zugeführten Energie im Körper als Wärme aufgespeichert wird und wieviel davon wieder ausgeschieden wird. Kennt man die verwendete Stromstärke, den Widerstand der durchströmten Körperpartie und die Dauer der Durchströmung, so kann man nach dem Jouleschen Gesetz ( $W = 0,24 \cdot i^2 \cdot w \cdot t$ ) die zugeführte Energie leicht in Kalorien berechnen. Diese Wärmemenge auf eine bestimmte Körpermasse verteilt, müßte eine bestimmte Temperatur ergeben, falls der Körper sich wie ein totes Medium verhielte.

In dieser Erwägung hat nun Kowallek eine Versuchsperson einer Diathermie unterzogen. Es wurden an beiden Unterarmen Stanniol-

elektroden ringförmig angelegt und so dem Körper in 10 Minuten 27,5 kg-Kalorien zugeführt. Bei einem Körpergewicht von 60 kg und der Annahme einer spezifischen Wärme von 0,9 hätte die Körpertemperatur dadurch um  $0,51^{\circ}\text{C}$  steigen müssen, vorausgesetzt, daß die sonstige Wärmebildung und Wärmeabfuhr ungeändert bleiben. Tatsächlich wurde aber nur eine Temperaturerhöhung von  $0,2^{\circ}\text{C}$  erzielt. Da die Wärmebildung nach den Untersuchungen von Durig und Grau nicht eingeschränkt ist, so folgt aus der Beobachtung, daß die Versuchsperson mehr Wärme als gewöhnlich ausgegeben hat. Das war, wie die gerötete und feuchte Haut zeigte, auch allem Anschein nach der Fall. Durch den zentral ausgelösten Mechanismus der Wärmeregulierung wurden nicht weniger als  $\frac{3}{4}$  der zugeführten Energie sofort weggeschafft (entsprechend einer Temperaturerhöhung von  $0,2^{\circ}$  statt  $0,5^{\circ}\text{C}$ ).

Setzu konnte nachweisen, daß die Wärmeregulierung durch die Chloroformnarkose wesentlich beeinflußt wird. Ein Hund, den er diathermierte, zeigte einen Temperaturanstieg von  $0,2^{\circ}\text{C}$ . Wenn er das Tier aber diathermierte, nachdem er es vorher chloroformiert hatte, war der Temperaturanstieg beträchtlich höher, er betrug  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Die automatische Wärmeregulierung ist durch die Narkose also geschädigt worden.

Die Hyperthermie, welche durch Diathermie bedingt wird, ist eine künstliche, sie unterscheidet sich aber doch grundsätzlich von anderen Formen der künstlichen Übererwärmung, wie sie etwa durch ein Warmwasserbad, durch ein Heißluft- oder Dampfbad erzeugt wird. Bei diesen letzteren Methoden ist nicht nur die Wärmezufuhr erhöht, sondern gleichzeitig die Wärmeabgabe eingeschränkt bzw. ganz aufgehoben, bei der Diathermie dagegen sind die reflektorischen Vorgänge, welche die Wärmeausscheidung regulieren, vollkommen unbehindert, einzig und allein die Wärmebildung ist vermehrt durch einen Prozeß, der sich im Inneren des Körpers selbst, in jeder einzelnen Zelle desselben abspielt. Es ist kein Zweifel, daß diese Art der artifiziellen Hyperthermie den Verhältnissen beim Fieber viel näher kommt als jede andere experimentelle Wärmezufuhr oder Stauung. Der Unterschied in der vermehrten Wärmebildung zwischen Diathermie und Fieber besteht nur darin, daß sich die Wärme in dem einen Fall von elektrischer, in dem anderen Fall von chemischer Energie ableitet.

Es liegt mir dabei aber ganz fern, die durch Diathermie verursachte Hyperthermie als „künstliches Fieber“ bezeichnen zu wollen, wie dies von einigen Autoren geschieht. Die Hyperthermie ist ja nur ein einzelnes Symptom, wenn auch das wichtigste, jenes Erscheinungskomplexes, den man mit dem Namen Fieber zusammenfaßt. Die Frage der Fieberwärme zu studieren und unserem Verständnis näherzubringen, ist aber die Diathermie in ganz ausgezeichneter Weise geeignet, weil sie die Hyperthermie, losgelöst von allen sonstigen Einflüssen, welche das klinische Bild des Fiebers komplizieren, wie Giftwirkung der Toxine und anderes zur Beobachtung stellt.

Tierversuche. Verschiedene Untersucher haben den Einfluß der Diathermie auf die Erhöhung der Körperwärme und der sie begleitenden Reflexvorgänge auch an Tieren studiert. Hirschberg diathermierte Kaninchen mittels einer

Rücken- und einer Bauchelektrode. Der Anstieg der Körpertemperatur, der im Rektum gemessen wurde, war ein ziemlich rascher und wird durch folgende Zahlen beleuchtet:

bei Beginn . . . . .	37° C
nach 10 Minuten . . . . .	37,8° C
nach 22 Minuten . . . . .	38,9° C
nach 32 Minuten . . . . .	38,9° C

Nach 22 Minuten war also bereits eine Temperatursteigerung von fast 2 Grad erreicht. Nach 32 Minuten stirbt das Kaninchen plötzlich ohne Abwehrbewegung oder Schmerzáußerung. Der Tod dürfte wahrscheinlich auf eine Überhitzung des Atmungszentrums zu beziehen sein.

Ein zweiter Versuch wurde an einem etwas kräftigeren Kaninchen unter Anwendung einer etwas höheren Stromstärke vorgenommen. Das Resultat desselben war folgendes:

bei Beginn . . . . .	38,6° C
nach 10 Minuten . . . . .	39,3° C
nach 20 Minuten . . . . .	40,8° C
nach 22 Minuten . . . . .	41° C

Wieder tritt der Exitus nach 22 Minuten plötzlich ohne Schreien oder Fluchtversuche des Tieres auf, nachdem seine Körpertemperatur bereits um 2,4° gestiegen war. Die sofort unter der Bauchhaut gemessene lokale Temperatur betrug 41,4° C, also eine unbedeutende Differenz gegenüber der allgemeinen Blutwärme.

Ganz ähnliche Beobachtungen wie Hirschberg machte auch Vinaj bei seinen bereits erwähnten Versuchen.

Zimmern und Turchini haben an größeren Hunden die Erscheinungen studiert, welche bei der Erwärmung mit Hilfe des Kondensatorbettes nach Apostoli auftreten. Bei Benutzung der Hochfrequenzströme in einer Stärke von 300—350 Milliampere konnten sie in 20 Minuten einen durchschnittlichen Anstieg der Körpertemperatur von 0,3—0,4° C konstatieren. Die augenfälligste Folge dieses Eingriffes war bei den Hunden eine Vermehrung der Atemfrequenz, welche von 10—14 auf 40—50 Atemzüge in der Minute stieg.

Schittenhelm verwendete ungleich höhere Stromstärken (bis zu 4 Ampere) und konnte die Erwärmung so weit treiben, daß die Hunde, es waren ausschließlich große, infolge der Hyperthermie zugrunde gingen. Er diathermierte teils mit kochsalzgetränkten Elektroden, teils auf dem Kondensatorbett, auf welches die Tiere aufgebunden wurden.

In dem Elektrodenversuch war die angewendete Stromstärke 2,3 Ampere; ohne daß es zu einer lokalen Verbrennung kam, stieg die im Rektum gemessene Körpertemperatur im Verlaufe einer Stunde um 4° C (von 39,2 auf 43,2° C). Der Hund starb infolge der Überhitzung unter allgemeinen klonischen Zuckungen.

Die Verwendung der gleichen Stromstärke auf dem Kondensatorbett hatte einen ungleich geringeren Effekt. Die Wärmeregulierung des Tieres reichte vollkommen aus, um die ihm zugeführte Wärmemenge wieder auszuscheiden. Die mächtig erweiterten Hautgefäße gaben durch Leitung und Strahlung so viel Wärme nach außen ab, daß während der Dauer einer Stunde eine Temperaturerhöhung nicht zustande kam. Verhindert man dagegen diesen Wärmeverlust dadurch, daß man den Hund in Watte einpackt, so kann man mit einer Stromstärke von 2,3 Ampere genau so wie im ersten Versuch eine beliebige hohe Temperatursteigerung erzielen.

Sieht man aber von einer Bedeckung und damit von einer Behinderung der Wärmeabgabe ab, so kann der gleiche Erfolg auch dadurch erreicht werden, daß man eine höhere Stromstärke verwendet, d. h. also die Wärmeproduktion vermehrt. Geht man von 2,3 Ampere auf 4 Ampere, so reicht der Regulationsmechanismus des Tieres nicht mehr aus, den Wärmeüberschuß physiologisch auszugleichen, die Temperatur steigt unaufhaltsam bis zum Exitus. Diese interessanten Versuche erbringen den Beweis, daß man auch bei größeren Tieren die allgemeine Körpertemperatur selbst bis zum Wärmetod steigern kann.

## IV. Die Wirkung auf das Blutgefäßsystem.

**Die Wirkung auf die Blutbewegung. Die Hyperämie.** Von allen Mitteln, welche eine örtliche Hyperämie hervorzurufen imstande sind, ist nach Bier die Wärme das praktisch brauchbarste. Die Wärme führt bekanntlich am Orte der Anwendung zu einer primären Erweiterung der Hautgefäße durch Herabsetzung ihres Tonus. Durch die Erweiterung ihres Querschnittes wird die in der Zeiteinheit hindurchtretende Blutmenge vermehrt, die Intensität der Strömung somit erhöht. Diesen Merkmalen entsprechend, fassen wir mit Bier die Wärmehyperämie als aktive Hyperämie auf.

Sehr deutlich kann man sich diese hyperämische Wirkung der Diathermie am Kaninchenohr veranschaulichen. Nach Durchwärmung desselben erweisen sich im durchfallenden Licht nicht allein die kleinsten, sondern auch die Gefäße mittlerer Größe erweitert. Bei der Diathermie des Beckens mittels einer Mastdarm- und Bauchdeckenelektrode sah Sellheim im Vaginalspiegel eine Rötung und Schwellung der Portio, die, anfänglich zunehmend, nach Erreichung eines Maximums wieder etwas zurückging und nach Unterbrechung des Stromes einer Blaufärbung wich. Ein ähnliches Bild zeigten auch die Gefäße der Blase im Zystoskop. In gleicher Weise konnte Rautenberg eine Rötung der Kehlkopfschleimhaut mit Hilfe des Spiegels bei Durchwärmung des Kehlkopfes feststellen. Sattler sah bei der Diathermie des Kaninchenauges auch mit ganz schwachen Strömen eine intensive Hyperämie des Ziliarkörpers, wie sie sonst nur durch schmerzhafteste Reize, z. B. subkonjunktivale Injektionen, erzielt wird. Ich habe in unmittelbarem Anschluß an therapeutische Durchwärmungen des weiblichen Beckens Blutungen aus dem Genitale auftreten sehen, was auf eine Hyperämisierung desselben hinweist.

Kolmer und Liebesny konnten eine deutliche Hyperämie der Hoden und Samenstranggefäße von Hunden nachweisen, die sie einige Tage lang mit therapeutischen Stromdosen diathermisch behandelt hatten, um sie dann zum Zwecke der Autopsie zu kastrieren. Der diathermierte Hode zeigte eine wesentlich stärkere Blutfülle als der nichtbehandelte.

Kowallek konnte experimentell zeigen, daß ein Unterarm, der sich in einem Plethysmographen befand und der gleichzeitig durchwärmt wurde, eine Volumvergrößerung, also eine stärkere Durchblutung aufwies, eine Beobachtung, die wir übrigens in der Praxis in viel primitiverer Weise machen. Nach einer Diathermie des Fußes ist dieser häufig so angeschwollen, daß es Mühe macht, ihn wieder in den Schuh zu bringen, falls dieser etwas eng ist.

Bei Anwendung großer Stromstärken oder bei langer Dauer der Sitzung kann die Hyperämie bei der Diathermie selbst so bedeutend werden, daß die Blutgefäße bersten und punktförmige Blutungen entstehen, wie die Experimente Vinajs dies dartun. Bei der Durchwärmung von Kaninchen, denen dieser Autor eine Elektrode am Rücken, eine zweite an der vorderen Bauch- oder Brustwand auflegte, zeigte sich

eine beträchtliche Hyperämie der Rückenmuskeln und der Nieren mit zerstreuten Hämorrhagien. Das gleiche bestätigen die Versuche Hirschbergs.

Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen ist es um so auffallender, daß bei der therapeutischen Anwendung der Diathermie in den meisten Fällen eine sichtbare Hyperämie der Haut, wie wir sie bei der Galvanisation, Faradisation oder Heißluftbehandlung regelmäßig zu beobachten gewohnt sind, nicht zustande kommt. Selbst nach einer sehr ausgiebigen Durchwärmung ist die Haut an der Auflagestelle der Elektroden entweder ganz unverändert oder höchstens leicht gerötet. Vergleicht man aber den durchwärmten Körperteil, nehmen wir an, es handle sich um ein Gelenk, mit dem symmetrischen der anderen Seite, so ist man überrascht, trotz der Abwesenheit eines Farbenunterschiedes einen ganz bedeutenden Temperaturkontrast festzustellen. Allerdings beweist das Fehlen einer Hyperämie der Haut keineswegs etwas gegen das Vorhandensein einer solchen in der Tiefe und ich muß nach meinen oben erwähnten Beobachtungen bei der Beckendiathermie die Möglichkeit eines selbständigen Auftretens einer solchen Tiefenhyperämie annehmen.

Von der Blutbewegung praktisch nicht zu trennen ist die Lymphzirkulation. Wenn letztere auch nicht als einfacher Filtrationsvorgang aufgefaßt werden kann, so führt doch eine vermehrte Blutbewegung in der Regel zu einer Beschleunigung der Lymphbildung und -abfuhr. Die Hyperämie erzeugt also auch eine Hyperlymphie. Es kommt infolge der Wärmeeinwirkung zu einer vermehrten Durchfeuchtung des Gewebes, die ohne Zweifel für die später zu erörternde Wirkung auf Bakterien, Resorption und den ganzen lokalen Stoffwechsel von großer Bedeutung ist

**Die Wirkung auf die Blutverteilung.** Mit der Hyperämisierung der durchwärmten Teile ist gleichzeitig eine Veränderung der Blutverteilung im ganzen Körper verbunden. Wie Brown-Séguard zuerst nachwies, tritt bei einem thermischen Reiz, der einen peripheren Körperteil, sagen wir einen Arm trifft, nicht nur eine Erweiterung der Blutgefäße in diesem Arm, sondern auch in dem der anderen Seite auf (konsensuelle Reaktion). Ottfried Müller konnte diese Beobachtung zu dem Gesetz erweitern, daß die gesamte Peripherie des menschlichen Körpers auf thermische Reize in gleichem Sinn reagiert, das will sagen, daß die Erwärmung einer Hand, eines Armes, eines Fußes eine Hyperämie der ganzen Hautdecke auslöst.

Schittenhelm wies die periphere Hyperämie auch bei der Diathermie auf dem Kondensatorbett nach. Es ergab sich eine „sukzessiv zunehmende Verschiebung des Blutes nach der Oberfläche“. Um diese veränderte Blutverteilung sichtbar und meßbar zu machen, verwendete dieser Autor die plethysmographische Methode. Der Vorderarm wurde in ein mit einer Gummimanschette abgedichtetes zylindrisches Glasgefäß gebracht, hierauf die Luft des Inneren durch Wasser verdrängt und nunmehr die Volumschwankungen des Gefäßinhaltes durch eine Schreibvorrichtung graphisch registriert (Abb. 72). Schon nach einer halben bis zwei Minuten, ehe noch eine Temperaturerhöhung nachweisbar wurde, zeigte die Kurve bereits einen Anstieg, tritt also bereits der

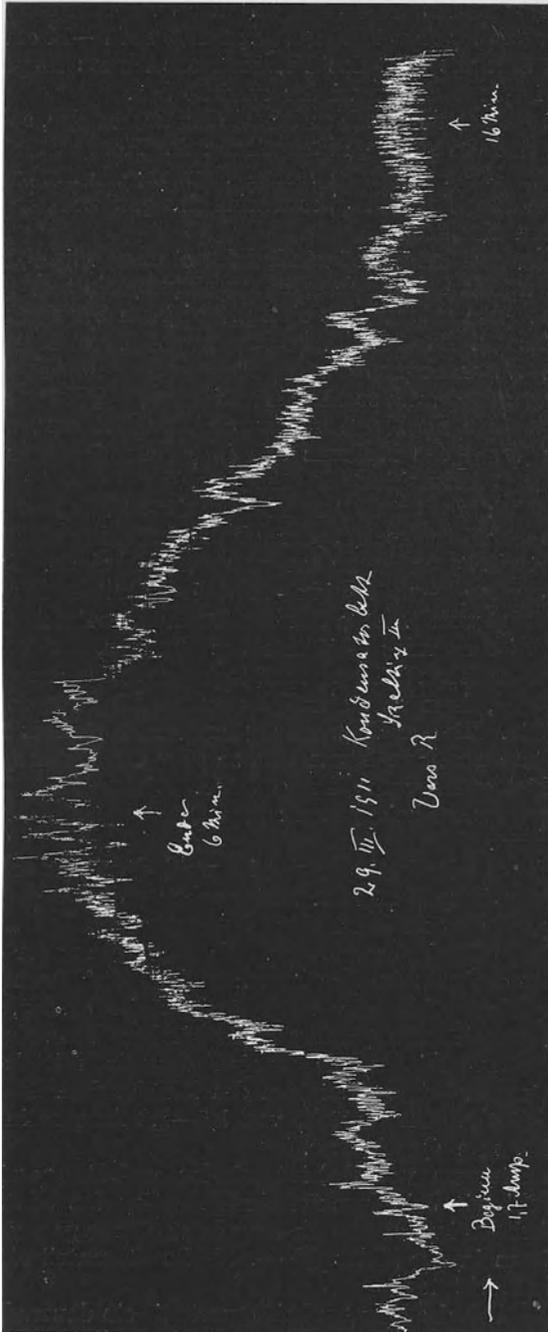


Abb. 72. Plethysmogramm bei der Diathermie auf dem Kondensatorbett (nach Schittenhelm).

Regulationsmechanismus in Funktion. Die Volumzunahme ist eine ziemlich beträchtliche, sie wächst in kurzer Zeit auf 9—11 cm<sup>3</sup> an. Nach Aussetzen des Stromes fällt das Volumen des Armes langsam ab, bis es seine ursprüngliche Größe wieder erreicht hat.

Wiederholt man den Versuch mehrmals hintereinander, so beobachtet man übrigens, daß die späteren Reaktionen der Hautgefäße nicht mehr so bedeutend ausfallen wie beim ersten Versuch; die Kurven erreichen nicht mehr ganz die gleiche Höhe, es scheint eine gewisse Reflexermüdung der Gefäßnerven einzutreten.

Das den Hautgefäßen zuströmende Blut stammt seiner Hauptmasse nach aus den Gefäßen des Splanchnikusgebietes, die sich natürlich in dem Maße verengern müssen, als sich die ersteren erweitern (Dastre-Moratsches Gesetz). Der Sinn dieses Vorganges ist, teleologisch gedacht, wohl der, die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung von der Haut aus zu vermehren, um so einer Überhitzung des Körpers entgegenzuwirken. Eine über die Norm vermehrte Wärmebildung oder Zufuhr setzt auf dem Wege des Reflexes alle jene Funktionen in Tätigkeit, welche die Wärmeausscheidung begünstigen.

**Die Wirkung auf den Blutdruck.** Schittenhelm studierte das Verhalten des Blutdruckes bei der allgemeinen Durchwärmung auf dem Kondensatorbett, und zwar am gesunden Menschen. Die Methode seiner Messung war die nach Riva-Rocci, wobei die Blutdruckhöhe fortlaufend verfolgt wurde. Dem Einschalten des Stromes folgte zunächst ein kleines, kurz dauerndes Absinken des Druckes, der beispielsweise von seiner ursprünglichen Höhe von 125 mm Quecksilber nach 2 Minuten auf 115 mm abfiel, dann aber ziemlich rasch anstieg und in 9 Minuten 146 mm erreichte. Die zur Verwendung kommende Stromstärke betrug 3 Ampere. Setzte man den Strom aus, so ging der Druck langsam zur Norm oder selbst etwas unter diese zurück. Dieses Verhalten war ein regelmäßiges, wenigstens bei Anwendung großer Stromstärken und länger dauernder Sitzung.

Die anfängliche Blutdrucksenkung ist wohl damit zu erklären, daß die Hautgefäße auf die Stromeinwirkung sehr rasch mit einer Erweiterung reagieren, ehe es noch zu einer kompensatorischen Kontraktion der Splanchnikusgefäße gekommen ist. Die Erweiterung der Strombahn vermindert notwendigerweise den Druck auf die Gefäßwand. Daß die Dilatation der Hautgefäße sehr rasch und präzise erfolgt, haben wir aus den oben angeführten plethysmographischen Versuchen ersehen.

Bergonié fand bei der Allgemeindiathermie mittels Stanniolektroden ein regelmäßiges Ansteigen des Blutdruckes. Beispielsweise stieg derselbe bei einer Stromstärke von 1,5—1,8 Ampere in 5 Minuten von 150 auf 190 mm Quecksilber.

Den Beobachtungen von Schittenhelm und Bergonié, die bei Gesunden sowohl wie bei Kranken einen Anstieg des Blutdruckes zu sehen Gelegenheit hatten, stehen die Angaben anderer gegenüber — und diese sind weitaus in der Mehrzahl —, die im Gegenteil ein Absinken des Druckes beobachteten.

Labbé und Blanche konnten bei Hypertonie ein dauerndes Abfallen des Druckes um 10—50 mm Quecksilber feststellen, wenn sie den

Patienten etwa 10 Minuten von Hand zu Hand mit einer Stromstärke von 800 Milliampere diathermierten. Auch Nagelschmidt fand bei arteriosklerotischer Überspannung eine Senkung des Blutdruckes. Ähnliches wird von Laqueur berichtet, ebenso wie von Moeris, der gleich Schittenhelm das Kondensatorbett verwendete.

Untersuchungen über das Verhalten des Blutdruckes bei allgemeiner Diathermie stellten auch Braunwarth und Fischer an. Dieselben bedienten sich bei ihren Versuchen der Methode des Vierzellenbades und konnten auf diese Art in 90% der Behandlungen ein deutliches Abfallen des Blutdruckes beobachten, nachdem derselbe zu Beginn des Versuches vorübergehend angestiegen war. Auch hier handelte es sich um Kranke, meist Herzranke oder Arteriosklerotiker mit erhöhtem Blutdruck.

Lahmeyer sah bei 25 Versuchspersonen, die teils gesund waren, teils an chronischer Arthritis, Ischias, Neurasthenie u. dgl. litten, bei der allgemeinen Diathermie nach Methode II nur zweimal, und zwar bei Leuten, die im übrigen gesunde Kreislaufsorgane hatten, einen geringen Anstieg des Blutdruckes. In allen anderen Fällen, also in 90%, konnte er ein Sinken desselben um durchschnittlich 8 mm Quecksilber feststellen. Nach dem Ausschalten des Stromes stieg der Blutdruck allmählich wieder an und erreichte im allgemeinen nach Verlauf einer halben Stunde die frühere Höhe. Eine Ausnahmstellung nahmen nur die Kranken mit erhöhtem Blutdruck (Arteriosklerose, Hypertension) ein, bei denen der Abfall wesentlich größer war, 20—40 mm Quecksilber betrug und bei denen dieser Abfall noch 2 Stunden nach der Behandlung nachweisbar war.

Schott und Schlumm konnten einen Abfall des Blutdruckes nur in 57% der Fälle feststellen, in 14% zeigte sich sogar ein Anstieg. Es sei jedoch bemerkt, daß die genannten Autoren mit sehr starken Erwärmungen arbeiteten (Allgemeindiathermie nach Methode I, 2,5 bis 3,0 Ampere, 30 Minuten). Ich habe auch an anderer Stelle darauf hingewiesen, daß man auf ein regelmäßiges Absinken des Blutdruckes nur rechnen darf, wenn die Erwärmung eine mäßige ist.

Gunzbourg nimmt eine vermittelnde Stellung ein. Nach seiner Anschauung wirkt die Diathermie, je nach der Art der Stromanwendung und je nach dem Krankheitszustand des Patienten, bald blutdruck-erhöhend, bald herabsetzend, und zwar soll in Fällen von Überdruck wie bei der Arteriosklerose eine Herabminderung, in Fällen von Hypotension ein Anwachsen des Druckes stattfinden. Der Einfluß der Diathermie ist also ein regulierender, indem sie das pathologische in ein annähernd normales Verhalten zurückführt.

Meine eigenen Untersuchungen, die sich auf eine sehr große Zahl von Fällen erstrecken, ergaben bei der Allgemeindiathermie, ob sie nun nach der I. oder II. Methode ausgeführt wurde, fast regelmäßig ein geringes Absinken des Blutdruckes. Nur in etwa 10—15% der Fälle — meine Beobachtungen decken sich hier völlig mit denen von Lahmeyer, Braunwarth und Fischer — blieb der Blutdruck unverändert. Die nachstehenden Zahlen, die bei den auf S. 89 angeführten Versuchen gewonnen worden sind, ergaben folgendes Verhalten des

Blutdruckes, der nach Riva - Rocci gemessen wurde. (Daneben die Puls- und Respirationsfrequenz.)

Allgemeindiathermie nach Methode I.

Mit je einer Elektrode an Unterarmen und Unterschenkeln und einer Rückenplatte.

J. F., 59 Jahre alt, Polyarthritis chronica progressiva.

Stromstärke Ampere	Dauer Minuten	Blutdruck <sup>1)</sup>			Pulszahl			Respirationszahl		
		vor	nach	Unter- schied	vor	nach	Unter- schied	vor	nach	Unter- schied
2,0	20	156	136	- 20	68	76	+ 8	15	18	+ 3
3,0	20	137	127	- 10	70	80	+ 10	16	16	0
3,0	30	127	125	- 2	72	78	+ 6	18	20	+ 2
3,5	30	130	115	- 15	72	96	+ 24	15	20	+ 5

Allgemeindiathermie nach Methode II.

Dreiplattenmethode nach Kowarschik.

St. L., 44 Jahre, Polyarthritis tuberculosa Poncet.

Stromstärke Ampere	Dauer Minuten	Blutdruck			Pulszahl			Respirationszahl		
		vor	nach	Unter- schied	vor	nach	Unter- schied	vor	nach	Unter- schied
2,0	20	94	86	- 8	76	76	0	20	21	+ 1
3,0	20	110	100	- 10	72	72	0	20	22	+ 2
3,0	30	102	98	- 4	80	84	+ 4	20	24	+ 4
3,5	30	104	98	- 6	76	84	+ 8	16	20	+ 4

Es ist eine alte Erfahrung, daß überall dort, wo es sich um Blutdruckmessungen in der Elektro- und Hydrotherapie handelt, eine Einigung zwischen den verschiedenen Beobachtern schwer zu erzielen ist. Das rührt vor allem daher, daß alle diese Versuche unter ganz verschiedenen Bedingungen und mit ganz verschiedener Methode angestellt werden. Nun ist aber die Art und die Größe jedes Reflexes verschieden: 1. nach der Qualität des Reizes (Reizmethode), 2. nach der Quantität, 3. nach der Dauer des Reizes und schließlich 4. nach der Reaktionsfähigkeit des Individuums.

Es wird sich also wahrscheinlich auch für das Verhalten des Blutdruckes nicht gleichbleiben (ad 1), ob man mittels Elektroden quer durch das Herz, von Hand zu Hand, mittels Kondensatorbettes oder Vierzellenbades diathermiert.

Es wird auch durchaus nicht gleichgültig sein (ad 2), ob man höhere oder geringere Stromstärken verwendet, d. h. ob die Erwärmung eine bedeutende oder nur eine geringe ist. In der Regel ruft ein kleiner Reiz sogar den entgegengesetzten Effekt hervor wie ein großer, wenn auch gleichartiger (Pflüger-Arndtsches Nervenregungsgesetz).

Von wesentlicher Bedeutung ist ferner die Dauer des Reizes (ad 3). Sehr häufig setzt eine Blutdruckerhöhung mit einer anfänglichen Senkung ein wie bei den Versuchen von Schittenhelm. Aber auch das Umgekehrte kann stattfinden (Braunwarth und Fischer) oder es kommt überhaupt zu einem mehrmaligen Schwanken.

<sup>1)</sup> Der durchschnittliche Blutdruck sank im Verlaufe der Kur im allgemeinen etwas ab, wie schon aus obigen vier Versuchen zu erkennen ist.

Der Einfluß der individuellen Reaktion auf das Versuchsergebnis (ad 4), veranlaßt durch verschiedene Krankheitszustände, Ruhe und Bewegung, psychische Einflüsse, äußere Reize usw., bedarf gleichfalls der eingehendsten Berücksichtigung.

Da in der Regel diese verschiedenen Versuchsbedingungen in ihrem vollen Umfange nicht beachtet oder wenigstens nicht angegeben werden, so lassen sich die Versuchsergebnisse der einzelnen Forscher nicht unmittelbar miteinander vergleichen.

**Die Wirkung auf Puls und Respiration.** Die Puls- und Respirationzahl wird entsprechend der Temperaturerhöhung gesteigert, also um so mehr, je größer die Stromstärke ist und je länger die Behandlung dauert, wie aus obigen Tabellen gleichfalls hervorgeht. Immerhin ist diese Steigerung eine verhältnismäßig geringe und ich sah sie bei nicht allzu starken Durchwärmungen auch öfters vollkommen fehlen. Lahmeyer sah bei der allgemeinen Diathermie (Dreiplattenmethode nach Kowarschik) bei einem rektalen Temperaturanstieg von  $0,5^{\circ}\text{C}$  eine Erhöhung der Pulsfrequenz um 4—6 in der Minute, was im Vergleich zu den Verhältnissen im Licht-, Heißluft- oder Sandbad oder im heißen Wasserbad, wo man Steigerungen bis zu 40 in der Minute beobachtet, sehr gering ist.

**Die Wirkung auf die Blutzusammensetzung.** Gleichzeitig mit der Bewegung des Blutes wird auch dessen Zusammensetzung durch die Diathermie beeinflusst. Ein besonderes Interesse wurde dabei dem Verhalten der Leukozyten geschenkt. Doch sind die von verschiedenen Forschern erhobenen Befunde keineswegs übereinstimmend, im Gegenteil stark widersprechend. Die einen fanden eine Vermehrung, die anderen eine Verminderung der Leukozyten und die dritten schließlich konnten einen Einfluß der Durchwärmung auf das Verhalten der weißen Blutkörperchen überhaupt nicht feststellen.

Eine Erhöhung der Leukozytenzahl im Erwärmungsbezirk fand Ullmann, desgleichen Theilhaber. Letzterer besonders bei Durchwärmungen der Unterleibsorgane. Er führt dies auf eine Reizung der großen drüsigen Organe der Bauchhöhle und auf eine Reizung des Markes der Becken- und Wirbelknochen zurück. Dagegen fand Lahmeyer bei der allgemeinen Diathermie nach Methode II eine Leukozytose nur in 20% der untersuchten Fälle, in 50% ergab sich eine deutliche Verminderung der weißen Blutkörperchen, während in den übrigen Fällen die Zahl derselben die gleiche blieb. Eine Verminderung der Leukozyten konstatierte auch Aresu an der behandelten Stelle und Vinaj bei Durchwärmung der Extremitäten an der ganzen Peripherie. Bucky und Manheimer vertreten die Ansicht, daß die Behandlung mit den gewöhnlichen Kontaktelektroden die Leukozytenbildung überhaupt nicht beeinflusse, eine Verminderung der Leukozyten (Leukozytensturz im Sinne von E. F. Müller) läßt sich nur durch Verwendung von Kondensatorelektroden erzielen.

Puxeddu wandte sein Augenmerk dem Verhalten der roten Blutkörperchen zu. Seine Untersuchungen ergaben eine Abnahme der Senkungsgeschwindigkeit sowohl im Blut der behandelten Region wie auch im übrigen Kreislauf. Diese war unabhängig von der Zahl der Durchwärmungen, ihrer Dauer und Stärke. Etwa eine Stunde nach dem Aussetzen der Diathermie waren die Verhältnisse wieder normal.

Vinaj untersuchte ferner den Einfluß einer Diathermie der Milz auf das Blutbild, wobei er eine aktive Elektrode auf die Milzgegend, eine inaktive unter das Gesäß legte. Es ergab sich eine leichte Vermehrung der roten Blutkörperchen und ihres Hämoglobingehaltes. Dabei sank gleichzeitig der Blutdruck. Die Zahl der polynukleären Neutrophilen verminderte sich, dagegen stieg die Zahl der großen Mononukleären und der Übergangsformen. Nach Vinaj ist die Diathermie ein die Blutbildung anregendes Mittel. Diese Beobachtungen Vinajs wurden von Aresu bei schweren Anämien klinisch nachgeprüft und bestätigt.

Nonnenbruch und Szyszka waren in der Lage, nachzuweisen, daß man durch eine Diathermie der Milz die Gerinnungsfähigkeit des Blutes erhöhen kann. Ähnlich wie durch eine Röntgenbestrahlung wird auch durch die Diathermie die Gerinnungszeit des Blutes wesentlich und regelmäßig verkürzt. Diese Wirkung tritt meist unmittelbar nach der Durchwärmung auf und hält 1—2 Stunden an. Durch einfache Thermophore ließ sich in einigen Fällen der gleiche Effekt erzielen, blieb aber in anderen Fällen aus, war also nicht so regelmäßig wie bei der Diathermie.

Berliner untersuchte, wie durch eine Diathermie der Leber die Leukozyten beeinflußt werden. Er legte zu dem Zweck eine Bleielektrode von 150 cm<sup>2</sup> auf die vordere Bauchwand entsprechend der Leberdämpfung auf, eine zweite ihr gegenüber auf den Rücken, wobei ein Strom von 1,5 Ampere 15 Minuten lang zur Anwendung kam. Dann zählte er die Leukozyten der nüchtern gebliebenen Versuchspersonen vor der Behandlung wie nach derselben und weiterhin in Abständen von etwa 20 Minuten. Bei Gesunden konnte er auf diese Weise schon kurz nach der Durchwärmung eine deutliche Zunahme der Leukozyten feststellen, die zwischen 15—45% betrug und im Verlaufe von 2 Stunden langsam zur Ausgangszahl zurückkehrte. Anders verhielt sich die Sache bei Kranken. In jenen Fällen, die an katarrhalischem Ikterus, Cholelithiasis, Lebermetastasen litten, bei denen man also eine Schädigung der Leberfunktion annehmen konnte, zeigte sich eine anfängliche Leukozytenabnahme in gleicher Weise, wie das von Widal nach Milchgenuß festgestellt wurde (hämoklasische Krise Widals). Eine solche Leukopenie war (im Gegensatz zum Leuko-Widal) auch in einigen, jedoch nicht in allen Fällen von perniziöser Anämie nachzuweisen. Der Leukozytenabfall war stets begleitet von einem Anstieg des Index de fragilité leucocytaire (Mauriac und Moureau).

## V. Die Wirkung auf den Magen und Darm.

Die Wirkung auf die Magensekretion. Wie bereits auf S. 87 ausgeführt, läßt sich die Temperatur im Innern des Magens durch die Diathermie nicht unbeträchtlich erhöhen. So konnte Lüdín bei einstündiger Anwendung des Stromes Temperatursteigerungen bis zu 2,1° C erreichen. Der gleiche Autor studierte auch die Frage, wie sich unter dem Einfluß der Diathermie die Magensekretion verhält. Es wurden

zunächst an einer Reihe von Kranken mit Gastralgien, Ulkus, Gastropse, Neurasthenie usw. durch wiederholte Magensaftbestimmungen die jeweiligen Säurewerte festgelegt. Dann wurde an den gleichen Personen unmittelbar nach einem Probefrühstück eine Diathermie in der Dauer von 30—45 Minuten vorgenommen, wobei eine Platte über dem Magen, eine zweite gegenüber auf dem Rücken angelegt wurde. Die an 23 Kranken ausgeführten Untersuchungen ergaben, daß die Zusammensetzung des Magensaftes durch die lokale Diathermie des Magens in keiner Weise verändert wird. Weder die Menge der freien Salzsäure noch die Gesamtazidität, noch auch der Gehalt an Labferment wurde durch die Diathermie irgendwie beeinflußt. Auch wenn die Durchwärmung einige Wochen hindurch täglich wiederholt wurde, war der Einfluß auf die Magensekretion ein negativer.

Das Ergebnis dieser Versuche steht in Übereinstimmung mit einem älteren Versuch von Dreesen, welcher bei Männern mit gesunden Verdauungsorganen nach einem Ewaldschen Probefrühstück die Magensaftsekretion unter dem Einfluß der Diathermie prüfte, ohne dabei eine Veränderung der freien Salzsäure oder der Gesamtazidität nachweisen zu können. Es steht aber im Widerspruch mit einer Mitteilung von Setzu (S. 155), welcher bei mangelhafter Salzsäuresekretion eine Vermehrung, bei übermäßiger Salzsäureausscheidung eine Verminderung unter der Behandlung mit Diathermie gesehen haben will.

**Die Wirkung auf die Magen- und Darmbewegung** wurde von Lüdin gleichfalls untersucht, und zwar einerseits am Menschen unter Kontrolle der Röntgenstrahlen, andererseits am Tier mit Hilfe des Experimentes. Sprechen wir zunächst von den röntgenologischen Untersuchungen. Kranke mit verschiedenen Leiden wie Gastropse, Enteropse, Ulkus, Neurasthenie, Tuberkulose des Peritoneums wurden zunächst einer Untersuchung des Magen-Darmkanals unterzogen. Nach 2—4 Tagen wurde die Röntgenuntersuchung in genau der gleichen Weise wiederholt nur mit dem Unterschied, daß die Kranken vor der Einnahme des Bariumbreies eine Diathermie der Magengegend erhielten, die solange fortgesetzt wurde, bis der Magen vollständig entleert war. Diese vergleichenden Untersuchungen ergaben: Durch die Diathermie des Magens wird die Peristaltik desselben verstärkt. Die peristaltischen Wellen sind deutlich tiefer und kräftiger als im Kontrollversuch ohne Wärmeanwendung. Dies war besonders deutlich zu erkennen an den Magen, welche bei der ersten Untersuchung eine mangelhafte, flache Peristaltik gezeigt hatten. Ferner war auffallend, daß bei der Durchwärmung die Peristaltik höher oben an der Magensilhouette einsetzte. Auch dies muß als ein Zeichen der durch die Wärme erzielten Verbesserung der Peristaltik aufgefaßt werden. Eine wesentliche Beschleunigung der Magenbewegungen unter dem Einfluß der Diathermie konnte nicht festgestellt werden. Dagegen war als ein Ausdruck der verstärkten Peristaltik die Entleerung des Magens eine raschere. Die Austreibungszeit war unter dem Einfluß der Diathermie um eine halbe bis 2 Stunden kürzer als im Kontrollversuch.

Diese röntgenologisch erhobenen Befunde konnten auch durch das Tierexperiment bestätigt werden. Bei einem Kaninchen wurde durch

einen kleinen in Lokalanästhesie ausgeführten Fensterschnitt der Bauchhaut die präpylorische Magenpartie bloßgelegt. So konnte die Magenperistaltik unmittelbar beobachtet werden. Durch eine geeignete Versuchsanordnung war es möglich, die Peristaltik auch graphisch darzustellen. Die Abb. 73 und 74 zeigen zwei auf diese Weise gewonnene Kurven. Abb. 73 gibt die normalen Verhältnisse wieder. Die großen Wellen sind durch die Peristaltik bedingt (die in diesem Falle nicht ganz regelmäßig ist), die kleinen Erhebungen durch die dem Magen mitgeteilten respiratorischen Zwerchfellbewegungen. Läßt man nun einen Diathermiestrom auf den Magen einwirken, so werden die peristaltischen

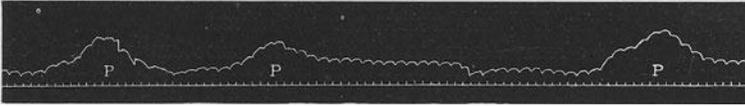


Abb. 73. Normale Magenperistaltik beim Kaninchen (nach Lüdin).

Wellen viel höher und kräftiger, wie dies in Abb. 74 deutlich zum Ausdruck kommt.

Lüdin studierte weiterhin die Frage: Wie wirkt die Diathermie auf die künstlich geschwächte Magenperistaltik ein? Bekanntlich läßt sich durch Urethannarkose (Schütz) oder durch Ausschaltung des Vagus

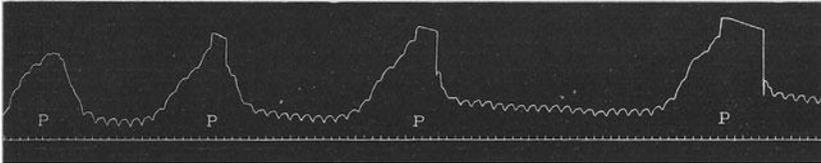


Abb. 74. Verstärkte Peristaltik bei der Diathermie (nach Lüdin).

(Vagotomie oder Atropinwirkung) die Magenperistaltik hemmen. Es zeigte sich nun, daß auch in jenen Fällen, wo die Magenbewegung durch Urethan, Atropin oder Vagusdurchschneidung künstlich gelähmt worden war, die Diathermie peristaltikfördernd wirkt. Das legte die Vermutung nahe, daß die Diathermiewärme unmittelbar erregend auf die Ganglien des Auerbachschen Plexus einwirkt, die zwischen den Muskelschichten des Magens gelegen sind. Diese Vermutung konnte durch einen Versuch am überlebenden Magen bestätigt werden.

Es ist nach den grundlegenden und einwandfreien röntgenologischen wie experimentellen Versuchen Lüdins wohl außer Zweifel, daß die Diathermie — und das gleiche wurde auch für andere lokale Wärmanwendungen erwiesen — die Magenperistaltik anregt. Wenn diese Tatsache in Widerspruch steht mit der bisher allgemein geltenden Anschauung von dem beruhigenden Einfluß der Wärme auf die Magenbewegung, so bedarf diese Anschauung eben einer Korrektur. Der

Widerspruch ist vielleicht nicht ganz so schlimm, wie es im ersten Augenblick scheinen möchte, denn Lüdin konnte in weiterer Verfolgung seiner Versuche nachweisen, daß die Wärme und vor allem die Diathermie-wärme bei krankhaft erregter Muskeltätigkeit wie z. B. beim Pylorospasmus diesen Spasmus zu beseitigen vermag, also unter Umständen in der Tat beruhigend wirkt. Über das Ergebnis dieser Versuche wollen wir auf S. 154 berichten.

## VI. Die antibakterielle Wirkung.

**Der Einfluß der Temperatur auf das Wachstum von Bakterien.** Bakterien sind nur innerhalb einer bestimmten Temperaturzone lebensfähig. In dieser haben sie ein gewisses Temperaturoptimum, das ihrem Wachstum am zuträglichsten ist; geht man über dieses hinaus, so wird ihre Fortpflanzungsfähigkeit geschädigt und bei Erreichung einer bestimmten Grenze ziemlich unvermittelt ganz aufgehoben. Diese Grenze liegt für verschiedene Bakterienarten verschieden hoch, bei manchen von ihnen nur wenige Grade über der normalen Körpertemperatur des Menschen.

Der Gedanke, pathogene Bakterien im lebenden Gewebe selbst durch Wärme abzutöten, ist nicht neu, insbesondere hoffte man dieses Ziel bei den thermosensiblen Tuberkelbazillen und Gonokokken zu erreichen. Leider waren die verschiedenen therapeutischen Versuche, welche man in dieser Absicht unternahm, infolge der Unzulänglichkeit der Mittel negativ. Die Möglichkeit, mittels Diathermie eine Erwärmung beliebig tiefer Gewebsschichten zu erreichen, legte es nahe, dieses Problem von neuem anzugehen.

Zeynek hat bereits im Jahre 1907, also noch vor der offiziellen Bekanntgabe des von ihm erfundenen Verfahrens, darauf hinzielende Versuche angestellt. Lebenden Kaninchen wurden Aufschwemmungen von Diplokokkenkulturen (je  $0,25 \text{ cm}^3$ ) teils subkutan, teils intramuskulär und intraartikulär injiziert und die betreffenden Partien dann durchwärmt. „Hierauf wurden Proben aus dem infizierten Gewebe entnommen; sie erwiesen sich bei der bakteriologischen Untersuchung als keimfrei. Das durchwärmte Gewebe ließ keine Änderung seiner normalen Funktionen erkennen. In infizierten, aber nicht durchwärmten Stellen verhielten sich die Kokken lange Zeit virulent“ (v. Zeynek).

Auch in ihrer ersten Publikation weisen Zeynek und seine Mitarbeiter auf die Bedeutung der bakteriziden Wirkung der Diathermie hin. Später wurde von Laqueur diese Frage einem experimentellen Studium unterzogen.

Laqueur injizierte in die beiden Kniegelenke eines Kaninchens eine bestimmte Bakterienart in Reinkultur, wobei die für die beiden Seiten verwendeten Quantitäten gleich groß waren und in der Regel  $\frac{1}{2} \text{ cm}^3$  Flüssigkeit betragen. Unmittelbar nach der Injektion wurde eines der beiden Gelenke durch eine halbe Stunde diathermiert. Nach beendeter Durchwärmung wurden sofort unter entsprechenden Vorsichtsmaßregeln die beiden Kniegelenke punktiert und von deren Inhalt wenige Tropfen auf Platten oder Röhren überimpft. Am zweiten Tag

wurde eine ebensolche sterile Punktion zur Nachprüfung angestellt, eventuell am folgenden Tage noch eine dritte. Die Versuche wurden in ganz gleicher Weise für Gonokokken, Choleravibrionen, Pneumokokken und Eiterkokken vorgenommen. Das Ergebnis derselben war folgendes:

**Gonokokken.** Die Impfung aus dem nichtbehandelten Gelenk ergibt zahlreiche Kolonien von Gonokokken (als solche mikroskopisch identifiziert). Die Proben aus dem diathermierten Gelenk zeigen dagegen in einem Röhrchen nur spärliches Wachstum, ein anderes Röhrchen erweist sich als steril.

**Choleravibrionen.** Der Inhalt des nicht diathermierten Gelenkes zeigt auf Platten und in Röhrchen ein reichliches Wachstum, die Flüssigkeit aus dem behandelten Gelenk ist dagegen steril.

**Pneumokokken.** Die Punktionsflüssigkeit aus dem unbehandelten Gelenk ergibt ein reichliches Aufgehen von Kokken, aus dem Gelenksinhalt der diathermierten Seite lassen sie sich nur spärlich züchten.

**Staphylo- und Streptokokken.** Die Versuche mit diesen Bakterienarten ergeben ein negatives Resultat, indem eine Beeinträchtigung ihres Wachstums bei den therapeutisch zulässigen Wärmegraden nicht nachweisbar wurde. Nur am toten Kaninchen gelang es, bei einer Erhitzung auf 60° C einen merkbaren Einfluß auf ihr Wachstum auszuüben. Bei einem therapeutischen Versuch an einem Patienten, der einen Furunkel am Kniegelenk besaß, ließ sich gleichfalls mit Ausnahme der Schmerzstillung eine deutliche Beeinflussung des Krankheitsherdes nicht bemerken.

Aus den interessanten Versuchen Laqueurs läßt sich somit folgendes ableiten: Es ist möglich, Bakterien, die gegen Wärme wenig widerstandsfähig sind, wie Gonokokken, Choleravibrionen und Pneumokokken, durch Diathermie innerhalb des tierischen Körpers in ihrer Lebensfähigkeit und in ihrem Wachstum erheblich zu schädigen, ohne daß es dabei zu einer Verletzung des Gewebes zu kommen braucht. Eine volle Tötung ist dagegen unter den Bedingungen, wie sie bei den Versuchen gegeben waren, kaum zu erzielen. Allerdings waren hierbei die eingepfunden Bakterienmengen ganz beträchtliche und es ist nicht ausgeschlossen, daß bei Infektion mit geringeren Quantitäten bei länger dauernder oder mehrmaliger Durchwärmung der Erfolg vollkommener wäre. Es ist aber immerhin von theoretischer wie von praktischer Bedeutung, daß die Diathermie auch am Lebenden eine nicht unbeträchtliche schädigende Wirkung auf Bakterien auszuüben imstande ist.

Santos untersuchte speziell das Verhalten der Gonokokken bei verschiedener Temperatur, indem er festzustellen suchte, welche Zeit notwendig ist, um dieselben bei bestimmter, konstant erhaltener Temperatur abzutöten. Er machte die Versuche in der Weise, daß er mittels entsprechender Elektroden einen Agarnährboden durchwärmte, in dessen Mitte er in einen feinen Stichkanal einen Tropfen gonorrhöischen Eiters von einer frischen Urethralgonorrhöe gebracht hatte. Es ergab sich, daß die Gonokokken bei einer Temperatur von 44,5° C längstens in 45 Minuten, bei einer Temperatur von 49,5° C aber schon in 5 Minuten abstarben. Es zeigte sich weiter, daß es völlig gleichgültig war, ob die Erwärmung in dieser Zeit durch Hochfrequenzströme oder durch ein Wasserbad erfolgte, daß somit eine spezifische Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Bakterien nicht nachzuweisen war. Auch Zeynek konnte bei seinen Versuchen an Kolkulturen einen Unterschied in der Wirkung der gewöhnlichen Wärme und der durch Diathermie

erzeugten nicht feststellen. Das gleiche fanden Durig und Grau an Paramazien.

Wenn Arsonval, Charrien und andere bereits vor Jahren auf den schädigenden Einfluß der Hochfrequenzströme auf Bakterien und ihre Toxine aufmerksam machten und diese Wirkung einem spezifischen Charakter dieser Ströme zuschrieben, so müssen wir wohl heute diese Vorstellung dahin richtigstellen, daß es nicht eine unbekannte und besondere Eigenart dieser Ströme ist, solche Wirkungen zu erzeugen, sondern die von den genannten Forschern damals noch als Nebenerscheinung nicht berücksichtigte Wärmebildung.

Die bakterizide Wirkung der Diathermie ist teilweise eine direkte, teilweise eine indirekte. In gleicher Weise, wie im Reagenzglas höhere Wärmegrade einen vernichtenden Einfluß auf Bakterien ausüben, wirkt auch die Diathermiewärme hemmend auf ihr Wachstum und ihre Fortpflanzung. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß daneben am Lebenden noch weitere Faktoren in Betracht kommen, welche in gleichem Sinne keimschädigend wirken; es sind dies die durch die Wärme ausgelöste Hyperämie und Hyperlymphie. Daß diese an sich bakterizide Eigenschaften zu entfalten vermögen (Stauung), wurde von Nötzel und Bier exakt nachgewiesen.

## VII. Die schmerz- und krampfstillende Wirkung.

**Die schmerzstillende Wirkung.** Es ist eine von allen Autoren übereinstimmend gemeldete Beobachtung, daß die Diathermie hervorragend schmerzstillende Eigenschaften besitzt. Man kann diese Wirkung fast als eine spezifische bezeichnen. Häufig macht sie sich schon während der Behandlung selbst bemerkbar, indem eben noch vorhandene Schmerzen unter der Durchströmung nachlassen oder verschwinden.

Welches sind nun die Ursachen für diese schmerzlindernde Wirkung? Es ist eine jahrtausendalte Erfahrung, daß die Wärme in ihren verschiedenen Anwendungsformen einen schmerzstillenden Einfluß ausübt. Auf welchem Wege jedoch diese Schmerzstillung zustande kommt, ist nicht vollkommen klar. Untersuchungen, welche sich mit dieser Frage experimentell beschäftigten, ergaben, daß lokale Wärmeanwendungen, wenn sie nicht von allzu kurzer Dauer sind, eine merkliche Herabsetzung der Sensibilität in allen ihren Qualitäten zur Folge haben. Sowohl die Tastempfindung wie die Temperatur- und Schmerzempfindung zeigen sich vermindert. Diese Verminderung der Sensibilität wird in gleicher Weise durch trockene und feuchte, durch strahlende wie geleitete Wärme veranlaßt. Nach Goldscheider soll die Erregung der Wärmenerven einen hemmenden Einfluß auf die Erregung der übrigen Fasern, vor allem der schmerzleitenden ausüben. Nach ihm ist also die Wärme das primär Wirksame.

Etwas anderer Ansicht ist Bier. Er nimmt an, daß die thermische Schmerzlinderung lediglich durch die Hyperämie bedingt sei, welche durch den Wärmereiz veranlaßt wird. Die Schmerzstillung wäre also nicht eine direkte, sondern eine indirekte Folge der Wärme. Bier wird zu dieser Anschauung durch die Erfahrung gebracht, daß die Hyperämie

als solche, auch wenn sie nicht im Gefolge einer Wärmeanwendung auftritt, wie z. B. bei einer Stauung, schmerzstillend wirkt, und Ritter konnte als Assistent Biers den Nachweis erbringen, daß jede Form der Hyperämie die Schmerzempfindung herabsetzt. Wir werden daher wohl mit Recht einen, vielleicht auch den größten Teil der analgesierenden Wirksamkeit unserer gewöhnlichen Thermoprozeduren der sie begleitenden Hyperämie zuschreiben.

Für die Diathermie scheint aber noch etwas anderes in Betracht zu kommen. Ich habe schon seit Jahren die Beobachtung gemacht, daß man häufig mit sehr geringen Stromstärken, die eine kaum merkliche Erwärmung im Gefolge haben, eine vollkommene Schmerzstillung erzielen kann. Manche Neuralgien, Myalgien, Arthralgien, die auf Wärmeanwendungen anderer Art sich nicht besserten, zeigen öfters schon nach einer einzigen, ganz leichten Diathermierung ein so deutliches Nachlassen der Schmerzen, daß man sich des Eindruckes einer spezifischen Wirkung nicht erwehren kann. Die Beobachtung solcher Fälle hat in mir immer mehr die Überzeugung gefestigt, daß die Erwärmung, die hier ganz unbedeutend bleibt, nicht das Entscheidende sein kann.

Ich habe andererseits schon vor langem darauf hingewiesen, daß die sichtbare Hyperämie nach der Durchwärmung oft sehr geringfügig ist, ja häufig ganz fehlen kann, ohne daß darum die analgetische Wirkung eine geringere ist. Es scheint also weder die Wärme, noch auch die Hyperämie den schmerzstillenden Einfluß der Diathermie restlos erklären zu können. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß der Diathermie ein schmerzstillender Faktor besonderer Art innewohnt, der den anderen Wärmequellen nicht zukommt. Die Annahme, daß dieser Faktor ein elektrischer sei, ist naheliegend.

Übrigens ist bekannt, daß die Hochfrequenzströme auch in Form der lokalen Arsonvalisation ausgesprochen schmerzlindernd wirken, selbst dort, wo ihr erwärmender oder hyperämisierender Effekt nicht nennenswert ist. Das berechtigt zur Anschauung, daß die elektrischen Schwingungen einen unmittelbaren Einfluß auf die Nerven bzw. deren Endorgane ausüben. Ich stelle mir den Vorgang gleichsam als eine ins Unendliche verfeinerte Vibrationsmassage der elektrisch und chemisch wirksamen Atome, der Ionen vor, durch welche die Erregbarkeit der schmerzleitenden Fasern herabgesetzt wird.

**Die krampfstillende Wirkung.** In gleicher Weise beruhigend wie auf die sensiblen Reizerscheinungen wirkt die Diathermie auch auf Reizzustände der motorischen Nerven. Sie ist also geeignet, die hypertonisch erregte Muskulatur zu beruhigen und bei Krampfzuständen, seien sie klonischer, seien sie tonischer Natur, als Heilmittel zu dienen. Sie nimmt in diesem Sinn eine Sonderstellung ein gegenüber allen anderen Stromformen, welche, soweit sie den Muskel überhaupt beeinflussen, nur erregend oder erregbarkeitssteigernd wirken. Sie ist die einzige elektrotherapeutische Methode, die eine physiologische Berechtigung bei der Behandlung von Muskelhypertonien hat.

## VIII. Die Wirkung auf den örtlichen Stoffwechsel.

Die Diathermie wirkt, wie wir das von der Wärme seit langem wissen, sowohl auf den allgemeinen wie auf den lokalen Stoffwechsel fördernd. Zahlreiche Beobachtungen illustrieren uns diese Wirkung. Bei der Durchwärmung der Niere steigt die Harnmenge, eine Diathermie der Parotis ergibt eine Vermehrung der Speichelsekretion, eine Diathermie der weiblichen Brustdrüse eine Steigerung der Milchsekretion, durch die Diathermie wird die Schweißsekretion örtlich wie allgemein angeregt usw. Zu diesen grobsinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen kommen noch die mannigfachsten biochemischen Vorgänge in dem durchströmten Gewebe selbst, die als sog. nutritive Reize unserer Beobachtung nicht unmittelbar zugänglich sind, jedoch aus den verschiedenen physiologischen und therapeutischen Wirkungen erschlossen werden müssen.

Vinaj untersuchte die Wirkung der Diathermie auf die Muskelleistung bei Gesunden mit Hilfe der Ergographie. Er konnte feststellen, daß ermüdete Muskeln durch die Diathermie ihre normale Leistungsfähigkeit rascher wieder erlangten als ohne diese. Im Gegensatz dazu zeigten die Muskeln nach einer vorausgegangenen Erwärmung eine schnellere Ermüdbarkeit. Diese Wirkung war nicht nur an dem behandelten Arm der Versuchsperson, sondern auch an dem der nicht behandelten Seite nachweisbar.

Die Beeinflussung der chemischen Vorgänge, welche sich in den durchwärmten Körperteilen abspielen und die in ihrer Gesamtheit den lokalen Stoffwechsel darstellen, kann man aus drei Ursachen erklären. Man kann sie auffassen:

1. als eine direkte Folge der Temperaturerhöhung,
2. als eine Folge der vermehrten Blut- und Lymphzirkulation,
3. als eine unmittelbare Wirkung des elektrischen Stromes.

Diese drei Punkte wollen wir der Reihe nach erörtern.

**Die Wirkung der Temperaturerhöhung.** Es ist bekannt, daß die Geschwindigkeit, mit welcher sich chemische Umwandlungen vollziehen, in bedeutendem Maße von der Temperatur abhängt, und zwar wird diese „Reaktionsgeschwindigkeit“ mit zunehmender Temperatur erhöht, mit abnehmender Temperatur verlangsamt. Der Einfluß der Temperatur zeigt sich insbesondere bei den oxydativen Prozessen, welche ja die Lebensvorgänge in erster Linie charakterisieren. Der Zerfall und die Verbrennung der organischen Substanzen vollziehen sich in der Wärme weitaus energischer. Die Wärme wirkt daher stoffwechselanregend. Wir sind aus diesem Grunde wohl berechtigt, auch von der Diathermiewärme eine unmittelbare Anregung des Zellstoffwechsels zu erwarten. Die vitale Tätigkeit der Zelle, die innere Sekretion und, wo es sich um Drüsenzellen im gewöhnlichen Sinne handelt, auch die äußere Sekretion derselben wird durch die Wärme unmittelbar vermehrt.

**Die Wirkung der Hyperämie.** Diese ist der zweite Faktor, welcher für unsere Fragestellung in Betracht kommt. Daß die Hyperämie einen ganz hervorragenden Einfluß auf den lokalen chemischen Umsatz ausübt, wurde durch die experimentellen wie klinischen Untersuchungen Biers

und seiner Schüler zur Genüge dargetan. Ich kann mir hier die Beweisführung ersparen, indem ich auf das bekannte Werk Biers „Hyperämie als Heilmittel“ verweise. Zum Teil sind es die zelligen Elemente des Blutes, zum größten Teil aber ist es die Durchtränkung mit dem Serum desselben, welcher wir die Wirkung zuschreiben müssen. Der vermehrten Blut- und Lymphbewegung ist auch die Resorptionskraft zu danken, welche die Diathermie bei subakuten und chronischen Entzündungen entwickelt.

**Die spezifische Wirkung des Stromes.** Der dritte, nicht so unbestrittene Faktor ist der direkte Einfluß des elektrischen Stromes auf den Chemosmus des Gewebes. Können wir annehmen, daß der Diathermiestrom als solcher chemische Wirkungen auslöst, oder mit anderen Worten, daß sich die elektrische Energie unmittelbar in chemische Energie umformt? Diese Frage wird gewöhnlich in dem Sinne beantwortet, daß nur der Gleichstrom elektrolytisch, somit auch chemisch wirkt, der Diathermiestrom dagegen als Wechselstrom chemisch unwirksam sei.

Diese Erledigung ist allerdings höchst einfach, aber schon im Prinzip falsch. Vor allem muß man sich über folgendes klar werden: Jeder Wechselstrom wirkt in einer halben Welle wie ein Gleichstromimpuls, er verschiebt also in dieser Zeit die Ionen nach einer bestimmten Richtung. Ist die von dieser Halbwelle geführte Elektrizitätsmenge eine genügend große, so kann sie zu einem elektrolytischen Effekt führen, der sich z. B. bei metallischen Elektroden als Oxydation oder Reduktion des Metalles zu erkennen gibt. Die einmal fixe chemische Verbindung wird durch den folgenden, entgegengesetzt gerichteten Impuls nur ausnahmsweise rückgängig gemacht, auch wenn die Intensität der nächstfolgenden entgegengesetzt gerichteten Halbwelle ganz die gleiche ist. Ein Wechselstrom wirkt also nur dann nicht elektrolytisch, wenn die von einer Halbwelle in Bewegung gesetzte Elektrizitätsmenge nicht mehr ausreicht, einen elektrolytischen Effekt zu erzielen.

Niederfrequente Wechselströme haben daher meist eine elektrolytische Wirkung, die sich unter Umständen recht unangenehm bemerkbar macht (Widerstandsmessung mit dem Telephon). Ayrton und Perry, Manoevrier und Chapuis, Labatut konnten mit sinusförmigen Wechselströmen Iontophorese bewirken. Das wird dadurch verständlich, daß die Ionen, welche mit dem einen Impuls in den Körper eindringen, durch den nächsten, entgegenlaufenden nicht immer wieder zurückgetrieben werden können. Diese Beispiele mögen erweisen, daß es vollkommen falsch wäre, wenn man den Wechselströmen eine elektrolytische oder besser gesagt eine chemische Wirksamkeit absprechen wollte.

Wie steht es nun mit den Diathermieströmen?

Die Prüfung solcher Ströme mit Jodkaliumstärkekleister läßt einen elektrolytischen Effekt nicht nachweisen. Ebenso erfolglos ist das bekannte Leduc'sche Experiment, Kaninchen durch die iontophoretische Einführung von Zyanionen zu töten (Laqueur). Die verschiedensten Versuche Zeyneks, Eiweißkörper, Oxyhämoglobin, Hämatin oder Enzym durch Diathermieströme chemisch zu verändern, ergaben, wenn die Wärmewirkungen ausgeschlossen waren, ein negatives Resultat. Allerdings sind derartige Laboratoriumsversuche für die Frage der chemischen Wirksamkeit des Diathermiestromes nicht entscheidend. Selbst wenn sie ergebnislos ausfallen, kann man aus ihnen nicht den

Schluß ziehen, daß die gleichen Kräfte bei ihrer therapeutischen Anwendung am Lebenden chemisch unwirksam wären. Man darf eben nicht vergessen, daß der Organismus ein unendlich sensibleres Reagens ist als ein Jodkalium-Stärkekleister.

Schließlich ist zu einer chemischen Wirkung eine Verschleppung von Atomen oder Atomgruppen nach Art der Iontophorese gar nicht notwendig. Es erscheint mir durchaus nicht phantastisch, anzunehmen, daß die Schwingungen der Ionen selbst eine Störung in dem Atomgleichgewicht der Moleküle herbeiführen könnten, die von biochemischer Bedeutung ist.

Ich möchte diesbezüglich an die Wirkung der ultravioletten Lichtstrahlen auf Mikroorganismen erinnern. Es liegt dieser Vergleich um so näher, als wir es beim Licht gleichfalls mit elektromagnetischen Schwingungen zu tun haben. Die vernichtende Wirkung der ultravioletten Strahlen auf mikroskopische Keime können wir uns wohl nur in der Weise erklären, daß wir annehmen, daß die in die Zellen eindringenden Ätherschwingungen die chemische Konstitution derselben zertrümmern oder zersprengen. Auch in diesem Fall läßt uns der exakte chemische Nachweis im Stich und nur die biologische Reaktion, die sich in der Aufhebung gewisser Lebenserscheinungen zeigt, läßt uns den chemischen Vorgang erschließen, ohne den wir uns eine solche Umwandlung von Leben in Tod nicht vorstellen können.

Wenn Röntgen- und Radiumstrahlen pathologische und normale Zellen zerstören, so haben wir es auch hier sicherlich mit einer chemischen Wirkung zu tun, welche durch die schwingende Energie des Äthers ausgelöst wird. Beim Sonnenlicht, beim Quarzlicht, bei den Röntgen- und Radiumstrahlen sind es in gleicher Weise elektromagnetische Schwingungen, welche in die Zellen eindringen und daselbst in chemische Energie umgeformt werden. Warum sollte den elektrischen Schwingungen, welche sich ja nur durch ihre Frequenz von jenen Schwingungen unterscheiden, eine solche Wirkung nicht zukommen? Diese Annahme hat, wenn sie auch experimentell noch nicht erwiesen ist, doch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich und sie hat im Laufe der Zeit immer mehr Anhänger gefunden, nachdem ich sie ursprünglich ganz allein vertreten habe.

## IX. Die Wirkung auf den allgemeinen Stoffwechsel.

**Die Wirkung auf den respiratorischen Stoffwechsel.** Die ersten diesbezüglichen Untersuchungen stammen von Bergonié und Réchou (1912). Diese Autoren untersuchten das Verhalten des respiratorischen Stoffwechsels bei allgemeiner Diathermie. Das Resultat dieser Versuche war ein überraschendes. Es ergab sich eine Abnahme des respiratorischen Gasaustausches, die sich in einer Verminderung der ausgeschiedenen Kohlensäure ausdrückte, was gleichbedeutend war mit einer Reduktion des Energieumsatzes. Bergonié erklärte seine Versuchsergebnisse durch die Annahme, daß der Organismus in dem Maße seine Produktion an

Wärme reduziere, als ihm diese auf künstlichem Wege zugeführt würde, wobei durch die zugeführte elektrische Wärme ein Teil der sonst auf chemischem Wege erzeugten ersetzt werde, und zwar soll nach Bergonié dieser Diathermiezuschuß an Energie zur Deckung jener Wärme dienen, die der Körper durch Strahlung und Leitung von der Oberfläche verliert.

Durig und Grau (1913) prüften die auffallenden Ergebnisse der Untersuchungen von Bergonié und Réchou nach, konnten dieselben aber nicht bestätigen. Sie fanden nicht die angebliche Verminderung, sondern im Gegenteil eine, wenn auch geringe Steigerung des Umsatzes, eine Steigerung, wie man sie auch sonst bei Temperaturerhöhung aus anderen Gründen regelmäßig beobachtet. Das Pflügersche Gesetz, daß bei einer Temperaturerhöhung von  $1^{\circ}\text{C}$  eine Steigerung des Umsatzes von  $8-10\%$  auftritt, wurde auch durch diese Versuche bestätigt. Irgendeine spezifische Wirkung der diathermischen Wärme war nicht nachweisbar.

Schon 1913 hat Zeynek diesen auffallenden Widerspruch zwischen den Untersuchungen von Bergonié und Réchou einerseits und Durig und Grau andererseits zu erklären versucht und es gelang ihm, nachzuweisen, daß die Wirkung der Durchwärmung auf den Stoffwechsel verschieden ist je nach der Menge der zugeführten Hochfrequenzenergie. Er konnte bei Kaninchen, je nachdem er kleinere oder größere Stromdosen anwendete, einmal eine Verminderung, dann wieder eine Steigerung des Stoffwechsels experimentell erzeugen.

Sary, ein Assistent Zeyneks, konnte dies dann später (1926) durch eine Reihe systematischer Tierversuche bestätigen. Nach ihm zerfällt die von einem homoiothermen Organismus erzeugte Wärme in zwei grundsätzlich voneinander verschiedene Komponenten, einerseits die Vitalwärme, die durch den Minimalumsatz eines ruhenden, gegen Wärmeverluste geschützten Körpers entsteht, andererseits die Ergänzungswärme, welche über die Vitalwärme hinaus notwendig ist, um die Körpertemperatur bei wechselnder Außentemperatur konstant zu erhalten. Die Diathermie ist nun nach Sary imstande, wie das schon Bergonié angenommen hat, die Ergänzungswärme teilweise oder auch ganz zu ersetzen und dadurch den Stoffwechsel zu vermindern. Dieser beschränkt sich dann ausschließlich auf die Erzeugung der Vitalwärme. Dies trifft jedoch nur zu bei Anwendung mäßiger, nicht allzugroßer Strommengen, die zu keiner Steigerung der Körperwärme führen. Anders bei der Verwendung großer Hochfrequenzenergien, welche die Körpertemperatur erhöhen. In diesem Fall kommt es nicht allein zu einem Ersatz der Ergänzungswärme, sondern noch weiterhin zu einer Steigerung des gesamten Stoffwechsels. Sary und Stein konnten diese im Tierexperiment gefundenen Ergebnisse in einer weiteren Versuchsreihe auch am Menschen bestätigen. Es zeigte sich allerdings, daß die Veränderungen des Stoffwechsels durch die allgemeine Diathermie bei Menschen nicht so bedeutend sind wie beim Tier.

