

Pathologie, Therapie und Prophylaxe der elektrischen Unfälle.¹⁾

Von Dr. S. Jellinek, Assistent des k. k. Krankenhauses
Wien in Wien.

Die Elektrizität, welche schon Goethe mit Seherblick als „Weltseele“ bezeichnete, beherrscht heute in der Tat fast alle Gebiete menschlichen Schaffens, und doch stehen wir erst am Beginne einer neuen elektrotechnischen Epoche. Die Bedeutung derselben tritt für jedermann zweifellos zutage, wer sich des elektrischen Telegraphen und Telephons bedient, wer durch Benutzung von elektrischen Glühlampen Wohn- und Arbeitsräume erleuchtet, wer durch elektrische Kraftübertragung die industriellen und gewerblichen Betriebe zu ungeahnter Ausgestaltung emporsteigen, wer Bergbau, Hüttenwesen, Stahlfabrikation, Maschinen- und Brückenbau etc. eine außerordent-

liche Vervollkommnung erreichen sah; auch die Errungenschaften der Chemie, die Herstellung eines neuen Düngungsmittels für den Ackerboden aus dem unendlichen Luftmeere der Erde und die Belebung nicht nur der technischen, sondern der naturwissenschaftlichen Gebiete überhaupt sind als direkter Einfluß der Elektrotechnik anzusprechen. Die Größe dieser Aufgaben vermag kaum besser gekennzeichnet zu werden als durch die Worte, welche der diesjährige Rektor der Wiener technischen Hochschule, Prof. C. Hochenegg, anlässlich seiner Inaugurationsrede („Ueber den Einfluß der Elektrotechnik“) ausgesprochen:

„Läßt uns der Rückblick auf die so staunenerregende Entwicklung der Elektrotechnik den Strom der Zeit nicht erkennen? Lehrt er uns nicht, daß die Entwicklung der Technik immer weiter ins Grenzenlose ausgedehnt werden wird und daß das Gebiet technisch-wirtschaftlicher Entfaltung ein unermeßliches, dem internationalen Wettbewerbe eröffnetes, jedem einzelnen zugängliches Reich der Schätze und Wohlfahrt, die unversiegbare Quelle künftigen Volkswohles ist?“

Die Elektrotechnik, die sich täglich über weitere und heterogene Gebiete ausbreitet, hat auch das Forschungsgebiet der modernen Medizin berührt und erweitert; neue Fragen sind aufgetaucht, das Studium der pathologischen Wirkungsweise der elektrischen Starkströme auf Menschen und Tiere, und das Problem des Todes durch Elektrizität.

Wenngleich die Elektrizität prozentuell weitaus weniger Opfer fordert, als beispielsweise die Gastechnik — einer reichsdeutschen Statistik zufolge sollen im Januar 1904 durch das gewöhnliche Leuchtgas bedeutend mehr Menschen getötet und beschädigt worden sein, wie durch Elektrizität —, Dampftechnik und andere moderne Betriebsarten, so erfordern doch die elektrischen Unfälle eine außerordentliche ärztliche Beachtung, und zwar deshalb, weil sie sowohl in klinischer, als auch in pathologisch-anatomischer Hinsicht eine Sonderstellung einnehmen.

Aetiologie.

Verursacht werden die elektrischen Gesundheitsschädigungen durch Uebergang von Elektrizität auf den menschlichen Organismus. Sei nun die unfallverletzende Elektrizität technischer oder atmosphärischer (z. B. Blitz) Provenienz, so lassen weder der klinische Verlauf noch der anatomische Charakter der solcherart hervorgerufenen Verletzungen einen besonders auffälligen Unterschied erkennen; sieht man von den charakteristischen Blitzfiguren ab, so kann sogar von einer Identität der durch atmosphärische und technische Elektrizität verursachten Gesundheitsstörungen gesprochen werden. Diese Identität kann sogar bis auf das krankmachende Agens ausgedehnt werden, seitdem der Blitzstrahl als Wechselstrom von vielen Tausend Volt Spannung und ebenso großer Periodenzahl bezeichnet wird.

Im Interesse einer leichten Orientierung empfiehlt es sich trotzdem, die elektrischen Unfälle in zwei Hauptgruppen zu sondern: a) Unfälle durch technische Elektrizität; b) Unfälle durch atmosphärische Elektrizität.

Ad a) In Elektrizitätswerken oder in Arbeitsräumen mit elektrischem Betriebe ereignen sich die elektrischen Unfälle zumeist durch einpolige Berührung und zwar in der Weise, daß jemand mit der Hand oder einem anderen (zumeist) entblößten Körperteil einen stromführenden Gegenstand, z. B. ein blankes Kabel, eine Klemme, eine Lampenfassung etc. berührt; dadurch ist die Möglichkeit des Ueberganges von Elektrizität auf den menschlichen Körper gegeben. Dabei müssen aber zwei Fälle unterschieden werden: entweder ist der Berührende derart situiert (z. B. auf einem Glasschemel isoliert), daß der in den Körper eindringende Strom keinen Ausweg (zum zweiten Pol oder zur Erde) findet, oder es bietet sich dem Strom ein solcher Weg. Im ersteren Falle wird der berührende Körper nur von einem sogenannten „Ladestrom“ getroffen, der nicht nur ungefährlich, sondern auch unfühlerbar ist; da unsere Erde immer von einer gewissen elektrischen Ladung erfüllt ist, so befinden wir uns alle eigentlich immer in einem solchen Zustande. Im zweiten Falle, wenn also jemand einen Pol einer Stromquelle berührt und gleichzeitig in gut leitender Erdverbindung steht, wird sein Körper in den elektrischen Stromkreis

¹⁾ Vortrag mit Demonstrationen im Verein für Innere Medizin in Berlin, gehalten am 21. Januar 1907 (Vgl. No. 7).

eingeschaltet, was von einer mehr oder weniger großen Gefahr begleitet ist.

