IV. Ueber die Wirkung und Anwendung hochgespannter Ströme von starker Wechselzahl (d'Arsonval-Tesla-Ströme).

Von A. Eulenburg.

(Schluss aus No. 12.)

Wir kommen nun zu dem zweiten Hauptstück des Armamentars, dem sogenannten „grossen Solenoid“ (Fig. 29). Es ist

eine Erfindung von d'Arsonval. Die von der secundären Spirale des Funkeninductors gelieferten hohen Spannungen werden, statt zur primären Spirale des Transformators, nach diesem Apparate geleitet, der aus einer Anzahl (14—18) an einem Holzgestelle befestigter, vertikal übereinander in grossen Abständen isolirt hingeführter Windungen eines dicken Metalldrahtes besteht — also im Grunde auch nur die auf einen grösseren Maassstab übertragene primäre Spirale des Transformators reproducirt. Diese Windungen umschliessen einen Innenraum, der gross genug ist, dass ein Mensch darin bequem aufrecht stehen kann, ohne die Drahtwindungen selbst irgendwie zu berühren; der Eintritt wird dadurch ermöglicht, dass man die Drahtwindungen, gleich einer Rolljalousie, in die Höhe rollt, und nachher wieder herablässt. Ist nun dieses grosse Solenoid durch Leitungen mit der secundären Spirale des Funkeninductors verbunden, so werden sehr beträchtliche Inductionswirkungen erzielt, und es wird der darin eingeschlossene Körper vermöge der von den Windungen ausstrahlenden elektrischen Wellen durch eine Art von Selbstinduction oder „Autoconduction“ (nach dem Ausdruck von

Fig. 29.

d'Arsonval) elektrisch geladen. Man kann die Wirkung steigern oder auch schwächen, je nachdem man die Gesammtheit der Solenoidwindungen oder nur einen Theil derselben mit dem Funkeninductor leitend verbindet. — Es würde unter den etwas beschränkten Raumverhältnissen hier unbequem sein, sich in den Innenraum des Solenoids zu begeben (vielleicht wünschen es Einzelne von Ihnen nach dem Schlusse der Sitzung zu probiren). Sie würden dabei durchaus nichts besonderes wahrnehmen; und doch sind die in Wellenform übertragenen Ströme stark genug, um im Innern des Solenoids eine Vacuumlampe, oder selbst mehrere hinter einander geschaltete Lampen zum Glühen zu bringen, wie ich sogleich zeigen werde. Ich habe zu diesem Zwecke hier im Innern des Solenoids drei ringförmige Drahtwindungen angebracht, die von den äusseren Solenoidwindungen völlig isolirt sind und also nur die Einwirkung der von diesen ausstrahlenden, durch die Luft fortgepflanzten Elektricitätswellen empfangen; in diese schalte ich drei kleinere Glühlampen von je 15 Volt Spannung hinter einander ein. Wenn ich nun den Funkeninductor in Betrieb setze, nachdem die Verbindungen mit dem grossen Solenoid hergestellt sind, so sehen Sie, dass alle drei Lampen, einzeln oder zusammen, mit Leichtigkeit zum Glühen gebracht werden können; es muss sich dabei rechnermässig um Ströme von mindestens 3 Ampère Stärke handeln!

Ich will nun weiter die Schaltung, in gleicher Weise wie vorhin bei dem Transformator, parallel zu den äusseren Solenoidwindungen, also nach Art des Extrastroms vornehmen. Wieder kann ich hier in einem abgeleiteten Metallbogen eine Lampe leicht zum Glühen bringen; ebenso wenn ich in den Metallbogen noch ein Wassergefäss mit grösserem Widerstand einschalte; ebenso endlich, wenn ich mich selbst zwischen die Drahtwindungen und der Lampe interponire (ganz, wie in einem der obigen Versuche), wobei der geimesene Widerstand 1500 Ohm beträgt; von dem hindurchgehenden sehr starken Strome habe ich, abgesehen von einem ganz leichten Kribbeln und Wärmegefühl in den Händen, auch jetzt keine Empfindung.

Den von d'Arsonval beschriebenen Versuch, eine Lampe zwischen den Händen eines Menschen, der innerhalb des grossen Solenoids aufrecht steht, zum Glühen zu bringen, habe ich trotz vielfach wiederholter Bemühungen und verschiedener Modificationen in dieser Art nicht ausführen können. Der Versuch scheitert meines Erachtens daran, dass der Körperwiderstand unter allen Umständen zu hoch bleibt, da ein Glühen der Lampe erst erfolgt, wenn der Gesamtwiderstand der Leitung auf 30 bis 40 Ohm herabgesetzt ist (telephonisch gemessen). Als Beweis dafür mögen folgende Einzelversuche kurz mitgeteilt werden:

1. Lampe von 15 Volt und kurzer Drahtbügel (Widerstand der Lampe allein = $13\frac{1}{2}$ Ohm; Gesamtwiderstand = 20 Ohm); Glühen der Lampe.

