

(Aus dem Institut für Gerichtliche und Soziale Medizin der Universität Bonn.)

Die nach Einwirkung technischer Elektrizität beobachteten pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Von
Prof. F. Pietrusky.

Zahlreiche Arbeiten in den letzten Jahren über klinische und vereinzelt auch über pathologisch-anatomische Befunde nach Elektrizitätseinwirkung, wie die Tierversuche zu diesen Fragen, haben unsere Kenntnisse über die Wirkungsweise des elektrischen Stromes auf den lebenden Körper wesentlich bereichert. Eine Klärung ist noch nicht erfolgt, doch beginnt die Fülle der verschiedenen Beobachtungen sich allmählich zu ordnen und in größere Gruppen einzureihen. Grob anatomische Veränderungen an der Leiche, die *direkt* durch den Strom entstanden sind und uns den Tod erklären, haben wir nicht, doch sind manchmal Befunde da, die ihre Entstehung funktionellen, durch die Elektrizität ausgelösten Störungen verdanken und als Todesursache betrachtet werden können bzw. müssen. Andererseits gibt nicht so selten der Leichenbefund uns Hinweise darüber, ob die Todesursache im Herzgefäßsystem oder im Zentralnervensystem zu suchen ist, ob zunächst ein Scheintod vorlag oder nicht, von der Mitwirkung krankhafter oder sekundär durch Trauma entstandener Veränderungen ganz zu schweigen. Daß im übrigen die pathologisch-anatomischen Befunde geeignet sind in die Wirkungsweise der Elektrizität auf den lebenden Körper, die einmal thermisch, das andere Mal elektromechanisch ist, einen Einblick zu geben, braucht nicht betont zu werden.

Für den Gerichtsmediziner, der seine Obduktionen in erster Linie unter kriminalistischen Gesichtspunkten vorzunehmen hat, ist es von größter Bedeutung, einen Anhalt durch die Leichenöffnung dafür zu erlangen, daß überhaupt ein elektrischer Strom eingewirkt hat. Daß nicht nur Unfälle, bei denen keine Zeugen zugegen waren, vorkommen, ist ebenso bekannt, wie, daß der Strom zu Selbstmord und Mord Verwendung findet. Ich brauche hier auf die verschiedenen Möglichkeiten, einen Menschen durch Elektrizität umzubringen, ohne daß ein Verdacht aufkommt, nicht einzugehen, will nur darauf hinweisen, daß die meisten elektrischen Veränderungen in der Haut auch post mortal hervorgerufen werden können, daß bei Entstehung zu Lebzeiten vitale Zeichen oft fehlen. Diese Befunde sind also meist kein Beweis dafür,

daß der betreffende Mensch tatsächlich vom Strom erfaßt und deshalb vermutlich auch durch ihn getötet worden ist. Daß im übrigen manchmal Strommarken nach Elektrizitätseinwirkung fehlen, ist bekannt. Wir müssen deshalb bestrebt sein, vital entstandene Veränderungen bei der Leichenöffnung zu finden, die nach der Art ihres Aussehens oder dem Ort ihres Sitzes für den Strom charakteristisch sind. Es sei schon hier gesagt, daß es nicht viele solche Befunde gibt, daß sie häufig, ja meist, an der Leiche fehlen.

Haut.

Wenn, wie gesagt, die meisten Veränderungen in der Haut auch postmortal durch Elektrizität gesetzt werden können, die von vital entstandenen nicht zu unterscheiden sind, so ist ihre Kenntnis doch von größter Bedeutung. Einmal wird ein solches absichtliches Beibringen zur Vortäuschung eines Unfalles sehr selten sein, dann aber werden öfter diese Spuren an der Oberfläche in Verbindung mit Befunden an den Organen, die an sich nicht charakteristisch für Elektrizität sind, uns den Schluß auf ihre vitale Entstehung gestatten können.

Die Veränderungen in der Haut sind sehr mannigfaltig. *Verbrennungen* können alle Grade erreichen und bieten an sich nichts Besonderes, weshalb hier auf sie nicht weiter eingegangen werden soll. Erfolgt der Übergang des Stromes durch Lichtbogenbildung, dann kommt es zur Metallimprägation. Es entstehen die sog. „*Metallspritzverbrennungen*“ (*Schridde*). Das Metall der Leitung wird in glühenden oder vergasteten Partikeln gegen die Haut geschleudert, färbt diese je nach seiner Art und setzt sich hier manchmal in sternförmiger Form ab. Das Plattenepithel der trockenen, rauhen und gespannten Haut ist durch die sehr hohe Temperatur geschmolzen. Von einem solchen Metallpartikel aus werden dann Wasserdampfteilchen strahlenförmig fortgeschleudert und erzeugen Hohlräume im geschmolzenen Epithel (*Schridde*). Es handelt sich dabei meist nur um oberflächliche Einwirkung, die Basalzellschicht bleibt erhalten.

Die Ansicht *Jellineks*, daß die „*Strommarke*“ in der Haut etwas für den elektrischen Strom Typisches ist, wird von *Schridde* und anderen bekämpft, die darauf hinweisen, daß ganz gleiche Bilder durch Verbrennung erzeugt werden können, daß es sich auch hier um nichts anderes als um Folge der *Jouleschen* Wärme handelt. Diese Strommarken sind bekanntlich grauweiße oder gelbliche oder schmutzigräue, rundliche oder ovale, mehr oder weniger erhabene Bezirke, die meist zentral eingedellt und hier bräunlich verfärbt sind. Das mikroskopische Bild ist gekennzeichnet durch Einschmelzung des Epithels, das zum Teil verkohlt und abgehoben, zum Teil in eine homogene Masse umgewandelt ist. In dieser finden sich Hohlräume, sog. „*Hitzewaben*“. Das Bindegewebe ist homogenisiert, eingeschmolzen und zeigt

vereinzelte Spalten. Die Basalzellen des Rete Malpighii sind langgezogen und büschelförmig angeordnet. Diese Veränderungen gleichen ohne Zweifel denen, die durch Hitze bei Berührungs- sowohl wie bei Stichverbrennungen entstehen. Demgegenüber weist *Jellinek* darauf hin, daß es sich bei solchen Bildern ja gar nicht um eine reine Strommarke handelt, sondern um eine *Mischform*, d. h. daß die *Joulesche* Wärme und die Elektrizitätsenergie eingewirkt haben. In der reinen Marke bieten die Epidermis wie die Cutis völlig normale Verhältnisse, nichts von Einschmelzungen, nichts von Wabenbildung, Ödem, veränderter Färbbarkeit und Verkohlung. Nur die Basalzellen der Retezapfen sind büschelförmig ausgezogen. Man wird dagegen einwenden können, daß, da das Ausziehen der Retezellen neben den anderen Veränderungen als reine Hitzewirkung vorkommt, es naheliegt, die Befunde bei der reinen Strommarke auch durch *Joulesche* Wärme, die hier in der Tiefe beim Übergang des Stromes auf die Lederhaut entsteht, zustande kommen. Es handelt sich gewissermaßen um den Beginn der Mischformstrommarke, ebenso wie diese, durch Hitze entstanden. Man wird die reine Strommarke *Jellineks* aber nicht durch Verbrennung erzeugen können, bei der die Hitze von der Oberfläche nach unten allmählich abnimmt und die obersten Schichten im Gegensatz zu den tieferen nicht unversehrt läßt. Sie wird deshalb als *spezifisch* für Elektrizitätseinwirkung anzusehen sein. Auch äußerlich ist sie oft nur gekennzeichnet durch Verziehung und Faltelung der Haut.