Dieser zweite Fall kommt für unsere Frage in Betracht. In praxi vollzieht sich der gefährliche Elektrizitätsübergang in zweifacher Weise: 1. entweder ein Mann steht auf gut leitendem Erdboden, auf einer Eisentraverse oder überhaupt einem guten Leiter und berührt mit seiner Hand einen stromführenden Gegenstand: der Strom bahnt sich seinen Weg durch die Hand, den Körper, die Füße des Mannes in die Erde; 2. ein Mann steht auf gut isoliertem Boden, z. B. Holzbrettern, Teppich etc. und berührt mit einer Hand einen stromführenden Gegenstand (z. B. eine Glühlampenfassung) und gleichzeitig mit der anderen Hand einen Gascluster, auf dem die Glühlampen aufmontiert sind: der in den Menschen eindringende Strom findet diesmal durch Gascluster, Gasrohr, Mauerwerk seinen Weg zum zweiten Pol oder zur Erde. Nicht nur die Hand, auch das Gesicht, die Schulter, das Gesäß und andere Körperteile vermögen, wie die Unfallpraxis lehrt, im besagten Falle der Elektrizität den Weg zu bahnen.

Auf die geschilderte zweifache Weise kommen die meisten elektrischen Unfälle zustande. Seltener sind jene Unfälle, die sich durch doppelpolige Berührung ereignen; die Beobachtungen der Unfallpraxis zeigen, daß die doppelpolige Berührung nicht viel gefährlicher als die einpolige, da es in Wirklichkeit eigentlich keine einpolige Berührung gibt. Die meisten Unfälle ereignen sich, wie die Erfahrung lehrt, durch sogenannten „Erdschluß“, d. h. Uebergang der Elektrizität in Erde; nun ist aber bei Anlagen unserer Stromnetze der zweite Pol so gut wie immer an Erde angeschlossen, d. h. es ist entweder ein (—) Kabel blank in Erde verlegt, oder aber es kommt durch die vielen Anschlüsse, Abzweigungen, Installationen etc. an mehr oder weniger Stellen unbeabsichtigterweise Erdschluß (d. h. es treten viele, feine Stromfäden aus der Kabelhülle aus) zustande. Wir können daher bei elektrischen Netzen größerer Ausdehnung immer annehmen, daß der zweite Pol an Erde gelegt und stromaufnahmefähig ist; so gilt z. B. der Boden von Wien oder Berlin mit Bezug auf die elektrische Oberleitung immer als zweiter Pol.

Bei der großen Mehrzahl der elektrischen Unfälle wird der Elektrizitätsübergang durch direkte Kontaktwirkung herbeigeführt, indem der berührende Körperteil mehr oder weniger innig den stromführenden Gegenstand berührt oder umfaßt. Demgegenüber gibt es Unfälle, die ohne Berührung, das ist auf Distanz nur durch sogenannte statische Entladungen, durch Funkenwirkung (z. B. in einem unserer Fälle durch einen Transformator mit 10 000 Voltspannung) sich ereignen. Diese ätiologische Unterscheidung ist oftmals für das Verständnis der Entstehung eines elektrischen Unfalles (z. B. manche Telephonunfälle) und die Beurteilung äußerer Verletzungen unerlässlich.

Ad b) Die durch atmosphärische Elektrizität, vorwiegend Blitzschlag, verursachten Gesundheitsschädigungen wären ihrer Aetiologie nach einzuteilen in 1. echte und 2. falsche.

Es wird nur jene Gesundheitsschädigung als Elektrizitätswirkung, bzw. als elektrischer Unfall zu qualifizieren sein, die durch Uebergang von Elektrizität auf den menschlichen Körper hervorgerufen wurde; bei Blitzschlägen gibt es viele Nebenwirkungen, die ihrerseits ebenfalls zu Verletzungen Anlaß geben, wie da sind Kompression und Dekompression der Luft, Explosionen etc., doch sind diese falschen Wirkungen sowohl aus wissenschaftlichen, als auch aus praktischen Gründen streng von den echten zu unterscheiden.

Als beste Illustration einer solchen falschen Blitzwirkung kann wohl ein im Lehrbuch der gerichtlichen Medizin von v. Hofmann-Kolisko mitgeteilter Fall angesehen werden, in welchem es sich um ein angeblich durch Blitzschlag getötetes Mädchen handelte. Die von v. Hofmann ausgeführte Obduktion ergab, daß der Tod des Mädchens durch einen langen Glassplitter verursacht worden war, der von einer durch Blitzschlag zertrümmerten Glasscheibe herrührte und dem fernstehenden Mädchen ins Herz eingedrungen war.

Doch auch bezüglich der echten Blitzwirkungen empfiehlt es sich vom ätiologischen Gesichtspunkte aus, zweierlei Arten zu unterscheiden: 1. direkte und 2. indirekte.

In den allermeisten Fällen ereignen sich die Unglücksfälle derart, daß die Menschen von den Entladungsformen der atmosphärischen Elektrizität (Blitz, vulkanische Elektrizität, Entladungsformen im Hochgebirge etc.) direkt getroffen werden; in vereinzelt Fällen kommt es vor, daß an elektrischen Apparaten (Telegraph, Telephon etc.) beschäftigte Menschen in unliebsamer Weise davon in Kenntnis gesetzt werden, daß sich in großer Ferne ein Gewitter abgespielt und daß die oft in weite Ferne reichenden Drähte ihnen in indirekter Weise die Berührung mit atmosphärischer Elektrizität vermittelt haben. Daß auch die indirekten Blitzwirkungen an Gefährlichkeit den direkten nicht sehr nachstehen, beweisen u. a. die Blitzschläge in den militärischen Fesselballon am Lechfelde bei München im Jahre 1902, beschrieben vom Generalstabsarzt Prof. Dr. Seydel, und der Blitzschlag in den militärischen Fesselballon im Sennefeldlager bei Berlin am 16. Juni 1904. Die Details dieses¹⁾ eigenartigen Unfalles sollen in einer späteren Publikation mitgeteilt werden; hier genüge die Erwähnung, daß die durch Telephondrähte mit dem Fesselballon verbundenen Soldaten in ähnlicher Weise wie bei einer direkten Wirkung zu Boden geworfen und geschädigt wurden.