Ist nun der menschliche Körper wirklich imstande, die ihm künstlich zugeführte Diathermiewärme kompensatorisch auszunützen, sie an Stelle selbsterzeugter Energie zu setzen, so liegt es nahe, dieses Verhalten praktisch zu verwerten und bei Individuen, die ein Minus an Lebens-

energie aufweisen, also bei unterernährten, marastischen dieses Defizit auf künstlichem Wege durch Diathermie zu decken. Bergonié hat in diesem Sinne eine Reihe von klinischen Untersuchungen angestellt, die in der Tat diese seine Anschauung zu bestätigen scheinen und zum Teil erstaunliche Resultate ergaben.

In einem Fall, über den Bergonié berichtet, handelte es sich um ein marastisches Individuum, das bei einer Körperlänge von 176 cm nicht mehr als 49,5 kg wog und andauernd eine Untertemperatur von 36° C in der Achselhöhle aufwies. Allgemeine Körperschwäche, Unfähigkeit zu jeder körperlichen oder geistigen Leistung. Trotz bester und reichlicher Ernährung, Injektionen u. dgl. konnte der Kräftezustand des Patienten nicht gebessert werden. Bergonié unterzog ihn deshalb einer Allgemeindiathermie in der Dauer von 40 Minuten zweimal täglich, 3 bis 4 Stunden nach der Mahlzeit, wobei er eine Stromstärke von 1,5 Ampere anwendete. Nach 35 Tagen war das Körpergewicht von 49,5 auf 63,2 kg, also um 12,7 kg gestiegen. Die Temperatur war normal geworden. Der Behandelte fühlte sich wohl und kräftig. Seine Leistungsfähigkeit war trotz verminderter Nahrungsaufnahme eine wesentlich größere.

Wenn vielleicht auch die Annahme Bergoniés, daß es sich hier um nichts anderes als um eine Energiesubstitution handelt, nicht zutrifft, so besteht doch die Tatsache zu Recht, daß man durch die allgemeine Diathermie bei Unterernährung aus den verschiedensten Ursachen, bei einem Daniederliegen des allgemeinen Kräftezustandes eine Besserung des Stoffwechsels und damit des Allgemeinbefindens herbeiführen kann. Aus eigener langjähriger Erfahrung muß ich das bestätigen. Allerdings glaube ich nicht, daß die dem Körper durch die Diathermie zugeführte Wärme einfach dazu dient, einen Teil der sonst durch den Stoffwechsel erzeugten Wärme zu ersetzen. Ich glaube nicht, daß die Diathermiewärme nur eine Zusatzration (*ration d'appoint*) zum Wärmehaushalt darstellt, die es dem Körper ermöglichen soll, eigene Wärme zu sparen. So einfach ist die Sache sicher nicht. Die Diathermie erhöht wohl in der Regel den Stoffwechsel. Aber mit dieser Erhöhung ist gleichzeitig eine Anregung der gesamten Zelltätigkeit, eine unspezifische Leistungssteigerung, eine Protoplasmaaktivierung der Körperzellen verbunden, wie man das heute mit einem modernen Schlagwort bezeichnet. Ob diese Wirkung eine unmittelbare Zellwirkung ist, ob sie durch die Besserung der Zirkulation, durch den Einfluß auf das sympathische bzw. parasympathische Nervensystem, ob sie schließlich durch die Anregung der inneren Sekretion zustande kommt, wage ich nicht zu entscheiden. Wahrscheinlich handelt es sich hier um einen Komplex von Wirkungen, den wir bisher nicht zu analysieren imstande sind. Den Endeffekt, die Besserung der Ernährung bei marastischen, unterernährten Kranken möchte ich aber als sichergestellt betrachten.

Grzywa (1923) und Crile (1926) empfehlen die Diathermie auch, um die Wärmeverluste, welche viele Kranke im Verlauf einer schweren Operation (Laparatomie) erleiden, zu ersetzen, um so einem schädlichen Absinken der Körpertemperatur vorzubeugen. Zu diesem Zwecke verwendet Grzywa die Dreiplattenmethode von Kowarschik, die es ermöglicht, dem Körper in jedem Stadium der Operation Wärme nach Belieben zuzuführen, ohne den Operateur im geringsten zu stören.

Eine Beeinflussung des gesamten Stoffwechsels läßt sich aber nicht nur durch eine Diathermie des ganzen Körpers, sondern auch durch

eine örtliche Diathermie der trophischen Gehirnzentren erreichen. Ich meine damit jene Anwendungsart, bei der das Gehirn durch zwei auf den Schläfen aufliegende Elektroden quer durchwärmt wird. Diese Methode, die zuerst von Szenes zur Behandlung klimakterischer Beschwerden empfohlen wurde, ist unter dem Titel „Diathermie der Hypophysengegend“ bekannt. Diese Bezeichnung entspricht der Annahme, daß es sich hier vorwiegend um eine Beeinflussung der Hypophysenfunktion handle, eine Annahme, die sich wohl kaum beweisen läßt. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß dabei auch die Durchwärmung der trophischen Zentren im Mittelhirn, vielleicht auch im Stirnhirn eine Rolle spielt und es handelt sich hier vielleicht nicht so sehr um eine Beeinflussung der inneren Sekretion, als vielmehr um eine Wirkung auf das autonome Nervensystem. Nach dieser Methode der Querdathermie der vorderen Hirnteile konnten nun Szenes und Stecher eine Beeinflussung des respiratorischen Stoffwechsels nachweisen. In Fällen, in denen der Grundumsatz stark verändert, also stark vermindert oder erhöht war, konnte er durch die Diathermie wieder normal oder wenigstens annähernd normal gemacht werden. In Fällen, bei denen die Änderung des Stoffwechsels nur in geringem Grad ausgesprochen war oder ganz fehlte, zeigte sich eine prozentuelle Verminderung des Grundumsatzes, während in einer dritten Gruppe mit normalen Werten keine Beeinflussung des Grundumsatzes zu verzeichnen war.

Liebesny prüfte mit der gleichen Methode nicht allein die Grundumsatzwerte, sondern auch die sog. spezifisch-dynamische Eiweißwirkung, d. i. die Beeinflussung des Sauerstoffverbrauchs bei Nahrungsaufnahme. Er konnte in 4 Fällen, bei denen eine Verminderung des Grundumsatzes und der spezifisch-dynamischen Eiweißwirkung festzustellen war, eine Besserung beider Funktionen erzielen. Gleichzeitig trat in 3 von diesen 4 Fällen auch eine Besserung der klinischen Beschwerden, bestehend in einer Schwäche der Sexualfunktion, ein, worüber an anderer Stelle noch gesprochen werden soll.

**Die Wirkung auf den Zuckergehalt des Blutes.** Ghilarducci untersuchte bereits im Jahre 1912 die Wirkung der Diathermie auf den experimentell erzeugten Diabetes, welche Untersuchungen dann von Bordier (1925) nachgeprüft und bestätigt wurden. Sie ergaben, daß bei Tieren, welche mit Phloridzin vergiftet worden waren, die Diathermie die Entstehung einer Glykosurie wohl nicht zu verhindern vermag, daß sie aber imstande ist, die aufgetretene Zuckerausscheidung zu verringern und wieder aufzuheben. Interessant sind auch die Versuche an Hunden, denen man das Pankreas bis auf kleine Reste, die aber noch Langerhanssche Inseln enthielten, exstirpierte. Bei der Diathermie dieser Pankreasreste verschwand der Zucker bis auf Spuren, um bei dem Aussetzen der Behandlung wieder aufzutreten. Eine neuerliche Durchwärmung hob die Zuckerausscheidung wieder auf. Die nicht behandelten Kontrolltiere gingen unter andauernder Glykosurie meist zugrunde. Bordier nimmt an, daß die Diathermie die Sekretion der Langerhansschen Inseln unmittelbar anzuregen und damit die glykolytischen Kräfte des Blutes zu steigern vermag. In dieser Überzeugung behandelte Bordier später einen jungen Mann, der seit längerer Zeit

an Diabetes litt, mit einer Diathermie des Pankreas (Elektroden über dem Epigastrium und gegenüber am Rücken, tägliche Sitzungen von 30 Minuten Dauer und 3 Ampere Stromstärke). Es gelang ihm auf diese Weise, allerdings unter gleichzeitiger strenger Diät, den Patienten in 8 Tagen zuckerfrei zu machen.

Nuvoli und La Banca berichten über die Wirkung der Diathermie beim Phloridzindiabetes nach Versuchen, die sie an 8 Kranken anstellten. Nach einer einstündigen Diathermie der Nierengegend und unmittelbar darauffolgender intravenöser Injektion von 0,015 bis 0,025 g Phloridzin konnten sie stets nur Spuren von Zucker im Harn nachweisen, die nach wenigen Stunden verschwanden. Wurde an denselben Kranken jedoch statt einer Nierendiathermie eine allgemeine Diathermie vorgenommen, so traten nach der Injektion jedesmal große Zuckermengen auf, die nie vor 24 Stunden verschwanden. Die Diathermie der Niere scheint also eine hemmende Wirkung auf die Zuckerausscheidung zu besitzen.

Massa studierte den Einfluß der Schilddrüsendiathermie auf den Zuckergehalt des Blutes. Er konnte in Versuchen an gesunden Menschen und Kaninchen eine Steigerung desselben bis zu 0,165% feststellen. Basedowkranke reagieren verschieden bald mit einer Erhöhung, bald mit einer Verminderung des Blutzuckergehaltes.

#### Fünfter Teil.

## Die therapeutischen Anzeigen der Diathermie.

### I. Allgemeines über Anzeigen und Gegenanzeigen.

**Das Verhältnis der Diathermie zu den anderen thermischen Methoden.** Obwohl die Diathermie ihrer physiologischen Hauptwirkung nach eine Wärmebehandlung ist, so decken sich ihre Anzeigen doch keineswegs mit denen der seit alters her geübten Wärmemethoden, wie sie etwa eine Heißluft- oder Dampfanwendung, eine Schlamm-, Moor- oder Sandpackung darstellt. Dies hat verschiedene Gründe.

Der erste ist ein rein äußerer und liegt darin, daß die Ausführung der Diathermie technisch verhältnismäßig umständlich ist. Sie erfordert nicht nur ein kostspieliges Instrumentarium, sondern auch besondere Kenntnisse und Übung, mit demselben umzugehen. Daraus ergibt sich von selbst, daß die elektrische Durchwärmung nirgends eine Berechtigung hat, wo man mit einfacheren Mitteln, z. B. einer Heißluftbehandlung, einem Thermophor oder vielleicht schon mit einer heißen Kompresse das gleiche Ziel erreicht.

Ein zweiter Grund, der das Indikationsbereich der Diathermie von dem der anderen Wärmemethoden scheidet, liegt in ihrer konkurrenzlosen Tiefenwirkung. Durch sie wird es ermöglicht, auch in tiefliegenden Körperorganen wie dem Herzen, der Lunge, dem Uterus und seinen Adnexen noch Wärmewirkungen zu erzielen, die durch die älteren

Methoden entweder gar nicht oder doch nur ganz unvollkommen erreichbar waren. Die Diathermie ist damit berufen, den Anzeigenkreis der Thermotheapie zu erweitern, ihn auf ein Feld auszudehnen, das uns bisher nicht zugänglich war.

Zu diesen Unterschieden, welche die therapeutische Verwendbarkeit der Diathermie bestimmen, gesellt sich aber noch ein weiterer, nicht unbedeutsamer: es ist das eine spezifische Wirkungsart der Hochfrequenzwärme. Derjenige, der als physikalischer Therapeut Gelegenheit hat, den Einfluß der Diathermie vergleichsweise mit dem von Heißluft, Dampf, Fango u. dgl. auf verschiedene Krankheiten zu studieren, wird nicht selten beobachten, daß manche Schmerzen, die man lange Zeit mit den verschiedensten Wärmeanwendungen ganz vergeblich behandelt hat, oft nach einer oder wenigen Diathermiesitzungen in ganz wunderbarer Weise zurückgehen. Aus solchen Erfahrungen muß man wohl die Überzeugung gewinnen, daß die Diathermie in vielen Fällen eine spezifische Wirkung entfaltet, die ihr, da sie den übrigen Wärmemethoden nicht zukommt, besondere Anwendungsmöglichkeiten sichert. Worauf diese eigenartige Wirkung beruhen dürfte, wurde bereits auf S. 109 erörtert.

Schließlich wäre noch zu betonen, daß die Wärme bei keiner der uns bisher bekannten Anwendungsformen in so präziser Weise dosierbar ist wie bei der Diathermie. Es ist bei ihr möglich, durch Abstufung der Stromstärke die leichteste Durchwärmung bis zur intensivsten Durchhitzung anzuwenden und den Grad der Wärme, wenn es nötig ist, ganz augenblicklich zu verändern. Keine andere Wärmemethode gestattet uns auch nur annähernd eine ähnliche feine und rasche Regulierung.

Die Anzeigen der Diathermie kann man in drei Gruppen teilen, entsprechend den drei wichtigsten physiologischen Wirkungen, welche der Durchwärmung zukommen. Es sind dies:

1. Die schmerzstillende Wirkung.
2. Die krampf lösende Wirkung.
3. Die hyperämisierende oder zirkulationsfördernde Wirkung. Im Zusammenhang damit steht ihre entzündungswidrige und resorptionsfördernde Wirkung.

Diese Einteilung ist natürlich etwas schematisch. In der Praxis ist es fast nie eine einzelne dieser drei Wirkungen, der wir den therapeutischen Erfolg verdanken, sondern es sind deren mehrere, die sich in ihrem gleichgerichteten Effekt summieren. Wenn wir unserer Betrachtung eine solche schematische Gruppierung zugrunde legen, so geschieht es, um uns den Überblick über das Indikationsbereich zu erleichtern.

1. Die schmerzstillende Wirkung machen wir uns zunutze bei schmerzhaften Erkrankungen der verschiedensten Art. Zu diesen zählen in erster Linie diejenigen, die wir als Neuralgien, Myalgien und Arthralgien bezeichnen. Für ihre Behandlung bietet uns die Diathermie einen wertvollen symptomatischen Behelf. An die Neuralgien der peripheren Nerven möchte ich jene schmerzhaften Zustände anschließen, die wir als Eingeweideneuralgien ansehen können und die in der Angina pectoris und der Dyspragia angiosclerotica intestinalis ihre typischen Vertreter

haben. Die günstige, bisweilen überraschend günstige Wirkung der Diathermie auf derartige Zustände wurde wiederholt betont.

Aber auch die Schmerzen anderer Art werden durch die Diathermieströme günstig beeinflusst, so vor allem die lanzinierenden und krisenartigen Schmerzen der Tabiker. Als ein wertvolles Mittel habe ich die Diathermie ferner schätzen gelernt bei den sensiblen Reizerscheinungen, wie sie auf dem Boden der Neurasthenie so häufig erwachsen. Dazu gehören die Sensationen in der Herzgegend, die verschiedenen schmerzhaften Erscheinungen des Magens, des Darmes, der Blase und anderer innerer Organe. Auch auf die allgemeine Erregbarkeit der Neurastheniker, ihre Schlaflosigkeit, ihre psychische Verstimmung läßt sich durch eine leichte allgemeine Durchwärmung recht günstig einwirken.

2. Die krampflösende Wirkung. Ebenso beruhigend wie auf die sensiblen wirkt die diathermische Wärme auch auf die hypertonisch erregten motorischen Nerven. Dies läßt die Diathermie bei verschiedenen Reizzuständen der glatten Muskulatur angezeigt erscheinen. Wir verwenden sie erfolgreich bei Krämpfen der Magenmuskulatur, wie Kardio- und Pylorospasmus, bei Spasmen des Darmes, die teils unter dem Bilde von kolikartigen Schmerzen, teils unter dem der spastischen Obstipation auftreten, bei Krämpfen der Gallenwege, der Harnwege usw. Derartige Reizzustände schwinden oft erstaunlich schnell unter dem Einfluß der elektrischen Durchwärmung.

Diese Erfahrung veranlaßte mich, die Diathermie auch bei hypertotonischer Erregung der quergestreiften Muskeln therapeutisch zu versuchen und ich habe in der Tat manch günstige Wirkung bei nervösem Zittern, Muskelspasmen, multipler Sklerose u. dgl. gesehen.

Da die antispasmodische Wirkung der Diathermie bisher in der Literatur nirgends die ihr gebührende Würdigung fand, so möchte ich sie an dieser Stelle besonders unterstreichen. Sie charakterisiert die Diathermieströme gegenüber allen anderen Stromarten, die in jeder Anwendungsform auf den Muskel nur erregend oder erregbarkeitssteigernd wirken <sup>1)</sup>.

3. Eine dritte Gruppe von Anzeigen verdankt die Diathermie ihrer Wirkung auf die Blut- und Lymphbewegung, die in einer aktiven Hyperämie und Hyperlymphie zum Ausdruck kommt, womit auch ihr anregender Einfluß auf den Stoffwechsel und die Resorption pathologischer Produkte im Zusammenhang steht. Diese Wirkungen bilden die Grundlage für ihre erfolgreiche Anwendung bei verschiedenen subakuten und chronischen Entzündungsprozessen, bei denen es gilt, durch Besserung der allgemeinen und örtlichen Zirkulation, durch Aufsaugung von Exsudaten die Heilung zu unterstützen. Daß die Diathermie gleichzeitig schmerzstillend wirkt, erhöht hierbei nur ihren therapeutischen Wert.

---

<sup>1)</sup> Wenn man in der Elektrotherapie die Anode des galvanischen Stromes bei Krampfständen der Muskulatur empfiehlt, so ist das meiner Überzeugung nach nichts anderes als eine Verlegenheitstherapie, weil ja der Elektrotherapeut auch hierfür ein Mittelchen haben muß. Die Begründung der Anodengalvanisation mit dem Pflügerschen Elektrotonus ist mehr als notdürftig, ihre Erfolge sind nichts weniger als ermunternd.

Zu den hier in Betracht kommenden Anzeigen zählen in erster Linie die zahlreichen Gelenkserkrankungen, bei denen die Wärme ja seit alters her das wertvollste Heilmittel darstellt: Arthritis osteodeformans, Arthritis chronica progressiva, Arthritis gonorrhoeica, rheumatica usw. Daran reihen sich die ätiologisch verwandten Erkrankungen der Sehnen-scheiden, Muskeln und Knochen.

Die Tiefenwirkung der Hochfrequenzströme ermöglicht es aber auch, die Wärme bei Krankheiten innerer Organe therapeutisch zu verwerten. Man hat Erkrankungen der Lunge und des Rippenfelles mit Erfolg behandelt, man hat chronisch adhäsive Entzündungen des Magens, des Darmes, der Gallenblase mittels elektrischer Durchwärmung günstig beeinflußt. Auch über die Behandlung von Herz- und Nierenleiden liegen verschiedene Beobachtungen vor.

Eine ausgedehnte und erfolgreiche Anwendung hat die Diathermie auf dem Gebiete der Frauenkrankheiten gewonnen, wo sie als konservative Methode bei der Behandlung chronisch entzündlicher Veränderungen des Uterus und seiner Adnexe eine bedeutende Rolle spielt. So bilden Endometritis, Perimetritis, Parametritis und Adnextumoren für die Durchwärmung dankbare Behandlungsobjekte.

In analoger Weise kommt die Diathermie bei Erkrankungen der männlichen Geschlechtsorgane zur Anwendung, wo sie insbesondere bei der chronischen Prostatitis und der Epididymitis Gutes leistet.

Neuerdings hat auch die Augen- und Ohrenheilkunde die elektrische Durchwärmung unter ihre Heilbehelfe aufgenommen und in verschiedenen Fällen erfolgreich verwendet.

Schließlich wäre noch einer Reihe von Anzeigen zu gedenken, bei denen vorwiegend der zirkulationsfördernde Einfluß der Diathermie zur Geltung kommt. Es sind dies Störungen des Kreislaufes, wie wir sie bei der Angiosklerose (Claudicatio intermittens), bei Gefäßkrampf oder Gefäßblähmung (Raynaudsche Krankheit) und bei Erfrierungen sehen. Auch bei der allgemeinen Arteriosklerose können wir den peripheren Kreislauf durch gelinde Allgemeindurchwärmungen heben und so die verschiedenen Beschwerden der Kranken zum Schwinden bringen.

**Die Gegenanzeigen der Diathermie** sind hauptsächlich zweierlei Art, einerseits Blutungen oder Neigung zu solchen, andererseits akut infektiöse Prozesse.

1. Blutungen bilden eine Kontraindikation, weil die Diathermie als hyperämisierender Eingriff die Blutung erfahrungsgemäß steigert oder sie dort, wo bloß die Bereitschaft zu ihr besteht, anregen kann. Durchwärmungen der Lunge wird man demnach bei bestehender oder kurz vorausgegangener Hämoptoe vermeiden. Ebenso gilt es als Grundsatz, die Diathermie bei Erkrankungen des weiblichen Genitales nicht anzuwenden, wenn diese von Blutungen begleitet sind. Daraus ergibt sich von selbst, daß die elektrische Durchwärmung des Beckens auch zur Zeit der Menses verboten ist. Bei Bestehen einer Schwangerschaft halte ich sie gleichfalls für gegenangezeigt. Wenn auch einige wenige Versuche, die man bis jetzt gemacht hat, eine künstliche Frühgeburt durch Diathermie einzuleiten, bisher erfolglos geblieben sind, so ist die Möglichkeit eines solchen Erfolges doch nicht ausgeschlossen.

Bei Aneurysmen scheinen mir ganz leichte Durchwärmungen, die den Blutdruck nicht beeinflussen, zulässig. Sie wirken oft sehr günstig auf die Beschwerden. Immerhin wird man bei der Gefährlichkeit des Behandlungsobjektes die äußerste Vorsicht walten lassen.

2. Akut infektiöse Prozesse (Eiterungen). Die Diathermie ist ferner kontraindiziert bei allen akuten Infektionsprozessen, namentlich, wenn diese zur Eiterung neigen oder gleichzeitig Fieber besteht. Dazu gehören die akut schmerzhaften Erkrankungen der Gelenke, die akuten Entzündungen innerer Organe, wie etwa die Pleuritis und Appendizitis, weiters akute Peri- und Parametritis, Adnexerkrankungen, fieberhafte Mittelohrentzündungen u. dgl. Die Erfahrung lehrt, daß die Diathermie in solchen Fällen in gleicher Weise, wie dies von der Heißluft oder anderen aktiv hyperämisierenden Prozeduren seit langem bekannt ist, eine Vermehrung der Schmerzen, der lokalen Entzündungserscheinungen sowie eine Steigerung des Fiebers zu erzeugen vermag, womit die Gefahr eines örtlichen Umsichgreifens der Infektion gegeben ist.

Anders steht es bei chronischen Entzündungen oder Eiterungen, bei denen die elektrische Durchwärmung durch Besserung der Blut- und Lymphbewegung, durch ihre resorptionsfördernde und antibakterielle Wirkung die Heilung unterstützt.

## II. Die Erkrankungen der Gelenke und Knochen. Anzeigen und Gegenanzeigen.

**Allgemeines.** Die Wärme in ihren verschiedenen Anwendungsformen ist seit langem eines der wirksamsten Mittel bei Gelenkserkrankungen. Es lag darum nahe, die Diathermie zuerst bei diesen zu versuchen. Zeynek und seine Mitarbeiter berichteten bereits in ihrer ersten Veröffentlichung (April 1908) über zehn Fälle von Arthritis, die sie mit Diathermie behandelt hatten und zum Teil geheilt, zum Teil gebessert entlassen konnten. Diese günstigen Erfahrungen wurden in weiterer Folge von zahlreichen anderen Autoren bestätigt.

Vornehmlich sind es die chronischen und subakuten, weniger die akuten Gelenkserkrankungen, bei denen die elektrische Durchwärmung ihre Anzeige findet. Wir wollen im folgenden die Aussichten, welche uns die Diathermie bei den verschiedenen Erkrankungsformen bietet, der Reihe nach besprechen. Leider herrscht in der Nomenklatur der chronischen Arthritiden eine derartige Sprachverwirrung, daß es notwendig erscheint, um etwaigen Mißverständnissen vorzubeugen, mit einigen Worten auf die klinische Charakteristik des in Rede stehenden Leidens einzugehen.

**Arthritis rheumatica.** Die akute rheumatische Polyarthritiden wird wohl kaum Gegenstand der Diathermiebehandlung sein. Hier ist die Ruhigstellung der Gelenke im Verein mit der Salizyltherapie in erster Linie am Platz und kaum durch irgendein physikalisches Heilverfahren ersetzbar.

Die Diathermie tritt erst nach Ablauf des akuten Stadiums in ihre Rechte, wenn es sich darum handelt, den Rückbildungsprozeß, der sich häufig in dem einen oder dem anderen Gelenk verzögert, anzuregen

oder zu beschleunigen. Man wird jedoch auch hier noch mit Vorsicht zu Werke gehen, um sich zunächst zu überzeugen, daß die Durchwärmung keine Reaktion mehr erzeugt, da es ja bekannt ist, daß bei einer im Ablauf begriffenen rheumatischen Arthritis nichts leichter eine Rezidive auszulösen vermag als eine energische Wärmebehandlung.

**Arthritis chronica progressiva.** Wir verstehen darunter jene Form der chronischen Arthritis, die meist ganz allmählich im mittleren Lebensalter beginnt, viel häufiger bei Frauen als bei Männern vorkommt und die Tendenz einer progressiven Verschlechterung zeigt. Sie befällt in der Regel zuerst mit deutlicher Neigung zur Symmetrie die Finger- und Handgelenke, schreitet dann auf die größeren Gelenke fort und führt schließlich zu einer weitgehenden Deformation, Versteifung und Ankylose. Daneben findet sich klinisch allgemeine Muskelatrophie und Marasmus, röntgenologisch Knochenatrophie und Knorpelschwund.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß man auf diese Form der Arthritis trotz ihrer ausgesprochenen Neigung zur Progression doch öfters einen deutlichen Einfluß gewinnt. Man kann sie durch energische allgemeine Durchwärmungen nicht gar so selten zu beträchtlicher Besserung oder doch wenigstens zu vorübergehendem Stillstand bringen.

Die Hartnäckigkeit der Arthritis progressiva läßt es zweckmäßig erscheinen, neben der Diathermie gleichzeitig auch andere physikalische Heilmittel wie Quarzlicht, Massage und Gymnastik zur Anwendung zu bringen. Den günstigsten Einfluß scheint mir die Diathermie in Verbindung mit hohen Radiumdosen (200 000 bis 300 000 ME täglich als Trinkkur) zu geben.

**Arthritis deformans.** Sie beginnt, soweit sie nicht traumatischen Ursprunges ist, meist in etwas höherem Lebensalter als die Arthritis progressiva, ergreift vorwiegend die größeren Gelenke (Knie, Hüfte) oder aber die Wirbelsäule allein. In der Regel bleibt sie auf ein oder wenige Gelenke zeitlebens beschränkt. Am häufigsten sah ich sie bei Frauen jenseits des 40. Lebensjahres in Form einer doppelseitigen Gonitis. Trotz der starken Deformation, des oft beträchtlichen Reibens und Krachens, ist die Beweglichkeit der befallenen Gelenke verhältnismäßig wenig eingeschränkt, auch das Allgemeinbefinden ist nicht erheblich gestört. Röntgenologisch findet sich neben Knochenatrophie Knochenneubildung (Sporne), wodurch es in vorgeschrittenen Fällen zu einer weitgehenden Formveränderung der knöchernen Gelenkkomponenten kommt. Zur Arthritis deformans wird von manchen Autoren auch die Arthritis tabetica gerechnet.

Die Erfolge, welche die Diathermie bei der deformierenden Arthritis erzielt, sind in der Regel ganz ausgezeichnete und ich muß Tobias beipflichten, wenn er die elektrische Durchwärmung als die geeignetste Therapie dieser Erkrankung bezeichnet. Ich habe wiederholt ein vollkommenes Schwinden der Schmerzen und eine auffallende Besserung der Gelenkfunktion gesehen, obwohl die anatomische wie röntgenologische Deformation des Gelenkes unverändert weiter bestand. Ich kenne Fälle, bei denen dieser Erfolg durch Jahre anhielt. Auch dort, wo die Besserung im Verlaufe der Kur nicht sofort ersichtlich wird, möchte ich in voller

Übereinstimmung mit Laqueur raten, die Behandlung nicht zu früh abzubrechen. Bisweilen sind 25—30 Sitzungen erforderlich, um einen deutlichen Einfluß auf das Leiden zu gewinnen, bisweilen, und auch hier führe ich Laqueur als Zeugen, wird der Erfolg erst nach Abschluß der Kur offenbar. Sehr günstige Wirkungen ergab mir bei der Arthritis deformans die Kombination der Diathermie mit intensiven, bis zur Erythembildung gehenden örtlichen Quarzlichtbestrahlungen.

**Arthritis gonorrhoeica.** Ebenso wie für die rheumatische gilt auch für die gonorrhoeische Gelenkentzündung die Regel, die Diathermie erst dann anzuwenden, wenn die ersten akuten Entzündungserscheinungen abgelaufen sind, weil man sonst Gefahr läuft, durch den therapeutischen Eingriff eine Verschlimmerung des Leidens zu erzeugen.

Zwei Beispiele aus meiner ersten diathermischen Praxis mögen dies erweisen. Bei einem Kranken, der eine frische gonorrhoeische Entzündung beider Kniegelenke hatte, behandelte ich das eine Gelenk mit Stauung, das andere vergleichsweise mit Diathermie. Während nun das Exsudat in dem gestauten Gelenk unter Rückgang der Schmerzen rasch abnahm, trat in dem diathermierten Gelenk eine auffallende Verschlimmerung mit Zunahme der Schmerzen und der Schwellung ein, so daß ich nach drei Sitzungen die Durchwärmung aufgeben mußte. Einen ähnlichen Fall beobachtete ich später, bei dem ich jedoch, durch die Erfahrung belehrt, bereits nach der ersten Sitzung die Behandlung abbrach, nachdem diese eine Verschlimmerung der örtlichen Entzündungserscheinungen zur Folge gehabt hatte.

Zur Beschleunigung der Rückbildung nach Ablauf der ersten akut entzündlichen Symptome ist aber die Diathermie ganz ausgezeichnet geeignet, obwohl ich nicht mehr behaupten möchte, daß sie auf die gonorrhoeische Gelenkentzündung einen Einfluß ausübt, den man im Vergleich mit demjenigen anderer Behandlungsmethoden als spezifisch bezeichnen könnte. Bei der Mannigfaltigkeit der gonorrhoeischen Arthritis, die von einer flüchtigen Gelenkschwellung bis zur schwersten Zerstörung des Gelenkes alle Übergänge zeigt, ist es verständlich, daß die Diathermie nicht immer gleich gute Erfolge erzielt. Neben Fällen, die auf die Durchwärmung einen erstaunlich raschen Rückgang zeigen, gibt es solche, die jeder Therapie trotzen. Außerordentlich günstig wirkt die Durchwärmung auch bei gonorrhoeischen Achillodynien und Tarsalgien, wo sie nach Laqueur jeder anderen Therapie überlegen ist. Ziemlich unzugänglich erweisen sich dagegen die chronischen Formen der Gelenkgonorrhöe, insbesondere wenn sie den Charakter einer Polyarthritiden haben.

Bei der gonorrhoeischen Arthritis wird es sich empfehlen, auch dem primären Infektionsherd die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Bei länger dauernder oder rezidivierender Erkrankung sind nicht selten die Samenblasen oder die Prostata der Ausgangspunkt der immer wiederkehrenden Nachschübe. Es wird deshalb, falls ein solcher Verdacht berechtigt ist, gut sein, auch diese Organe diathermisch zu behandeln (Cumberbatch).

**Arthritis uratica.** Einzelne Autoren wie Stein, Tobias, Lichtenstein empfehlen die Diathermie zur Behandlung des akuten Gichtanfalles und haben hier von der Durchwärmung öfters eine rasche Beseitigung der Schmerzen, ja eine Kupierung des Anfalles gesehen. Nichtsdestoweniger möchte ich die Diathermie im akuten Anfall nur versuchsweise zulässig erklären, denn es ist bekannt, daß bei derartigen

Kranken die Anwendung von Wärme häufig in jeder Form die Schmerzen nur vergrößert, abgesehen davon, daß sich die Diathermie nicht selten infolge der enormen Schmerzhaftigkeit, die das Anlegen der Elektroden unmöglich macht, von selbst verbietet. Recht günstige Erfolge beobachtet man bei der Behandlung der chronischen Gelenkschicht und der Tophi. Bernd empfiehlt hier gleichzeitig mit der örtlichen Durchwärmung größere Mengen von Flüssigkeit trinken zu lassen, um das Ausfallen der gelösten Urate an anderer Stelle zu verhindern.

**Arthritis tuberculosa.** Die Stellung der Diathermie gegenüber der fungösen und kariösen Arthritis ist bis heute nicht geklärt. Da nach Bier bei der Gelenkstuberkulose jedes aktiv hyperämisierende Verfahren gegenangezeigt ist, so könnte man dies auch von der Diathermie annehmen. Einige Beobachtungen scheinen in diesem Sinne zu sprechen. Nach A. E. Stein, der ein paar Fälle versuchsweise behandelte, eignet sich die Arthritis tuberculosa wenig oder gar nicht für die Diathermie, Lichtenstein hatte in 5 Fällen einen negativen Erfolg. Pribram dagegen berichtet von einem Fall, der sich auf die Behandlung besserte. Ich selbst sah in 5 Fällen eine Besserung, in 4 anderen dagegen keinen Einfluß der Diathermie. Diese wenigen Versuche sind aber in gar keiner Weise hinreichend, um zu einem endgültigen Urteil über den therapeutischen Wert des Verfahrens bei der Gelenkstuberkulose zu gelangen. Eine Entscheidung der Frage könnte man nur von langen, systematisch durchgeführten Versuchsreihen erwarten.

Eine Beobachtung, die ich selbst gemacht habe, scheint mir jedoch erwähnenswert. Es handelte sich um einen jungen 20jährigen Mann, der an den zweiten Metakarpalknochen beider Hände eine symmetrische fistulöse Karies hatte. Mit Rücksicht auf die symmetrische Lokalisation und auf den Umstand, daß die Erkrankung beiderseits so ziemlich gleichweit vorgeschritten war, schien mir dieser Fall zur Bildung eines Urteils über die therapeutische Leistungsfähigkeit der Diathermie besonders brauchbar. Ich nahm nun die um ein wenig schlechtere Seite in Behandlung, diathermierte sie täglich durch 20 Minuten, während ich die Erkrankung der anderen Hand unter einem trockenen Verband sich selbst überließ. An der in Behandlung stehenden Hand ging die Sekretion in kurzer Zeit zurück, die Fisteln schlossen sich und waren nach Ablauf von 7 Wochen vollkommen übernarbt. Die unbehandelte Seite war in dieser Zeit eher schlechter als besser geworden.

Eine besondere Stellung in der Reihe der tuberkulösen Gelenkerkrankungen nimmt der tuberkulöse Gelenksrheumatismus (Rhumatisme tuberculeux Poncet) ein, der trotz seiner großen Häufigkeit und praktischen Bedeutung bei uns noch ziemlich unbekannt ist und daher meist unter irgendeiner Fehldiagnose behandelt wird. Ich habe in einigen Fällen von tuberkulösen Arthralgien recht schöne Erfolge von der Diathermie gesehen, wenn es uns auch nicht wundernehmen darf, daß die Durchwärmung bei der Hartnäckigkeit des Leidens nicht selten versagt.

**Gelenkkontrakturen, fixierter Plattfuß.** Eine wichtige Indikation findet die Diathermie weiters bei der Behandlung von Gelenkkontrakturen, wie sie nicht selten nach Gelenksentzündungen und Verletzung oder auch nach einfacher Ruhigstellung der Gelenke in fixierenden Verbänden etwa wegen Fraktur zurückbleiben. Hier wird die Durchwärmung im Verein mit Massage, aktiven und passiven Bewegungen die Wieder-

herstellung der Beweglichkeit wesentlich fördern. An dieser Stelle möchte ich auch des fixierten Plattfußes Erwähnung tun, der meist auf einem Spasmus der Pronationsmuskulatur beruht und zuerst von Muskat, später von Stein u. a. zur Diathermiebehandlung empfohlen wurde.

**Die Metatarsalgie.** Es ist dies ein Sammelname für verschiedene Schmerzzustände im Bereich des Metatarsus bzw. der Metatarsophalangealgelenke, deren Ätiologie keine einheitliche ist. Zum Teil handelt es sich um eine statische Deformität im Sinne eines Pes transversoplanus, wobei das Quergewölbe des Fußes eingesunken ist. In anderen Fällen liegt eine Arthritis osteodeformans des zweiten, vielleicht auch des dritten oder vierten Metatarsophalangealgelenkes (Köhlersche Erkrankung) vor, in wieder anderen Fällen haben wir es mit einer Mortonschen Neuralgie zu tun, wobei sich die Schmerzen vorwiegend auf das 3.—5. Metatarsophalangealgelenk lokalisieren. Auch die sog. Fußgeschwulst (Deutschländersche Erkrankung) des Mittelfußes gehört hierher, wobei man im Röntgenbild meist eine traumatische (entzündliche?) Veränderung an den Mittelfußknochen beobachtet. Ich möchte nicht verfehlen, auf die günstige Wirkung der Diathermie bei diesen verschiedenen Krankheitszuständen hinzuweisen. Ich habe in manchen Fällen von Metatarsalgie von der Diathermie ganz erhebliche Erfolge gesehen, einerseits bestehend in einer Beseitigung der Schmerzen, die hauptsächlich bei Belastung des Fußes auftreten, andererseits in einer Rückbildung bestehender Schwellungen.

**Die Verletzungen der Knochen und Gelenke.** Von den Verletzungen der Knochen kommen vor allem die Frakturen in Betracht, die besonders bei verzögerter Heilung Gegenstand einer Diathermiebehandlung werden. Bucky, Folkmar, Hirsh u. a. konnten den Einfluß der Durchwärmung auf die Kallusbildung nachweisen. Dieser Einfluß ist auch für die Behandlung von Pseudarthrosen von Bedeutung. Laqueur lobt die schmerzstillende Wirkung der Hochfrequenzwärme bei der Behandlung alter Schenkelhalsfrakturen. Auch bei entzündlichen Erkrankungen der Knochen, in erster Linie bei der chronischen Osteomyelitis hat man die Diathermie mit Erfolg angewendet (Stein, Hirsh, Carey, Brooke).

Bei Verletzungen der Gelenke sind es wieder die Distorsionen und Kontusionen, intra- und periartikuläre Blutungen, bei denen uns die schmerzstillende und resorptionsfördernde Wirkung der Diathermie zugute kommt. Auch eine Reihe von Meniskusverletzungen des Kniegelenkes habe ich mit sehr gutem Erfolg diathermisch behandelt. Man soll die Behandlung in solchen Fällen möglichst frühzeitig beginnen und sie tunlichst mit einer unmittelbar anschließenden Massage und Gymnastik verbinden. Auch zur Nachbehandlung von Luxationen ist die Kombination von Diathermie und Mechanotherapie wärmstens zu empfehlen.

## Die Technik der Gelenksdiathermie.

**Allgemeines.** Ein Gelenk kann man seiner Quer- oder Längsachse nach durchwärmen. In jedem Fall ist es von Wichtigkeit, daß der Strom

auch durch die Mitte des Gelenkes geht, soll eine wirkliche Tiefendurchwärmung erreicht werden. So selbstverständlich diese Forderung vielleicht klingt, so wird sie nichtsdestoweniger häufig nicht erfüllt. Es werden bei der Ausführung der Diathermie verschiedene technische Fehler begangen, welche dieses Ziel vereiteln und auf die im folgenden aufmerksam gemacht werden soll.

Sprechen wir zunächst von der Querdurchströmung. Man glaube nicht, daß die Durchwärmung eines Gelenkes dabei um so vollkommener sei, je größer die Elektroden sind und je mehr sie das Gelenk in seinem ganzen Umfang umschließen. Legt man derart große Elektroden an, daß jede von ihnen das Gelenk fast in einem Halbkreis umfängt, so wird der Strom, der stets dem geringsten Widerstand, das heißt dem kürzesten Wege folgt, hauptsächlich von Elektrodenrand zu Elektrodenrand, also vornehmlich durch die peripheren Anteile des Gelenkes gehen, während die Mitte desselben stromfrei bleibt (Abb. 75). Es kommt dabei leicht zu einer Randwirkung, zu einer Überhitzung der Haut

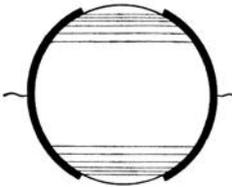


Abb. 75.  
Falsche

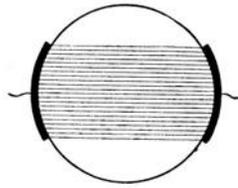


Abb. 76.  
Richtige

Diathermie eines Gelenkes.

längs der einander nahegerückten Elektrodenkanten. Die richtige Größe und Lage der Elektroden zeigt Abb. 76.

Bei der Längsdurchwärmung eines Gelenkes wird häufig der Fehler gemacht, daß die Elektroden in nicht genügend weitem Abstand voneinander, also zu nahe dem Gelenk angelegt werden. Die Folge davon ist auch hier, daß die Stromlinien nicht in die Tiefe steigen, sondern sich durch die Hautbrücke rings um das Gelenk herum ausgleichen.

Man kann auch die Längsdurchwärmung mit einer Querdurchwärmung kombinieren, indem man mit Hilfe eines der auf S. 41 beschriebenen Kreuzfeuerapparate den Strom einmal in der Längsrichtung, einmal in der Querrichtung durch das Gelenk schiebt. Der Gedanke, auf diese Weise eine intensive und gleichmäßige Durchwärmung der Gelenksteile zu erhalten, ist sicherlich nicht schlecht, es ist nur die Technik eine etwas komplizierte.

Die Durchwärmung bei der chronischen Arthritis soll eine möglichst ausgiebige sein, nur in frischen Fällen ist einige Vorsicht geboten. Man diathermiere, wenn möglich, jeden Tag in einer Dauer von 20 bis 30 Minuten.

Von verschiedenen Autoren wurde die Kombination der Diathermie mit Mechanothérapie empfohlen, um versteifte Gelenke wieder beweglich zu machen. Die durch die Wärme geschaffene Hyperämisierung

und Schmerzstillung sowie die Verminderung der reflektorischen Muskelspannung lassen es angezeigt erscheinen, die Massage, die aktiven und passiven Bewegungen im unmittelbaren Anschluß an die Diathermie auszuführen, und in der Tat kann man auf diese Weise, ohne dem Kranken besondere Schmerzen zu bereiten, Gelenksversteifungen oft in erstaunlich kurzer Zeit beseitigen. Lichtenstein und Adam haben auch

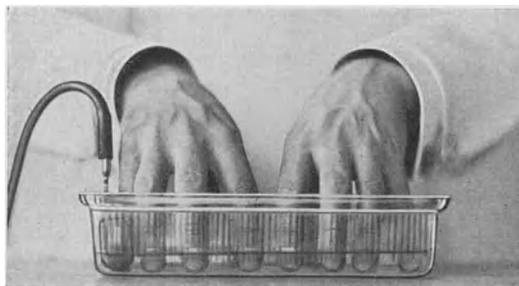


Abb. 77. Diathermie der Fingergelenke.

den Vorschlag gemacht, die Bewegungen während der Durchwärmung selbst auszuführen, wobei ersterer einfachen aktiven und passiven, letzterer Pendelübungen an Apparaten den Vorzug gibt.

**Die Fingergelenke** werden selten einzeln für sich, meist zu mehreren

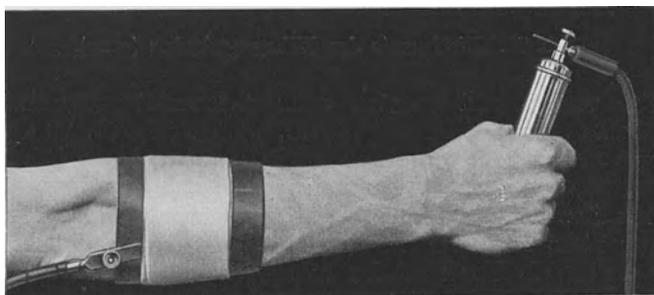


Abb. 78. Diathermie des Handgelenkes.

gleichzeitig behandelt. Man läßt die Spitzen der Finger auf eine Bleiplatte aufsetzen, die man in eine Instrumentenschale legt und die man des besseren Kontaktes wegen etwa 1 cm hoch mit Wasser überschichtet (Abb. 77). Befestigt man dann eine zweite Bleielektrode (100—200 cm<sup>2</sup>) an der Streckseite des Unterarmes, so zieht der Strom der Länge nach durch die Finger und ihre Gelenke. Eine Stromstärke von 0,3—0,5 Ampere ist für eine Hand ausreichend.

Man kann aber auch gleichzeitig beide Hände behandeln. In diesem Fall läßt man die Fingerspitzen beider Hände gemeinsam in die Schale tauchen und legt an beiden Unterarmen je eine Bleielektrode an. Diese

werden zusammen an denselben Pol des Apparates angeschaltet. Da sich nunmehr der vom Apparat kommende Strom teilt und durch jede Hand nur die Hälfte des Stromes fließt (Parallelschaltung), so muß die von dem Amperemeter angezeigte Stromstärke jetzt doppelt so groß sein, also etwa 0,6—0,8 Ampere betragen.

**Das Handgelenk** läßt sich sehr einfach durchwärmen, wenn man eine zylindrische Griffelektrode in die Hand nimmt und eine Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>) auf die Streckseite des Unterarmes legt (Abb. 78). Das Handgelenk, das den kleinsten Querschnitt der Strombahn bildet und gleichzeitig infolge seiner Zusammensetzung aus Bändern und Knochen auch den höchsten Widerstand darstellt, wird sich dabei am meisten erwärmen. Dieser Anordnung entspricht eine durchschnittliche Stromstärke von 0,3—0,5 Ampere. Da sich bei Mittelstellung des Handgelenkes stets die Beugeseite desselben stärker erwärmt als die Streckseite (s. S. 85), so empfiehlt es sich, das Gelenk etwas dorsal flektieren zu lassen. Es werden dann die Stromlinien mehr auf die

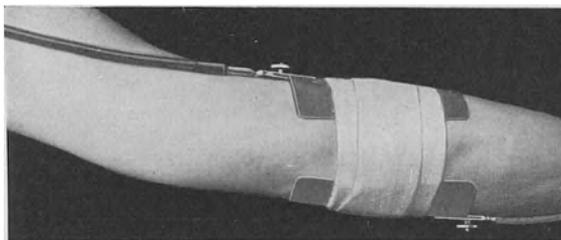


Abb. 79. Diathermie des Ellbogengelenkes (quer).

Streckseite verlegt und so eine mehr gleichmäßige Durchwärmung erzielt. Sollte man eine Handelektrode, wie sie in Abb. 78 dargestellt ist, nicht vorrätig haben, so kann man sich diese leicht behelfsmäßig herstellen, wenn man eine Bleiplatte zylindrisch zusammenrollt.

Ist dem Kranken das Halten einer Griffelektrode unmöglich, weil er die Finger nicht oder nur unvollkommen zur Faust schließen kann, so läßt man ihn die Hand mit der Palmarseite auf eine Bleiplatte legen und befestigt eine zweite Elektrode um den Unterarm. Man kann in diesem Fall auch eine Querdurchwärmung des Handgelenkes machen, wobei man auf dessen Beuge- und Streckseite je eine Blei- oder Stanniolektrode aufbindet.

**Das Ellbogengelenk.** Kann dieses gestreckt werden, dann durchwärmt man es von vorne nach rückwärts. Man bringt beuge- und streckseits auf das Gelenk eine Blei- oder Stanniolektrode (100 cm<sup>2</sup>), die man durch Binden befestigt (Abb. 79). Stromstärke 0,8—1,0 Ampere.

Ist das Gelenk nicht vollkommen streckbar, dann diathermiert man dasselbe der Länge nach, indem man an der Streckseite des Unter- und Oberarmes je eine Bleielektrode (200 cm<sup>2</sup>) anlegt, wobei die Stromstärke 0,5—1,0 Ampere beträgt (Abb. 80). Dabei hat man auf zwei Dinge zu achten. Die Elektroden müssen auf der Streckseite und nicht

auf der Beugeseite des Armes angelegt werden, weil der Strom bei jeder Längsdurchwärmung einer Extremität die Neigung bekundet, vorwiegend auf der Beugeseite entlang den großen Gefäßen zu verlaufen. Dieser Weg muß ihm erschwert werden. Es kommt sonst leicht zu einer Überhitzung in der Ellbogenbeuge. Aus diesem Grund halte ich auch die zirkulär angelegten Stanniolbinden nicht für zweckmäßig. Der zweite Punkt, auf den geachtet werden muß, aber ist der, daß die Elektroden voneinander einen hinreichend großen Abstand haben. Liegen sie einander zu nahe, so kommt es nicht zu einem genügenden Tiefgang des Stromes, sondern bloß zu einer unerwünschten Erwärmung des zwischen den Elektroden liegenden Hautstückes, zu einer Kantenwirkung, die sich in einem Brennen längs der einander zugekehrten Elektrodenränder äußert.

**Das Schultergelenk.** Die Diathermie des Schultergelenkes kann in verschiedener Weise ausgeführt werden. Will man das Gelenk im sagittalen Durchmesser durchwärmen, dann legt man eine oval geschnittene

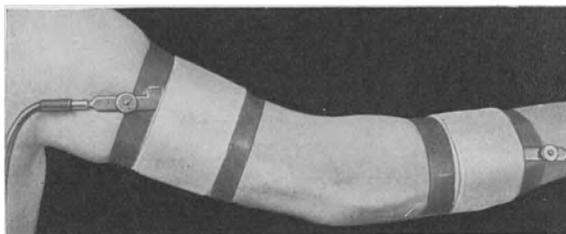


Abb. 80. Diathermie des Ellbogengelenkes (längs).

Bleiplatte (100 cm<sup>2</sup>) auf die Vorderseite und eine ganz gleiche auf die Rückseite des Gelenkes (Abb. 81). Man verwendet hier ovale und nicht rechtwinkelig geschnittene Platten, weil bei dieser Art der Durchwärmung die Elektroden eine gewisse Winkelstellung gegeneinander einnehmen und infolgedessen die Ecken derselben einander sehr nahe kämen. Dadurch würde an diesen unfehlbar eine Überhitzung auftreten. An Stelle der Bleiplatten kann man aber auch gleichgeformte Stanniolblätter verwenden. Die Elektroden werden mit einer Binde, die man in Form einer Spica humeri anlegt, an der Schulter befestigt. Stromstärke etwa 1 Ampere.

Nicht unzuweckmäßig ist auch eine andere Art der Durchwärmung. Man klebt auf die Höhe des Gelenkes ein ovales Stanniolblatt (Abb. 82), das man durch Faltung seiner Ränder der Schulterwölbung gut anpaßt und durch Binden festhält. Als zweite inaktive Elektrode dient eine große Bleiplatte (300 cm<sup>2</sup>), die an der entgegengesetzten Seite der Brustwand befestigt wird. Die Stromlinien verlaufen dann in einer schiefen Pyramide, deren Basis die Bleiplatte, deren Spitze das Schultergelenk bildet, in welchem die Erwärmung infolge der hier stattfindenden Verdichtung der Stromlinien am stärksten wird. Hierbei kommt eine durchschnittliche Stromstärke von 1,0 Ampere zur Anwendung.

Ebenso leicht wie die Diathermie eines einzelnen Schultergelenkes ist die gleichzeitige Durchwärmung beider. Man befestigt dann über beiden Seiten je ein Stanniolblatt in der angegebenen Art und läßt den Strom in einer Stärke von 1 Ampere von Schulter zu Schulter traversieren. Dabei tritt eine merkbare Erwärmung nur in den Schultergelenken auf, weil bei dem Durchtritt des Stromes durch den Brustkorb der Querschnitt der Leitungsbahn ein sehr großer und damit die Streuung der Stromlinien eine sehr bedeutende ist.

Die Zehengelenke können in verschiedener Weise durchwärmt werden. Häufig benütze ich folgende Methode. Die Zehen werden in eine Stanniolfolie eingeschlagen, nachdem man sie vorher gut mit Wasser

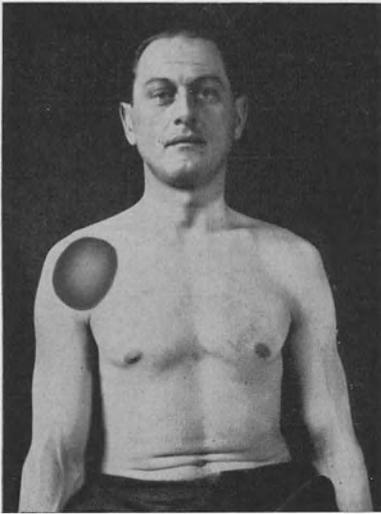


Abb. 81. Diathermie des Schultergelenkes mit zwei aktiven Elektroden.



Abb. 82. Diathermie des Schultergelenkes mit einer aktiven Elektrode.

angefeuchtet hat. Die Stanniolkappe muß geradlinig mit den Zehenspalten abschließen und darf keine gegen den Fußrücken gerichtete Zacken aufweisen. An diesen würde es sonst sehr bald zu einem unerträglichen Brennen kommen. Dann stellt man den vordersten Teil des Fußes auf eine Bleiplatte, etwa so weit, daß noch die Köpfchen der Metatarsusknochen auf dieser ruhen (Abb. 83). Diese Platte wird durch ein Kabel mit dem einen Pol des Apparates verbunden und hat einzig und allein den Zweck, den Strom der Stanniolelektrode zuzuführen. Durch einen Sandsack, den man auf die Zehen legt, kann man überdies den Fuß etwas fixieren und das gute Anliegen der Stanniolkappe sichern. Als zweite Elektrode nimmt man eine Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>), die man an der Außenseite des Unterschenkels befestigt. Die auf diese Weise anwendbare Stromstärke beträgt 0,4–0,6 Ampere und darüber.

Öfters verwende ich für die Zehen auch eine Wasserelektrode. Ich stelle den Fuß in eine geneigte Glastasse, über deren vorderen Rand

eine Bleiplatte derart eingebogen ist, daß gerade noch die Zehen auf sie zu stehen kommen (Abb. 84). Dann wird die Tasse so weit mit Wasser gefüllt, daß die Zehen von diesem bedeckt sind. Das Wasser sichert eine gleichmäßige Stromüberleitung von der Elektrodenplatte zu den Zehen.

Das Sprunggelenk läßt sich sehr leicht in der Weise durchwärmen, daß man den Fuß mit der Sohle auf eine Bleiplatte setzt und eine zweite Elektrode (200 cm<sup>2</sup>) um den Unterschenkel befestigt (Abb. 85). Entsprechend der Einengung der Strombahn wird die stärkste Erwärmung im Sprunggelenk fühlbar. Die Stromstärke beträgt hierbei durchschnittlich 0,5 Ampere.

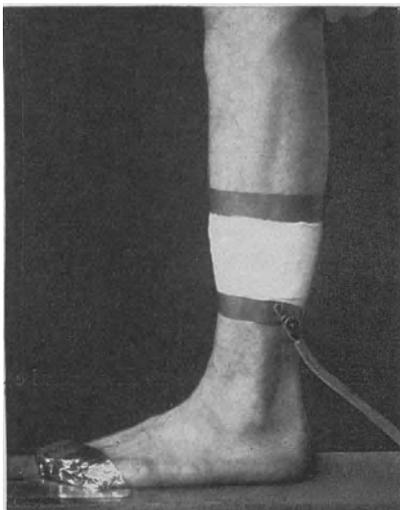


Abb. 83. Diathermie der Zehengelenke.

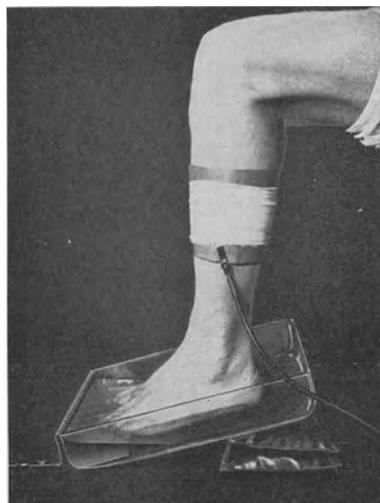


Abb. 84. Diathermie der Zehengelenke.

Will man beide Sprunggelenke gleichzeitig diathermieren, so genügt für beide Füße eine gemeinsame Fußplatte, der man zwei Unterschenkelektroden gegenüber stellt, die zusammen an den einen Pol des Apparates angeschlossen werden. Da auf diese Weise zwei parallele Stromkreise zustande kommen, auf welche sich der Strom verteilt, so ist die Stärke dieses auch doppelt so groß wie bei der Behandlung eines Gelenkes.

Das Kniegelenk wird am besten im Liegen behandelt, wobei das Gelenk gestreckt ist. Je eine Blei- oder Stanniolektrode (100 cm<sup>2</sup>) wird an der medialen und lateralen Seite des Gelenkes mittels umlaufender Binden befestigt (Abb. 86), wobei man darauf zu achten hat, daß die Ränder der Elektroden an der Vorder- wie an der Rückseite voneinander gleichweit abstehen. Andernfalls kommt es dort, wo die Elektroden einander zu nahe sind, sehr bald zu einer Überhitzung der zwischen ihnen liegenden Hautbrücke, was sich in einem unangenehmen Brennen längs der Elektrodenränder kundgibt. Die Stromstärke beträgt durchschnittlich 1 Ampere.

Es lassen sich auch leicht beide Kniegelenke gleichzeitig durchwärmen, wenn man sie in der eben angegebenen Weise mit Elektroden ausrüstet und nun die beiden inneren Elektroden an den einen, die



Abb. 85. Diathermie des Sprunggelenkes.

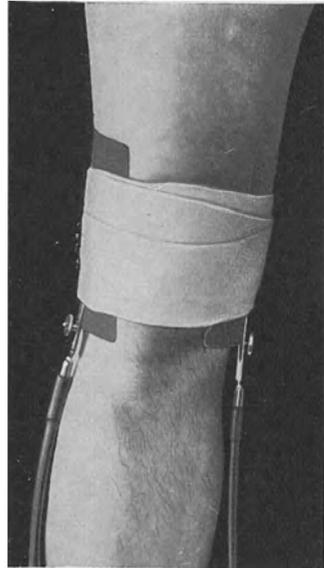


Abb. 86. Diathermie des Kniegelenkes.

beiden äußeren an den anderen Pol anschließt. Daß die beiden medialen Elektroden gleichpolig sind, darf nicht übersehen werden. Ist das nicht der Fall, sondern haben sie ungleiche Polarität, dann kommt es bei

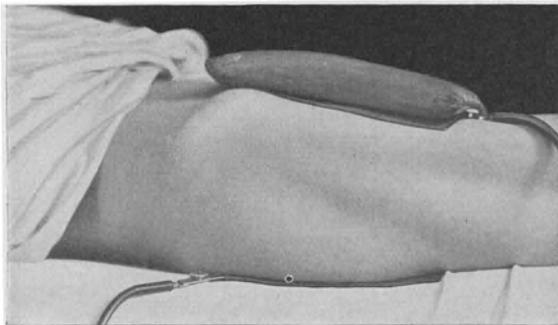


Abb. 87. Diathermie des Hüftgelenkes.

einer zufälligen metallischen Berührung zwischen ihnen zu einem Kurzschluß, der den Apparat schädigen kann. Bei doppelseitiger Durchwärmung muß mit Rücksicht auf die Stromteilung auch die oben angegebene Stromstärke verdoppelt, also auf 1,5—2,0 Ampere erhöht werden.

**Das Hüftgelenk** ist wegen seiner tiefen Lage für sich allein nicht zu durchwärmen, es müssen immer gleichzeitig die breiten Muskelmassen, in die es eingebettet ist, mit durchwärmt werden. Der Kranke legt sich mit der einen Gesäßhälfte auf eine Bleiplatte (200—300 cm<sup>2</sup>), während man eine zweite gleichgroße Platte auf die Leistenbeuge bringt und hier durch Auflegen eines Sandsackes festhält (Abb. 87). Stromstärke 1,5 Ampere und darüber.

Auch die gleichzeitige Durchwärmung beider Hüftgelenke läßt sich unschwer ausführen. Man legt die Elektroden links und rechts in der eben beschriebenen Weise an und verbindet nun die beiden rückwärtigen mit dem einen, die beiden vorderen mit dem anderen Pol des Apparates.

**Das Kiefergelenk** diathermiert man, indem man auf dasselbe eine kleine runde Bleielektrode (3 cm Durchmesser) als aktiven Pol auflegt und eine größere Bleiplatte als inaktive Elektrode auf die Wange der entgegengesetzten Seite bringt. Bei doppelseitiger Erkrankung werden zwei gleichgroße Elektroden einander gegenübergestellt.

**Die Wirbelgelenke** kommen in der Regel wegen einer Arthritis deformans zur diathermischen Behandlung. Am häufigsten sitzt diese Erkrankung im lumbalen, etwas seltener im zervikalen Anteil der Wirbelsäule. Man bedeckt den ergriffenen Abschnitt mit einem Stanniol- oder Bleistreifen von entsprechender Länge und einer Breite von 6—8 cm. Die Fixation der Elektrode erfolgt am einfachsten dadurch, daß sich der Kranke auf diese legt, wobei man durch Unterpolstern an den konkaven Teilen des Rückens für ein gutes Anliegen Sorge tragen muß. Ein oder zwei große Bleiplatten bringt man als inaktiven Pol auf die Brust bzw. den Bauch und beschwert sie mit einem Sandsack.



Abb. 88. Diathermie der Wirbelsäule.

Erstreckt sich die Erkrankung auf die ganze Wirbelsäule, so wird diese ihrer ganzen Länge nach mit einem schmiegsamen Metallstreifen bedeckt (Abb. 88). Die anwendbare Stromstärke beträgt in diesem Fall 2,5—3,0 Ampere. Bei Teildurchwärmungen ist sie je nach der Größe der aktiven Elektrode entsprechend geringer.

**Die Diathermie ungleichnamiger oder zahlreicher Gelenke.** Wie wir gesehen haben, lassen sich symmetrische Gelenke leicht zu gleicher Zeit behandeln, indem man sie parallel in den Stromkreis schaltet. Aber auch bei ungleichnamigen Gelenken geht das bisweilen ohne weiteres. Benützt man die oben angegebene Technik, so wird man bei der Parallelschaltung eines Hüft- und Kniegelenkes meist in beiden Gelenken ohne sonstige Behelfe den gewünschten Erwärmungsgrad erhalten. Sollte das jedoch nicht der Fall sein, so kann man dieses Ziel mit Hilfe eines Verteilerwiderstandes erreichen; man schaltet in den Stromkreis jenes Gelenkes,

das in seiner Erwärmung dem anderen voraus ist, etwas Widerstand ein und wird so die Erwärmung gleichmäßig gestalten.

Sind von der Erkrankung zahlreiche oder fast alle Gelenke des Körpers ergriffen, wie dies so häufig bei der Arthritis progressiva vorkommt, dann wird man der mehrfachen örtlichen Diathermie die allgemeine Diathermie vorziehen. Dort, wo auch die Finger- und Handgelenke miterkrankt sind, wähle ich öfters eine Methode, bei der die Fingerspitzen auf einer mit Wasser überschichteten Bleiplatte ruhen und die entblößten Füße auf einer größeren Platte stehen.

### III. Die Erkrankungen der Muskeln.

#### Die Myalgie.

Die Myalgie, gewöhnlich als Muskelrheumatismus bezeichnet, fassen wir mit A. Schmidt als eine Neuralgie der sensiblen Muskelnerven auf. Diese Neuralgien reagieren oft in erstaunlich günstiger Weise auf die Diathermie. Allerdings ist dabei im Auge zu behalten, daß derartige Erkrankungen häufig auch auf andere Methoden wie eine Heißluftbehandlung, eine Massage oder faradische Pinselung überraschend schnell zurückgehen, was in dem flüchtigen, sprunghaften Charakter vieler Myalgien begründet ist. Nichtsdestoweniger sieht man nicht selten Muskelschmerzen, die den verschiedensten Heilversuchen trotzen und die auf wenige Diathermiebehandlungen verschwinden.

Als bekannteste Form der Myalgie sei die *Myalgia lumbalis* hier angeführt. Die Technik ihrer Behandlung ist folgende. Man bedeckt die schmerzhaften Muskelpartien mit einer Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>), die dadurch fixiert wird, daß sich der Kranke auf dieselbe legt. Ihr gegenüber auf die vordere Bauchwand bringt man eine etwas größere Platte (400 bis 500 cm<sup>2</sup>), die man durch einen aufgelegten Sandsack andrücken läßt. Die Stromstärke schwankt zwischen 1,0—1,5 Ampere, die Dauer der Behandlung beträgt 20—30 Minuten. Recht zweckmäßig erscheint es mir, in geeigneten Fällen unmittelbar an die Durchwärmung eine Massage anzuschließen.

In analoger Weise verfährt man bei der Behandlung *anderer Myalgien*. Nur in seltenen Fällen wird es möglich sein wie vielleicht an den Extremitäten, die erkrankten Muskeln zwischen zwei gleichgroße Elektroden zu fassen. In der Regel wird man so wie bei der Lumbago zwei ungleichgroße Elektroden benützen, von denen man die kleinere als aktiven Pol auf die schmerzhafteste Muskelgruppe bringt, die größere als inaktiven ihr möglichst diametral gegenüberstellt. Dies trifft zum Beispiel für alle Durchwärmungen an der Muskulatur des Rumpfes zu.

#### Die Verletzungen der Muskeln.

Quetschungen, Dehnungen und Zerreißen der Muskulatur bilden ein sehr dankbares Behandlungsobjekt für die Diathermie, welche vor allem die Schmerzen günstig beeinflußt und den hypertonischen Reizzustand der Muskeln herabsetzt, womit die Beschwerden der Kranken

rasch beseitigt werden. Gleichzeitig wird es möglich, Massage und Heilgymnastik zur Förderung der Heilung frühzeitig anzuwenden.

Zweimal hatte ich Gelegenheit, die Diathermie bei Myositis ossificans zu versuchen. In dem einen Fall, bei dem es sich um eine lokale Erkrankung infolge eines Traumas handelte, war der Einfluß der Durchwärmung ein sehr günstiger, in dem zweiten, bei dem eine chronisch verlaufende allgemeine Muskelerkrankung vorlag, war dieser Einfluß ein geradezu spezifischer.

Erwähnen möchte ich noch, daß mir auch bei einer Dystrophia musculorum die kombinierte Anwendung von Diathermie und Massage gute Dienste leistete.

## Die Erkrankungen der Sehnscheiden und Schleimbeutel.

Auch hier sind es gleich wie bei der Arthritis nicht die akuten, sondern nur die subakuten und chronischen Erkrankungen, die ein geringes Heilungsbestreben zeigen, welche für die Diathermie in Betracht kommen. Bei frisch entzündlichen, stark schmerzhaften Ergüssen in Sehnscheiden oder Schleimbeutel ist die Diathermie entweder überflüssig, weil die Entzündung unter Ruhigstellung und feuchten Umschlägen von selbst zurückgeht, oder sie ist sogar nachteilig, weil sie durch die Hyperämisierung den Reizzustand überflüssigerweise vergrößert. Darum warte man, bis die akut entzündlichen Erscheinungen geschwunden sind.

Ich habe in einigen Fällen von chronischer Tendovaginitis, von welchen mehrere Klavierspielerinnen betrafen, einen recht guten Einfluß von der Diathermie gesehen, indem es mir gelang, die lange bestehenden Erkrankungen zur Heilung zu bringen. Auch hier halte ich die Kombination der Diathermie mit einer Massage, welche der Durchwärmung unmittelbar folgen soll, für sehr zweckmäßig. Entgegen der allgemeinen Ansicht, daß eine aktive Hyperämisierung bei tuberkulösen Prozessen kontraindiziert sei, habe ich die Diathermie in verschiedenen Fällen von tuberkulöser Sehnscheidenentzündung angewendet und in der Mehrzahl derselben einen ausgesprochen günstigen Erfolg gesehen. Shelly berichtet über eine Reihe von Sehnscheidenentzündungen in der Hohlhand, die er bei Soldaten im Felde beobachtete, welche mit Schaufel und Picke angestrengt gearbeitet hatten. Unter der elektrischen Durchwärmung verschwanden die Knötchen und Schwielen, die man in der Hohlhand tasten konnte, und gleichzeitig erhielten die Finger wieder ihre volle Streckfähigkeit.

Von den Erkrankungen der Schleimbeutel waren es vorwiegend Entzündungen der Bursa subdeltoidea und subacromialis (Periarthritis humero-scapularis), die ich mit Diathermie behandelte. Auch hier war der Erfolg der Durchwärmung ein recht günstiger, indem die Schmerzen rasch schwanden und die Beweglichkeit des Armes wieder hergestellt wurde.

## IV. Die Erkrankungen des Nervensystems. Die Neuralgie und Neuritis.

**Allgemeines.** Die Neuralgie läßt sich von der Neuritis diagnostisch nicht scharf abgrenzen, noch weniger ist das therapeutisch der Fall. Es gelten daher für beide die gleichen Grundsätze der Behandlung.