Doch auch die Mischform der Strommarke zeigt nach den neuesten Untersuchungen von *Schrader* Unterschiede von der reinen oberflächlichen Verbrennung. Auf die sehr bemerkenswerten Vorgänge bei der Abheilung solcher Verletzungen, die von ihm bis zum Narbenstadium verfolgt worden sind, kann hier nicht eingegangen werden. Die Schädigung bei oberflächlicher Verbrennung nimmt naturgemäß nach der Tiefe zu ab, so daß die tieferen Teile der Haarwurzeln von ihr nicht getroffen werden. Im Bereich der Marke verlaufen dagegen die Wurzelscheiden wellenförmig und zackig, auch sind kleine Bezirke von ihnen homogenisiert, zeigen Zellausziehungen und Drehungen, spaltförmige Durchtrennungen, Aufspaltungen und Zersprengungen, jedenfalls Veränderungen, die als *Wegspuren* der Elektrizität gedeutet werden können. Bei Stichverbrennungen aber ist der Unterschied in bezug auf die Haarwurzeln kein deutlicher.

Im *Bindegewebe* fand *Schrader* bei der Strommarke besonders am negativen Pol keilförmige, mit der Basis nach außen stehende „Lichtungsbezirke“, die durch hellere Tingierung des Gewebes und der Kerne ausgezeichnet sind. Die Gefäße hier haben zum Teil aufgesplitterte Wandungen mit intermuralen und perivascularären Blutungen und Verlust der Kernfärbung. Daneben stehen oft gut erhaltene Gefäßwand-

bezirke. *Kaplan* sah in Papillargefäßen ein Ausziehen der Endothelzellen im Bereich der Marke und ein Hämatom der Wandung.

Besonders bezeichnend für Elektrizitätseinwirkung sind die von *Schrader* histochemisch nachgewiesenen *Einsprengungen von Metallteilchen* des Leiters bis in beträchtliche Tiefe des Gewebes. Bei Gleichstrom waren sie am positiven Pol, bei Wechselstrom an beiden Polen zu erkennen. Daneben kommt häufig eine Metallaufagerung auf der Haut an der Berührungsstelle, außer bei Gleichstrom am negativen Pol, vor. *Gerlach* wies durch spektrographische Untersuchungen Metall hier im Gewebe nach.

Ein weiteres spezifisches Merkmal des Stromdurchgangs in der Haut ist von *Kaplan* beschrieben und von *Schrader* bestätigt worden. In der geschmolzenen, hyalinisierten Bindegewebsschicht finden sich manchmal zickzackförmige Gänge mit verkohlten Rändern, die als *Wegspuren* der Elektrizität betrachtet werden. Eine Verwechslung mit Schweißdrüsengängen dürfte nach den Beschreibungen auszuschließen sein.

Es sei hier auch auf eine Beobachtung hingewiesen, die wir einmal im Schnitt einer Strommarke machen konnten. Die langgezogenen Retezellen bzw. ihre Kerne erweckten den Eindruck einer *spiraligen Drehung*. Kürzlich ist es *Huber* gelungen, experimentell etwas Ähnliches zu erzeugen. In der *Strommarke* einer Arterie fand er massenhaft Muskulariskerne der Wand spiralig gedreht.

Ein Unterschied zwischen positivem und negativem Pol ist, wenigstens bei Gleichstrom, aus dem histochemischen Nachweis mitgerissener Metallteilchen zu erkennen. Im Gewebe ist am positiven Pol eine Zusammenpressung und Einschmelzung der Schichten, die „*Schmelzmarke*“ (*Schrader*) vorhanden, am negativen eine siebartige Vakuolendurchsetzung — „*Durchsiebung*“ — (*Schridde*) festzustellen. Diese Unterschiede treten auch bei kurzer Elektrizitätseinwirkung auf und sind bei Gleich- und Wechselstrom vorhanden, wie überhaupt die Hautveränderungen bei beiden Stromarten etwa die gleichen sind und nur bei Wechselstrom stärker ausgeprägt sich darstellen.

Von *G. Straßmann* und *O. Schmidt* ist beobachtet worden, daß an zersetzten Leichen die Haut der Strommarke sich innerhalb der Keimschicht abhebt, daß bei Fäulnisblasen eine solche Abhebung der ganzen Epidermis vom Corium erfolgt. Dieser unter Umständen gerichtsmedizinisch recht wesentliche Befund konnte nach unseren Beobachtungen aber nicht immer bestätigt werden.

Schließlich kann die Form der Veränderungen an Ein- bzw. Austrittsstelle des Stromes in der Haut so eigenartig sein, daß für ihre Entstehung eine andere Schädigung ausgeschlossen werden kann. Wir sahen eine etwa markstückgroße Marke von grauer Farbe, die eine

rosettenförmige, strahlige Faltung der unverletzten Oberhaut zeigte. Die Umgebung war gerötet, was meist nicht der Fall ist, doch hin und wieder auch sonst bei Strommarken von uns beobachtet worden ist. Das sie durchziehende Blutgefäß war im Zentrum der Stelle stark zusammengezogen. Nicht so selten kommt es vor, daß das Negativ des Leiters sich deutlich in die Haut einbrennt und die Entstehung der Verletzung damit leicht erklärt. Manchmal aber ist die Veränderung an der Berührungsstelle ganz uncharakteristisch und läßt sich nur mikroskopisch diagnostizieren. Furchen und Dellen der Haut ohne Gewebstrennung, wie Schnittwunden oder wie Warzen aussehende Formen kommen vor, ebenso Bezirke, in denen nur die Haut geglättet und die Papillari-
linien geschwunden sind (*Jellinek*).