Das Hauptinteresse in ätiologischer Beziehung, soweit die Entstehungsweise der elektrischen Unfälle in Betracht kommt, gebührt der Frage: Welcher Strom, resp. welche Spannung im technischen Betriebe ist gefährlich? So einfach auch die Frage lautet, so kompliziert ist die Antwort. Eine ganze Reihe von Umständen ist dafür verantwortlich, daß die Berührung einer gewissen Stromspannung in einem Falle ganz harmlos verläuft, ein andermal dagegen eine fatale, sogar tödliche Wirkung zur Folge hat. So sind Fälle bekannt, wo schon Spannungen von 100 Volt und noch weniger — in einem Falle sogar 65 Volt — als tödlich sich erwiesen; im Gegensatz dazu gab es z. B. in jüngster Zeit in Wien elektrische Unfälle, deren Opfer mit Hochspannungen von 5000 Volt in Berührung kamen, furchtbare äußere Verletzungen erlitten, trotzdem aber am Leben blieben und sich wieder erholten!

Diese der Unfallpraxis entlehnten Beispiele zeigen, daß die Bestimmung der Gefährlichkeitsgrenze einer Stromspannung auf große Schwierigkeiten stößt. Wenn im allgemeinen in technischen Kreisen die Gefährlichkeitsgrenze beiläufig mit 500 Volt für Gleichstrom und 300 Volt für Wechselstrom (Drehstrom) festgesetzt wurde, so müssen wir auf Grund von klinischen Beobachtungen zu bedeutend niedrigeren Werten greifen: die genannten Spannungsgrößen sind unbedingt zu den „gefährlichen“ zu zählen, und Spannungen von 100 Volt sind schon mit besonderer Vorsicht zu behandeln.

Es würde den Rahmen dieser Arbeit weit überschreiten, wenn hier alle einschlägigen Details zur Erörterung kämen; es sei nur auf eine Formel verwiesen, in welcher alle jene Faktoren zusammengetragen sind, von denen die pathologische Wirkung abhängt, welche an einem Lebewesen durch Elektrizitätsübergang hervorgerufen wird. Diese Wirkung, die sehr verschieden sein kann, wollen wir, um nicht zu präjudizieren, einfach als animalischen Effekt der Elektrizität bezeichnen.

Die Größe des animalischen Effektes ist, wie Tierversuche und Erfahrungen der Unfallpraxis lehren, im allgemeinen in folgender Weise von acht Faktoren abhängig:

$$e = \frac{V \cdot A \cdot t \cdot P (2P)}{\Omega} \cdot K_1 \cdot K_2$$

(d. i. e = Richtung, V = Volt, A = Amper, t = Zeit, P = Pol, Ω = Ohm, K_1 K_2 sind sogenannte 2 Konstanten.)

Die vier über dem Strich gelegenen Faktoren stellen die äußeren Unfallsbedingungen, die Stromverhältnisse dar, in den übrigen vier Größen sind die individuellen Bedingungen gegeben, von deren Wert der Ausgang eines Kontaktes resp. eines Unfalles abhängig ist.

Es ist ohne weiteres klar, daß Stromspannung (V), Stärke (Amper), die Dauer der Einwirkung und die Zahl der berührten

¹⁾ Das Preußische Kriegsministerium hatte die Güte, auf meine Bitte mir durch das Kommando des Luftschifferbataillons in Berlin eine eingehende Schilderung des Ereignisses in Form dreier Berichte behufs wissenschaftlicher Verwertung zur Verfügung zu stellen. Die Benutzung des außerordentlich wertvollen Materials bleibt einer späteren Publikation vorbehalten.

Pole (P), wie schon eingangs erwähnt wurde, von prinzipieller Bedeutung sind. An dieser Stelle sei mir bezüglich der Amperzahl die Bemerkung gestattet, daß der besonders von technischer Seite sehr oft besprochene Standpunkt, ob schon 0,1 Amper (die in den Körper eindringen) als unbedingt lebensgefährlich zu bezeichnen sind, vom pathologischen Standpunkt von geringerer Bedeutung ist: ganz abgesehen von den komplizierten animalischen Verhältnissen, die bei einer solchen Strompassage zu berücksichtigen sind, vermögen wir auch vom rein physikalischen, bzw. technischen Standpunkte bisher wenigstens durch keinerlei Messungen darüber Aufklärung zu geben, wieviel von dieser den Menschen treffenden Stromstärke tatsächlich auch in das Körperinnere eindringt und wieviel nur oberflächlich seinen Weg nimmt.

Wir sind damit bei der zweiten Gruppe der Faktoren, bei den individuellen Bedingungen angelangt; es ist dies der Faktor ρ , der die Stromrichtung, besser die Stromausbreitung, bedeutet. Die Stromrichtung betrifft nicht nur das Körperinnere, sondern auch die Körperoberfläche; der Strom nimmt bei seiner Passage, je nach den individuellen Leitungsbedingungen, über und durch den menschlichen Körper seine Ausbreitung; und von der Stromrichtung ist auch die Lokalisation der Stromdichte abhängig; lebenswichtige Organe werden demnach bald in den Bereich der größten, bald der kleinsten Stromdichte zu liegen kommen. Beide Arten der Stromrichtung sind durch Messungen festgestellt.