Die Wirkung der Diathermie bei neuralgischen und neuritischen Schmerzen ist eine unberechenbare. Wir sehen überraschende Erfolge in Fällen, die lange Zeit völlig ergebnislos mit anderen Methoden behandelt worden sind, und wir sehen andererseits wieder Fälle, in denen die Diathermie vollkommen versagt. Das wird den erfahrenen Praktiker nicht überraschen, der weiß, wie launisch, wechselnd und unfaßbar gerade die neuralgischen Schmerzen sind. Es wird dies verständlich, wenn wir bedenken, daß wir über das Wesen und die Ätiologie vieler Neuralgien noch so gut wie gar nichts wissen. Wir sind hier therapeutisch auf das reine Probieren angewiesen. Die Diathermie teilt in diesem Punkte das Schicksal manches anderen Heilverfahrens, das sich einmal außerordentlich wirksam, ein anderes Mal in einem anscheinend ganz gleichen Fall vollkommen wirkungslos erweist. Immerhin aber dürfen wir behaupten, in der elektrischen Durchwärmung ein Mittel zu besitzen, das in der Reihe der physikalischen Antineuralgika einen allerersten Rang einnimmt und das häufig auch dort noch einen Erfolg erringt, wo andere Mittel versagen. Die Diathermie ist darum eines Versuches in jedem Fall wert.

Verspricht die diathermische Behandlung Aussicht auf Erfolg, so macht sich dieser in der Regel sehr rasch bemerkbar. Man sieht nicht selten schon nach ein, zwei oder drei Sitzungen ein auffallendes Nachlassen der Schmerzen. Ist nach 10, längstens 15 Sitzungen keine Besserung, auch nicht eine solche geringen Grades, zu erkennen, dann halte ich es für geraten, die Diathermie als aussichtslos aufzugeben und mit einem anderen Verfahren zu vertauschen.

Bei der Diathermie von Neuralgien sei man anfangs vorsichtig, insbesondere in frischen Fällen. Ich konnte mich, als meine Erfahrung in diesen Dingen noch eine geringere war, wiederholt davon überzeugen, daß zu starke Erhitzungen die Schmerzen in beträchtlicher Weise zu steigern vermögen. Empfinden die Patienten während der Durchwärmung eine Zunahme des Schmerzes, berichten sie, daß sich in dem erkrankten Nerven das Gefühl des Ziehens, ähnlich dem Gefühl eines Zahnschmerzes einstelle, so ist das ein sicherer Beweis dafür, daß die angewendete Stromstärke zu groß ist. Eine Verminderung derselben läßt den charakteristischen Diathermieschmerz prompt verschwinden. Beachtet man jedoch diese Mahnung nicht, so kann eine viele Stunden, ja tagelang währende Verschlimmerung des Leidens die unmittelbare Folge des therapeutischen Eingriffes sein. Je vorsichtiger man zu Werke geht, desto sicherer wird man derartige unerwünschte Zufälle, die dann immer als „Reaktionen“ ausgegeben werden, vermeiden.

Man beginne daher die Behandlung stets mit kleinen Stromdosen. Man wird beobachten, daß viele Kranke schon auf ganz leichte Durchwärmungen eine ausgesprochene Erleichterung ihrer Schmerzen fühlen. Wird die Behandlung gut vertragen, so kann man langsam mit der Stromstärke steigen, bis man die bestmögliche Wirkung erzielt. Die Durchwärmung wird, je nach der Art der Erkrankung, jeden oder jeden zweiten Tag wiederholt, die Dauer derselben beträgt 20—30 Minuten. Bei älteren, hartnäckigen Fällen scheinen prolongierte Sitzungen in der

Dauer bis zu 50 Minuten, wie sie Delherm und Grunspan in Vorschlag gebracht haben, besonders wirksam zu sein.

Bei der Behandlung soll möglichst das ganze Ausbreitungsgebiet des erkrankten Nerven durchwärmt werden, der Strom soll nicht allein den Stamm des Nerven, sondern auch seine sämtlichen Verzweigungen treffen. Nur so darf man hoffen, eine hinreichende Wirkung zu erzielen. Die in der Elektrotherapie so beliebte Behandlung einzelner Nervenpunkte halte ich für ganz unzulänglich. Gewöhnlich sind es die Punkte, wo der Nerv dem äußeren Druck besonders zugänglich ist, die von den Elektrotherapeuten vorzugsweise oder ausschließlich behandelt werden. Es ist klar, daß diese Punkte mit dem eigentlichen Sitz der Erkrankung gar nichts zu tun haben. Ist die Ursache der Neuralgie überhaupt eine lokalisierte, so werden wir um so eher den wirklichen Sitz der Erkrankung erreichen, je vollkommener wir den Nerven in seiner ganzen Ausbreitung durchwärmen. Ist die Erkrankung aber eine diffuse, erstreckt sie sich auf den ganzen Verlauf des Nerven, so ist von vornherein eine breite, flächenhafte Durchströmung des gesamten Nervengebietes geboten. Haben wir ein Mittel in der Hand wie den elektrischen Strom, der alle Gewebsschichten zu durchdringen, alle, auch die tiefsten Verzweigungen des Nerven zu treffen vermag, so ist gar nicht einzusehen, weshalb wir unsere Einwirkung auf ein kleines, oberflächlich gelegenes Nervenstückchen beschränken wollen. Derjenige, der einmal die von einer alten Gedankenträgheit gestützte Behandlung der einzelnen Nervenpunkte verlassen und sich der neuen von mir befürworteten Methode zugewendet hat, wird die Überlegenheit derselben in kürzester Zeit erkennen.

**Die Neuralgia ischiadica** ist die häufigste Form der Neuralgie und, was über diese im allgemeinen gesagt wurde, gilt für die Ischias in ganz besonderer Weise. Bekommt man einen Kranken mit einer Ischias zur Behandlung, so ist es von vornherein nie zu sagen, wie dieser auf die Diathermie reagieren wird. Man steht also bei jedem neuen Kranken immer wieder vor dem Versuch. Es ist aber außer Zweifel, daß die Diathermie sich öfters in Fällen wirksam erweist, die jeder anderen Therapie unzugänglich waren.

Entsprechend den oben erwähnten Grundsätzen pflege ich bei einer ausgebildeten Ischias das erkrankte Bein seiner ganzen Masse nach zu durchwärmen in der Erwägung, daß die Erkrankung sich nicht selten bis in die feinsten Muskeläste (Myalgie) erstreckt, ja daß die Muskelfasern häufig in Form einer Atrophie selbst miterkrankt sind und daß sich schließlich auch vasomotorische Störungen in der Haut (Kältegefühl, Zyanose) finden. Diese Verhältnisse lassen es mir wünschenswert erscheinen, eine gleichmäßige Durchwärmung aller dieser Teile anzustreben. Nur dort, wo sich die Schmerzen auf eine ganz kurze Strecke des Nerven oder eine ganz beschränkte Muskelgruppe lokalisieren, begnüge ich mich mit der örtlichen Diathermie.

Eine homogene Durchwärmung eines Beines läßt sich mit zwei Elektroden nicht erreichen. Legt man eine derselben an der Hüfte, die zweite an der Wade an, so erhält man schon bei einer Stromstärke von 0,5 Ampere und wenig darüber eine Überhitzung in der Kniekehle,

wo sich die Stromlinien den Gefäßen folgend konzentrieren, während alle übrigen Teile eine kaum nennenswerte Temperaturerhöhung zeigen.

Will man das ganze Bein gleichmäßig durchwärmen, so braucht man hierzu drei Elektroden; am besten benützt man Bleiplatten. Eine derselben (400 cm<sup>2</sup>) legt man an der Vorderseite des Oberschenkels an, eine zweite, etwas kleinere (200 cm<sup>2</sup>) kommt an die Außenseite des Unterschenkels, während die dritte (300 cm<sup>2</sup>) unter das Gesäß geschoben wird, wobei man, falls die Unterlage nicht weich genug ist, durch Unterpolsterung dafür sorgen muß, daß sich die Elektrode der Gesäßwölbung gut anpaßt (Abb. 89).

Sind die Elektroden angelegt, so verbindet man sie mit dem Apparat in der Weise, daß man die mittlere für sich allein an den einen Pol, die beiden anderen zusammen an den zweiten Pol anschließt. Der von dem Apparat kommende Strom teilt sich an der mittleren Elektrode in einen knieaufwärts und einen knieabwärts steigenden Zweig, die bei den gegebenen Widerständen meist von solcher Größe sind, daß sich

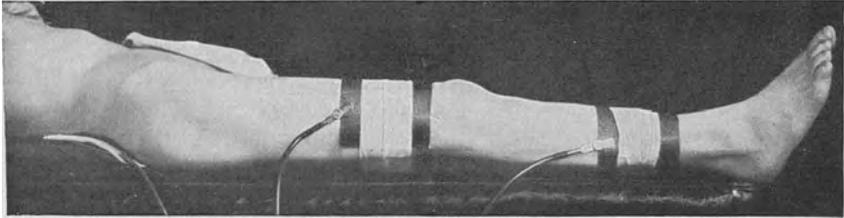


Abb. 89. Diathermie des Beines bei Iscnias.

Ober- und Unterschenkel gleich stark erwärmen. Sollte dies jedoch nicht der Fall sein, dann kann man die Erwärmung gleichmäßig gestalten, wenn man mit Hilfe eines Verteilers in jenen Stromkreis Widerstand einschaltet, in dem die größere Erwärmung fühlbar ist. Die zur Anwendung kommende Stromstärke beträgt 1,5—2,5 Ampere, was der Summe beider Teilströme entspricht.

Sind die Schmerzen, wie das nicht selten ist, vorwiegend oder ausschließlich auf das Gesäß und die Rückseite des Oberschenkels lokalisiert, so möchte ich die nachfolgende Methode der eben beschriebenen vorziehen. Der Patient legt sich auf einen Bleistreifen, der vom oberen Darmbeinrand über das Gesäß bis zur Kniekehle reicht und der eine Breite von etwa 8—10 cm hat. Durch eine entsprechende Unterpolsterung wird man dafür sorgen, daß diese Elektrode der Rückseite des Beines gut anliegt. Ihr gegenüber auf die Leistengegend und die Streckseite des Oberschenkels legt man zwei große Bleiplatten von je 300 cm<sup>2</sup>, die zusammen an demselben Pol angeschlossen werden und die inaktive Elektrode darstellen. Entsprechend der kleineren Oberfläche der rückwärtigen Elektrode wird sich die Wärme vorwiegend auf die Hinterseite des Beines entsprechend dem Verlauf des Ischiadikus konzentrieren. Die Größe dieser Elektrode gestattet es leicht, einen Strom von 2 Ampere und darüber zu verwenden.

Dort, wo eine Myalgia glutea vorliegt und sich die Schmerzen auf die Gesäßmuskulatur beschränken, durchwärme ich diese allein, indem ich den Kranken auf eine Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>) lege und dieselbe mit dem einen Pol des Apparates verbinde. An den zweiten Pol schließe ich mit Hilfe eines geteilten Kabels zwei Platten von je 200 cm<sup>2</sup>, von denen die eine über, die andere unterhalb der Leistenbeuge aufgelegt wird. Die Stromlinien und damit die Wärme konzentrieren sich auch hier unter der rückwärtigen Elektrode.

Die Neuralgia brachialis kann therapeutisch in ähnlichem Sinn bewertet werden wie die Ischias. Doch will es mir scheinen, daß die Armneuralgie häufig noch viel günstiger als die Ischias durch Diathermie beeinflußt wird. Ich konnte bei manchen Kranken schon nach 1 bis 2 leichten Durchwärmungen ein so entscheidendes Nachlassen der Schmerzen beobachten, daß mir die Wirkung der Diathermie hier außer allem Zweifel steht.

Die Technik der Durchwärmung ist eine einfache. Da der Querschnitt des Armes nicht solche Verschiedenheiten aufweist wie der des Beines, genügt es vielfach, eine Elektrode um den Unterarm bzw. Oberarm und eine zweite über dem Schulterblatt oder der Wirbelsäule an-

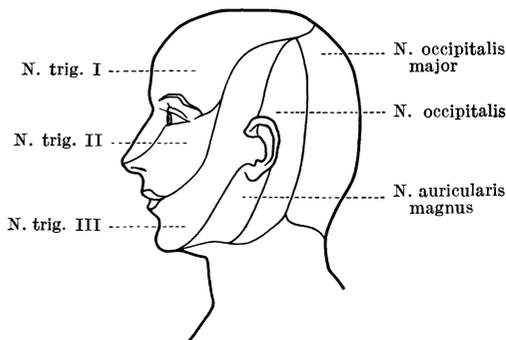


Abb. 90. Hautnerven des Kopfes.

zulegen und einen Strom von 0,7–0,8 Ampere durch die Extremität zu schicken. Gleichmäßiger wird allerdings die Durchwärmung des Armes, wenn man sich wie bei der Behandlung der Ischias dreier Elektroden bedient, wobei die mittlere, am Oberarm liegende an den einen Pol, die Schulter und Unterarmelektrode zusammen an den zweiten Pol des Apparates geschaltet werden. Die Stromstärke ist dann wegen der Stromteilung eine etwas größere und kann 1,5 Ampere erreichen. Man gewöhne sich daran, die Elektroden stets auf die Streckseite und nicht auf die Beugeseite der Extremität zu legen, weil der Strom sonst vorwiegend den großen Gefäßen folgt und es dadurch leicht zu einer Überhitzung in der Ellbogen- oder Achselbeuge kommt. Um dies zu verhindern, ist es auch zweckmäßig, den Arm bei der Durchwärmung möglichst gestreckt zu halten.

Die Neuralgie des Nervus trigeminus betrifft selten alle drei Äste des Nerven, meist ist sie auf den einen oder den anderen, am häufigsten auf den dritten Ast beschränkt. Für die Behandlung schneidet man sich ein Stanniolpapier zurecht, das in seiner Größe und Form dem Ausbreitungsgebiet des Schmerzes entspricht (Abb. 90) und klebt dieses auf die angefeuchtete Haut. Darauf bringt man die Hilfelektrode und eine Schichte Watte, die man mittels Binden am Kopf befestigt, um der Elektrode einen guten Kontakt zu sichern. Als inaktive Elektrode dient

eine Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>), die man auf den Rücken legt. Die Stromstärke beträgt je nach der Größe der Gesichtselektrode 0,2—0,5 Ampere. Der Strom darf nie ein Hitzegefühl, sondern nur eine leichte angenehme Wärmeempfindung auslösen.

Die Aussichten, welche die Diathermie bei der Trigeminalneuralgie eröffnet, hängen wesentlich von der Schwere der Erkrankung ab. Bei akuten, nicht allzu lange bestehenden Neuralgien scheint die Diathermie die Heilungsdauer abzukürzen, bei den typischen schweren Fällen von chronischer Neuralgie, wie wir sie ja alle zur Genüge kennen, habe ich wohl vorübergehende Besserungen, aber kaum jemals einen entscheidenden Einfluß der Diathermie auf das Leiden beobachten können. Hier ist die Alkoholinjektion in die Nervenäste oder in das Ganglion Gasseri die Methode der Wahl.

**Die Neuralgie des Nervus occipitalis major** ist mit Rücksicht darauf, daß das Ausbreitungsgebiet dieses Nerven von Haaren bedeckt ist, diathermisch nicht leicht zu behandeln. Um die aktive Elektrode möglichst hoch am Hinterhaupt anlegen zu können, kann man sich bei Männern dadurch helfen, daß man die Haare kurz schert, bei Frauen wird man sich damit begnügen müssen, die untere Haargrenze gut anzufeuchten. Als Elektrode dient am besten eine ganz dünne schmiegsame Stanniol- oder Bleifolie in einem Ausmaß von 50—100 cm<sup>2</sup>. Man befestigt sie entweder mit einer Binde am Schädel oder bringt sie auf eine Kopffrolle, ein zusammengerolltes Leintuch oder eine ähnliche Unterlage, auf die sich der Kranke mit dem Nacken legt. Eine größere Bleiplatte wird als inaktive Elektrode auf die Brust gebracht und durch einen leichten Sandsack oder die Hand hier festgehalten. Stromstärke 0,5—0,8 Ampere.

Ist die Okzipitalneuralgie die Folge einer Arthritis deformans der Halswirbelsäule, dann ist man in der Lage, das Leiden auch ursächlich zu behandeln, indem man den Halsabschnitt der Wirbelsäule einer Diathermie unterzieht.

**Die Interkostalneuralgie.** Da es kaum möglich ist, das ganze Ausbreitungsgebiet eines Interkostalnerven gleichmäßig zu durchwärmen, so beschränkt man sich meist darauf, den Ausgangspunkt oder den Hauptsitz des Schmerzes zum Angriffspunkt der Behandlung zu machen. So werden wir bei Herpes zoster, als dessen Ursache wir heute eine Entzündung des Spinalganglions ansehen, vorzugsweise dieses diathermisch behandeln. Eine Blei- oder Stanniolektrode (100—150 cm<sup>2</sup>) legen wir als aktiven Pol auf die Gegend, welche dem erkrankten Ganglion entspricht, eine etwas größere Bleiplatte als inaktiven Pol ihr gegenüber auf die vordere Brustwand. Ein paar umlaufende Bindentouren halten beide Elektroden fest.

Ist vorzugsweise der vordere Ast eines Interkostalnerven von der Neuralgie ergriffen, dann kann man auch zwei gleichgroße Elektroden verwenden, von denen die eine auf das Schmerzgebiet, die zweite auf jenen Rückenmarksabschnitt zu liegen kommt, aus dem die betroffene Nervenwurzel entspringt. Stromstärke 0,5—1,0 Ampere.

**Die Polyneuritis.** Handelt es sich um Schmerzen im Gebiete mehrerer oder zahlreicher Nerven, so wird es zweckmäßig sein, statt einer mehr-

fachen örtlichen Behandlung eine allgemeine Diathermie zu machen. Der Grad der Durchwärmung ist je nach der Art des Falles ein verschiedener. Man wird um so vorsichtiger sein, je akuter die Erkrankung ist. Während man sich in frischen Fällen mit einer ganz gelinden Durchwärmung begnügt, kann man diese bei länger bestehenden Schmerzen bis zum Schweißausbruch steigern.

### **Periphere Lähmungen.**

Auch zur Behandlung von peripheren Lähmungen wurde die Diathermie von manchen Autoren wie Labbé und Blanche, Tobias, Bordier u. a. herangezogen. Da den Hochfrequenzströmen ein erregender Einfluß auf die Muskeln nicht zukommt, so dürfte ihre Wirkung bei Lähmungen wohl nur in einer Besserung der Zirkulation und in einer Förderung der Muskelernährung bestehen. Es wäre die Diathermie also ihrem Endeffekt nach einer Massage gleichzusetzen, deren Zweck ja ebenfalls darin liegt, durch Anregung der Durchblutung den Verfall der Muskelfasern hintanzuhalten und die regenerativen Vorgänge zu unterstützen. In diesem Sinne kann die Diathermie sicherlich empfohlen werden. Eine Verbindung der Durchwärmung mit einer nachfolgenden Galvanisation oder Faradisation, wie sie Tobias vorgeschlagen hat, scheint mir recht zweckmäßig zu sein. Auch Bordier lobt diese Art der Behandlung insbesondere bei der peripheren Fazialislähmung. Er berichtet über Fälle, bei denen er nach längerer vergeblicher Galvanisation eine Heilung erst dann erzielen konnte, als er die galvanische Behandlung mit einer diathermischen kombinierte.

### **Poliomyelitis acuta anterior.**

Von Bordier wurde die kombinierte Behandlung der Poliomyelitis mit Röntgenstrahlen und Diathermie empfohlen, und zwar in der Weise, daß unmittelbar nach Ablauf des febrilen Stadiums die mutmaßlich erkrankten Teile des Rückenmarks mit harten Röntgenstrahlen behandelt werden, während die später zurückbleibenden Gefäßlähmungen mit Diathermie bekämpft werden sollen. Bordier sieht in der Diathermie das wirksamste Mittel, um die lokale Hypothermie und Unterernährung, die vorhandene Zyanose und das damit verbundene unangenehme Kältegefühl zu beseitigen oder wenigstens zu bessern. Auch dem Zurückbleiben im Wachstum wie dem späteren Auftreten von Erfrierungen an den gelähmten Teilen dürfte in dieser Weise am wirksamsten vorgebeugt werden können. Wie ich aus eigener Erfahrung glauben möchte, ist die Diathermie zur Bekämpfung aller dieser Zustände in vorzüglicher Weise geeignet. Nach jeder Durchwärmung ist die früher kalte und zyanotische Extremität intensiv arteriell durchblutet, hellrot und warm, eine Wirkung, die in dieser Weise kaum durch eine andere Behandlung zu erreichen ist. Die Erfolge der Bordierschen Methode wurden auch von Bergamini, Duhem, Chizzola, Sighinolfi u. a. bestätigt.

Aufgefallen ist mir bei solchen Durchwärmungen immer der große Widerstand, den die gelähmten Teile dem elektrischen Strom entgegensetzen und der darin seinen Ausdruck findet, daß man ausnehmend hohe Spannungen, ja oft die

Höchstspannung des Apparates verwenden muß, um verhältnismäßig geringe Stromstärken zu erzielen. Die Ursache des großen Widerstandes ist offenbar die stark verminderte Durchblutung.

An dieser Stelle möchte ich auch eines Vorschlages von Picard gedenken, der die Diathermie zur Frühbehandlung der Poliomyelitis empfiehlt. Picard berichtet über eine Reihe derartig behandelter Kranker und die bei ihnen erzielten Erfolge. Daß die Diathermie eine Heilwirkung bei der Poliomyelitis ausübt, scheint mir durch die Mitteilungen Picards bisher nicht erwiesen, da wir ja alle wissen, wie weitgehend sich bei dieser Erkrankung die Lähmungserscheinungen im Verlaufe der ersten Wochen spontan bessern können. Zweifellos aber ist die theoretische Voraussetzung dieser Behandlungsmethode, daß die Diathermie des Rückenmarks eine Druckentlastung desselben herbeiführt, ganz und gar unwahrscheinlich.

## Tabes dorsalis.

**Allgemeines.** Da bei der Tabes vorwiegend die sensiblen Neurone von der Degeneration ergriffen sind, stehen die Schmerzen häufig im Vordergrund des ganzen Krankheitsbildes. Es war darum naheliegend, den erwiesenermaßen beruhigenden Einfluß der Diathermie auch bei tabischen Schmerzen zu erproben, um so mehr als bei diesen die Hochfrequenztherapie in Form der Arsonvalisation schon seit langem erfolgreich verwendet wird. In der Tat sieht man auch von der Anwendung der Diathermie bei den Schmerzen der Tabeskranken manchen überraschenden Erfolg. Ich erinnere mich an einige Kranke, bei denen lange bestehende Schmerzen mit den verschiedensten Methoden vergeblich bekämpft worden waren und die nach Anwendung der Diathermie schon nach kurzer Zeit eine überzeugende Besserung erfuhren.

Jedoch möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß es ebenso wie andere auch tabische Neuralgien gibt, die auf die Diathermie nicht reagieren. In vielen Fällen ist der Erfolg auch nur ein ganz vorübergehender. Immerhin halte ich die elektrische Durchwärmung für ein sehr wertvolles Mittel zur Bekämpfung der oft so quälenden tabischen Schmerzen, zumal bei diesen häufig alles andere versagt.

**Die Technik der Durchwärmung.** Vor der Behandlung jedes Tabikers überzeuge man sich, ob seine Temperaturempfindung eine normale ist. Trifft das nicht zu, dann mache man die Diathermie mit größter Vorsicht, um eine Verbrennung zu vermeiden; insbesondere verwende man nicht zu kleine Elektroden, damit die Stromdichte keine zu große wird.

Die Durchwärmung soll im allgemeinen mäßig stark sein, Überhitzungen sollen vermieden werden, da erfahrungsgemäß Tabeskranken extreme Temperaturanwendungen wie heiße Bäder u. dgl. schlecht vertragen. Ist das die Regel, so möchte ich doch beifügen, daß ich Kranke gesehen habe, welche angaben, daß die Durchwärmung um so wirkungsvoller wäre, je stärker sie sei.

Die Technik der Durchwärmung wird je nach dem Sitz der Schmerzen eine verschiedene sein. Es kommen hier die gleichen Methoden, wie wir sie für die einzelnen Neuralgien beschrieben haben, zur Anwendung. So wird man lanzinierende Schmerzen der Beine wie eine Ischias behandeln, solche an den Armen wie eine Armneuralgie. Bei Gürtelgefühl kommt die gleiche Elektrodenanordnung wie bei einer Interkostalneuralgie in Betracht usw. Einen Unterschied mache ich nur insoferne,

als ich die in allen Fällen zur Anwendung kommende Rückenelektrode über jenen Teil der Wirbelsäule lege, der dem erkrankten Rückenmarksabschnitt entspricht. So kommt bei Beinschmerzen die Rückenelektrode auf die untere Brustwirbelsäule entsprechend der Lumbalanschwellung, bei Armschmerzen über die Halswirbelsäule entsprechend der Zervikalanschwellung des Rückenmarks zu liegen.

Man könnte bei lokalisierten tabischen Schmerzen wohl auch den Versuch machen, diese dadurch zu beeinflussen, daß man nur den in Betracht kommenden Rückenmarksabschnitt mit seinen Wurzeln durchwärmt, indem man auf diesen eine kleinere aktive und gegenüber auf die vordere Brustwand eine größere inaktive Elektrode legt.

Bei Magenkrisen bedeckt man die Magengegend mit einer Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>) und legt eine etwas größere Platte (300 cm<sup>2</sup>) ihr gegenüber auf den Rücken. Eine Stromstärke von 1,0—1,5 Ampere dürfte genügen.

Bei wandernden Schmerzen, die bald hier, bald dort im Körper aufschießen, scheint mir eine leichte Allgemeindurchwärmung die beste Behandlungsmethode zu sein.

## Erkrankungen des Zentralnervensystems anderer Art.

**Die multiple Sklerose.** Die Erfahrung, daß die Wärme den gesteigerten Muskeltonus und die Reflexerregbarkeit herabsetzt, legte mir den Gedanken nahe, die Diathermie auch bei multipler Sklerose zu versuchen. Ich habe 20 Fälle mit allgemeiner Durchwärmung teils nach Methode I, teils nach Methode II behandelt und konnte bei 14 von ihnen ein deutliches Nachlassen der spastischen Erscheinungen, eine Besserung des Ganges und des subjektiven Befindens erzielen. Die Durchwärmungen sollen nur ganz leichte sein.

**Die Paralysis agitans** ist eines der traurigsten Kapitel für die Therapie. Die Aussichtslosigkeit der meisten physikalischen Methoden und die eben dargelegten Erwägungen ließen mich auch hier einen Versuch mit allgemeiner Diathermie machen. Das Ergebnis war ein sehr bescheidenes. In zwei Fällen konnte ich eine leichte Besserung feststellen, bei sechs anderen Kranken, die ich behandelte, war das Resultat ein vollkommen negatives. Nach den Erfahrungen von Larborderie wird die Muskelsteifigkeit eher vermehrt. Hoffnungsreicher sind die Berichte von Cumberbatch und Bordier.

Cumberbatch erzählt von einer 55jährigen Frau, die seit 2 Jahren an Paralysis agitans litt und die in verschiedener Weise vergeblich behandelt worden war. Eine längere, zweimal in der Woche wiederholte, allgemeine Diathermie von ziemlicher Stärke brachte eine wesentliche Besserung des Zitterns und des Gehens. Bordier berichtet von zwei Fällen, die er ebenfalls mit Diathermie, aber gleichzeitig auch mit großen Arsendosen (Arrhenal) behandelt hatte. Die Durchwärmung in Form einer allgemeinen Diathermie war eine so starke, daß es jedesmal zu einem Schweißausbruch kam. Nach fünf derartigen Sitzungen wurde eine Pause von 2—4 Wochen gemacht und die Behandlung dann in gleicher Weise wiederholt. Ein paar solcher Serien genügten, um in beiden Fällen eine ausgesprochene Besserung zu erzielen. Wieviel die Diathermie, wieviel die gleichzeitige Arsenkur an dem Erfolg beteiligt war, möchte ich dabei unentschieden lassen.

## Die Neurasthenie.

Jeder, der sich eine Zeitlang mit Diathermie beschäftigt, wird die Beobachtung machen, daß viele Patienten nach der Behandlung etwas ermüdet sind, daß sie das Bedürfnis haben, sich ein wenig auszuruhen, ja sogar den Wunsch, zu schlafen. Nicht selten sieht man auch, daß die Kranken schon während der Behandlung selbst einschlafen. Derartige Beobachtungen kann man bereits bei örtlichen Durchwärmungen eines Gelenkes oder anderen Körperteiles machen, noch viel häufiger aber bei allgemeinen Durchwärmungen.

Die Diathermie übt also zweifellos einen sedativen Einfluß auf das Nervensystem aus. Dabei spielt sicherlich die durch die Erwärmung zustande kommende Veränderung der Blutverteilung, die Verschiebung des Blutes nach der Haut, eine Rolle, daneben dürfte auch ein unmittelbarer Einfluß auf das Zentralnervensystem in Betracht kommen. Es scheinen leichte Allgemeindurchwärmungen in ähnlicher Weise beruhigend zu wirken wie ein laues Bad, während stärkere in ihrer Wirkung einem heißen Bad gleichkommen, das bei längerer Dauer ermüdend wirkt.

Diese eigentümlichen Wirkungen der Diathermie therapeutisch auszunützen, lag sehr nahe. Am geeignetsten schienen für diesen Zweck die verschiedenen Zustände nervöser Übererregbarkeit zu sein, wie sie unter dem Begriff der Neurasthenie zusammengefaßt werden. Und in der Tat bildet die Diathermie hier ein ausgezeichnetes Heilmittel.

Handelt es sich um eine allgemeine psychische Übererregbarkeit, gepaart mit verschiedenen neurasthenischen Symptomen, so halte ich die allgemeine Diathermie für die zweckmäßigste Anwendungsform. Sie kann nach der I. oder II. Methode ausgeführt werden, wobei die Erwärmung aber in jedem Fall nur so stark sein soll, daß sie eine angenehme, wohlige Hauthyperämie, keinesfalls aber einen Schweißausbruch zur Folge hat. Besondere Vorsicht ist bei Vasoneurotikern geboten, die oft in abnorm starker Weise schon auf geringe Durchwärmungen reagieren. In der Regel wird bei der I. Methode eine Stromstärke von 1,5 Ampere, bei der II. Methode eine solche von 2,0 Ampere die obere Grenze darstellen.

Der Einfluß der Diathermiebehandlung auf die psychische Stimmung des Kranken und sein körperliches Wohlbefinden ist oft ein ganz ausgezeichneter. Die nervöse Reizbarkeit, die Schlaflosigkeit und ähnliche Erscheinungen schwinden in überraschend kurzer Zeit. Die Arbeitslust des Kranken wird gesteigert, ihre Lebensfreude vermehrt und ihr nicht selten herabgesetzter Ernährungszustand gebessert. Ich kenne seit Jahren eine Reihe von Kranken, welche immer wieder zur Diathermie ihre Zuflucht nehmen, wenn ihre Nervenkraft erlahmt.

Sehr geeignet für die allgemeine Diathermie scheinen mir auch jene Neurastheniker — sie sind in der Regel weiblichen Geschlechts — zu sein, deren Beschwerden in wandernden Schmerzen in verschiedenen Muskel- und Nervengebieten bestehen, welche Beschwerden meist irrtümlich als harnsaure Diathese oder als Muskelrheumatismus angesprochen werden. Es handelt sich aber um nichts anderes als um eine neurasthenische Muskel- und Nervenhyperästhesie, die durch eine

außerordentliche Druckempfindlichkeit gekennzeichnet ist und die sich bald hier, bald dort zu spontanen Schmerzen verdichtet. Unter einer mehrmaligen allgemeinen Diathermie pflegen diese Hyperästhesien in der Regel rasch zu verschwinden.

Aber auch jene Formen der Neurasthenie, bei denen die Beschwerden auf einzelne Organe lokalisiert sind, werden durch die Diathermie günstig beeinflusst. Die örtliche Übererregbarkeit ist entweder eine sensible und äußert sich dann in Schmerzen, die bald im Herzen, bald im Magen, in der Harnblase oder in anderen Organen auftreten, oder sie ist eine motorische und kommt in Krämpfen der glatten Muskulatur zum Ausdruck, wie wir sie als Kardiospasmus, Pylorospasmus oder als spastische Obstipation kennen. Die Anwendung der Diathermie bei diesen verschiedenen Störungen wollen wir bei den Erkrankungen der betreffenden Organe behandeln.

### Die Beschäftigungsneurosen.

Sie erwachsen gewöhnlich auf einer neuropathischen Grundlage und stehen daher zur Neurasthenie in engster Beziehung. Sie äußern sich entweder in Krämpfen, die bei Ausübung einer bestimmten Beschäftigung störend auftreten, wie das für den Schreibkrampf, den Klavier- oder Violinspielerkrampf gilt, oder sie bestehen in einer Schwäche, in einem Ermüdungs- oder auch Schmerzgefühl, das durch eine bestimmte Muskelbetätigung ausgelöst wird. Alle diese Beschwerden sind in der Regel nur als Symptom einer allgemeinen nervösen Veranlagung zu werten. Dementsprechend darf sich die Behandlung nicht nur für dieses einzelne Symptom interessieren, sie muß vielmehr eine doppelte sein: Einerseits eine lokale, die sich gegen die von dem Kranken geklagten Beschwerden richtet, andererseits aber auch eine allgemeine, welche die nervöse Konstitution ins Auge faßt und zu bessern sucht. Nur so ist ein Erfolg zu erhoffen.

Neben dem eindringlichen Gebot, die die Störung auslösende Beschäftigung zu unterlassen, und einem allgemeinen beruhigenden Regime, ist die Diathermie wegen ihrer antispasmodischen Wirkung hier mehr als jede andere elektrotherapeutische Behandlung geeignet. Leider ist ihr praktischer Erfolg, wie das auch für die meisten anderen Behandlungsmethoden gilt, häufig ein recht bescheidener. Bisweilen erzielt man eine leichte Besserung, nicht selten läßt uns die Diathermie bei den Beschäftigungsneurosen aber auch gänzlich im Stich, was wohl darin seinen Grund hat, daß wir die eigentliche Grundlage des Leidens nicht zu beheben vermögen.

**Die Technik der Durchwärmung.** Da die Beschäftigungsneurosen fast stets nur an den oberen Extremitäten ihren Sitz haben, so wird eine Längsdurchwärmung dieser in Betracht kommen. Man läßt die Finger auf eine Bleiplatte stellen, die in einer Glastasse liegt und mit etwas Wasser überschichtet ist, wie dies die Abb. 77 auf S. 123 zeigt. Die zweite Elektrode legt man über dem Schulterblatt an. Die Stromstärke ist durch den Querschnitt des Handgelenkes begrenzt und kann bis 0,3—0,4 Ampere betragen.

## Der Morbus Basedowi.

Nachdem Feiler (1913) auf die günstige Wirkung der Diathermie bei Morbus Basedowi aufmerksam gemacht hat, wurde diese Behandlung neuerdings von Bordier empfohlen. Ebenso empfehlen Savini und Ackermann die Durchwärmung, die sie teils allgemein auf dem Kondensatorbett, teils lokal als Durchwärmung der Schilddrüse ausführen.

Auch Nuvoli und La Banca berichten über günstige Wirkungen der Diathermie bei Morbus Basedowi. Sie nehmen an, daß die Durchwärmung der Schilddrüse eine hemmende Wirkung auf die Thyreoidinsekretion ausübt analog den Versuchen bei Nierendurchwärmung und Phloridzindiabetes (S. 113).

Bordier läßt den Kranken auf einer großen Metallplatte, welche den einen Pol bildet, Platz nehmen, während eine zweite kleinere Platte (150 cm<sup>2</sup>) am Hals über der Struma befestigt wird. Die Stromstärke beträgt 1,0–1,2 Ampere, die Dauer der Sitzung  $\frac{1}{2}$  Stunde. Einer Serie von 10 solchen Sitzungen folgt eine Pause von 12–15 Tagen. Der Erfolg soll ein sehr guter sein, am raschesten bessert sich die Tachykardie, der Umfang des Kropfes nimmt ab, der Exophthalmus geht zurück, nur das Zittern scheint einer Beeinflussung unzugänglich zu sein.

Ich gestehe, daß ich über die Behandlung des Morbus Basedowi mit Diathermie keine Erfahrung besitze. Ich habe nur ein einziges Mal eine Patientin, die an einem Basedowid litt, mit einer allgemeinen Diathermie behandelt. Der Erfolg war ausgesprochen schlechter. Nach vier, und zwar ganz leichten Durchwärmungen war die allgemeine Erregbarkeit hochgradig gesteigert, das Herzklopfen und die Hyperhidrosis so vermehrt, daß ich die Behandlung schleunigst abbrach und durch diese Erfahrung belehrt, begrifflicher Weise keine Lust mehr hatte, ähnliche Kranke mit Diathermie zu behandeln. Auch Grünsfeld berichtet über einen Fall von Basedow mit Mitralfehler, bei dem die Diathermie trotz Anwendung ganz schwacher Ströme nicht vertragen und aufgegeben werden mußte.

## V. Die Erkrankungen des Herzens und der Blutgefäße.

### Die Erkrankungen des Herzens.

**Anzeigen.** Von den Erkrankungen des Herzens kommen für die Diathermie in Betracht:

1. Herzmuskelerkrankungen. Die günstige Wirkung, die man bei der Behandlung verschiedener Schmerzen mit der elektrischen Durchwärmung beobachtet hatte, legten es nahe, sie auch bei Herz- und Gefäßschmerzen zu erproben. Die Erfahrung lehrte, daß jener neuralgiforme Symptomenkomplex, den wir als Angina pectoris bezeichnen, von der Diathermie oft hervorragend günstig beeinflußt wird (Morlet, Moeris, Kalker, Rautenberg, Nagelschmidt u. a.). Die Diathermie bildet daher einen wertvollen Behelf bei allen Formen von Herzmuskelerkrankungen, die von stenokardischen Beschwerden begleitet werden. Die Schmerzen während des Anfalles lassen oft schon nach einer oder zwei Durchwärmungen nach, die Anfälle werden im Verlauf der Behandlung immer seltener und verschwinden häufig ganz. Die Kranken fühlen sich glücklich und sind dankbar für die ihnen verschaffte Erleichterung, auch dann, wenn der Erfolg kein bleibender ist und sich nach Wochen oder Monaten neuerlich Beschwerden ein-

stellen. In der Regel lassen sich diese durch eine neue Behandlung ebenso rasch wieder beseitigen. Ebenso günstig, vielleicht nur noch zuverlässiger, wirkt die Diathermie auf jenes Oppressionsgefühl, das viele Kranke mit Koronar- oder Aortensklerose auch ohne ausgesprochene Anfälle haben.

Allerdings ist der oft zauberhafte Erfolg der Diathermie bei Angina pectoris kein konstanter. Es gibt Kranke mit typischen stenokardischen Anfällen, bei denen die Diathermie glatt versagt. Das möge immer im Auge behalten werden, um die Methode richtig zu bewerten, um sie vor einer Überschätzung ebenso wie vor einer Unterschätzung zu bewahren. Unter den gegebenen Verhältnissen erscheint es mir aber bei einem so schweren und quälenden Leiden, wie es die Angina pectoris ist, geradezu Pflicht zu sein, auch einen Versuch mit der Diathermie zu machen, wenn andere Mittel, wie ja so häufig, nicht zum gewünschten Ziele führen. Erweist sich die Diathermie in einem gegebenen Fall als wirksam, dann ist der Erfolg schon nach wenigen Sitzungen ersichtlich. Ist nach 5—6 Behandlungen eine Besserung nicht zu verzeichnen, dann ist sie auch kaum mehr zu erwarten und man kann auf weitere Durchwärmungen verzichten.

2. Herzneurosen. Der beruhigende Einfluß der elektrischen Durchwärmung macht sich auch bei funktionellen Herzbeschwerden wie Druckgefühl, Schmerzen in der Herzgegend, Herzklopfen u. dgl. in günstiger Weise geltend und es fallen daher auch Störungen rein nervöser Art in das Indikationsbereich der Diathermie.

3. Herzklappenfehler. Die gleichen subjektiven Beschwerden, wie sie dem Krankheitsbild einer Herzneurose eigen sind, finden sich auch als Begleiterscheinung organischer Herzfehler und belästigen den Kranken oft in viel höherem Maße als die gleichzeitig vorhandene Kreislaufstörung. Auch hier leistet uns die Diathermie gute Dienste. Ihre Anwendung bei Klappenfehlern hat aber weiterhin gezeigt, daß die Durchwärmung auch auf die motorische Kraft des Herzens einen günstigen Einfluß ausübt. Die Insuffizienzerscheinungen bilden sich im Verlaufe einer Diathermiekur zurück, die Diurese steigt, die Ödeme schwinden, das subjektive Befinden des Kranken wird gebessert.

Rautenberg war der erste, der auf die günstige Wirkung der elektrischen Durchwärmung bei Herzklappenfehlern aufmerksam machte. Er diathermierte eine Reihe von Vitien im Stadium der schwersten Inkompensation, meist Mitralfehler, die teilweise schon vergeblich mit Digitalis und diuretischen Mitteln behandelt worden waren. „Das anfangs nur stundenweise vorhandene Wohlbefinden nahm zu, bei drei dieser Patienten trat eine enorme Diurese auf, so daß sie 8 und 10 kg Körpergewicht verloren. Sie konnten noch einige Monate später leichtere Arbeiten verrichten, nachdem es ihnen jahrelang vorher unmöglich gewesen war.“ Die Mitteilungen Rautenbergs wurden durch Kalker und Kottmaier bestätigt. Auch Laqueur konnte bei einigen leicht dekompensierten Mitralfehlern zumindest eine subjektive Besserung mit Erhöhung der körperlichen Leistungsfähigkeit beobachten.

Auf Reizleitungsstörungen scheint die Diathermie des Herzens keinen Einfluß zu haben. Grünsfeld berichtet über einen Fall von Sinusblock, bei dem das Elektrokardiogramm, das vor und nach der Behandlung aufgenommen worden war, durch die Diathermie nicht beeinflußt wurde. Auch Wenckebach sah einen Kranken mit einer

Überleitungsstörung, bei dem die Diathermie vergeblich angewendet worden war. Überdies haben bereits 1914 Müller-Deham und E. Freund in Versuchen an Gesunden eine Beeinflussung der Elektrokardiogramms durch die örtliche Diathermie des Herzens nicht feststellen können.

**Die Technik der Herzdurchwärmung.** Man bringt eine Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>) auf die Herzgegend, eine zweite gleichgroße ihr gegenüber auf den Rücken. Wird die Behandlung im Sitzen vorgenommen, so werden beide Elektroden durch einige um den Brustkorb gelegte Bindentouren festgehalten (Abb. 91). Der Kranke lehnt sich dann gegen ein weiches Polster, während er die vordere Platte mit der flachen Hand andrückt. Bei der Behandlung im Liegen wird die Rückenplatte hinreichend fixiert, wenn sich der Kranke auf diese legt; die vordere wird mit der Hand oder durch einen leichten Sandsack in ihrer Lage gehalten.

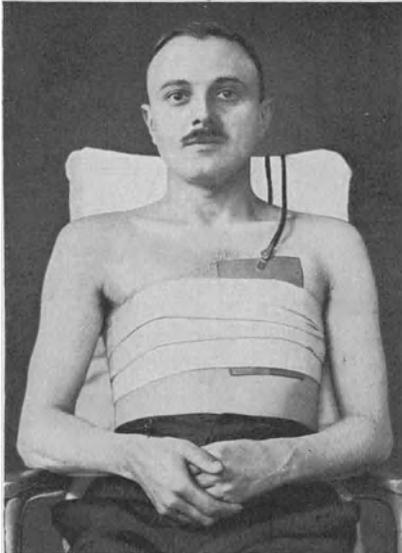


Abb. 91. Diathermie des Herzens.

Die Diathermie des Herzens ist kein therapeutisch gleichgültiger Eingriff, da durch zu starke Ströme das Herz auch geschädigt werden kann. Es ist darum Vorsicht geboten. Man verwende anfänglich keine größere Stromstärke als 0,7 bis 0,8 Ampere und begnüge sich mit einer Behandlungsdauer von 10–15 Minuten. Häufig genügen schon derartig leichte Durchwärmungen, um den gewünschten Erfolg zu erzielen. Ist das nicht der Fall, wird die Behandlung aber gut vertragen, dann kann man mit der Stromstärke vorsichtig auf 1,0–1,2 Ampere steigen. Stets wird man

durch die Kontrolle des Pulses während und nach der Behandlung die Einwirkung der Prozedur auf das Herz verfolgen. Nie darf diese das Gefühl einer Ermüdung, Abgeschlagenheit oder eines sonstigen Unbehagens hinterlassen, was darauf hinweisen würde, daß die angewendete Durchwärmung zu stark war. Treten während der Behandlung Herzklopfen oder Schwindelerscheinungen auf, so muß dringend geraten werden, die Behandlung abzubrechen. Man vergesse nicht, daß insbesondere bei Stenokardie eine plötzliche Herzlähmung keine Seltenheit ist, und es wäre ein böser Zufall, wenn eine solche während der Behandlung eintreten sollte. Ich selbst habe einen Patienten, dem ich wegen der zunehmenden Häufigkeit seiner Anfälle riet, die Behandlung für einige Zeit auszusetzen, schon am nächsten Tag durch den Tod verloren und Grünsfeld erzählt von zwei ähnlichen Erlebnissen.

## Die Arteriosklerose.

**Die allgemeine Arteriosklerose.** Bei der Arteriosklerose ist die Elastizität der Gefäßwandungen, die normalerweise nach Art eines Windkessels den peripheren Kreislauf unterstützen soll, vermindert, wodurch der Übergang des Blutes aus den Arterien in die Kapillaren erschwert wird. Diese Störung kann sich auf den ganzen Kreislauf erstrecken und ist dann klinisch charakterisiert durch die Herabsetzung des Kapillardruckes, die Blässe der Haut und verschiedene degenerative Ernährungsstörungen. Unsere therapeutische Aufgabe wird es hier sein, die periphere Zirkulation zu heben, eine Erweiterung der kleinen und kleinsten Gefäße, eine bessere Durchblutung der Kapillaren herbeizuführen. Hierzu ist die Diathermie in ausgezeichneter Weise geeignet.

Die allgemeine Diathermie fördert den peripheren Blutumlauf. Wie Schittenhelm durch plethysmographische Untersuchungen zeigen konnte, läßt sich bereits nach wenigen Minuten der Durchwärmung, ehe es noch zu einer meßbaren Temperaturerhöhung oder zu einem deutlichen Wärmegefühl kommt, eine Erweiterung der Hautgefäße nachweisen, die sich in einer Volumzunahme der Extremitäten ausdrückt (S. 94). Die Verschiebung des Blutes gegen die Hautoberfläche hat eine Entlastung der inneren Gefäße, insbesondere derjenigen des Splanchnikusgebietes zur Folge. Bei Arteriosklerotikern mit erhöhtem Blutdruck findet man fast regelmäßig ein Absinken des arteriellen Druckes, das eine Neigung zu längerer Nachwirkung zeigt (s. S. 97).

Der Einfluß dieser veränderten Blutverteilung auf die Beschwerden der Kranken wie Schlaflosigkeit, Eingenommensein des Kopfes, Druckgefühl in der Herzgegend u. dgl. ist ein ausgezeichneter. Insbesondere günstig wirkt die Durchwärmung auf die vasomotorischen Störungen, auf das Gefühl der Kälte, des Ameisenlaufens und Abgestorbenseins in den Gliedern oder auf die flüchtig wandernden Schmerzen in verschiedenen Körperteilen.

**Die Technik der Durchwärmung.** Die Behandlung besteht in einer allgemeinen Diathermie. Diese kann nach Methode I oder II vorgenommen werden, doch sei in jedem Fall die Durchwärmung eine ganz leichte. Niemals darf sie das Gefühl einer Ermüdung zurücklassen. Eine Stromstärke von 1,3—1,5 Ampere bei der I. Methode, eine solche von 1,5—2,0 Ampere bei der II. Methode in einer Dauer von 20 Minuten dürfte genügen.

Vorwiegend amerikanische, aber auch einzelne französische Autoren wie Laquerrière verwenden an Stelle der allgemeinen Diathermie die lokale Diathermie des Herzens. Da die gesamte Blutmenge in wenigen Minuten immer wieder das Herz durchheilt, glauben sie auf diese Weise am wirksamsten allgemeine Zirkulationsstörungen beeinflussen zu können. Sie übersehen dabei, daß in den wenigen Sekunden, in denen das Blut bei seinem Durchgang durch das Herz den Hochfrequenzströmen ausgesetzt ist, eine nennenswerte Erwärmung desselben gar nicht stattfinden kann. Erwärmt wird einzig und allein der Herzmuskel mit seinem Nervenapparat. Was soll das für einen Zweck haben, wenn die peripheren Arterien erkrankt sind? Ist es da nicht logischer und wirksamer, diese selbst zum Angriffspunkt der Behandlung zu machen?

**Die örtliche Arteriosklerose:** *Claudicatio intermittens*, Gangrän. Die Kreislaufstörung kann sich auch auf einzelne Gefäßbezirke

beschränken oder in diesen mit besonderer Stärke auftreten. Es machen sich dann mehr örtliche Erscheinungen geltend, die teils in Schmerzen und anderen subjektiven Symptomen, teils in Kälte, Blässe, Zyanose oder spezifischen Funktionsstörungen ihren Ausdruck finden. Als typisches Beispiel einer solchen örtlichen Gefäßinsuffizienz mag die *Dysbasia angiosclerotica* (*Claudicatio intermittens*) dienen. Im weiteren Verlaufe der Erkrankung kann es zu einem Verschuß der Gefäße (*Enderteriitis obliterans*) und schließlich zur Gangrän kommen.

Ich habe eine beträchtliche Zahl derartiger Erkrankungen, teils Fälle von *Claudicatio intermittens*, teils solche mit obliterierender *Enderteriitis* behandelt und dabei die Überzeugung gewonnen, daß wir in der physikalischen Therapie kein wirksameres Mittel besitzen, um eine örtliche gestörte Zirkulation wieder herzustellen, als die Diathermie. Mag auch die unmittelbar sichtbare Hyperämie, die ein galvanisches oder ein Heißluftbad erzeugt, eine größere sein, nachhaltiger und durchgreifender ist zweifellos die Wirkung, welche die elektrische Durchwärmung auf den Kreislauf des Blutes ausübt.

Unter verschiedenen Erfolgen, die ich mit der Diathermie erzielte, ist mir insbesondere ein Fall von *Enderteriitis obliterans* in Erinnerung, bei dem es mir gelang, dem Kranken die von den Ärzten als unvermeidlich angesehene Amputation des Beines zu ersparen. Er liegt derzeit mehr als 5 Jahre zurück und sein Erfolg ist ein bis heute bleibender. Es handelte sich um einen Arzt, der bereits seit mehreren Monaten an heftigen arteriosklerotischen Schmerzen zuerst in der Wade, dann auch im Fuß litt. Nach vergeblicher Anwendung von Wärme in verschiedener Form, wechselwarmen Fußbädern u. dgl. zeigten sich im Frühling 1921 die ersten Erscheinungen einer beginnenden Gangrän an zwei Zehen des linken Fußes. Die behandelnden Ärzte, darunter Prof. Eiselsberg, hielten die Abtragung des Beines am Oberschenkel für indiziert. Der Zufall wollte es, daß einer der Kollegen zwei Fälle von Raynaudscher Erkrankung gesehen hatte, die ich mit Diathermie behandelt und kurz vorher in einer wissenschaftlichen Gesellschaft vorgestellt hatte. Auf seinen Vorschlag wurde dem Kranken noch eine Frist von 14 Tagen gewährt, um einen letzten Versuch mit Diathermie zu machen. Nach 12 Sitzungen waren die Erscheinungen der drohenden Gangrän zurückgegangen, die Schmerzen waren wesentlich gebessert. Nach 25 Sitzungen ging der Patient geheilt nach Hause, ohne daß er auch nur eine Zehe verloren hätte. Er geht heute nach wie vor seinem ärztlichen Berufe nach.

Die Wirkung der Diathermie in diesen und in ähnlichen Fällen mag im ersten Augenblick vielleicht wunderbar erscheinen, sie verliert aber viel von diesem Wunderbaren, wenn man überlegt, wie sie überhaupt zustande kommt. Es ist kaum anzunehmen, daß die Diathermie schwer veränderte Gefäße wieder normal oder bereits verschlossene Gefäße wieder durchgängig macht. Sie fördert aber sicherlich die Zirkulation, soweit sie überhaupt noch vorhanden ist; sie fördert damit auch die Ausbildung eines kollateralen Kreislaufes und kommt dadurch der Natur in ihren Heilbestrebungen zu Hilfe. Gelingt es uns, durch Anregung der Zirkulation die Blutversorgung in den bedrohten Teilen nur so lange aufrecht zu erhalten, bis sich die auxiliären Blutbahnen genügend ausgebildet haben, so haben wir damit auch die Gangrän verhindert, den Arm oder das Bein gerettet. Das, was wir hier über die arteriosklerotische Gangrän sagten, gilt natürlich in ganz gleicher Weise für die Gangrän aus anderen Ursachen wie Diabetes, Nikotinabusus u. dgl. (s. die Arbeiten von Cluzet und Badin, Chevallier, Paizis).

**Die Technik der Durchwärmung.** Haben wir eine Claudicatio intermittens vor uns, dann wird es zweckmäßig sein, nicht allein die Waden, die gewöhnlich den Hauptsitz des Schmerzes darstellen, sondern möglichst das ganze Bein zu durchwärmen, um so die Blutbewegung nicht nur in den kleinen, sondern auch in den größeren Gefäßen zu bessern. Man verwendet hierzu vielleicht am besten jene Methode, die ich zur Behandlung der Ischias angegeben habe, wobei eine Elektrode (200 cm<sup>2</sup>) auf die Wade, eine zweite (400 cm<sup>2</sup>) auf die Streckseite des Oberschenkels und eine dritte (300 cm<sup>2</sup>) unter das Gesäß zu liegen kommt (s. S. 134). Bei doppelseitiger Claudicatio intermittens wird es vielfach genügen, wenn man je eine Elektrode (200 cm<sup>2</sup>) an beiden Waden befestigt und mit dem einen Pol verbindet, während man den zweiten Pol in Form einer größeren Platte unter das Gesäß legt. Die Erwärmung ist wohl nicht ganz gleichmäßig, da der Strom vorzugsweise den großen Gefäßen folgt, was aber im gegebenen Fall vielleicht sogar ein Vorteil ist.

Liegt eine Endarteriitis obliterans mit lokaler Asphyxie oder bereits beginnender Gangrän an den Zehen vor, so wird man begreiflicherweise den Wunsch hegen, auch die peripheren Teile in den Stromkreis einzubeziehen. Ich möchte aber ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daß von den meisten derartigen Kranken eine örtliche Durchwärmung der Zehen schlecht vertragen wird. Diese sind hochgradig empfindlich und reagieren auf einen Wärmereiz meist ebenso mit einem Schmerzanfall, wie sie dies auf einen Kältereiz tun. Schon ein gewöhnlicher Thermophor löst nicht selten unerträgliche Schmerzen aus und das gleiche habe ich bei Anwendung mäßiger, durchaus nicht starker Diathermieströme beobachtet. Ich sehe deshalb in solchen Fällen in der Regel von einer direkten Durchwärmung der Zehen ab und begnüge mich damit, die Blutversorgung dieser Teile indirekt zu heben, indem ich das ganze Bein nach einer der eben angeführten Methoden durchwärme. Eine Erweiterung und stärkere Durchblutung der größeren Arterien hat auch eine Besserung des Blutumlaufes in den peripheren Teilen zur Folge.

## **Die Gefäßneurosen, die Gefäßlähmung und Erfrierung.**

Von den sonstigen örtlichen Erkrankungen der Gefäße seien hier noch im besonderen besprochen:

**Die Gefäßneurosen.** Bei diesen ist der Tonus der Gefäße entweder im Sinne einer Über- oder Untererregung, also im Sinne einer Hypertonie oder Hypotonie geändert. Im ersten Fall haben wir es mit einem Gefäßkrampf, einem Angiospasmus zu tun, der meist anfallsweise auftritt und am häufigsten an den Fingern und Händen lokalisiert ist. Er gibt sich kund durch ein Erblässen der Haut, das an den Fingerspitzen einsetzt und proximal fortschreitet, entweder nur einzelne Finger oder auch die ganze Hand ergreift und von Kältegefühl, Parästhesien, ja selbst Schmerzen begleitet ist.

Bei der Gefäßschwäche, der Angioparese dagegen handelt es sich um einen mehr dauernden Zustand, der gleichfalls durch Kältegefühl und Parästhesien, aber im Gegensatz zum Gefäßkrampf durch eine

bläuliche Verfärbung der Haut gekennzeichnet ist. Die angiospastischen Gefäße sowohl wie die angioparetischen sind gegen Kälteeinflüsse ungem. empfindlich. Die Beschwerden sind in der kälteren Jahreszeit, also im Winter, in der Regel viel schlechter, im Sommer, in der Wärme wesentlich besser oder auch vollkommen fehlend. Es lag darum nichts näher, als diese Erfahrung ausnützend, bei den Angioneurosen die Diathermiewärme zu versuchen. In der Tat hat sie sich sowohl bei dem Gefäßkrampf wie bei der Gefäßschwäche äußerst nützlich erwiesen. Die Hochfrequenzströme setzen durch ihren beruhigenden Einfluß die gesteigerte Reflexerregbarkeit herab, sie wirken also krampflösend, andererseits erweisen sie sich aber auch durch die arterielle Hyperämie,

welche sie erzeugen, gegen die venöse Stauung bei der Gefäßparese wirksam.

Zu den Angioneurosen rechnet man im weiteren Sinn auch den Morbus Raynaud, die symmetrische Gangrän, die von den meisten Autoren heute als ein zentral bedingtes Leiden angesehen wird. Wenn man bei dieser Erkrankung rechtzeitig eingreift, das will sagen, nicht erst dann, wenn sich die Gangrän dokumentiert, so kann man auch hier mit der Diathermie manches erzielen. Im Stadium der Gangrän allerdings habe ich kaum jemals einen Erfolg gesehen.

**Die Gefäßlähmung als Begleiterscheinung einer motorischen Lähmung.** Wir sehen sie sowohl bei Lähmungen peripherer Nerven wie



Abb. 92. Nasenelektrode.

des Nervus radialis oder des N. peroneus, als auch bei zentralem Sitz der Lähmung wie bei der Poliomyelitis anterior. Die Lähmung kennzeichnet sich objektiv durch die Hypothermie und die Zyanose der von der Lähmung befallenen Teile, subjektiv durch Kältegefühl und Parästhesien. Die letzteren Beschwerden sind oft so stark, daß der Wunsch der Kranken verständlich wird, dagegen etwas zu tun. Auch hier erweist sich die Diathermie sehr vorteilhaft, wie wir bereits bei der Poliomyelitis anterior acuta ausgeführt haben.

**Die Erfrierung.** Diese ist in den leichteren Graden durch eine Gefäßschwäche oder Lähmung gekennzeichnet, in schwereren Fällen gesellen sich entzündlich exsudative Veränderungen hierzu, die unter dem Namen Frostbeulen bekannt sind. Bei weiterem Verlauf kann es auch zu einem Zerfall des geschädigten Gewebes, zu einer Geschwürsbildung kommen. Die günstige Wirkung der Diathermie bei Erfrierungen wurde von verschiedenen Seiten betont (Bucky, Laqueur, Grünbaum u. a.). Auch meine Erfahrungen bestätigen das gleiche. Am augenscheinlichsten ist der Erfolg dort, wo chronische Infiltrationen in Form von Frostbeulen

bestehen. Nicht selten vereinige ich bei Erfrierungen die elektrische Durchwärmung mit einer Quarzlichtbestrahlung, weil diese auch für sich allein erfahrungsgemäß recht günstig wirkt.

**Die Technik der Durchwärmung.** Bei den besprochenen Erkrankungen wird es sich empfehlen, auch wenn die Erkrankung in den peripheren Teilen, den Fingern und Zehen lokalisiert ist, die Extremität möglichst der ganzen Länge nach zu durchwärmen, um so die Zirkulation möglichst ausgiebig zu beeinflussen. Man wird also bei einer Erkrankung der Hand die Finger in eine Schale tauchen lassen, wie dies in Abb. 77 auf S. 123 dargestellt ist und die zweite Elektrode in Form einer Bleiplatte (200 bis 300 cm<sup>2</sup>) am Rücken befestigen. Bei einer Erkrankung an den unteren Extremitäten wird man eine Wasserelektrode für die Zehen (s. S. 127) mit einer Rückenelektrode bzw. Gesäßelektrode kombinieren. Zur Behandlung der Nase benütze ich gewöhnlich ein in Abb. 92 dargestelltes Bleiblech mit seitlich aufgebogenen Rändern, an das ein Kabel unmittelbar angelötet ist. Diese Nasenelektrode lasse ich entweder von dem Kranken halten oder fixiere sie durch ein Pflaster.

## Die arterielle Hypertension.

**Allgemeines.** Der arterielle Hochdruck ist, wie seit langem bekannt, am häufigsten die Folge einer Schrumpfniere oder Arteriosklerose. Wir sprechen dann von einer sekundären Hypertension. Es kann aber ein arterieller Hochdruck auch ohne nachweisbare andere Erkrankungen, also anscheinend primär vorkommen. In diesen Fällen handelt es sich wahrscheinlich um eine neurogen bedingte funktionelle Übererregbarkeit der Arterienmuskulatur. Eine solche Hypertonie kann eine vorübergehende sein (Gefäßkrisen), sie kann sich aber auch dauernd etablieren. Daß es unter dem bleibenden Hochdruck schließlich zu einer Schädigung der Gefäßwände selbst kommt, ist begreiflich. Hier haben wir die Brücke zu den eigentlichen Gefäßerkrankungen, zur Arteriosklerose. Nicht selten finden wir Kranke, bei denen die neurogene wie die arteriosklerotische Komponente an dem bestehenden Hochdruck in einer kaum zu trennenden Weise beteiligt sind.

Seitdem Moutier zuerst die Mitteilung machte, daß die Hochfrequenzströme bei der Arteriosklerose den Blutdruck herabsetzen, ist die Diskussion über diese Frage nie mehr zur Ruhe gekommen. Die von den Franzosen zuerst empfohlene Autokonduktion im Käfig erwies sich als nicht sehr zuverlässig, wie aus den widersprechenden Urteilen der verschiedenen Forscher hervorging, von denen die einen die Erfolge dieser Methode überschwänglich priesen, die anderen vollkommen leugneten. Mehr Anerkennung wußte sich die Behandlung auf dem Kondensatorbett zu verschaffen, weshalb sie heute von den meisten Elektrotherapeuten der Behandlung im Käfig vorgezogen wird. Einen weiteren und entscheidenden Fortschritt stellt aber die Diathermie dar. Waren früher die Ansichten über die Wirkung der Hochfrequenzströme auf den Blutdruck geteilte, so sind jetzt so gut wie alle Untersucher darüber einig, daß die Hochfrequenzströme in Form der allgemeinen Diathermie den arteriellen Blutdruck herabsetzen.

Wir haben in dem Abschnitt über die physiologischen Wirkungen der Diathermie auf S. 96 bereits eingehend über den Einfluß der Diathermie auf den Blutdruck gesprochen und es würde eine Wiederholung bedeuten, wollten wir das dort Gesagte hier nochmals ausführlich wiedergeben. Es sei nur kurz zusammengefaßt: Eine allgemeine Durchwärmung setzt den arteriellen Druck herab, indem sie die peripheren Gefäße erweitert und damit die Kreislaufwiderstände vermindert (Braunwarth und Fischer, Nagelschmidt, Laqueur, Lahmeyer, Bordier, Cumberbatch u. a.). Eine solche Herabsetzung des Blutdrucks ist schon bei den meisten gesunden Menschen nachweisbar, ist aber noch viel ausgesprochener bei Kranken mit Hypertension. Wesentlich erscheint mir die Beobachtung Lahmeyers, daß das Absinken des Blutdrucks bei solchen Kranken nicht nur stärker, sondern auch anhaltender ist als bei Gesunden. Während bei diesen die durch die Diathermie erzeugte Blutdrucksenkung meist schon nach einer halben Stunde ihren Ausgleich findet, ist sie bei Kranken mit Hypertension noch nach 2 Stunden nachweisbar. Steigt der Blutdruck auch bei ihnen ganz allmählich wieder an, so bleibt doch nach jeder Durchwärmung eine kleine Blutdruckverminderung zurück, die sich bei fortgesetzter Behandlung durch Summation zu einer bleibenden Blutdrucksenkung vergrößert. Der Erfolg scheint dort am ausgesprochensten zu sein, wo der arterielle Hochdruck neurogenen Ursprungs ist, also auf einer hypertensischen Erregung der Arterienmuskulatur beruht. Der beruhigende Einfluß der Diathermie auf das gesamte Nervensystem, insbesondere auf die Reflexerregbarkeit, macht ihre Einwirkung auf die Hypertonie durchaus verständlich. Aber selbst dort, wo ein deutliches Absinken des Blutdrucks nicht zu erzielen ist, kann man häufig eine Besserung der subjektiven Beschwerden beobachten. Der Kopfdruck, das Schwindelgefühl verringern sich, die Kranken fühlen sich wesentlich wohler, ihre geistige und körperliche Leistungsfähigkeit nimmt zu.

Wir haben wohl heute in der physikalischen Therapie kein einziges Mittel, das nur annähernd so zuverlässig einen pathologisch erhöhten Blutdruck zu vermindern imstande wäre wie die Diathermie. Ihr gegenüber müssen auch die älteren Methoden der Hochfrequenztherapie, vor allem die Arsonvalisation im Käfig vollkommen zurücktreten, eine Ansicht, die ich schon lange vertrete und die heute auch von Bordier, Duhem, Delherm und Laquerrière, Cumberbatch und anderen Forschern geteilt wird.

**Die Technik der Durchwärmung.** Als Behandlungsmethode kann nur die allgemeine Diathermie in Frage kommen, die man entweder nach Methode I oder Methode II ausführt, wobei im ersten Fall eine Stromstärke von 1,5, im zweiten Fall eine solche von 2,0 Ampere als oberste Grenze anzusetzen wäre. Die Erwärmung darf nur eine mäßige sein, es soll zu einem allgemeinen angenehmen Wärmegefühl, nie aber zu einer Überhitzung oder zu einem Schweißausbruch kommen. Bei Verwendung einer zu großen Stromstärke oder bei allzu langer Behandlungsdauer bleibt der Erfolg nicht selten aus, ja er kann sich geradezu in das Gegenteil verkehren, das heißt es kann zu einer Blutdruck-

erhöhung kommen. Darauf möchte ich nachdrücklich hinweisen. Nach der Behandlung ist eine  $\frac{1}{2}$ —1stündige Ruhe geboten.

Hat sich nach etwa 20 Sitzungen der Blutdruck auf ein niedrigeres Niveau eingestellt, so wird die Behandlung ausgesetzt. Nach 3 Monaten ist die Kur in gleicher Weise zu wiederholen, eventuell nach Ablauf einer gleichen Pause noch ein drittes Mal, um den Erfolg zu befestigen. In einigen Fällen, wo der Blutdruck ein besonders hoher oder die Beschwerden besonders starke waren, habe ich der Diathermie eine Venaesectio vorausgeschickt und ich glaube, daß dies den Erfolg der Behandlung nicht unwesentlich unterstützt hat.

## VI. Die Erkrankungen der Luftwege, der Lunge und des Rippenfelles.

### Die Erkrankungen der Luftwege.

Über die Diathermie bei Erkrankungen der Luftwege ist bisher in der Literatur nicht viel mitgeteilt worden. Tsinoukas (Athen) glaubt in einer einzigen Sitzung einen akuten Schnupfen kupieren zu können, indem er mit zwei außen an die Nase angelegten Elektroden einen Strom von 0,5 Ampere 20—25 Minuten lang durchleitet. Ham m will von der Diathermie schöne Erfolge bei Heuschnupfen gesehen haben und gab für diesen Zweck eine Elektrode an, die in die Nase selbst einzuführen ist. Bestätigungen der einen wie der anderen Empfehlung stehen noch aus. Blakesley hat die Hochfrequenzwärme bei hypertrophischen Nasenkatarrhen und Kieferhöhleneiterung erfolgreich angewendet. Ich selbst sah in ein paar Fällen von chronischer Laryngitis verbunden mit Heiserkeit und Schmerzen einen schönen Erfolg von der Diathermie.

### Die Erkrankungen der Lunge und des Rippenfelles.

**Anzeigen.** Von den Erkrankungen der Lunge ist es in erster Linie die chronische Bronchitis, welche für die elektrische Durchwärmung in Betracht kommt. Sie ist in vielen Fällen ein dankbares Behandlungsobjekt für die Diathermie. Die Kranken fühlen häufig schon nach wenigen Durchwärmungen eine Verminderung ihrer Atemnot, der Hustenreiz wird verringert, die Expektoration erleichtert. Diese Besserung pflegt im Verlaufe der Kur fortschreitend zuzunehmen und geht Hand in Hand mit einer Besserung des objektiven Befundes (Nagelschmidt, Heß, Braun, Kowarschik, Grünsfeld u. a.).

Recht günstig wirkt die Diathermie auch beim Asthma bronchiale. Ich pflege hier die Durchwärmung mit Quarzlichtbestrahlungen der Brust und des Rückens zu verbinden, die bis zur intensiven Erythembildung getrieben werden. Ich habe von dieser kombinierten Behandlung ausgezeichnete Erfolge gesehen. Sicher trägt der intensive Lichtreiz dazu bei, eine Umstimmung des autonomen Systems zu erzielen.