2. Dieselbe Lampe, zwischen den Händen der Versuchsperson; beide Hände der letzteren tauchen in Gefässe mit erwärmter starker

Kochsalzlösung, zwischen denen die Lampe aufgehängt ist. Gesamtwiderstand = 800 Ohm. Die Lampe glüht nicht.

3. Um nachzuweisen, bei welchem Widerstande die Lampe zu glühen anfängt, wird der Körper durch einen Drahtbügel ersetzt, der durch zwei Gefässe, das eine mit gewöhnlichem Wasser, das andere mit starker Kochsalzlösung hindurchgeht. Der Anfangswiderstand beträgt dabei 275 Ohm; die Lampe glüht nicht. Nun wird dem ersten Gefässe allmählich Kochsalz zugesetzt und auf diese Weise der Leitungswiderstand vermindert, bis die Lampe zu glühen beginnt. Die nun vorgenommene (telephonische) Widerstandsmessung ergibt 30 Ohm.

4. Der vorige Versuch; nur werden an Stelle des kurzen Drahtbügels drei längere Windungen angewandt, um die Inductionswirkung zu verstärken. Auch hier wird zu den Wassergefässen allmählich Kochsalz zugesetzt, bis die Lampe zu glühen anfängt; dies geschieht bei einem Gesamtwiderstande von 39 Ohm. Gleiches Ergebniss auch mit einer Lampe von 65 Volt Spannung und bei Benutzung von nur sieben Windungen des Solenoids.

5. Bei Einschaltung des Körpers im vorigen Versuche an Stelle der Drahtwindungen erfolgt wiederum kein Glühen (trotz Funkenüberganges auf die Lampe an den Berührungsstellen der Leitung).

Die Ursache der Erfolglosigkeit dieser Versuche kann möglicher Weise in Zufälligkeiten der Anordnung und Beschaffenheit des Armamentars, ungenügender Inductionsstärke u. s. w. gesucht werden.

Methodologisches.

Für die physiologische und therapeutische Anwendung der Arsonval-Tesla-Ströme beim Menschen kommen nach der vorstehenden Beschreibung wesentlich vier Hauptmethoden in Betracht, von denen die drei ersten der Hauptsache nach als Methoden lokaler — die vierte als Methode allgemeiner Arsonvalisation angesehen werden können:

1. Direkte Ableitung von den secundären Windungen des Transformators. Es werden die in der secundären Rolle des Transformators inducirten Hochspannungsströme direkt auf den Körper übergeführt; und zwar je nach Beschaffenheit und Ansatzweise der Elektroden entweder als büschelförmige Ausstrahlung — bei ausreichendem Abstände der Elektroden von der Körperoberfläche — oder als Funkenentladung bei nur geringer Entfernung der lokal applicirten Elektrode. Der zweite Pol kann dabei entweder zur Erde abgeleitet oder auch mit dem Körper (durch eine Hand- oder Fusselektrode) leitend verbunden werden; erhebliche Verschiedenheiten der Wirkung werden durch die Art der Verwendung des zweiten Pols nicht hervorgerufen.

2. Indirekte Ableitung, mit Einschaltung von Condensatorelektroden. Auch dabei wird die Spannung der secundären Windungen des Transformators verwerthet, aber nicht direkt zum Körper geführt, sondern vorher in einer „Condensatorelektrode“ gesammelt. Eine solche endet mit einer isolirenden äusseren Glasfläche (mit Graphit- oder Lacküberzug), die auf den Körper aufgesetzt wird, während die innere Fläche einen leitenden Ueberzug (Stanniolbelag) trägt und durch eine den Strom empfangende metallische Zuleitung geladen wird. Der Körper bildet somit beim Aufsetzen der Elektrode gewissermassen die äussere Belegung des Condensators. Die im Innern der Elektrode sich ansammelnde hohe Spannung erzeugt durch Influenz auf der äusseren, dem Körper unmittelbar anliegenden Fläche ebenfalls eine entsprechende Spannung, die bei festem Aufsetzen der Elektrode eine leichte, sich über die getroffene Oberfläche verbreitende Funkenbildung verursacht und sich bei wachsender Entfernung des Condensators von der Körperoberfläche zu längeren büschelförmigen Funkenentladungen steigert. Diese „Condensatorelektroden“ können ganz den sonst üblichen Elektrodenformen angepasst, also knopfförmig, röhrenförmig und kolben- oder flächenförmig hergestellt werden. Uebrigens hat d'Arsonval sogar ein „lit condensateur“ beschrieben, nach ähnlichem Prinzip, indem dabei der auf einem Ruhebett ausgestreckte, durch ein Kissen isolirte menschliche Körper die eine Belegung des Condensators bildet, während die andere durch eine Metallbelegung an der Innenseite des Kissens hergestellt wird.