Von den individuellen Momenten verdient sowohl vom theoretischen wie praktischen Standpunkte die größte Beachtung das Ω , das ist der Widerstand. Von dem Schutzwiderstand, mit dem jedes Individuum mehr oder weniger ausgestattet ist, hängt es in erster Linie ab, ob eine Stromberührung von bösen Folgen begleitet ist, oder nicht. Diesen Widerstand bietet die menschliche Haut, die an verschiedenen Körperstellen ungleichwertig ist; so beträgt z. B. der Widerstand der trockenen, schwieligen Sohlenhaut mehrere 100 000 Ohm (pro Quadratcentimeter Oberfläche), die schwielige, harte Haut einer Arbeiterhand ist mitunter durch noch höhere Werte, z. B. 1 000 000 Ohm und darüber, ausgezeichnet, während die Haut des Handrückens, des Gesichtes etc. oft nur 20 000 Ohm, 10 000 und auch weniger bei den Messungen zu erkennen gibt; der Widerstand der Schleimhäute sinkt vollends auf die Ziffer von einigen 100 Ohm. Die Haut der Frauen und besonders der Kinder ist durch noch geringere Werte ausgezeichnet.

Vom Standpunkte der Unfallpraxis bleibt zu berücksichtigen, daß der natürliche Schutzwiderstand eines Menschen noch einen Bundesgenossen im Widerstande des Erdbodens findet, der zumeist als Stromaustrittsstelle dient; von den Verhältnissen des Bodenwiderstandes ist es oft abhängig, ob die Berührung einer sonst gefährlichen Stromspannung harmlos sich gestaltet. Dort aber, wo die Bodenverhältnisse durch ein günstiges Leitungsvermögen ausgezeichnet sind, muß die Berührung jeder technischen Stromspannung als unbedingt gefährlich erklärt werden. Von diesem Gesichtspunkte aus empfiehlt es sich in praxi zwischenstromsicheren und stromgefährlichen Betrieben zu unterscheiden; die letzteren werden von den Elektrotechnikern als „erdschlußgefährlich“ bezeichnet und es waren hierher alle Räume mit feuchten Fußböden zu zählen, wie da sind Kellerräume, Waschküchen, Badezimmer, der Hausflur etc. Doch auch in höheren Geschossen gelegene Räume, die mit Steinfliesen oder ähnlichem Material ausgestattet, können Erdschluß vermitteln, wenn Eisentraversen als Tragstützen etc. verwendet wurden, was bei den modernen Bauten aus Beton und Eisen keine Seltenheit ist.

Von den beiden Konstanten obiger Formel besagt K_1 , daß der jeweilige Zustand eines Menschen (Status somaticus) für den Verlauf eines Unfalles von Belang ist; so verlief einmal die Berührung mit lebensgefährlicher Hochspannung für schlafende Monteure im großen und ganzen unschädlich; außer lokalen Brandwunden erlitten die erwähnten Dynamowärter keinerlei Schaden. In Analogie zu dieser von Aspinall mitgeteilten Beobachtung wäre unser Narkoseversuch zu stellen, der uns lehrt, daß ein sonst tödlich wirkender Starkstrom (z. B. 1500 Volt Spannung) für tief chloroformierte Kaninchen nicht nur ungefährlich sei, sondern es werden die infolge der Narkose moribunden Tiere sogar momentan wieder wach. Wir vermögen uns auch selbst durch einen Versuch davon zu überzeugen, daß die Wirkung einer bestimmten Stromspannung eine ganz andere ist, je nachdem wir absichtlich oder unabsichtlich, das ist überraschterweise Strom bekommen; es ist oft der plötzliche, unerwartete Einbruch in die Psyche, der allein eine gefährliche Stromwirkung nach sich ziehen kann.

Die zweite Konstante K_2 ist auf Grund von Tierexperimenten gewonnen und zeigt uns, daß die verschiedenen Tierarten — unsere Versuche erstrecken sich auf Frösche, Schildkröten, Mäuse, Meeresschweinchen, Kaninchen, Hunde, Pferde und in jüngster Zeit auch auf Tauben und Fische — sich dem elektrischen Trauma gegenüber recht ungleich verhalten: eine Maus, ein Pferd oder eine Taube wird

durch elektrischen Strom sogleich getötet, dagegen scheinen Frösche und Schildkröten gegen Elektrizität immun zu sein.

Wenn wir zur gestellten Hauptfrage, der Gefährlichkeitsgrenze einer Stromspannung zurückkehren, so wird es auf Grund obiger Auseinandersetzungen ohne weiteres klar, daß die Beantwortung keine einfache ist und daß diese Grenze für jeden einzelnen Unfall eine außerordentlich schwankende Ziffer ist.

Symptomatologie.

Die Symptomatologie der elektrischen Unfälle ist eine ebenso umfangreiche wie abwechslungsreiche, da nahezu alle Organsysteme daran teilnehmen. Der besseren Orientierung wegen empfiehlt es sich, die Symptomatologie in zwei Gruppen zu bringen, und zwar: a) Lokalsymptome, b) Allgemeinsymptome.