Gassul hat beim Asthma bronchiale eine Diathermie der Milz empfohlen ausgehend von der theoretischen Erwägung, daß die Milz das Hauptorgan für die

Bildung von Antikörpern ist und daß die Bildung dieser durch die diathermisch ausgelöste Hyperämie unterstützt werden könnte.

In der amerikanischen Literatur spielt heute die zuerst von Stewart angegebene Behandlung der krupösen Pneumonie mit Diathermie eine große Rolle. Nach diesem Autor soll die Behandlung möglichst frühzeitig, d. h. sofort mit Beginn des Fiebers einsetzen und 2—3 mal täglich in der Dauer von 20—30 Minuten (1,5—2,0 Ampere mit einer Elektrodengröße von 200 cm<sup>2</sup>) bis zur Entfieberung fortgesetzt werden. In schweren Fällen kann man auch eine Stunde lang durchwärmen, dann eine Stunde aussetzen, um wieder eine Stunde zu diathermieren usw. Die Zirkulation in der Lunge wird nach Stewart dadurch wesentlich gebessert, was in einer Verlangsamung und Kräftigung des Pulses seinen Ausdruck findet. Besonders auffallend ist das rasche Nachlassen der Schmerzen und die Erleichterung der Expektoration. Durch reichliche Schweißbildung soll die Ausscheidung der Toxine gefördert werden. Von 41 Fällen, die Stewart derart behandelte, starben 17<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, während von 21 Kontrollfällen, die in gleicher Weise aber ohne Diathermie behandelt wurden, nahezu 43<sup>0</sup>/<sub>100</sub> zugrunde gingen. Die Angaben Stewarts wurden von Sampson, Snow, Miller, Mercier, Walsh und Groesbeck u. a. bestätigt.

Ich selbst habe die Diathermie wohl nicht im akuten Stadium der Pneumonie angewendet, doch hatte ich Gelegenheit in 5 Fällen, bei denen sich die Lösung des Exsudates stark verzögerte und bei denen trotz Abfall des Fiebers die Dämpfung und das Bronchialatmen, begleitet von Zyanose, Atemnot und Husten, weiter bestanden, einen günstigen Einfluß der Diathermie auf die Resorption des Exsudates zu beobachten.

Ebstein, Kleinschmidt und Herzer berichten über Erfolge, die sie bei der Behandlung des Keuchhustens mit der Diathermie erzielten.

Ein besonderes Kapitel stellt die Lungentuberkulose dar. Einzelne Autoren wie Rautenberg und Kalker haben bei dieser über günstige Beobachtungen berichtet, letzterer sah in einigen Fällen eine „eklatante, objektive Besserung“. Auch mir schien in ein paar Fällen von Apizitis, die ich diathermierte, der Einfluß der Durchwärmung kein ungünstiger zu sein. Alle diese Beobachtungen zusammengenommen, sind aber ihrer Zahl nach viel zu gering, um aus ihnen ein endgültiges Urteil über die Bedeutung der Diathermie für die Lungentuberkulose zu ziehen. Ein solches könnte nur aus langen, systematisch durchgeführten Versuchsreihen an einer großen Zahl von Kranken gewonnen werden. Derartige Untersuchungen wurden aber bisher nicht angestellt.

Da nach Bier jede aktive Hyperämisierung tuberkulöser Krankheitsherde kontraindiziert ist, so scheint mir auch bei der Diathermie tuberkulöser Lungen Vorsicht geboten. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß durch eine allzu intensive Durchwärmung örtlich begrenzte Prozesse aktiviert, das heißt zu einer akut fieberhaften Reaktion gebracht werden können, womit die Gefahr einer Ausbreitung der Infektion gegeben ist.

Eine Gegenanzeige für die Durchwärmung der Lunge bildet die Hämoptoe oder die Neigung zu solcher, da die Erzeugung einer arteriellen Hyperämie die Gefahr einer Blutung erhöht.

Die eben für die Lungentuberkulose angestellten Erwägungen gelten in gleicher Weise auch für die Pleuritis, die ja in den meisten Fällen tuberkulöser Natur ist. Bei frischen, insbesondere von Fieber begleiteten Erkrankungen möchte ich die Diathermie für unzweckmäßig halten. Nach Abklingen des akuten Stadiums oder bei chronischem Verlauf dagegen scheint die Diathermie bei der exsudativen sowohl wie bei der fibrinösen Pleuritis einen nicht ungünstigen Einfluß zu haben. Es macht den Eindruck — wir haben hier leider keinen anderen Maßstab als den subjektiven —, als ob die Exsudate unter der Diathermiebehandlung rascher zur Aufsaugung gebracht werden könnten. Gewiß aber werden die Schmerzen wie auch der Hustenreiz gebessert. Hirsh sah eine gute Wirkung der Diathermie auch bei Empyemen und berichtet ausführlich über einen Fall, der nach wiederholtem und erfolglosem chirurgischen Eingriff durch die Diathermie geheilt wurde.

Adam, Grünbaum, Grünsfeld, Laqueur u. a. empfehlen die Diathermie auch zur Behandlung der Adhäsionsschmerzen. Gleichwie bei den akut entzündlichen kann man auch bei den durch Adhäsion bedingten Schmerzen des Rippenfells dem Kranken durch die Diathermie eine wesentliche Erleichterung verschaffen.

Die Technik der Lungendiathermie ist verschieden, je nachdem man die ganze Lunge oder nur Teile derselben durchwärmen will. Im ersten Fall verwendet man zwei gleichgroße Bleiplatten (300—400 cm<sup>2</sup>), die man auf die Vorder- und Rückseite des Brustkorbes auflegt und durch Binden befestigt, wenn man es nicht vorzieht, den Kranken in liegender Stellung zu behandeln, wobei die rückwärtige Platte, die auf einem weichen Polster liegt, durch das Körpergewicht, die vordere durch die Hände des Patienten oder einen leichten Sandsack angeedrückt wird. Stromstärke 1,0—1,5 Ampere.

Bei der Durchwärmung einer Lungenhälfte oder eines Lungenlappens wählt man entsprechend kleinere Elektroden. Sollen wandständige Infiltrate, pleurale Adhäsionen oder umschriebene Schwarten behandelt werden, so kann man auch zwei ungleichgroße Elektroden verwenden, von denen die kleinere als aktive über dem Krankheitsherd, die größere als inaktive, ihr diametral gegenüber zu liegen kommt.

Adam empfahl zur Nachbehandlung der Pleuritis, um die Verwachsungen der Pleurablätter zu verhindern oder um bereits vorhandene Verwachsungen zu lockern, die Diathermie mit der Überdruckatmung in der pneumatischen Kammer zu kombinieren, und zwar in der Weise, daß die Durchwärmung der Behandlung in der Kammer unmittelbar vorausgeht.

## VII. Die Erkrankungen der Verdauungsorgane.

### Die Erkrankungen des Magens.

Magenschmerzen (Gastralgie). Die Wärme wirkt schmerzstillend und beruhigend auf die sensiblen Nerven, eine Erfahrung, die wir uns therapeutisch seit langem zu Nutze machen, indem wir warme Umschläge, Thermophore u. dgl. bei Magenschmerzen verordnen. Die elektrische Durchwärmung zeigt sich nun, wie mich die Erfahrung lehrte, häufig jeder anderen Wärmeanwendung überlegen und die

Diathermie erscheint mir daher als eines der geeignetsten Mittel bei Übererregbarkeit der sensiblen Magenerven.

**Motorische Störungen (Atonie, Pylorospasmus, Kardiospasmus).** Wie Lüdin sowohl durch Röntgenuntersuchungen als durch das Tierexperiment nachweisen konnte (S. 101), wirkt die Diathermie fördernd auf die Peristaltik des Magens. Die peristaltischen Wellen werden kräftiger und tiefer und die Entleerungszeit des Magens wird durch die Diathermie deutlich abgekürzt. Diese Förderung der Peristaltik war im Tierexperiment auch dann nachweisbar, wenn die physiologische Magenbewegung durch Vagusdurchschneidung, Atropin- oder Urethanwirkung gehemmt worden war. Wir dürfen aus diesen Versuchsergebnissen wohl die Berechtigung ableiten, die Diathermie bei atonischen Zuständen

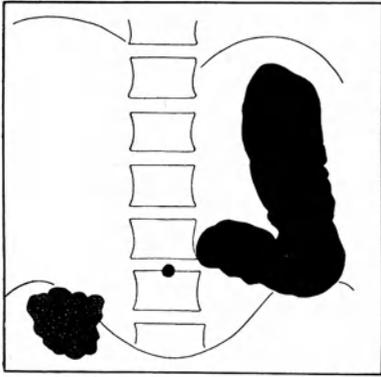


Abb. 93. Aufnahme (liegend) 8 Stunden nach Einnahme des Bariumbreies ohne Diathermie.

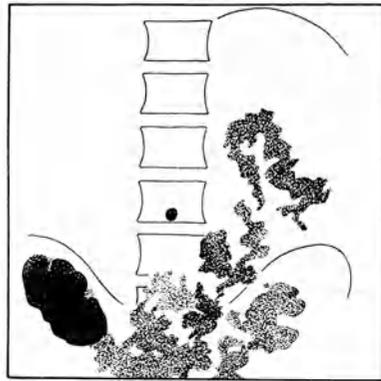


Abb. 94. Aufnahme (liegend) 4 Stunden nach Einnahme des Bariumbreies nach Diathermie.

des Magens therapeutisch anzuwenden. Das ist wohl bisher noch nicht in entsprechendem Maße geschehen.

Viel häufiger verwenden wir die Wärme bei hypertotonischer Erregung der Magenmuskulatur, besonders beim Pylorospasmus und Kardiospasmus, und wie die Erfahrung lehrt mit gutem Erfolg. Der Widerspruch, der in diesen gegensätzlichen Indikationen zu liegen scheint, fand durch die Untersuchungen Lüdins seine Aufklärung. Dieser Autor diathermierte eine Reihe von Kranken, bei denen klinisch und röntgenologisch die Erscheinungen eines Pylorospasmus (Pylorusstenose) nachweisbar waren, um den Einfluß der Wärme auf die Magenentleerung zu beobachten. Die Beobachtung geschah mit Hilfe der Röntgenstrahlen. Dabei handelte es sich ausschließlich um Kranke, bei denen später entweder durch Operation oder Sektion die Richtigkeit der klinischen Diagnose sichergestellt werden konnte. Es zeigte sich nun, daß unter dem Einfluß der Diathermie die Magenentleerung wesentlich beschleunigt wurde, was wohl in erster Linie der krampflösenden Wirkung der Wärme zuzuschreiben ist. Der bei allen Untersuchten röntgenologisch festgestellte „Sechs-Stunden-Rest“ war unter dem Einfluß der Wärme ausnahmslos verschwunden. Ein ganz besonders in die Augen springendes

Beispiel dieser Art zeigen die Abb. 93 und 94, die ich der Arbeit Lüdins entnehme. Es besteht also kein Zweifel, daß wir in der Diathermie ein ausgezeichnetes Mittel besitzen, um spastische Zustände der Magensmuskulatur erfolgreich zu bekämpfen. Ich selbst habe die Diathermie bei solchen Zuständen mit Erfolg angewendet. Tobler sah eine günstige Wirkung der Durchwärmung beim Pylorospasmus von Säuglingen, Fraikin gleiches bei Erwachsenen.

Ich selbst habe einmal einen Kardiospasmus bei einem jungen Mädchen in 15 Sitzungen geheilt. Die Behandelte konnte wieder Fleisch und Gemüse essen, was sie seit 4 Jahren nicht mehr vermochte. Über einen ähnlichen Fall berichtet Brünner-Ornstein. Es handelte sich um einen Kardiospasmus, der seit 18 Jahren bestand und nach 3 Diathermiesitzungen geheilt war.

**Sekretorische Störungen.** Lüdin konnte bei seinen Untersuchungen an 23 Magenkranken einen Einfluß der Diathermie auf die Magensekretion nicht nachweisen. Weder die Gesamtzidität, noch auch der Gehalt an freier Salzsäure oder Labferment wurde durch eine lokale Durchwärmung des Magens in deutlicher oder regelmäßiger Weise beeinflusst.

Im Gegensatz dazu stehen die Mitteilungen anderer Autoren. Bordier lobt vor allem den Einfluß der Diathermie bei sekretorischen Magenstörungen (Gastropathies). Sowohl bei Hyper- wie bei Hypoazidität erweist sich nach ihm die elektrische Durchwärmung gleich wirksam. Auch Setzu teilt eine Reihe ausführlicher Krankengeschichten mit, welche die günstige Wirkung der Diathermie auf die gestörte Sekretion des Magens dartun. Fortlaufende chemische Untersuchungen des Magensaftes zeigten, daß sich unter der Diathermiebehandlung die mangelhafte Salzsäuresekretion zunehmend besserte oder daß eine übermäßige Salzsäureausscheidung abnahm. Gleichzeitig hob sich auch die motorische Funktion des Magens. Hand in Hand damit verschwanden die subjektiven Beschwerden dieser Kranken, bestehend in Schmerzen nach dem Essen, Blähungen, Aufstoßen oder Erbrechen.

Kauftheil und Simo konnten einen ausgesprochenen Einfluß der Diathermie auf die Magensekretion beim Ulcus duodeni nachweisen, bei dem sich regelmäßig ein recht bedeutendes Absinken des Säuregehaltes im Mageninhalt ergab. Nicht ganz so verhielten sich Fälle von Ulcus ventriculi, Gastritis und Atonie. Sie zeigten ein wechselndes Verhalten, wobei jedoch mit wenigen Ausnahmen gleichfalls eine Neigung zur Aziditätsabnahme deutlich hervortrat. Personen mit gesundem Magen ließen keine oder eine nur unwesentliche Beeinflussung der Sekretion erkennen.

**Das Ulcus ventriculi (duodeni).** Wie bekannt, hat schon vor vielen Jahren Leube die systematische Wärmebehandlung mittels Katalpasmen beim Ulcus ventriculi empfohlen und diese Therapie hat sich, wie die Erfahrung zeigte, auch ausgezeichnet bewährt. Es liegt nun der Gedanke nahe, an Stelle der Katalpasmen die tiefer und gleichmäßiger wirkende Diathermie zur Anwendung zu bringen. Dagegen könnte man nun einwenden, daß die Diathermie durch die aktive Hyperämisierung der Schleimhaut die Gefahr einer Blutung erhöht, und dieser Einwand wurde in der Tat von verschiedenen Autoren erhoben. Wie steht es nun mit der Gefahr einer solchen Blutung? Zunächst

muß festgestellt werden, daß auch bei der Anwendung von Kataplasmen eine Hyperämisierung der Magen-Darmschleimhaut zustande kommt, die auch im Tierexperiment nachgewiesen wurde, und daß Leube und mit ihm viele andere gerade in dieser Hyperämisierung die Heilwirkung der Kataplasmen beim Ulkus erblicken. Nun hat die Praxis gelehrt, daß durch die Leubesche Behandlung die Gefahr der Blutung eher vermindert als erhöht wird. Das liegt wohl darin, daß die Wärme, wie Lüdin in seinen schönen Untersuchungen zeigte, den Pylorospasmus und damit die Stagnation des Mageninhaltes rasch und prompt beseitigt. Damit aber entfällt gleichzeitig eine der Hauptquellen für die Blutung, die mechanische Reizung der Geschwürsfläche, die zweifellos viel gefährlicher ist als die durch die Wärme bedingte Hyperämie. Dazu kommt, daß die Diathermie auf die bei Ulkus in der Regel bestehende Hyperazidität einen günstigen Einfluß ausübt, wie dies Bordier, Setzu, Kauftheil und Simo nachwiesen. Ich glaube daher, daß die früher aus theoretischen Erwägungen abgeleiteten Bedenken bezüglich der Blutungsgefahr nicht mehr zu Recht bestehen und daß die Diathermiebehandlung des Magen- und Duodenalgeschwürs, wie sie zuerst von Rubens (1915), dann später von Nemours empfohlen wurde, ihre volle Berechtigung hat.

**Die Technik der Magendiathermie** ist einfach. Man legt eine Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>) auf die Magengegend, eine etwas größere ihr gegenüber auf den Rücken. Die Stromstärke sei eine mäßige, etwa 1,0—1,5 Ampere, die Einwirkung dafür aber eine möglichst lange dauernde. Will man im besonderen auf die Kardial- oder den Pylorus einwirken, so wird man die Platten in der Höhe dieser einstellen.

Brünner-Ornstein verwendete in ihrem oben erwähnten Fall von Kardiospasmus eine Ösophaguselektrode in der Art einer Gottsteinsonde, d. h. eines Schlauches, der an seinem unteren Ende eine tierische Blase trägt, die mit Wasser gefüllt wird. Diese Blase übernimmt einerseits die Stromleitung, andererseits wirkt sie durch den Wasserdruck mechanisch dilatierend.

Im Gegensatz zu der von mir geübten milden Durchwärmung empfehlen Bordier und Setzu Durchwärmungen mit großer Stromstärke und langer Dauer. Auf das Epigastrium kommt eine Elektrode von 200 cm<sup>2</sup>, ihr gegenüber auf dem Rücken eine etwas größere von 300 cm<sup>2</sup>. Die Stromstärke schwankt von 1,0—2,5 Ampere (!?). Der Kranke, der so  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde durchwärmt wird, gerät dabei in heftigen Schweiß. Die Sitzungen werden am besten jeden Morgen oder 3—4 Stunden nach dem Mittagessen vorgenommen.

## Die Erkrankungen des Darmes.

**Anzeigen.** Die seit alters her bekannte krampf lösende Wirkung der Wärme ermächtigt uns, die Diathermie bei allen jenen Zuständen zu versuchen, die wir ursächlich auf spastische Kontraktionen der Darmmuskulatur zurückführen. Diese zeigen sich bald unter dem Bild der spastischen Obstipation, bald wieder äußern sie sich in kolikartigen Schmerzen, Blähungen, Appetitlosigkeit, dem Gefühl von Schwere im Unterleib u. dgl., Erscheinungen, die nicht selten als chronische Appendizitis, organische Stenose oder peritoneale Adhäsionen mißdeutet werden. Das rasche Verschwinden dieser Beschwerden oft schon nach wenigen Durchwärmungen ist meiner Ansicht nach auch diagnostisch

verwertbar, indem es für eine funktionelle und gegen eine anatomische Ursache spricht. Ich habe in vielen Fällen von spastischen Störungen der Darmtätigkeit die Diathermie mit ausgezeichnetem Erfolg verwendet.

Ähnliches gilt auch für die Appendizitis im subakuten und chronischen Stadium. Die akute Appendizitis möchte ich trotz der Empfehlung von King gleich anderen akuten infektiösen Prozessen (s. S. 117) als Gegenanzeige betrachten mit Rücksicht darauf, daß die reaktiv gesteigerte Blut- und Lymphbewegung leicht zu einer Verschleppung der Eiterungserreger und damit zu einer Ausbreitung der Entzündung führen kann. In chronischen Fällen mag die Durchwärmung am Platze sein. Natürlich immer unter der Voraussetzung, daß kein Eiterherd vorhanden ist, der einen chirurgischen Eingriff angezeigt erscheinen läßt. Die wichtigste Aufgabe fällt der Diathermie meiner Ansicht nach dort zu, wo nach einer bereits vollzogenen Appendektomie immer noch Schmerzen bestehen, die teils durch chronisch entzündliche Vorgänge am Peritoneum, teils durch narbige Verwachsungen desselben bedingt sein können. Hier vermag die Diathermiewärme oft besser als irgendein anderes Mittel die Beschwerden zu lindern. Ich möchte die Diathermie daher weniger zur Behandlung als zur Nachbehandlung der Appendizitis für geeignet halten, vor allem in jenen Fällen, wo der chirurgische Eingriff die Beschwerden nicht vollkommen zu beseitigen vermochte. In diesem Sinn wird die Durchwärmung auch von Durand und Nemours gelobt.

Die gleich günstige Wirkung, welche die Diathermie bei pleuritischen Adhäsionen entfaltet, können wir auch bei Verwachsungen des Bauchfelles feststellen, welche als die Folge der verschiedensten entzündlichen Vorgänge des Magens, des Darms, der Gallenblase und anderer Bauchorgane zurückbleiben. Werden durch die Diathermie auch die narbigen Verklebungen nicht gelöst, so werden durch sie doch die subjektiven Beschwerden der Kranken, die Schmerzen und Verdauungsstörungen in auffallender Weise gebessert.

Von sonstigen Erkrankungen des Darmes kämen noch Colitis membranacea in Betracht, die von Laqueur, Bordier und Fraikin zur Diathermiebehandlung empfohlen wird. An dieser Stelle möchte ich auch einer Indikation Erwähnung tun, die zuerst von Picard aufgestellt wurde. Es ist dies die kombinierte Behandlung von Ösophagus- und Rektumstrikturen mit Diathermie und Dilatation. Die der Durchwärmung folgende Hyperämie und seröse Durchtränkung des Narbengewebes macht dieses leichter dehnbar und setzt gleichzeitig die Schmerzhaftigkeit des Eingriffes herab. Für die Behandlung kommen natürlich nur gutartige Strikturen in Betracht, nicht aber solche, welche durch maligne Tumoren gesetzt werden (s. auch die Arbeit von Heindl, Literaturverzeichnis S. 235).

**Die Technik der Darmdiathermie.** Bei der Durchwärmung legt sich der Kranke mit dem unteren Teil des Rückens auf eine Bleiplatte (300—400 cm<sup>2</sup>), während eine etwas kleinere Platte (200—300 cm<sup>2</sup>), durch einen Sandsack beschwert, auf dem Bauche ruht. Stromstärke 1,0—1,5 Ampere. Will man die Durchwärmung auf bestimmte Darmteile oder Organe beschränken, so nimmt man entsprechend kleinere Elektroden, die man einander diametral gegenüberstellt.

Zur Behandlung der Rektumstrikturen benützt man am besten als Elektrode eine Hegarbougie in einer Stärke, die gerade noch die engste Stelle der Striktur passiert. Sie wird mittels Klemme und Kabel an den einen Pol des Apparates angeschlossen. An den zweiten Pol kommen zwei Bleiplatten, von denen die eine unter das Kreuzbein, die andere über die Symphyse gelegt wird. Stromstärke bis 1,5 Ampere. Behandlungszeit 20—30 Minuten.

## Die Erkrankungen der Gallenwege.

**Anzeigen.** Wir wollen unter den Erkrankungen der Gallenwege vornehmlich die Cholangitis, die Cholezystitis und die Cholelithiasis verstehen, die ja alle untereinander in enger ätiologischer Beziehung stehen. Die Cholangitis führt häufig zu einer Cholezystitis, diese wieder zur Cholelithiasis. Umgekehrt kann die Steinbildung die Ursache einer Cholezystitis und Cholangitis sein. Wie für alle Anwendungen der Diathermie gelten auch hier akut entzündliche Erkrankungen der Gallenwege, besonders wenn sie von Fieber begleitet sind, als Gegenanzeigen, da bei ihnen die Durchwärmung nicht allein die Beschwerden steigert, sondern auch zur Verschleppung der Entzündungserreger Veranlassung geben kann. Bei allen subakuten und chronischen Prozessen der Gallenwege, wenn sie fieberlos verlaufen, wie chronischer Cholezystitis, Cholangitis und ihren Folgezuständen, peritonealen Adhäsionen und Steinbildung ist die Diathermie ein ganz ausgezeichnetes Heilmittel. Hier kommt uns einerseits ihre spezifisch schmerzstillende Wirkung zugute, andererseits ihr hyperämischer, resorptionsfördernder Einfluß auf entzündliche Prozesse. Nicht an letzter Stelle möchte ich ihre antispasmodische Komponente stellen, die sie befähigt, auf die glatte Muskulatur der Gallenblase und Gallengänge beruhigend und krampflösend zu wirken. Kaum ein anderes Mittel vereinigt alle diese Eigenschaften in so vollkommener Weise in sich.

Grube war es, der die Diathermie zuerst bei chronischer Gallenblasenentzündung und Steinbildung empfahl, welcher Empfehlung sich dann Laqueur u. a. anschlossen. Neuerdings treten unter den französischen Autoren besonders Aimard und Rouzaud für die Anwendung der Diathermie bei Erkrankungen der Gallenwege ein. Sie haben die elektrische Durchwärmung in Vichy teils mit, teils ohne gleichzeitige Trinkkur an mehreren hundert Kranken erprobt und waren mit den Erfolgen derselben sehr zufrieden. Insbesondere dort, wo die Gallenblase sehr empfindlich war und das Trinken des Wassers schmerzhaft Reaktionen auslöste, erwies sich die Diathermie infolge ihrer schmerzstillenden Wirkung als wertvolles Unterstützungsmittel der Kur. Nur in jenen Fällen, bei denen es wegen eines lang bestehenden Steinleidens bereits zur Sklerosierung der Gallenblase gekommen war, blieb die Diathermie unwirksam.

**Die Technik der Durchwärmung.** Man legt auf die Lebergegend quer über den Rippenbogen eine Bleiplatte von 200 cm<sup>2</sup>, ihr gegenüber auf den Rücken eine etwas größere Platte von 300 cm<sup>2</sup>. Eine Stromstärke von 1,2—1,5 Ampere erzeugt ein leichtes angenehmes Wärme-

gefühl. Die Behandlung wird am besten im Liegen vorgenommen, wobei die rückwärtige Platte durch das Körpergewicht, die vordere durch einen leichten Sandsack festgehalten wird.

## VIII. Die Erkrankungen der Harnorgane.

### Die Erkrankungen der Niere.

**Anzeigen.** Über die Behandlung von Nierenerkrankungen mit Diathermie ist bisher nicht viel bekannt. Einzelne Autoren berichten zwar über Erfolge, doch ist die Zahl der Beobachtungen noch zu gering, um aus ihnen bestimmte Indikationen ableiten zu können. Auch fehlt ihnen die Basis experimentell physiologischer Untersuchungen, die uns darüber aufklären würden, wie die Diathermie auf die Funktion der gesunden Niere wirkt. Es ist wahrscheinlich, daß die Durchwärmung der Niere eine arterielle Hyperämie erzeugt, durch welche die sekretorische Tätigkeit des Organs angeregt wird.

Ob die Diathermie bei der akuten Nephritis angezeigt ist, erscheint zweifelhaft. Kolischer hält sie im allgemeinen für kontraindiziert. Dagegen wird sie bei der subakuten und chronischen Nephritis von verschiedenen Autoren empfohlen. Nagelschmidt, Rautenberg und Kalker beobachteten bei ihrer Anwendung eine Vermehrung der Harnmenge, ein Schwinden der Ödeme und der sie begleitenden Störungen. Auch der Eiweißgehalt soll mit fortschreitender Besserung eine Abnahme erfahren, Alkewicz gibt an, eine günstige Wirkung der Diathermie auf die Albuminurie und Zylindrurie bei Kriegsnephritis gesehen zu haben. Auch Kolischer hält die Durchwärmung der Niere bei Glomerulonephritis für angezeigt, weil dadurch eine Erweiterung der Nierengefäße, also eine Verbesserung der Zirkulation und damit eine Vermehrung der Diurese zustande kommt. Für die Nephrosen dagegen empfiehlt er die Diathermie auf dem Kondensatorbett, daneben eine örtliche Diathermie der Extremitäten, um durch Vermittlung des gesamten Kapillarsystems die Chloridretention zu bekämpfen. Bergell und Baumstark konnten in einem genau beobachteten Fall von Nierensklerose eine günstige Wirkung der Diathermie in dem Sinne feststellen, daß unmittelbar nach der Durchwärmung das verminderte spezifische Gewicht des Harns für kurze Zeit, etwa 2 Stunden, wieder normal wurde. Dieselben Autoren machten auch die Beobachtung, daß Phosphaturien auf die Diathermie mit einer prompten Aziditätssteigerung reagierten, allerdings auch nur vorübergehend.

Von sonstigen Anwendungen der Diathermie bei Nierenerkrankungen sei noch ein Bericht von Grünbaum erwähnt, der eine reflektorische Anurie durch eine einmalige Erwärmung heilte. Ein 54-jähriger Mann, der seit mehr als 20 Stunden keinen Harn mehr gelassen hatte, klagte über Schmerzen in der linken Lendengegend. Die Harnblase war leer. In der Annahme, daß es sich um einen reflektorischen Krampf der Nierengefäße handle, diathermierte Grünbaum die linke Niere 30 Minuten lang. 2½ Stunden später erfolgte der erste Harnabgang, mit dem auch eine Menge Harngrieß entleert wurde.

Stone Chester Tilton hat einen Kranken mit linksseitiger Nierentuberkulose mit Diathermie behandelt. Nach 3 monatlicher Behandlung waren die früher

massenhaft vorhandenen Tuberkelbazillen vollkommen verschwunden und der Urin klar. Der Kranke hatte an Gewicht zugenommen und war wieder arbeitsfähig geworden.

**Die Technik der Nierendiathermie.** Man legt auf den Rücken, entsprechend der Projektion beider Nieren, zwei Bleiplatten (150 cm<sup>2</sup>), die man gemeinsam an den einen Pol des Apparates anschließt. Als Gegenpol benützt man eine große Bleiplatte (400—500 cm<sup>2</sup>), die man auf den Bauch bringt. Stromstärke 1,0—1,5 Ampere.

## Die Erkrankungen der Harnblase.

**Anzeigen.** Unter diesen steht in erster Reihe die *Hyperaesthesia* oder *Neurosis vesicae*, die durch eine gesteigerte sensible Reizbarkeit wie durch eine erhöhte motorische Reflexerregbarkeit (*Pollakisurie*) gekennzeichnet ist. Letztere kann sich bis zum unwillkürlichen Harnabgang, *Enuresis*, steigern. Die verminderte Kapazität der Blase und die erhöhte elektrische Erregbarkeit ihrer Muskulatur, die in vielen Fällen nachweisbar ist, lassen vermuten, daß es sich hier um einen hypertonen Zustand des *Detrusors* handelt, der meiner Erfahrung nach mittels der elektrischen Durchwärmung der Blase recht günstig beeinflußt wird. Ich habe manche Fälle von *Enuresis* auf diese Weise geheilt. Allerdings vergesse man nicht, daß bei derartigen Kranken, in der Regel sind es ja Kinder, vielfach eine neuropathische Konstitution vorliegt und daß infolgedessen bei ihnen das suggestive Moment eine nicht unwesentliche Rolle spielt, was ich daraus entnehmen möchte, daß ich häufig schon nach der ersten oder zweiten Sitzung, wenn ich die entsprechende psychische Beeinflussung nicht außer acht ließ, einen vollen Erfolg erzielte und daß ich den gleichen Erfolg auch mit anderen elektrotherapeutischen Methoden zu erreichen vermochte. Auch Büben betont die günstige Wirkung der Diathermie bei *Enuresis nocturna*.

Eine weitere Anzeige findet die Diathermie in der *Cystitis chronica*. Ich sah in einigen Fällen ganz wesentliche Besserungen und das gleiche konnte auch Theilhaber feststellen. Büben berichtet über eine größere Zahl von Blasenkrankungen, bei denen er durch die Diathermie Besserung oder Heilung erzielte. Am raschesten verschwanden die Schmerzen beim Urinlassen, länger dauerte es, bis eine bestehende Inkontinenz zur Heilung gebracht werden konnte, erfolglos war die Behandlung in zwei Fällen von Blasentuberkulose.

Dourmaschkin hat die Diathermie auch bei eingeklemmten Harnsteinen erfolgreich zur Anwendung gebracht. Zweimal saß der Stein im unteren Abschnitt des Ureters, einmal im hinteren Abschnitt der Harnröhre. Die Durchwärmung führte zur spontanen Ausstoßung bzw. ermöglichte es, den Stein zu extrahieren.

**Die Technik der Blasendiathermie.** Eine streng auf die Harnblase lokalisierte Erwärmung läßt sich schwer ausführen; wir verwenden daher bei Erkrankungen der Blase jene Technik, die bei der Durchwärmung der Beckenorgane zur Anwendung kommt. Die Behandlung wird im Liegen vorgenommen. Eine Bleiplatte (300 cm<sup>2</sup>) kommt unter das Kreuzbein, eine zweite, etwas kleinere (200 cm<sup>2</sup>) auf die vordere

Bauchwand knapp über die Symphyse, wo sie durch einen aufgelegten Sandsack festgehalten wird. Stromstärke 1,0—1,5 Ampere.

Man kann die Harnblase aber auch bei Männern in der Weise durchwärmen, daß man eine Elektrode, wie man sie z. B. zur Prostata-diathermie verwendet (s. S. 166), in den Mastdarm einführt und eine zweite in Form einer Bleiplatte auf den Bauch oberhalb der Symphyse legt. Bei Frauen verwendet man an Stelle der rektalen eine vaginale Elektrode (s. S. 171). Auf diese Weise kann die Harnblase direkt zwischen die Elektroden gefaßt werden.

Lindemann und Büben verwenden auch eine intravesikale Methode, wobei sie eine Elektrode in die Harnblase selbst einführen. Die Elektrode von Büben besteht aus einem Metallkatheter, der seiner ganzen Länge nach bis auf das vorderste, etwa 2 cm lange Endstück, das blank ist, von einem aus Seide und Gummi bestehendem Isolationsgewebe umspinnen ist. Durch diesen Elektrodenkatheter wird die Harnblase mit 100—300 cm<sup>3</sup> steriler Kochsalzlösung gefüllt, dann wird durch Absperren eines Hahnes das Ausfließen der Lösung verhindert und an die an der Elektrode befindliche Klemmschraube ein Kabel angeschlossen. Legt man nun als zweite Elektrode eine Bleiplatte über die Symphyse, so fließt der Strom von der metallischen Spitze des Katheters zur vorderen oberen Blasenwand. Eine gleichmäßige Durchwärmung der ganzen Blasenschleimhaut, wie sie Büben annimmt, kommt auf diese Weise natürlich nicht zustande. Auch halte ich die in dieser Weise ausgeführte intravesikale Behandlung durchaus nicht für ungefährlich. Wenn durch irgendeinen Zufall das metallische Ende des Katheters mit der Blasenwand in unmittelbare Berührung kommt, statt von ihr durch eine Flüssigkeitsschicht getrennt zu sein, dann kann es bei einer Stromstärke von 0,5—1,0 Ampere, wie sie Büben anwendet, leicht zu einer Verbrennung kommen.

## IX. Die Erkrankungen der männlichen Geschlechtsorgane.

### Urethritis gonorrhoeica.

**Allgemeines.** Die Tatsache, daß Gonokokken in Kultur durch eine Temperatur von 40° C bereits in sechs Stunden zum Absterben gebracht werden können, legte begrifflicher Weise den Gedanken nahe, die akute Urethritis durch Wärme zu kupieren. Es wurden zahlreiche Verfahren erdacht, um die in der Urethra Schleimhaut nistenden Gonokokken unmittelbar durch die Wärme zu töten. Leider mit wenig Erfolg. Versuche mit einfachen Heißwasserspülungen, mit Hohlsonden, die von heißem Wasser durchströmt wurden, mit elektrischen Heizbougies, die stundenlang zur Anwendung gebracht wurden, ergaben ein negatives Resultat. Wir wissen heute auch warum: Weil die Gonokokken sich im lebenden Körper eben anders verhalten als im Reagenzglas. Auf der Schleimhaut, ihrem natürlichen Nährboden, zeigen sie eine wesentlich größere Widerstandskraft im allgemeinen wie gegen Wärme im besonderen und während sie in Kultur bei 40° C in wenigen Stunden absterben, vertragen sie im menschlichen Körper auch höhere Temperaturgrade, ohne zugrunde zu gehen. Nichtsdestoweniger gab man den Gedanken, eine akute Gonorrhöe durch Hitze zu kupieren, nicht so leicht auf und als durch die Einführung der Diathermie die Möglichkeit gegeben war, Wärme in beliebiger Gewebstiefe zu erzeugen,

wurde das Problem von neuem aufgenommen. Man hoffte, daß die Diathermie sich infolge ihrer Tiefenwirkung den älteren Methoden überlegen zeigen würde, indem sie es ermöglichte, auch jenen Gonokokken beizukommen, die in der Tiefe der Schleimhaut, in den Drüsen sich verborgen hielten. Trotz der Bemühungen verschiedener Autoren und trotz der Anwendung der kompliziertesten Methoden gelang es aber auch diesmal nicht, das erstrebte Ziel, die infizierte Schleimhaut thermisch zu sterilisieren, in die Wirklichkeit umzusetzen. Es sei dies gleich vorausgeschickt, ehe wir im folgenden einen kurzen Überblick über die bisherigen therapeutischen Versuche geben.

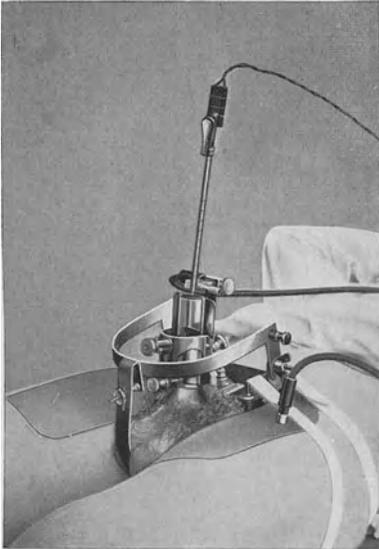


Abb. 95. Diathermie der Harnröhre nach Boerner und Santos.

Eitner war der erste, der die Diathermie bei der Gonorrhöe der Harnröhre versuchte (1909). Er verwendete eine gekrümmte Metallsonde, die er in die Harnröhre einführte, und eine feuchte Außenelektrode, die den Penis rings umschloß. Durch die von der Sonde strahlenförmig ausgehenden Stromlinien konnte die Schleimhaut, allerdings nur in ihrem vorderen Anteil, ihrer ganzen Tiefe nach durchwärmt werden. Eine täglich zweimalige Erwärmung auf 40–42° C in der Dauer von 40 Minuten ergab zwar ein Verschwinden der Gonokokken, der Harn jedoch blieb trüb und nach Aussetzen der Behandlung traten auch die Gonokokken wieder auf. Auf die Schmerzen und die sonstigen subjektiven Symptome wirkte die Behandlung wohl günstig, die erzielten Erfolge waren jedoch zu bescheiden, um die komplizierte Technik und den notwendigen Zeitaufwand zu rechtfertigen; Eitner gab daher sein Verfahren selbst wieder auf.

Später wurden die Versuche von Santos (1913) fortgesetzt. Dieser stellte zunächst durch Voruntersuchungen fest, daß die Gonokokken bei einer Temperatur von 43° C in 76 Minuten, bei 44° C in 54 Minuten, bei 45° C in 37 Minuten absterben. Dann galt es, eine Technik zu finden, die es ermöglichte, die Harnröhrenschleimhaut ihrer ganzen Länge nach so gleichmäßig als irgend möglich zu durchwärmen. Während diese Aufgabe für den vorderen Anteil der Schleimhaut entsprechend der Pars pendula verhältnismäßig leicht zu lösen war, indem man nach dem Vorgang Eitners eine sondenförmige Elektrode in die Harnröhre einführte und eine zweite außen um das Glied legte, gestaltete sie sich für den fixen Anteil der Harnröhre außerordentlich schwierig. Nach vielen Bemühungen gelang es Santos im Verein mit Boerner eine Elektrode zu konstruieren, welche die geforderten Bedingungen erfüllte.

Das hierzu notwendige Instrumentarium, von der Firma Siemens & Halske hergestellt, ist sehr kompliziert (Abb. 95). Auf seine nähere Beschreibung muß daher verzichtet werden. Es besteht im wesentlichen aus einer in die Harnröhre einzuführenden Hohlsonde und mehreren Außenelektroden, welche die von der Harnröhrenelektrode ausgehenden Stromlinien so richten sollen, daß sie sich über die ganze Schleimhaut in möglichst gleicher Dichte verteilen, damit die Erwärmung überall dieselbe sei. Eigene Widerstände lassen diese Stromverteilung noch besonders regulieren. Mit einer elektrischen Meßeinrichtung kann man die so erzielte Temperatur an jedem Punkt der Harnröhre besonders ablesen und auf diese Weise einer lokalen Überhitzung vorbeugen. Die Durchwärmung wird bei einer

Temperatur von 43–44° C täglich in der Dauer von  $\frac{1}{2}$  Stunde vorgenommen. Um die Heilung rascher herbeizuführen, ist es zweckmäßig, die Diathermie noch mit einer medikamentösen Therapie zu verbinden.

Boerner berichtet zusammen mit H. E. Schmidt über die klinischen Erfolge dieser Technik, die sie in 200 Fällen erprobten. Wenn es auch nicht gelang, frische Gonorrhöen in 1–2 Sitzungen zu kupieren, so leistet die Methode doch bei chronischer Gonorrhöe und ihren Komplikationen gute Dienste. In fast allen Fällen von Urethritis, die früher vergeblich medikamentös behandelt worden waren, konnte die Diathermie im Verein mit Spülungen und anderen Maßnahmen die Gonokokken dauernd beseitigen.

W. Müller hat die Methode von Boerner und Santos technisch vereinfacht und nach seiner Angabe mit diesem einfachen Verfahren die gleichen Erfolge erzielt. Auch H. E. Schmidt kam später von der komplizierten Technik Boerners ab und begnügte sich damit, nur den vorderen Anteil der Harnröhre zu durchwärmen, indem er den Penis zwischen zwei starre Metallplatten klemmte.

Den Anregungen ihres Landsmannes Santos folgend haben eine Reihe von spanischen Forschern wie Bertoloty, Corredor, Perez Grande, Bernal, Baquera, Castano die Wirkung der Diathermie bei Gonorrhöe geprüft. In neuerer Zeit sind es besonders französische, amerikanische und englische Autoren, welche die Diathermie bei der Urethritis gonorrhöica des Mannes anwenden und empfehlen. Aus einer großen Zahl von Namen seien nur die folgenden erwähnt: Roucayrol, Cumberbatch, Kluckmann, Souzan, Makintosh, Serralach.

Wollen wir das Ergebnis der bisherigen Arbeiten kurz zusammenfassen, so ergibt sich folgendes: Die Kupierung einer akuten Gonorrhöe im Sinne einer Abtötung der Gonokokken durch Diathermie in ein oder zwei Sitzungen, wie man das früher erhoffte, ist praktisch kaum möglich, wenn sie auch in vereinzelt Fällen gelungen sein soll. Eine allzu energische Anwendung der Wärme, wie sie von verschiedener Seite in Vorschlag gebracht wurde, kann unter Umständen selbst zu einer Schädigung der Schleimhaut und zu einer Verschlimmerung und Ausdehnung des Prozesses führen. Immerhin ist die Diathermie in zweckentsprechender Form angewendet ein wertvolles Unterstützungsmittel bei der Behandlung der akuten, noch mehr bei der Behandlung der chronischen Gonorrhöe. Im Verein mit sonstigen Maßnahmen vermag sie die Wirkung dieser wesentlich zu unterstützen. Die Wirkung der Diathermie selbst beruht nicht so sehr in einer direkten Abtötung der Gonokokken durch die Wärme, als vielmehr in der aktiven Hyperämisierung der erkrankten Schleimhaut, wodurch es zu einer Schädigung der Bakterien und zu einer massenhaften Ausschwemmung derselben kommt. Letzteres ist klinisch immer wieder zu beobachten. Selbst in alten Fällen, in denen Gonokokken nicht mehr nachweisbar sind, vermögen 2–3 Durchwärmungen das Erscheinen derselben zu bewirken. Die Diathermie hat also auch im Sinne einer Provokationsmethode diagnostische Bedeutung. Nach Roucayrol werden bei der Vernichtung der Bakterien deren Toxine in Freiheit gesetzt, die auf den Organismus rückwirkend zum Auftreten polynukleärer Leukozyten führen. Die Anwesenheit dieser beweist nach Roucayrol die Ausscheidung von Toxinen bzw. die latente Anwesenheit von Gonokokken. Die Behandlung ist daher bis zum völligen Verschwinden der Polynukleose fortzusetzen.

**Die Technik der Durchwärmung.** Die gleichmäßige Durchwärmung der Urethra in ihrem ganzen Verlauf vom Orificium externum bis zu ihrer Einmündung in die Blase ist technisch außerordentlich schwierig.

Das von Boerner und Santos angegebene Instrumentarium (s. oben) ermöglicht dies wohl, ist aber so kostspielig und technisch so schwierig zu handhaben, daß es nicht empfohlen werden kann. Auch ist die Gefahr einer Verbrennung eine zu große, wie dies ja die Tatsache beweist, daß die Begründer des Verfahrens selbst in einigen Fällen solche Verbrennungen setzten. Die Methode von Boerner und Santos hat daher auch keine Verbreitung gefunden und ist heute so gut wie vergessen.

Interessant ist es, daß sie in jüngster Zeit in Paris eine Wiederauferstehung gefeiert hat. Roucayrol hat eine ganz ähnliche Apparatur zur Durchwärmung der männlichen Harnröhre gebaut, die durch Makintosh noch eine Verbesserung erfuhr. Es dürfte vielleicht genügen, wenn ich erwähne, daß bei dem Apparat von Makintosh die in der

Harnröhre auftretende Temperatur gleichzeitig an vier Galvanometern kontrolliert werden muß, um zu zeigen, wie kompliziert diese Technik ist. Sie wird wohl kaum viele Nachahmer finden.

Ungleich einfacher als die Durchwärmung der ganzen Harnröhre ist die Behandlung der Pars anterior oder Pars posterior für sich. Zur Diathermie des vorderen Harnröhrenanteiles kann man sich des schon von Eitner angegebenen Verfahrens bedienen. Man führt eine Metallsonde oder einen Metallkatheter in die Harnröhre ein, die man in geeigneter Weise mit dem einen Pol des Apparates in Verbindung setzt. Als zweite Elektrode dient eine kleine Bleiplatte, die man zylindrisch um den Penis legt. Stromstärke 0,5—1,0 Ampere.

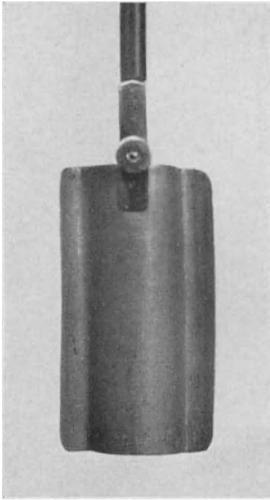


Abb. 96. Peniselektrode.

Ich bediene mich in der Regel der nachstehenden noch einfacheren Methode. Ich schlage das Glied nach oben auf die Bauchwand, dann lege ich auf dieses eine kleine, leicht gebogene Bleiplatte (Abb. 96), welche ich durch einen Sandsack andrücken lasse. Als Gegenpol dient eine große, unter dem Kreuzbein liegende Platte. Man kann so mit einer Stromstärke von 0,8—1,0 Ampere die Harnröhre bis zu ihrem perinealen Anteil in einfachster Weise gründlich durchwärmen. Sitzt die Erkrankung im hinteren Anteil der Harnröhre, dann verwende ich ganz die gleiche Technik, die auf S. 166 zur Behandlung der Prostata beschrieben ist. Da die hier verwendete Rektalelektrode genau der Krümmung der hinteren Harnröhre folgt, so wird diese nebst der Prostata gleichmäßig durchwärmt. Bei der Behandlung der Urethritis, besonders ihrer chronischen Formen, halte ich eine etwas längere Behandlungszeit, 30 bis 40 Minuten, für angezeigt.

Für die Behandlung der hinteren Harnröhre käme noch eine Methode in Betracht, die von Picard vorgeschlagen wurde. In die Harnröhre wird als aktive Elektrode eine Metallsonde, und zwar bis zum Blasen-

hals eingeführt. Als inaktive Elektrode dienen zwei gemeinsam an ein Kabel angeschlossene Bleiplatten, von denen die eine unter das Kreuzbein, die andere oberhalb der Symphyse zu liegen kommt.

## Die Strikturen der Harnröhre.

**Allgemeines.** Es war zuerst H. E. Schmidt, der die Diathermie zur Behandlung von Strikturen der Harnröhre empfahl. Unabhängig davon machte M. Grunspan in Frankreich denselben Vorschlag. Neuerdings wird von H. Picard auf die günstige Wirkung der elektrischen Durchwärmung bei Verengerungen der Harnröhre hingewiesen. Nicht daß die Diathermie für sich allein eine Harnröhrenstriktur zu heilen vermöchte, das wäre ja kaum verständlich, aber sie erweicht, sie lockert infolge ihrer hyperämisierenden Wirkung das Narbengewebe und macht es dadurch leichter einer mechanischen Dehnung zugänglich. Die Diathermie ist also ein wesentliches Unterstützungsmittel der Sondenbehandlung und kann in diesem Sinn bestens empfohlen werden. In gleicher Weise erweichend wie auf Narbengewebe wirkt die Diathermie auf periurethrale Infiltrate, die im Verlaufe einer Gonorrhöe auftreten.

Tobias sah in drei Fällen von Induratio penis plastica von der Diathermie einen wesentlichen Erfolg. Die Einlagerungen schwanden nach einer täglichen Behandlung in der Dauer von 6 Wochen fast vollständig. Auch Corbus berichtet über einen Fall, bei dem, wenn auch keine Heilung, so doch eine wesentliche Besserung eintrat.

**Die Technik der Durchwärmung** ist verschieden, je nachdem die Striktur im vorderen oder hinteren Anteil der Harnröhre ihren Sitz hat. Dementsprechend wird dieser oder jener Teil durchwärmt. Die zur Anwendung kommende Technik ist ganz die gleiche, wie wir sie oben bei der Behandlung der Urethritis anterior und posterior geschildert haben.

## Die Prostatitis und Vesiculitis.

**Allgemeines.** Die Prostatitis, und wir sprechen hier nur von der chronischen Form derselben, hat sich bisher der Therapie nur in geringem Maße zugänglich gezeigt. Die systematische Massage der Vorsteherdrüse und die fortgesetzte Wärmebehandlung mit Hilfe des Arzberger'schen Apparates waren so ziemlich alles, was wir von wirksamen Mitteln gegen dieses Leiden bisher besaßen. Leider führten auch sie in vielen Fällen nicht zu dem gewünschten Ziel. Es ist darum mit Freude zu begrüßen, daß wir in der Diathermie eine Methode gefunden haben, die der bis jetzt angewendeten Wärmeapplikation nach Arzberger weit überlegen ist. Wenn ich auch nicht der Anschauung Kyaws zustimmen möchte, daß jede Prostatitis durch Diathermie bedingungslos geheilt werden könnte, so haben wir durch sie doch einen wesentlichen Fortschritt in der Behandlung des Leidens erzielt. Man sieht nicht selten schon nach wenigen Sitzungen eine Verminderung des Harndranges, ein Nachlassen der lästigen in das Rektum, den Damm und anderwärts ausstrahlenden Schmerzen, man kann sehr bald auch ein Abnehmen der Schwellung und der Druckschmerzhaftigkeit der Drüse

nachweisen und in vielen Fällen gelingt es, die subjektiven wie die objektiven Symptome vollkommen zum Verschwinden zu bringen und eine Heilung zu erreichen. Ähnlich günstig sind die Erfolge bei der Entzündung der Samenblasen. Meine Erfahrungen wie die Mitteilungen zahlreicher Forscher (Simmonds, Kyaw, Cumberbatch, Roucayrol, Gluckmann, Souzan u. a.) bestätigen dies in gleicher Weise.

**Die Technik der Durchwärmung.** Zur Durchwärmung der Prostata

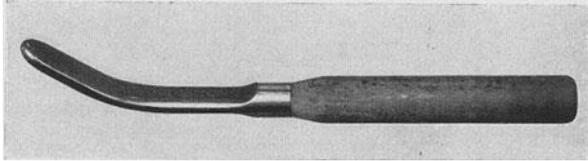


Abb. 97. Prostataelektrode.

eignet sich am besten eine Elektrode, wie sie in Abb. 97 wiedergegeben ist. Der zur Einführung in das Rektum bestimmte Teil ist flach spatelförmig und leicht gebogen. Er ist an einem Handgriff befestigt, der aus Holz besteht und der an seinem freien Ende ein vertieftes Schraubengewinde zum Anschluß eines Kabels besitzt. Diese Elektrode wird, nachdem man ihren metallischen Anteil durch Eintauchen in warmes Wasser etwas vorgewärmt und dann gut eingefettet hat, vorsichtig in das Rektum eingeführt, und zwar so weit, daß sie die Prostata an



Abb. 98. Prostataelektrode (Sanitas, Berlin). Oben geschlossen, unten geöffnet.

ihrer Rückseite vollkommen umgreift. Damit die Elektrode in ihrer richtigen Lage verbleibt, sich nicht etwa dreht oder herausgleitet, wird der Handgriff durch einen vorgelegten Sandsack gestützt. Ist dies geschehen, so feuchtet man die Haut über der Symphyse der Haare wegen etwas an und legt hier eine Bleiplatte von etwa 200 cm<sup>2</sup> auf. Durch Beschweren mit einem leichten Sandsack gibt man ihr den nötigen Kontakt.

Die von der Rektalelektrode ausgehenden Stromlinien müssen auf ihrem Weg zur Bauelektrode die Prostata in voller Konzentration durchsetzen. Eine Stromstärke von 0,5—1,0 Ampere wird dabei eine genügende Erwärmung erzeugen. Die Behandlung pflege ich auf

30 Minuten und darüber auszudehnen und anfangs täglich, später jeden zweiten Tag zu wiederholen.

Will man vorzugsweise die Samenblasen in den Bereich der Stromlinien bringen, dann wird es sich empfehlen, statt einer medial über der Symphyse liegenden Bleiplatte deren zwei zu verwenden, von denen man die eine links, die andere rechts in die seitliche Unterbauchgegend legt. Sie werden an denselben Pol angeschlossen. Auf diese Weise wird der Strom von der Rektalelektrode seitwärts durch die Samenblasen abgelenkt. Serés und Stern haben zur Behandlung der Samenblasen eine Rektalelektrode angegeben, welche nach ihrer Einführung in das Rektum sich fächerförmig ausspannen läßt (Abb. 98).

## Die Epididymitis.

**Anzeigen.** In Analogie mit anderen akuten Erkrankungen hielt man bis vor kurzem auch die Diathermie bei der akuten Epididymitis für kontraindiziert. Es hat sich jedoch gezeigt, daß dies nicht zutrifft und daß die Epididymitis eine jener Erkrankungen ist, bei der schon im akuten Stadium die Diathermie mit Erfolg angewendet werden kann. Ich selbst habe eine größere Zahl von akuten Entzündungen des Nebenhodens bereits 6—7 Tage nach dem Auftreten der ersten Erscheinungen

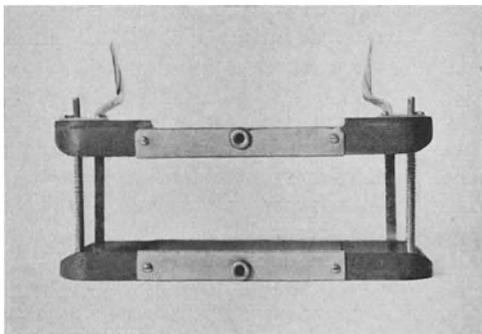


Abb. 99. Hodenelektrode von Kowarschik.

mit bestem Erfolg diathermisch behandelt. Die Schmerzen nahmen bald ab, die Schwellung ging rasch zurück, so daß ich heute in Übereinstimmung mit anderen Autoren die Diathermie auch zur Behandlung der akuten Epididymitis empfehlen möchte.

Daß sie bei der chronischen Epididymitis recht günstig wirkt, ist seit langem bekannt. Die derben Infiltrate, welche nach einer Gonorrhöe des Nebenhodens oft lange Zeit bestehen bleiben, reagieren auf die Wärme sehr gut.

**Die Technik der Durchwärmung.** Zur Behandlung des Hodens bzw. des Nebenhodens hat man die verschiedensten Methoden angegeben. Häufig mache ich die Sache so, daß ich den Hodensack auf einem Leinwanddurchzug hochlagere und dann mit einer Metallnetzelektrode, die sich

leicht und gut anschmiegt, bedecke. Als zweite Elektrode dient eine unter dem Kreuzbein liegende Bleiplatte (300 cm<sup>2</sup>). Stromstärke bis zu 1,0 Ampere.

Öfters verwende ich auch eine Elektrode (Abb. 99), welche aus zwei parallel zueinander verschiebbaren und in jeder Stellung selbsthaltenden, leicht konkaven Elektrodenplatten besteht, zwischen welchen das Skrotum eingeklemmt wird<sup>1)</sup>. Hier kann die Stromstärke unter Umständen bis zu 1,5 Ampere gesteigert werden.

Corbus hat gleichfalls eine Spezialelektrode angegeben, bestehend aus zwei flachen Metallscheiben, die an einem zangenförmigen Träger, der aus einem Isolationsmaterial besteht, befestigt sind.

## X. Die Erkrankungen der weiblichen Geschlechtsorgane.

Die Thermotheapie spielt als konservative Methode bei der Behandlung von Frauenkrankheiten bekanntlich eine bedeutende Rolle. Sie wird in Form von heißen Sitzbädern, Heißluft-, Schlamm- und Moorbädern, Thermophoren, elektrischen Heizkörpern u. dgl. seit langem und mit Erfolg angewendet. Alle diese Methoden gehen darauf aus, den Geschlechtsorganen der Frau Wärme zu Heilzwecken zuzuführen, eine Aufgabe, die mit Rücksicht auf die tiefe Lage dieser Organe im Innern des kleinen Beckens technisch nicht ganz einfach ist. Als die Diathermie mit ihrer unbeschränkten Tiefenwirkung bekannt wurde, war es daher vorauszusehen, daß sie den bisher geübten und vielfach unzulänglichen Methoden der Wärmebehandlung erfolgreich Konkurrenz machen würde. Und in der Tat hat sie sich auch, wie die Mitteilungen zahlreicher Gynäkologen bezeugen, auf dem Gebiet der Frauenheilkunde außerordentlich wirksam erwiesen. Die elektrische Durchwärmung stellt heute eine wertvolle und bleibende Bereicherung der gynäkologischen Heilmethoden dar.

Sellheim machte bereits im Jahre 1910 einige Versuche, um sich über die Möglichkeit der Erwärmung der weiblichen Geschlechtsorgane mittels Diathermie zu orientieren. Er konnte feststellen, daß man bei Verwendung einer Scheiden- oder Mastdarnelektrode eine therapeutisch hinreichende Durchwärmung aller Beckenorgane erzielen kann. Bei einer Stromstärke von 1 Ampere ließen sich Temperatursteigerungen bis über 40° C in den zwischen den Elektroden gelegenen Teilen ohne Schädigung des Gewebes erzeugen. Therapeutisch wurde die Diathermie von Sellheim nicht angewendet.

Der erste, der über therapeutische Erfahrungen berichtete, war Brühl (1910). Nach ihm ist die Diathermie vor allem bei entzündlichen Adnexerkrankungen angezeigt. Insbesondere leistete sie in alten Fällen von peri- und parametrischen Adhäsionen ausgezeichnete Dienste. Brühl rühmt in erster Linie die lang nachwirkende Schmerzstillung.

Der ersten Mitteilung Brühls folgte dann im Jahre 1914 eine Arbeit von Kowarschik und Keitler, die über 50 mit Diathermie behandelte Fälle berichtete und die Grundlinien der Indikationsstellung und Technik, wie sie auch heute noch Geltung haben, festlegte. Die große Zahl der weiterhin und insbesondere in den letzten Jahren erschienenen Arbeiten zeigen zur Genüge, welche Bedeutung die Diathermie für die Gynäkologie gewonnen hat.

<sup>1)</sup> Erzeugt von L. Schulmeister (Wien).

## Parametritis (Adnextumoren).

**Anzeigen und Gegenanzeigen.** Das wichtigste Anwendungsgebiet findet die Diathermie bei der Behandlung der Adnexerkrankungen, seien dieselben nun gonorrhöischer oder nichtgonorrhöischer Natur. Die therapeutische Wirksamkeit der Diathermie ist hier eine zweifache: Einerseits beeinflußt sie die subjektiven Beschwerden der Kranken, das sind vor allem die Schmerzen, in hervorragend günstiger Weise und ist in dieser Beziehung wohl den sonstigen Wärmeanwendungen überlegen, andererseits erweist sie sich objektiv wirksam, indem sie durch Beschleunigung der Blut- und Lymphbewegung die Resorption vorhandener Exsudate fördert. Es ist nach der Ansicht namhafter Frauenärzte kein Zweifel, daß die elektrische Behandlung nicht selten einen chirurgischen Eingriff erübrigt. Aber selbst in jenen Fällen, die durch die Behandlung nicht vollkommen geheilt werden, sondern einer späteren Operation zugeführt werden müssen, ist eine vorausgehende energische Diathermierung doch dadurch nützlich, daß sie infolge der serösen Durchtränkung der Gewebe die Lösung der Adhäsionen bei dem chirurgischen Eingriff erleichtert, vielleicht auch infolge ihrer antibakteriellen Kraft die Virulenz etwaiger Eitererreger abschwächt. Wie bei der Appendizitis schon betont wurde, möchte ich die Diathermie aber auch dort für angezeigt halten, wo es gilt, die nach einer Operation nicht selten zurückbleibenden Beschwerden, seien sie durch noch bestehende entzündliche Vorgänge, seien sie durch narbige Adhäsionen bedingt, zu bekämpfen. Die Durchwärmung wirkt hier nicht selten außerordentlich wohltuend.

Die Indikation zur diathermischen Behandlung tritt nach übereinstimmender Ansicht aller Autoren bei der Parametritis bzw. den Adnextumoren erst nach Ablauf des akut entzündlichen Stadiums ein. Die Durchwärmung ist also vornehmlich in subakuten und chronischen Fällen angezeigt. Abgesehen davon, daß frische Exsudate, auch solche von sehr bedeutender Größe, sich nicht selten spontan unter dem Einfluß der Ruhe zurückbilden, also eine aktive Therapie überflüssig machen, kann ein zu frühes Eingreifen auch von nachteiligen Folgen begleitet sein. Die elektrische Durchwärmung kann bei akut infektiösen Prozessen unmittelbar von einem Ansteigen der Körpertemperatur und einer Vergrößerung der Schmerzen gefolgt sein, was sich aus der aktiven Hyperämisierung des Krankheitsherdes erklärt. Tritt nach einer Durchwärmung eine solche Steigerung der Schmerzen, begleitet von einer Fieberreaktion ein, so kann man daraus mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß sich im Körper ein noch nicht zur Ruhe gekommener Infektionsherd befindet. Man wird auf jeden Fall gut daran tun, einstweilen von einer Behandlung mit Diathermie abzusehen, es sei denn, daß man die Absicht hat, einen solchen Herd zur raschen eitrigen Einschmelzung zu bringen.

Eine weitere Gegenanzeige bilden Blutungen, die unter dem Einfluß der Wärme fast ausnahmslos verstärkt werden. Auch beobachtet man, daß Blutungen, die eben erst zum Stillstand gekommen waren, durch die Diathermie neuerlich angeregt werden. Diese Beobachtungen zeigen,

welch bedeutenden Einfluß die Diathermie auf die Blutversorgung der Beckenorgane ausübt. Im Hinblick darauf ist die Diathermie auch in der Zeit der Menses auszusetzen.

**Die Technik der Durchwärmung.** Diese kann in dreifach verschiedener Weise vorgenommen werden:

1. Indem man eine Plattenelektrode oberhalb der Symphyse, eine zweite über dem Kreuzbein auflegt und auf diese Weise den gesamten Inhalt des kleinen Beckens in sagittaler Richtung durchströmt. Wir wollen diese Methode als äußere oder perkutane Diathermie bezeichnen.

2. Indem man eine Elektrode geeigneter Form in die Scheide einführt und diese mit einer oder mehreren Elektroden, welche außen auf der Haut liegen, kombiniert. Mit Rücksicht darauf, daß die innere Elektrode die aktive ist, sprechen wir hier von einer vaginalen Diathermie.

3. Indem man an Stelle der vaginalen eine rektale Elektrode benützt und dieser wie bei der vaginalen Diathermie eine oder mehrere Außen-

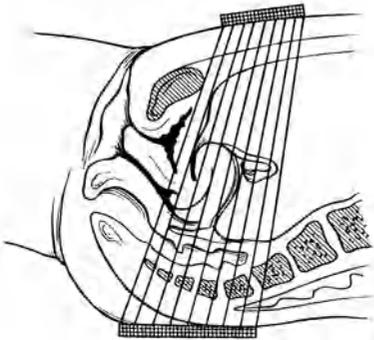


Abb. 100. Stromlinien bei richtiger Lage der Elektroden.

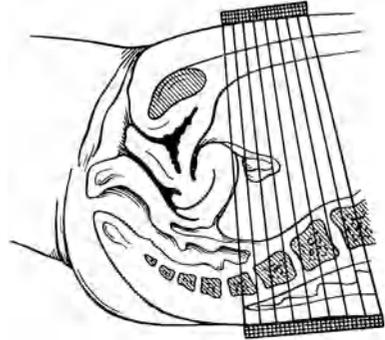


Abb. 101. Stromlinien bei falscher Lage der Elektroden.

elektroden gegenüberstellt. Wir können diese Technik als rektale Diathermie bezeichnen.

**Die äußere oder perkutane Diathermie** führe ich seit Jahren in folgender Weise aus. Die Patientin legt sich mit dem Kreuzbein auf eine Bleiplatte (300 cm<sup>2</sup>), die auf einer weichen Unterlage ruht, damit sie sich gut anpaßt. Eine zweite, etwas kleinere Platte (200 cm<sup>2</sup>) kommt unmittelbar über die Schamfuge auf die vordere Bauchwand, nachdem man die Haare des besseren Kontaktes wegen gut angefeuchtet hat. Diese Platte wird durch Auflegen eines Sandsackes festgehalten. Ungleich große Elektroden wählt man der Erfahrung gemäß, daß bei gleicher Größe stets die rückwärtige wärmer empfunden wird. Diesen Unterschied in der Wärmeempfindung kann man dadurch ausgleichen, daß man die rückwärtige Elektrode etwas größer nimmt. Bei den ersten Durchwärmungen wird eine Stromstärke von etwa 1,0 Ampere genügen, später kann man bis auf 1,5 Ampere steigen.

Der Anfänger macht in der Regel den Fehler, daß er die rückwärtige Elektrode zu hoch anlegt. Der untere Rand dieser Platte soll bis zur Spitze des Steißbeines reichen, denn diese Elektrode hat die Aufgabe,

die von der vorderen Platte ausgehenden Stromlinien über den Rand der Symphyse in das kleine Becken gleichsam hineinzuziehen. Nur so wird auch der Uterus mit seinen Adnexen wirklich vom Strom getroffen (Abb. 100). Liegt die hintere Elektrode nicht unter dem Kreuzbein, sondern höher, so werden die Stromlinien nicht das kleine Becken durchsetzen, sondern im besten Fall den oberen Eingang desselben schneiden (Abb. 101).

Die perkutane Methode vermag den Uterus und seine Adnexe nur in verhältnismäßig geringem Grade zu durchwärmen. Der Umstand, daß die beiden Elektrodenplatten einander nicht direkt gegenüberstehen, sondern parallel zueinander verschoben sind, bedingt eine gewisse Kantenwirkung, die sich besonders am unteren Rand der vorderen Elektrode fühlbar macht und die Anwendung größerer Stromstärken verbietet. Auch dadurch, daß den Elektroden beiderseits eine Haut-, Fett- bzw. Knochenschicht vorgeschaltet ist, die sich stark erhitzt, wird die anwendbare Stromstärke eingeschränkt. Schließlich wird durch die gute Blutversorgung im kleinen Becken die daselbst erzeugte Wärme sehr rasch verschleppt, alles Umstände, welche einer genügenden

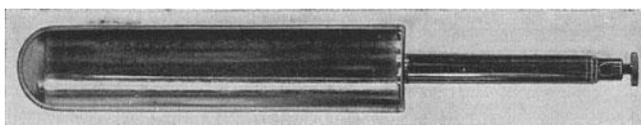


Abb. 102. Vaginalelektrode von Kowarschik.

Durchwärmung der Geschlechtsorgane hindernd im Wege stehen. Die perkutane Methode kann daher nur als eine unvollkommene Form der gynäkologischen Diathermie angesehen werden. Sie kommt nur dort in Betracht, wo aus äußeren Gründen eine Durchwärmung von der Vagina oder vom Rektum aus nicht zulässig ist, oder wo besondere Vorsicht geboten erscheint. In diesem Sinn kann sie auch als Vorbereitung für eine innere Diathermie dienen.

**Die vaginale Diathermie.** Die zur Durchwärmung von der Scheide aus verwendeten Elektroden lassen sich im allgemeinen auf zwei Typen zurückführen. Die einen sind zylindrisch oder walzenförmig und haben im wesentlichen eine Form, wie sie in Abb. 102 dargestellt ist, die anderen haben die Gestalt von kugel- oder eiförmigen Metallkörpern, die an einem Stiel befestigt werden (Abb. 103). Alle diese Elektroden werden in Serien von verschiedener Größe hergestellt. Die von mir angegebenen Vaginal-elektroden haben einen Querdurchmesser von 20, 25 und 30 Millimetern. Es ist zweckmäßig, die jeweils größtmögliche Elektrode zu verwenden.

Man hat auch Elektroden konstruiert, die aus mehreren Metallsegmenten bestehen und nach Art der selbsthaltenden Spekula in der Scheide gespannt werden können (Eymer, Kayser, Marselos), eine Konstruktion, die einer theoretischen Überlegung entsprungen, überflüssig kompliziert ist, ohne dabei einen praktischen Vorteil zu bieten. Bedingung ist, daß die Elektrode, welche man wählt, habe sie nun

diese oder jene Form, möglichst einfach und glatt sei, damit sie leicht gereinigt und sterilisiert, wenn möglich ausgekocht werden kann.