3. Parallele Schaltung zu den primären Windungen des Transformators, nach Analogie des „Extrastroms“ der primären Spirale unserer gewöhnlichen Inductionsapparate. Wie bei diesen die Enden der primären Drahtrolle einerseits zur Unterbrechungsvorrichtung, andererseits zum Körper geführt werden — so findet bei den Primärwindungen des Transformators eine solche Parallelschaltung statt, wobei von den vor den Solenoidwindungen befindlichen Polen die Körperableitung in ver-

schiedener Weise vorgenommen werden kann. Es kann nämlich entweder nur eine unipolare Ableitung zum Körper hergestellt werden, wobei das andere Ende der Windungen zur Erde geführt wird oder isolirt bleibt — oder es kann auch das zweite Ende zum Körper (z. B. mittels einer isolirenden Fussplatte) hingeführt werden. Zur längeren Application auf den Körper bedient man sich der früher beschriebenen Elektroden, wobei je nach der Höhe der Spannungen und der Zahl der eingeschalteten Primärwindungen des Solenoids (unter Benutzung des früher beschriebenen beweglichen Contactes) Büschel- und Funkenentladungen von sehr verschiedener Intensität ausgelöst werden.

4. Selbstinduction (Autoconduction) des Körpers: „allgemeine Arsonvalisation“. Der Körper ist hierbei nicht in direkter leitender Verbindung mit einem der Theile des Apparates, sondern er wird von den durch die Luft fortgepflanzten Energiewellen getroffen, die von den Windungen des vorgeschriebenen „grossen Solenoids“ oder von ähnlich beschaffenen Vorrichtungen ausstrahlen; er vertritt also gewissermaassen die Stelle der secundären Windungen des Transformators und wird auf dem Wege der Selbstinduction (oder „Autoconduction“, wie d'Arsonval sich ausdrückt) von den in den Primärwindungen kreisenden hochgespannten Wechselströmen beeinflusst. Wie und in welcher Richtung sich diese Einflüsse nach der physiologischen und therapeutischen Seite hin geltend zu machen scheinen, werde ich sogleich noch näher ausführen. Hier sei der Vollständigkeit halber bemerkt, dass an Stelle des grossen, aufrecht stehenden Solenoids auch eine andere, horizontal gestaltete Vorrichtung benutzt werden kann, worin die Versuchsperson sich in liegender Stellung befindet; auch können zu besonderen Zwecken kleinere Vorrichtungen für lokale Behandlung einzelner Körpertheile, z. B. Arm und Fuss, hergestellt werden. Bei Verwendung dieser letzteren ist streng genommen schon nicht mehr von einer „allgemeinen“, sondern nur noch von einer „lokalen“ Arsonvalisation die Rede, die aber auch noch auf dem Wege der Selbstinduction oder Autoconduction stattfindet. Prinzipiell verschieden davon ist es natürlich, wenn das „grosse Solenoid“, in gleicher Weise wie das kleine des Transformators, zum Zwecke direkter metallischer Uebertragung auf den Körper, mit Hilfe der früher beschriebenen einfachen oder Condensatorelektroden, Anwendung findet, was dem Wesen nach völlig mit dem zuvorbeschriebenen Verfahren der parallelen Schaltung (3) übereinstimmt.

Physiologisches und Therapeutisches.

Wie schon aus den methodologischen Vorbemerkungen hervorgeht, muss man hinsichtlich der physiologischen und therapeutischen Verwendung der hochgespannten Wechselströme unterscheiden zwischen den Wirkungen, die sich bei der lokalen Application dieser Ströme herausstellen, und denen, die bei der Anwendung in der Form der „Selbstinduction“ oder „Autoconduction“, der „allgemeinen Arsonvalisation“ zu Tage treten. Diese letzteren Wirkungen, die sich in ganz eigenartigen Beeinflussungen des Organismus in Hinsicht auf Blutdruck, Oxydations- und Stoffwechselvorgänge, in tiefergreifender Anregung der Zellenergie u. s. w. geltend machen sollen, sind es vor allem, die uns d'Arsonval zuerst in seinen Untersuchungen zur Kenntniss gebracht hat und die für ihn und seine Schüler und Nachfolger den Ausgangspunkt der therapeutischen Bestrebungen und die Grundlage weitgehender Indicationsstellungen auf diesem Gebiete gebildet haben. Während es sich nun hier dem Wesen nach um etwas ganz Neues und Eigenartiges, von den bisherigen elektro-therapeutischen Verfahren durchaus verschiedenes handelt, ist dies dagegen hinsichtlich der lokalen Wirkungen hochgespannter Wechselströme keineswegs in gleichem Maasse der Fall. Hier bieten vielmehr die wohlbekannten Wirkungen faradischer und Franklinischer Ströme manche Vergleichspunkte dar, und man kann das Verhältniss vielleicht mit einer gewissen Berechtigung so charakterisiren, dass bei aller unverkennbaren Specificität doch die Wirkungen der ungeheuer hochgespannten Wechselströme sich als eine Potenzirung der Wirkungen hochgespannter Ströme unserer Influenzmaschinen — sowie diese wiederum sich als eine Potenzirung der Wirkungen unserer gewöhnlichen Inductionsströme in mancher Beziehung kundgeben.