Beachtung verdienen die *Blitzfiguren*, die feinen, besenreiserartig verzweigten, rötlichen Verfärbungen in der Haut. Ihre Entstehungsursache ist eindeutig. Meist sind diese Spuren wegdrückbar, manchmal aber, wenn sie von Blutungen begleitet sind, nicht. Sie können infolge Eintrocknung der obersten Hautschicht bräunlich erscheinen. Die mikroskopische Untersuchung gibt, wie *Nippe* festgestellt hat, ganz andere Bilder als die der Strommarke. Es fehlen die fadenförmigen Ausziehungen der Retezellen, die Waben und Einschmelzungen des Epithels. Dagegen sind die Hautcapillaren stark gefüllt, auch sind Blutaustritte meist vorhanden. *Fasal* sah an solchen Blitzfiguren 6 Stunden nach der Verletzung intraepitheliale Bläschenbildung, Störung des normalen Zellverbandes im Stratum spinosum mit Höhlenbildung und strotzend gefüllte Gefäße neben reaktiver Rundzellenanhäufung. Eine andere Art von Blitzfiguren in der Haut sahen wir einmal; es waren massenhaft kleine und kleinste, hellbraune bis dunkelbraune, scharf umschriebene Stellen, denen zum Teil die Oberhaut fehlte. Das Bemerkenswerte war, daß auch hier freies Blut in der Umgebung sich fand. Eine Verwechslung mit einer Schußverletzung durch Vogeldunst war nach dem makroskopischen Bilde durchaus möglich. Die Haare sind nach Blitzeinwirkung meist, doch nicht immer, verbrannt. Schließlich sei noch daran erinnert, daß durch Blitzschlag das Negativ metallener Gegenstände, z. B. Hosenträgerschnallen, Koppelschloß, in den Körper eingebrannt sein kann, daß solche Gegenstände schmelzen, was aber auch bei Einwirkung hochgespannter Starkströme vorkommt.

Von diesen Veränderungen in der Haut, die durch den Strom erzeugt werden, sind nicht wenige, die wir als typisch für Elektrizität ansehen müssen. Wenn auch die meisten von ihnen nicht nur vital, sondern auch an der Leiche entstehen können, so haben wir andererseits Befunde wie die Blutungen, die ein postmortales Beibringen, vorausgesetzt, daß sie nicht an tiefgelegenen Körperstellen liegen, ausschließen lassen.

Skelettmuskulatur.

M. B. Schmidt hat als erster Befunde am Muskel beschrieben, die er bei einem durch 25000 Volt getöteten Menschen mit starken Verbrennungen erheben konnte. In den einzelnen Muskelfasern fehlte die feine Querstreifung. An ihre Stelle waren *grobe Querbänder* von hyaliner Beschaffenheit getreten. *Wegelin* sah solche Bilder bei jedem Stromtodesfall, auch *Schridde* u. a. fanden sie. Letzterem gelang es aber später nachzuweisen, daß es sich hier nicht um eine besondere Art von Elektrizitätseinwirkung handelt, sondern um Gerinnungsvorgänge, die einmal durch die Hitze auftreten, dann aber auch durch die Fixierungsflüssigkeit in Muskeln von Leichen, die mit dem Strom nicht in Berührung gekommen waren, entstehen. Nach *M. B. Schmidt* sind diese Veränderungen die Folge hochgradiger Muskelkontraktion. Die Beobachtung von *Wildegans* an den Muskeln eines wegen jauchiger Nekrose abgesetzten Armes werden wir ebenfalls nicht als Folge der Elektrisierung wegen der hier vorhandenen sekundären Entzündung ansehen können. Für unsere Betrachtung kommen auch nur solche Veränderungen in Frage, die sofort oder kurze Zeit nach dem Unfall vorhanden sind. Auf die später eintretenden Atrophien kann hier also nicht eingegangen werden.

Bei *direkter* Einwirkung auf den Muskel sahen wir ein Zusammenfließen der Züge mit verwaschener Struktur der Fibrillen, doch noch gut färbbare Kerne. Nach *Miremet* zeigen bei gleicher Versuchsanordnung die Muskeln weiße, tiefreichende Verfärbung mit Zusammendrängen der Fasern und mangelhafter Färbbarkeit. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Veränderungen nur auf die Wärme zurückführt.

Die gleiche Ursache werden wohl die von *Schrader* sofort nach Stromdurchgang in der Muskulatur unter der Marke gefundenen Abweichungen haben. Hier waren die Muskelfasern vielfach miteinander verschmolzen, geschrumpft, zerfetzt und gekrümmt. 4 Stunden nach der Verletzung war eine umfangreiche Blutung vorhanden, in deren Umgebung die Fasern stark gequollen waren, das Sarkoplasma Zusammenpressung und Schmelzung mit wellenförmiger, fibrillärer Gliederung zeigte. An anderen Stellen waren sie überhaupt nicht zu erkennen. Dafür fanden sich Kernfragmente, fadenförmig ausgezogene, gekrümmte und zersprengte Kerne neben Blutkörperchen und Detritus.

Sehr eigenartige Bilder sah *Jellinek* an den äußerlich normal erscheinenden Deltamuskeln zweier durch hoch- bzw. niedergespannten Starkstrom zu Tode gekommener Menschen. Die Präparate stammen von den der Verletzung *benachbarten* Stellen. Einzelne Muskelfasern zeigen sehr schöne, gleichmäßige *Spiralen*, ähnlich einer Schraube. Um eine eigentliche Drehung der Fasern handelt es sich dabei aber wohl nicht.

Die tieferen Partien des Schraubengewindes entsprechen in der Faser Stellen, die mit Eosin rot gefärbt sind und auch hier tiefer liegen. Die Fibrillen sind deutlich zu erkennen und stehen senkrecht zu den erhabenen Teilen des Gewindes, die Querstreifung steht dazu parallel. Diese erhabenen Teile ragen genau wie bei der Schraube über den Durchmesser des Schraubenbolzens heraus, so daß die Muskelfaser verschieden breit erscheint. Eine Struktur ist in diesen erhabenen Bezirken nicht zu erkennen. Die Spirale bei dem durch Hochspannung Getöteten unterschied sich von der des Niederspannungstodesfalles unter anderem dadurch, daß die Windungen in einem steileren Winkel ansteigen und die Breite des Gewindes hier etwas schmaler als dort ist. *Jellinek* gelang es, die gleichen Veränderungen experimentell am Tier zu erzeugen. *Wegelin* hat ähnliche Beobachtungen bei einer Starkstromverletzung gemacht. Er vermutet, daß es sich dabei um ein Anfangsstadium der hyalinen Bänder (*M. B. Schmidt*) handelt und weist darauf hin, daß solche Muskelspiralen außer von ihm auch von *Mangili* in einem Fall von Sepsis und von *Orsos* bei mechanischen und thermischen Muskelverletzungen beobachtet worden sind. Sie sind also *nicht* spezifisch für ein elektrisches Trauma.

Knochen und Gelenke.

Bei Überspringen des Funkens auf den Schädel, also bei Lichtbogenbildung, hat zuerst *F. Reuter* am Schädelknochen für Elektrizitätswirkung typische Befunde erheben können, die später von *Ziemke* und anderen bestätigt worden sind. Es handelt sich um sog. „*Knochenperlen*“. Diese entstehen durch Verdampfung der im spongiösen Teil des Knochens enthaltenen Flüssigkeit, die die durch die Hitze geschmolzenen Knochenpartien ausdehnt. Chemisch handelt es sich bei diesen Gebilden um phosphorsauren Kalk.