Abb. 103. Vaginalelektroden von Theilhaber.

Manche Therapeuten verwenden auch Elektroden, in die ein Thermometer eingebaut ist, eine Einrichtung, die, wie ich glaube, wenig praktischen Wert hat. Denn das Thermometer zeigt entweder nur die Temperatur der Elektrode selbst an, die natürlich mit der des Gewebes in gar keiner Weise identisch ist oder es macht uns die Temperatur eines kleinen Schleimhautstückchens ersichtlich, mit dem es zufällig in Berührung ist. Die Erwärmung an einer anderen Stelle kann je nach dem Verlauf der Stromlinien natürlich eine ganz andere, vielleicht schon eine bedenklich hohe sein, ohne daß uns das Thermometer auf diese Gefahr aufmerksam macht.

Die vaginale Elektrode wird vor ihrer Verwendung am besten durch Eintauchen in warmes Wasser etwas vorgewärmt und dann mit Vaseline oder einem anderen Gleitmittel bestrichen.

Sie soll so tief, als es ohne Schmerz möglich ist, in die Scheide eingeführt werden. Um ihr Herausgleiten zu verhindern, ist es am besten, den Elektrodenstiel durch einen Sandsack zu stützen, der zwischen die ausgestreckten Beine gelagert wird.

Als Außenelektrode verwendet man eine oder mehrere Bleiplatten,

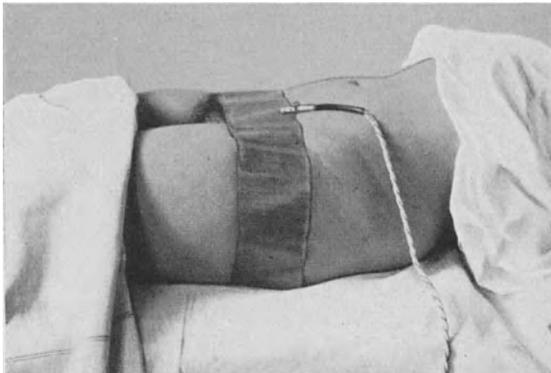


Abb. 104. Gürtелеlektrode aus Blei nach Kowarschik.

die auf jene Körperseite gelegt werden, nach der man die Stromlinien dirigieren will. Eine über der Symphyse angelegte Platte zieht die Stromlinien nach vorne, wobei vorzugsweise die Blase, eventuell der über die Blase geneigte Uterus durchwärmt werden. Eine über dem Kreuzbein liegende Elektrode bewirkt eine Durchwärmung des Douglas'schen Raumes und des Rektums. Legt man je eine Bleiplatte, die

zusammen an denselben Pol angeschlossen sind, links und rechts über die Trochantergegend, so wird der Strom vorwiegend durch die Adnexe geleitet. Um eine gleichmäßige Erwärmung aller im Becken liegenden Teile zu bekommen, verwende ich seit Jahren eine gürtelförmige Elektrode, welche das Becken rings umschließt. Dieselbe besteht aus einem Bleistreifen, der eine Breite von 8 cm und eine Länge von 100—120 cm besitzt. Dieser wird, ehe die Patientin sich noch niederlegt, quer über das Behandlungsbett gebreitet und dann, nachdem die vaginale Elektrode eingeführt worden ist, vorne über der Symphyse geschlossen, am besten in der Weise, daß man die beiden sich überdeckenden Enden des Gürtels zusammen mit einer Elektrodenklammer faßt (Abb. 104). Bei dem Anlegen des Gürtels achte man darauf, daß derselbe genügend tief liegt, das will heißen, daß er rückwärts über das Kreuzbein, seitlich über die Trochantergegend verläuft.

Bei der Verwendung einer vaginalen Elektrode in Verbindung mit einem Beckengürtel erzielt man eine allseits gleichmäßige Verteilung der Stromlinien, welche von der inneren Elektrode strahlenförmig ausgehen. Die Erwärmung ist naturgemäß rings um diese am stärksten.



Abb. 105. Rektalelektrode von Lindemann.

Ihre Oberfläche, welche für die Dosierung maßgebend ist, verträgt eine Belastung von 1,0—1,5 Ampere und darüber. Die Dauer der Behandlung ist 20—30 Minuten.

**Die rektale Diathermie.** Die Durchwärmung von der Scheide aus ist zweifellos der perkutanen Methode überlegen. Während bei dieser die größte Wärme in den Hautdecken entwickelt wird, verlegt die vaginale Diathermie die maximale Erwärmung in die Tiefe des kleinen Beckens. Trotzdem gibt es Fälle, bei denen auch diese Methode zweckmäßiger durch eine andere, die rektale Diathermie ersetzt wird. Das trifft insbesondere dann zu, wenn es sich um ein im Douglasschen Raum liegendes Exsudat handelt oder um ein solches, das das kleine Becken fast völlig ausfüllt und vielleicht noch die Scheide vorwölbt, so daß es schwer fällt, eine vaginale Elektrode genügend tief einzuführen.

Hier werden wir die rektale Diathermie nach Lindemann in folgender Weise ausführen. Eine spatelförmige, leicht gebogene Elektrode, die an einem Holzgriff befestigt ist (Abb. 105), wird gut eingefettet und so weit in das Rektum vorgeschoben, daß sie das im Douglas liegende Exsudat möglichst umgreift. Wie bei der vaginalen Diathermie wird man auch hier durch Vorlagerung eines Sandsackes die Elektrode in ihrer Lage stützen. Wichtig ist, daß das Rektum vorher entleert wurde. Als zweite Elektrode dient eine Bleiplatte (200—300 cm<sup>2</sup>), die man auf die Unterbauchgegend, je nach der Lage des Exsudates entweder in

der Mitte oder mehr seitlich auflegt. Durchschnittliche Stromstärke 1,0 Ampere, Behandlungsdauer 20—30 Minuten. Ein Nachteil der rektalen Methode ist zweifellos, daß das Einführen der Elektrode in den Mastdarm öfters mit Schmerzen verbunden ist oder von den Patientinnen wenigstens sehr unangenehm empfunden wird.

### Cervicitis und Endometritis.

Auch entzündliche Erkrankungen der Uterusschleimhaut, seien sie nun gonorrhöischer oder anderweitiger Natur, sind ein dankbares Objekt für die Diathermiebehandlung. Auszuscheiden sind nach Lindemann nur jene Fälle, bei denen es sich nicht um eine Infektion, sondern um eine reine Hypersekretion der Cervix etwa auf Grund einer Sekretionsneurose oder einer Stauung in den Beckenvenen handelt. Hier könnte die Diathermie mit Rücksicht auf ihre sekretionsanregende Wirkung sogar Schaden stiften und das Übel verschlimmern. Dagegen ist bei allen infektiösen Katarrhen die Wärme, wie schon die Erfolge der Heißwasserspülungen nach Zweifel bei Gonorrhöe gezeigt haben, ein aus-

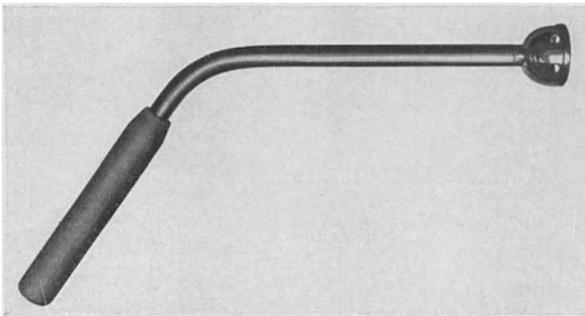


Abb. 106. Uteruselektrode von Lindemann.

gezeichnetes Heilmittel. Daß die Diathermie hier jeder anderen Wärmeanwendung überlegen ist, steht außer Frage. Wenn es auch nicht gelingt, wie man anfangs erhoffte, eine gonorrhöische Infektion in ein oder zwei Sitzungen zu kupieren, so schädigt doch die wiederholte Durchwärmung die Lebenskraft der Keime, um sie schließlich zu zerstören. Es ist zum mindesten auffallend, in wie kurzer Zeit zuweilen ein rein eitrig-bakterienhaltiger Fluor einer schleimigen Sekretion Platz macht (Lindemann). Die Diathermie ist bei Cervicitis und Endometritis zweifellos ein neuer wertvoller Behelf, der in der Behandlung dieser Krankheiten einen wesentlichen Fortschritt bedeutet.

**Die Technik der Durchwärmung.** Zur Durchwärmung des Uterus hat Lindemann eine schalenförmige Elektrode angegeben, die an einem Stiel befestigt ist (Abb. 106). Sie wird in die Scheide derart eingeführt, daß die Portio in die Schale zu liegen kommt. Als Gegenelektrode dient eine Bleiplatte (200 cm<sup>2</sup>), die über der Symphyse aufgelegt wird. Stromstärke etwa 1,0 Ampere. Man erreicht so leicht in

der Vagina eine Temperatur von 40—41° C, die Temperatur in der Cervix dürfte also noch höher sein. Ein Durchwärmung des Uterus bei dieser Elektrodenanordnung kommt jedoch nur dann zustande, wenn derselbe mit seinem Körper nach vorne liegt. Denn nur dann fällt dieser in den Bereich des von der Portio ausgehenden Strahlenkegels. Haben wir eine Retroflexio vor uns, so ist der Uteruskörper auf diese Weise den Stromlinien nicht mehr erreichbar. Bei einer Retroflexio oder einer Retroversioflexio bringt man die aktive Elektrode an die Portio, während man die inaktive auf den Rücken legt. Auch kann man in diesem Fall, dem Vorschlag Lindemanns folgend, eine Rektalelektrode verwenden, der man eine Bleiplatte, die auf den Unterbauch zu liegen kommt, gegenüberstellt. Die Einführung von intrauterinen Elektroden, wie sie von amerikanischen Autoren vorgeschlagen wurde, halte ich nicht nur für überflüssig, sondern auch für gefährlich.

Es ist vorteilhaft, die Wirkung der Diathermie durch medikamentöse Spülungen oder durch Vorlegen von Tampons, die mit *Argentum nitricum*, Protargol oder einem anderen Silbersalz durchtränkt sind, zu unterstützen. Besonders betonen möchte ich die günstige Wirkung, welche die Diathermie kombiniert mit einer Vakzinetherapie entfaltet. Die Erfolge der Diathermie können dadurch ebenso verbessert werden wie die der Vakzinetherapie. Es ist zweifellos, daß die Durchwärmung der erkrankten Organe diese für die Vakzine sensibilisiert, vermutlich infolge der Hyperämie und Hyperlymphie, welche sie in diesen Teilen auslöst. Die klinische Beobachtung zeigt, daß die Herdreaktion wesentlich stärker ausfällt, wenn man der Vakzineinjektion eine Diathermie unmittelbar vorausschickt. Sie zeigt ferner, daß auch dort, wo starke Vakzinedosen keine Reaktion mehr auszulösen imstande sind, eine solche bisweilen wieder erscheint, wenn der Krankheitsherd durchwärmt wurde. Diese Beobachtungen, die nur im Sinn einer Sensibilisierung gedeutet werden können, finden ihre Analogie in der klinisch wie experimentell festgelegten Tatsache, daß die elektrische Durchwärmung das Gewebe auch für Röntgenstrahlen sensibilisiert. Wir werden darüber noch ausführlich zu sprechen haben.

## **Amenorrhoe, Dysmenorrhoe und funktionelle Störungen.**

**Anzeigen.** Es wurde schon früher erwähnt, daß die Diathermie überall dort kontraindiziert ist, wo Blutungen oder auch nur die Neigung zu solchen besteht, weil diese unter dem Einfluß der Erwärmung verstärkt bzw. ausgelöst werden. Die Diathermie ist infolgedessen auch in der Zeit der Menses verboten. Ich selbst habe bisweilen gesehen, daß im Verlaufe einer Diathermiebehandlung die sonst regelmäßigen Menses verfrüht eintraten. Alle diese Beobachtungen erweisen zur Genüge, daß die Diathermie eine ausgesprochen hyperämisierende Wirkung auf die Geschlechtsorgane ausübt und legen den Gedanken nahe, sie dort in Anwendung zu bringen, wo die Absicht besteht, eine genitale Blutung hervorzurufen. Das ist der Fall bei der Amenorrhoe.

Kowarschik und Keitler, Lindemann, Theilhaber, Turell u. a. empfehlen sie in diesem Sinn.

Büben untersuchte systematisch den Einfluß der Diathermie auf die Menstruation und konnte nachweisen, daß bei den mit Diathermie behandelten Frauen die Menses in 40,9% stärker waren, in 32,3% länger dauerten als sonst. In einer anderen Versuchsreihe zeigte sich, daß die Menses in 42,8% früher auftraten als normal. Bei Frauen, welche probeweise während der Menstruation diathermiert wurden, nahmen die Blutungen fast ausnahmslos zu und dauerten länger.

Der Einfluß der Diathermie auf die Durchblutung des Genitales veranlaßte Castano und Gomez, Rochat u. a. die Diathermie bei Sterilität zu versuchen, und zwar in jenen Fällen, wo als Ursache dieser eine ungenügende Entwicklung des Genitales angenommen werden mußte. Die genannten Autoren hofften durch die Hyperämisierung die Funktion der Ovarien anzuregen, die Geschlechtsorgane zur weiteren Entwicklung zu bringen und damit für eine Konzeption geeignet zu machen. Sie berichten über günstige Erfahrungen, die sie in verschiedenen Fällen machten.

Auch dysmenorrhische Beschwerden hat man erfolgreich mit Diathermie behandelt. Dabei kommt uns in gleicher Weise die schmerzstillende wie die krampflösende Wirkung der Wärme zugute. Büben glaubt, daß die Erfolge der Diathermie dort am besten seien, wo eine Hypoplasie des Genitales die Grundlage der Dysmenorrhoe bildet, was nach Hirsch in 60% aller Fälle zutrifft.



Abb. 107. Sog. Diathermie der Hypophysengegend.

Szenes hat bei klimakterischen Beschwerden die Diathermie der Hypophysengegend in Vorschlag gebracht. Dabei werden an die Schläfengegend beiderseits zwei kleine ovale, etwa 50 cm<sup>2</sup> große Bleiplatten angelegt und mit einer Binde befestigt (Abb. 107). Eine Stromstärke von 0,2—0,3 Ampere erzeugt eine mäßige, angenehm empfundene Wärme. Behandlungsdauer 10—20—30 Minuten. Szenes sah unter der Behandlung die Wallungen, die Hyperhidrosis, besonders aber die Kopfschmerzen in den meisten Fällen verschwinden oder sich weitgehend bessern. Die Erfolge, die ich in über 30 derart behandelten Fällen erzielen konnte, waren nicht überzeugend.

Eine interessante Mitteilung verdanken wir Liebesny, der eine röntgenkastrierte Frau, die an schweren Ausfallserscheinungen litt, in der beschriebenen Weise behandelte und nicht nur ein Verschwinden der klimakterischen Beschwerden, sondern auch den Erfolg erzielte, daß die bei der Patientin seit 5 Jahren ausgebliebene Periode wieder auftrat.

Bei funktionell neurasthenischen Klagen ist der Einfluß der Diathermie ein schwankender. Hier spielt allzu sehr die Psyche der Patientin wie die suggestive Macht des Arztes eine entscheidende Rolle. Daher berichten die einen über Erfolge, die anderen über Mißerfolge.

**Die Technik der Durchwärmung.** Bei der Amenorrhoe, Dysmenorrhoe und den funktionellen Störungen werden wir das gesamte Genitale möglichst gleichmäßig zu durchwärmen suchen, was am besten auf vaginalem Wege geschieht. Es kommt dann jene Methode der vaginalen Diathermie zur Anwendung, die wir bei der Parametritis (Adnextumoren) eingehend beschrieben haben. Nur dort, wo die Einführung einer Elektrode in die Scheide nicht möglich ist, werden wir uns mit der perkutanen Durchwärmung begnügen.

## Nachbehandlung nach Krebsoperationen.

Theilhaber hat die Diathermie auch zur Nachbehandlung nach Exstirpation von Karzinomen empfohlen, um das Auftreten von Rezidiven zu verhüten. Nach ihm ruft die Diathermie nicht nur eine Hyperämie, sondern eine „akute Entzündung“ in den durchwärmten Geweben hervor, die sich anatomisch in einer Anhäufung von Rundzellen im Bindegewebe kennzeichnet. Diese sollen einen Schutz gegen das Vordringen der Epithelzellen bilden und so die Rezidivgefahr vermindern. Theilhaber empfiehlt daher, nach der radikalen Entfernung der Krebsgeschwulst die Patientinnen einer Diathermiekur zu unterziehen und diese weiterhin wenigstens zweimal im Jahre zu wiederholen.

Diese Anschauung Theilhäbers steht im Widerspruch mit der bisher allgemein verbreiteten Ansicht, daß die Durchwärmung eines malignen Tumors und die dadurch bewirkte Hyperämisierung desselben einen Reiz auf das Wachstum der Tumorzellen ausübt und daher unter allen Umständen vermieden werden müsse. Schon Bernd hat bezüglich der Diathermie diese Ansicht geäußert und Lenz glaubte sie durch klinische Beobachtungen bestätigen zu können.

Die Angaben Theilhäbers veranlaßten Liebesny die Wirkung der Diathermie auf das Karzinomgewebe im Tierversuch nachzuprüfen. Er impfte weiße Mäuse intramuskulär mit Karzinom, diathermierte dieselben vom 6.—18. Tage nach der Impfung und fand nach Ablauf dieser Zeit bei den so behandelten Tieren ein merkliches Zurückbleiben im Wachstum der Geschwülste gegenüber denjenigen der nicht diathermierten Kontrolltiere. Die nach der Methode von Joannovics vorgenommene Wägung ließ eine Wachstumshemmung bis zu 42,6% feststellen. Mikroskopisch konnte nachgewiesen werden, daß bei den diathermierten Mäusen die Tumorzellen zum größten Teil zerfallen waren. Die karzinolytische Wirkung der Diathermie war damit auch experimentell erwiesen. Ganz ähnliche Untersuchungen machten auch Rohdenburg und Prime an Rattentumoren. Sie konnten gleichfalls als Folge der Durchwärmung eine Zellzerstörung feststellen.

Ob diese Wirkung durch die bei der Erwärmung auftretende Hyperämie oder durch die Hyperthermie als solche bedingt ist, läßt sich nicht entscheiden. Wahrscheinlich wirken beide Faktoren in gleichem Sinn. Dagegen gelang es Liebesny bei seinen Untersuchungen nicht, die Rundzelleninfiltrate festzustellen, die nach Theilhaber als die Folge einer „akuten Entzündung“ in dem diathermierten Gewebe auftreten und die nach diesem Autor eine ganz besondere Rolle bei der Wachstumshemmung der Karzinomzellen spielen sollen. Auch andere Untersuchungen, die Liebesny gemeinsam mit Kolmer an den Hoden gesunder Hunde ausführte, vermochten diesen Befund Theilhäbers nicht zu bestätigen. Nach mehrtägig wiederholter Diathermie des einen Hodens zeigte dieser wohl makroskopisch wie mikroskopisch eine deutliche Hyperämie im Vergleich zu dem Hoden der nichtbehandelten Seite, Rundzellenansammlungen, wie sie Theilhaber beschrieb, waren jedoch nicht aufzufinden.

Mag nun die hemmende Wirkung der Diathermie auf das Wachstum von Karzinomen diese oder jene Erklärung finden, jedenfalls ist die Tatsache an sich

von klinischer Bedeutung. Wenn die Diathermie auch keinesfalls als ein Heilmittel für Karzinome angesehen werden kann, so vermag sie uns doch vielleicht zur Verhütung von Rezidiven Dienste zu leisten. In diesem Sinn wird sie von Theilhaber seit Jahren warm empfohlen, welcher Empfehlung sich später auch Christoph Müller auf Grund eigener klinischer Beobachtungen anschloß. Es ist wohl möglich, daß durch die systematische Behandlung der Operationsnarben mit Diathermie das Aufgehen etwa zurückgebliebener Keime verhindert und damit ein Rezidiv verhütet werden kann. Nach Theilhaber bleiben derartig behandelte Narben noch viele Monate nach dem Aussetzen der Diathermie weich, geschmeidig und rot wie in den ersten Monaten nach der Operation, während ältere Narben nach Krebsoperationen nicht selten blaß werden und eine keloidartige Verdickung zeigen.

Die postoperative Diathermie wirkt also rezidivverhütend in gleichem Sinn wie die Röntgenbestrahlung und ist geeignet, deren Wirkung zu unterstützen.

## Geburtshilfe.

**Anzeigen.** Die blutungsanregende Wirkung der Diathermie war die Veranlassung, dieselbe auch zur Einleitung eines künstlichen Abortus zu versuchen. In den wenigen bisher mitgeteilten Fällen allerdings ohne Erfolg. Auch in der Geburtshilfe selbst hat man die Diathermie angewendet. So berichtet Henkel über einen Fall von Missed labour, bei dem die Geburt, nachdem Pituitrin vergeblich gebraucht worden war, durch die Diathermie in Gang kam. In einem zweiten Fall von Wehenschwäche war der Erfolg ein gleich guter.

Seitz und Vey haben ausgehend von der Tatsache, daß die Sekretion einer Drüse durch Hyperämie gesteigert werden kann, die Diathermie auch bei mangelhafter Milchsekretion, bei Hypogalaktie, versucht. Sie konnten die Wahrnehmung machen, daß die systematische Durchwärmung der Brust von Schwangeren nach Eintritt der Geburt den Milcheinschuß wesentlich erhöht und so das Stillen erleichtert. Bei Schwangeren, die in dieser Weise behandelt wurden, zeigte sich oft stundenlang nach der Durchwärmung ein vermehrtes Spannungsgefühl in der Brust, was wohl als Ausdruck einer länger dauernden Hyperämie anzusehen ist. Bei fortgesetzter Behandlung war eine deutliche Größenzunahme der Drüse festzustellen, die insbesondere bei infantilen Brüsten ausgesprochen war. Auch wenn die Behandlung erst nach der Geburt einsetzte, brachte sie noch Erfolg, indem die früher vermißte Milchsekretion öfters noch am 7., 8. oder 9. Wochenbetttag eintrat.

**Die Technik der Durchwärmung.** Für geburtshilfliche Zwecke, wie z. B. bei Wehenschwäche, wird sich die Durchwärmung des Uterus mittels je einer auf den Bauch und auf den Rücken aufgelegter Bleiplatte empfehlen. Zur Diathermie der weiblichen Brust verwenden Seitz und Vey Bleielektroden in der Größe von 40–50 cm<sup>2</sup>, zwischen welche sie das Organ fassen. Damit die Erwärmung eine gleichmäßige sei, müssen die Platten planparallel zueinander stehen. Um dies zu erreichen und um sich gleichzeitig die Mühe des Haltens zu ersparen, haben die genannten Autoren einen eigenen selbsttätigen Elektrodenhalter konstruiert.

## XI. Die Erkrankungen des Auges.

### Experimentelle Untersuchungen.

**Die Erwärmung des Auges durch die Diathermie.** Krückmann machte bereits im Jahre 1911 nach Versuchen an toten Tier- und Menschenaugen auf die Verwendbarkeit der Diathermie bei Erkrankungen des Auges aufmerksam, warnte jedoch mit Rücksicht auf die Verbrennungsfahrer noch vor ihrer allgemeinen Anwendung. Die ersten grundlegenden Untersuchungen über die Wirkung der Diathermie auf das lebende Auge stammen von Zahn (1912) aus der Tübinger Augenklinik. Dieser Autor diathermierte zuerst das Auge am lebenden Kaninchen,

wobei er feststellen konnte, daß sich mit der elektrischen Durchwärmung ungleich höhere Temperaturen im Konjunktivalsack und im Glaskörper erzeugen ließen als durch heiße Umschläge. Bei einer Konjunktivalsacktemperatur von  $45^{\circ}\text{C}$  scheint die obere Grenze der Toleranz erreicht zu sein, indem sich bei dieser Temperatur bereits Schädigungen der Hornhaut in Form von kleinzelligen Infiltrationen zeigen, eine Angabe, welche später auch von Krückmann und Telemann bestätigt wurde. Nach diesen Tierversuchen ging Zahn an die Diathermie des menschlichen Auges und legte vor allem die Tatsache fest, daß wiederholte Erwärmungen der Bindehaut auf  $42^{\circ}$  ohne jeden Schaden übertragen werden.

Eingehende Untersuchungen über die Erwärmung der einzelnen Augenabschnitte bei der Diathermie verdanken wir weiterhin Krückmann und Telemann (1913), welche sich zu ihren Temperaturmessungen der thermoelektrischen Methode bedienten. Sie fanden, daß bei Verwendung der Glaskammerelektrode (s. S. 182) sich die Kornea und Sklera, entsprechend ihrem höheren elektrischen Widerstand, stärker erwärmen als das Kammerwasser und der Glaskörper. Im übrigen stimmen ihre Angaben mit denen Zahns überein.

Diesen Untersuchungen reihen sich die Experimente von Qurin (1914) an, der bei der Diathermie des menschlichen Auges im Bindehautsack eine Höchsttemperatur von  $43,6^{\circ}\text{C}$  erreichen konnte. Ein Überschreiten dieser Temperatur war infolge des Hitzegeföhles, welches die Versuchspersonen empfanden, nicht möglich. Dieses Ergebnis ist insofern von Bedeutung, als es uns zeigt, daß auch bei starkem Hitzegeföh die Temperatur im Bindehautsack noch immer nicht jene Grenze ( $45^{\circ}\text{C}$ ) erreicht, welche von Zahn, Krückmann und Telemann als Schädigungsgrenze gefunden wurde.

Qurin suchte sich des weiteren Klarheit darüber zu verschaffen, in welchem Verhältnis die retrobulbär erzielte Temperatur zur Konjunktivalsacktemperatur steht. Zu diesem Zweck benutzte er Versuchspersonen, denen das eine Auge enukleiert worden und bei denen ein möglichst tiefer Konjunktivalsack zurückgeblieben war. In die Spitze des letzteren legte er ein für diesen Zweck besonders konstruiertes Thermometer, füllte dann die Augenhöhle mit einem frischen, in lauwarmen Kochsalzlösung aufbewahrten Tierauge und legte zwischen dieses und das untere Augenlid wieder ein Thermometer ein. Hierbei zeigte sich nun die interessante Tatsache, daß die Temperatur in der Orbita nicht hinter der des Konjunktivalsackes zurückblieb, sondern ihr im Gegenteil um 1—2 Grade vorauseilte. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, daß die von der Augenelektrode zur Nackenelektrode gehenden Stromlinien auf ihrem Wege durch die Augenhöhle von den knöchernen, schlecht leitenden Wänden des Orbitaltrichters nach hinten eingengt werden, wodurch ihre Dichte notwendigerweise steigt. Bereits Zahn hatte aus diesem Umstand eine besondere Tiefenwirkung von der Diathermie erwartet. Anders ist das Verhalten bei Verwendung von elektrischen Thermophoren. Hier blieb die Temperatur des retrobulbären Raumes hinter der des Bindehautsackes um 2—3 Grad Celsius zurück.

Über den Stromlinienverlauf bei der Diathermie des menschlichen Auges wurden von einzelnen Autoren sehr weitläufige und leider sehr unfruchtbare Erörterungen angestellt. Einem physikalisch so komplizierten Problem kommt man mit theoretischen Erwägungen über die Größe des Widerstandes, Reihen- oder Parallelschaltung, kapazitiver Aufladung u. dgl. nicht bei; hier entscheidet einzig und allein das Experiment.

**Der Einfluß der Diathermie auf den intraokulären Druck und das Kammerwasser.** Claussnitzer (1912) untersuchte den Einfluß der Erwärmung auf den intraokulären Druck und stellte fest, daß die Diathermie in vielen Fällen eine Drucksteigerung erzeugt, und zwar vor allem bei entzündlichen Erkrankungen des Auges wie Iritis und Iridozyklitis. Im normalen Auge dagegen bleibt diese Steigerung des Druckes aus, ja es zeigt sich eher ein Absinken desselben. So konnte Claussnitzer beispielsweise bei einer Patientin mit einer Tuberkulose des Uvealtraktes am kranken Auge den Druck von 18 mm auf 35 mm, also fast auf das Doppelte, erhöhen, während das gesunde Auge in keiner Weise beeinflußt wurde. Qurin gibt an, daß er in einem Fall von glaukomatöser Optikusatrophie eine Drucksteigerung und starke Obskurationen beobachtete.

Beobachtungen über das Verhalten des Kammerwassers bei der Diathermie verdanken wir Sattler (1912). Er fand bei Kaninchen, daß das Wasser der vorderen Kammer nach einer viertelstündigen elektrischen Durchwärmung einen viermal so großen Eiweißgehalt aufwies als nach einer halbstündigen Behandlung mit heißen Umschlägen, was als Beweis für die ungleich stärkere Hyperämie der Ziliargefäße bei der Diathermie anzusehen ist. Diese Erhöhung des Eiweißgehaltes nach der Diathermie wurde auch von Löwenstein und Kubik refraktometrisch nachgewiesen.

## **Anzeigen und Gegenanzeigen.**

**Die Erkrankungen der Konjunktiva.** Von den Erkrankungen der Konjunktiva kommen für die Diathermie in erster Linie die rheumatischen und gichtischen Formen der Bindehautentzündung in Betracht, welche erfahrungsgemäß durch Wärme günstig beeinflußt werden. Kraft und Ten Doesschate berichten über Erfolge bei drei Fällen von gonorrhöischer Konjunktivitis. Waldmann sah einen günstigen Einfluß bei Frühjahrskatarrrh und Trachom.

**Die Erkrankungen der Kornea und Sklera.** Bei den geschwürigen Erkrankungen der Hornhaut scheint die Diathermie keinen Nutzen zu bringen (Qurin, Koeppe), eher sind die parenchymatösen Hornhauterkrankungen für die elektrische Durchwärmung geeignet. Best, Maldutis, Qurin und Waldmann konnten bei diesen Erfolge beobachten, während Koeppe sich gegen die Behandlung der Keratitis parenchymatosa mit Diathermie ausspricht. Übereinstimmend dagegen sind die Angaben der verschiedenen Autoren über die günstige Wirkung der Durchwärmung bei chronisch rheumatischer Skleritis und Episkleritis.

**Die Erkrankungen der Iris und Chorioidea.** Einen guten, ja einen fast spezifischen Einfluß übt die Diathermie auf die rheumatische Iritis und Iridozyklitis (Qurin, Kowarschik, Best) und in gleich günstigem Sinn wirkt sie auf die gonorrhöische Iritis. Hingegen verhalten sichluetische und tuberkulöse Erkrankungen der Iris und der Chorioidea ziemlich refraktär. Bei septisch infektiöser Iritis sowie beim Hypopion ist die elektrische Durchwärmung kontraindiziert (Koepppe).

**Die Erkrankungen des Glaskörpers.** Die Diathermie kommt bei allen Glaskörpertrübungen in Frage. Sie erweist sich bei solchen, die durch rheumatische Iridozyklitis und Chorioiditis bedingt sind, von Nutzen, gelegentlich auch bei solchen tuberkulöser undluetischer Natur (Koepppe). Bei Blutungen in den Glaskörper, desgleichen bei Blutungen in die vordere Kammer, die Iris usw. ist die Diathermie wegen ihrer hyperämisierenden Wirkung nur mit größter Vorsicht anzuwenden. Gegenangezeigt ist sie bei jenen Erkrankungen, die das Auftreten neuer Blutungen befürchten lassen. Auf jeden Fall wird man gut tun, nach dem Eintritt einer Blutung einen Zeitraum von acht Tagen verstreichen zu lassen, ehe man eine Durchwärmung vornimmt.

**Die Erkrankungen des Nervus opticus und der Retina.** Über die Wirkung der Diathermie auf die Erkrankungen des Sehnerven ist nur sehr wenig bekannt. Qurin erzielte bei einem Patienten mit doppelseitiger Optikusatrophie infolge herdförmiger Myelitis eine bedeutende Besserung der Sehschärfe (von Fingerzählen in 5 Metern auf  $\frac{4}{24}$ ) und eine wesentliche Erweiterung des Gesichtsfeldes. Koepppe konnte bei zahlreichen Kranken mit tabischer Optikusatrophie und retrobulbärer Neuritis, die er diathermierte, eine Wirkung nicht feststellen.

**Gegenanzeigen der Diathermiebehandlung sind:**

1. Infektiös-septische Erkrankungen der Hornhaut, der Iris und Chorioidea sowie die entsprechenden Erkrankungen des Glaskörpers. Weiterhin alle eitrigen Prozesse des Orbitalgewebes, vor allem auch drohende Panophthalmie.

2. Frische Blutungen und Erkrankungen, die zur Blutung neigen.

3. Glaukom.

4. Exophthalmus bei Morbus Basedowi.

## Die Technik der Augendiathermie.

Die Erwärmung des Auges wird in der Weise vorgenommen, daß man eine aktive Elektrode auf das Auge selbst, eine zweite inaktive Elektrode auf eine entfernte Körperstelle, am zweckmäßigsten auf den Nacken aufsetzt, damit die von der ersten Elektrode ausgehenden Stromlinien möglichst der Länge nach durch die Orbita ziehen. Die Augenelektrode wird entweder auf die geschlossenen Lider oder auf das geöffnete Auge aufgesetzt. In letzterem Fall verwendet man eine sog. Glaskammerelektrode. Man kann demnach eine Diathermie bei geschlossenen und eine solche bei offenen Lidern unterscheiden.

**Die Diathermie bei geschlossenen Lidern** führe ich in folgender Weise aus. Auf das Auge kommt eine der Größe des Orbitaleinganges

entsprechende vielfache Lage von hydrophiler Gaze oder Watte, die, um ihren Widerstand und damit ihre Erwärmung möglichst gering zu machen, mit konzentrierter Kochsalzlösung durchtränkt wird. Auf diese feuchte



Abb. 108. Diathermie des Auges.



Abb. 109. Elektrodenhalter von Qurin.

Unterlage legt man

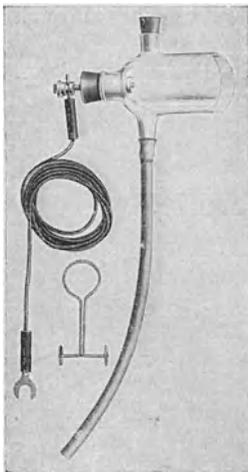


Abb. 110. Augenelektrode von Bucky.

eine etwas kleinere oval geschnittene Bleiplatte mittels Binden am Kopf (Abb. 108). Die inaktive Elektrode besteht aus einer Bleiplatte (100 cm<sup>2</sup>), die man im Nacken möglichst hoch an der Haargrenze befestigt. Qurin hat einen Elektrodenhalter angegeben, der das Halten der Elektroden durch besondere Bügel besorgt (Abb. 109).

Die anzuwendende Stromstärke schwankt je nach der Größe der Augenelektrode zwischen 200—500 Milliampere. Zur Regulierung dieser kleinen Ströme bedient man sich zweckmäßig eines Spannungsteilers (s. S. 30).

Der Umstand, daß sich bei geschlossenen Lidern die Haut stärker erwärmt als die unter ihr liegende Hornhaut, erscheint mir als kein besonderer Nachteil, im Gegenteil, ich erblicke darin eine Sicherung für das Auge.

**Die Diathermie bei offenen Lidern.** Hierbei verwendet man die von Bucky angegebene Glaskammer-elektrode (Abb. 110). Diese setzt man, nachdem man ihren freien Rand mit Vaseline

eingefettet hat, zunächst auf das geschlossene Auge auf und läßt sie von dem Patienten halten. Dann wird die Kammer mittels Irrigator von unten oder einer Undine von oben mit einer etwa 30° C warmen Kochsalzlösung gefüllt. Ist das geschehen, so öffnet der Patient das Auge wieder. Die mit der Buckyschen Augenelektrode anwendbare Stromstärke beträgt 200—400 Milliampere.

## XII. Die Erkrankungen des Ohres.

**Anzeigen.** Im Gegensatz zu den zahlreichen Untersuchungen über die Diathermie des Auges sind die Arbeiten, welche sich mit der Diathermie des Ohres beschäftigen, recht spärlich. Nach unseren Erfahrungen auf anderen Gebieten dürfte die Diathermie vor allem bei subakuten und chronischen Entzündungen des Mittelohres angezeigt sein. In diesem Sinn empfehlen sie z. B. Leroux, Bo und Rubley. Nach letzteren ist die Diathermie dann am Platz, wenn nach spontaner Perforation oder nach Parazentese für einen guten Abfluß des Eiters gesorgt ist. Die Behandlung verwandelt die eitrige Sekretion bald in eine schleimige und bringt sie weiterhin zum Verschwinden. In chronischen Fällen kommt es bisweilen nach den ersten Sitzungen zu einer vorübergehenden Vermehrung des Ausflusses. Rubley sah in 60 Fällen von Otitis media, die er diathermisch behandelte, nie ein Übergreifen des Entzündungsprozesses auf den Warzenfortsatz.

Ob die Diathermie bei der Otosklerose irgendwelche Aussichten auf Erfolg hat, ist durchaus zweifelhaft. Während Hamm solche Erfolge gesehen haben will, wird von Mendel die Anwendung der Diathermie bei dieser Erkrankung für erfolglos, von Gerlach unter Umständen selbst für schädlich gehalten. Ich selbst habe die Diathermie bei verschiedenen subjektiven Ohrgeräuschen, die keiner anderen Behandlung weichen wollten, mit Erfolg angewendet.

Über den Nystagmus, ausgelöst durch Diathermie des Ohres, stellte Rubo interessante Untersuchungen an. Die Technik bestand in der Einführung einer Elektrode in den äußeren Gehörgang, während die zweite Elektrode in der Hand gehalten wurde. Dabei beobachtet man bei sonst Gesunden einen Nystagmus mit Andeutung von Rotation nach der erregten Seite. Ist die Erregung eine doppelseitige, indem man in jeden Gehörgang eine Elektrode einführt und den Strom quer durch den Schädel leitet, dann zeigt sich eine Abhängigkeit von der Kopfhaltung insoferne, als der Nystagmus nach der Seite der Kopfwendung erfolgt. Bei akuter und chronischer Otitis media und externa, bei Polypenbildung lassen sich deutliche Unterschiede zwischen dem kalorischen und diathermischen Nystagmus feststellen. Während der diathermische Nystagmus bei Gesunden wie bei Kranken gleich rasch erscheint, ist der kalorische bei der erwähnten Erkrankung verzögert, da die Wärmeleitung durch den Eiter, die Granulationen oder sonstige Verhältnisse behindert wird.

**Die Technik der Ohrdiathermie.** Die elektrische Durchwärmung des Ohres kann man nach dem Vorschlag Mendels, wie folgt, ausführen. Der Gehörgang wird bis zum Trommelfell austamponiert mit einem in Kochsalzlösung getränkten Wattestreifen, der sich in eine die Ohrmuschel und ihre Krypten ausfüllende feuchte Wattelage fortsetzt. Auf diese kommt eine kleine ovale Bleiplatte zu liegen, während eine zweite größere Bleiplatte als inaktive Elektrode der Wange

der anderen Seite aufgesetzt wird. Beide Elektroden werden mittels Binden am Kopf befestigt. Die von der Ohrelektrode ausgehenden Stromlinien ziehen eingeschleitet von den knöchernen Wänden des äußeren Gehörganges durch den Tampon direkt gegen das mittlere und innere Ohr. Die Stromstärke beträgt bei dieser Anordnung 150 bis 200 Milliampere.

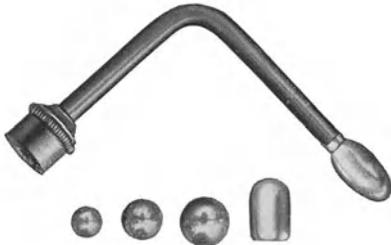


Abb. 111. Ohrelektroden von Bucky.

Nach Bucky kann man die Durchwärmung des mittleren und inneren Ohres auch in folgender Weise machen. Man verwendet eine der von ihm angegebenen Ohrelektroden. Es sind dies kugel-, eiförmige oder auch mehr zylindrische Metallkörper, die mit Hilfe eines rechtwinkelig gebogenen

Zwischenstückes an einem Elektrodenhalter befestigt werden (Abb. 111). An diesem hält der Patient die Elektrode während der Behandlung, wobei er das metallische Ansatzstück in die Öffnung des äußeren Gehörganges drückt. Als zweite Elektrode verwendet Bucky eine kleine Metallscheibe, die er am Hals, und zwar an jener Stelle anlegt, wo die Karotis den vorderen Rand des Musculus sternocleidomastoideus kreuzt. Er tut dies in der Annahme, daß die von der Ohrelektrode ausgehenden Stromlinien zunächst in das mittlere Ohr ziehen und von da im rechten Winkel nach abwärts (?) entlang der Karotis verlaufen.

### XIII. Die Erkrankungen der Haut.

**Anzeigen.** Wir haben schon früher (s. S. 147) ausführlich davon gesprochen, welch hervorragend günstige Wirkung die Diathermie bei Erfrierungen der Haut, seien es einfache Gefäßparesen, seien es Frostbeulen oder auch Geschwürsprozesse, entfaltet. Durch die Besserung der Zirkulation, durch die Hebung des lokalen Stoffwechsels, welche die Durchwärmung zur Folge hat, werden derartige Zustände rasch gebessert und geheilt.

Diese Erfolge ermutigen dazu, auch andere Erkrankungen der Haut, die vorwiegend auf lokalen Zirkulations- und Ernährungsstörungen beruhen, diathermisch zu behandeln. Hierher gehört in erster Linie das Ulcus cruris varicosum. Auch bei diesem ist es die venöse Stauung und die dadurch bedingte Unterernährung der Haut, die einerseits die Grundlage für die Geschwürsbildung abgibt, andererseits die Heilung eines bereits bestehenden Geschwürs verhindert. Hier bietet sich uns in der Diathermie ein ausgezeichnetes Hilfsmittel. Ihre ausgesprochene hyperämisierende Wirkung regt die Granulation der Wundfläche und ihre Epithelisierung in bedeutendem Maße an. Die klinischen Beobachtungen von Grunspan, Bordier, Vignal u. a. beweisen dies in überzeugender Form.

Neben den varikösen Geschwüren werden von Bordier auch Röntgenulzerationen, besonders solche, welche bereits längere Zeit bestehen,

ohne eine Neigung zur Heilung zu zeigen, für die Diathermiebehandlung empfohlen. Die geringe Heilungstendenz derartiger Geschwüre wird von Bordier auf die Schädigung der Hautgefäße infolge der Röntgenstrahlen zurückgeführt und dieser Autor erblickt in der Zirkulationsförderung durch die Diathermie das wirksamste Mittel dagegen. Eine Reihe von Fällen, deren ausführliche Krankengeschichten er mitteilt, scheinen dies zu bestätigen.

Nobel und Glassberg machen besonders auf die schmerzstillende Wirkung aufmerksam, welche die Hochfrequenzströme auf Röntgenkeratome und exulzerierte Röntgenkarzinome ausüben. Es gelang ihnen, die äußerst qualvollen Schmerzen solcher Kranken durch lang fortgesetzte Behandlung zu beseitigen und es zeigte sich, daß dieser Erfolg nicht nur ein vorübergehender war, sondern monatelang anhielt. Die gleichen Autoren suchten ferner bei atrophisierenden Erkrankungen der Haut wie bei der Acrodermatitis atrophicans durch die Diathermie den Ernährungszustand der Haut zu bessern, was ihnen in der Tat gelang. Sie konnten bei nicht zu weit vorgeschrittener Atrophie eine Erholung der geschädigten Hautpartie, der Gefäße, des Epithels, der Papillarkörper und der Cutis propria klinisch und histologisch feststellen. Diese Erfolge veranlaßten Nobel und Glassberg weiterhin, einen Versuch mit der Diathermie bei Sklerodermie zu machen. In der Erwägung, daß viele dieser Fälle mit einer Hypofunktion der Schilddrüse einhergehen, die in einer Verminderung des Grundumsatzes zum Ausdruck kommt, machten sie dieses Organ zum Angriffspunkt der Therapie. Systematische Durchwärmungen der Schilddrüse mit schwachen Strömen von längerer Dauer ergaben nicht nur eine subjektive Linderung der Beschwerden, sondern ließen auch eine deutliche objektive Besserung des Hautverhaltens erkennen. Auch Babonneix sah im Falle einer progressiven Sklerodermie bei einem Kind einen schönen Erfolg von der Durchwärmung.

Theilhaber und Lindemann haben ferner auf die günstige Wirkung aufmerksam gemacht, welche die Diathermie auf Hautnarben ausübt. So werden z. B. Operationsnarben, die mit dem darunter liegenden Gewebe fest verlötet sind, sehr bald weicher, zarter und beweglicher. Die Infiltrationen, welche solche Narben aufweisen, verschwinden rasch und gleichzeitig damit auch die Schmerzen, welche teils durch die Infiltration, teils durch die Adhäsion mit der Umgebung bedingt werden. Ich selbst hatte Gelegenheit, die günstige Wirkung der Diathermie auf Narbenkeloide zu beobachten, die unter der Durchwärmung meist rasch weicher und flacher werden. A. E. Stein u. a. empfehlen die Hochfrequenzwärme zur Behandlung von Hautschädigungen, wie sie durch paravenöse, d. h. mißglückte Salvarsaneinspritzungen zustande kommen.

**Die Technik der Durchwärmung.** Die Durchwärmung einer erkrankten Hautpartie kann technisch in zweifacher Art ausgeführt werden. Einmal so, daß man auf die betreffende Hautstelle eine kleinere aktive Elektrode auflegt und ihr womöglich parallel und direkt gegenüber eine zweite größere Elektrode anbringt, so daß die Stromlinien die Haut senkrecht durchsetzen. Als aktive Elektrode verwendet man in diesem Fall am

besten ein entsprechend großes Stanniolblatt, das man früher, wenn nötig, durch Auskochen oder Einlegen in Alkohol sterilisiert hat. Als zweite Elektrode dient eine größere Bleiplatte.

Dort, wo man es vermeiden will, eine Elektrode unmittelbar auf die erkrankte Hautstelle, weil diese vielleicht geschwürig zerfallen ist, aufzulegen, kann man die Haut auch der Länge nach durchwärmen. So kann man ein Unterschenkelgeschwür z. B. in der Weise behandeln, daß man den Fuß auf eine Bleiplatte stellen läßt und eine zweite Platte auf die Streckseite des Oberschenkels auflegt. Es wird so bei einer Stromstärke von 0,5—0,7 Ampere der distale Teil des Unterschenkels, an dem ja gewöhnlich das Geschwür sitzt, infolge seines kleinen Querschnittes hinreichend durchwärmt.

#### Anhang.

### XIV. Die Kombination von Diathermie und Röntgenbestrahlung.

**Experimentelle Untersuchungen.** Bernd machte bereits in einer seiner ersten Veröffentlichungen auf die Möglichkeit aufmerksam, das Gewebe maligner Tumoren durch elektrische Schwingungen für Röntgenstrahlen zu sensibilisieren. Er berichtet über zwei Tumoren, die von ihm diathermiert und im Anschluß daran von G. Schwarz bestrahlt worden waren, bei denen es den Anschein hatte, als ob ihre Rückbildung durch die vorausgegangene Diathermie beschleunigt worden wäre. Bernds Vorschlag wurde später von H. E. Schmidt wiederholt und von Christoph Müller klinisch geprüft. Dieser konnte bei verschiedenen malignen Neubildungen, die sich der Röntgenstrahlung gegenüber als refraktär erwiesen, ein Kleinerwerden erzielen.

Im Anschluß an diese Beobachtungen stellten Fr. Bering und H. Mayer eine Reihe von experimentellen Untersuchungen an, welche das Ziel verfolgten, die sensibilisierende Wirkung der Diathermie für Röntgenstrahlen objektiv nachzuweisen. Sie machten ihre Experimente an Kaninchenhoden, und zwar derart, daß sie nur einen der beiden Hoden diathermierten, um dann beide mit der gleichen Röntgendosis zu bestrahlen. Sie hatten so an dem zweiten, nicht durchwärmten Testikel ein Vergleichsobjekt, das gestattete, den Einfluß der Diathermie auf der anderen Seite zu beurteilen. Es zeigte sich nun in der Tat der diathermierte Hoden radiosensibler, indem die an ihm nachweisbare Röntgendegeneration stets stärker ausgebildet war als an dem nicht durchwärmten Hoden. Es zeigte sich weiter, daß der Unterschied in der beiderseitigen Wirkung bei großen Strahlenquantitäten nicht so augenfällig war wie bei der Anwendung von kleinen Mengen. Bei einer Dosis von 9—10 x, bei welcher das Zerstörungswerk schon ein ziemlich ausgiebiges ist, ist immerhin auf der durchwärmten Seite die Schädigung noch etwas umfangreicher. Weitaus offenkundiger ist jedoch der Unterschied, wenn man nur eine kleine Strahlenmenge,

etwa 2 x, anwendet. Hierbei zeigen sich an dem nicht diathermierten Hoden noch keine histologisch nachweisbaren Veränderungen, an dem diathermierten dagegen sind dieselben bereits deutlich ausgesprochen. Es wird also durch die Diathermie die elektive Wirkung der Röntgenstrahlen erweitert.

Auch von Lenz wurde an der II. Medizinischen Klinik der Charité in Berlin die kombinierte Wirkung der Diathermie und Röntgenbestrahlung experimentell studiert. Lenz konnte gleichfalls den sensibilisierenden Einfluß der Diathermie bestätigen. An einem faustgroßen, subkutan gelegenen Mammakarzinom (Rezidiv), dessen eine Hälfte er diathermierte und das er in unmittelbarem Anschluß daran in seiner ganzen Ausdehnung einer Röntgenerythendosis aussetzte, konnte er nach 14 Tagen an der diathermierten Tumorthälfte eine deutliche Verminderung des Volumens und eine Abnahme der Konsistenz nachweisen gegenüber der mit Röntgenstrahlen allein behandelten Hälfte.

**Worauf beruht die sensibilisierende Wirkung der Diathermie?** Bering und Mayer sind der Ansicht, daß für die durch ihre Versuche nachgewiesene Radiosensibilisierung in erster Linie die durch die Diathermie veranlaßte Hyperämie ursächlich in Betracht kommt, nachdem von H. E. Schmidt, G. Schwarz u. a. nachgewiesen worden ist, daß die erhöhte Blutfülle eines Organes dessen Röntgenempfindlichkeit wesentlich steigert. Umgekehrt ist ja auch bekannt, daß Anämie des Gewebes, sei sie durch Kompression erzeugt (G. Schwarz) oder durch Adrenalin (Reicher und Lenz), die Sensibilität desselben für Röntgenstrahlen herabsetzt. Christoph Müller, der in einer größeren klinischen Versuchsreihe den praktischen Wert der Kombination von Diathermie und Röntgentherapie erprobt hat, spricht dagegen die Meinung aus, daß neben der Hyperämie noch andere, bis jetzt unbekanntere Faktoren für die Sensibilisierung maßgebend seien.

Ein aktivierender Einfluß der Diathermie läßt sich nach den Erfahrungen von Lenz, die auch durch die Versuche von Bering und Mayer bekräftigt werden, nur dann beobachten, wenn die Durchwärmung der Röntgenbestrahlung unmittelbar vorausgeht; die umgekehrte Reihenfolge, bei der der Tumor zuerst bestrahlt und dann durchwärmt wird, scheint keinen Erfolg zu haben.

**Die Anzeigen für die Kombination von Diathermie und Röntgenbestrahlung.** Der Wert der Diathermie als Sensibilisator für Röntgenstrahlen ist ein doppelter. Einerseits sind wir dadurch in die Lage versetzt, Neubildungen, die sich „röntgenrefraktär“ verhalten, dem Einfluß der Strahlung zugänglich zu machen, andererseits — und das ist vielleicht noch wichtiger — haben wir in dem Verfahren auch ein Mittel, unter der Haut liegende Neubildungen zu sensibilisieren und auf Grund dessen durch eine Röntgendosis zu zerstören, welche die Haut selbst noch nicht schädigt. Dies erscheint im ersten Moment vielleicht nicht ganz verständlich, weil es die Voraussetzung in sich schließt, daß die Haut selbst nicht mitsensibilisiert wird, eine Diathermie des Tumors aber ohne eine Diathermie der Haut nicht leicht ausführbar ist. In welcher Weise sich dieses Problem technisch lösen läßt, wird weiter unten ausgeführt werden.

Die Kombination von Diathermie und Röntgentherapie eröffnet aber noch eine weitere Perspektive, nämlich, diese beiden therapeutischen Mittel nicht nur dort zu kombinieren, wo es sich um eine Gewebszerstörung handelt, sondern ihren gleichgerichteten Effekt auch dort auszunützen, wo erfahrungsgemäß schon die Diathermie oder die Röntgentherapie für sich allein einen guten Erfolg erzielt. Dahin zählen nach Lenz: tuberkulöse Peritonitis, tuberkulöse Lymphome, Arthritis tuberculosa, die chronische Polyarthritis und schwere Neuralgien.

**Die Technik der kombinierten Durchwärmung und Bestrahlung.** Um bei Tumoren, welche unter der Haut liegen, die letztere nicht mit zu sensibilisieren, haben Christoph Müller und Lenz folgende Verfahren angegeben.

Die Elektroden werden so angelegt, daß die von ihnen bedeckten Hautstellen außerhalb des Röntgenstrahlenkegels zu liegen kommen, es steht daher die Richtung des Diathermiestromes senkrecht auf der Richtung der nachfolgenden Röntgenstrahlen. Die von den Elektroden berührten und daher hypersensiblen Hautteile werden überdies durch Bleiplatten während der Bestrahlung abgedeckt. Man kann auch nach dem Vorschlage von Reicher und Lenz versuchen, sie durch eine Adrenalininjektion zu desensibilisieren. Die Erhitzung soll eine möglichst ausgiebige sein, jedoch die Schädigungsgrenze für das Gewebe nicht erreichen.

Keating - Hart diathermiert und röntgenisiert gleichzeitig, indem er zur Durchwärmung dünne Aluminiumelektroden verwendet, die er der Haut unter gleichzeitiger Kompression aufsetzt. Die Aluminiumplatten sind mit Eisbeutel bedeckt, welche die Aufgabe haben, die Erwärmung und die Sensibilisierung der Haut zu verhindern. Durch Eisbeutel und Elektrode hindurch wird bestrahlt. Keating - Hart bezeichnet seine Methode als Thermoradiotherapie.

## Sechster Teil.

# Die chirurgische Diathermie und ihre Anzeigen.

## I. Allgemeines über die chirurgische Diathermie.

### Der Begriff der chirurgischen Diathermie.

Die Aufgabe der chirurgischen Diathermie ist es, gewisse pathologische Gebilde durch Hitze zu zerstören. Während wir bei den konservativen Methoden der Diathermie die Wärme als einen vitalen Reiz verwenden, der bestimmte physiologische Reaktionen mit therapeutischen Endwerten auszulösen imstande ist und uns dabei hüten, eine dauernde Schädigung des durchströmten Gewebes zu verursachen, ist es bei der chirurgischen Diathermie gerade das letztere, was wir anstreben: eine Zerstörung, eine Koagulation, eine Verkochung des Gewebes. Man

hat diese Form der Anwendung als Elektrokoagulation oder auch als Elektrokaustik (Werner) bezeichnet. Die Elektrokaustik ist ihrer Wirkung nach einer Verbrennung dritten Grades gleichzuhalten, die man mit Hilfe eines Diathermiestromes in therapeutischer Absicht setzt. Man erreicht dieses Ziel einfach in der Weise, daß man bei Benützung kleiner Elektroden eine verhältnismäßig große Stromstärke anwendet. Die Stromdichte, die durch das Verhältnis von Stromstärke zum Querschnitt der Elektrode gegeben ist, wird dadurch so groß, daß das mit der Elektrode in Berührung befindliche Gewebe in wenigen Sekunden koaguliert und zerstört wird.

So wie für die medizinische sind auch für die chirurgische Diathermie stets zwei Elektroden erforderlich, die auf den Körper aufgelegt werden, denn nur in einem geschlossenen Kreis kann ein Diathermiestrom fließen und thermische Wirkungen erzeugen. Von den zwei verwendeten Elektroden ist aber in der Regel nur die eine wirksam oder aktiv, das soll heißen für die Koagulation bestimmt, die andere ist thermisch unwirksam oder inaktiv und hat einzig und allein den Zweck, den Stromkreis durch den Körper zu schließen. Die zur Koagulation dienende Elektrode wollen wir kurzweg als Operationselektrode bezeichnen. Ihre Oberfläche, mit der sie in Kontakt mit dem Körper tritt, ist im Verhältnis zur Oberfläche der anderen Elektrode so außerordentlich klein, daß unter ihr sehr leicht die zur Verbrennung notwendige Konzentration der Stromlinien erreicht wird.

Da die Operationselektrode stets aus Metall ist und infolgedessen auch einen sehr geringen elektrischen Widerstand besitzt, erwärmt sie sich während des Stromdurchganges gar nicht, sie bleibt kalt. Das ist die Veranlassung, sie als „kalten Kauter“ zu bezeichnen, im Gegensatz zum Glüh- oder Thermokauter. Diese Bezeichnung wäre, wenn sie auch etwas paradox klingt, immerhin zulässig, weil man mit einem Instrument, trotzdem es kalt ist, kaustische Wirkungen erzielt. Unzulässig aber ist es, den Vorgang der Operation, die Elektrokaustik selbst, als „kalte Kaustik“ zu bezeichnen. Eine Kaustik ist, ob sie mit diesem oder jenem Instrument erzeugt wird, auf jeden Fall eine Verbrennung, und diese kalt zu nennen, ist natürlich ein glatter Unsinn.

## Die Elektroden und Apparate für die chirurgische Diathermie.

Die Zahl der Elektroden, welche zur Koagulation empfohlen wurden, ist ungeheuer groß. Hier hat sich der Erfindungsgeist der verschiedenen Autoren in besonders reger Weise betätigt, und wenn wir die Preislisten der in- und ausländischen Firmen durchsehen, so finden wir die aller- verschiedensten mehr oder weniger zweckmäßigen Konstruktionen. Sie alle lassen sich leicht auf die nachstehenden Typen zurückführen.

1. Nadelförmige Elektroden (Abb. 112). Sie werden dort verwendet, wo es sich um feinste, punktförmige Koagulationen handelt (Epilation, Epheliden, Teleangiektasien). Die Nadeln sind entweder

gerade oder winkelig abgebogen. Für manche Zwecke eignen sich geknöpft Nadeln. Diese bilden den Übergang zu den

2. kugelförmigen oder halbkugelförmigen Elektroden (Abb. 112). Sie sind eine sehr zweckmäßige Elektrodenform, weil man bei ihrer Verwendung schon das erste Einsetzen der Koagulation und das kreisförmige Fortschreiten derselben leicht beobachten kann. Sie

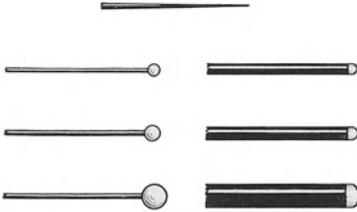


Abb. 112. Nadelförmige, kugelige und halbkugelige Elektroden.

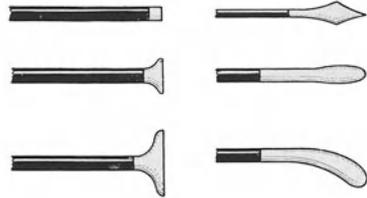


Abb. 113. Scheiben-, lanzett- und messerförmige Elektroden.

eignen sich zur Behandlung von Warzen, kleinen Naevis, Lupusknötchen und vielen anderen Dingen.

3. Scheibenförmige Elektroden (Abb. 113). Es sind vernickelte Metallscheibchen, deren Durchmesser bei den kleinen nur ein oder wenigen Millimetern, bei den größeren von ihnen 10 Millimeter und darüber beträgt. Letztere werden zur Behandlung von Hämorrhoiden, Karzinomen und größeren pathologischen Neubildungen verwendet.



Abb. 114.  
Elektrode von  
Cumberbatch.

4. Lanzett- oder messerförmige Elektroden (Abb. 113). Sie gestatten eine sehr vielseitige Anwendung. Mit ihrer Spitze lassen sich punktförmige Koagulationen ausführen, mit der Schneide schnittförmige, gewebstrennende Wirkungen erzielen (Abtragung von gestielten Papillomen, Appendix, Adhäsionen), und schließlich kann man mit ihrer Breitseite auch mehr flächenhafte Verschorfungen setzen. Für gewisse Zwecke kann man die Spitze der Lanzette auch in das Gewebe selbst einstechen, um so die im Zentrum einer Warze, eines Papilloms befindlichen Gefäßschlingen zu zerstören.

5. Die multiple Spitzenelektrode von Cumberbatch (Abb. 114) stellt eine Kombination von Nadel- und Plattenelektrode dar. Sie trägt auf einer kleinen Metallscheibe eine Anzahl von Spitzen, welche in das Gewebe eingestochen werden, um dadurch den Tiefgang der Koagulation zu vergrößern. Eine besondere Elektrodenform ist

6. die Schlingenelektrode (anse diathermique) von Bordier (Abb. 115). Sie ist der galvanokaustischen Schlinge nachgebildet und zur Abtragung gestielter Geschwülste besonders in der Nasen-Rachenhöhle bestimmt. Der Metalldraht dieser Elektrode, der in einer isolierenden

Führung läuft und mit dem einen Pol des Apparates in Verbindung steht, wird um den Stiel der Geschwulst herumgelegt und dann unter

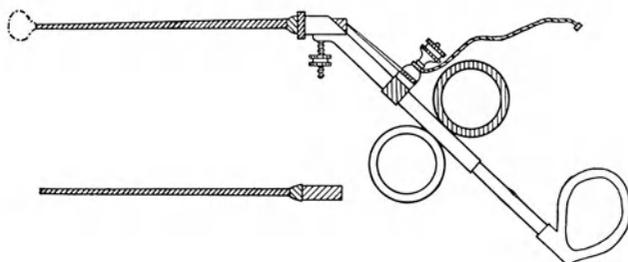


Abb. 115. Schlingenelektrode (anse diathermique) von Bordier.

Einschaltung des Stromes leicht angezogen, wobei er das Gewebe durchdringt und eine koagulierte, nicht blutende Schnittfläche erzeugt.

Die unter 1.—5. angeführten Elektroden werden an einem Elektroden-

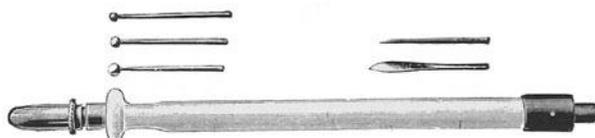


Abb. 116. Elektrodenhalter mit Ansätzen (Sanitas).

halter aus Glas oder Hartgummi (Abb. 116) durch Einschrauben oder Einstecken befestigt. Dieser Halter soll genügend lang sein, damit er bequem und sicher gehalten werden kann. Für Operationen in Höhlen

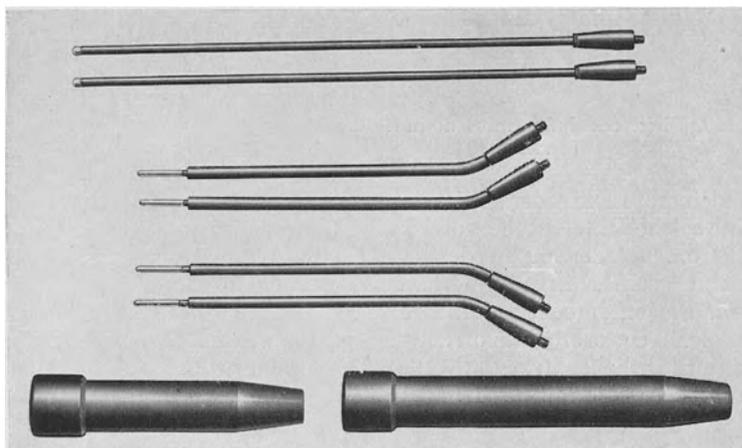


Abb. 117. Elektroden zur Operation in Körperhöhlen.

(Nase, Rachen, Kehlkopf, Vagina oder Rektum) ist es nötig, die Elektroden an einem längeren, entweder geradem oder gebogenen Zwischenstück oder Stiel (Abb. 117) anzubringen. Dieser muß gut isoliert sein,

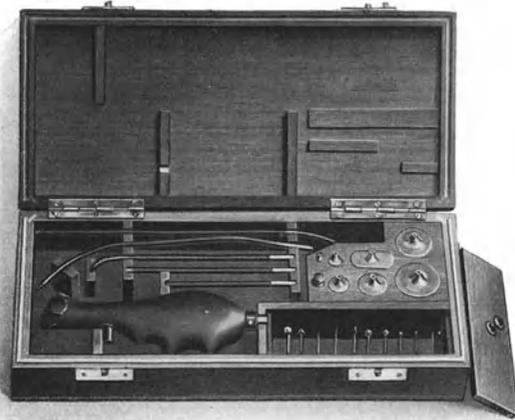


Abb. 118. Elektroden in Form eines Besteckes.

damit beim Einführen der Elektrode nicht ein zufälliger Kontakt zwischen Stiel und Schleimhaut eine Verbrennung an unerwünschter Stelle erzeugt. Recht zweckmäßig ist es, verschiedene Elektroden, wie sie zur Koagulation

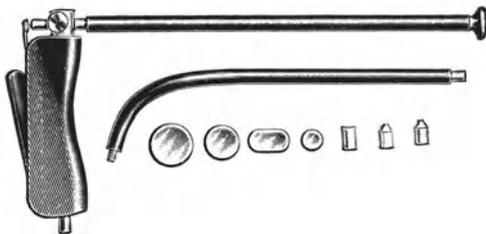


Abb. 119. Elektrodenhalter mit Handunterbrecher (Sanitas).

Verwendung finden, in Form eines chirurgischen Besteckes zu vereinigen (Abb. 118).

Bisweilen werden die Elektrodenhalter auch mit einer Unterbrechervorrichtung versehen, die es gestattet, mit der gleichen Hand, welche die Elektrode hält, den Strom aus- bzw. einzuschalten (Abb. 119).

Für kleinere Elektroden, wie sie z. B. kosmetischen Zwecken dienen, ist eine solche Unterbrechervorrichtung überflüssig, da die Unterbrechung des Stromes jederzeit in der einfachsten Weise durch Abheben der Elektrode vom Körper bewerkstelligt werden kann. Für große Elektroden, die entsprechend größere Stromstärken erfordern, ist dagegen eine solche Unterbrechervorrichtung recht zweckmäßig, wie wir später noch ausführlicher (siehe S. 196) begründen wollen. An Stelle der Unterbrecher, die mit der Hand bedient werden, verwendet man häufig auch solche, welche mit dem Fuß betätigt werden (Abb. 120).

Neben der Operationselektrode wird zur Ausführung einer chirurgischen Diathermie auf jeden Fall eine inaktive Elektrode benötigt.

Als solche dient in der Regel eine größere Bleiplatte, die an den zweiten Pol des Apparates angeschlossen wird.

Die Apparate, wie sie für die Durchwärmung gebraucht werden, sind so gut wie alle auch für chirurgische Zwecke verwertbar. Ihre Leistung ist hinreichend, um auch größere Tumoren zu verkochen, wozu nicht selten eine Stromstärke von 1—2 Ampere erforderlich ist. Für kleinere chirurgische Eingriffe, wie sie die Beseitigung von Warzen, Lupusknötchen, Blasenpapillomen u. dgl. darstellen, werden von manchen Fabriken eigene kleine Apparate erzeugt (siehe den Abschnitt S. 31). Viele dieser haben leider eine recht primitive Funkenstrecke, die neben den Hochfrequenzschwingungen auch niederfrequente Impulse zustande

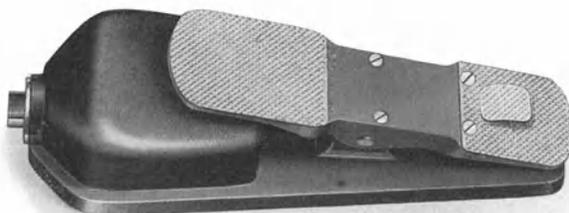


Abb. 120. Fußunterbrecher.

kommen läßt, die bei der Koagulation ein in hohem Grade unangenehmes faradisches Gefühl erzeugen und so den an sich wenig schmerzhaften Eingriff sehr schmerzvoll gestalten können. Ich konnte wiederholt feststellen, daß das ablehnende Urteil, zu dem manche Kollegen der Elektrokoagulation gegenüber kamen, auf die Verwendung solcher minderwertiger Apparate zurückzuführen war.

Um den Strom in feiner Weise dosieren zu können, wie das bei manchen kosmetischen Operationen nötig ist, empfiehlt sich die Verwendung eines Feinregulators (siehe S. 30). Sturm hat für allerfeinste Koagulationen, wie sie z. B. die Verkochung einer Zahnpulpa oder die Kaustik eines Kornealgeschwürs darstellt, die Benützung eines Drehkondensators vorgeschlagen, wie er in der Radiotechnik allgemein zur Abstimmung gebräuchlich ist. Er wird zwischen den einen Pol und die Operationselektrode in Serie geschaltet und gestattet nicht nur eine allerfeinste Abstufung der Stromstärke, sondern ist gleichzeitig auch das beste Mittel, um niederfrequente Impulse abzuhalten und so das schmerzhaft Faradisationsgefühl auszuschalten.