Es ist also in solcher Allgemeinheit des Ausdrucks keineswegs richtig, wenn von diesen ungeheuer hochgespann-

ten Wechselströmen gesagt wird, dass für sie gerade die anscheinende Wirkungslosigkeit auf den thierisch-menschlichen Organismus, die Wirkungslosigkeit auf das Nervensystem vor allem das kennzeichnende sei, wodurch sie sich von den minder hochgespannten Strömen mit geringerer Frequenz so auffällig unterscheiden. Dagegen bleibt allerdings bestehen, dass die Einwirkung auf die motorischen und sensiblen Nerven verhältnissmässig schwach ist und überhaupt nur bei bestimmten Methoden der lokalen Anwendung, und auch dann zum Theil in untergeordneter Weise hervortritt. Ganz besonders gilt dies von der erregenden (tetanisirenden) Einwirkung auf die motorischen Nerven und Muskeln. Während bereits verhältnissmässig schwache Inductionsströme sowohl bei indirekter, wie bei direkter Reizung den Muskel in Tetanus versetzen, während auch Franklinische Ströme, sei es bei direkter (heller) Funkenentladung, sei es bei Einschaltung des Körpers zwischen den äusseren Belegen der Condensatorplatten ziemlich leicht Tetanus hervorrufen, gelingt dies dagegen mit den d'Arsonval-Tesla-Strömen viel schwieriger, und nur bei Anwendung ganz bestimmter Manipulationen. Man muss dazu das unter Methodik (3 und 4) besprochene Verfahren der parallelen Schaltung — unipolare Ableitung von den primären Windungen des Transformators oder des grossen Solenoids — verwerthen, und den einen Pol in Form einer einfachen Röhren- oder Knopfelektrode oder Condensatorelektrode auf einen Nervenstamm, z. B. — wie ich es jetzt thue — auf den Nervus ulnaris über dem Handgelenk lokalisiren, während der andere Pol zum Erdboden abgeleitet ist. Sie sehen dabei Tetanus in den vom Ulnaris versorgten Handmuskeln eintreten; gleichzeitig ist auch ein excentrisches Gefühl in der Hautausbreitung des Ulnaris an den beiden letzten Fingern vorhanden. Die Wirkung wird ersichtlich stärker, wenn die vom Körper berührte Stelle des Erdbodens angefeuchtet ist; sie verschwindet dagegen, wenn man den Körper (durch Auftreten auf eine Hartgummiplatte) isolirt. Natürlich kann man sie auch verstärken, wenn man das zweite Polende zu einer Fusselektrode (metallischen Fussplatte) hinführt und sie mit dem Körper direkt verbindet — ganz wie es bei den entsprechenden Methoden der Franklinisation der Fall ist.