Daß es im Knochen infolge hoher Temperatur beim elektrischen Unfall zu Sprüngen und Brüchen kommen kann, ist klar. Auch muß dabei immer an eine sekundäre Schädigung durch Sturz oder durch plötzliche extreme Muskelkontraktion, die auch Luxationen verursachen kann, gedacht werden. Andererseits aber werden Beschädigungen des Knochens wie der Gelenke durch die Stromeinwirkung allein hervorgerufen. Die Zahl der Beobachtungen darüber ist gering, weil einmal die Gelenke einen erheblichen Widerstand besitzen (*Freiberg*), dann, weil die entsprechenden Untersuchungen bei der Obduktion nicht immer gemacht werden. *Jellinek* sah bei Hochspannung einen Metatarsus des linken Fußes völlig zertrümmert. Man hatte den Eindruck einer Explosionswirkung. *Panse* erwähnt etwas Ähnliches. Bei einem Unfall, wahrscheinlich durch 220 Volt Wechselstrom, war der Oberarmknochen in zahllose Stücke zerbrochen worden. Dem Einwand *Schriddes*, daß

ein solcher Strom derartig hochgradige Zertrümmerungen nicht verursachen kann, wird man zustimmen müssen und mit ihm annehmen, daß es sich hier wohl um einen schon vorher cystisch erkrankten Knochen, wahrscheinlich um eine Ostitis fibrosa *Recklingshausen*, gehandelt hat, der durch die Muskelkontraktion zersplitterte. Dagegen dürfte bei dem Hochspannungstodesfall die Zerspaltung durch die hochgradige plötzliche Erhitzung der markhaltigen, flüssigkeitsreichen Teile leicht zu erklären sein. Eine Berstung der Pfeilnaht nach Stromeinwirkung mit Entwicklung hoher Temperatur wird von *Gubler* erwähnt.

Zannger besitzt in seiner Sammlung nach dem Bericht *Jellineks* einen Schädel, der an der Oberfläche feine Zickzacklinien mit Brandspuren aufweist. Solche Spuren sind im Knochenschnitt von *Jellinek* selbst festgestellt und auch experimentell, unter Vermeidung der Hitze und Muskelspannung, erzeugt worden. Es handelt sich um zarte, im Zickzack verlaufende Sprünge, in die vom Knochen aus feinste Spitzen und Zacken hineinragen.

Die Gelenke können ebenfalls durch den elektrischen Strom geschädigt werden, wie auch uns mehrere klinische Beobachtungen beweisen. Nach Einwirkung von 500 Volt bzw. 220 Volt an der Hand traten im Laufe verhältnismäßig kurzer Zeit schwerste, klinisch und röntgenologisch deutlich erkennbare Gelenkveränderungen im Schultergelenk auf, also *entfernt* von der Einwirkungsstelle. In einem anderen Falle, ebenfalls nach Stromeinwirkung an der Hand, waren deutliche Knochenabspaltungen im Ellenbogengelenk festzustellen. Die pathologisch-anatomischen Unterlagen für diese Beobachtungen gibt ein Befund *Jellineks* an einem Hochspannungstodesfall. An der Grenze zwischen Knochen- und Knorpelüberzug des Fingergelenkes fand er einen feinen, zackigen, sternförmigen Spalt, der auch den Knorpelüberzug durchsetzt. Durch mehrere solcher Sprünge können kleine Knochen- bzw. Knorpelstücke abgesprengt werden und zu den obenerwähnten Gelenkmäusen führen. Daneben wird aber wohl auch bei schweren, sich allmählich entwickelnden Gelenkveränderungen die *Joulesche* Wärme eine Rolle spielen. Es sollte bei der Obduktion elektrisch Verunfallter an solche Veränderungen gedacht und die entsprechenden Untersuchungen vorgenommen werden.

Nervensystem.

Betrachten wir zunächst die Veränderungen am Schädelinhalt, die bei *direkter* Elektrizitätseinwirkung auf den Kopf mit hochgradiger *Verbrennung* und Calcinierung des Knochens entstehen. Man müßte hier immer schwere Verletzungen des Gehirns erwarten. Wir kennen aber einen Verunfallten, bei dem nach Überspringen des Funkens ein Knochensequester im Laufe der Zeit sich allmählich abstieß, ohne daß

irgendwelche besondere Beschwerden von seiten des Zentralnervensystems vorlagen. Nach längerer Einwirkung des Stromes mit großem Schädeldachdefekt sahen wir schon makroskopisch etwa $\frac{1}{2}$ cm unter der Hirnoberfläche längs verlaufende Blutungen. In anderen Fällen war das Gehirn wie „gekocht, hart und brüchig“ (*F. Reuter, Gubler*), oder es waren flächenhafte meningeale Blutungen zu finden, oder das Gehirn war fest, trocken, mit wenig Blutpunkten und subduralen Blutungen (*Gerlach*), die Rinde war an mehreren Stellen graurötlich, verwaschen, mit scharf begrenzten kleinen Blutaustritten (*Sandrock*).

Die Dura war dabei natürlich auch verändert, war leicht rötlich gefärbt oder nekrotisch mit größeren, wie mit einem Locheisen ausgeschlagenen Löchern oder völlig intakt, aber hyperämisch, oder etwas gespannt und an der Einwirkungsstelle trocken und von einem roten Hof umgeben.

Von mikroskopischen Veränderungen im Gehirn in solchen Fällen sind beobachtet Auflockerung der Glia, Aufhellung und Vakuolisierung von Ganglienzellen, Wandständigkeit der Kerne mit Aufhellung und Zerfall (*Gubler*). Diese Befunde dürften die Folge der hohen Temperatur im Schädel sein.

Viel wesentlicher ist die Frage, ob wir mit pathologisch-anatomischen Veränderungen im Gehirn auch in den Fällen rechnen können, in denen der Strom *nicht am Schädel* ein- oder ausgetreten ist oder in denen wir größere Verbrennungen hier bei direkter Stromeinwirkung vermissen.

In der Dura hat *Köppen* an der Übergangsstelle des Stromes vom Knochen zum Gehirn eine Schädigung der Bindegewebsbündel, und zwar eine Homogenisierung der Fasern gefunden, die als Folge der Wärmebildung anzusehen ist.

Im Gehirn sind so gut wie immer makroskopisch keine besonderen Befunde zu erheben. Häufig ist es sehr blutreich, manchmal auffallend blutarm, nicht so selten ist die graue Substanz als sehr dunkel gefärbt beschrieben (*Kratter*) oder mit einem Stich ins Rötliche und hier und da fleckiger Rötung (*Kolisco*) oder als blutreich (*Haberda* und *Meixner*). Ein ausgesprochenes Hirnödem ist sehr selten. *Kolisco* fand einmal „die Großhirnsubstanz weicher und stark durchfeuchtet, Brücke und verlängertes Mark auffallend groß und weicher, auffallend stark durchfeuchtet und am Schnitt etwas vorquellend“. *Haberda* und *Meixner* erwähnen, daß das Gehirn etwas geschwollen und die graue Substanz stärker durchfeuchtet war, auch konnten unter anderen *Schneider* und auch wir einmal ein ausgesprochenes Hirnödem feststellen. Dagegen ist ein solches unter einer größeren Zahl von Obduktionen von *Schridde* und im Institut von *Merkel* nach den Berichten *Becks* nie beobachtet worden.