## Die Technik der chirurgischen Diathermie.

**Die Vorbereitungen zur Operation.** Das erste ist die Wahl einer geeigneten Elektrode. Entscheidend hierfür ist die Art und die Größe des zu zerstörenden Gebildes. Je größer dieses, desto größer muß die metallische Kontaktfläche der Elektrode sein. Es ist dringend zu raten, ehe man an eine Operation am Lebenden herangeht, sich zunächst durch

Versuche an einem Stück rohen Fleisches darüber zu unterrichten, wie die Koagulation bei Verwendung verschiedener Elektroden ausfällt. So wird man am leichtesten erlernen, die für den jeweiligen Fall geeignetste Elektrode zu wählen. Ist das geschehen, so schließt man diese Elektrode an den einen Pol des Apparates an, während man eine große Bleiplatte als inaktive Elektrode mit dem zweiten Pol verbindet. Bei größeren Operationen wie der Zerstörung eines Karzinoms oder der Entfernung von Hämorrhoiden, wobei der Kranke gewöhnlich auf einem Operationstisch liegt, ist es am besten, die Platte unter das Gesäß oder den Rücken zu legen. Findet die Operation in Narkose statt, ist der Kranke also bewußtlos, dann wähle man eine möglichst große Platte, achte sorgfältig auf ein gutes Anliegen derselben, desgleichen auf den sicheren Sitz der Kabelklemme, damit man nicht etwa nach Beendigung der Operation die Überraschung erlebt, daß die Haut unter der Elektrode verbrannt wurde. Bei kleineren Eingriffen, die in sitzender Stellung vorgenommen werden, also bei den meisten kosmetischen Operationen, ist es einfacher, die Bleiplatte, die als inaktive Elektrode dient, um den Vorderarm mit einer Binde zu befestigen. Bisweilen genügt es auch, wenn der Kranke eine zylindrische Metallelektrode in der Hand hält.

Was die Asepsis der Elektroden betrifft, so kommt eine solche nur für die Operationselektrode in Betracht, doch braucht dieselbe keine so strenge und sorgfältige zu sein, wie sie sonst für jedes chirurgische Instrument, das mit einer Wunde in Berührung kommt, Bedingung ist. Wohl wird man auch alle der Elektrokaustik dienenden Elektroden peinlich sauber, wenn möglich aseptisch halten, doch ist eine Infektion mit diesen Instrumenten kaum zu befürchten, da das von ihnen berührte Gewebe unter der Stromeinwirkung alsbald verkocht, also selbst sterilisiert wird, wodurch etwaige Infektionserreger mitvernichtet werden.

Eine Anästhesie, sei es eine allgemeine oder lokale, wird in allen jenen Fällen notwendig sein, wo es sich um die Verkochung größerer Tumoren, größerer Haut- oder Schleimhautflächen handelt. Jede Kaustik ist ja eine Verbrennung und jede ausgedehntere Verbrennung ist naturgemäß schmerzhaft, besonders im Augenblick ihrer Entstehung. Über die Art der Anästhesie, die im einzelnen Fall zur Anwendung kommen soll, entscheidet die persönliche Erfahrung und Gewohnheit des Chirurgen. Zur Ausführung kleinerer kosmetischer Operationen, zur Entfernung von Warzen, Teleangiektasien und ähnlichen ist eine besondere Schmerzstillung nicht notwendig.

**Die Ausführung der Operation.** Sind die Vorbereitungen zur Operation soweit getroffen, dann kann man an ihre Ausführung schreiten. Hat man eine Assistenz zur Verfügung, so kann man dieser die Bedienung des Apparates überlassen. Ist das nicht der Fall, dann ergreift man mit der rechten Hand die Operationselektrode und setzt sie auf das zu zerstörende Gebilde auf, während man mit der linken Hand den Regulierhebel des Apparates bedient (Abb. 121). Durch Verschieben desselben verstärkt man den Strom so lange, bis das Gewebe unter der Elektrode sich weiß zu färben beginnt. Diese Weißfärbung ist das Zeichen der eintretenden Eiweißgerinnung, mit der das Leben der Zelle

erlischt, das Gewebe abstirbt. Damit ist auch das Ziel der chirurgischen Diathermie erreicht.

Die Ausdehnung der Koagulation nach der Tiefe und nach der Breite hängt vornehmlich von zwei Faktoren ab. Einerseits von der Größe der Operationselektrode und andererseits von der Zeit, in welcher der Strom auf das Gewebe einwirkt. Sprechen wir zuerst von der Elektrodengröße. Diese bestimmt gleichzeitig die zur Koagulation notwendige Stromstärke. Je größer die Kontaktfläche der Elektrode ist, um so größer ist die Stromstärke, die wir für den kaustischen Effekt benötigen, denn gleich wie bei der konservativen Diathermie ist nicht die Stromstärke



Abb. 121. Ausführung einer Elektrokoagulation.

als solche, sondern nur ihr Verhältnis zum Elektrodenquerschnitt, d. i. die sog. Stromdichte, für die thermische Wirkung entscheidend. Während bei der Benützung kleiner nadelförmiger Elektroden eine Koagulation schon eintritt, ohne daß das Amperemeter überhaupt einen Ausschlag gibt, brauchen wir bei großen Elektroden für die gleiche Wirkung Ströme von 1 Ampere und darüber. Wenn auch die Stärke des Stromes für den Koagulationseffekt eine ausschlaggebende Rolle spielt, so werden wir doch bei der chirurgischen Diathermie praktisch nie nach der Stromstärke dosieren, d. h. wir werden uns um die Anzeigen des Amperemeters nicht kümmern. Entscheidend ist ausschließlich der unmittelbar ersichtliche Erfolg, d. i. die Weißfärbung des Gewebes.

Die Größe der Elektrode bestimmt weiterhin auch den Tiefgang der Koagulation. Je größer ihre Oberfläche, um so tiefer wird die Verkochung gehen. Man kann annehmen, daß durchschnittlich die

Koagulationswirkung der Elektrode etwas tiefer reicht als der Durchmesser ihres Querschnittes beträgt. Auch die Zeitdauer der Stromeinwirkung ist für die Tiefe der Koagulation maßgebend. Diese wird um so größer sein, je langsamer die Verkochung erfolgt, mit anderen Worten, je weniger die Stromstärke das eben zur Koagulation noch notwendige Maß überschreitet (s. unten). Für die Ausdehnung der Koagulation der Fläche ist abgesehen natürlich von der Kontaktfläche der Elektrode vor allem die Zeit des Stromdurchganges entscheidend. Je länger der Strom einwirkt, um so mehr wird die Verkochung nach allen Seiten über die unmittelbare Berührungsfläche der Elektrode hinausgreifen. Es rührt dies daher, daß das bereits koagulierte Gewebe dem Strom einen sehr großen Widerstand bietet. Er sucht es daher nach den Seiten hin zu umgehen, zu umfließen, wodurch der Koagulationseffekt in die Breite wächst, und zwar so lange, bis durch die Gerinnung des Eiweißes auch hier der Weg für den Strom ungangbar wird. Soweit die Theorie. Ein praktischer Versuch an der Leiche oder an einem Stück rohen Fleisch wird den Anfänger am raschesten über das hier Gesagte aufklären.

Hat man einmal die einer bestimmten Elektrode entsprechende Stromstärke gefunden, dann ist es zweckmäßig, an der Einstellung des Apparates nichts mehr zu ändern. Die weitere Koagulation wird in der Weise ausgeführt, daß man die Elektrode, während der Strom eingeschaltet bleibt, abhebt, um sie an einer anderen Stelle wieder aufzusetzen. Das ist allerdings nur bei kleineren Operationen zulässig. Bei Verwendung großer Elektroden bzw. großer Stromstärken ist ein solches Vorgehen nicht angezeigt, weil bei dem Abheben und bei dem Wiederaufsetzen der Elektrode infolge der hohen Spannung jedesmal ein prasselnder Funkenregen auf den Körper übergeht. Hier empfiehlt es sich, so wie es bei der medizinischen Diathermie als Regel gilt, die Elektrode erst dann abzuheben, wenn der Stromkreis vorher unterbrochen wurde, und umgekehrt den Stromkreis erst dann zu schließen, wenn die Elektrode mit dem Körper bereits Kontakt hat. Das wird am raschesten und bequemsten durch einen an der Elektrode selbst angebrachten Handunterbrecher ermöglicht oder einen in den Primärkreis eingeschalteten Fußunterbrecher, der von dem Operateur selbst ohne fremde Hilfe betätigt werden kann (s. die Abb. 119 und 120).

Der zur chirurgischen Diathermie benützte Strom muß so stark sein, daß er in wenigen Sekunden eine Verkochung des von der Elektrode berührten Gewebes herbeiführt, womit die beabsichtigte Zerstörung desselben erreicht ist. Nie darf die Stromstärke jedoch eine Höhe erreichen oder die Stromdauer eine so lange sein, daß es zu einer Verkohlungen kommt. Das bedingt verschiedene Nachteile. Einerseits haftet ein verkohltes Gewebe gewöhnlich so fest an der Elektrode, daß beim Abziehen dieser ein Teil des Schorfes mitgerissen wird, wodurch es zu unerwünschten Blutungen kommen kann, andererseits aber wird durch eine zu rasch eintretende Verkohlung auch eine genügende Tiefenwirkung der Koagulation verhindert.

Von letzterer Tatsache kann man sich durch einen Versuch an einem Stück rohen Fleisches überzeugen. Nimmt man ein würfelförmig geschnittenes Fleisch-

stück zwischen zwei Elektroden, deren Durchmesser etwa der halben Seitenlänge des Würfels entspricht und läßt den Strom ganz langsam anschwellen, so kann man eine vollkommene gleichmäßige Durchkochung erreichen. Schaltet man aber von vornherein eine zu große Stromstärke ein, so kommt es unter den Elektroden in kürzester Zeit zur Verkohlung, während die Mitte des Fleischstückes roh bleibt. Die Tiefe der koagulierten Schicht ist also um so größer, je langsamer die Gerinnungstemperatur des Eiweißes erreicht wird.

Liegt das Operationsfeld an der Oberfläche, so ist der Zeitpunkt, in welchem die Koagulation eintritt, unschwer an der Verfärbung des Gewebes zu erkennen. Anders jedoch beim Arbeiten in Körperhöhlen, wo die Beleuchtung oft eine ungenügende oder der Überblick über das Operationsfeld durch die Enge des Raumes behindert ist. Woran ist hier der Moment zu erkennen, in welchem die Gerinnung des Gewebes einsetzt? Einen guten Anhaltspunkt hierfür bietet die Beobachtung des Amperemeters. In dem Augenblick, in welchem das Gewebe unter der Elektrode gerinnt, wächst sein Widerstand für den elektrischen

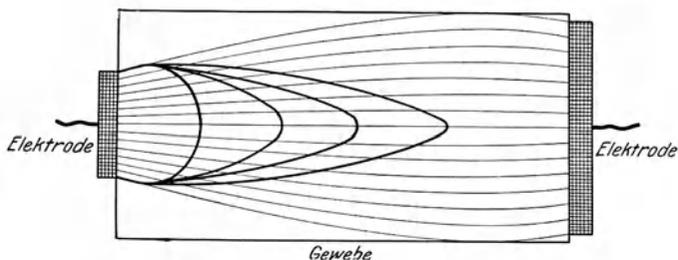


Abb. 122.

Strom bedeutend an. Die Folge davon ist, daß die ursprünglich eingestellte Stromstärke plötzlich zurückgeht, der Zeiger des Amperemeters gegen den Nullpunkt sinkt.

In weitaus den meisten Fällen wird die chirurgische Diathermie mit einer aktiven Elektrode, die als Operationselektrode dient, ausgeführt, während die zweite Elektrode in Form einer größeren Bleiplatte nur dazu dient, den Stromkreis durch den Körper zu schließen. Die Gerinnung des Gewebes setzt unter der Operationselektrode ein und schreitet von hier aus in die Tiefe weiter (Abb. 122). In Ausnahmefällen verwendet man zur Koagulation zwei Operationselektroden. Das ist jedoch nur dort möglich, wo es sich um die Zerstörung von Tumoren handelt, die über das Hautniveau gut hervorragen und allseits zugänglich sind. Man kann dann zwei Elektroden gleicher Größe diametral gegenüber auf die Oberfläche der Geschwulst aufsetzen, um diese je nach ihrer Größe auf einmal oder in mehreren Ansätzen zu verkochen. Die Koagulation beginnt dann unter beiden Elektroden gleichzeitig, um in der Mitte des Tumors zusammenzuzießen (Abb. 123).

Handelt es sich um eine gestielte Geschwulst, etwa ein Papillom, so kann man die Zerstörung desselben auch in der Weise vornehmen, daß man seinen Stiel koaguliert. Dadurch kommt es zu einer Gerinnung des Blutes in den zuführenden Gefäßen, womit die Geschwulst zum

Absterben verurteilt ist. Sie schrumpft, trocknet ein und fällt schließlich ab, wenn man es nicht vorzieht, die abgestorbenen Reste mit dem Messer oder der Schere abzutragen. Man kann die Koagulation gestielter Geschwülste aber gleichzeitig mit der Abtragung vereinen, wenn man sich der Diathermieschlinge von Bordier (s. S. 190) bedient.

Beim Arbeiten in Körperhöhlen bedient man sich besonders langgestielter Elektroden, wie sie auf S. 117 abgebildet und beschrieben wurden. Zur Diathermie des Wundbettes, die man anwendet, um möglicherweise zurückgebliebene Tumorreste zu vernichten, benützt man eine scheibenförmige Elektrode, die man, etappenweise fortschreitend, den einzelnen Teilen des Wundbettes auf kurze Zeit aufdrückt, um so eine nur wenig in die Tiefe gehende sterile Koagulationsschicht zu erzeugen.

Man hüte sich, bei der Elektrokoagulation größeren Gefäßen zu nahe zu kommen, weil leicht eine Schädigung der Gefäßwand durch die

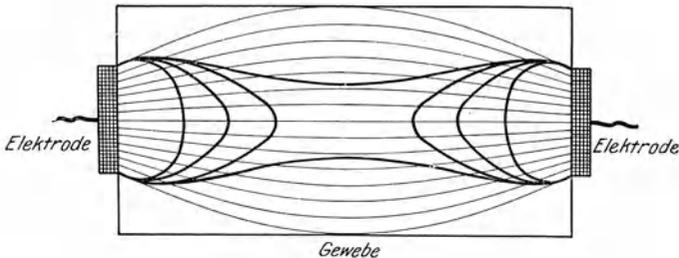


Abb. 123.

Hitze eintritt, die bei der Abstoßung des Schorfes zu schweren Nachblutungen Veranlassung geben kann. An Stellen, wo eine derartige Gefahr besteht wie in der Achselhöhle, in der Leistengegend oder am Hals wird man rechtzeitig die Elektrode mit dem Messer vertauschen. Vorsicht scheint auch in der Nähe von Knochen und Knorpelgewebe geboten, um sekundäre Knochen- oder Knorpelabstoßungen zu vermeiden.

**Die Nachbehandlung.** Das durch den Hochfrequenzstrom koagulierte Gewebe wird entweder der spontanen Abstoßung überlassen oder es wird auf chirurgischem Weg entfernt. Die spontane Lösung wird man jedoch nur bei ganz kleinen Gebilden wie Papillomen, Lupusknötchen u. dgl. abwarten können. Die natürliche Demarkation größerer Tumoren oder größerer Koagulationsflächen erfolgt nur sehr langsam, weil das verkochte Gewebe an der Unterlage fest haftet und nur ganz allmählich durch die aufsprießenden Granulationen abgehoben wird. Auch kann es dabei, wenn die koagulierten Teile größeren Gefäßen aufsaßen, zu Nachblutungen kommen. Das ist jedoch verhältnismäßig selten der Fall, weil in der Regel schon früher eine Thrombosierung der Gefäße eingetreten ist. Um den Wundverlauf zu beschleunigen und die Gefahr einer Infektion durch abgestorbene Gewebsreste zu vermindern, wird man an einen größeren Eingriff in der Regel die Abtragung der koagulierten Teile mit dem Messer oder der Schere anschließen.

Ist eine glatte Abtragung nicht ohne weiteres möglich, so kann man auch zum scharfen Löffel greifen; die danach zurückbleibenden Wundflächen sind aber für die Heilung weniger günstig. Bisweilen wird man auch schrittweise vorgehen, indem man zunächst nur die oberste Schichte der Geschwulst koaguliert, diese dann durch Exkochleation entfernt, in gleicher Weise mit der nächsten Schicht verfährt usw., bis man etagenweise die ganze Tumormasse zerstört und entfernt hat oder bis größere Gefäße bzw. lebenswichtige Organe Einhalt gebieten. Dieses Vorgehen ist natürlich in Körperhöhlen (Axilla, Rektum, Uterus) mit einiger Gefahr verbunden. Die nach der Abtragung zurückbleibende Wundfläche wird nach den Regeln der Asepsis versorgt.

## Die Vorteile der chirurgischen Diathermie.

Die Elektrokoagulation stellt nicht nur eine Vermehrung, sondern auch eine Bereicherung unserer Operationsmethoden dar. Sie hat eine Reihe von Vorteilen gegenüber den älteren Methoden der Kaustik, wie sie bisher mit dem Paquelinschen Brenner oder dem Galvanokauter ausgeübt wurden.

Handelt es sich um kleine minutiöse Eingriffe als da sind: die Zerstörung von kleinen Naevus, Epheliden, Teleangiektasien, Tätowierungen, so wird uns die außerordentlich subtile und genaue Lokalisationsmöglichkeit des kaustischen Effektes zugute kommen, die uns der kalte Kauter gestattet. Wir können mit ihm punkt- und linienförmige Koagulationen ausführen in einer Feinheit, wie sie mit keinem anderen Instrument, auch nicht mit dem Mikrobrenner möglich sind. Das rührt daher, daß der Hochfrequenzkauter einzig und allein nur jenes Gewebe zerstört, mit dem er in unmittelbare Berührung kommt. Jede ausstrahlende, die Umgebung sendende Hitzewirkung, wie sie einem glühenden Instrument unvermeidlich zukommt, fehlt ihm gänzlich. Der kalte Kauter ist daher das ideale Werkzeug für kosmetische Operationen. Dazu kommt noch ein kleines psychisches Moment, das insbesondere bei der Behandlung ängstlicher Personen eine Rolle spielt. Die unscheinbare nadel- oder lanzettförmige Elektrode in der Hand des Arztes beruhigt den zu Operierenden ungleich weniger als der in Rotglut strahlende Kauter. Infolgedessen hält sich auch der Kranke bei der Ausführung dieser kleinen Operationen, die meist ohne jede Anästhesie vorgenommen werden, viel ruhiger. Das alles aber sind Dinge von untergeordneter Bedeutung gegenüber jenen Vorzügen, die uns die Elektrokoagulation bei der Ausführung größerer Operationen bietet.

Einer ihrer größten Vorzüge liegt wohl darin, daß die Zerstörung großer, auch sehr blutgefäßreicher Tumoren ohne jede Blutung ausgeführt werden kann. Da bei der Berührung der Elektrode mit dem Gewebe das Blut in den Gefäßen alsogleich gerinnt und diese thrombost, wird es möglich, Neubildungen, deren Exstirpation nur mit großen Blutverlusten durchführbar wäre, blutungslos zu entfernen. Denken wir an ein Karzinom der Zunge oder an ein Hämangiom der Mundhöhle. Welch schwere Blutverluste muß ein Kranker erleiden, bei dem eine solche Geschwulst mit dem Messer entfernt wird, auch wenn die Kunst

und die Geschicklichkeit des Operateurs eine noch so große ist. Koaguliert man jedoch einen solchen Tumor mit Hochfrequenzströmen und wartet die spontane Demarkation des koagulierten Gewebes ab, so erfolgt diese häufig ohne Verlust eines Tropfen Blutes.

Die Diathermie ist aber nicht nur eine blutsparende, sondern auch eine blutstillende Methode. Bei nicht allzu großen Blutgefäßen wird das Aufdrücken einer Operationselektrode genügen, um die Blutung sofort zum Stillstand zu bringen. Durch die oberflächliche Koagulation einer blutenden Wundfläche lassen sich parenchymatöse Blutungen leichter als durch jede andere Art der Blutstillung beherrschen. Hofmann hat für diesen Zweck eine eigene Elektrode angegeben; bei einiger Geschicklichkeit wird man aber mit jeder Operationselektrode dieses Ziel erreichen können.

Die Diathermie hat ferner vor der Messeroperation den Vorteil, daß bei der Entfernung infektiösen Gewebes (Lupus) oder maligner Tumoren (Karzinom) keine Blut- und Lymphgefäße eröffnet werden. Die radikale Heilung solcher Neubildungen wird nicht selten dadurch verhindert, daß es trotz genauesten Vorgehens bei der Operation selbst zu einer Reinfektion kommt. Dadurch, daß bei der Elektrokoagulation alles Infektiöse abgetötet wird und daß es gleichzeitig zur Thrombosierung der Blut- und Lymphbahnen kommt, wird einerseits die Gefahr eines Imprezidives in der Wunde selbst vermieden, andererseits die Verschleppung von Keimen in die Umgebung unmöglich gemacht. Auch dort, wo wir nach der Koagulation zum Messer greifen, wird diese Gefahr gebannt, weil durch die Diathermie ja schon alles infektiöse Material vernichtet wurde.

Die Koagulation gewährt aber häufig noch einen anderen Vorteil. Ist das Krebsgewebe, wie nicht selten, an seiner Oberfläche geschwürig zerfallen, so bietet die vorausgehende Verkochung dieser zerfallenden und jauchenden Massen einen Schutz gegen die septische Infektion der Operationswunde. Es kann so häufig eine Prima intentio erreicht werden, wo diese ohne Mithilfe der Diathermie nicht möglich gewesen wäre.

Ein weiterer Vorzug der Elektrokoagulation gegenüber anderen Formen der Kaustik ist die verhältnismäßig große Tiefe des von ihr gesetztes Schorfes, was wieder für die Zerstörung chronisch infektiösen oder neoplastischen Gewebes von Bedeutung ist. Die Ausläufer solchen Gewebes, welche nicht selten weit in das Gesunde hineinreichen, werden durch eine oberflächliche Kaustik nicht zerstört und dadurch später häufig zum Ausgangspunkt eines Rezidivs. Bei der Tiefenwirkung der Diathermie ist auch hier mit einer größeren Sicherheit auf eine völlige Vernichtung alles Kranken zu rechnen.

Schließlich wäre noch zu erwähnen, daß der Hochfrequenzkauter sich auch dadurch vorteilhaft auszeichnet, daß er bei dem Arbeiten in Körperhöhlen wie im Mund, in der Nasen-Rachenhöhle, in der Vagina keinen Rauch entwickelt, durch den der Überblick über das Operationsfeld und die Beurteilung des erzielten Erfolges erschwert wird. Das Gewebe kommt durch den kalten Kauter einfach zur Gerinnung, während es durch den Thermokauter unter Rauchentwicklung versengt und verkohlt wird.

Die chirurgische Diathermie dient aber nicht allein der Zerstörung maligner Neoplasmen, sie kann noch eine zweite Aufgabe erfüllen. Sie kann dazu dienen, postoperativ, also nach erfolgter Abtragung des Tumors, die Operationswunde zu sterilisieren. Sie verfolgt hier das gleiche Ziel wie die seinerzeit von Keating-Hart empfohlene Fulguration, bei der man die Funken eines Hochspannungstransformators auf die Wunde überspringen ließ, um etwa zurückgebliebene Krebskeime zu zerstören. Die Diathermie ist nach der Ansicht der meisten Autoren wegen ihrer größeren Tiefenwirkung der Fulguration überlegen und infolgedessen imstande, diese in allen Fällen zu ersetzen. Natürlich sind Wunden, die in dieser Weise behandelt wurden, zu einer direkten Vereinigung nicht geeignet, sie müssen wegen der in der Regel starken Sekretion breit drainiert werden.

Die Diathermie kann uns aber selbst dann noch manche Dienste leisten, wenn die Neubildung die Grenzen der Operationsmöglichkeit schon überschritten hat und man sich darauf beschränken muß, den Zustand des inoperablen Kranken, so gut es geht, erträglich zu gestalten. Man ist häufig in der Lage, durch die Elektrokaustik der zerfallenden Tumormassen die abundante Jauchung und die sie begleitenden Schmerzen bedeutend zu verringern. Keine andere Methode gibt uns die Möglichkeit, Krebsgeschwüre so gründlich und tiefgreifend zu desinfizieren wie die Elektrokoagulation. Nach Abstoßung des Schorfes zeigen sich oft kräftige Granulationen und man kann eine Rückbildung der lokal gereizten Drüsen beobachten. Infolge Aufhörens der septischen Resorption und Nachlassen der Schmerzen bessert sich gleichzeitig der Allgemeinzustand des Kranken oft in überraschender Weise.

## Die Lichtbogenoperation.

Eine besondere Verwendungsart der Hochfrequenzströme für chirurgische Zwecke stellt die Lichtbogenoperation dar. Während bei der chirurgischen Diathermie oder Elektrokoagulation das pathologische Gewebe bloß durch Koagulation abgetötet wird, wobei man seine Entfernung entweder der Natur überläßt oder auf irgendeinem anderen Wege bewirkt, geht die Lichtbogenoperation unmittelbar darauf aus, die Neubildung aus ihrer Umgebung auszulösen, sie, um chirurgisch zu sprechen, zu exstirpieren. Sie tut dies mit Hilfe des elektrischen Funkens.

Verwendet man bei ganz der gleichen Anordnung, wie wir sie oben für die Elektrokoagulation mit einer aktiven Elektrode beschrieben haben, als Operations-elektrode ein lanzettförmiges Instrument (Abb. 113, S. 190) und gleitet mit diesem, statt es fest aufzusetzen, ganz leicht über die Oberfläche eines Gewebes, so bildet sich zwischen Elektrode und Körper ein Funkenübergang, ein sog. Lichtbogen aus, unter dem das Gewebe auseinanderfällt wie gespalten von der Schneide eines scharfen Messers. Verweilt man nicht zu lange an der gleichen Stelle, dann wird die Schnittfläche durch die auftretenden Fünkchen auch kaum verschorft, sie ist ebenso frisch wie die mit dem Messer erzeugte. Wir haben also in dem Lichtbogen ein Schneidewerkzeug, ein Skalpell, das aber nicht nur schneidet, sondern noch den besonderen Vorzug besitzt, die Schnittfläche selbst zu sterilisieren. Das ist ein erheblicher Vorteil, wenn es sich darum handelt, Neubildungen maligner oder infektiöser Art zu entfernen, denn die Ausstreuungs- und Rezidivgefahr wird dadurch in bedeutendem Maß herabgesetzt.

In diesem Sinn wurde der Lichtbogen, wie er von Hochfrequenzströmen erzeugt wird, zuerst von de Forest angewendet. Dieser Autor benützte jedoch nur eine einzige Elektrode, die nach ihm benannte Nadel. Seine Methode ist also im Gegensatz zu der oben beschriebenen Lichtbogenoperation eine unipolare, was zur

Voraussetzung hat, daß man mit etwas höher gespannten Schwingungsströmen arbeitet. Erst Czerny (1910) vervollständigte den Schwingungskreis, indem er den Körper des Patienten mittels einer inaktiven Plattenelektrode an den zweiten Pol des Apparates anschloß, weshalb seine Technik auch als bipolare Forestisation bezeichnet wurde. Die Lichtbogenoperation, wie sie Czerny und seine Schüler Werner und Caan empfahlen, ist bei uns so gut wie in Vergessenheit geraten. In letzter Zeit wird sie allerdings von amerikanischen Autoren (Lowry Nelson, Keyes und Clyde W. Collings, Kelly, Howard u. a.) wieder angewendet und propagiert. Von amerikanischen Firmen werden eigene Apparate (Radiotherm, Akusektor) für diese Schneidekaustik gebaut. Die Hochfrequenzströme, wie sie die gewöhnlichen Diathermieapparate liefern, sind nämlich nicht ohne weiteres für diesen Zweck verwendbar. Sie müssen hierfür eine etwas höhere Spannung haben und gleichzeitig müssen die Schwingungskreise in besonderer Weise abgestimmt sein.

Auch eine uralte Hochfrequenztechnik, die sog. Fulguration feiert heute in Amerika unter dem neuen Namen „Dessikation“ ihre Wiederauferstehung. Sie besteht darin, daß man aus einer spitzen Elektrode, die gewöhnlich monopolar verwendet wird, einen hochgespannten Hochfrequenzstrom in Funkenform auf den Körper übergehen läßt, um pathologische Gewebe zu zerstören. Ihr Zweck ist also der gleiche wie der der Koagulation, nur ist die Wirkung der Dessikation eine oberflächlichere und läßt sich nicht so streng lokalisieren als dies durch den unmittelbaren Kontakt einer Elektrode mit dem Körper möglich ist. Als man vor nunmehr fast 20 Jahren von der Fulguration zur Koagulation überging, betrachtete man dies als einen großen Fortschritt. Heute, da man wieder zur Fulguration zurückkehrt, wird diese von den betreffenden Autoren gleichfalls als Fortschritt gepriesen. Man sieht, wie sich die Wissenschaft nicht in einer aufsteigenden Geraden, sondern vielfach in Kreisen und Spiralen bewegt.

## II. Die Anzeigen der chirurgischen Diathermie. Erkrankungen der Haut.

**Das Epitheliom.** Dieses tritt am häufigsten im Gesicht und demnächst an den Genitalien auf, mit besonderer Vorliebe an jenen Stellen, wo die äußere Haut in die Schleimhaut übergeht. Also an den Lippen, an den Nasenflügeln, an der Glans penis, am Präputium und den entsprechenden Teilen des weiblichen Genitales. Die häufigste Form des Epithelioms ist das Ulcus rodens, das im Verlauf von Monaten und Jahren ganz langsam fortschreitet, ohne eine besondere Gefährlichkeit zu bekunden. Eine einzige gründliche Verschorfung eines solchen Ulcus genügt in der Regel, um dasselbe dauernd zum Verschwinden zu bringen.

Zur Gruppe der Epitheliome zählen auch jene Neubildungen, welche sich aus Röntgenschädigungen der Haut entwickeln. Bordier, der selbst an mehreren Röntgenepitheliomen der Finger litt, hat sich diese eigenhändig unter Assistenz von Professor Duroux elektrokoaguliert. Nach zwei Monaten trat vollständige Vernarbung und Heilung ein. Einen gleichen Erfolg erzielte er bei einem Physikprofessor, der in einem Kriegsspital beschäftigt, nicht weniger als 16 epitheliomatöse Plaques an den Händen und außerdem ein Epitheliom an der Unterlippe erworben hatte, und den er in gleicher Weise wie sich selbst operierte.

Ungleich gefährlicher als die flachen Hautkrebse in Form des Ulcus rodens sind die knotigen Formen, die bald auf die tiefer liegenden Teile, auch auf Knorpel und Knochen übergreifen und Metastasen in den Lymphdrüsen und inneren Organen setzen. Bei ihnen ist ein möglichst

frühzeitiges und energisches Vorgehen am Platz, wenn man auf eine radikale Heilung hoffen will. Eine ausgedehnte Koagulation, die bis in das Gesunde reicht und nach der Abstoßung oder Entfernung des verkochten Gewebes eine Nachbehandlung mit Röntgenstrahlen ist hier dringend geboten.

**Der Lupus vulgaris.** Wenn die Diathermie auch nicht die ideale Heilmethode des Lupus ist, als welche sie von Nagelschmidt empfohlen wird, so hat sie doch besondere Vorzüge, die ihr eine berechtigte Stellung in der Lupustherapie einräumen. Von diesen Vorzügen ist zunächst der von Bedeutung, daß bei der Koagulation der Lupusknoten die Krankheitserreger unmittelbar abgetötet werden und daß es dabei nicht zu einer Eröffnung von Blut- oder Lymphbahnen kommt. Dadurch ist die Gefahr einer Keimverimpfung bei der Operation selbst ausgeschlossen.

Ein zweiter Vorzug der Diathermie gegenüber anderen Methoden ist ihre Tiefenwirkung, die uns die Möglichkeit gewährt, auch tiefer greifende Ausläufer des Lupusgewebes zu treffen und zu zerstören, womit die Rezidivgefahr verringert wird. Von größter Bedeutung ist ferner der Umstand, daß die Elektrokoagulation eine ganz außerordentlich genaue Lokalisation des Eingriffes ermöglicht und wir daher das gesunde Gewebe, soweit es wünschenswert erscheint, schonen können. Dazu kommt, daß die Zerstörung der Lupusherde durch die Diathermie sehr rasch vonstatten geht, so daß bei einer einzigen Sitzung große Flächen behandelt werden können.

Die Diathermie beansprucht demnach weniger Zeit als irgendeine andere Methode. Nach Jacobi, Bordier, Poyet, Kalina, Houlie u. a. sind die Resultate der Koagulation ausgezeichnet und übertreffen vielfach die der anderen Behandlungsmethoden. Die nach der Diathermie zurückbleibenden Narben sind kosmetisch sehr befriedigend. Kalina konnte von 73 mit Diathermie behandelten Kranken 75% als geheilt, 20% als nahezu geheilt aus der Behandlung entlassen.

Diesen Vorzügen steht nur der Mangel einer elektiven Wirkung gegenüber, wie sie etwa dem Finsenlicht zukommt. Besonders geeignet für die Diathermie scheinen die verrukösen und hyperkeratotischen Lupusformen an Händen und Füßen zu sein. Auch der Schleimhautlupus ist ein geeignetes Behandlungsobjekt für die Elektrokoagulation.

Auch andere Formen der Hauttuberkulose werden mittels der Elektrokoagulation oft rasch und sicher beseitigt. So berichtet Poelchau über einen Leichentuberkel an der eigenen Hand, der durch Monate bestand, auf eine Injektion mit dem Friedmannschen Mittel sich sogar verschlechterte und erst nach einer gründlichen Zerstörung mit dem Diathermiestrom dauernd verschwand.

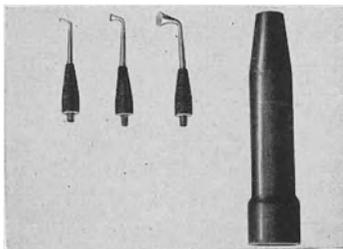


Abb. 124. Elektroden zur Lupusbehandlung nach Jacobi.

Nagelschmidt empfiehlt als Operationselektrode ein spatelförmiges Instrument, Jacobi kreisrunde Metallscheiben mit scharfem Rand und einem Durchmesser von 2—4 Millimeter (Abb. 124). Die letzteren geben einen besseren Kontakt, vermeiden dadurch Funkenbildung und ermöglichen so eine größere Tiefenwirkung. Nur für kleinste punktförmige Krankheitsherde empfehlen sich nadelförmige Operationselektroden. Um den Stromkreis zu schließen, dient eine inaktive Elektrode, die in Form einer Bleiplatte am Vorderarm, am Rücken oder an einer sonstigen Körperstelle angelegt wird.

Soll der Erfolg der Operation ein vollkommener sein, dann muß die Größe der Elektrode, die Stärke des Stromes sowie die Dauer seiner Schließung so gewählt werden, daß einerseits alles Krankhafte mit Sicherheit koaguliert, andererseits aber nicht unnötig viel gesundes Gewebe mitzerstört wird. Dies zu erreichen, erfordert eine gewisse Übung. Man lasse sich aber auf keinen Fall dazu verleiten, um Zeit zu ersparen, größere Elektroden als solche von 3—4 mm Durchmesser zu verwenden, denn eine überflüssige Zerstörung gesunden Gewebes läßt sich dann kaum vermeiden.

Die diathermische Behandlung des Lupus ist als eine Verbrennung dritten Grades selbstverständlich schmerzhaft und man wird daher bei kleineren Herden zur lokalen Anästhesie, bei größeren zur allgemeinen Narkose greifen müssen.

Die Nachbehandlung ist sehr einfach. Die koagulierten Stellen werden nach Jacobi mit einem feuchten Verband versehen, bis sich die Schorfe abgestoßen haben. Späterhin, wenn die Wundfläche granuliert, wird sich nach Nagelschmidt ein Verband von 1—2%iger Pyrogallussalbe empfohlen, damit die Vernarbung nicht allzu rasch erfolgt und es nicht zur Keloidbildung kommt.

**Lupus erythematodes.** Im Gegensatz zum Lupus vulgaris verhält sich der Lupus erythematodes der Koagulation gegenüber ziemlich refraktär. Bordier empfiehlt hier den Funkenregen aus einer Kugelelektrode.

Die chirurgische Diathermie stellt eine einfache und bequeme Methode dar, kleinere pathologische Bildungen der Haut wie Warzen, Fibrome, Angiome u. dgl. zu zerstören. Sie findet daher in der Kosmetik zahlreiche Anzeigen. Die Vorzüge der Elektrokaustik gegenüber anderen Methoden bestehen vor allem in der außerordentlich feinen punkt- und strichförmigen Lokalisationsmöglichkeit, in der verhältnismäßigen Schmerzlosigkeit des Eingriffes und in dessen tadellosem kosmetischen Effekt. Vor der Operation mit dem Mikrobrenner hat die Elektrokoagulation noch den Vorteil, daß bei ihr der Kranke nicht durch ein glühendes Instrument in der Hand des Arztes beunruhigt wird, was bei der Behandlung ängstlicher Patienten nicht ganz bedeutungslos ist.

**Warzen** lassen sich sehr leicht ohne jede Lokalanästhesie diathermisch beseitigen. Man setzt eine Elektrode in Form einer geknöpften Nadel auf die Warze auf und läßt den Strom so lange auf diese einwirken, bis sie in ihrem ganzen Durchmesser weiß verfärbt ist. Dieses Verfahren gelingt jedoch nur bei weichen Warzen. Sind diese stark verhornt, so leiten sie den Strom kaum; es kommt dann unter der Elektrode zur

Funkenbildung, ohne daß eine genügende Tiefenwirkung eintritt. In diesem Fall sticht man eine lanzettförmige Nadel in die Warze selbst ein und verkocht sie vom Zentrum aus. Kleinere Warzen überläßt man nach der Koagulation der spontanen Abstoßung, größere kann man ganz oder teilweise mit der Schere abtragen.

In ganz gleicher Weise werden auch Fibrome, spitze Kondylo me und ähnliche Neubildungen diathermisch zerstört.

Willmoth empfiehlt die Elektrokoagulation zur Behandlung des **Anthrax**, um die Inzision zu ersparen. Er hebt als Vorteil des Eingriffes gegenüber der Messeroperation hervor den Mangel der Blutung, das Fehlen des postoperativen Schmerzes und das Zurückbleiben einer nur kleinen Narbe. Man sticht eine Nadel so tief als möglich in das kranke Gewebe ein und läßt einen Strom von 200—1000 Milliampere einige Sekunden lang einwirken. Dann wiederholt man die Operation an verschiedenen Punkten des Anthrax. Man erreicht so in wenigen Minuten eine vollkommene Destruktion des Infektionsherdes. Nach der Behandlung kann man mit einer Kürette den größten Teil des koagulierten Gewebes abheben.

Auch bei **chronischer Akne** ist die Diathermie gut anwendbar. Man sticht eine nadelförmige Elektrode in die Mitte der Pustel bzw. des Knotens ein und schließt den Strom für wenige Sekunden. Es tritt rings um die Nadelspitze eine Koagulation ein, die den Infektionsherd zerstört, nach dessen Beseitigung sich das entzündliche Infiltrat meist rasch zurückbildet.

Flache **Naevi pigmentosi** bestreicht man oberflächlich mit einer scheiben- oder kugelförmigen Elektrode, bis die Pigmentschicht zerstört ist. Das kosmetische Resultat ist ein sehr gutes. In ganz gleicher Weise wird auch das **Xanthelasma** behandelt, wobei man aber mit der Koagulation ein klein wenig über die Grenzen der Gelbfärbung hinausgehen muß, um ein Rezidiv zu verhüten.

Bei dem **Naevus vasculosus** ist die Ausdehnung desselben wie die Tiefe seines Sitzes für die Frage entscheidend, ob er sich zur elektrischen Operation eignet. Je oberflächlicher der Nävus und je geringer seine Größe, desto eher wird man sich zur Elektrokoagulation entschließen. Zur Behandlung von **Angiomen** empfahl Bernd Operationsnadeln, die ähnlich den Kromayernadeln mit Ausnahme ihrer Spitze durch Email isoliert sind. Sticht man eine solche Nadel in die Gefäßschicht ein, so kann man in dieser eine Thrombose erzeugen, ohne daß die Haut selbst vom Strom geschädigt wird. Allerdings bildet das Email nur für geringe Spannungen bzw. Stromstärken eine genügende Isolierung. Bei größeren Spannungen wird auch die Emailsicht leitend.

Auch einzelne **Teleangiektasien** lassen sich durch den kalten Kauter mit kosmetisch schönem Effekt beseitigen. Man drückt die Spitze einer Nadelelektrode gegen das erweiterte Gefäß und erhält bei Stromwirkung fast augenblicklich eine punktförmige Koagulation, die das Gefäßlumen verschließt. Dann setzt man die Nadel an einer 1—2 mm entfernten Stelle neuerdings auf das Gefäß auf, um hier ebenfalls eine Unterbrechung zu schaffen. Reiht man so punktförmig Schorf an Schorf, ohne daß diese jedoch ineinander fließen, so kann man das

erweiterte Gefäß ohne sichtbare Hautnarbe zur Verödung bringen. Diese Methode gibt auch bei **Acne rosacea** gute Resultate.

Ein besonders wertvoller Behelf scheint die Elektrokoagulation zur Entfernung von **Tätowierungen** zu sein. Sind die Figuren in Form von Strichen tätowiert, zwischen denen sich normale Kutis befindet, so fährt man mit der Nadel entlang diesen Strichen in leichter Zickzackbewegung, Tätowierungen, bei denen die Farbe flächenhaft verteilt ist, bestreicht man mit einer kugelförmigen Elektrode in ganzer Ausdehnung, wobei die Koagulation natürlich so tief gehen muß, daß sie das Pigment erreicht. Der kosmetische Effekt ist ein wesentlich besserer als derjenige, den man mit dem Thermokauter erreicht.

Eitner hat die Elektrokaustik als erster zur **Epilation** empfohlen. Diese Empfehlung wurde dann von Bordier, Katz, Rostenberg, Nobl und vielen anderen wiederholt. Die Elektroden und die Technik ihrer Anwendung sind bei der Diathermie ganz die gleichen wie bei der Elektrolyse. In dem einen wie dem anderen Fall besteht die Kunst der Operation vor allem in dem richtigen Einführen der Nadel in den Haarkanal. Ob man dabei die gewöhnlichen Nadeln mit Elektrodenhalter oder die zusammengekoppelten Nadeln von Kromayer, deren Schaft isoliert ist, benützt, ist Sache der Gewohnheit. Nötig ist die Isolierung des Nadelschaftes keinesfalls, da sich bei der Diathermie die größte Stromdichte und damit die größte Hitze ganz von selbst an der Nadelspitze entwickelt. Durch Erhitzung wird die Haarpapille, wenn sie richtig getroffen ist, schon von ganz schwachen, nicht meßbaren Strömen zerstört. Der dabei entstehende Schmerz ist sehr gering und wird bedeutend leichter ertragen als das minutenlange schmerzhaftes Ziehen bei der Elektrolyse. Nach den Erfahrungen von Katz wählen alle Patienten, die beide Methoden kennen, ausnahmslos die Diathermie. Nach der Behandlung folgt das Haar leicht dem Zug der Pinzette und zeigt meist am Wurzelende eine durchsichtige, etwas gequollene Wurzelscheide.

Der wesentlichste Vorteil der Diathermie gegenüber der Elektrolyse ist die Zeitersparnis. Die Koagulation der Papille erfolgt bei Stromschluß fast augenblicklich, so daß die Schmerzempfindung, die bei der Elektrolyse 20—30 Sekunden dauert, hier auf Bruchteile einer Sekunde abgekürzt wird. Die Prozedur ist dadurch nicht nur weniger unangenehm, sondern auch gleichzeitig weniger ermüdend für den Arzt wie für den Behandelten. Der kosmetische Effekt ist ein außerordentlich guter. Sichtbare Narben bleiben nur bei Verwendung eines zu starken Stromes. Um solche Narben zu verhüten, muß auch darauf geachtet werden, daß die Nadel wenigstens 3—4 mm in den Haarkanal eingeführt wird. Die Zahl der Rezidiven hängt natürlich in gleicher Weise wie bei der Elektrolyse von der Geschicklichkeit des Operateurs ab.

## **Erkrankungen der Mundhöhle, des Nasen- rachenraumes u. a.**

**Das Karzinom.** Unter den Krebsen der Schleimhaut sind es vor allem diejenigen der Mund- und Rachenhöhle, welche für die elektrische Koagulation in Betracht kommen. Die häufigsten und darum auch

wichtigsten derselben sind das Karzinom der Zunge und das der Tonsillen, beide durch ihre Bösartigkeit bekannt. Der Umstand, daß die diathermische Zerstörung solcher Neoplasmen ohne jeden Blutverlust vor sich geht, der weitere Umstand, daß dieselbe verhältnismäßig leicht und rasch ausgeführt werden kann, gibt ihr einen großen Vorzug vor der Messeroperation, die meist ebenso blutig wie schwierig ist. Auch der Umstand, daß bei der Elektrokoagulation keine Blut- und Lymphgefäße eröffnet werden, fällt entscheidend in das Gewicht. Frankling, Davies, Cottey, Patterson, Harrison und andere englische Chirurgen betrachten daher die Diathermie bei allen malignen Neoplasmen der Mund- und Rachenhöhle als die Methode der Wahl. Nicht nur die Technik ist rascher, einfacher und unblutiger, auch die Rezidivgefahr ist bei ihr eine geringere. Wurde die Elektrokoagulation nur genügend ausgedehnt und hinreichend tief gemacht, so ist ihr Erfolg in der Regel ein ausgezeichneter. Nach Abstoßung des Schorfes zeigt sich eine frisch granulierende Wunde, die verhältnismäßig rasch vernarbt. Um Nachblutungen bei Abstoßung des Schorfes zu verhüten, wird es sich empfehlen, die Arteria lingualis vor der Elektrokoagulation eines Zungenkarzinoms zu unterbinden. Die Überlegenheit der Diathermie zeigt sich insbesondere in jenen Fällen, die an der Grenze der Operationsfähigkeit stehen. Ja man kann die Elektrokoagulation von Schleimhautkarzinomen auch dort noch mit Erfolg ausführen, wo an einen blutigen Eingriff nicht mehr zu denken ist. So berichtet Krainz über eine Reihe inoperabler Karzinome des Pharynx und Larynx, bei denen die Nahrungsaufnahme bzw. die Atmung durch die Tumormassen stark behindert waren und bei denen die Zerstörung dieser durch den elektrischen Strom die Kranken wenigstens von ihren schlimmsten Qualen befreite. Der Eingriff läßt sich in Lokalanästhesie durchführen, dauert nur wenige Minuten und erfolgt ohne jede Blutung. Er kann daher auch den schwächsten Patienten zugemutet werden.

Vor der Radiumbestrahlung, die für die Behandlung solcher Neoplasmen noch in Betracht käme, hat die Elektrokoagulation den Vorzug, daß ihr Effekt rascher eintritt und sich genauer lokalisieren läßt. Doch ist nichts dagegen einzuwenden, ja es wird des öfteren sogar empfehlenswert sein, beide Methoden miteinander zu kombinieren, in der Weise, daß man zunächst alles sichtbare Kranke durch den Hochfrequenzkauter zerstört und anschließend daran eine Radiumbestrahlung macht, um etwa zurückgebliebene Krankheitskeime zu vernichten.

Eine solche Vereinigung von Elektrokaustik und Strahlentherapie wird sich auch bei Karzinomen der Portio oder Cervix uteri empfehlen, insbesondere dann, wenn ein blutiger Eingriff nicht mehr gut ausgeführt werden kann. Ist eine Radikaloperation möglich, dann wird man an die Koagulation die Exstirpation des Tumors anschließen, um eventuell noch als dritten Akt eine Reihe von Bestrahlungen folgen zu lassen. Bei der Koagulation wird die Portio mit Hilfe eines Scheidenspekulums eingestellt und dann alles Krankhafte, soweit es sichtbar ist, in mehreren Ansätzen verschorft. Cumberbatch empfiehlt hierfür eine Elektrode in Gestalt einer kleinen Metallplatte, die mehrere spitze Metallzinken

trägt, die in das neoplastische Gewebe eingestochen werden, um so eine möglichst tiefgehende Verkochung zu erreichen.

Schließlich wäre unter den Karzinomen, welche sich zur Koagulation eignen, noch der Krebs der Brustdrüse zu erwähnen, wobei besonders an die oberflächlich sitzenden und ulzerierten Formen gedacht ist. Womöglich wird man hier an die lokale Verkochung die Totalexstirpation der Drüse mit Ausräumung der betreffenden Achselhöhle anreihen.

Weiterhin lassen sich **Wucherungen der Nasenschleimhaut** in einfacher und bequemer Weise diathermisch zerstören. Sind sie mehr flächenhaft ausgebreitet, so werden sie mit einer spitzen Elektrode an mehreren Stellen punkt- oder strichförmig koaguliert und so zum Einschmelzen gebracht. Sind sie polypös gestielt, so bedient man sich zweckmäßig der Diathermieschlinge von Bordier. Diese wird in gleicher Weise wie die kalte oder galvanokaustische Schlinge um den Stiel des Polypen gelegt und dann unter Einschaltung des Stromes langsam zugezogen. Dabei koaguliert der berührende Draht den Stiel und durchschneidet ihn gleichzeitig. Dies geschieht alles ohne einen Tropfen Blutverlust, auch ist jede Gewaltanwendung, wie sie z. B. bei der kalten Schlinge notwendig ist, bei der Elektrokaustik völlig überflüssig. Die Abtragung der Wucherungen erfolgt durch sie ebenso einfach wie rasch.

Bourgeois und Poyet haben breite **narbige Verwachsungen zwischen Nasenmuschel, Septum und Nasenboden**, Verwachsungen zwischen dem Gaumensegel und der Pharynxwand, die mit anderen Methoden bereits vergeblich angegangen worden waren, mittels des Hochfrequenzkauters gelöst. Die Lösung erfolgt nicht in einer einzelnen Sitzung, sondern in einer Reihe von partiellen Eingriffen, die in Abständen von je 10 Tagen vorgenommen werden und bei denen jeweils nur ein kleines Stück der Schleimhaut durchtrennt wird. Bei diesem langsamen Vorgehen sind isolierende Einlagen zwischen die durchtrennten Gewebe sowie eine Dilatationsbehandlung nicht notwendig. Fünf derartig behandelte und geheilte Fälle werden von den genannten Autoren beschrieben.

Dutheillet de Lamothé empfiehlt die Elektrokoagulation auch zur Behandlung von Tubenstenosen. Mit Hilfe des Salpingoskops wird unter Leitung des Auges eine Elektrode bis an jene Stelle vorgeschoben, die zerstört werden soll. Dann wird der Strom so lange eingeschaltet, bis ein weißer Hof rings um die Berührungsstelle der Elektrode anzeigt, daß der gewünschte Effekt erreicht ist. Der Vorgang wird so oft als nötig wiederholt.

Bordier, Moore, Plank, Harrison u. a. behandeln die **Hyper-trophie der Tonsillen** in allen jenen Fällen, wo allgemeine oder lokale Gründe gegen die chirurgische Entfernung sprechen, mit Diathermie. Bordier sticht eine nadelförmige Elektrode an mehreren Stellen in die Tonsillen ein und bringt deren Gewebe so zur Koagulation. Nach 8 Tagen wird die andere Tonsille in gleicher Weise behandelt. Ohne Blutung, ohne wesentliche Schmerzen kommt es dadurch zu einer Einschmelzung des Gewebes und zu einer Verkleinerung des Organs. Die Elektrokaustik hat bei der Tonsillarhypertrophie den nicht zu unterschätzenden Vorteil vor der Messeroperation, daß es bei ihr zu keiner Eröffnung der Lymph- und Blutbahnen kommt. Wir wissen ja, daß

beim Vorhandensein von Eiterherden in den Tonsillen die blutige Abtragung derselben nicht selten septische allgemeine Infektionen im Gefolge hat.

Bei Larynxtuberkulose wird die Elektrokoagulation von Hofven-thal, Dutheillet de Lamothe, Greene, Bourgeois und Poyet u. a. empfohlen. In Betracht kommen tuberkulöse Infiltrate oder Geschwüre von nicht allzugroßer Ausdehnung, die in ein oder zwei Sitzungen voll-kommen zerstört werden können. Nicht angezeigt dagegen sind vor-geschrittene Fälle mit ausgedehnten Herden insbesondere dann, wenn nebenbei schwere Lungenveränderungen bestehen.

Ein weiteres wichtiges Betätigungsfeld findet die Diathermie in der Behandlung der **Hämorrhoiden**, zu deren Abtragung ja häufig der Thermokauter benützt wird. Dabei tritt stets die ausstrahlende Hitze-wirkung desselben sehr unangenehm in Erscheinung, sie macht es not-wendig, durch geeignete Zangen, durch feuchte Gaze u. dgl. die Umgebung vor einer Verbrennung zu schützen. Dem kalten Kauter fehlt jede Hitzestrahlung, was die Operation wesentlich vereinfacht. Auch muß man sich beim Arbeiten mit dem Thermokauter in acht nehmen, daß er nicht in Weißglut gerät, weil es sonst leicht zu einer Verkohlungs des Gewebes kommt, die häufig von Nachblutungen gefolgt ist. Die feste Eiweißgerinnung, wie sie der elektrische Kauter erzeugt, bedingt einen ungleich besseren Verschuß der Gefäße und vermindert so die Gefahr einer nachträglichen Blutung.

Der Vorgang bei der Elektrokoagulation der Hämorrhoiden ist im wesentlichen demjenigen bei der Operation mit dem Thermokauter gleich. Allgemeine oder lokale Anästhesie ist infolge der Schmerzhaftig-keit des Eingriffes unerläßlich. Dann wird an dem geeignet gelagerten Kranken jeder einzelne Knoten verkocht, wobei gewöhnlich ein kleines explosionsartiges Geräusch die genügende Tiefenwirkung der Gerinnung anzeigt. Sorge für leichten Stuhl, Sitzbäder, beruhigende Suppositorien werden dazu beitragen, die sich nach der Operation einstellenden Schmerzen auf ein Mindestmaß zu verringern.

Bordier hat zur Behandlung innerer Hämorrhoiden, soweit man sie nicht durch Elektrokoagulation entfernt, auch die einfache Durch-wärmung mittels rektaler Diathermie vorgeschlagen. Es ist bekannt, daß die Hochfrequenzströme in Form der Arsonvalisation schon von Doumier zur Behandlung dieses Leidens empfohlen und besonders von französischen Autoren mit Erfolg angewendet wurden. Gleich günstig, ja vielleicht noch besser scheinen hier die Diathermieströme zu wirken. Man führt nach Bordier eine Metallbougie nach Hegar als Elektrode in das Rektum ein und legt als zweite Elektrode eine größere Metallplatte auf den Oberschenkel. Dabei kann ein Strom von etwa 1 Ampere zur Anwendung kommen. Zweckmäßiger würde ich es halten, statt der inaktiven Oberschenkelelektrode einen Bleigürtel rings um das Becken zu legen, wie ich dies auf S. 173 bei der vaginalen Dia-thermie beschrieben habe. Es werden so die Stromlinien die Wände des Rektums nach allen Seiten gleichmäßig durchsetzen und erwärmen.

In gleicher Weise wie Hämorrhoiden können auch papilläre Hyper-trophien oder Polypen des Mastdarms elektrokaustisch zerstört werden.

Auch die Fissura ani wurde von Bordier zur Elektrokoagulation empfohlen. Unter Lokalanästhesie wird die schmerzhafteste Stelle verschorft, worauf die Fissur gewöhnlich ohne weiteres abheilt.

## Erkrankungen der Harnwege.

**Anzeigen.** Die chirurgische Diathermie hat sich heute in der Behandlung intravesikaler und intraurethraler Geschwülste einen dauernden Platz gesichert. Vorwiegend sind es die Papillome, welche in ihr Indikationsbereich fallen. Bei diesen vermag die Elektrokoagulation die Galvanokaustik und die Operation mit der kalten Schlinge vollkommen zu ersetzen. Der Kaustik gegenüber hat sie den Vorteil einer genaueren Lokalisationsmöglichkeit und einer größeren Tiefenwirkung, wodurch die Rezidivgefahr verringert wird, der Schlingenoperation ist sie dadurch überlegen, daß ihr auch solche Tumoren zugänglich sind, welche wegen ihres Sitzes und wegen ihrer Form mit der Schlinge nur schwer oder gar nicht zu fassen sind. Hierzu gehören die Papillome im Scheitel der Blase und im Blasenhal, ferner diejenigen, welche nicht isoliert und gestielt sind, sondern in Form feinsten Zöttchen auftreten, die rasenförmig kleinere oder größere Flächen der Schleimhaut bedecken.

Neben den Papillomen sind es tuberkulöse Prozesse, Hämangiome, Zysten und andere seltener vorkommende Neubildungen der Blasenwand, welche diathermisch operiert werden können. Die Karzinome werden nur bedingungsweise Gegenstand der Elektrokoagulation sein, und zwar hauptsächlich dann, wenn ihr Sitz die Entfernung durch eine Resektion der Blasenwand nicht zuläßt. Das Karzinom grundsätzlich von der Diathermiebehandlung auszuschließen (Wossidlo), erscheint nicht hinreichend begründet. Kroiss hat die Diathermie auch dazu benützt, um in einem Fall einen eingeklemmten Ureterstein, der mit seiner Spitze in die Harnblase hineinsah, zu befreien, in einem anderen Fall, um eine zystische Erweiterung des unteren Ureterendes linear zu spalten. Auch Pollet berichtet über zwei Fälle von Ureterokele, die er durch Elektrokoagulation von der Blase aus eröffnete.

Auch Blutungen der Schleimhaut können auf elektrokaustischem Weg rasch und prompt gestillt werden. Voraussetzung ist natürlich, daß die Blutung keine diffuse und ihr Ausgangspunkt gut erkennbar, nicht etwa durch ein Koagulum verdeckt ist.

Die Erfolge der Operation bei Papillomen sind bezüglich der Dauerheilung sehr günstige. Rezidive kommen, was sich aus der Tiefenwirkung des diathermischen Stromes erklärt, seltener vor als bei Operationen mit dem Galvanokauter oder der Schlinge.

**Elektroden und Apparate zur Operation.** Die Elektrokoagulation intravesikaler Geschwülste wurde von E. Beer (New York) in die Urologie eingeführt. Dieser Autor benützte den hochgespannten Strom eines Oudinschen Resonators, den er einpolig anwendete. Die Hochspannung des Stromes bedingte jedoch infolge der Funkenbildung manche Unannehmlichkeit, so daß heute das Verfahren Beers zugunsten

der zweipoligen Anwendung der niedergespannten Diathermieströme allgemein verlassen ist.

Zu letzterem Verfahren benötigt man zwei Elektroden, eine größere Bleiplatte, welche als inaktiver Pol unter das Gesäß oder den Rücken des auf dem Operationstisch befindlichen Kranken zu liegen kommt, und eine Operationselektrode, welche die Form einer feinen Sonde hat und durch das Ureterenzystoskop in die Blase eingeführt wird (Abb. 125). Diese Sonde ist, um gegen das Zystoskop isoliert zu sein, allseits mit einer nichtleitenden Masse umspinnen bis auf die Spitze, an der sie einen runden, zylindrischen oder auch spatelförmigen Metallkontakt trägt. Dieser wird in Berührung mit der Geschwulst gebracht und leitet den Strom auf sie über.

Da die zur Anwendung kommende Stromstärke 0,5 Ampere nicht überschreitet, so sind zur Elektrokaustik in der Harnblase oder Harnröhre die kleinen Modelle der Diathermieapparate, welche viele Firmen neben ihren größeren erzeugen, vollkommen ausreichend.

#### Die Ausführung der Operation.

Die Harnblase wird mit einer sterilen Lösung gefüllt und dann das Ureterenzystoskop mit der Operationssonde eingeführt. Mit Hilfe des Albarranschen Hebels wird nun der Metallknopf der Sonde gegen das Papillom gedrückt. Schaltet man den Strom jetzt ein, so sieht man, wie in wenigen Sekunden rings um die Kontaktstelle das Gewebe in-

folge der Eiweißgerinnung erblaßt. Dabei wird die Geschwulst sichtlich kleiner, sie schrumpft und die angrenzende Blasenschleimhaut legt sich häufig infolge dieser Zusammenziehung in radiäre Falten. Gleichzeitig steigen von der Sondenspitze Gasbläschen auf, da das Wasser des Gewebes zu kochen beginnt und sich in Dampf verwandelt. Hat man den Strom etwas zu hoch eingestellt, so geht die Weißfärbung der verkochten Partie in eine Braun- und Schwarzfärbung über: das Gewebe verkohlt. Die Sonde bleibt dann meist an dem Schorf kleben und läßt sich von ihm nur mit einiger Gewalt abziehen. Eine solche Verkohlung soll daher vermieden werden.

Ist die Geschwulst gestielt, so wird man, wo es irgend möglich ist, den Stiel mit der Sonde zu erreichen suchen, weil bei der Koagulation desselben die ganze Neubildung zum Absterben verurteilt ist. Wo dies nicht durchführbar ist, wird man in der oben beschriebenen Weise die Geschwulst in einem oder in mehreren Ansätzen verkochen.

Handelt es sich nicht um isolierte Papillome, sondern um flächenhaft wuchernde Zöttchen, so zerstört man diese am besten dadurch, daß



Abb. 125. Elektroden zur intravesikalen Elektrokoagulation samt Anschlußkabel.

man sie mit der Breitseite der Elektrode bestreicht. Bei besonders großen oder zahlreichen Papillomen benötigt man oft viele Sitzungen, um sie vollkommen zu beseitigen.

Ist die ganze Blasenschleimhaut von Papillomen bedeckt, handelt es sich also um eine richtige Papillomatose, dann wird es vielleicht zweckmäßig sein, dem Vorschlag Legueus folgend, die Elektrokoagulation bei eröffneter Blase vorzunehmen. Auch Molony empfiehlt bei Hindernissen im Blasenhal, die durch die gewöhnlichen Untersuchungsmethoden nicht gut erkennbar sind, die Anlegung einer suprapubischen Fistel, durch welche ein Zystoskop in die Blase eingeführt werden kann.

Die diathermierten Papillome fallen entweder unmittelbar nach der Koagulation ab oder sie werden nach einigen Tagen, längstens drei bis vier Wochen, abgestoßen und mit dem Urin entfernt. Um ein Rezidiv zu verhüten, wird es sich häufig empfehlen, diejenigen Stellen der Blasenwand, welchen die Geschwulst aufsaß, nochmals zu verkochen.

Die endovesikale Elektrokaustik ist eine ganz gefahrlose Operation, die in vielen Fällen ambulatorisch ausgeführt werden kann. Eine Anästhesie ist meist nicht nötig, da die Verkochung der Papillome selbst nicht die geringste Schmerzempfindung auslöst. Eine solche tritt nur dann auf, wenn die gesunde Blasenschleimhaut vom Strom getroffen wird. Die Möglichkeit einer Blasenperforation, die man anfänglich befürchtete, wäre nur bei einem ganz unsachgemäßen und brutalen Vorgehen denkbar. Daß Nachblutungen vorkommen, ist nicht ausgeschlossen. Casper und Schneider berichten über solche Vorkommnisse. Sicherlich ist diese Gefahr aber eine sehr geringe.

# Literaturverzeichnis.

## Bücher.

- Bordier, H.: Diathermie et Diathermotherapie. Paris: J. B. Baillière et fils.
- Breiger: Der heutige Stand der Diathermie. Herausgegeben von der Elektr. Ges. Sanitas. Berlin.
- Bucky, G.: Anleitung zur Diathermiebehandlung. 2. Aufl. Wien und Leipzig: Urban und Schwarzenberg 1927.
- Büben, I.: Die klinische Anwendung der Diathermie. Leipzig: J. A. Barth 1926.
- Cumberbatch, E. P.: Diathermy its productions and uses in medicine and surgery. London: W. Heinemann 1921.
- Cumberbatch a. Robinson: Treatment of gonococcal infection by diathermy. London: William Heinemann 1925.
- Koepe, L.: Die Diathermie und Lichtbehandlung des Auges. Leipzig: Vogel 1919.
- Laqueur, A.: Leitfaden der Diathermiebehandlung. Berlin: S. Karger 1926.
- Nagelschmidt, F.: Lehrbuch der Diathermie. 3. Aufl. Berlin: Julius Springer 1926.
- Saberton, Cl.: Diathermy in medical and surgical practice. London.
- Schnée, A.: Kompendium der Hochfrequenz in ihren verschiedenen Anwendungsformen einschließlich der Diathermie. Leipzig: O. Nernich 1920.
- Stieböck, H. L.: Praktikum der Hochfrequenztherapie (Diathermie). Wien: Julius Springer 1926.
- Zanelli, C. F.: Elementi di Diatermotherapia. Bologna: Licinio Capelli.

## Zeitschriften.

### Geschichte der Diathermie.

- Bernd, E. v. und Preyß: Erwiderung auf Dr. Nagelschmidts „Ergänzung zur Geschichte der Diathermie“. Wien. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 9.
- Nagelschmidt, Fr.: Ergänzung zur Geschichte der Diathermie. Wien. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 7.
- Zeynek, R. v.: Über die Erregbarkeit sensibler Nervenendigungen durch Wechselströme. Nachr. v. d. Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Abteilung 1899. S. 101.
- Zur Geschichte der Thermopenetration. Wien. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 3.
- Über Diathermie (Transtermie, Thermopenetration). Bemerkungen zu der gleichnamigen Arbeit von Dr. Nagelschmidt. Münch. med. Wochenschr. 1910. Nr. 4.
- Erwiderung auf Dr. Nagelschmidts „Ergänzung zur Geschichte der Diathermie“. Wien. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 7.
- E. v. Bernd, R. v. Preiß: Vorläufige Mitteilung über Thermopenetration. Münch. med. Wochenschr. 1908. Nr. 8, S. 432.

### Physik, Instrumentarium und Technik.

- Arsonval: Nouvel appareil de diathermie intensive. Arch. d'électr. méd. Nr. 377 (März 1914).
- Axmann: Ein kleiner Apparat für Hochfrequenzbehandlung. Med. Klinik 1922. S. 49.

- Bangert, K.: Universalinstrumentarium für Diathermie, Röntgenzwecke und Arsonvalisation. 83. Vers. dtsh. Naturforsch. u. Ärzte in Karlsruhe 1911.
- Fortschritte der Diathermiertechnik. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. 1916. Nr. 3.
- Physik der Diathermie- und Arsonvalisationsströme. Zentralbl. f. Röntgenstr., Radium u. verw. Geb. Jg. 7, H. 1—4.
- Zur Frage der Elektrodenapplikation beim Diathermieverfahren. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1916. H. 9.
- Einige Bemerkungen und Versuche zur Frage des Stromlinienverlaufes beim Diathermieverfahren. Zentralbl. f. Röntgenstr., Radium u. verw. Geb. 1919. H. 5 u. 6.
- Bauer, H.: Aus der Physik und physikalischen Technik. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. 1910. Nr. 8.
- Einige Bemerkungen zu dem Aufsatz des Herrn H. Simon „Physik und Technik der Thermopenetration“. Zeitschr. f. med. Elektrol. Bd. 13, H. 6. 1912.
- Belot, J.: A propos des dispositifs de diathermie. Arch. d'électr. méd. Nr. 316.
- Berger, W.: Ein neuer Diathermieapparat. Arch. f. physikal. Med. u. med. Techn. 1912. H. 1.
- Bernd, E. v. und R. v. Preyß: Zur Thermopenetration. Wien. klin. Wochenschr. 1909. Nr. 44.
- Bordier, H.: Electrodes pour diathermie chirurgicale. Journ. de radiol. et d'électrol. 1922. Nr. 12.
- Le nouvel éclateur silencieux du néo-diathermique. Arch. d'électricité méd. 1927. Nr. 527.
- Nouvel appareil diathermique de grande puissance à self fixe. Arch. d'électr. méd. 1927. Nr. 525.
- Le poste „néo-diathermique“ pour diathermie, étincelage et effluviation. Arch. d'électr. méd. 1925. Nr. 509.
- Appareil nouveau pour la diathermie et l'étincelage. Ann. des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx 1924. Bd. 43, Nr. 10.
- Breiger: Penetrotherm, der neueste Apparat zur Diathermie. Elektrotechn. Anz. Jg. 29. 1912.
- Bucky, G.: Zur Applikationstechnik der Diathermieströme. Berlin. klin. Wochenschrift 1914. Nr. 2. Vortrag auf dem 4. Internationalen Kongreß für Physiotherapie in Berlin, März 1913.
- Diathermieschädigungen und ihre Vermeidung durch den Pulsator unter gleichzeitiger Erhöhung der therapeutischen Wirkung. Münch. med. Wochenschr. 1915. Nr. 29.
- Intensiv-Diathermie durch den Pulsator und Alternator. Münch. med. Wochenschrift 1919. Nr. 16.
- Burmester: Beitrag zur Handhabung des Diathermieapparates bei gleichzeitigem Anschluß mehrerer Kranker. Münch. med. Wochenschr. 1917. Nr. 13.
- Christen, Th. und H. Beeren: Über Diathermieelektroden. Berlin. klin. Wochenschrift 1919. Nr. 3.
- H. Hertenstein und Bergter: Neue Fortschritte der Diathermie. Münch. med. Wochenschr. 1918. Nr. 50.
- Cirera, Terré L.: Las valvulas electronicas en la diatermia. Iberica 1926. Nr. 622.
- Damoglou, S. C.: Die mit dem in unserem Besitz befindlichen Hochfrequenzapparate ausgeübte Thermopenetration. 6. Internationaler Kongreß für med. Elektrologie in Prag 1912. Ref.: Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1913. H. 2, S. 96.
- Dessauer, Fr.: Über einen neuen Apparat zur Durchdringung des Körpers mit Stromwärme (Diathermie). Münch. med. Wochenschr. 1910. Nr. 25.
- Dieterich, O.: Diathermieelektroden und fehlerhafte Diathermien, die neuen Stromlinienelektroden. Zeitschr. f. d. ges. phys. Therapie 1926. Bd. 32, H. 4.
- Faßbender, H.: Die technischen Grundlagen der Diathermie. Fach- u. Exportzeitschr. f. Elektrotechn. „Helios“ 1915. Nr. 52.
- Ein neuer Diathermieapparat. Zentralbl. f. Röntgenstr., Radium u. verw. Geb. 1918. Nr. 7 u. 8. Münch. med. Wochenschr. 1918. Nr. 29.
- Fries, G.: Physikalische Prüfung der Leistungsfähigkeit von Diathermieapparaten. Schweiz. med. Wochenschr. 1926. Nr. 46.