Ad a): In den allermeisten Fällen ist jene Stelle der allgemeinen Decke gekennzeichnet, an welcher die schädliche Einwirkung platzgegriffen hat; es ist dies die Stromeintritts- und zumeist auch die Stromaustrittsstelle, die mit entsprechenden Marken versehen sind. Diese äußeren, resp. lokalen Veränderungen (Lokalsymptome) haben mitunter einen ganz eigenartigen, spezifischen Charakter, der für Blitzschlag (z. B. Blitzfiguren) oder elektrische Starkstromwirkung als pathognomonisch angesprochen werden darf. Näheres hierüber im folgenden Abschnitte über Pathologische Anatomie. Die Lokalsymptome treten fast immer als Frühsymptome sofort nach, bzw. während des Unfalles auf, es gehören hierher: 1. Brandwunden und brandwundenartige Zerstörungen der Haut. 2. Haarversengungen. 3. Mechanische Gewebstrennungen in Form von Durchlöcherung und Zerreißung der Gewebe. 4. Oberflächliche Nekrosen. 5. Imprägnierung der oberflächlichen Gewebsschichten mit Metalloxyden. 6. Blutaustritte. 7. Oedeme. 8. Erytheme und Blitzfiguren. 9. Pigmentbildung. Manche der geschilderten Veränderungen, z. B. Erytheme, Blitzfiguren und Oedeme, können bald nach dem Trauma wieder verschwinden, andere bleiben längere Zeit bestehen und nehmen mitunter im weiteren klinischen Verlaufe größere Dimensionen in bezug auf Flächen- und Tiefenausdehnung an. Auf diese Weise heilen oftmals ursprünglich schmale, lineare Verletzungen unter Bildung von breiten, flächenhaften Narben, eine Tatsache, die besonders forensisch von Belang ist.

Die Lokalsymptome treten, wie schon erwähnt, sofort nach dem Trauma auf; als besondere Seltenheit verdient ein Lokalsymptom hervorgehoben zu werden, welches erst 16 Tage nach dem Unfälle in Erscheinung trat: es handelte sich um eine Hautveränderung der dritten und vierten Fingerbeere der rechten Hand eines Monteurs, der mit beiden Händen in einen Stromkreis geriet; an der linken Hand waren die Läsionen sofort aufgetreten, rechterseits erst am 16. Tage als sogenanntes Spätsymptom. Diese lokale Spätform wäre bezüglich ihres zeitlichen Auftretens dem Röntgenulcus an die Seite zu stellen.

ad b): In der Gruppe der Allgemeinsymptome sind die Erscheinungen seitens des Muskelnervensystems die dominierenden, doch werden dieselben in den meisten Fällen durch Erscheinungen auch anderer Organsysteme kompliziert, so z. B. des Zirkulationsapparates, des Magendarmtraktes, des Urogenitalsystems etc. Die Allgemeinsymptome bieten nicht nur allgemein medizinisches Interesse, sondern nehmen auch die Aufmerksamkeit des Spezialisten in Anspruch. Die Strombedingungen einerseits und die individuellen Verhältnisse andererseits bringen es mit sich, daß die Symptomatologie eines elektrischen Unfalles eine sehr wechselvolle ist und daß selten ein Fall dem anderen gleicht.

Faßt man den klinischen Verlauf einer solchen, durch Elektrizität verursachten Erkrankung ins Auge, so erscheint es zweckmäßig, in der Gruppe der Allgemeinsymptome zu unterscheiden zwischen 1. Frühsymptomen und 2. Spätsymptomen.

ad 1. Zu den Frühsymptomen zählen die sofort nach einem elektrischen Unfall vorhandenen Gesundheitsstörungen, zu denen auch die in den nächsten Stunden und Tagen hervortretenden Störungen (z. B. Albuminurie, Icterus etc.) gehören.

Am meisten handelt es sich um Störungen seitens des Bewußtseins und des Zentralnervensystems überhaupt,

Lähmungen oder krampfartige Zustände der motorischen Sphäre, Beeinträchtigung der Atmungs- und Herztätigkeit; dazu gesellen sich in manchen Fällen Affektionen der Darmtätigkeit (Meteorismus, Obstipation etc.), der Nieren und Leber (Albuminurie und Icterus), ferner Störungen des Urogenitalapparates, z. B. Incontinentia und Retentio urinae (spinal?), Spermaejakulation, Absterben der Leibesfrucht¹⁾, Blutungen aus dem Genitale etc. Ferner Erscheinungen seitens des Gefäßsystems in Form von Arteriarigor, Krämpfen der feinsten Gefäße, von akuten Oedemen etc. und der Gelenke (akute Ergüsse); endlich wären hier noch zu erwähnen Symptome seitens des Auges (Blendungserscheinungen, Conjunctivitis, Keratitis, Iritis etc.), des Ohres (Trommelfellläsionen, Taubheit, Blutungen), der Nase (Epistaxis); besonders schwere Fälle pflegen hier und da von kurzen Fieberbewegungen (zwischen 38° und 39°) begleitet zu sein.

Die allermeisten elektrischen Unfälle gehen mit Bewußtseinstörungen einher; es sind dies entweder leichte Ohnmachtsanfälle, Absencen, oder auch tiefe, lange andauernde komatöse Zustände. Ist die Störung des Bewußtseins vorüber, was manchmal auch nur Sekunden dauert, so ist damit manchmal auch der ganze Unfall erledigt, wenn wir von den unbedeutenden Lokalsymptomen (Hautläsionen etc.) absehen wollen. Manche Fälle bieten die Erscheinungen von Gehirnerschütterung resp. Gehirndruck: Zusammenstürzen, Bewußtlosigkeit, Erbrechen und Pulsverlangsamung; die Bewußtlosigkeit kann Stunden und Tage andauern. Bei den Patienten, die schwere Bewußtseinstörungen erlitten haben, pflegt manchmal vollkommene Amnesie für den Vorfall sich geltend zu machen: sie vermögen sich gar nicht zu erinnern oder machen unrichtige Angaben in zeitlicher und örtlicher Beziehung. Es gibt aber auch elektrische Unfälle, die trotz ihres Ernstes ohne Bewußtseinstörung verlaufen. Einer der jüngst von uns beobachteten Unfallverletzten traf sogar Anordnungen zu seiner Befreiung, währenddem seine Hände und sein übriger Körper infolge der Strompassage von Krämpfen befallen waren.