Mittels der gleichen Verfahren lassen sich nun auch die Einwirkungen auf die sensiblen Hautnerven nachweisen. Noch deutlicher jedoch und in gewissermaassen spezifischer Weise treten diese hervor, wenn man die Elektrode auf die zu prüfende Hautstelle nicht direkt aufsetzt, sondern sie dieser bis auf einen geringen Abstand nähert, so dass je nach der Beschaffenheit der Elektrode und der Länge der interponirten Luftstrecke Büschel- oder Funkenentladungen auf die Haut übergehen. Man bedient sich dazu am besten einer einfachen oder mehrfachen Spitzenelektrode, wie sie auch bei der Franklinisation im Gebrauch sind, oder einer grösseren kolbenförmigen (flächenförmigen) Elektrode, je nach dem Umfange der zu reizenden Hautpartie; um grössere Büschelentladungen zu erhalten, kann eine Condensatorelektrode benutzt werden, oder es wird, nach dem Oudin'schen Verfahren, ein zweites Solenoid („Resonator“) von einer den Primärwindungen des Transformators angepassten Länge und Capacität eingeschaltet. Die örtlichen Wirkungen sind ziemlich ausgesprochen; die getroffene Hautstelle, z. B. am Handteller, wird erst durch die übertretenden Büschel- oder kleinen Funkenentladungen in mehr oder minder heftiger Weise schmerzhaft erregt und geröthet, wobei sich insbesondere ein eigenartig intensives Wärmegefühl einstellt, das sich unter Umständen bis zur Unerträglichkeit steigert. Bei Entfernung der Reizelektrode macht dieser Zustand einem Gefühl der Starre und Abgestorbenheit Platz; die Haut wird blass, anämisch, und die mit den gebräuchlichen Methoden vorgenommene Sensibilitätsprüfung lässt eine (je nach Dauer und Intensität der Reizwirkung mehr oder minder bedeutende) Abnahme des Hautgefühls für Berührung und Schmerz, sowie insbesondere für Temperatureindrücke in der Form von Kältereizen noch für längere Zeit deutlich erkennen. Sehr auffällig ist diese eigenthümliche Dissociation des Temperatursinnes, die sich darin kundgiebt, dass, während die subjective Wärmeempfindung enorm erhöht ist, das Gefühl für Kältereize bedeutend herabgesetzt und sogar vorübergehend fast völlig erloschen zu sein scheint; ein Phänomen, das ja allerdings in der spezifischen Energie der an räumlich getrennte Hautendigungen (Wärme- und Kältepunkte) gebundenen Temperaturnerven seine Erklärung findet und auch mit mannichfachen pathologischen Beobachtungen übereinstimmt. Man kann die Herabsetzung

des Berührungs- und Schmerzgefühls, sowie der specifischen Kälteempfindung oft selbst 10 bis 15 Minuten nach vollendeter Reizung noch deutlich nachweisen.

Der relativ geringen Wirksamkeit oder scheinbaren Unwirksamkeit hochgespannter Wechselströme auf die willkürlich motorischen und die sensiblen Nerven wurde von d'Arsonval auf Grund seiner an Thieren und Menschen angestellten Versuche eine sehr ausgesprochene und bedeutende Einwirkung auf das vasomotorische Nervensystem gegenübergestellt. Diese Einwirkung, die, gleich den noch zu erörternden Stoffwechselwirkungen u. s. w. allerdings vorzugsweise bei der allgemeinen Arsonvalisation (Auto-conduction) hervortritt, soll sich in einer auf anfängliche Erniedrigung folgenden, erheblichen und andauernden Steigerung des arteriellen Blutdrucks, in Veränderungen des Gefäßlumens, des Blutumlaufs u. s. w. nachdrücklich bekunden. Die Gefässe des Kaninchenohrs sollen sich, ganz wie nach Sympathicusdurchschneidung, in rapider Weise erweitern, worauf später eine energische Verengung folgt. In Betreff der Blutdruckmessungen äussert sich d'Arsonval folgendermaassen:¹⁾ „Le sphymographe de Marey, le sphymomanomètre de Potain appliqués sur l'homme, donnent des indications identiques. On voit la pression sanguine s'abaisser d'abord, puis, peu après, se relever et se maintenir à ce taux élevé; en faisant une légère incision à l'extrémité de la patte d'un lapin, on voit le sang couler beaucoup plus abondamment après le passage du courant. Le manomètre à mercure, mis en rapport direct avec une artère chez les animaux, donne les mêmes indications.“ Die Blutdrucksteigerung soll nach d'Arsonval sogar mehrere Centimeter Quecksilber betragen. Es dürfte angezeigt sein, diese Ergebnisse zunächst mit dem neuen, so bequemen Gärtner'schen Tonometer am Menschen nachzuprüfen. — Von noch viel grösserer Wichtigkeit und Bedeutung für die therapeutische Verwerthung der hochgespannten Wechselströme sind die von d'Arsonval beobachteten Einwirkungen auf den Stoffwechsel und die angeblich durch eine direkte Anregung der Zellthätigkeit, eine direkte Beeinflussung des Zellprotoplasmas erzielten „vitalen“ Wirkungen. Den Beweis für die letzteren will d'Arsonval besonders an einzelligen Organismen, an Bierhefezellen und verschiedenen Bacillenarten erbracht haben. Insbesondere hat d'Arsonval mit seinem Assistenten Charrin die Einwirkung der hochgespannten Wechselströme auf einzelne pathogene Bacillen, namentlich auf den *Bacillus pyocyaneus*, näher untersucht; er will dabei gefunden haben, dass nach einigen Minuten die chromogene Function erlischt, nach einer halben Stunde der Bacillus abgetödtet wird. Aber auch die pathogenen Stoffwechselprodukte, die Toxine sollen in ihrer Virulenz wesentlich beeinflusst und abgeschwächt, sie sollen sogar in immunisirende Substanzen umgewandelt werden und so die Resistenz der Thiere bei Injectionen erhöhen, was d'Arsonval und Charrin durch Versuche mit umgewandelten Diphtheritoxinen bei Meerschweinchen unter gleichzeitiger Inoculation tödlicher Dosen von wirksamen Diphtheritisculturen, ebenso wie durch Vergleichsversuche mit *Pyocyaneustoxin* zu erweisen versucht haben. Auch diese Versuche bedürfen natürlich noch weiterer Nachprüfung und Bestätigung seitens kompetenter Bacteriologen. Nicht minder sind die allgemeinen Wirkungen auf den Stoffwechsel in Betracht zu ziehen, die sich bei höheren Thieren und beim Menschen in einer kräftigen Anregung und Steigerung der Oxydationsvorgänge, in vermehrtem Sauerstoffverbrauch, vermehrter Kohlensäureausscheidung, in Zunahme des Oxyhämoglobins, Steigerung der Diurese und der ausgeschiedenen Harnstoffmengen, in gesteigerter Wärmeproduction und Wärmeabgabe, beschleunigtem Gewichtsverlust (nach Wägungen bei Kaninchen) u. s. w. bekunden. Bei allen diesen Wirkungen soll ausser der schon hervorgehobenen Beeinflussung der Vasomotoren ebenfalls die direkte Anregung der Zellthätigkeit, der auf das Protoplasma geübte Reiz eine wesentliche Rolle spielen, und d'Arsonval selbst sowie seine nach der therapeutischen Seite hin arbeitenden Nachfolger sind geneigt, gerade in dieser direkten Einwirkung auf die Zellthätigkeit und der dadurch geübten allgemeinen Beeinflussung der Ernährung und der Stoffwechselvorgänge das so zu sagen specifische Element in der Wirkungsweise dieser hochgespannten Wechselströme und das wesentliche Substrat ihrer umfangreichen therapeutischen Verwerthbarkeit zu erblicken.