- Gaiffe: Fonctionnement de l'appareil de diathermie Gaiffe. Arch. d'électr. méd. Nr. 330.
- Görl: Über Wärmepenetractions- und Forest-Apparat. Nürnberg. med. Ges. Ref.: Berlin. klin. Wochenschr. 1909. Nr. 52.
- Hall, E.: Über einen durch Diathermie veranlaßten Unfall. Arch. of the Röntgen-ray 1913. Nr. 150.
- Hohlweg, R.: Technische Erfahrungen über Anwendung der Diathermie bei Kriegserkrankungen. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1917. H. 9.
- Jacobson, L.: Was ist der Diathermiestrom und wie ist seine Wirkung? Bemerkung zu dem gleichnamigen Aufsatz von R. Kuhn. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. 1923. Nr. 4.
- Kaufmann, M.: Eine zweckmäßige Klammer für Diathermieelektroden. Dtsch. med. Wochenschr. 1927. Nr. 15.
- Kowarschik, J.: Methoden und Technik der Diathermie. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1911. H. 11.
- Eine neue einfache Methode der allgemeinen Diathermie. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1920. Nr. 4.
- Kuhn, R.: Was ist der Diathermiestrom und wie ist seine Wirkung? Eine elementare Einführung. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. 1923. Nr. 2.
- Kurtzahn und Frey: Über die Erhöhung der diathermischen Tiefenwirkung. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chirurg. 1927. Bd. 40, H. 3.
- Laquerrière, A.: Les électrodes de thermopénétration. Bull. off. de la soc. franc. d'électrothérapie et de radiologie. März 1923. p. 78.
- Laqueur, A.: L'application de la thermopénétration. Arch. d'électr. méd. Nr. 293.
- Last, E.: Schutzkappe zur Verhütung der beim Abgleiten der Diathermieelektrodenklemme entstehenden Hautverbrennungen. Med. Klinik 1927. Nr. 11.
- Eine neue Kabelklemme für Diathermieelektroden. Med. Klinik 1927. H. 14.
- Lewin, H.: Diathermieelektrode mit veränderlichem Flächeninhalt. Münch. med. Wochenschr. 1923. S. 433.
- Verbesserung der Wiensschen Funkenstrecke des Diathermieapparates durch neuartige Isolierringe und eine besondere Methode ihrer Anwendung. Strahlentherapie Bd. 16, H. 5. 1924.
- Michailoff, A.: Die Anwendung der Kathoden-Generatoren der Schall- und Diathermiefrequenz für Heilzwecke. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie. Bd. 30, H. 5. 1925.
- Morlet, A.: Technique de la diathermie. Ann. de méd. phys. 1911. März-April.
- Nagelschmidt, Fr.: L'appareil de diathermie. Arch. d'électr. méd. 1911. Nr. 305.
- Réchou, M.: Un éclateur simple pour diathermie. Arch. d'électr. méd. Nr. 354. (März 1913).
- Rover, Fr.: Die physikalischen und biologischen Grundlagen der Diathermie. Strahlentherapie Bd. 12, H. 2.
- Samengo, L.: Die Bi-Elektrode und die Diathermoinstrumente. Semana med. 1926. Jg. 33, Nr. 43.
- Schnée, A.: Hochfrequenz und Thermopenetration im Vierzellenbad. 82. Vers. dtsch. Naturforsch. u. Ärzte in Königsberg i. Pr. Münch. med. Wochenschr. 1910. Nr. 45.
- Die Anwendung der Diathermierung nach Bergonié und im Vierzellenbad. Therapeut. Monatsh. 1913. H. 9.
- Sengbusch, R. v.: Gleichzeitige Diathermiebehandlung in mehreren Stromkreisen. Dtsch. med. Wochenschr. 1917. Nr. 31.
- Simon, H.: Verwendung kontinuierlicher elektrischer Schwingungen in der Elektrotherapie. Techn. Rundschau 1909. Nr. 20.
- Über Thermopenetration. Techn. Rundschau 1909. Nr. 40.
- Die Theorie des Thermopenetrationsverfahrens. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1910. H. 1.
- Physik und Technik der Thermopenetration. Leipzig: A. Barth 1912. 38 Seiten.
- Stein, A. E.: Zur Technik der Diathermiebehandlung der Gelenkkrankheiten. 4. Internationaler Kongreß für Physiotherapie in Berlin 1913. Dtsch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 27. Zeitschr. f. orthop. Chirurg. Bd. 22.
- Kreuzfeuer-Diathermie. Zentralbl. f. Röntgenstr., Radium u. verw. Geb. 1914. H. 9 u. 10.

- Stein, A. E.: Die Gelenkbehandlung mit Kreuzfeuerdiathermie. 2. Jahresversammlung der ärztlichen Gesellschaft für Mechanotherapie, Berlin 10. und 11. Januar 1920. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1920. Nr. 6.
- Telemann, W.: Hochfrequenzströme in der Medizin. Dtsch. med. Wochenschr. 1911. Nr. 18.
- Titus, N. E.: A method of localizing the effects of diathermy. Physical. therapeut. Bd. 44. Nr. 5. 1926.
- Vinaj, A.: La diatermia medica. Riv. di idrol. climatol. e terapia fisica 1925. Nr. 1.
- Walter, A.: Appareil de diathermie et d'étincelage. Arch. d'électr. méd. 1924. Nr. 505.
- Walter, B.: Über die physikalischen Grundlagen der Diathermie (Transtermie, Thermopenetration). Münch. med. Wochenschr. 1910. Nr. 5.
- Weber, H.: Über Wesen und Bedeutung der Hochfrequenzströme, speziell der Diathermie. Schweiz. med. Wochenschr. 1920. Nr. 48.
- Weil, A.: Les électrodes pour la diathermie. Journ. de physiothérapie 1911. Nr. 102.
- Zimmern: A propos de la forme diathermique de courants de haute fréquence. Bull. off. de la soc. franc. d'électrothérapie et de radiologie. Juni 1922. p. 213.

### Physiologie.

- Aresu, Mario: Azione locale della diatermia sul sangue. Folia med. 1921. p. 193.
- Bain, W., W. Edgecombe, Kidd W. Shirby and Miller Sinclair: An experimental investigation into the action of certain electrical treatments on the blood, bloodpressure and metabolism. Lancet 1921. p. 905.
- Bergonié, J.: Des applications de diathermie comme ration énergétique d'appoint. Cpt. rend. Tom. 155, p. 1171. 2. Dezember 1912.
- La diathermie ration d'appoint. Paris méd. 1913. Nr. 5.
- La diathermie ration d'appoint. Société française d'électrothérapie et de radiologie médicale. Ref.: Arch. d'électr. méd. Januar 1913. Nr. 349.
- La diathermie ration d'appoint. Arch. d'électr. méd. Nr. 353. März 1913.
- Die Anwendung der Diathermie als energetisches Ergänzungsmittel. Arch. f. physikal. Med. u. med. Technik Bd. 7, H. 4.
- Berliner, M.: Untersuchungen über das Wesen der hämoklasischen Krise Widals. Med. Klinik 1922. Nr. 41.
- Bordier, H.: Influence de la diathermie sur la cellule végétale. Conséquences biologiques. Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences Tom. 178, Nr. 22, p. 1844. 1924.
- Influence de la diathermie sur la glycosurie expérimentale. Rev. de méd. 1925. Nr. 6.
- Brody, L. J.: The effect of diathermy upon gastric acidity. An experimental study. Arch. of physical. Therapy, X ray, radium 1927. Vol. 8. Nr. 3.
- Bucky, G. und O. Manheimer,: Der Leukozytensturz bei verschiedenen elektromagnetischen Schwingungen. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 1926. Bd. 32, H. 2.
- Cirera, Salse: La resistance du corps humain aux courants de haute fréquence dans leur modalité de thermopénétration ou diathermie. Bull. off. de la soc. d'électrothérapie et de radiologie. Juli 1922. p. 278.
- Crile, G. W.: The use of diathermy and of the quartz lamp for conserving the temperature of the viscera and promoting the welfare of the patient before and after abdominal operations. Surg. gynecol. a. obstetr. 1926. Vol. 42. Nr. 2.
- Delherm et Laquerrière: Action endothermique des courants de haute fréquence. Gaz. des hôp. civ. et milit. 1910. Nr. 84.
- Durig, A. und A. Grau: Der Energieumsatz bei der Diathermie. Biochem. Zeitschr. Bd. 48, S. 480. 1913.
- Fürstenberg, A.: Der Einfluß der Diathermie auf die Körper- und Gewebetemperatur des Menschen. Med. Klinik 1913. Nr. 19.
- und K. Schemel: Das Verhalten der Körper- und Gewebetemperatur des Menschen bei der Thermopenetration (Diathermie). Dtsch. med. Wochenschr. 1912. Nr. 38.

- Grunspan, Mlle.: La chaleur des tissus dans les applications d'air chaud et de thermopénétration. Société française d'électrothérapie et de radiologie médicale. Ref.: Arch. d'électr. méd. Dezember 1913. Nr. 371.
- Essais de mensuration des températures réelles des tissus au cours des traitements par l'air chaud, la diathermie et l'électrocoagulation. Rev. de chirurg. 1913. Oktober.
- Gunzbourg: Action physiologique de la thermopénétration. Ann. de méd. physique (Antwerpen) 1911. März-April.
- Kolmer, W. und P. Liebesny: Experimentelle Untersuchungen über Diathermie. Wien. klin. Wochenschr. 1920. Nr. 43.
- Korowitzky, L. und M. Jassinovsky: Über die Einwirkung der Diathermie auf die Emigration der Leukocyten in der Mundhöhle. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie. Bd. 31, H. 1. 1925.
- Kowallek, A.: Plethysmographische Untersuchungen über die Wirkung der Hochfrequenzströme. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1919. S. 263.
- Kowarschik, J.: Der Hautwiderstand bei der Diathermie. Wien. klin. Wochenschrift 1924. Nr. 11.
- Kraus, Fr.: Tiefenthermometrie bei der Diathermie. Münch. med. Wochenschr. 1923. Nr. 14.
- Thermometrische Untersuchungen bei Diathermie am Tiere und Menschen. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie Bd. 27, H. 3/4. 1923.
- Kraus, F.: Diathermie und Glühlichtbad. Ein Vergleich auf Grund experimenteller Untersuchungen. Zeitschrift f. d. ges. physikal. Therapie. Bd. 33, H. 4. 1927.
- Laquerrière: Les accidents de la diathermie. Journ. méd. français. Tom. 16, Nr. 4. 1927.
- Liebesny, P.: Experimentelle Untersuchungen über Diathermie. Wien. klin. Wochenschr. 1921. Nr. 11.
- Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Keimdrüsen und Hyperphyse und therapeutisch experimenteller Nachweis der zentralen Regulierung der Keimdrüsen beim Menschen. Klin. Wochenschr. 1927. Nr. 2.
- Lindemann, W.: Über die Entstehung von Verbrennungen bei Diathermie. Zentralbl. f. Gynäkol. 1924. Nr. 7a.
- Lonerger, R.: An experimental study of diathermy. Journ. of industr. hyg. Vol. 9, Nr. 1. 1927.
- Lüdin, M.: Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung äußerer lokaler Wärmeapplikationen auf die Funktion des Magens. Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 1919. H. 1—2.
- Luisada, E.: I pericoli della diatermia. Riv. di idrol., climatol. e terap. fisica. 1924. Nr. 11.
- Massa, M.: Veränderungen der Glykämie durch die Diathermie der Schilddrüsengegend. Rif. med. Vol. 42, Nr. 7. 1926.
- Variazioni della glicemia per applicazioni diatermiche sulla regione tiroidea. Riv. med. 1926. Nr. 7.
- Mohr: Über die Beeinflussung des Blutgefäßapparates durch Diathermie. 30. dtsch. Kongreß für innere Medizin in Wiesbaden 1913.
- Nesper: Wärmeeinwirkung durch Hochfrequenzströme in organischen Geweben (Thermopenetration). Physikal. Zeitschr. Jg. 11, Nr. 1.
- Nonnenbruch und Szyszka: Beschleunigung der Blutgerinnung durch Milzdiathermie. Münch. med. Wochenschr. 1920. Nr. 37.
- Puxeddu, E.: Influenza della diatermia sulla V. S. degli eritrociti. Klin. Med. ital. 1925. Nr. 1.
- Réchou, M.: Action de la diathermie sur les échanges respiratoires. Association française pour l'avancement de sciences, Nîmes, August 1912. Ref.: Arch. d'électr. méd. Nr. 339. p. 126.
- Schereschewsky, J. W.: The physiological effects of currents of very high frequency (135 000 000 to 8 300 000 cycles per second). Public. health reports. Vol. 41, Nr. 37. 1926.
- Schittenhelm, A.: Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Wirkung der Hochfrequenzströme. Therap. Monatsh. Jg. 25. Juni 1911.
- Schott, E. und F. Schlumm: Beobachtungen bei Anwendung der Allgemein-diathermie. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 1924. H. 5/6.

- Stary, Z.: Über die Stoffwechselwirkung der Diathermie. Zeitschr. f. Biol. Bd. 85, H. 2. 1926.
- und W. Stein: Über die Stoffwechselwirkung der Diathermie. II. Mitt. Zeitschrift f. Biol. Bd. 85, H. 6. 1927.
- Stieböck, L.: Bemerkungen zur Hochfrequenztherapie. Zeitschr. f. d. ges. physik. Therapie. 1925. H. 4.
- Szenes, A. und Leo Stecher: Die Beeinflussung des Grundumsatzes durch Röntgen- und Diathermiebehandlung der Hypophysengegend. Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 1925. H. 1/2.
- Tyler, A. F.: What is diathermy and how does it act on tissue? Arch. of physical therapy, X-ray, Radium. Vol. 7, Nr. 11. 1926.
- Ullmann, K.: Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Thermopenetration. Zeitschr. f. med. Elektrol. 1910. H. 5.
- Vinaj, A.: Veränderungen des Blutes und der Zirkulation durch die Diathermie. Il Morgagni Vol. 44, Nr. 8. 1921.
- L'influenza esercitata della diatermia sulla resistenza dei muscoli alla fatica. Riv. di idrol. climatol. e terapia fisica 1924. Nr. 9.
- La diatermia medica. Riv. di irol. climatol e terapia fisica. 1925. Nr. 3.
- Weil, A. und Gérard: Les effets thermiques des courants de haute fréquence. Journ. de physiothérapie 1910. Nr. 96.
- Wildermuth, F.: Experimentelle Untersuchungen über den spezifischen Leitungswiderstand und über die spezifische Wärme der Gewebe des menschlichen Körpers als Grundlage für die Beurteilung des Weges von wärmeerregenden Hochfrequenzströmen. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chirurg. Bd. 22, H. 4. 1911.
- Zeynek, R. v.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Thermopenetration (Diathermie). 4. Internationaler Kongreß für Physiotherapie in Berlin. März 1913. Strahlentherapie Bd. 3.
- Sur la base scientifique de la thermopénétration ou diathermie. Arch. d'électr. méd. Mai 1913. Nr. 357.
- und E. v. Bernd: Zur Frage der Nervenregung durch Wechselströme hoher Frequenz. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 132.
- Zimmern et Lachowski: Principes physiques et effets physiologiques de la diathermie. Journ. méd. français. 1927. Nr. 4.

### Innere und chirurgische Erkrankungen.

- Adam, H.: Diathermie im Pendelapparat zur Mobilisation versteifter Gelenke und Weichteile. Diathermie und Überdruckatmung in der pneumatischen Kammer zur Mobilisation pleuritischer Verklebungen und Verwachsungen. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1917. H. 8.
- Aimard, J.: De l'emploi systématique de la diathermie dans les réactions douloureuses inflammatoires ou spasmodiques de la vésicule biliaire. Presse méd. 1921. p. 981.
- Indications et technique des applications de diathermie dans les réactions douloureuses de la vésicule biliaire. Journ. de radiol. et d'électrol. 1923. Nr. 5. p. 225.
- Quelques points de technique sur les applications de diathermie au niveau du carrefour sous-hépatique. Bull. méd. 1923. Nr. 16, S. 434.
- Emploi valeur et indications de la diathermie dans les réactions douloureuses de la vésicule biliaire. Journ. méd. franc. 1925. Nr. 2.
- Babonneix, J. Hutinel et P. Hillemand: Sclérodermie progressive. Amélioration par la diathermie. Bull. de la soc. de pédiatr. de Paris 1927. Nr. 1/2.
- Baisch, B.: Diathermie und ihre Anwendung in der Orthopädie. Naturhistorisch-medizinischer Verein in Heidelberg, 16. Juli 1912. Ref.: Dtsch. med. Wochenschrift 1912. Nr. 50.
- Bassler, A.: Diathermic treatment in localized cirrhosis of the liver caused by infective gallbladder diseases. Physical. therapeut. 1926. Nr. 12.
- Baud, H.: La diathermie. Dissertation Paris 1911.
- Bavelaer: Quelques applications intéressantes de la diathermie. Journ. des sciences méd. de Lille 5. Oktober 1924.

- Bergamini, M.: Poliomyélite antérieure aiguë à forme épidémique et son nouveau traitement. Arch. de méd. des enfants 1923. Nr. 9.
- Bergell, P. und R. Baumstark: Zur Pathogenese und Therapie der Nierensklerose Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie einschl. Balneologie u. Klimatol. 1922. H. 12.
- Bergonié, J.: Les applications médicales de la diathermie. Arch. d'électr. méd. Mai 1913. Nr. 357. 4. internationaler Kongreß für Physiotherapie in Berlin. März 1913.
- Über die medizinische Anwendung der Diathermie. Berlin. klin. Wochenschr. 1913. Nr. 39.
- Thermopenetration oder Diathermie. Handb. d. ges. med. Anwendungen der Elektrizität von Boruttau und Mann Bd. 2, S. 2.
- et G. R échou: La Diathermie. Applications médicales et chirurgicales. Arch. d'électr. méd. Nr. 314.
- Bernd, E. v.: Über Thermopenetration. Gesellschaft der Ärzte in Wien am 26. Februar 1909.
- Über Thermopenetration. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1909. H. 3.
- Bertoloty, R.: Schmerzreaktionen bei Diathermie. La med. iberica 1922. Nr. 240.
- Blakesley, T. S.: Thermo-therapy in the eye, ear, nose and throat. Physical therapeut. 1926. Nr. 1.
- Bles, Ch.: Über Thermopenetration. Nederlandsch tijdschr. v. geneesk. Vol. 2. 1911.
- Bordier, H.: La diathermothérapie dans les affections de l'estomac. Paris méd. 1921. S. 450.
- Nuove vedute sul trattamento della paralisi infantile. Pediatria 1921. p. 433.
- Efficacité de l'arsonvalisation diathermique dans les plaies atones (ulcères variqueux, troubles trophiques cutanés etc.). Cpt. rend. Tom. 6, Nr. 1, p. 54. 1922.
- Influence de la d'arsonvalisation diathermique sur les glandes endocrines. Application au traitement de la maladie de Basedow. Cpt. rend. Tom. 176, Nr. 11, p. 790. 1923.
- La diathermie combinée à la radiothérapie dans la poliomyélite antérieure. Journ. de radiol. et d'électrol. 1923. Nr. 12.
- Diathermothérapie de la paralysie faciale périphérique. Paris méd. 1923. Nr. 50.
- Utilité de la diathermie dans la paralysie faciale grave. Arch. d'électr. méd. 1924. Nr. 505.
- La diathermie associée à la radiothérapie dans la poliomyélite antérieure. Scalpel 1923. Nr. 39 u. 42.
- Efficacité de la diathermie dans l'aérophagie. Paris méd. 1925. Nr. 51.
- Action de la d'arsonvalisation diathermique sur la synovie. Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences. Tome 183, Nr. 3. 1926.
- Guérison d'un cas de glycosurie diabétique par la diathermie. Arch. d'électr. méd. 1926. Nr. 517.
- Traitement de l'hydarthrose du genou par la diathermie. Paris méd. 1926. Nr. 41.
- Action de la diathermie sur la synovie in vitro. Arch. d'électr. méd. 1926. Nr. 520.
- Efficacité de la d'arsonvalisation diathermique dans le syndrome de Basedow. Arch. d'électr. méd. 1927. Nr. 528.
- Brahn, H.: Die kombinierte Behandlung chronisch-rheumatischer Erkrankungen mit Leukotropin und Diathermie. Münch. med. Wochenschr. 1923. Nr. 7.
- Braun, H.: Die Diathermie im Kriege. Therapie d. Gegenw. 1917. April.
- Braunwarth und Fischer: Über den Einfluß der verschiedenen Arten der Hochfrequenzbehandlung auf das kardiovaskuläre System. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1912. H. 11.
- Brooke, Ch. H.: Diathermy in osseous disease and injury. Physical therapeut. 1926. Nr. 4.
- Bucky, G.: Die Diathermie in den Lazaretten. Dtsch. med. Wochenschr. 1915. Nr. 16.
- Die Diathermie. Kriegsärztliche Abende. Ref.: Berlin. klin. Wochenschr. 1915. Nr. 13, S. 335.

- Bucky G.: Die Diathermiebehandlung von Kriegsverletzungen und Kriegserkrankungen. Strahlentherapie Bd. 7, S. 248. 1916.
- Über Diathermiebehandlung. Erwiderung auf H. E. Schmidt. Berlin. klin. Wochenschr. 1918. Nr. 8. Dazu Schlußwort von H. E. Schmidt. Berlin. klin. Wochenschr. 1918. Nr. 23.
- Diathermie oder Heißluft. Zeitschr. f. Krankenpflege 1920.
- Campana, M.: Un cas d'angine de poitrine très améliorée par la diathermie. Arch. d'électr. méd. 1926. Nr. 515.
- Carey, W. W.: Diathermy in bone lesions. Med. Journ. a. record 1925. Nr. 11.
- Chizzola, G.: Sul moderno trattamento della poliomielite anteriore acuta con la radio-diatermo-eléttroterapia. Radiol. med. 1927. Nr. 3.
- Sur la technique du traitement de Bordier contre la paralysie infantile. Paris méd. 22. Janvier 1927.
- Chlumsky, V.: Über die elektrische Durchwärmung (Diathermie). Wien. klin. Rundschau 1910. Nr. 45.
- Cirera, Salse L.: La termopenetration (Diatermia) y sus aplicaciones clinicas. Verlag: Revista international de Medicina, Argensola, 2. Madrid.
- Cluzet et Badin: Traitement de la gangrène diabétique par la diathermie. Lyon méd. 16. März 1924.
- Badin, Chevallier: Sur quatre nouveaux cas de gangrène diabétique humide traités avec succès par la diathermie. Lyon méd. 26. Oktober 1924.
- et Chevallier: Traitement des gangrènes diabétiques humides par la diathermie. Bull. de l'acad. de méd. 1924. Nr. 32.
- Cruikshank, O. T.: High frequency treatment. Journ. of radiol. 1925. Nr. 10.
- Cubbon, H. T.: Diathermie und medizinische Praxis. Brit. med. Journ. 1923. Mai. p. 897.
- Cuddeback, F. E.: Diathermy as therapeutic agent., especially in the treatment of sprains, fractures, adhesions and chronic stiff and painful joints. Lancet Vol. 200, p. 143. 1921.
- Czezowska, Z. und J. Smolinski: Über den Einfluß der Diathermie auf den Diabetes. Polska gazeta lekarska 1925. Nr. 49.
- Damoglou, S. C.: Deux cas d'hémiplégie cérébrale fruste consécutive à une embolie traités avec succès par la diathermie réalisée avec les appareils de haute fréquence. Ann. d'Electrobiologie et de Radiologie 1913. September.
- Delherm: La diathermie dans les séquelles douloureuses de l'arthrite blennorrhagique. Bull. off. de la soc. franc. d'électrothérapie et de radiologie. März 1922. p. 128.
- et Mme. Grunspan de Brancas: Sciatique rebelle guéri par des séances prolongées de diathermie. Bull. off. de la soc. franc. de l'électrothérapie et de radiologie. Juni 1923. p. 143.
- — La diathermie. Son mode emploi et ses indications dans certaines affections de l'abdomen. Journ. de thérapeutique. Juli 1924.
- et Laquierrière: A propos de l'action thermique des courants de haute fréquence. Bull. off. de la soc. franc. d'électrothérapie et de radiologie. Juni 1922. p. 216.
- Delherm et Laquierrière: Sur quelques points du traitement de la paralysie infantile. Journ. de radiol. et d'électrol. 1925. Nr. 7.
- Diathermie et affections abdominales. Journ. méd. franc. 1927. Nr. 4.
- Desgrez: Quelques algies graves. traitées par la diathermie. Journ. méd. franc. 1927. Nr. 4.
- Desternes et Laquierrière: Un cas de calification de la bourse séreuse sous-acromiale guérie par la diathermie. Bull. de la soc. franc. d'électrothérapie et de radiol. méd. Januar 1914.
- Determann: Diathermie bei Dysbasia angiosclerotica. Dtsch. med. Wochenschr. 1926. Nr. 8.
- Disqué: Elektrische Behandlung mit Metronomunterbrecher und lokale Diathermie bei Schußverletzungen und in der ärztlichen Praxis. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1916. H. 2.
- Dobson, L.: Infective rheumatoid arthritis and its treatment. West London med. Journ. 1927. Nr. 1.

- Dreesen, H.: Experimentelle und therapeutische Erfahrungen mit Diathermie. Dtsch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 37.
- Duhem: Action de la diathermie sur l'hypertension artérielle. Bull. off. de la soc. franc. de l'électrothérapie et de radiologie. Oktober 1921. p. 212.
- Action de la diathermie dans la poliomyélite. Journ. méd. franc. 1927. Nr. 4.
- Durand, G. et Aug. Nemours: Action de la diathermie sur certaines séquelles epiploïques de l'appendicite chronique opérée. Bull. off. de la soc. de thérapeutique. Mai 1921. p. 161.
- Eaton Stewart, H.: Die Diathermie bei der Lungenentzündung. Americ. Journ. of electrotherapeut. a. radiol. Vol. 40, Nr. 10. 1922.
- Ebstein, E.: Eine neuartige Behandlung des Keuchhustens. Münch. med. Wochenschrift 1916. Nr. 2.
- Ehrlich: Der gegenwärtige Stand der Thermopenetration. Dtsch. militärärztl. Zeitschr. 1911. Nr. 15.
- Eitner, E.: Thermopenetration, eine neue Wärmetherapie. Ärztl. Reformzeit. 1910. Nr. 22 und 23.
- Weitere Mitteilungen über Thermopenetration. Wien. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 35.
- und E. v. Bernd: Über Thermopenetration. Wien. klin. Wochenschr. 1909. Nr. 44.
- Ewerhardt, F. W.: Diathermy in joint injuries. Journ. of the Americ. med. assoc. 1925. Nr. 15.
- Diathermie bei Gelenkaffektionen. Clin. castellana. Bd. 31, Nr. 6.
- The treatment of Colle's fracture by diathermy and other methods. Arch. of physical therapy, X ray, radium 1927. Nr. 4.
- Mc Fee, W. D.: Diathermy in medicine. Boston med. a. surg. Journ. 1926. Nr. 9.
- Feiler: Über eine neue Behandlungsmethode von Strumen und des Morbus Basedowi. 7. Kongreß der Balneologen Österreichs zu Meran, Oktober 1912: Ref.: Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1913. H. 2.
- Fesuglio: Über Diathermie. Il Morgagni Vol. 7, Nr. 24. 1913.
- Fraikin: Traitement des états douloureux du ventre par la diathermie. Paris méd. 1926. Nr. 30.
- Freund, E.: Die Diathermie. Wien. klin. Wochenschr. Sonderbeilage. Jg. 38, H. 37.
- Freund, L.: Diathermiebehandlung der Bursitis subdeltoidea und subacromialis. Gesellschaft der Ärzte in Wien am 11. Mai 1917. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1917. Nr. 24.
- Funck, C.: Über Transthermie und die Therapie mit Ätherwellen. Dtsch. med. Wochenschr. 1910. Nr. 22.
- Fürstenberg, A.: Über Diathermie. Zentralbl. f. d. ges. Therapie 1913. H. 11.
- Gara, S.: Über Diathermie. Arch. f. physikal. Med. u. med. Techn. Bd. 5, H. 3.
- Gassul, R.: Über eine Behandlungsmethode des Asthma bronchiale mittels Milzdiathermieverfahren. Strahlentherapie 1926. H. 4.
- Behandlung des Bronchialasthmas mittels Diathermiebehandlung der Milz. Vestnik rentgenologii i radiologii 1926. Nr. 2.
- Über Desensibilisierung von Asthmakranken mittels Diathermiebehandlung der Milz. Vracebno delo 1926. Nr. 7.
- Desensibilisierungsversuche beim Asthma bronchiale mittels Milzdiathermie. Dtsch. med. Wochenschr. 1926. Nr. 41.
- Ghilarducci: Einfluß der Diathermie auf den experimentellen menschlichen Diabetes. 6. Internationaler Kongreß für medizinische Elektrologie und Radiologie in Prag 1912. Ref.: Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1913. H. 2.
- Grube, K.: Die interne Behandlung der chronischen Gallenblasenentzündung und des Gallensteinleidens. Med. Klinik 1918. Nr. 17.
- Grünbaum, R.: Über Diathermie. Wien. med. Wochenschr. 1919. Nr. 42 u. 43.
- Behandlung der Perniones mit Diathermie. Wien. klin. Wochenschr. 1920. Nr. 1.
- Die Diathermiebehandlung der Claudicatio intermittens. Wien. klin. Wochenschrift 1920. Nr. 43.
- Zur Technik und Indikation der Diathermie. Wien. klin. Wochenschr. 1923. Nr. 2.

- Grünbaum, R.: Zur Technik der Diathermiebehandlung der Hypophysengegend. Wien. klin. Wochenschr. 1924. Nr. 35.
- Grünsfeld, M.: Zur Anwendung der Diathermie bei Erkrankungen der Respirationsorgane. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie. Bd. 25, H. 7. 1921.
- Diathermie bei Erkrankungen des Zirkulationsapparates. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie Bd. 27, H. 1/2. Mai 1923.
- Grunspan de Brancas: Les Applications médicales de diathermie. Journ. de radiol. et d'électrol. Tome 6, Nr. 8. 1922.
- Grzywa, N.: Zur Behandlung von chronisch traumatischen Kniegelenksentzündungen. Klin. Wochenschr. 1923. Nr. 5.
- Allgemeindiathermie am Operationstisch. Zentralbl. f. Chirurg. 1922. Nr. 34.
- Gunsett et Sichel: Quelques remarques sur la radiothérapie de l'ulcère de l'estomac et du duodénum. Arch. d'électr. méd. Tome 31, p. 25. 1923.
- Harris, J.: The treatment of calcified subdeltoid (subacromial) bursitis by diathermy. Journ. of the Americ. med. assoc. Vol. 81, Nr. 2. 1923.
- Hay, J. and P. Ince: The treatment of angular pain and raised blood pressure by diathermy. Lancet 1926. Nr. 16.
- Herzer, G.: Die therapeutische Verwendung von Hochfrequenzströmen in Form der Diathermie. Korresp.-Blatt f. Schweiz. Ärzte 1912. Nr. 27.
- Diathermiebehandlung chronischer Herzschwächezustände. Schweiz. med. Wochenschr. 1925. Nr. 27.
- Heß: Lokale Diathermie. Kriegsärztlicher Abend in Koblenz-Ehrenbreitstein am 5. Juni 1915. Ref.: Med. Klinik 1915. Nr. 30.
- Hirsch, R.: Diathermie und Gallenblasenerkrankung. Münch. med. Wochenschr. 1925. Nr. 25.
- Hirsh, A. B.: Diathermy an aid in empyema. Med. rec. Vol. 98, p. 1015. 1920.
- Diathermy in aid empyema. Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol. Vol. 39, p. 51. 1921.
- Diathermie bei einigen Knochenverletzungen. Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol. 9. September 1921. p. 351.
- Diathermy in some bone lesions. Surg., gynecol. a. obstetr. Vol. 32, p. 74. 1921.
- Hoche, O. und B. Pfab: Zur Diathermie-, Quarz- und Solluxlampenbehandlung. Wien. klin. Wochenschr. 1926. Nr. 50.
- Hoets, J. W.: The place of diathermia in the treatment of certain chronic conditions such as sciatica, fibrositis and arthritis. Med. journ. of Australia 1925. Nr. 22.
- Holmblad, E. C.: Treatment of injuries during the acute stage by diathermy. Journ. of the Americ. med. assoc. 1924. Nr. 23.
- Hufnagel, V.: Die kombinierte Behandlung langdauernder Wundeiterungen mit ultraviolettem Licht und allgemeiner Diathermie. Dtsch. med. Wochenschr. 1915. Nr. 29.
- Humphris, F. H.: Electrothermie penetration. Arch. of the Röntgen-ray. Juni 1910.
- Diathermy in high bloodpressure and other conditions. Brit. med. journ. 1923. p. 314.
- Jackson, E. W.: Die Diathermie in der Medizin. Journ. of the Americ. med. assoc. 1924. Nr. 4.
- Jones, L.: Diathermie oder die elektrische Erwärmung der Körpergewebe. Lancet 1914. Nr. 6. Februar.
- Joslyn, A. E.: Diathermy in angina pectoris. Arch. of physical therapy, X ray, radium 1926. Nr. 4.
- Kakowsky: Die therapeutische Verwendung von Hochfrequenzströmen in Form der Diathermie. Prakitzesky Wratsch 1913. Nr. 40—43.
- La thermopénétration dans les maladies internes. Presse méd. 1914. Nr. 22.
- Kalker, E.: Über Diathermiebehandlung von Herz-, Lungen- und Nierenkranken. Berlin. klin. Wochenschr. 1912. Nr. 36.
- Kast, B.: Die Anwendung der Dia bei Herz- und Gefäßerkrankungen. Med. journ. and record 1925. p. 232.
- Kauftheil, L. und A. S. Simo: Über die Beeinflussung der Azidität des Mageninhaltes durch Diathermie. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 1926, H. 2.

- King, W. H.: Über die Behandlung der chronischen Appendizitis mit Hochfrequenzströmen. *Med. Record*. Januar 1911.
- Kleinschmidt, K.: Diathermiebehandlung der Pertussis. *Med. Klinik* 1920. Nr. 47.
- Klingmüller und Bering: Zur Verwendung der Wärmedurchstrahlung (Thermopénétration). *Berlin. klin. Wochenschr.* 1909. Nr. 39.
- Kobak, D.: Diathermy in medicin and surgery. *Illinois med. journ.* 1925. Nr. 4.
- Kolischer, G.: Diathermy in medical kidney disease. *Arch. of physical therapy, X ray, radium* 1926. Nr. 10.
- Die Diathermie bei Nierenerkrankungen. *The americ. journ. of phys. therapy.* 1926. Nr. 3.
- Kolischer, G. und A. E. Jones: Medical diathermy in kidney diseases. *Journ. of the Americ. med. assoc.* 1926. Nr. 21.
- Korowitzky: Diathermie bei den Gelenkerkrankungen. *Wratschebnoje djelo* 1924. Nr. 18.
- Kottmaier, J.: Die therapeutische Durchwärmung des Blutkreislaufes. *Fortschr. d. Med.* 1923. Nr. 7. *Strahlentherapie* Bd. 15, H. 5. 1923.
- Wärmetherapie bei Kreislaufstörungen. *Zentralbl. f. Herz- u. Gefäßkrankh.* 1924. Nr. 5.
- Kovacs, R.: On the technic of medical diathermy. *International clinics* Vol. 1, series 37.
- Diathermy in Painful Shoulder Conditions. *The Medical Herald and Physiotherapist*. Juli 1927.
- Diathermy, its physics and clinical indications. *Med. journ. a. record* 1926. Nr. 10.
- Kowarschik, J.: Anzeigen und Gegenanzeigen der Diathermie. *Gesellschaft für innere Medizin und Gesellschaft für physikalische Medizin in Wien* am 7. April 1921.
- Eine verbesserte Applikationsmethode der Diathermie bei Ischias. (Eine Erwiderung auf die gleichnamige Arbeit von Dr. Zoltan Rausch.) *Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie* 1927. H. 2.
- Kraft, F.: Bericht des Comité über Hochfrequenzströme. *Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol.* Vol. 40, p. 320. 1922.
- Bericht über Hochfrequenzströme. *Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol.* 1921. p. 486.
- Report of the committee on high frequency currents. *Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol.* 1923. Nr. 11.
- Kraft, F. de: The clinical action of diathermy. *Internat. clinic.* 1926. Bd. 1, Serie 36.
- The clinical action of diathermy. *Physical therapist.* 1926. Nr. 7.
- Diathermy in circulatory disorders. *Physical therapist.* 1927. Nr. 12.
- Kraft, F. de, Wm. Benham Snow, J. Willard Travell, F. Th. Woodbury and A. Hirsh: Acute local infection treated by heat and radiant energy. *Physical therapist.* 1927. Nr. 4.
- Kraus, F.: Die Kombination der Röntgentiefentherapie mit Diathermie zur Behandlung der Ischias. *Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie* 1924, H. 4.
- Die Diathermiebehandlung der Ischias. *Erkrankungen des Bewegungsapparates.* 1927, H. 3/4.
- Zur Anwendung der Diathermie. *Med. Klinik* 1915. Nr. 20.
- Kyaw, K.: Neurosen: Neurasthenie, Hysterie und Hypochondrie. *Zentralbl. f. innere Medizin* 1926. Nr. 9.
- Die Diathermie in der inneren Medizin (Hysterie, Neurasthenie, Ischias). *Zentralbl. f. inn. Medizin* 1926. Nr. 1.
- Labbé, D. et M. Blanche: La diathermie. *Presse méd.* 1911. Nr. 33.
- Laborderie, J.: La diathermie et ses indications. *Journ. des praticiens* 1925. Nr. 41.
- Laquer, A.: Über den heutigen Stand der physikalischen Behandlung bei einigen funktionellen und organischen Nervenkrankheiten. *Jahreskurse für ärztl. Fortbild.* Bd. 12, S. 35. 1921.
- Laquerrière, A.: La thermopénétration (Nouvelles applications des courants de haute fréquence). *Bull. méd.* August 1910.

- Laquerrière, A.: Sur la thermopénétration de la région cardiaque. Bull. of f. de la soc. franc. d'électrothérapie et de radiologie. November 1922. p. 344.
- La thermopénétration de la région cardiaque dans les troubles circulatoires généraux. Bull. et mém. de la soc. de méd. de Paris. Februar 1923. p. 120.
- Trois observations de thermopénétration pour douleurs abdominales. Bull. off. de la soc. franc. de l'électrothérapie et de radiologie. Oktober 1923.
- Laquerrière et Delherm: Les courants de haute fréquence dans le traitement de quelques troubles circulatoires. Journ. de radiol. et d'électrol. 1926. Nr. 7.
- Laqueur, A.: Diathermiebehandlung innerer Krankheiten. Lehrbuch d. Strahlentherapie Bd. 3, S. 803.
- Über die Anwendung der Diathermie bei Erkrankungen des Magen-Darmkanals. Arch. f. Verdauungskrankh. 1926. Bd. 37.
- Beiträge zur Wirkung der Thermopenetration. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1909. H. 5.
- Technik und Anwendung der Thermopenetration. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. 1910. H. 1.
- Über Thermopenetration. 3. Internationaler Kongreß für Physiotherapie in Paris 1910. Ref.: Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1910. H. 6.
- Über die therapeutische Verwendung von Hochfrequenzströmen. Therapie d. Gegenw. 1911. H. 2.
- Die Behandlung mit Hochfrequenzströmen. Med. Klinik 1911. Nr. 49.
- Über Thermopenetration. Med. Klinik 1914. Nr. 9.
- Praktische Bemerkungen zur Diathermiebehandlung. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1918. Nr. 8.
- Die Diathermie in der Hand des praktischen Arztes. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. 1920. Nr. 14.
- Fortschritte des Diathermieverfahrens. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 1924. H. 1.
- Laqueur, W.: Zur Behandlung mit Diathermie. Med. Klinik 1914. Nr. 24.
- Lean Mc. und A. Bruce: Local medical diathermy. Glasgow med. journ. Vol. 18, Nr. 4. 1923.
- Lehmann, P.: La diathermie et ses applications. Bull. méd. 1925. Nr. 22.
- Leroux, R.: Recherches sur la haute fréquence. Sa valeur en oto-rhino-laryngologie. Presse méd. 1925. Nr. 78.
- Levy, L. H.: Abdominal adhesions; treatment by electrotherapy. Physic. therapeut. 1926. Nr. 9.
- Lian, C. und R. Barrien: Behandlung der Claudicatio intermittens durch Diathermie und Natriumnitrit. Semana méd. 1925. Nr. 12.
- Lian, C. et P. Descoust: Des bons effets de la diathermie dans la claudication intermittente. Presse méd. 1924. Nr. 85.
- Lichtenstein, L.: Die Diathermiebehandlung des Rheumatismus. Wien. klin.-therapeut. Wochenschr. 1914. Nr. 17.
- Die Behandlung von Gelenkkontrakturen entzündlichen Ursprungs mittels Thermopenetration. Wien. med. Wochenschr. 1916. Nr. 8.
- Mann, L.: Über Diathermie. Berlin. klin. Wochenschr. 1914. Nr. 17.
- Ménard, M. et A. Nemours: Du traitement de certains syndromes douloureux abdominaux. Journ. de radiol. et d'électrol. 1922. p. 397.
- Mendel: Über Diathermie und ihre Kombination mit Ultraviolettbestrahlung und anderen Heilmitteln. Therapie d. Gegenw. Februar 1915.
- Mercier: La diathermothérapie des affections pulmonaires et de la tuberculose pulmonaire. Paris médical. August 1927. p. 160.
- Meyer, P.: Des courants de diathermie dans le traitement des hémorroïdes. Evolution thérapeut. 1927. Nr. 1.
- Miller, L. E.: Treatment of pneumonia by diathermy. South african med. record 1926. Nr. 22.
- Mirimanoff, A.: Action de la diathermie sur certaines affections gastro-intestinales. Dissertation. Verlag: Lyon, Imprimerie Bosc Frères & Riou.
- Moeris, J.: Einige Betrachtungen über die Anwendung der Diathermie. Vlaamsch geneesk. tijdschr. 1926. Nr. 42.
- Moeris: Resultats directs et comparatifs de la diathermie et des courants de haute fréquence. Ann. de la méd. physique 1911. März-April.

- Mohr: Allgemeine Diathermie (Kondensatorbett). Kriegsärztlicher Abend in Koblenz-Ehrenbreitstein am 5. Juni 1915. Ref.: Med. Klinik 1915. Nr. 30.
- Monasch: Über Thermopenetration. Zeitschr. f. med. Elektrol. 1910. H. 3.
- Morel-Kahn: De la diathermie dans le traitement de quelques affections circulatoires. Journ. méd. français 1927. Nr. 4.
- Morlet: La diathermie. Ann. de la soc. médico-chirurgicale d'Anvers 1910 April-Mai-Juni.
- Muskat, G.: Die Anwendung der Diathermie zur Behandlung des fixierten Plattfußes. Zeitschr. f. orthop. Chirurg. Bd. 22.
- Nagelschmidt, Fr.: Über Hochfrequenzströme. Berliner medizinische Gesellschaft am 24. Februar 1909. Ref.: Berlin. klin. Wochenschr. 1909. Nr. 10.
- Über Hochfrequenzströme, Fulguration und Transthermie. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1909. H. 3.
- Über Diathermie (Transthermie, Thermopenetration). Münch. med. Wochenschrift 1909. Nr. 50.
- Die Wärmewirkung durch Hochfrequenzströme (Diathermie). 3. Internationaler Kongreß in Paris 1910. Ref.: Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1910. H. 6.
- Über Diathermie und Hochfrequenzströme. 82. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg i. Pr. 1910.
- The method of diathermy in surgery. Arch. of the Röntgen-ray 1910. Nr. 122.
- Über die klinische Bedeutung der Diathermie. Dtsch. med. Wochenschr. 1911. Nr. 1.
- Über die Diathermiebehandlung der Erkrankungen des Gefäßsystems. British Medical Association Birmingham. Juli 1911. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1911. Br. 37.
- Über Diathermie. Jahrb. über die Leistungen und Fortschritte auf dem Gebiete der physikalischen Medizin Bd. 2. 1912.
- Diathermy treatment of nervous diseases. Arch. of physical. therapy, X ray, radium 1926. Nr. 12.
- Nelly, J. F.: Diathermy: Some notes on its use in medical and surgical practice. Med. journ. of Australia 1925. Nr. 4.
- Nemours, A.: De la thermopénétration dans les maladies du tube digestive. Bull. off. de la soc. franc. de l'électrothérapie et de radiologie. Juni 1923. p. 146.
- Applications médicales de la d'arsonnalisation thermopénétration. Presse méd. 1924. Nr. 65.
- Nilssen, L.: Neuere experimentelle und therapeutische Ergebnisse der Diathermie. Med. Rev. 1926. Nr. 2.
- Nobe: La diathermie. Journées méd. Bruxelles, 26, 1926. Scalpel 1926. Nr. 27.
- Nobl, G. u. O. Glaßberg: Neuere Anzeigen der Gewebsdurchwärmung und Elektrokoagulation. Wien. klin. Wochenschr. 1927. Nr. 7.
- Nuvoli, U. e C. La Banca: La diathermia nel morbo di Flajani-Basedow. Policlinico 1924. H. 12.
- Paizis, D.: Traitement des gangrènes humides des diabétiques par la diathermie. Dissertation: Lyon 1926.
- Patterson, N.: Diathermy. Lancet 1919. Nr. 5023.
- Petit: Adénopathie cervicale chez une marastique. Traitement par la diathermie et la radiothérapie, augmentation considérable de poids. Guérison. Arch. d'électr. méd. Februar 1914. Nr. 376.
- Picard, H.: Die Hochfrequenztherapie bei Narbenstrikturen im Körperinnern. Klin. Wochenschr. 1923. S. 1796.
- Diathermiebehandlung in der Chirurgie. Dtsch. med. Wochenschr. 1923. Nr. 1.
- Über diathermische Behandlung der akuten spinalen Kinderlähmung. Monatschrift f. Kinderheilk. 1924, H. 3.
- Über die Diathermiebehandlung der Rektumstrikturen. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 1926, H. 2.
- Pribram, H.: Diathermie bei Gelenkerkrankungen. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1911. H. 8.
- Raul, P. et D. Sichel: Calcification intracapsulaire douloureux guérie par la diathermie. Strasbourg méd. 1925. Nr. 5.

- Rausch, Z.: Eine verbesserte Applikationsmethode der Diathermie bei Ischias. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 1926, H. 5.
- Rautenberg: Die künstliche Durchwärmung innerer Organe. 22. Deutscher Kongreß für innere Medizin in Wiesbaden 1911. Verhandlungen des Kongresses S. 463.
- Reijnders, F. H. H.: Neue Wege der Diathermie. Nederlandsch tijdschr. v. geneesk. 1924. Nr. 13.
- Romano, A.: Valore terapeutico della diatermia elettrica endogena ed esogena ed importanza e significato della ergoterapia organica. Ann. di electricita medica e terapa fisica 1913. Februar.
- Rouzaud, J. und J. Aimard: La diathermie: Sa valeur dans le traitement lithiasiques biliaires. Presse méd. 1923. Nr. 5.
- Rubens: Die Behandlung des Ulcus duodeni mit Diathermie. Med. Klinik 1915. Nr. 43.
- Salomon: Diathermie in der Chirurgie, bei Haut- und Geschlechtskrankheiten. Kriegsäztlicher Abend in Koblenz-Ehrenbreitstein am 5. Juni 1915. Ref.: Med. Klinik 1915. Nr. 30.
- Savini, E. et S. Ackerman: Sur le traitement diathermique du syndrome basedowien et de la tachycardie paroxystique. Paris méd. 1926. Nr. 38.
- Scheipner, G.: Diathermie bei Dysbasia angiosclerotica. Dtsch. med. Wochenschr. 1925. Nr. 47.
- Schmincke: Über Thermopenetration. 3. Internationaler Kongreß für Physiotherapie in Paris 1910. Ref.: Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie 1910. H. 6.
- Über Thermopenetration. 31. Balneologenkongreß in Berlin 1910. Ref.: Zeitschrift f. physikal. u. diätet. Therapie 1910. H. 5.
- Die Thermopenetrationsbehandlung. Med. Klinik 1910.
- Schnée, A., Scholtz und Schlesies: Über Thermopenetration. Verhandl. d. Ges. dtsh. Naturf. u. Ärzte Bd. 2, Jg. 82, S. 2. 1910.
- Schwalbach und Bucky: Über die Ergebnisse der Behandlung von Schußneuritiden mittels Diathermie. Münch. med. Wochenschr. 1920. Nr. 37.
- Semenca, C. e A. Tenconi: Considerazioni sulla diatermoterapia nelle affezioni dolorose degli organi interni. Riv. di idrol. climatol. e terap. fisica 1924. Nr. 1.
- Setzu, G.: Influenza della diatermia sul potere funzionale dello stomaco in alcune forme di gastropatia. Rif. med. Vol. 36, p. 125. 1920.
- Shelly, C. E.: A preliminary note of the treatment of contracted fingers and of some cases of cataract by mild high-frequency currents and violet rays. Arch. of radiol. a. electrotherapy. Vol 27, p. 177. 1922.
- Sighinolfi, P.: Sul trattamento bordier nella malattia di Heine-Medin. Actinoterapia 1927, H. 1.
- Snow, W. B.: Treatment of pneumonia by diathermy. Med. journ. a. record 1925. Nr. 9.
- Stansfield, F. J.: Diathermy or thermo-penetration in the treatment of disease. Med. journ. of Australia 1925. Nr. 1.
- Stein, A. E.: Die Diathermie bei der Behandlung der Knochen und Gelenkerkrankungen. Berlin. klin. Wochenschr. 1911. Nr. 23. Verhandl. d. dtsh. Ges. f. orthop. Chirurg. Bd. 10.
- Zur Diathermiebehandlung. Münch. med. Wochenschr. 1911. Nr. 24. 22. Dtsch. Kongr. f. inn. Med. in Wiesbaden 1911.
- Über Diathermie. Verein der Ärzte Wiesbadens am 18. Oktober 1911. Berlin. klin. Wochenschr. 1911. Nr. 50.
- Die Verwendung der Diathermie bei chirurgischen Erkrankungen. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. Jg. 10, Nr. 16.
- Die Anwendung der Diathermie bei Behandlung der Kriegsverletzungen und der Kriegserkrankungen. Berlin. klin. Wochenschr. 1915. Nr. 16.
- Diathermiebehandlung in der Chirurgie. Dtsch. med. Wochenschr. 1923. Nr. 11.
- Die Diathermie bei chirurgischen Erkrankungen. Lehrbuch der Strahlentherapie Bd. 2.
- Behandlung von Salvarsaneinspritzungsschäden mit Diathermie. Münch. med. Wochenschr. 1925. Nr. 31.

- Stephenson, J. W.: Diathermia in the treatment of multiple sclerosis. Journ. of nerv. a. ment. dis. 1926, Nr. 5 und Physical therapist. 1926. Nr. 6.
- Stewart, H. E.: The use of diathermy in pneumonia. Internat. clin. Vol. 3, p. 65. 1924.
- Diathermy in lobar pneumonia. Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol. 1925. Nr. 2.
- Diathermy in an case of pneumonia following typhoid and complicated by diabetes. Med. journ. a. record 1925. Nr. 11.
- Diathermy in the treatment of pneumonia. Proc. of the roy. soc. of med. Bd. 19, Nr. 12 sect. of electrotherapeut.
- Diathermy, with special reference to pneumonia. Verlag: P. B. Hoeber, Inc New-York.
- Stewart, H. E. et W. Boldyreff: Effet de la diathermie sur les sécrétions gastrique et intestinale. Cpt. rend. d. l. soc. de biol. 1926. T. XCV. 20. Nov.
- Titus, E. C. und Fr. Kraft: Employment of diathermy and galvanism in management of sequelae of occlusion, partial or complete, and rupture of cerebral arteries. Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol. Vol. 38. p. 381. 1920.
- Tobias, E.: Über Diathermie und die Grenzen ihrer Wirksamkeit. Berlin. klin. Wochenschr. 1918. Nr. 34.
- Über einen Fall von Claudicatio intermittens des linken Armes und beider Beine. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie Bd. 70, S. 309. 1921.
- Tobler, W.: Die Diathermie in der Behandlung des Pylorusasmus der Säuglinge. Zeitschr. f. Kinderheilk. 1924. H. 3.
- Tsinoukas: Traitement abortif du coryza aigu par la diathermie. Arch. d'électricité méd. 1927. Nr. 525.
- Unna, P.: Über Diathermiebehandlung bei Lepra. Berlin. klin. Wochenschr. 1913. Nr. 46.
- Vignal: La diathermie dans quelques affections articulaires douloureuses. Bull. off. de la soc. franc. de l'électrothérapie et de radiologie. April 1921. p. 101.
- Traitement physiothérapeutique des varices du membre inférieur et de quelques unes de leur complications. Journ. des praticiens 1923. Nr. 6.
- Vignal, W.: Therapeutique électro-radiologique du pseudo-rhumatisme gonococcique. Journ. méd. franc. 1926. Nr. 3.
- Vinaj, G. S.: Sulla termopenetrazione, osservazioni ed esperienze. L'Idrologia, la Climatologia e la Terapia fisica Vol. 21, Nr. 10. 1910. Ann. d'électrobiologie et de radiologie. März 1911.
- Walsh, Groesbeck, F.: Diathermy and treatment of pneumonia. Southern med. journ. 1925. Nr. 7.
- Wolf, H.: Diathermia in the treatment of trifacial neuralgia. New York med. record Vol. 27, p. 1152. 1916.
- Diathermia. Its technic and its indications. New York med. journ. 1916. Nr. 27, p. 1276.
- Wright, A. J.: An instrument for the application of diathermy to the oesophagus. Proc. of the roy. soc. med. 1925. Nr. 4. sect. of laryngol.
- Zeynek, R. v., E. v. Bernd, R. v. Preyß: Über Thermopenetration. Wien. klin. Wochenschr. 1908. Nr. 15.
- Zimmern, A.: La diathermie. Presse méd. 1913. 18. Oktober.
- und Turchini: La diathermie. Presse méd. 1910. Nr. 38.

### Erkrankungen der Harnorgane.

- Alkiewicz, T.: Diathermie der Niere. Nowiny lekarskie Vol. 33, p. 167. 1921.
- Büben, J.: Thermopenetration in der Therapie der weiblichen Blasenkrankungen. Dtsch. med. Wochenschr. 1922. Nr. 49. Zentralbl. f. Gynäkol. 1922. Nr. 28.
- Behandlung der Enuresis nocturna mit Thermopenetration. Dtsch. med. Wochenschr. 1923, S. 586. Zentralbl. f. Gynäkol. 1923. Nr. 15.
- Traitement des affections vesicales par la diathermie. Journ. des praticiens 1926. Nr. 23.
- Dourmaskin, R.: The external use diathermy in cases of impacted urinary calculi. Med. rec. 1922. Nr. 9.

- Guiliani, A.: Dilatation kystique intravésicale de l'extrémité inférieure de l'urètre traitée par la diathermie. Journ. d'urolog. Tom. 12, p. 103. 1921.
- Grünbaum, R.: Behebung einer reflektorischen Anurie nach Diathermiebehandlung. Wien. klin. Wochenschr. 1923. Nr. 43.
- Stone Chester Tilton: Diathermy in the treatment of tuberculous kidneys. Med. Rec. Vol. 100, p. 765. 1921.

### Erkrankungen der männlichen Geschlechtsorgane.

- Antoni: Ein Beitrag zur Diathermiebehandlung der Gonorrhöe. Dermatol. Wochenschr. Bd. 66, S. 393. 1918.
- Baradulin, G.: Die Diathermie bei der Behandlung der Gonorrhöe und ihrer Komplikationen. Wratschebnaja Gazeta 1914. Nr. 12. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 26, S. 1470.
- Bernal Baquera: Die Diathermie bei Gonorrhöe und ihren Komplikationen. Rev. med. de Malaga Vol. 1, p. 55. 1921.
- Bertoloty: Behandlung der Gonorrhöe mit Diathermie. Actas dermo-sifilogr. Vol. 13, p. 46. 1921.
- Boerner, R. und C. Santos: Über eine neue Art Elektroden zur Behandlung der Gonorrhöe mittels Diathermie. Med. Klinik 1914. Nr. 25. Zeitschr. f. Urol. Bd. 9. 1915.
- und H. E. Schmidt: Technik und Erfolge der Diathermie bei der männlichen Gonorrhöe und ihren Komplikationen. Strahlentherapie Bd. 7, S. 266. 1916.
- Chasanov, J.: Behandlung der Komplikationen der Gonorrhöe mit Diathermie. Venerologija i dermatologija 1926. Nr. 6.
- Corbus, B. C.: Chronic cavernositis cured by diathermy. Report of case with description of technique. Journ. of urol. 1926. Nr. 4.
- Corbus, Budd C. and Vincent J. O'Connor: Diathermy: A specific for gonorrheal epididymitis. Journ. of urol. 1924. Nr. 2.
- Corredor, M. F. y Chicote: Diathermie und Gonorrhöe. Rev. espanola de urol. y de dermatol. Vol. 23, p. 86. 1921.
- Cumberbatch, E. P. und C. A. Robinson: Treatment of gonococcal infection by diathermy. Brit. med. journ. 1923. p. 54.
- Discussion on electrotherapeutics and diathermy. Brit. journ. of radiol. (Arch. of radiol. a. electrotherapy.) 1926. Nr. 306.
- Treatment of gonococcal infection by diathermy. Physical therapeut. 1926. Nr. 1.
- Ehrich, W. S.: Diathermy in the treatment of gonorrhoea. Urol. a. cut. review 1924. Nr. 11.
- Eitner, E.: Über Verwendung der Thermopenetration in der Gonorrhöetherapie. Wien. klin. Wochenschr. 1909. Nr. 34.
- Fournier, Ménard et Guénot: A propos de quelques applications de la diathermie. Arch. d'électr. méd. Nr. 305.
- Garcia, A.: Traitement des sténoses par la diathermie. Arch. d'électr. méd. 1926. Nr. 516.
- Gluckmann, H.: The treatment of gonorrhoeal infections by diathermy, with a description of the technique. South. African med. record 1926. Nr. 7.
- The treatment of gonorrhoeal infections by diathermy. (With a description of the technique.) Brit. journ. of venereal dis. 1926. Nr. 7.
- Grant, Owsley and J. Cutler: Diathermy in gonorrhoeal epididymitis. With report of eleven cases. Americ. journ. of surg. 1926. Nr. 2.
- Greenberger, M. E.: Diathermy and sperm production. Urol. a. cut. review. 1926. Nr. 1.
- Keve, Fr.: Zur Diathermiebehandlung bei urologischen Erkrankungen. 5. Kongreß der deutschen Gesellschaft für Urolog. Wien, September 1921.
- Kyaw: Neue Behandlungsweise der akuten und chronischen Gonorrhöe, Prostatitis und Urethritis mit Thermopenetration. Med. Klinik 1912. Nr. 45.
- Kyaw: Thermopenetration bei Gonorrhöe. Deutsch. med. Wochenschr. 1921. S. 962.
- Leeuwen, T. M.: The treatment of gonorrhoea by diathermy. Internat. clin. Vol. 1, Ser. 37, p. 38. 1927.

- Mackintosh, M.: Traitement de la blennorrhagie chronique, par la diathermie: Electrodes, distribution électrique et contrôle thermique spéciaux. Journ. d'urolog. 1926. Nr. 3.
- Marsellos, V.: Heilung von 35 Fällen gonorrhöischer Nebenhodenentzündung und Hodenentzündung mittels der Diathermie und unserer Spezialperineo-scrotalelektrode. Zeitschr. f. Urol. 1925. H. 8.
- Marsellos, V. I.: Cinq cas de déférentite gonococcique aiguë traités. Grèce méd. 1924. Nr. 5.
- Müller, W.: Die Diathermiebehandlung der männlichen Gonorrhöe und ihrer Folgezustände. Dermatol. Wochenschr. Bd. 65. 1917.
- Perez Grande: Eigene Erfahrungen über Diathermiebehandlung der Gonorrhöe. Rev. espanola de urol. y de dermatol. Vol. 7, p. 71. 1921.
- Die Diathermie im allgemeinen und ihre Anwendung bei der Gonorrhöe. Rev. espanola de urol. y de dermatol. 1923. p. 617.
- Putte, P. J. van: On the influence of diathermy on gonorrhoea. Acta dermatovenereol. Vol. 7, H. 2.
- Rosenthal, O.: Die Diathermiebehandlung der männlichen Gonorrhöe. Dermatol. Wochenschr. 1917. S. 817.
- Roucaïrol, E.: Comment agit la diathermie? Journ. d'urolog. 1926. Nr. 3.
- Action de la diathermie dans la blennorrhagie. Cpt. rend. hebdom. des seances de l'acad. de sciences. Tome 182, Nr. 10. 1926.
- Traitement des épидидymites gonococciques par la diathermie. Journ. d'urolog. 1926. Nr. 1.
- et J. L. Angulo: Comment agit la diathermie dans les urétritis chroniques? Paris méd. 1925. Nr. 32.
- Roucaïrol, M. E.: Traitement des vésiculites gonococciques par la diathermie. Journ. d'urolog. 1924. Nr. 6.
- Santos, C.: Sur le traitement de a blennorrhagie par la diathermie. Arch. d'électr. méd. März 1913. Nr. 354.
- Resistance du gonococce aux temperatures de 40°—50°. Action directe des courants de diathermie. Arquivos do instituto bacteriologica Camora Pestana Vol. 4, p. 211. Ref.: Wien. klin. Wochenschr. 1915. Nr. 37, S. 1020.
- Schmidt, H. E.: Über Diathermiebehandlung der Gonorrhöe und anderer Erkrankungen. Berlin. klin. Wochenschr. 1918. Nr. 8.
- Serés, M.: Die Diathermie bei der Behandlung der Gonorrhöe des Mannes. Rev. espanola de med. y cirurg. 1923. Nr. 63.
- Serrallach, N.: Ce que nous devons attendre de la diathermie en urologie. Journ. d'urolog. 1925. Nr. 3.
- Simmonds, O.: Thermopenetration bei Prostatitis gonorrhöica chronica. Med. Klinik 1911. Nr. 45.
- Sinkoe, S. J.: Diathermy, its value in acute epididymitis. Urol. a. cut. review. 1925. Nr. 9.
- Souzan: La diathermie endo-urétrale et endo-vaginale sa valeur thérapeutique. Gynécologie 1926. Nr. 2.
- Stern, M.: New electrodes for the application of diathermy to the prostate. Journ. of urol. 1925. Nr. 5.

### Erkrankungen der weiblichen Geschlechtsorgane.

- Amtschirowsky, M.: Neue Elektroden für die gefahrlose Anwendung starker, besonders diathermischer Ströme in der Gynäkologie. Berlin. klin. Wochenschr. 1914. Nr. 15.
- Aragon: Die Diathermie in der Gynäkologie. Arch. del hospital municipal de la Habana. Vol. 2, Nr. 1, p. 5.
- Bässler: Die Erfolge der Diathermiebehandlung bei gynäkologischen Erkrankungen in den Jahren 1917 und 1918. Dissert. Kiel 1921.
- Blumreich, L.: Zur Hochfrequenz- und Diathermiebehandlung bei gynäkologisch-geburtshilflichen Leiden. Arch. f. Gynäkol. 1918. H. 1 u. 2.
- Brühl, N. W.: Die Thermopenetration in der Gynäkologie. Russki Wratsch 1910. Nr. 52.

- Büben, J.: Die Diathermie mit besonderer Berücksichtigung ihrer gynäkologischen Verwendung. Orvosképzés 1923. Nr. 2.
- Die Rolle der Thermopenetration in der Behandlung der weiblichen Gonorrhöe. Orvosi Hetilap. Vol. 65. p. 67. 1921.
- Die Bedeutung der Resorptionswirkung der Diathermie bei gynäkologischen Erkrankungen. Zentralbl. f. Gynäkol. 1924. Nr. 36.
- Die Diathermiebehandlung und die Menstruation, mit besonderer Berücksichtigung auf die diathermische Therapie der Dysmenorrhöe. Zentralbl. f. Gynäkol. 1927. Nr. 23.
- Castano: Sur le traitement de la sterilité par la diathermie. Gynecol. et obstétr. 1925. Nr. 3.
- Castano, C. A. und J. F. Merlo Gomez: Die Resultate der Diathermie im chirurgischen Institut. Semana méd. 1923. p. 893.
- Die Behandlung der Sterilität mit Diathermie. Semana méd. 1923. Nr. 13.
- Chapman, W. B.: Diathermy in gynecology: With special reference to the vaginal electrode. Journ. of radiol. 1925. Nr. 9.
- Cherry, T. H.: Diathermy in pelvic infections. Med. journ. a. record. 1925. Nr. 2.
- The results of diathermy in pelvic infections. Journ. of the Americ. med. assoc. 1926. Nr. 23.
- Corbus, B. C. an V. J. O'Connor: Diathermy in the treatment of gonorrheal endocervicitis. Journ. of the Americ. med. assoc. 1926. Nr. 22.
- Daels, F.: Diathermie in der Gynäkologie. Vlaamsch geneesk. tijdschr. 1925. Nr. 14.
- Dittmer: Das Diathermieverfahren und seine Erfolge bei gynäkologischen Erkrankungen. Dissert. Kiel 1921.
- Gheorghiu, E.: Die Indikationen der Diathermie in der Gynäkologie. Gynecol. si obstetr. 1924. Nr. 3/4.
- Giesecke, A.: Die Anwendung der Diathermie bei gynäkologischen Erkrankungen. Zentralbl. f. Gynäkol. 1918. S. 496.
- Grunspan de Brancas: Périmérite utérine traitée et guérie par la diathermie. Bull. off. de la soc. franc. d'électrothérapie et de radiologie. April 1922. p. 167.
- Henkel: Thermopenetration bei Missed labour und Wehenschwäche. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1912. S. 839.
- Impey, R. Lance: A note on the use of diathermy in the treatment of pelvic inflammatory conditions in women. South African med. record. 1926. Nr. 18.
- Jaegy: Le traitement de la blennorrhagie de la femme et de ses complications par la diathermie. Praxis 1923. Nr. 31.
- Kayser, K.: Vaginalelektrode für Diathermie. Münch. med. Wochenschr. 1920. Nr. 35.
- Kelen: Über die Bedeutung der Thermopenetration in der Gynäkologie. Orvosi Hetilap 1914.
- Köhler: Über Diathermie. Geburtshilf. Ges. zu Hamburg. Sitzung am 21. März 1922.
- Kowarschik, J. und H. Keitler: Die Diathermie bei gynäkologischen Erkrankungen. Wien. klin. Wochenschr. 1914. Nr. 41.
- Lavake, R. T.: Diathermy with metal electrode as a possible adjuvant in the treatment of gonorrhoea in women. Surg. gynecol. a. obstetr. 1925. Nr. 1.
- Liebesny, P.: Diathermiebehandlung der Hypophysengegend. Ges. d. Ärzte in Wien. Sitzung vom 28. 5. 1926.
- Lindemann, W.: Über Diathermiebehandlung gynäkologischer Erkrankungen. Verein der Ärzte in Halle a. S. am 24. November 1915. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1916. Nr. 2.
- Diathermiebehandlung gynäkologischer Erkrankungen. Prakt. Ergebn. d. Geburtsh. u. Gynäkol. 1916. H. 1.
- Weitere Erfahrungen mit der Diathermie gynäkologischer Erkrankungen (Beckenperitonitis, Zervicitis, Neuralgien). Münch. med. Wochenschr. 1917. Nr. 21.
- Über die Einschränkung der manuellen gynäkologischen Massage durch Diathermie und Diathermiewechseldusche. Zentralbl. f. Gynäkol. 1923. Nr. 12.
- Über rationelle Anwendung der gynäkologischen Diathermie und ihre spezielle Verwendung bei Zervixgonorrhöe. Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. 1923. H. 5/6.