Die Tatsache endlich, daß es sicher beobachtete tödliche Unfälle gibt, in denen zwischen Trauma und Tod sekunden- bis minutenlange Intervalle ohne Bewußtseinstörung vorhanden waren, ist nicht nur in theoretischer, sondern auch in praktischer Hinsicht, insofern klinische und besonders forensische Fragen auftauchen, von besonderem Interesse.

Zu den gewöhnlichen Frühsymptomen gehören meistens die Erscheinungen seitens der motorischen Sphäre. Diese Erscheinungen hängen von den äußeren Bedingungen und zwar von der Art des Kontaktes ab, unter welchen sich ein Unfall ereignet. Die Opfer brechen entweder mit kompletter Muskeler schlaffung zusammen, oder sie werden fortgeschleudert mit krampfartigen oder lähmungsartigen Erscheinungen, oder sie werden schließlich im tonischen Krampfstadium an der Unglücksstätte festgehalten. Nach der Befreiung aus dem Stromkreise lassen die Verletzten in den allermeisten Fällen eher lähmungsartige Zustände erkennen, die bald in Besserung übergehen; in seltenen Fällen werden die Patienten durch längere Zeit in tonisch-klonischen Krämpfen geworfen; sie bieten das Bild eines epileptischen Anfalles, in dem auch Incontinentia urinae et alvi und Zungenbiß nicht fehlen. Mit diesen Erscheinungen seitens der motorischen Sphäre sind oftmals Störungen der Sensibilität vergesellschaftet.

Die Störungen der Atmungsorgane und des Herzens bestehen in unregelmäßiger Tätigkeit bis Stillstand; diese Symptome gehören zu den gefährlichsten.

Die anderen, bereits erwähnten Frühsymptome wie Meteorismus, Albuminurie, Iritis etc., sind in zweite Reihe zu stellen, soweit Bedrohung des Lebens in Frage kommt.

ad 2. Bevor die Spätsymptome, die unseren Eigenbeobachtungen entstammen, geschildert werden, muß eine Be-

¹⁾ Professor Torggler in Klagenfurt hat jüngst das Absterben einer Leibesfrucht (IX. Lunarmonat) bei einer von Blitzschlag getroffenen Frau zu beobachten Gelegenheit gehabt. Die Frau wurde in der Bauchgegend vom Blitz getroffen; die Frucht starb sofort ab und wurde nach 26 Tagen in mazeriertem Zustande spontan geboren; das Puerperium verlief normal. Der sehr interessante Fall wird von Prof. Dr. Torggler in extenso publiziert werden.

merkung vorausgeschickt werden, daß in diese Kategorie nur jene Erscheinungen zu zählen wären, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit als echte, spezifische Elektrizitätswirkung anzusehen sind. Von diesem Gesichtspunkte aus wären jene Krankheitsformen auszuschließen, die in das Gebiet der traumatischen Neurosen gehören. Daß eine solche Einteilung auf große Schwierigkeiten stößt, ist ohne weiteres klar; ganz abgesehen davon, daß oftmals bei den traumatischen Neurosen die Unterscheidung von organisch bedingten und funktionellen Störungen durchaus unmöglich ist, haben wir es bei den elektrischen Unfällen vielfach mit bisher ungekannten und ganz neuen Krankheitsbildern zu tun. Ob wir es bei diesen Spätsymptomen, die vorwiegend das zentrale und periphere Nervensystem betreffen, mit ähnlichen, spezifisch elektrischen Veränderungen zu tun haben, wie es zuweilen die lokalen Hautläsionen erkennen lassen, bleibt der weiteren Forschung vorbehalten.

Seit dem Erscheinen meiner Elektropathologie¹⁾ im Jahre 1903, die meinen heutigen Ausführungen als Wegweiser dient und in welcher ich über Eigenbeobachtungen von 55 Fällen durch Blitzschlag und 20 elektrischen Unfällen berichtete, fand ich Gelegenheit, meine Beobachtungen auf weitere 20 durch Blitzschlag und 37 durch elektrischen Starkstrom verunglückte Personen auszudehnen. Von den ersteren verliefen 5, von den letzteren 7 tödlich.

Bei annähernd einem Drittel der Ueberlebenden hatten sich im Laufe von Monaten oder Jahren Spätsymptome entwickelt. Es wären da im allgemeinen zu erwähnen: leichte vorübergehende Sinnesverwirrung mit Verfolgungswahnideen, Lähmungserscheinungen mit Sensibilitätsstörungen und komplette Entartungsreaktion, trophoneurotische Erscheinungen, chronisch atrophisierender, ankylosierender Gelenksprozeß symmetrisch an beiden Handgelenken, Symptome einer Embolia cerebri, Krankheitserscheinungen, wie sie bei der progressiven Paralyse vorkommen (Silbenstolpern, grobe Rechenfehler, Pupillenstarre, allgemeine Schwäche etc.), epileptiforme Anfälle; Störungen der Herztätigkeit (Decompensatio, Angina pectoris) hatten wir unter den Spätformen zu beobachten auch Gelegenheit. Aus der Reihe unserer Fälle, über die in einer späteren Publikation ausführlich berichtet werden soll, wollen wir einige hervorheben und die hierher gehörigen Spätsymptome kurz skizzieren.