Wiederholt wird von verschiedenen Untersuchern erwähnt, daß feinste, meist nur mikroskopisch feststellbare Blutungen im Gehirn sich fanden. Solche sahen *Kratter*, *Kavamura*, *Jellinek*, *Haberda* und *Meixner*, *Köppen* und andere. Zum Teil handelt es sich um Diapedeseblutungen, manchmal aber waren auch Zerreißungen kleinster Gefäße zu beobachten. Eine Homogenisierung des Inhalts solcher Gefäße sahen *Kavamura* wie auch wir, ebenso konnte *Köppen* hyaline Thromben hier feststellen. Blutungen im 4. Ventrikel, in der Medulla oblongata und in den linken Stammganglien fanden einmal *Schrader* und *Schlomka* bei ihren Tierversuchen. *Schridde* lehnt das Vorkommen solcher kleiner Blutungen ab und weist darauf hin, daß es sich dabei um Kunstprodukte handelt, die bei nicht sehr vorsichtiger Behandlung des Gehirns sehr leicht entstehen, wie die Untersuchungen von *Boemke* beweisen. Diese Ansicht dürfte nicht immer zu Recht bestehen. Auf jeden Fall ist *Schridde* aber dahin beizupflichten, daß aus solchen kleinen Blutungen *allein* niemals mit Bestimmtheit auf einen elektrischen Unfall geschlossen werden kann, wie es in einem von ihm erwähnten Falle geschah. Es sind auch Beobachtungen vorhanden, nach denen große Blutungen im Gehirn durch elektrischen Unfall entstanden sind. Daß in einem arteriosklerotischen Gehirn es nach Stromeinwirkung zu einer Apoplexie kommen kann (*Schwarz*), wird man ohne weiteres bei Berücksichtigung der Wirkung des Stromes auf das Gefäßsystem annehmen können. Man wird aber immer an eine andere Entstehung, ein stumpfes Trauma durch Sturz oder ähnliches zu denken haben. Auch wird man erwägen müssen, ob nicht die Apoplexie zuerst entstand und darauf die Berührung mit der Elektrizität erfolgte.

Bei der Bewertung mikroskopisch erkennbarer Gewebsveränderungen des Gehirns wird man ebenso an sekundäre Ursachen, an ein Trauma, zu denken haben und die Folge der Leichenzersetzung berücksichtigen müssen. Einige Beobachtungen von zentraler Lähmung, die sofort nach dem Unfall sich einstellte, sind nicht eindeutig, weil hier Arteriosklerose vorgelegen hat, auch läßt das Auftreten paralyseähnlicher und anderer psychotischer Bilder eine andere Entstehung als durch den Strom bei den in der Literatur beschriebenen Fällen nicht ausschließen. Für unsere Betrachtungen müssen ebenso ausgeschaltet werden zentrale Lähmungen, die nach Monaten oder Jahren sich nach einem elektrischen Unfall einstellen, wie alle Befunde bei Spättodesfällen, weil hier als Ursache die Elektrizität nicht allein angesehen werden kann. Schränkt man so die Zahl der Beobachtungen ein, dann bleibt nur sehr wenig übrig. Von frischen Zellschädigungen im Gehirn, also von Opfern, die sofort durch den Strom getötet wurden, bei denen der Stromweg durch den Kopf ging, im anderen Falle diesen verschonte, berichtet *Jellinek*. Er hat seine Befunde von *Marburg* nachprüfen

lassen und gefunden Erbleichungsherde in der Hirnrinde und Vakuolisierung der Ganglienzellen, Zerstörung des Zellkerns, Randstellung der Kerne, perivascularäre Gliazellenanhäufung und diffuses Ödem. In Hirnstamm und Brücke elektrisch Hingerichteter fanden *Spitzka* und *Radasch* rundliche Aufhellungen mit zentral gelegenem capillären Blutgefäß, deren Peripherie verdichtet war. *Köppen* beobachtete ein akutes Ödem mit seinen Folgen. *Kavamura* sah homogene Schrumpfung der Zellen.

Im Rückenmark wurden gefunden Ödem und Rötung der grauen Substanz (*Kolisco*), die von *Kratter* als „etwas dunkler, feucht und vorquellend“ geschildert wird mit verwaschenen Grenzen zur weißen Substanz. *Ziemke* fiel auf, daß in den Vorderhörnern die Capillaren stark gefüllt waren. *Jellinek* sah zumeist auf die graue Substanz beschränkte capilläre Blutungen, auch fand er Rupturen von Ganglienzellen, Randstellung der Kerne neben Ödem, *Langworthy* im Tierversuch Nekrose der Hinterstränge. Die Beobachtungen über Störung in der Blutversorgung sind deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie mit den klinischen Befunden gut in Einklang gebracht werden können. In seiner ausgezeichneten Arbeit über Schädigung des Nervensystems durch technische Elektrizität ist es *Panse* zum ersten Male gelungen, gewisse Übereinstimmungen zwischen Spannung bzw. Stromstärke, Stromweg und organischen Nervenstörungen zu ermitteln. Eine Gewebeschädigung als direkte Ursache nimmt er nicht an, glaubt vielmehr, daß es sich um mittelbare, auf dem Wege über die Gefäßinnervation entstandene vasomotorische Störungen, und zwar auch *ohne* Blutungen im Rückenmark handelt, *ohne* daß dieses selbst vom Strom erfaßt zu sein braucht. Gestützt wird seine Ansicht durch das überwiegende oder ausschließliche Auftreten von spinalen Schädigungen auf der Seite, die vom Strom getroffen war. Wir können bei Stromeintritt an einer Hand im Halsmark vasomotorische Störungen vermuten, im Lenden- und Sacralmark bei Stromdurchtritt von Fuß zu Fuß. Doch sind diese Schädigungen an sich sehr selten.

Was die Läsionen *peripherer Nerven* durch den Strom anbelangt, so können solche natürlich bei hochgradiger Verbrennung vorliegen und auch im Experiment bei *direkter* Überleitung der Elektrizität auf den Nerv erzeugt werden. Es handelt sich dabei um Verschmelzung der Fasern, Schwellung, Zerfall der Markscheiden und Kerne. Nicht so selten wird nach einem elektrischen Unfall über „Lähmung“ des betreffenden Gliedes geklagt, die aber bald schwindet. Eine organische Schädigung dürfte dabei nicht in Frage kommen. Es kann sich um eine Erschöpfung nach übermäßiger Muskelarbeit während des Stromdurchgangs handeln. Die peripheren Nerven sind sehr widerstandsfähig. Sofort auftretende, direkte organische Veränderungen durch

den Strom sind bisher nicht beobachtet. Nur *Panse* erwähnt eine periphere Facialislähmung, die unmittelbar nach dem elektrischen Schlag sich einstellte, ohne daß der Kopf in der Strombahn lag. Eine direkte Einwirkung der Elektrizität nimmt er aber nicht an, glaubt vielmehr, daß es sich um eine vasomotorische Fernwirkung des Stromes handelt.