¹⁾ Action physiologique et thérapeutique des courants à haute fréquence. Archives d'électricité médicale 1897, S. 213.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, haben denn auch Apostoli, Oudin und andere die Indicationen für die therapeutische Verwendung der Arsonvalisation aufgestellt und in weitester Ausdehnung gezogen. Vor allen Apostoli hält die Methode für indicirt bei jener grossen Gruppe krankhafter Störungen, denen nach Bouchard verlangsamte Ernährung als gemeinsamer Factor zu Grunde liege (*maladies par ralentissement de la nutrition*), also bei Gicht und chronischen Rheumatismen, Diabetes mellitus, Fettleibigkeit, aber auch bei einer grossen Anzahl angeblich auf „Arthritismus“ zurückzuführender nervöser Krankheitszustände, arthritischer Neuralgien und Neurasthenieen. Apostoli verfügt bereits seit Jahren über ein sehr umfangreiches Beobachtungsaterial nach dieser Seite hin — nach einer seiner letzten Mittheilungen bei nicht weniger als 913 Kranken! —, und es sollen sich hervorragende Resultate bei den genannten Krankheitszuständen herausgestellt haben, auf die ich im Einzelnen um so weniger eingehen möchte, als gerade diesem Apostel der Arsonvalisation gegenüber nach früheren Erfahrungen eine gewisse Zurückhaltung wohl am Platze zu sein scheint! Uebrigens hat sich d'Arsonval selbst hinsichtlich der therapeutisch-klinischen Anwendung der hochgespannten Wechselströme vorsichtig zurückgehalten und sich, wie er sich ausdrückt, auf seine „Rolle als Physiologe“ beschränkt; immerhin hat er jedoch an einzelnen therapeutischen Versuchen wenigstens einen controllirenden Antheil genommen. Zwei dieser von ihm speziell mitgetheilten Versuche betrafen Diabetiker; hier wurde nach einer Reihe täglicher, je zehn Minuten langer Sitzungen in dem grossen Solenoid eine mehr oder weniger erhebliche Besserung des Allgemeinbefindens, Abnahme des Zuckergehalts, vermehrte Toxicität des Harns u. s. w. beobachtet. In dem zweiten Falle war das Resultat günstiger, wenn die Dauer der Einzelsitzungen von 10 auf 3 Minuten verkürzt wurde. In einem dritten Falle, bei einem 36jährigen Manne mit hochgradiger Obesitas (130 Kilo) und Herzarhythmie musste das Verfahren wegen eintretender dyspnoischer Zustände nach einiger Zeit eingestellt werden. — Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die von Apostoli für die Mehrzahl der Fälle angegebenen Anzeichen von Besserung im wesentlichen dieselben sind, wie man sie auch nach anderen Methoden allgemeiner Elektrizitätsanwendung, bei der allgemeinen faradischen und galvanischen Massage, beim Gebrauche hydroelektrischer Bäder, „elektrostatischer Luftbäder“ u. s. w. ziemlich häufig beobachtet.