Fall 1. Im Jahre 1903 und zwar am 2. März wurde bei uns im Wiedener Krankenhaus eine 33jährige Patientin, Anna Sch., wegen Schwäche in den Beinen und Kopfschmerzen aufgenommen. Die Kranke wurde im Jahre 1900 vom Blitz getroffen, wurde bewußtlos und ist seit damals krank gewesen. Sie litt an heftigen reißenden Schmerzen, die mit Unterbrechungen immer wiederkehrten und vorwiegend in der Scheitelgegend und im Nacken sitzen sollen. Die sonstige Anamnese ergab keinen nennenswerten Befund. Lues wurde von der Patientin und den Angehörigen in Abrede gestellt. Während der Spitalsbehandlung verschlimmerte sich der Zustand der Patientin zusehends; die Patientin kam körperlich und geistig immer mehr herunter, es entwickelten sich deutliche Zeichen von Taboparalyse (Romberg, Westphal, Argyll Robertson etc.); da schließlich auch Wahnideen mit Exzitationszuständen auftraten, wurde die Patientin am 6. Mai 1903 auf die Psychiatrische Klinik des Herrn Hofrat Prof. Dr. Wagner von Jauregg transferiert, wo die Diagnose der Taboparalyse bestätigt wurde.

Als Eigentümlichkeit dieser Patientin muß noch erwähnt werden, daß ihre Zunge und die Lippen ständig eine hochgradige Cyanose erkennen ließen, für die weder seitens des Zirkulations- noch des Respirationsapparates eine Ursache zu eruieren war.

Fall 2. Der Monteur Josef B., 30 Jahre, erlitt am 16. März 1904 in Wien einen elektrischen Unfall beim Hantieren mit einer Probierlampe; 440 Volt Spannung. Erst einige Minuten nach dem Unfälle wurde er für kurze Zeit bewußtlos, erbrach und wurde in verletztem Zustande zu uns ins Wiedener Krankenhaus gebracht. Der kräftig gebaute und gut genährte Mann macht den Eindruck eines Schwerkranken; er klagt über Kopfschmerzen, Brennen im ganzen Körper, Brechreiz und Kältegefühl in den Beinen. 52 Pulse, 24 Respirationen. Kein Fieber. Nach drei Wochen hatte sich der Patient jedoch so weit erholt, daß er auf Wunsch entlassen werden konnte. Es wollte wieder seiner Beschäftigung nachgehen, doch erwies sich dies als unmöglich. Er litt an allgemeiner Schwäche, leichter Ermüdbarkeit und viel an

¹⁾ Elektropathologie, Die Erkrankungen durch Blitzschlag und elektrischen Starkstrom in klinischer und forensischer Darstellung. Stuttgart 1903.

Kopfschmerzen; der Schlaf war gestört. Trotzdem der Appetit ein leidlich guter war, kam der Mann immer mehr herunter. Er ist im Besitze einer Vollrente. Der Verfall des Patienten ist ein¹⁾ fortschreitender; er ist stark abgemagert, von depressiv melancholischer Stimmung, vermag sich nur mit Hilfe eines Stockes mühsam fortzubewegen. Seit dem Frühjahr 1906 zeigen die beiderseitigen Handgelenke immer mehr fortschreitende Deformitäten, wodurch auch die Beweglichkeit gelitten hat. Die von Dr. Kienboeck durchgeführte Röntgenaufnahme gibt symmetrische Veränderungen, z. B. Atrophie und leichte Formveränderungen der Knochen, speziell auch von Radius und Ulna etc., der Knochen- und Gelenkbänder zu erkennen. Außerdem bestehen größere Intellektstörungen, Trübungen des Erinnerungsvermögens, das Manipulieren mit den einfachsten Zahlen verursacht dem Patienten (Elektromonteur!) großes Unbehagen und wickelt sich sehr fehlerhaft ab, z. B. 12 und 14 ist 28, 3 mal 12 ist 24 etc., dabei hässliche Sprache mit Silbenstolpern, z. B. „Batillerietrigade“ etc. Pupillen gleichweit, träge reagierend; Patellarreflexe gesteigert.

Die Anamnese ergab keinen Anhaltspunkt für irgend eine andere Krankheitsursache (z. B. Heredität, Lues, Alkohol, Bleiarbeiten etc.).

Der Befund bei diesem Patienten (und noch bei einem anderen, namens H., der am 19. November 1903 in unsere Behandlung kam) zeigt Symptome, die eine Ähnlichkeit mit progressiver Paralyse haben.

Fall 3. Monteur Wilhelm H., 31 Jahr, kam am 26. Mai 1906 mit einer Hochspannung von 5000 Volt in Berührung. Er wurde zwar nicht bewußtlos, erlitt jedoch schwere Verletzungen der linken oberen Extremität. In diesem Zustande wurde er in unser Krankenhaus am 26. Mai eingeliefert. Der linke Vorderarm war hochgradig ödematös geschwollen, in der Achselhöhle ausgedehnte, tiefgreifende (mit Sonde 2 cm tief) Substanzverluste, die ganze Extremität unbeweglich; Fingerbewegungen sind ausführbar. Nach acht Tagen tritt eine komplette Lähmung des linken Mittelfingers auf, die viele Wochen bestehen bleibt; dazu gesellen sich Lähmungserscheinungen im Bereiche des Radialis und Medianus, soweit die Hand davon innerviert wird.

Ein auffälliges und sehr seltenes Spätsymptom macht sich am 25. September 1906 (nach vier Monaten) geltend. Der Patient, der nach kurzem Spitalsaufenthalt (26. Mai bis 12. Juni 1906) trotz ärztlicher Warnung seine Arbeit wieder aufzunehmen versuchte, erkrankte plötzlich, nachdem er den ganzen Tag in froher Stimmung gewesen, mit Kopfschmerzen, allgemeiner Schläffheit und Angstzuständen; seiner Mutter gegenüber äußerte er die Angst, „wahn-sinnig zu werden“. Er legte den Kopf auf den Tisch und wollte ein wenig schlafen, doch plötzlich soll er den rechten Arm von sich gestreckt haben und bewußtlos zusammengestürzt sein. Die Mutter wollte ihn mit Hilfe zweier Freunde entkleiden, als sich heftige Krämpfe einstellen; die Mutter will bemerkt haben, daß besonders der rechte Arm und das rechte Bein „gerissen“ wurden. Die Frau ließ einen Arzt holen; inzwischen begann der Kranke zu toben und zu schreien, machte Versuche aufzustehen, indem er behauptete, er sei „in einem fremden Hause“, er müsse „zum Fenster“, er müsse „über den Fluß“ etc. Nach dem Aufregungszustande verfiel er in eine tiefe Bewußtlosigkeit und lag unbeweglich bis zum Mittag des nächsten Tages; während der ganzen Zeit ist weder Stuhl noch Harn abgegangen. Die herbeigeholten Aerzte konstatierten „Krämpfe und Bewußtlosigkeit“ und ordneten die sofortige Ueberführung des Patienten in das Wiedener Krankenhaus an¹⁾.