Lungen.

Außer einer *Lungenblähung*, die ihre Ursache in Wiederbelebungsversuchen haben kann, aber auch beobachtet wird, ohne daß solche vorausgegangen sind, wird häufig ein *Ödem* festgestellt. Dieses ist manchmal *nur in Teilen* der Lungen vorhanden. Wir fanden es einmal auf den vorderen Teil eines Unterlappens beschränkt. Auch *Beck* erwähnt ein solches „teilweises Lungenödem“. Dieses partielle Befallenwerden erinnert an den von *Kolisco* beschriebenen Befund von auffällender Größe und Weichheit der Brücke und des verlängerten Markes und dürfte auf Gefäßstörungen in umschriebenen Bezirken weisen. Oft finden wir starke Hyperämie der Lungen, nicht so selten sind petechiale *Blutungen* unter dem Lungenfell. Daneben sahen wir hier aber auch kleine Flecken, die zentral graubräunlich waren und einen dunkelroten Hof hatten, im anderen Falle einen pfennigstückgroßen, rotbraunen Bezirk, der bis $\frac{1}{2}$ cm ins Gewebe reichte. *Haberda* und *Meixner* fanden in den hinteren Lungenteilen einzelne blaßrote, kleine, runde Blutaustretzungen. Auch größere Blutungen in das Gewebe sahen wir, wie sie *v. Neureiter* im Unterlappen von Hühnereigröße erwähnt, ohne daß Wiederbelebungsversuche oder ein stumpfes Trauma vorausgegangen waren. Entsprechend den Strommarken in der Brusthaut fand *Kolisco* an der Lungenoberfläche die schwarze Zeichnung in Pfennigstückgröße ins Bräunliche verfärbt und außerdem eine leicht vorgewölbte, linsengroße, schwarzrote Stelle, in der auf dem Einschnitt das Lungengewebe scharf umgrenzt durch Blutaustritt schwarzrot verfärbt war. Bei solchen Blutungen wird es sich einmal um die Folgen der Stauung handeln, dann aber auch um Übergangsstellen der Elektrizität und um Gefäßzerreißen durch den Strom. Wir sahen an einer solchen Stelle eine Homogenisierung der Pleurazellen als Folge *Joulescher* Wärme. Bluthusten nach einem elektrischen Unfall ist von uns und anderen beschrieben worden. Über Lungenbluten 4 Stunden nach dem Unfall berichten *Zadeck* und *Lichtenstein*, für das sie die Ursache in der Muskelkontraktion und der dadurch bedingten intrapulmonalen Drucksteigerung sehen. Diese Beobachtung kann bei einer Hämoptoe eines Tuberkulösen im Anschluß an einen Unfall Beachtung verdienen. *Joergensen* beobachtete in den Lungen eines durch 220 Volt zu Tode gekommenen Menschen Veränderungen, wie sie bei tödlichem Asthma Erwachsener gefunden werden (mucinöse Metamorphose, Quellung der

Basalmembran, Dilatation der Gefäße, Eosinophilie). Er weist auf die Möglichkeit hin, kurz nach einem elektrischen Unfall auftretendes Asthma mit diesem in Beziehung zu bringen.

Herz und Gefäße.

Das Herz ist bei der Obduktion nicht so selten dilatiert, manchmal sind es nur der rechte Ventrikel und besonders der rechte Vorhof, Befunde, die mit den röntgenologischen Beobachtungen von *Janker* und mir über die Wirkung der Elektrizität auf das Herz während der Durchströmung in Einklang zu bringen sind. *Blutungen* unter die Herzaußen- und -innenhaut werden öfter beobachtet. Ihre Entstehung können sie einer allgemeinen Stauung oder auch der starken Kontraktion des Herzmuskels während des Stromdurchgangs verdanken. Daneben aber sah ich auch stecknadelkopfgroße Blutungen, die zentral aufgehellt waren und einen gelblichen Farbton hier zeigten. Sie dürfen als Übergangsstelle der Elektrizität anzusehen sein. Im Tierversuch gelang es mir kleine Blutungen von braunroter Farbe unter dem Epikard mit Defekten der Herzaußenhaut zu finden. Im Herzmuskel sind spaltförmige Kontinuitätstrennungen und Blutungen zuerst von *Kavamura* und später von uns und anderen gesehen worden, Befunde, die auch sonst vorkommen können und besondere Bedeutung nicht haben dürften. Dagegen fand ich vor Jahren im Herzen eines durch Gleichstrom getöteten Mannes an der unteren Ansatzstelle der hinteren Aortaklappe einen braunroten Bezirk, in dem der Muskel nach Art einer Colliquationsnekrose vollkommen zerstört war, mit gequollenen, gekrümmten, teils langgezogenen Kernen. Es gelang auch, experimentell eine ähnliche Veränderung an der Herzspitze bei Stromdurchgang vom Rachen zum Rectum zu erhalten, die keilförmig mit der Spitze nach außen den Muskel durchdrang. Das Gewebe hier wie die Muskelkerne waren völlig zerstört und von Hohlräumen durchsetzt. Die Herzaußenhaut bot in diesem Bezirk makroskopisch das Bild einer Strommarke. Auch diese Veränderungen werden wir als Übergangsstelle des Stromes ansehen und, durch *Joulesche* Wärme entstanden, erklären können. *Jellinek* sah bei einem Verunfallten im Herzen eine Muskelfaser spiralförmig gedreht, ähnlich wie in der Skelettmuskulatur. Auch wir konnten diese Beobachtung einmal machen. Ob es sich dabei aber um eine Stromwirkung handelt, sei zunächst dahingestellt. Daß wir mit Ernährungsstörungen des Herzmuskels als Folge von Gefäßspasmen rechnen können, geht aus den sehr beachtenswerten Untersuchungen von *Schrader* und *Schlomka*, wie aus klinischen Beobachtungen hervor.