Während für die allgemeine Arsonvalisation der entscheidende Werth darauf gelegt wird, dass die hochgespannten Wechselströme gerade in die Tiefe des Körpers eindringen und hier ihre specifische, direkt vom Zellprotoplasma ausgehende, activirende Wirkung entfalten sollen, sind dagegen auch die bei der lokalisirten Anwendung dieser Ströme erhaltenen Wirkungen namentlich durch Oudin zum Gegenstande therapeutischer Beobachtung in ebenfalls ziemlich weitem Umfange gemacht worden. Oudin hat — wie u. a. aus seiner von Türkheim ins Deutsche übertragenen, zusammenfassenden Darstellung dieses Gegenstandes hervorgeht¹⁾ — eine grosse Anzahl von Haut- und oberflächlichen Schleimhautaffectionen mit sehr günstigem Erfolge behandelt, wobei er sich des von ihm angegebenen zweiten, veränderlich langen Solenoids („Resonator“) bediente, das durch einen hakenförmig endigenden kurzen Metallfaden mit dem ersten Solenoid (Transformator) in Verbindung gebracht wird. Bei der Behandlung mannichfacher Haut- und Schleimhauterkrankungen soll vor allem die Beseitigung von Schmerz und Jucken durch die analgesirende Wirkung der Ströme, sodann deren trophoneurotische und antiparasitäre (bactericide) Wirkung eine Hauptrolle spielen. Als mit sehr günstigen Ergebnissen behandelte Dermatosen hebt Oudin besonders hervor: Psoriasis und Ekzem, dann auch Lichen acutus generalisatus mit heftigem Pruritus und andere Pruritusfälle, Impetigo, Herpes Zoster, Furunkulose, Acne, Acne rosacea, Molluscum contagiosum und die verschiedenen Formen örtlicher Tuberkulose; endlich wurden auch adenoide Wucherungen in Nase und Rachen, sowie blennorrhische Cervixkatarrhe in zahlreichen Fällen erfolgreich behandelt. Ich enthalte mich einer, wohl von specialistischer Seite zu erwartenden Kritik dieser

¹⁾ Ueber die Wirkungsweise des Wechselstromes und der hochgespannten Ströme bei den Erkrankungen der Haut und der Schleimhäute, von Dr. Oudin, Paris. Monatshefte für praktische Dermatologie Band XXVI, Nr. 4, Februar 1898, S. 169—194.

immerhin interessanten Heilerfolge und möchte nur darauf aufmerksam machen, dass zum Theil ähnliche Ergebnisse bereits früher seitens einzelner Elektrotherapeuten mit den verhältnissmässig leichter und einfacher zu handhabenden Methoden der Franklinisation bei Hautkrankheiten gewonnen wurden; so von Doumer bei Ekzem, Acne, atonischen Geschwüren, von Chatzky bei Psoriasis, von Ábranitschef bei chronischer Urticaria. Oudin selbst fasst seine mehrjährigen Erfahrungen in folgenden Schlussätzen zusammen: „Die hochgespannten Ströme können mit Erfolg bei Erkrankungen der Haut und der Schleimhäute verwandt werden, indem man sie, wie ich angegeben habe, auf den Locus morbi unmittelbar einwirken lässt. Sie sind von mächtigem Einfluss auf die Nervenendigungen, was durch die Beseitigung des Juckens, durch die rasche Heilung von Trophoneurosen und Herpes Zoster bewiesen wird. Sie äussern ferner eine gifttödtende Wirkung, was sowohl aus den Laboratoriumsversuchen, wie auch der klinischen Erfahrung hervorgeht, indem die krankhaften Symptome des Arthritismus rasch wegschmelzen. Auch eine keimtödtende Kraft lässt sich ihnen nicht absprechen, wenigstens halte ich meine Heilungen des Lupus, des Molluscum contagiosum, sowie des blennorrhischen Katarrhs des Collum uteri als beweisend dafür. Sie bilden schliesslich eine neue Form der Umsetzung von Elektrizität in Licht und dürfen einen ebenbürtigen Platz neben den anderen physikalischen Heilmethoden beanspruchen.“