Der Patient wurde erst am darauffolgenden Tage ins Krankenhaus gebracht, wollte jedoch unter keinen Umständen im Spital bleiben. Er war sehr erregt, angsterfüllter Miene, depressiver Stimmung und vermochte sich nicht zu erinnern, was mit ihm geschehen sei.

Objektiv war eine deutliche rechtseitige Facialisparesie und eine motorische Schwäche der rechten Körperhälfte nachweisbar; der Händedruck der rechten Hand nicht stärker als der der atrophischen linken Hand, die bald nach dem Unfälle eine Radialislähmung zu erkennen gab. Der Gang unsicher, paretisch.

Der Fall gilt noch nicht als abgeschlossen, ebenso das Urteil über die Aetiologie der plötzlich aufgetretenen und sehr ersten Krankheitserscheinungen, doch dürfte es sich hier um Embolie

einer Hirnarterie handeln, wie Herr Prof. Dr. A. Kolisko vermutet, der den Fall sofort nach der Verletzung gesehen hat und sich das obige Krankheitsbild schildern ließ. Herr Prof. Kolisko hält dafür, daß der Embolus von der durch das Trauma verletzten Arteria subclavia sinistra (die Sondierung ergab eine Tiefe der Wunde von 2 cm) ausgegangen sein dürfte. Auf die vergleichende Untersuchung der symmetrischen Pulsverhältnisse wurde vorher leider nicht geachtet. Wie dem auch sei, so darf die Annahme einer anatomischen Grundlage für die erwähnten Spätsymptome als begründet angesehen werden.

Fall 4. Monteur Ernst P., 24 Jahr, wurde am 19. Juli 1906 durch eine Hochspannung von 5000 Volt am Gesäß und an beiden Händen und Füßen schwer verletzt; am selben Tage wurde der Patient im Wiedener Krankenhaus aufgenommen. Es war Albuminurie, Fieberbewegung (38,4°) vorhanden, im nativen Blutpräparate auffällig große und sehr zahlreiche weiße Blutkörperchen mit polymorphen Kernen, die bald verschwanden. Nach zwei Monaten trat an der rechten Hand ausgesprochene Medianuslähmung mit Ea R auf: Patient vermochte die Hand nicht recht zusammenzuballen, die Berührung des kleinen Fingers durch den Daumen war behindert, die Finger konnten in den Endphalangen nicht vollkommen gebeugt werden; der Patient kann Gegenstände mit der Hand nicht ergreifen und bei geschlossenen Augen auch nicht erkennen. Nebst der Stereognose ist auch sonst Sensibilität gestört: Tast- und Temperatursinn ist an der Volarfläche der ersten drei resp. vier Finger sehr herabgesetzt, fast aufgehoben; ähnlich verhält es sich mit der Schmerzempfindung.

Der Zustand dauert an; im weiteren Verlaufe entwickelte sich eine Atrophie der Handmuskeln und eine Cyanose der Haut im Bereiche des unteren Drittels des linken Vorderarmes und der Hand, die sich immer kühler anfühlt.

Am 24. November kommt der Patient mit einer Verbrennung der Haut des rechten Zeigefingers, die er sich durch eine brennende Zigarre zugezogen hat. Die Brandwunde ist ganz unempfindlich.

Im vorliegenden Falle handelt es sich zweifellos um Erscheinungen einer ausgesprochenen peripherischen Neuritis, vorwiegend im Bereiche des N. medianus, die in einer Spätform als Folge des elektrischen Traumas zu deuten ist. Für eine andere Krankheitsursache war kein Anhaltspunkt zu gewinnen.

Eine allgemein bekannte Spätform ist die nach Blitzschlägen auftretende Kataraktbildung. Bevor wir diesen Abschnitt abschließen, soll noch die oben schon erwähnte lokale Spätform, d. i. Erkrankung der Haut (als Stromüber-gangsstelle) erst am 17. Tage nach dem Unfall, nochmals unter den Spätformen genannt werden.

Auch die unter den Lokalsymptomen aufgezählte Pigmentation der Haut wäre zum Teil auch hierher zu rechnen, weil die Pigmentbildung nicht immer in den ersten Tagen nach dem Unfall, sondern zuweilen erst nach Wochen in Erscheinung tritt; dies geschieht hier und da nach schwereren äußeren elektrischen Verletzungen. In einem Falle (Carl T., 21. Februar 1906) sahen wir Pigmentbildung verbunden mit Gefäß-ektasien.

(Schluß folgt.)

¹⁾ Laut Erlaß des k. k. Ministerium des Innern ddo. 15. September 1905 Z. 40275 werden alle Fälle von Erkrankungen durch elektrische Starkströme dem k. k. Krankenhause Wieden in Wien zugewiesen. Wie die Praxis lehrt, erweist sich diese Maßregel sowohl für die Unfallverletzten als auch für die wissenschaftlichen Beobachtungen der Elektropathologie als sehr nützlich. Aus diesem Grunde erlauben wir uns die ärztlichen Kreise auf diese österreichische Zentralstelle aufmerksam zu machen und bitten um Mitteilung und eventuelle Ueberweisung von einschlägigen Krankheitsfällen.