- Magill, W. H.: *Thermotherapy in the treatment of pelvic inflammation*. Boston med. a. surg. journ. 1926. Nr. 22.
- Mansfeld, O.: Gynäkologische Diathermie. Orvosi Hetilap 1923. p. 142.
- Marselos, V.: Vaginalelektrode für Diathermie. Zeitschr. f. Urol. 1926. H. 8.
- Milner, A. E. und Mc. Lachlan: The diathermy treatment of gonorrhoea. Lancet 1923. Nr. 13.
- Molnár, J.: Die Diathermie in der Frauenheilkunde. Orvosi Hetilap 1925. Nr. 48.
- Perazzi, P.: La cura con la diatermia ed i raggi ultra violetti nella ipoplasia e nelle disfunzioni utero ovariche. Clin. ostetr. 1926. H. 10.
- Putte, P. J. van: Über Gonorrhöebehandlung mit Diathermie bei Frauen. Nederlandsch tijdschr. v. geneesk. 1926. Nr. 5, 1. Hälfte.
- Recasens, S.: Die Diathermie als Behandlungsmittel bei annexialen Entzündungen. Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. 1915. H. 2.
- Robinson, A. C.: Diathermy for gonorrhoeal cervicitis. Lancet 1922. p. 179.
- Rochat, R. L.: La d'arsonvalisation diathermique en gynécologie. (Exposé de quelques résultats obtenus.) Schweiz. med. Wochenschr. 1925. Nr. 51.
- Roucaÿrol, E.: La diathermie endo-urétrale et endo-vaginale. Paris méd. Tom. 12, p. 545. Arch. d'électr. méd. 1924. Nr. 500, p. 134.
- Schulz, K.: Über Erfolge der Behandlung gynäkologischer Erkrankungen mit Diathermie. Dissert. Breslau 1920.
- Seitz, A. und E. Vey: Die Diathermiebehandlung der weiblichen Brust. Zentralbl. f. Gynäkol. 1921. S. 1748.
- Sellheim, H.: Die elektrische Durchwärmung des Beckens als Heilmittel. Monatschrift f. Geburtsh. u. Gynäkol. 1910. Nr. 5.
- Smit, H. P. A.: Etwas über Diathermie und die Anwendung in der Gynäkologie. Nederlandsch maandschr. v. geneesk. 1925. Nr. 1.
- Sperling: Erfolge der Diathermie bei gynäkologischen Affektionen. Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. 1921. H. 5.
- Steinbrink: Die Erfolge der Diathermiebehandlung bei entzündlichen Erkrankungen der Adnexe und Parametrien an der Göttinger Frauenklinik. Dissert. Göttingen 1920.
- Szenes, A.: Die Diathermiebehandlung der Hypophysengegend bei ovariellen Ausfallserscheinungen. Wien. klin. Wochenschr. 1925. H. 12.
- Talia, F.: La diatermo-terapia nelle annessiti e il controllo operativo. Riv. d'ostetr. e ginecol. prat. 1927. Nr. 1.
- Theilhaber, A.: Behandlung der Karzinomkranken nach der Operation. 6. Internationaler Kongreß für Geburtshilfe und Gynäkologie in Berlin 1912.
- Operationslose Behandlung des Karzinoms. Berlin. klin. Wochenschr. 1913. Nr. 8.
- Die Verhütung der Rezidive nach Krebsbehandlung. Krebskongreß in Brüssel 1913.
- Die Erzeugung einer akuten Entzündung in den Unterleibsorganen. Münch. med. Wochenschr. 1918. Nr. 32.
- Die Behandlung der Krebskranken nach Entfernung der Geschwülste. Jahreskurse f. ärztl. Fortbild. 1918. Dezember.
- Die akute Entzündung als Heilmittel. Wien. klin. Wochenschr. 1919. Nr. 29.
- Der Einfluß der Diathermiebehandlung auf das Karzinomgewebe. Münch. med. Wochenschr. 1919. Nr. 44.
- Der Einfluß der zellulären Immunität auf die Heilung der Karzinome (insbesondere der Mamma und des Uterus). Arch. f. Gynäkol. 1923. S. 237.
- Turell, W. J.: Treatment of amenorrhoea and dysmenorrhoea by diathermy. Lancet 1922, p. 180.
- Tutschek, L.: Über die Behandlung entzündlicher Unterleibs-erkrankungen der Frau mit hochgespannten Wechselströmen. Münch. med. Wochenschr. 1921. S. 1151.
- Verecsi, C.: Diatermia in ginecologia. Folia gynecol. 1925, H. 4.
- Vey, E.: Die Diathermiebehandlung der weiblichen Brust. Zentralbl. f. Gynäkol. 1923. Nr. 12.
- Vida, M.: Die Anwendung der Diathermie in der Frauenheilkunde. Gyógyaszat 1926. Nr. 36.

- Vignal: La diathermothérapie en gynécologie. Journ. med. franc. April 1927. p. 138.  
 Wasterlain, A.: La diathermie dans un cas d'empatement pelvien avec cystite et cervicite. Scalpel 1926. Nr. 39.

### Erkrankungen des Auges.

- Best, F.: Die Diathermie in der Augenheilkunde. Ges. f. Naturheilk. in Dresden am 2. November 1912. Münch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 31.  
 Bucky, G.: Kombinierte Augenelektrode und Augenirrigationsgefäß. Münch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 4.  
 Claussnitzer: Diathermie und intraokulärer Druck. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1912. Juni.  
 Hoeve, J. v. d.: Osmotischer Druck und elektrische Leitfähigkeit. Arch. f. vergl. Ophth. Bd. 82. 1912.  
 Kraft und Ten Doeschatte: Über die Behandlung der Augengonorrhöe. Nederlandsch tijdschr. v. geneesk. Vol. 2. 1917.  
 Krückmann und Telemann: Untersuchungen über die natürlichen und künstlichen Temperaturverhältnisse am Auge mit Hilfe der Thermopenetration. Arch. f. vergl. Ophth. Bd. 86, H. 3.  
 Löwenstein, A. und J. Kubik: Refraktometrische Untersuchungen des Kammerwassers. Arch. f. vergl. Ophth. Bd. 89.  
 Maldutis, A.: Über Diathermie des Auges. Ophthalmologische Gesellschaft in Petersburg am 14. März 1913.  
 Monbrun et Casteran: La diathermie en ophthalmologie. Journ. méd. franc. 1927. Nr. 4.  
 Qurin, A.: Über Diathermie am Auge. Versammlung südwestdeutscher Augenärzte in Straßburg am 6. Dezember 1913. Ref.: Zeitschr. f. Augenheilk. 1914. Februar.  
 — Über Diathermie am Auge. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 31. 1914.  
 — Universalaugen- und Kopfelektrode für Diathermie. Münch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 20.  
 Sattler: Experimentelles zur Diathermie des Auges. 38. Kongreß der ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg 1912.  
 Schieck, F.: Diathermie des Auges. Verein der Ärzte in Halle a. S. am 9. Februar 1916. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1916. Nr. 12.  
 Waldmann, J.: Über Diathermie des Auges. 85. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien. September 1913.  
 — Die Diathermie in der Augenheilkunde. Arch. f. Augenheilk. Bd. 76, H. 1 u. 2. 1914.  
 Zahn: Über die Anwendung der Diathermie am Auge. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde Bd. 13, S. 371. 1912.

### Erkrankungen des Ohres.

- Bo, A.: La diatermia curra delle affezioni dell' orecchio medio. Boll. d. malatt. dell' orecchio, della gola e del naso 1925. Nr. 2.  
 Gerlach, H.: Eine sicher fixierbare Otodiathermelektrode und Messungen über den Grad der Durchwärmung des Ohres bei der Otodiathermie. Münch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 45.  
 Ham m: Die Behandlung der Schwerhörigkeit nach Mittelohrerkrankungen mittels Diathermie (Otothermie). Dtsch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 28.  
 Kubo: Sur le nystagmus causé par la diathermie. Ann. des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx. 1924. Nr. 11.  
 Mendel, F.: Die Diathermie und ihre Anwendung in der Ohrenheilkunde. Dtsch. med. Wochenschr. 1914. Nr. 1.  
 Rubley, S. J.: Die Diathermie bei der Behandlung der Otitis media. Americ. Journ. of physiol. therapy. 1926. Nr. 7.  
 Weiser: Die Diathermie. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden am 15. März 1913. Ref.: Münch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 22.

- Weiser: Ein neuer Apparat zur Diathermiebehandlung von Ohrenkrankheiten (Otothermie). Münch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 45.  
 — Demonstration eines kleinen Diathermieapparates. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden am 13. Dezember 1913. Ref.: Münch. med. Wochenschrift 1914. Nr. 6.

### Kombination von Diathermie und Röntgenbestrahlung.

- Bering, Fr. und H. Meyer: Experimentelle Untersuchungen über die Sensibilisierung der Röntgenstrahlen mittels Wärmedurchstrahlung. Münch. med. Wochenschr. 1911. Nr. 19.  
 Keating-Hart: Sur quelques nouveaux cas traités par la thermoradiothérapie. Association française pour l'avancement des sciences. Ref.: Arch. d'électr. méd. Nr. 339.  
 Kolischer, G.: Die kombinierte Behandlung maligner Tumoren mit chirurgischer Diathermie und Röntgentherapie. Journ. of radiol. 1924. Nr. 10.  
 Kraus, Fr.: Die Kombination der Röntgentiefentherapie mit Diathermie zur Behandlung der Ischias. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie 1924. H. 4, S. 80.  
 Lenz, E.: Experimentelle Studien über die Kombination von Hochfrequenzströmen und Röntgenstrahlen. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Bd. 17. 1911.  
 Müller, Chr.: Eine neue Behandlungsmethode bösartiger Geschwülste. Münch. med. Wochenschr. 1910. Nr. 28.  
 — Therapeutische Erfahrungen an 100 mit Kombination von Röntgenstrahlen und Hochfrequenz resp. Diathermie behandelten bösartigen Neubildungen. Münch. med. Wochenschr. 1912. Nr. 28.  
 — Die Krebskrankheit und ihre Behandlung mit Röntgenstrahlen und hochfrequenter Elektrizität resp. Diathermie. Strahlentherapie Bd. 2, H. 1. 1913.  
 — Die Röntgenbehandlung der malignen Tumoren und ihre Kombinationen. Strahlentherapie Bd. 3. 1913.  
 — Über Kombination von Hochfrequenzströmen und Röntgenstrahlen. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Bd. 18.  
 — Tiefenbestrahlung unter gleichzeitiger Sensibilisierung mit Diathermie in einer neuen Anwendungsform. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Bd. 21.  
 Rohdenburg, G. L. und Fr. Prime: The effect of combined radiation and heat on neoplasms. Arch. of surg. 1921. p. 116.  
 Schwarz, G.: Über Verminderung und Vermehrung der Strahlenempfindlichkeit tierischer Gewebe in ihrer Bedeutung für die Radiotherapie. Münch. med. Wochenschr. 1921. S. 766.

### Chirurgische Diathermie (Elektrokoagulation).

- Abel: Die Elektrokoagulation bei der operativen Behandlung des Krebses, speziell des Gebärmutterkrebses. Berlin. med. Ges. am 29. Januar 1913.  
 Adam, J.: Carcinoma of right tonsil and soft palate treated by diathermy. Journ. of laryngol. a. otol. 1923. Nr. 4.  
 André: De l'électrocoagulation dans les tumeurs de la vessie. Presse méd. 1913. Nr. 87.  
 Baal Girling: The treatment of simple papilloma of the bladder by fulguration. Brit. journ. of surg. 1924. Nr. 44.  
 Bachrach, R.: Erfahrungen auf dem Gebiete der endovesikalen und endourethralen Behandlung mit Hochfrequenzströmen. Folia Urologica. Vol. 7, Nr. 11.  
 Beer, E.: Die Behandlung gutartiger Papillome der Harnblase mit dem durch ein Ureterenkystoskop eingeführten Oudinschen Hochfrequenzstrom. Zeitschr. f. Urol. Bd. 6, H. 12.  
 Behdjat, H.: Le Traitement de boutons d'orient par la diathermie. Ann. de dermatol. et de syphiligr. 1923. Nr. 6. Dermat. Wochenschr. 1923. Nr. 20.  
 — Die Behandlung der Orientbeule mit Diathermie. Dermatol. Wochenschr. 1927. Nr. 18.  
 Bensaude und Marchand: Die Diathermiebehandlung der Ulcerationen und gutartigen Geschwülste des unteren Darmabschnittes. Paris méd. 3. April 1926.

- Bergonié, J.: Action de la diathermie sur les radiodermites chroniques. Association française pour l'avancement des sciences. Nîmes, August 1912. Ref.: Arch. d'électr. méd. Nr. 339.
- Bianchini, A.: La diathermie in chirurgia. Policlinico 1923. H. 11.
- Blum, V.: Die Fulguration und Elektrokoagulation der Blasengeschwülste. Wien. med. Wochenschr. 1914. Nr. 13.
- Intra-vesikale Operationen. Urologische Operationslehre von Voelcker und Wossidlo. Leipzig: G. Thieme 1918.
- Bordier, H.: Traitement des hémorrhoides procidentes par la diathermo-coagulation. Arch. d'électr. méd. et de physiothérapie, 1921. p. 335.
- Epithéliomas roentgéniens guéries par la diathermie. Presse méd. 1922. p. 1083.
- Traitement de l'hypertrophie des amygdales par la diathermo-coagulation. Arch. d'électr. méd. 1922. p. 75.
- Traitement de l'hypertrichose par la diathermie (épilation diathermique). Arch. d'électr. méd. 1923. p. 129.
- Traitement des lupus par la diathermie. Le Monde médical. 15. November 1924.
- Puissance de la diathermie dans le cancer. Paris méd. 1924. Nr. 21.
- La puissance de la diathermie dans le cancer. Paris méd. 1924. Nr. 30.
- Occlusion du rectum guérie par la diathermo-coagulation. Arch. d'électr. méd. 1924. Nr. 497.
- Puissance de la diathermie dans le cancer. Paris méd. 1924. Nr. 10.
- Diathermiebehandlung des Lupus. Rev. espanola de urol. y dermatol. 1925. Nr. 321.
- Traitement de la fissure sphinctérale par la diathermocoagulation. Arch. d'électr. méd. 1926. Nr. 517.
- Cancer des radiologistes guéri par la diathermocoagulation. Acta med. scandinav. 1927, H. 3.
- Bordier, H. et G. Bouchet: Sur un cas de cancer du col utérin traité par la diathermie. Arch. d'électr. méd. 1924. Nr. 502.
- Bourgeois, H. et G. Poyet: Traitement de certaines sténoses rebelles du nez et du pharynx par la diathermie. Rev. de laryngol., d'otol. et de rhinol. 1922. Nr. 22.
- — L'électrocoagulation en oto-rhino-laryngologie. Ann. des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx 1923. Nr. 4.
- Bruni: La cura dei tumori benigni della vesicae con la diathermia. Rif. med. Vol. 37. p. 1082. 1921.
- Bucky, G. und E. Frank: Über Operationen im Blaseninnern mit Hilfe von Hochfrequenzströmen. Münch. med. Wochenschr. 1913. Nr. 7.
- Casper, L.: Zur endovesikalen Behandlung der Blasengeschwülste. Zeitschr. f. Urol. Bd. 7, S. 700. 1913.
- Cathelin: Le mythe du forage de la prostate. Bull. et mém. de la soc. méd. des hôp. de Paris 1921. Nr. 11.
- Clark, W.: Electrothermie methods in treatment of neoplastic and allied diseases. Journ. of the Americ. med. assoc. 1926. Nr. 9.
- Cohn, M.: Die Anwendung der Forestschen Nadel zur Unterstützung von Krebsoperationen. Berlin. klin. Wochenschr. 1909. Nr. 18.
- Über die Anwendung der ungedämpften elektrischen Schwingungen (Forestsche Nadel) zu operativen Zwecken. Berlin. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 16.
- Corbus Budd C.: Presentation of a case of prickly celled carcinoma of the penis treated by diathermy and radium. Urol. and cut. rev. 1921. p. 204.
- Die Behandlung der Blasen-tumoren ohne lokale Exzision. Surg. gynecol. a. obstetr. Vol. 33, Nr. 5.
- Diathermy in the treatment of tumors of the lower urinary tract. Journ. of urol. 1923. Nr. 3.
- Diathermy in stomatology. Journ. of the Americ. med. assoc. 1925. Nr. 21.
- Cougureux, R.: Sur un effet remarquable de la diathermie. Arch. d'électr. méd. 1923. Nr. 493.
- Courtade, D. und P. Cottenot: Emploi thérapeutique de courants de haute fréquence dans les affections vésicales d'origine organique. Journ. de radiol. et d'électrol. Tom. 5, p. 392. 1921.

- Cubbon, H. T.: Verwendung der Diathermie in der Chirurgie. *Lancet* 1923. Nr. 4.
- Cumberbatch, P. E.: Surgical diathermy. *Lancet* 1921. p. 394. *Brit. med. journ.* August 1921. p. 275.
- Cunningham, J. R. C. Graves and W. T. Bovie: Controlled diathermy an new method for the treatment of bladder tumors. *Journ. of urolog.* 1925. Nr. 4.
- Czerny, V.: Über Operationen mit dem elektrischen Lichtbogen und Diathermie. *Dtsch. med. Wochenschr.* 1910. Nr. 11. *Verhandl. d. dtsch. Ges. f. Chirurg.* 1910.
- Über die nichtoperative Behandlung der Geschwülste. *Münch. med. Wochenschrift* 1912. Nr. 41.
- Damran, M.: L'électrocoagulation en chirurgie abdominale. *The americ. journ. of physic. ther.* 1926. p. 259.
- Davies, Colley R.: Periostal sarcoma of the temporal bone treated by diathermy. *Proc. of the royal. soc. of med.* Vol. 15, p. 265. 1922.
- Diathermy in surgical practice. *Lancet* 1922.
- Desjardins, A. U.: Diathermy. *Surg. gynecol. a. obstetr.* 1926. Nr. 4.
- Doyen: Sur la destruction des tumeurs cancéreuses accessibles par la methode de la voltatisation bipolaire et de l'électrocoagulation thermique. *Arch. d'électr. méd.* Nr. 272.
- Traitement local des cancers accessibles par l'action de la chaleur au-dessus de 55°. *Ann. d'Electrobiologie et de Radiologie*, Mai 1910.
- Realisation de la transthermie sans alteration des tissus normaux par le bain thermo-électrique. *Cpt. rend.* 11. Juli 1910.
- Dutheillet de Lamotte: Traitement par la diathermie et sous le contrôle du salpingoscope des affections chroniques du bourrelet tubaire et de la portion fibro-cartilagineuse de la trompe. *Presse méd.* 1923. Nr. 43. *Ann. des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx* 1923. Nr. 9. *Bull. d'oto-rhino-laryngol.* 1923. Nr. 4.
- Trois cas de tuberculose laryngée traités par la diathermie, électrocoagulation. *Ann. des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx* 1923. Nr. 9. *Bull. d'oto-rhino-laryngol.* 1923. Nr. 4.
- Eitner, E.: Über eine neue Art von Kaustik. *Wien. klin. Wochenschr.* 1910. Nr. 5.
- Hypertrichosisbehandlung mittels Elektrokoagulation. *Wien. klin. Wochenschr.* 1927. Nr. 14.
- Falbing, N.: Blasenpapillombehandlung mit elektrischer Koagulation. *Ugeskrift f. læger* 1924. Nr. 4.
- Foveau de Courmelles: L'électrocoagulation. *Gaz. des hôp. civ. et milit.* 1911. Nr. 50.
- Fur, René: De la diathermie en urologie. *Bull. méd.* 1922. p. 5.
- Des lésions du veru-montanum et de leur traitement par les courants de haute fréquence. *Presse méd.* 1923. Nr. 86.
- Gaudino, N. M.: Diathermiebehandlung der nach Nephrektomie persistierenden tuberkulösen Blasenveränderungen. *Semana méd.* 1924. Nr. 37.
- Gayet, G.: Die modernen Behandlungsmethoden der Blasengeschwülste. *Lyon méd.* 1921. Nr. 3.
- Goldberg: Die neuen Behandlungsmethoden der Geschwülste der Harnblase und der Vorsteherdrüse. *Dermatol. Zentralbl.* 1913. Nr. 3.
- Greene, J. B.: The electrocautery in the treatment of laryngeal tuberculosis. *Ann. of otol., rhinol. a. laryngol.* 1924. Nr. 1.
- Grenouville und Lacaille: Behandlung der Blasentumoren mittels Diathermie. *Journ. d'urol.* 1921. p. 316.
- Hammond, T. E.: Diathermy in the treatment of prostatic obstruction. *Brit. med. journ.* 1926. Nr. 3394.
- Harrison, W. J.: Diathermy in diseases of the throat and nose. *Brit. med. journ.* 1921. p. 220.
- Lupus erythematosus treated by diathermy. *Brit. med. journ.* 1922. p. 758.
- Heindl: Behandlung von Ösophagusstrikturen mittels Diathermie. *Gesellschaft der Ärzte in Wien* am 23. Juni 1916. *Ref.: Wien. klin. Wochenschr.* 1916. Nr. 27.

- Heitz-Boyer: Du traitement mixte de certaines tumeurs vésicales. Journ. d'urolog. méd. et chirurg. Tom. 4, p. 793. 1913.
- Technique intravesicale du traitement des tumeurs de la vessie par la haute fréquence. Journ. d'urolog. 1913. p. 907.
- Traitement endoscopique de la tuberculose vésicale par les courants de haute fréquence. Journ. d'urolog. 1914. Februar.
- Hirschberg, O.: Über Operationen mit dem elektrischen Lichtbogen und Elektrokaustik bei malignen Geschwülsten. Beitr. z. klin. Chirurg. Bd. 75, H. 3.
- Elektrokaustik. Dissert. Heidelberg 1911.
- Hofmann, M.: Blutstillung durch Hochfrequenzströme. Brun's Beitr. z. klin. Chirurg. Bd. 72, H. 1.
- Hofventhal, A.: Diathermiefenstich bei Larynxtuberculose. Dtsch. med. Wochenschr. 1922. Nr. 2.
- Chirurgische Diathermiebehandlung von chronischer Tonsillitis. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. 1924, H. 3.
- Hornicek: Diathermie in der Oto-Laryngologie. Casopis lekaruceskych. 1926. Nr. 12.
- Houlié: Lupus traité par la diathermie. Soc. de laryngologie, d'otologie et de rhinologie de Paris 1926. 16. December.
- Hubbard, Th. and E. G. Galbraith: The treatment of papilloma of the larynx by fulguration and diathermy. Arch. of otolaryngol. 1925. Nr. 1.
- Humphris, H.: Die chirurgische Diathermie. Brit. med. journ. 1921. p. 279.
- Jacobi, E.: Die Behandlung des Lupus mittels Diathermie. Strahlentherapie Bd. 4, H. 1. 1914.
- Johansson, S.: Einige Worte über die diathermischen Operationen. Acta chirurgica scandinavica 1925. Nr. 59, p. 208.
- Johnson, W. T.: Diathermy in the treatment of malignant growths. Americ. Journ. of electrotherapeut. a. radiol. 1922. Nr. 11.
- Kalina, O.: Behandlung des Gesichtes resp. Nasenlupus mit Diathermie. Russkij vestnik dermatologii 1926. Nr. 6.
- Behandlung des Lupus des Gesichtes bzw. der Nase mit Diathermie und deren Vorzug vor anderen Heilmethoden. Monatsschr. f. Ohrenheilk. u. Laryngorhinologie 1926, H. 4.
- Katz, Th.: Zur Beseitigung unerwünschten Haarwuchses. Dermatol. Wochenschr. 1924. Nr. 46.
- Kelly, H.: Die neue Chirurgie. Medical Journ. a. record 1925. p. 1.
- Keves, E. L. and C. W. Collings: Observations on the use of the radiotherm. Journ. of urol. 1925. Nr. 4.
- Kolischer, G.: Surgical diathermy. Americ. Journ. of surg. 1921. p. 177.
- und Katz: Die chirurgische Diathermie und ihre Verbindung mit der Radiotherapie. The Journ. of radiol. of North-America-Omaha-Nebraska 1923. Nr. 3.
- Kowarschik, J.: Die Behandlung der Fissura ani mit Diathermie. Wien. klin. Wochenschr. 1927. Nr. 9.
- Krainz, W.: Die chirurgische Diathermie bei der konservativen Behandlung inoperabler Larynx- und Pharynxkarzinome. Arch. f. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfkrankh. 1924, H. 3/4.
- Kren, O.: Welche Anwendung findet die Elektrokoagulation in der Kosmetik? Seminarabende d. Wien. med. Doktorenkollegium Sitzung 11. 4. 1927.
- Lanzi, G.: Trattamento della ipertricosi muliebre con la diatermo-coagulazione. Giorn. ital. d. malatt. vener. e d. pelle 1924, H. 5.
- Larsson, S.: Die chirurgischen Diathermie bei bestimmten Augenerkrankungen (Dermoid, Kankroid, Leprom der Kornea und Sklera, retrobulbäres Sarkom, Ulcus serpens corneae). Acta ophthalmologica 1925—1926. Tom. 3, p. 315.
- Last, E.: Beitrag zur Technik der Behandlung der Hypertrichosis mit dem Elektrokauter (Kaltkauter). Med. Klinik 1926. Nr. 32.
- Legueu: Traitement des tumeurs de la vessie par les courants de haute fréquence. Journ. des practic. 1913. Nr. 48.
- Les limites de l'électrocoagulation. Progr. méd. 1924. Nr. 17.
- Lepoutre et d'Halluin: L'électrocoagulation dans le traitement des tumeurs de la vessie et en particulier des papillomes. Journ. des sciences médicales de Lille 1913. Nr. 47.

- Lewy, A.: Surgical diathermy by the needle method. *Ann. of otol., rhinol. a. laryngol.* 1923. Nr. 4.
- Lowry, N. H.: Radio frequency electricity in surgery. *Illinois med. journ.* 1925. Nr. 5.
- Mackenzie, D.: Entfernung des weichen Gaumens. *Royal soc. of med. London, Section of laryngol., rhinol. etc.* Vol. 37, p. 144. 1921.
- Mac Whinnie, A. M.: Tonsillectomy, Electric coagulation and desiccation. *New York med. journ. a. med. record* 1923. Nr. 12.
- Mahar: Traitement des verrues par l'électrocoagulation. *Bull. off. de la soc. franc. d'électrothérap. et de radiol.* Februar 1922. p. 69.
- Marcus, H.: Über die Behandlung von Varizen mit Kaltkaustik. *Wien. med. Wochenschr.* 1926. Nr. 50.
- Marques, E.: Epithélioma chez un radiologiste guérie par la méthode de Bordier. *Presse médicale* 1927. 23. Juli.
- Martel: Amélioration de la technique de la diathermie (courants d'Arsonval) dans le traitement des cancers accessibles. *Société des chirurgiens de Paris*, 19. April 1912. *Presse méd.* 1912. Nr. 37.
- Martin, M. J.: Les courants de haute fréquence. Leur emploi en chirurgie et particulièrement en urologie. *Gaz. des hôp. civ. et milit.* 1921. Nr. 99 u. 101.
- Masotti: Die Behandlung des Lupus erythematosus der Ohrmuschel durch Elektrokoagulation. *Il radium e la diatermia.* Dezember 1924.
- Matthaei: Die chirurgische Diathermie. *Zentralbl. f. Gynäkol.* 1921. S. 41.
- Meyer: Kaltkauter nach Dr. de Forest in der Kosmetik. *Handbuch der Kosmetik von M. Joseph.* Leipzig: Veit u. Co. 1912.
- Milligan, W.: Diathermy in inoperable pharyngeal and epilaryngeal malignancy; its objectives and limitations, with a review of cases. *Journ. of laryngol. a. otol.* 1921. p. 369.
- Milner: The treatment of lupus by the diathermy condenser Spark. *Lancet.* 1922. p. 1316.
- Treatment of lupus by diathermy. *Brit. med. journ.* 1922. p. 1224.
- Molony, M.: Eine sichere und genaue Methode der Entfernung kleiner Hindernisse im Blasenmunde mittels der Koagulationselektrode unter Leitung des Auges. *Urol. a. cut. review* 1923. Nr. 10.
- Moore, I.: Nichtchirurgische Behandlung vergrößerter Tonsillen. *Royal soc. of med. London, sect. of laryngol.* 2. Mai 1921.
- Moulonguet, A. et Doniol: La diathermie dans le traitement de l'hypertrophie des amygdales et des mycoses pharyngées. *Bull. d'oto-rhino-laryngol.* 1923. Nr. 4. *Ann. des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx* 1923. Nr. 9.
- Nagelschmidt, Fr.: Behandlung des Lupus. *Zeitschr. f. ärztl. Fortbild.* 1910. Nr. 24.
- Über Hochfrequenzströme und Chirurgie. *Wissenschaftliche Vereinigung am städtischen Krankenhaus zu Frankfurt a. M.* am 6. September 1910. *Ref.: Münch. med. Wochenschr.* 1910. Nr. 50.
- New, G. B.: Surgical diathermy in laryngology. *Mayo clin. Rochester. Arch. of otolaryngol.* 1926. Nr. 4.
- Northrop, H. L.: Electrothermie coagulation: Its indications and limitations. *Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol.* 1925. Nr. 4.
- Novak, Fr. J.: The treatment of malignant tumors of the pharynx and larynx by diathermy. *Illinois med. journ.* Vol. 41, p. 252. 1922.
- The electrocoagulation method of treating diseased tonsils. *Journ. of the Americ. med. assoc.* 1923. Nr. 25.
- Patterson, N.: Diathermy for malignant diseases of the mouth, pharynx and nose. With notes on seventeen successful cases. *Brit. med. journ.* 1923. p. 56.
- Epitheliom des Pharynx. *Royal. soc. of med. London, sect. of laryngol.* 2. Mai 1919.
- La diathermie dans les cancers de la langue et du pharynx. *Arch. d'électr. méd.* 1924. Nr. 504.
- Pfahler, G. E.: Electrocoagulation or desiccation in the treatment of ceratosis and malignant de generation which follow radiodermatitis. *Americ. journ. of roentgenol. a. radium therapy* 1925. Nr. 1.

- Pfahler, G. E.: Electrocoagulation and radiationtherapy in malignant disease of the ear, nose and throat. Journ. of the Americ. med. assoc. 1925. Nr. 5.
- Phélip, L.: Les dangers possibles d'électrocoagulation. (Soc. nat. de méd. et des sciences méd. Lyon 29. November 1922.) Lyon méd. 1923. Nr. 5.
- Philipowicz, J.: Zur Therapie der Analfissur. Zentralbl. f. Chirurg. 1927. Nr. 13.
- Plank, T. Howard: The treatment of tonsils with high-frequency currents. Internat. journ. of med. a. surg. 1924. Nr. 2.
- Poelchen, G.: Heilung einer mit dem Friedmannschen Mittel erfolglos behandelter Tuberculosis cutis verrucosa durch Diathermie. Dtsch. med. Wochenschr. 1921. Nr. 19.
- Pollet: Zwei Fälle von Ureterocele vesicalis, behandelt mit Hochfrequenzströmen. Journ. d'urolog. Tom. 11. Nr. 1.
- Poyet, G.: Le traitement du lupus par la diathermie chirurgicale. Bull. méd. 1926. Nr. 47.
- Ravaut, P.: Lupus de la joue datant de 12 ans. Cicatrisation en une séance par l'électrocoagulation. Bull. de la soc. franc. de dermatol. et de syphiligr. 1921. Nr. 2.
- Rechou, J. et M. Cornat: La diathermo-coagulation des épithéliomas cutanés et cutanéomuqueux. Soc. d. méd. et de chir. de Bordeaux, séance 24. Decembre 1926.
- Remijnse, J. G.: Over de Behandeling van het Prostat-Lijden met Electro-Coagulation (Diathermie). Nederl. Tijdschr. voor geneesk. 1927. Nr. 5. Tweede Helft.
- Renner: Behandlung der Blasen-tumoren mit Hochfrequenzströmen. Berlin. klin. Wochenschr. 1914. Nr. 37.
- Rose, Fr.: Demonstration eines Patienten nach Beseitigung eines Epithelioms der linken Tonsille durch Diathermie. Royal soc. of med. London, sect. of laryngol. 4. April 1919.
- Rostenberg, A.: Epilation with diathermy. A prelim report. Med. journ. a. record 1925. Nr. 12.
- Saberton Scott: Die chirurgische Diathermie. Brit. med. journ. 20. August 1921. p. 276.
- Salomon, O.: Diathermiebehandlung bei Lupus vulgaris. Med. Klinik 1914. Nr. 4.
- Schmidt, L. E. und G. Kollischer: Diathermy in malignant tumours of the bladder. Surg. gynecol. a. obstetr. Vol. 23. 1916.
- Schneider, C.: Ein Fall von starker Nachblutung nach Operation eines Blasenpapilloms mittels Hochfrequenzströmen. Zeitschr. f. Urol. Bd. 7, S. 638. 1913.
- Sibley: Diathermy in dermatology. Urologic and cut. rev. 1921. Therap. gazette 1922. p. 138.
- Sonne, C.: A thermo-needle with inset regulative heating apparatus, together with some measurements of cutaneous, subcutaneous and intramuscular heat endurance. Acta radiol. 1923. Nr. 2, p. 187.
- Stefani: L'électrocoagulation chirurgicale des cancers. Verlag: Les presses universitaires de France.
- Stein, A. E.: Zur Anwendung der Diathermie bei Blasengeschwülsten. Verein der Ärzte Wiesbadens am 3. September 1913. Berlin. klin. Wochenschr. 1913. Nr. 40.
- Stephan, E.: Histologische Untersuchungen über die Wirkung der Thermo-penetration auf normale Gewebe und Karzinom. Beitr. z. klin. Chirurg. Bd. 77, H. 2. 1912.
- Steward, F. J.: Diathermy in the treatment of malignant disease. Practitioner Vol. 108, p. 238. 1922.
- Sturm: Über Asepsis und Kaltkaustik bei Wurzelbehandlungen. Zeitschr. f. Stomatologie. 1927. H. 10.
- Suter, Fr.: Über die Behandlung der Papillome der Harnblase mit endovesikaler Elektrokoagulation. Schweiz. med. Wochenschr. 1920. Nr. 25.
- Syme, W. S.: Surgical diathermy in the treatment of malignant disease of the throat. Glasgow med. journ. 1923. Nr. 4.
- Cases of malignant disease of the pharynx treated by surgical diathermy. Journ. of laryngol. a. otol. 1923. Nr. 4.

- Tyler, A. F.: Chirurgische Diathermie bei Neubildungen des Gesichtes und des Mundes. *Journ. of radiol.* 1924. Nr. 10.
- Uhlig: Lupusbehandlung mit Diathermie. Nomabehandlung mit Diathermie. Med. Verein in Greifswald am 1. Dezember 1916. Ref.: *Med. Klinik* 1917. Nr. 5.
- Walker M. Kenneth: Diathermy in genito-urinary practice. *Practitioner* Vol. 108, p. 192. 1922.
- Walther, H. W. E. and C. L. Peacock: Diathermy in urology. *Journ. of the Americ. med. assoc.* 1924. Nr. 15.
- Ward, G. E.: Value of electrothermie methodes in the treatment of malignancy. *Journ. of the Americ. med. assoc.* 1925. Nr. 9.
- Weil, E.: L'électrocoagulation médicale. *Journ. de physiothérapie.* 15. September 1912.
- Werner, R.: Die Rolle der Strahlentherapie bei der Behandlung der malignen Tumoren. *Strahlentherapie* Bd. 1, H. 1 u. 2.
- und A. Caan: Elektro- und Radiochirurgie im Dienste der Behandlung maligner Tumoren. *Münch. med. Wochenschr.* 1911. Nr. 23.
- Wichmann, P.: Über die Behandlung des Schleimhautlupus. Lupusausschuß des deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose am 21. April 1911. Ref.: *Dtsch. med. Wochenschr.* 1911. Nr. 19.
- Willmoth, A. D.: Die Behandlung des Anthrax mit Diathermokoagulation. *Clinical medicine.* Mai 1925.
- Wise, F. et J. J. Eller: Die Diathermokoagulation und Funkenbehandlung in der Diathermie. *Arch. of dermatology and syphilology* 1926. Nr. 3.
- Wossidlo, H.: Diathermie und Elektrokoagulation in der Urologie. *Med. Klinik* 1914. Nr. 1.
- Wyeth, G. A.: Die Diathermie bei der Behandlung maligner Tumoren. *Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol.* 1923. Nr. 5.
- Surgical endothermy in accessible malignancy. *New York med. journ.* 1921. p. 685.
- Endothermy in the treatment of accessible neoplastic diseases. *Ann. of surg.* 1924. Nr. 1.
- Endothermy, the news surgery, as applied to accessible epidermoid carcinoma. *Boston med. a. surg. journ.* 1924. Nr. 15.
- The endotherm. *Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol.* 1924. Nr. 5.
- Young, H. Mc.: The use of the high frequency current in the treatment of lesions of the deep urethra. *Journ. of urol.* 1922. p. 221.
- Zweig, W.: Die Behandlung der Fissura ani mit Diathermie. *Wien. klin. Wochenschrift* 1927. Nr. 4.

## Namen- und Sachverzeichnis.

- Ackermann 142.  
Adam 123, 153.  
Adhäsionen, peritoneale 157.  
— pleurale 153.  
Adnextumoren 169.  
Aimard 158.  
Akne 205.  
Alkewicz 159.  
Allgemeindiathermie, I. Methode 65.  
— II. Methode 66.  
— auf dem Kondensatorbett 68.  
— im Solenoid 69.  
— im Vierzellenbad 70.  
Alternator von Bucky 41.  
Amenorrhoe 175.  
Amperemeter 30.  
Amplitude 12.  
Angina pectoris 142.  
Angiom 205.  
Angioneurosen 147.  
Anse diathermique 190.  
Anthrax 204.  
Anzeigen, therapeutische, der Diathermie 113.  
Apostoli, Kondensatorbett von 68.  
Appendicitis 157.  
Aresu 99.  
Arsonval 2, 3, 76, 105.  
Arsonvalisation 38.  
Arsonvalstrom 19, 24.  
Arteriosklerose 145.  
Arthralgie, tuberkulöse 120.  
Arthritis, chronica-progressiva 118.  
— deformans 118.  
— gonorrhoeica 119.  
— rheumatica 117.  
— tuberculosa 120.  
— uratica 119.  
Asthma bronchiale 151.  
Atonie des Magens 154.  
Atrophie, progressive, der Muskeln 131.  
Auge, Erkrankungen des 178.  
— Diathermie des 181.  
Augenelektrode von Bucky 182.  
Autokonduktion 70.  
Ayrton 108.
- Babonneix 185.  
Badin 146.
- Bakterien, Einfluß der Diathermie auf 103.  
Baquera 163.  
Basedowsche Krankheit 142.  
Bauchfell, Verwachsungen des 157.  
Baumstark 159.  
Beer 210.  
Behandlungsdauer 64.  
Belot 44.  
Bergamini 137.  
Bergell 159.  
Bergonié 96, 109, 111.  
— Stanniolektroden von 48.  
Bering 186.  
Berliner 100.  
Bernal 163.  
Bernd 4, 23, 79, 205.  
Bertoloty 163.  
Beschäftigungsneurosen 141.  
Best 180.  
Bier 93, 105.  
Bindehaut, Erkrankungen der 180.  
Blakesley 151.  
Blanche 96, 137.  
Blase, Erkrankungen der 160.  
Bleielektroden von Kowarschik 46.  
Blutbewegung, Einfluß der 87.  
— Wirkung auf die 93.  
Blutdruck, Wirkung auf den 96.  
Blutgefäße, Erkrankungen der 144.  
Blutgefäßsystem, Wirkung auf das 93.  
Blutgerinnung, Verlangsamung der 100.  
Blutstillung 200.  
Bluttemperatur, Erhöhung der 89.  
Blutungen als Gegenanzeige 116.  
Blutverteilung, Wirkung auf die 94.  
Blutzusammensetzung, Wirkung auf die 99.  
Bo 183.  
Boerner 162.  
Bordier 3, 85, 112, 137, 139, 142, 150, 155, 157, 184, 190, 202, 206, 208.  
Bourgeois 208.  
Brachialneuralgie 135.  
Braun 151.  
Braunwarth 97, 150.  
Broca 35.  
Bronchialasthma 151.  
Bronchitis 151.  
Brooke 121.

Brown-Séguard 94.  
 Brühl 168.  
 Brünner-Ornstein 155 156.  
 Bucky 47, 55, 74, 99, 121.  
 — Alternator von 41.  
 — Augenelektrode von 182.  
 — Ohrelektrode von 184.  
 Büben 160, 176.  
  
 Caan 202.  
 Carey 121.  
 Casper 212.  
 Castano 163, 176.  
 Cervicitis 174.  
 Chapuis 108.  
 Charrien 105.  
 Chevallier 146.  
 Chizzola 137.  
 Cholecystitis 158.  
 Choroiditis 181.  
 Christen 24, 47.  
 Claudicatio intermittens 145.  
 Claussnitzer 180.  
 Cluzet 146.  
 Colitis membranacea 157.  
 Collings 202.  
 Corbus 168.  
 Cornu 3.  
 Corredor 163.  
 Cottey 207.  
 Crile 111.  
 Cumberbatch 119, 139, 150, 163, 190,  
 207.  
 Cystitis chronica 160.  
 Czerny 202.  
  
**Dämpfung der elektrischen Schwin-  
 gungen** 12.  
**Darm, Erkrankungen des** 156.  
 — Diathermie des 157.  
 — Wirkung auf den 100.  
**Darmbewegung, Wirkung auf die** 101.  
 Davies 207.  
 Delherm 3, 5, 133, 150.  
 Dessikation 202.  
 Detrusor vesicae, Krampf des 160.  
 Deutschländer, Erkrankungen von 121.  
 Diabetes 113.  
 Diathermie, allgemeine 65.  
 — Anzeigen und Gegenanzeigen der  
 113.  
 — chirurgische 188.  
 — Instrumentarium der 26.  
 — örtliche 52.  
 — Technik der 51.  
 — Verhältnis zu anderen Methoden 5.  
**Diathermieapparat und seine Bestand-  
 teile** 26.  
 — von Gaiffe, Gallot & Pilon 35.  
 — von Koch & Sterzel 35.  
  
 Kowarschik, Diathermie. 6. Aufl.

Diathermieapparat von Sanitas 34.  
 — von Schulmeister 35.  
 — von Siemens, Reiniger, Veifa 33.  
 Diathermiestrom 21, 24.  
 Dielektrikum 14.  
 Doeschatte 180.  
 Donald 2.  
 Dosierung der Wärme 61.  
 Dourmaschkin 160.  
 Dowse und Iredell 80, 83.  
 Doyen 3.  
 Dreesen 101.  
 Dreiplattenmethode von Kowarschik 66.  
 Druck, intraokulärer 180.  
 Duhem 137, 157.  
 Durand 151.  
 Durig 105, 110.  
 Dutheillet de Lamothé 208.  
 Dysbasia angiosclerotica 146.  
 Dysmenorrhoe 175.  
 Dystrophia musculorum 131.  
  
 Ebstein 152.  
 Eigenfrequenz 18.  
 Einankerumformer 28.  
 Einthoven 76.  
 Eiterung als Gegenanzeige 171.  
 Eitner 162, 206.  
 Elektroden für Diathermie 43.  
 — Anlegen der 52.  
 — anderer Art 50.  
 — aus Metallnetz 49.  
 — von Bergonié 48.  
 — von Korwaschik 46.  
 — chirurgische 189.  
 — für das Auge 182.  
 — für den Hoden 167.  
 — für das Ohr 184.  
 — für die Prostata 166.  
 — für die Vagina 171.  
 Elektrodenhalter von Quirin 182.  
 Elektrodenklemme von Kowarschik 48.  
 Elektrokardiogramm 144.  
 Elektrokaustik 189.  
 Elektrokoagulation 189.  
 Elektronenröhre 23.  
 Ellbogengelenk, Diathermie des 124.  
 Empyem 153.  
 Endarteriitis obliterans 146.  
 Endometritis 174.  
 Endothermie 5.  
 Enuresis 160.  
 Epididymitis 167.  
 Epilation 206.  
 Episkleritis 180.  
 Epitheliom 202.  
 Erfrierung 147.  
 Erregerkreis 26.  
 Extrastrom 15.  
 Eymer 171.

- Farad 15.  
 Feddersen 10.  
 Feiler 142.  
 Feinregulator 30.  
 Fessenden 9.  
 Fieber, künstliches 91.  
 Fingergelenke, Diathermie der 123.  
 Fischer 97, 150.  
 Folkmar 121.  
 Forest 201.  
 — Nadel von 201.  
 Foucaultsche Ströme 69.  
 Fraikin 155, 157.  
 Fraktur der Knochen 121.  
 Frankling 207.  
 Frauenkrankheiten 168.  
 Frequenz 17.  
 Freund, E. 144.  
 Frostbeulen 147.  
 Frühjahrskatarrh 180.  
 Fulguration 202.  
 Funke, elektrischer 10.  
 Funkenstrecke 16.  
 — der Arsonvalapparate 21.  
 — der Diathermieapparate 22.  
 Fürstenberg 86.  
 Fußunterbrecher 192.
- Gaiffe, Gallot & Pilon** 35.  
 Gallenwege, Erkrankungen der 158.  
 Gangrän 145.  
 Gassul 151.  
 Gastralgie 153.  
 Gebote, die zehn, der Diathermie 74.  
 Geburtshilfe 178.  
 Gefäßblähmung 147.  
 Gefäßneurosen 147.  
 Gegenanzeigen der Diathermie 113.  
 Geitler 11.  
 Gelenke, Erkrankungen der 117.  
 — Diathermie der 121.  
 — Kontrakturen der 120.  
 — s. auch Arthritis.  
 Gerlach 183.  
 Geschlechtsorgane, Erkrankungen der männlichen 161.  
 — der weiblichen 168.  
 Gesetz von Dastre-Morat 96.  
 — von Joule 7.  
 — von Pflüger 110.  
 Ghilarduzzi 112.  
 Gicht 119.  
 Gildemeister 79, 81, 82.  
 Glaskammerelektrode 182.  
 Glaskörper, Erkrankungen des 181.  
 Glassburg 185.  
 Glaukom 181.  
 Gleichstrom und Wechselstromwiderstand 80.  
 Glühkathode 24.  
 Glykosurie 112.
- Goldscheider 105.  
 Gomez 176.  
 Gonarthrit 119.  
 Gonorrhöe der Harnröhre 161.  
 Grau 105, 110.  
 Groesbeck 152.  
 Grube 158.  
 Grünbaum 148, 153, 159.  
 Grünsfeld 142, 143, 144, 151, 153.  
 Grunspan 85, 133, 165, 184.  
 Grzywa 111.  
 Gunzbourg 97.
- Hämorrhoiden** 209.  
 Hamm 151, 183.  
 Handgelenk, Diathermie des 124.  
 Harnblase, Erkrankungen der 160.  
 — Diathermie der 160.  
 — Geschwülste der 210.  
 Harnorgane, Erkrankungen der 159.  
 Harnröhre, Geschwülste der 210.  
 — Gonorrhöe der 161.  
 — Striktur der 165.  
 Harnwege, Erkrankungen der 210.  
 Harrison 207.  
 Haut, Erkrankungen der 184.  
 Heindl 157.  
 Helmholtz 10.  
 Henkel 178.  
 Herz, Erkrankungen des 142.  
 — Diathermie des 144.  
 Herzer 152.  
 Heß 151.  
 Hilfsapparate 39.  
 Hilfselektrode 49.  
 Hirschberg 91.  
 Hirsh 121, 153.  
 Hitzdrahttemperemeter 30.  
 Hochfrequenzströme 8.  
 — Allgemeines über 8.  
 — Erzeugung von 19.  
 Hochfrequenzwiderstand 83.  
 Hochspannungstransformator 39.  
 Hofmann 200.  
 Hofventhal 208.  
 Hornhaut, Erkrankungen der 180.  
 Houlie 203.  
 Houston 76.  
 Howard 202.  
 Hüftgelenk, Diathermie des 129.  
 Hyperacidität 155.  
 Hyperämie 93.  
 Hyperästhesie der Harnblase 160.  
 Hyperlymphie 94.  
 Hypersekretion 155.  
 Hypertension, arterielle 149.  
 Hypertonie der Muskeln 115.  
 Hypertrophie der Tonsillen 208.
- Impulszahl 25.  
 Incontinentia urinae 160.

- Induktion 15.  
 Induktor von Ruhmkorff 28.  
 Induratio penis plastica 165.  
 Infiltrat, periurethrales 165.  
 Interkostalneuralgie 136.  
 Iredell 80, 83.  
 Iridocyclitis 181.  
 Iritis 181.  
 Ischias 133.
- Jacobi** 203.  
 — Lupuselektroden von 204.  
 Joule, Gesetz von 7.
- Kalina** 203.  
 Kalker 142, 152, 159.  
 Kallusbildung 121.  
 Kalorie 7.  
 Kammer, pneumatische 153.  
 Kammerwasser, Einfluß der Diathermie auf das 180.  
 Kantenwirkung 59.  
 Kapazität 15.  
 Kardiospasmus 154.  
 Karies der Knochen 120.  
 Karzinom, Elektrokoagulation des 206.  
 — Nachbehandlung des 177.  
 Katz 206.  
 Kauftheil 155.  
 Kauter, kalter 189.  
 Kayser 171.  
 Keating-Hart 188.  
 Keitler 168.  
 Kelly 202.  
 Keratitis parenchymatosa 180.  
 Keuchhusten 152.  
 Keyes 202.  
 Kiefergelenk, Diathermie des 129.  
 King 151.  
 Kirhhoff 17, 29.  
 Kleinschmidt 152.  
 Kluckmann 164.  
 Kniegelenk, Diathermie des 127.  
 Knochen, Erkrankungen der 117.  
 Koch und Sterzel 35.  
 Köhlersche Erkrankung 121.  
 Koepe 180.  
 Kolischer 158.  
 Kolmer 93, 177.  
 Kondensator 14.  
 Kondensatorbett 68.  
 Kondensatorelektrode 50.  
 Kondensatorentladung 10, 20.  
 Konjunktivitis 180.  
 Koppelung, induktive oder magnetische 18.  
 — direkte oder galvanische 19.  
 Kornea, Erkrankungen der 180.  
 Korthals 76.  
 Kottmaier 143.
- Kowallek 90, 93.  
 Kowarschik, allgemeine Diathermie nach 66.  
 — Bleielektroden von 46.  
 — Dreiplattenmethode von 66.  
 — Elektrodenklemme von 48.  
 — Vaginalelektrode von 171.  
 Kraft 180.  
 Krämpfe, Wirkung auf 106.  
 Krainz 207.  
 Krebs siehe Karzinom.  
 Kreuzfeuerdiathermie 41.  
 — Apparate für 41.  
 Krisen der Tabiker 139.  
 Kroiss 210.  
 Krückmann 178, 179.  
 Kubik 180.  
 Kyaw 165.
- La Banca** 113, 142.  
 Labatut 108.  
 Labbé 96, 137.  
 Laborerie 139.  
 Lahmeyer 90, 97, 99, 150.  
 Lähmung 137.  
 Laquerrière 3, 5, 145, 150.  
 Laqueur 97, 103, 108, 119, 121, 143, 150, 153, 157, 158.  
 Lecomte 3.  
 Legueu 212.  
 Leidenerflasche 15.  
 Lenz 187.  
 Leroux 183.  
 Leukozytose 99.  
 Levère 85.  
 Lichtbogenoperation 201.  
 Lichtenstein 119, 123.  
 Liebesny 93, 112, 176, 177.  
 Lindemann 161, 173, 174, 185.  
 — Rektalelektrode von 173.  
 Löschfunkenstrecke 21.  
 Löwenstein 180.  
 Lokalisierung der Wärme 55.  
 Lüdin 86, 100, 154.  
 Lumbago 130.  
 Lunge, Erkrankungen der 151.  
 — Diathermie der 153.  
 Lungentuberkulose 152.  
 Lupus erythematodes 204.  
 — vulgaris 203.  
 Lymphbewegung, Wirkung auf die 94.  
 Lymphome, tuberkulöse 186.
- Magen, Erkrankungen des** 153.  
 — Diathermie des 156.  
 — Krisen des 139.  
**Magenbewegung, Wirkung auf die** 101.  
**Magensekretion, Wirkung auf die** 100.  
**Makintosh** 163.

- Maldutis 180.  
 Manheimer 99.  
 Manoevrier 108.  
 Marey 3.  
 Marselos 171.  
 Massa 113.  
 Mäusekarzinom 177.  
 Mayer 186.  
 Menard 86.  
 Mendel 183.  
 Meniskus, Verletzungen des 121.  
 Mercier 152.  
 Metatarsalgie 121.  
 Mikrofarad 15.  
 Mikrofunkten 25.  
 Mikrotherm 34.  
 Miller 152.  
 Mittelohrentzündung 183.  
 Moeris 97, 142.  
 Moore 208.  
 Morbus Basedowi 142.  
 Morlet 142.  
 Mortonsche Neuralgie 121.  
 Moutier 149.  
 Müller, Chr. 178, 187, 188.  
 Müller-Deham 144.  
 Müller, O. 94.  
 Mundhöhle, Erkrankungen der 206.  
 Muskat 121.  
 Muskelkrämpfe 141.  
 Muskeln, Erkrankungen der 130.  
 — Verletzungen der 130.  
 Muskelrheumatismus 130.  
 Muskelspasmen 141.  
 Muskeltonus, Wirkung auf den 115.  
 Myalgia 130.  
 — lumbalis 130.  
 Myositis ossificans 131.
- Nachbehandlung nach chirurgischer Diathermie 198.  
 Naevus 205.  
 Nagelschmidt 4, 79, 97, 142, 150, 151, 159, 203.  
 Narben, Wirkung auf 185.  
 Nase, Behandlung der 148.  
 Nasen-Rachenraum, Erkrankungen des 206.  
 Nebenhodentzündung 167.  
 Nelson 202.  
 Nemours 86, 156.  
 Nephritis 159.  
 Nernst 3, 77.  
 — Theorie von 77.  
 Nerven, Erkrankungen der 131.  
 Nervus opticus, Erkrankungen des 181.  
 Neuralgia brachialis 135.  
 — intercostalis 136.  
 — ischiadica 133.  
 — N. occipitalis 136.  
 — N. trigemini 135.
- Neurasthenie 140.  
 Neuritis siehe Neuralgie.  
 Neurosen 141.  
 Neurosis vesicae 160.  
 Niere, Erkrankungen der 159.  
 — Diathermie der 160.  
 Nobl 185, 206.  
 Noetzel 105.  
 Nonnenbruch 100.  
 Nuvoli 113, 142.
- Obstipation, spastische 156.  
 Okzipitalneuralgie 136.  
 Optikusatrophie 181.  
 Ohr, Erkrankungen des 183.  
 — Diathermie des 183.  
 Oscillation siehe Schwingung.  
 Otitis media 183.  
 Otosklerose 183.  
 Oudin 26.
- Paizis 146.  
 Panophthalmie 181.  
 Papillome der Harnblase 210.  
 Parallelschaltung von Widerständen 60.  
 Paralysis agitans 139.  
 Parametritis 169.  
 Partialentladungen 25.  
 Patterson 207.  
 Pendelschwingungen 11.  
 Perez Grande 163.  
 Periode der elektrischen Schwingungen 17.  
 Peristaltik 101.  
 Perry 108.  
 Pertussis 152.  
 Pflüger 110.  
 Picard 138, 157, 164, 165.  
 Plank 208.  
 Plattenkondensator 11.  
 Plattfuß 120.  
 Pleuritis 153.  
 Pölchau 203.  
 Poliomyelitis acuta anterior 137.  
 Pollakisurie 160.  
 Pollet 210.  
 Polyarthrit 129.  
 Polyneuritis 136.  
 Poncet 120.  
 Poulsen 4, 23.  
 — Lampe von 23.  
 Poyet 203, 208.  
 Preiß 4, 79.  
 Pribram 120.  
 Primärkreis 26.  
 Prime 177.  
 Prostataelektrode 166.  
 Prostatitis 165.  
 Pseudarthrose 121.

- Pulsfrequenz, Wirkung der Diathermie auf die 99.  
 Puxeddu 99.  
 Pylorospasmus 154.  
  
**Q**  
 Quirin 179, 180.  
 — Elektrodenhalter von 182.  
  
**R**  
 Radiumemanation 118.  
 Ration d'appoint 111.  
 Rautenberg 142, 143, 152, 159.  
 Rechou 109.  
 Reguliereinrichtung 29.  
 Reihenschaltung von Widerständen 60.  
 Reiniger, Gebbert & Schall, Kondensatorbett von 68.  
 Reizwirkung, fehlende 75.  
 Rektalelektrode von Lindemann 173.  
 Resonanz 19.  
 Respirationsfrequenz, Wirkung der Diathermie auf die 99.  
 Retina, Erkrankungen der 181.  
 Rheumatisme tuberculeux 120.  
 Rippenfellentzündung 153.  
 Ritter 196.  
 Rochat 176.  
 Röntgenbestrahlung, Kombination von Diathermie und 186.  
 Röntgenulkus 185.  
 Rohdenburg 177.  
 Rostenberg 206.  
 Roucayrol 163, 170.  
 Rouzaud 158.  
 Rubens 156.  
 Rubley 183.  
 Rubner 89.  
 Rückenmarksschwindsucht 138.  
 Ruhmkorff-Induktor 28.  
  
**S**  
 Sampson 152.  
 Santos 85, 104, 162.  
 Sattler 93, 180.  
 Savini 142.  
 Schemel 86.  
 Schittenhelm 92, 94, 97.  
 Schlaflosigkeit 140.  
 Schleimbeutel, Erkrankungen der 131.  
 Schlumm 90, 97.  
 Schmerzen, lanzinierende 138.  
 Schmidt 130, 163, 165, 187.  
 Schnee, Kreuzfeuerapparat von 41.  
 Schneider 212.  
 Schott 90, 97.  
 Schreibkrampf 141.  
 Schulmeister 22.  
 — Diathermieapparat von 35.  
 Schultergelenk, Diathermie des 125.  
 Schwarz 186.  
 Schwingungen, elektrische 8.  
 — gedämpfte und ungedämpfte 12.  
 Schwingungsdauer 17.  
 Schwingungskreis, elektrischer 14.  
 — primärer und sekundärer 18.  
 Schwingungszahl 17.  
 Sehnenscheiden, Erkrankungen der 131.  
 Seitz 178.  
 Sekundärkreis 33.  
 Selbstinduktion 15.  
 Sellheim 93, 168.  
 Sensibilisierung für Röntgenstrahlen 186.  
 Serés 167.  
 Serralach 63.  
 Setzu 91, 101, 155.  
 Shelly 131.  
 Siemens & Halske 42, 43.  
 — Reiniger, Veifa 23, 33.  
 — Temperaturmeßeinrichtung von 42.  
 Sighinoffi 137.  
 Simo 155.  
 Skineffekt 76.  
 Sklerodermie 185.  
 Skleritis 180.  
 Sklerose, multiple 139.  
 Slaby 25.  
 Solenoid 69.  
 Souzau 163.  
 Spannungsteiler 30.  
 Spitzka 2.  
 Sprunggelenk, Diathermie des 127.  
 Stanniolektroden von Bergonié 48.  
 Stary 110.  
 Stecher 112.  
 Stein 119, 121, 185.  
 — Kreuzfeuerapparat von 11.  
 Stenokardie 142.  
 Stern 167.  
 Stewart 152.  
 Stoffwechsel, Wirkung auf den örtlichen 107.  
 — auf den allgemeinen 109.  
 Störungen, motorische 154.  
 — sekretorische 155.  
 — technische 70.  
 Stone Chester Tilton 159.  
 Strahlung 13, 14.  
 Striktur der Harnröhre 165.  
 Stromdichte 62.  
 Stromstärke 62.  
 Stromverlauf 57.  
 Stromverteiler 39.  
 Stuhlverstopfung 156.  
 Sturm 193.  
 Szenes 112, 176.  
 Szyzka 100.  
  
**T**  
 Tabes dorsalis 138.  
 Tätowierung 206.  
 Teleangiektasien 205.  
 Telefonen 23.  
 Telemann 179.  
 Temperatur-Meßeinrichtung 42.

- Tesla 2, 10, 76.  
 Theilhaber 99, 160, 172, 176, 177, 185.  
 Therapiekreis 28.  
 Thermoflux 33.  
 Thermopenetration 4, 5.  
 Thermoradiotherapie 188.  
 Thomson 10, 17, 34.  
 Tobias 118, 137, 165.  
 Tobler 155.  
 Tonsillen, Hypertrophie 208.  
 Trachom 180.  
 Transformator, eisengeschlossener 28.  
 — für Wechselstrom 27.  
 Trigemineuralgie 135.  
 Tsimoukas 151.  
 Tuberkulose des Auges 181.  
 — der Gelenke 120.  
 — der Lunge 152.  
 — der Lymphdrüsen 188.  
 — der Niere 159.  
 — des Rippenfells 153.  
 Turchini 92.  
 Turell 176.  
  
 Überdruckatmung 153.  
 Ulcus duodeni 155.  
 — rodens 202.  
 — varicosum 184.  
 — ventriculi 155.  
 Ullmann 99.  
 Umformer, Gleichstrom-Wechselstrom 28.  
 Ureterenzystoskop 211.  
 Ureterenstein 160, 210.  
 Urethritis gonorrhoeica 161.  
  
 Vaginalelektroden 171.  
 Vakuumelektroden 50.  
 Verbrennungen 70.  
 Verdauungsorgane, Erkrankungen der 153.  
 Verletzungen der Gelenke und Knochen 121.  
 Verteiler 39.  
 Vesiculitis 165.  
 Vey 178.  
 Vignal 184.  
 Vinaj 93, 99, 100, 107.  
  
 Waldmann 180.  
 Walsh 152.  
 Walter 8.  
 Wärme, Dosierung der 61.  
 — Lokalisierung der 55.  
 — spezifische 8.  
 Wärmeleitung, Einfluß der 88.  
 Wärmemenge und Erwärmung 7.  
 Wärmewirkung, allgemeine 88.  
 — örtliche 79.  
 Warzen 204.  
 Wechselstrom, niederer und hoher Frequenz 8.  
 Wechselstromtransformator 27.  
 Wechselstromwiderstand 80.  
 Wenckebach 143.  
 Werner 189, 202.  
 Widal 100.  
 Widerstand, elektrischer 79.  
 — der einzelnen Gewebe 82.  
 — Parallelschaltung 60.  
 — Reihenschaltung 60.  
 — spezifischer 80.  
 Wildermuth 82.  
 Willmoth 205.  
 Wirbelgelenke, Diathermie der 129.  
 Wirbelströme 69.  
 Wirkung, antibakterielle 103.  
 — chemische (elektrolytische) 108.  
 — physiologische 75.  
 — schmerz- und krampfstillende 105.  
 Wolframlektroden 22.  
 Wossidlo 210.  
 Wucherungen der Nase 208.  
  
 Xanthelasma 205.  
  
 Zahn 179.  
 Zehngelenke, Diathermie der 126.  
 Zeynek 3, 78, 108, 110, 117.  
 Zimmern 43, 92.  
 Zittern, nervöses 155.  
 Zondek 89.  
 Zuckergehalt, Einfluß der Diathermie auf den 112.  
 Zusatzapparat zur Arsonvalisation 38.

### Verzeichnis der Firmen, welche Druckstöcke für Abbildungen zur Verfügung stellten.

- Erbe, C., Tübingen, Holzmarkt 7.  
 Koch & Sterzel A. G., Dresden A 24, Zwickauerstr. 40—42.  
 Reiniger, Gebbert & Schall A. G., Erlangen.  
 Sanitas, Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin W 24, Friedrichstr. 131 d.  
 Schulmeister, L., Wien 9, Spitalg. 5.  
 Siemens & Halske A. G., Berlin-Siemensstadt, Wernerwerk.  
 Siemens-Reiniger-Veifa, Berlin W 8, Mohrenstraße 58/59.

**Elektrotherapie.** Ein Lehrbuch. Von Dr. **Josef Kowarschik**, Primararzt und Vorstand des Instituts für physikalische Therapie im Kaiser-Jubiläums-Spital der Stadt Wien. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 274 Abbildungen und 5 Tafeln. X, 312 Seiten. 1923. RM 12.—; gebunden RM 13.50

---

**Die Praxis der physikalischen Therapie.** Ein Lehrbuch für Ärzte und Studierende. Von Dr. **A. Laqueur**, dirigierendem Arzt der Hydrotherapeutischen Anstalt und des Medikomechanischen Instituts am Städtischen Rudolf Virchow-Krankenhaus zu Berlin. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 98 Abbildungen. X, 358 Seiten. 1926. RM 18.—; gebunden RM 19.50

---

**Lehrbuch der Diathermie** für Ärzte und Studierende. Von Dr. **Franz Nagelschmidt** in Berlin. Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit 190 Textabbildungen. X, 374 Seiten. 1926. RM 21.—; gebunden RM 22.50

---

Ⓢ **Handbuch der Lichttherapie**

unter Mitarbeit von

**O. Bernhard**, St. Moritz; **O. Chievitz**, Kopenhagen; **F. M. Exner**, Wien; **F. Hauer**, Wien; **W. Hausmann**, Wien; **K. Huldshinsky**, Berlin; **E. Lang**, Erlangen; **A. Laqueur**, Berlin; **G. Politzer**, Wien; **L. Schönbauer**, Wien; **J. Sorgo**, Wien; **O. Strandberg**, Kopenhagen; **J. Urbanek**, Wien; **R. Volk**, Wien; **C. H. Würtzen**, Kopenhagen.

Herausgegeben von

**W. Hausmann** und **R. Volk**

Mit 106 Abbildungen und 36 Tabellen im Text, 448 Seiten. 1927.

RM 36.— gebunden RM 38.—

Inhaltsübersicht:

Allgemeiner Teil: **O. Bernhard**: Die historische Entwicklung der Lichttherapie. — **F. M. Exner**: Physik der Sonnen- und Himmelstrahlung. — **F. Hauer**: Die künstlichen Lichtquellen. — **F. Hauer**: Methoden der Lichtmessung im Ultraviolett. — **W. Hausmann**: Die allgemeinen Grundlagen der Lichttherapie. — **G. Politzer**: Die morphologischen lichtbewirkten Veränderungen normaler und erkrankter Gewebe. — **O. Strandberg**: Allgemeines über Lichttherapie und über die Anwendung lichttherapeutischer Apparate.

Spezieller Teil: **O. Bernhard**: Die Heliotherapie chirurgischer Erkrankungen. — **O. Chievitz**: Die Behandlung chirurgischer Erkrankungen mit künstlichen Lichtquellen. — **K. Huldshinsky**: Lichttherapie in der Kinderheilkunde und prophylaktische Lichtbehandlung. — **E. Lang**: Die Lichttherapie in der Gynäkologie. — **A. Laqueur**: Lichttherapie innerer Erkrankungen. — **J. Sorgo**: Die Lichtbehandlung der Lungentuberkulose. — **L. Schönbauer**: Die künstliche Höhen Sonne als therapeutischer Behelf in der Chirurgie. — **O. Strandberg**: Die Anwendung des Lichtes in der Laryngologie, Rhinologie und Otologie. — **J. Urbanek**: Lichttherapie des Auges. — **R. Volk**: Lichttherapie der Haut- und Geschlechtskrankheiten. — **C. H. Würtzen**: Die Behandlung der Pocken durch Lichtentzug. — Sachverzeichnis.

---

Ⓢ **Praktikum der Hochfrequenztherapie (Diathermie)**

mit einem Anhang „Phototherapeutische Methodik“ in sechs Vorträgen. Von Dr. **Hans Leo Stieböck**, Polikl. Assistent, Leiter der Station für Strahlentherapie an der Wiener Allgemeinen Poliklinik, II. med. Abteilung. (Vorstand: Professor Dr. A. Strasser.) 42 Seiten. 1926. RM 2.40

---

Die mit einem Ⓢ bezeichneten Werke sind im Verlage von Julius Springer in Wien erschienen.

Verlag von Julius Springer in Berlin und Wien.

---

# Zeitschrift für die gesamte physikalische Therapie

Fortsetzung der Zeitschrift für physikalische und diätetische Therapie  
einschließlich Balneologie und Klimatologie  
Organ der Mittelrheinischen Studiengesellschaft für  
Klimatologie und Balneologie

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrter von  
**A. Goldscheider**    **A. Strasser**    **W. Alexander**  
Berlin                      Wien                      Berlin

Abteilung A.

Jährlich erscheinen etwa 2 Bände zu je 6 einzeln berechneten Heften  
Bis Anfang 1928 erschienen 34 Bände  
Jeder Band etwa RM 40.— bis RM 50.—

Die Zeitschrift enthält einen Referatenteil, der im einzelnen  
die folgenden Gebiete umfaßt:

Elektrotherapie. Elektromedizin. — Thermotherapie. Lichttherapie. — Mechanotherapie. — Hydrotherapie. — Balneotherapie. — Thalassotherapie. — Klimatotherapie. — Inhalation. — Punktion. Infusion. — Biologie. Physiologie. — Diagnostik. — Sport. — Verschiedenes. — Tagesgeschichte. — Verhandlungsberichte.

Als Abteilung B der „Zeitschrift“, die über die Gebiete „Röntgen, Radium, Licht“ referiert, erscheint das

## Zentralblatt für die gesamte Radiologie

Herausgegeben von  
**Dr. K. Frik-Berlin**

Jährlich erscheinen etwa 2 Bände im Umfang von je 960 Seiten  
Bis Anfang 1928 erschienen 3 Bände  
Jeder Band RM 60.—

Das bibliographische Jahresregister des „Zentralblattes“ bildet der

## Jahresbericht über die gesamte Radiologie

Herausgegeben von  
**Dr. K. Frik-Berlin**

Erster Band: Bericht über das Jahr 1926 / Erscheint Anfang 1928