M. H.! Ich bin mit dem, was ich Ihnen heute vorzuführen beabsichtigte, im wesentlichen zu Ende und möchte nur noch ein paar abschliessende Bemerkungen über die in Frage kommende Verwendung dieser neuen therapeutischen Methode daran knüpfen. Das dafür aufgebaute Armamentarium erscheint auf den ersten Blick vielleicht abschreckender und unheimlicher, das ganze Verfahren schwieriger und complicirter, als es bei allmäliger Gewöhnung daran sich in Wirklichkeit herausstellt. Natürlich muss man erst einige Vertrautheit mit der Methode und ihrer Technik gewinnen; das gilt ja aber in ziemlich gleicher Weise von jeder Methode elektrischer Behandlung und schliesslich von jeder Art physikalischer Behandlung überhaupt. Wer sich mit der Technik der Röntgenuntersuchungen oder mit der allernmodernsten Technik der Lichttherapie vertraut gemacht hat, der wird auch in der Technik der „Arsonvalisation“ keinen besonderen Schwierigkeiten und sogar kaum etwas wesentlich neuem begegnen. Das ist ja nun freilich nur bei einem sehr geringen Bruchtheil von Spezialisten der Fall. Auf zwei Einwände gegen die neue Methode muss man wohl hauptsächlich gefasst sein; sie betreffen die aus der Hochspannung sich vermeintlich ergebende Gefährlichkeit des Verfahrens und die Kostspieligkeit des dafür erforderlichen Armamentariums. Der erste Einwand entbehrt entschieden jeder thatsächlichen Begründung. Irgendwelche Gefahr bei Handhabung dieser hochgespannten Ströme ist für den damit operirenden Arzt in keiner Weise vorhanden. Die Person des Operateurs bleibt bei Anwendung der geeigneten Elektrodenhandgriffe (wie sie in ähnlicher Weise auch für Zwecke der Franklinisation Benutzung finden) völlig isolirt. Selbstverständlich ist es erforderlich, die direkte Berührung der von der secundären Spirale des Funkeninductors zum Transformator übergeleiteten Hochspannung zu vermeiden, was durch Anbringung der betreffenden Verbindungen seitlich vom Apparate ermöglicht wird. Von dem grossen Solenoid sind erhebliche Entladungen selbst bei direkter Berührung der Windungen nicht zu befürchten. Die zur Einstellung des grossen Solenoids erforderlichen Manipulationen müssen natürlich, ebenso wie die Anordnung der übrigen Leitungen, vor Inbetriebsetzung des Apparates vorgenommen werden, wie man das auch bei allen sonstigen elektrotherapeutischen Prozeduren von jeher gewohnt ist, und es wird sich diese Angewöhnung hier um so leichter vollziehen, als ja die Schaltungen im grossen und ganzen den bei unseren bisherigen Inductionsvorrichtungen gebräuchlichen und herkömmlichen entsprechen. Etwas neues in dieser Hinsicht bietet höchstens der schleifende Contact des kleinen Solenoids (Transformators), der aber selten benutzt zu werden braucht, und die regulirbare Funkenstrecke. — Der Einwand der Kostspieligkeit erscheint eher in gewissem Maasse berechtigt. Er ist es aber nur dann, wenn die sämmtlichen Apparatentheile lediglich für Zwecke der Arsonvalisation angeschafft werden und nur bei dieser zur Verwendung gelangen. Der kostspieligste Theil des Armamentars,

der Ruhmkorff'sche Funkeninductor mit der dazu gehörigen Stromquelle und mit dem vorgeführten neuen Quecksilberunterbrecher kann in gleicher Weise für Röntgenuntersuchungen angewendet werden und kommt ja in der That für diese schon jetzt vorzugsweise zur Benutzung. Die übrigen Apparatentheile sind wenig kostspielig, sie können übrigens auch der Mehrzahl nach (Rheostat, Stromwender, Stromschalter, Ampèremeter) für anderweitige elektrotherapeutische Prozeduren nutzbar gemacht, und es kann dem Apparatschrank somit durch einige kleine Veränderungen der Charakter eines „elektrotherapeutischen Universalapparates“ im Bedarfsfalle verliehen werden.

Die Hauptsache bleibt freilich, ob die neue Methode den angeregten therapeutischen Erwartungen entsprechen, ob sie die erweckten Hoffnungen wenigstens in gewissem Umfange verwirklichen wird. Um dies festzustellen, muss ohne Vorurtheil pro und contra mit nüchtern sachlicher Kritik an die Arbeit gegangen werden, die überdies der gegebenen Darstellung zufolge ein Zusammenwirken vielfacher Kräfte auf verschiedenen Spezialgebieten erheischt. Zu einer solchen gemeinsamen Durcharbeitung dieses Gebietes nach der therapeutisch-klinischen Seite hin anzuregen, war ganz besonders der Zweck meines Vortrages; denn auch jetzt gilt für diese neue Methode noch ziemlich unverändert das Wort, das ihr Urheber d'Arsonval vor drei Jahren in vorsichtig warnender Weise sprach: „si cette voie nouvelle ouverte à la thérapeutique est pleine de promesses, je dois prévenir les médecins que tout est à faire au point de vue clinique.“