Besondere Bedeutung kommt den Veränderungen an den *Gefäßen* zu. Vielen Beobachtern ist die Blutverteilung in der Leiche aufgefallen. Häufig wird eine sehr starke venöse Stauung der inneren Organe

gefunden, manchmal ist sie nur in diesem oder jenem vorhanden. Die Folge funktioneller Störungen sehen wir im Ödem, den Angiospasmen, den fleckigen Rötungen der Hirnrinde, in der verschiedenen Blutverteilung an anderen Stellen. So beobachteten *Balkhausen* und *Grueter* an einem abgesetzten Arm Bezirke mit hochgradiger Gefäßfüllung abwechselnd mit solchen, wo die Gefäße fast leer waren. Wir sahen am lebenden Tier einen hochgradigen Spasmus eines Gefäßes an umschriebener Stelle entfernt von dem Einwirkungsort der Elektrizität, der auch nach Stromausschaltung eine Zeit fortbestand. Die klinischen Erfahrungen lehren, daß nach elektrischem Unfall Blutungen auch fern von der Einwirkungsstelle des Stromes zu befürchten sind. Sie sah *Jellinek*; von *Beck* wird eine solche tödliche Verblutung erwähnt, auch uns sind derartige wiederholte Nachblutungen bekannt. *Schrader* beobachtete besondere Brüchigkeit der Gefäße im Tierversuch. Die Ursache ist in einer Schädigung der Gefäßwände zu suchen. Von *Balkhausen* und *Grueter* sind Kernzerstörungen der Media und an anderer Stelle eine Nekrose der Wandung gefunden worden. *Jellinek* erwähnt Quellung der Endothelien. *Kavamura* beschreibt eine Nekrose der Wand eines Lungengefäßes, *Martin*, *Couvert* und *Déchaume* sahen intaktes Endothel, aber Aufsplitterung der Elastica und Verlust der Kernfärbbarkeit in der Media. Auf die Veränderungen, die im Experiment nach Ansetzen der Elektrode an ein Gefäß in der Wandung gefunden worden sind, braucht hier nicht eingegangen zu werden, auch sind die im Bereich der Strommarke von *Schrader*, *Kaplan* und anderen beschriebenen Befunde oben erwähnt.

Eine starke Blutung um die Aorta haben wir bei einem Stromeintritt an der linken Hand gesehen. *Beck* erwähnt kleine Blutungen entlang des Gefäßnervenstranges an der medialen Seite des rechten Oberarmes, die bis zur Achselhöhle reichten; auch von *Jellinek* und anderen sind solche Blutungen entlang den Gefäßen beobachtet worden.

Das Blut in der Leiche nach elektrischem Unfall ist flüssig. Eine echte Thrombose kann sich nach Tagen oder Wochen sekundär in einem durch Verbrennung geschädigtem Gefäß bilden, wie sie auch bei Verletzung der Gefäßwand durch *direktes* Anlegen der Elektrode im Experiment entstehen kann (*Huber*). Das sofort nach der Elektrisierung auftretende Ödem kann aber nicht auf eine Thrombose zurückgeführt werden. Wir sind der Ansicht, daß es sich um die Folge eines lokal begrenzten Spasmus bei abnormer Durchlässigkeit der Wände handelt. Die Homogenisierung des Gefäßinhaltes, doch nur in kleinsten Gefäßen, in den verschiedenen Organen ist erwähnt worden. Eine *Zersetzung* des *Blutes* mit Bildung von Blutfarbstoffkrystallen im Herzen einer Ratte nach Tötung durch 220 Volt Gleichstrom konnte ich einmal beobachten. Nach wiederholter Elektrisierung fand *Koeppe*n eine Abnahme

der roten Blutkörperchen und bei Gleichstrom eine Verkürzung der Gerinnungszeit im Gegensatz zu *Kawamura*, der eine verzögerte dabei feststellte, dagegen bei Wechselstrom eine beschleunigte.

Andere Organe.

In den Augenbindehäuten wie in der Schleimhaut des Rachens sind kleine Blutungen gefunden worden, manchmal in den Organen auch Homogenisierung des Inhaltes kleinster Gefäße. Wir sahen erhebliche Blutungen im Zwerchfell, wie einmal in einer Niere. Gewebsveränderungen, die auch nur mit Wahrscheinlichkeit direkt auf Elektrizität bezogen werden können, sind bisher nicht bekannt, abgesehen von den Befunden an den Augen, dem elektrischen Katarakt.

Todesursache.

Die erwähnten pathologisch-anatomischen Veränderungen sind zum größten Teil charakteristisch für Elektrizitätseinwirkung, sei es durch die *Art* der Läsion, wie die *vielleicht* elektromechanisch entstandenen Herzmuskelspiralen, oder durch ihren *Sitz*, wie die durch *Joulesche* Wärme hervorgerufene Nekrose im Herzmuskel, dem Lungenfell oder in der Dura. Es ist aber sehr selten, daß solche Befunde zu erheben sind. Manchmal fehlen sie selbst in der Haut. Wir sind dann, um überhaupt die Frage nach Elektrizitätseinwirkung entscheiden zu können, auf äußere Umstände, z. B. Verletzungen der Kleider, angewiesen. Eine direkte, durch den Strom entstandene Veränderung, die uns den Tod erklärt, könnte die Herzmuskelnekrose sein, wenn sie sich z. B. im Bereich des Reizleitungssystems findet. Grobe pathologisch-anatomische Befunde, die manchmal für den Tod verantwortlich zu machen sind, müssen als Folge funktioneller Störungen angesehen werden, wie ein starkes Hirnödem oder ein hochgradiges Lungenödem. Solche Zirkulationsstörungen dürften wohl immer das für den Tod Entscheidende sein, gleichgültig, ob im Herzen oder im Zentralnervensystem ihre Auswirkung zustande kommt (*Panse*). Erlischt die Atmung, dann geschieht es, weil die Blutversorgung des Atemzentrums geschädigt wird, kommt es zuerst zum Erlahmen des Herzens, dann können wir nach den Untersuchungen von *Schrader* und *Schlomka* Coronardurchblutungsstörungen annehmen. Die gleiche, in den Vasomotoren zu suchende Ursache wird vorliegen, wenn der Tod durch abnorme Blutverteilung eine Überfüllung des Venensystems herbeigeführt wird. Man könnte aber auch daran denken, daß durch die während der Durchströmung bestehende starke Kontraktion der Ventrikel der Herzmuskel manchmal so erschöpft wird, daß er auf die normalen Reize nicht mehr anspricht. Daß für den tödlichen Ausgang eine besondere Disposition

verantwortlich zu machen ist, dafür scheint zu sprechen, daß $\frac{2}{3}$ der Opfer nach den Untersuchungen von *v. Neureiter* und etwa die gleiche Zahl nach denen von *Beck* krankhafte Veränderungen aufweisen. *Schridde* hat den Status thymico lymphaticus mit seinen begleitenden Anomalien ebenso wie wir meist festgestellt. Die übrigen Todesopfer aber, in denen es sich nicht selten um junge, kräftige Menschen handelt, wiesen keine Krankheitszeichen oder Anomalien auf. Sie zeigen, daß die Disposition nicht das Ausschlaggebende für den tödlichen Ausgang eines elektrischen Unfalls ist.

Literaturverzeichnis.

- Balkhausen* u. *Grueter*, Dtsch. Z. Chir. **1923**, 273. — *Beck*, Verh. dtsh. Ges. Kreislaufforsch. **1935**. — *Boemke*, Verh. dtsh. Ges. Kreislaufforsch. **1936**. — *Buhtz*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1929**, H. 4. — *Fasal*, Dermat. Z. **1933**, 68. — *Freiberg*, Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. Berlin: Julius Springer 1934. — *Gerlach*, Wien. med. Klin. **1912**, Nr 49. — *Grün*, Dtsch. med. Wschr. **1932**, Nr 38. — *Gubler*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1926**, H. 4. — *Haberda* u. *Meixner* bei *Jellinek*, Wien. klin. Wschr. **1928**, Nr 18. — *Hickel*, Münch. med. Wschr. **1932**, Nr 32. — *Huber*, Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. **1936**, Nr 44. — *Jellinek*, Med. Klin. **1927**, Nr 38 — Wien. med. Wschr. **1928**, Nr 12 — Wien. d. Klin. **1928**, Nr 6 — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1928**, H. 1 — Wien. klin. Wschr. **1928**, Nr 18 — Elektrische Verletzungen. Leipzig: J. A. Barth 1932. — *Joergensen*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1937**, H. 5. — *Jungmichel*, Zbl. Hyg. **25**, 4. — *Kaplan*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1931**, H. 3. — *Kawamura*, Virchows Arch. **231** (1921). — *Koepfen*, Virchows Arch. **1933**, 2 + 3. — *Kolisko* bei *Jellinek*, Wien. klin. Wschr. **1928**, Nr 18. — *Kratter*, Der Tod durch Elektrizität. Deuticke 1896. — *Martin*, *Convert* u. *Dechaume*, Ref. Zbl. Chir. **1924**, H. 27. — *Meixner*, Wien. klin. Wschr. **1922**, Nr 28. — *Mieremet*, Klin. Wschr. **1923**. — *v. Neureiter*, Beitr. Gerichtl. Med. **1932**, Nr 12 — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **24**, H. 6. — *Nippe*, Ärztl. Sachverst.ztg **1920**, Nr 11 — Virchows Arch. **1932**, 1. — *Panse*, Die Schädigungen des Nervensystems durch technische Elektrizität. Karger 1930 — Mschr. Psychiatr. **1931**, Nr 18 — Ärztl. Sachverst.ztg **1932**, Nr 2 — Med. Klin. **1936**, Nr 2. — *Pietrusky*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1925**, Nr 5; **1931**, H. 5; **1935**, H. 4 — Mschr. Unfallheilk. **1927**, 34 — Med. Klin. **1930**, 339. — *Pietrusky* u. *Jancker*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1937**, H. 4. — *Pietrusky* u. *Schrader*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1931**, H. 16. — *Reuter*, F., Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1922**, H. 1. — *Rodenwald*, Vjschr. gerichtl. Med. **37**, 1. — *Sandrock*, Münch. med. Wschr. **1912**, Nr 48. — *Schlomka* u. *Schrader*, Arch. Gewerbepath. **1934**, H. 5. — *Schneider*, Wien. med. Wschr. **1929**, Nr 12. — *Schrader*, Med. Klin. **1932**, Nr 18 — Experimentelle Untersuchung zur Histopathologie der elektrischen Hautschädigungen. G. Fischer 1932. — *Schrader* u. *Schlomka*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1933**, H. 5. — *Schridde*, Klin. Wschr. **1925**, Nr 4 — Dtsch. med. Wschr. **1926**, Nr 45 — Handbuch der gesamten Unfallheilkunde. Bd. I. Stuttgart: Emke — Verh. dtsh. Ges. Kreislaufforsch. **1936**. — *Schwarz*, Nervenarzt **1931**, Nr 3. — *Spitzka* u. *Radasch*, nach *Panse*. — *Strassmann* u. *O. Schmidt*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1927**, H. 9. — *Wegelin*, VII. Congrès International des Accidents et des Maladies du Travail, Brüssel 1935. — *Weimann*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1927**, Nr 5. — *Wildegans*, Klin. Wschr. **1923**, 588. — *Zadek* u. *Lichtenstein*, Dtsch. Chir. **1931**, Nr 1. — *Zangger*, Korresp.bl.Schweiz. Ärzte **1910**, 20. — *Ziemke*, Mschr. Unfallheilk. **30**, 5 + 6 (1923).

Aussprache zum Referat Pietrusky: Herr *Neugebauer-Prag* berichtet über 2 Fälle von Selbstmord durch elektrischen Strom. Der eine geschah durch Erklettern eines Hochspannungsmastes; bei dem zweiten wurde Strom von 220 Volt Spannung benutzt. Gegenüber solchen erwiesenen Selbstmordhandlungen stehen Starkstromtodesfälle infolge von leichtsinnigem Erklettern von Hochspannungsmasten. Die letzte Entscheidung, ob es sich um Selbstmord oder Unglücksfall handelt, kann nur durch Sicherstellung der näheren Tatumstände erbracht werden.

Herr *Meixner-Innsbruck* macht darauf aufmerksam, daß durch künstliche Atmung die Blutverteilung nach Tod aus verschiedener Todesursache vollständig geändert wird. Er fand in solchen Fällen mehrmals sehr frühzeitig das Bauchfell lebhaft rot verfärbt oder auch sonst Zeichen früher Blutdurchtränkung. Solche Leichen faulen rasch. Die postmortale Blutsenkung wird bei künstlicher Atmung deutlich verzögert, während wieder nach deren Aufhören die Totenflecke sehr rasch auftreten. — Bei einem Hochspannungsunfall (120000 Volt) fand sich ausgedehnte Verbrennung 1. und 2. Grades der Körperoberfläche und in ungefähr gleicher Ausdehnung Brandspuren der Kleider, jedoch nur an deren innersten Schichten. Es wird daraus geschlossen, daß der Strom offenbar an der Körperfläche abgeflossen ist. Ähnliche Veränderungen wurden angrenzend an Zerstörungen durch elektrischen Lichtbogen gefunden, indem weit unter die Kleidung hin flächenhafte Brandwunden mit Verbrennung der inneren Kleiderschichten zustande gekommen waren.

Herr *Walcher-Würzburg* weist auf das gelegentliche Fehlen von Strommarken hin. Bei einem Massenunfall, wo 6 Arbeiter in einem Niederspannungsstromkreis geraten waren, hatten die 5 Überlebenden deutliche Strommarken. Der 6. tödlich Verunglückte zeigte dagegen keine Strommarke, wies aber deutliches Lungenödem auf.

Herr *K. Reuter-Breslau* empfiehlt auf Grund einschlägiger Beobachtungen bei Hochspannungstodesfällen die Lungen auch auf Fettembolie zu untersuchen.

Herr *Schrader-Halle a. d. S.* weist die völlig einseitige Auffassung *Koeppens* zurück, daß angeblich Lungenödem bei elektrischem Tode nicht vorkommen könne, weil dieser Tod ein Sekundenherztod sei (nach *Koeppens* Ansicht) und sich Lungenödem im günstigen Fall erst „zunehmend im Verlauf von Stunden“ entwickle.

Herr *Buhtz-Jena* macht auf die mikrospektrographische Identifizierung des Stromleiters aufmerksam. Weiterhin gibt er eine Beobachtung bekannt, wo es infolge Übersehens der Strommarke und Verkennung von Verletzungen zu einer Verwechslung eines elektrischen Todes mit einem Verkehrsunfall kam; erst die Sektion brachte die Klärung.
