

Die äußere Form der elektrischen Strommarke.

Von

Prof. Dr. Stefan Jellinek.

(Aus dem Elektropathologischen Museum am Universitätsinstitut für gerichtliche Medizin in Wien.)

Seit jeher wurde von uns die *Eigenart* der elektrischen Strommarke in klinischer und pathologisch-anatomischer Hinsicht ausdrücklich betont; ihre Sonderstellung in der Pathologie erscheint durch die von uns in letzter Zeit durchgeführte *histologische* Untersuchung auch nach dieser Richtung hin gestützt. Was bisher aber unbesprochen blieb, das war die *äußere Form* der elektrischen Strommarken. Prüft man daraufhin die durch den elektrischen Strom erzeugten Verletzungen der Haut, so fällt es auf, daß die *Kreisfläche*, die *Nierenform*, die *Rosettenzeichnung*, *Perlenketten* und ähnliche Formen nicht gar so selten anzutreffen sind. Die *Urform* scheint die Kreisfläche zu sein, aus deren Wiederholung und Neben- und Umeinanderreihung kompliziertere Formen entstehen.

Nicht immer sind diese Formen zur vollen Entwicklung gelangt, vermutlich aus folgenden Gründen: der Vorgang der Elektrisierung bzw. des Überganges von Elektrizität in die menschliche Haut vollzieht sich zumeist unter sehr komplexen Umständen: zur Urwirkung der Elektrizität gesellt sich der Einfluß des berührten Leiters, d. i. seiner Beschaffenheit und seiner Gestalt, dazu der Einfluß eines Isolators bzw. eines Dielektrikums, ferner die rein mechanische Wirkung des berührten Stromleiters, die Bewegung und die dadurch bedingten Veränderungen und Verschiebungen des berührten Gewebes, i. e. der menschlichen Haut, und nicht in letzter Linie die Wärmewirkung, gleichviel ob sie elektrischer oder mechanischer Provenienz ist; nicht zu vergessen wäre schließlich der Zeitfaktor, die Dauer der Elektrisierung. Von dem Vorherrschen dieser oder jener Komponente wird es abhängen, ob es zur Ausbildung einer *typischen* elektrischen Strommarke in einer der oben genannten Formen oder zu einer *atypischen Form* derselben kommt, aus welcher der Kenner die Elemente der zur Einwirkung gelangten Kräfte herauszulesen versuchen wird.

Wo es punktförmige oder breitflächige ebene Berührung gab, da entstehen kreisförmige oder nierenförmige Strommarken, seltener-

weise auch rosettenförmige, wenn die Zeitdauer der Elektrisierung keine übermäßig lange war, d. h. wenn sie bei Hochspannung nicht länger als Bruchteile einer Sekunde, bei Niederspannung nicht länger als nur einzelne Sekunden gedauert hat. Bei länger dauernder Stromwirkung entstehen *Wärmeprodukte*, die sich der ursprünglichen Elektrizitätswirkung hinzugesellen und dadurch die Urform verändern oder ganz verwischen. Dasselbe geschieht nicht bloß durch die kalorische, sondern auch durch die *chemischen Komponente*, welche letztere allerdings vorwiegend bei Gleichstromwirkung in Betracht kommt.

Einen großen Einfluß auf die äußere Form hat der berührte Gegenstand, dessen Profil (Spitze, Ecke, Kante, Fläche) nur allzuoft sein Negativ in der Haut zurückzulassen pflegt. Wer mit festem Griff ein elektrisch geladenes Drahtgitter, z. B. Schutzkorb einer Glühlampe, erfaßt, dessen Finger sind mit dem Abklatsch der berührten Drahtform behaftet; lineare Leiter erzeugen lineare Spuren. Diese linearen Spuren weisen alle Charakteristica der typischen Strommarke in klinischer und pathologisch-anatomischer Hinsicht auf, doch wird man begreiflicherweise bei ihnen vergebens nach der Kreisform suchen. Da aber der Kontakt bei linearen Leitern nicht immer auf der ganzen Linie ein gleichmäßig inniger ist, so wird man manchmal die Perlenkette angedeutet finden.

Besonders schön ist oft die *Perlenkette* im Gefolge von Hochspannungsentladungen entwickelt: es sind punkt- bis hirsekorngroße und auch größere Strommarken, in der Zahl von 2, 3, 4 und auch erheblich mehr, in einer geraden oder halbkreisförmigen Linie aneinandergereiht. Es kommt auch vor, daß sich solche in Halbkreisen aneinandergereihte Strommarken *konzentrisch* aneinanderfügen. In einem Falle sahen wir 20—30 Halbkreise konzentrisch zueinander geschichtet und auf diese Weise die ganze Vorderseite des Oberschenkels mit einer merkwürdigen Zeichnung bedecken. Die kleinsten über die Kniescheibe gelegenen Halbkreise wurden in gleichen Abständen von nach oben zu immer größer werdenden Halbkreisen umlagert. Jeder dieser Halbkreise bestand aus aller kleinsten punktförmigen, wie die Glieder einer Perlenkette sich aneinanderreihenden, rundlichen Strommarken.

Diese Perlenschnurreihen haben wir nur nach Hochspannungsentladung auftreten sehen. Die anderen Formen, Kreisfläche, Nieren- und Rosettenform, kommen sowohl bei Hochspannung, als auch bei Niederspannung vor.

Die Stromart scheint keinen Unterschied zu machen. Auch bezüglich der sogenannten Stromaus- und -eintrittsstellen konnten wir bisher kein unterscheidendes Merkmal feststellen.

Bei den reinen Formen, der Kreisfläche und der Nierenform, vermag man manchmal die scharfe Begrenzung im ganzen Umfange zu ver-

folgen: die Grenzen gegen das scheinbar gesunde Gewebe sind wie mit dem Zirkel gezogen.

Die scharf definierte *kreisförmige Begrenzung* bleibt manchmal auch *während des Heilungsverlaufes* bestehen: die Strommarke bleibt als scheibenförmiges Gebilde, als Platte bestehen, stößt sich in toto ab, der entstandene Substanzverlust zeigt dieselbe scharfe bogenförmige Begrenzung, die auch noch der Hautnarbe in den ersten Tagen anhaftet. Wenn auch das umgebende, scheinbar unversehrt gebliebene Gewebe in den folgenden Wochen zerfällt und abgestoßen wird, so geschieht auch dies in einer solchen Weise, daß der Substanzverlust die ursprüngliche, allerdings vergrößerte Kreisfläche bzw. Nierenform zu erkennen gibt.

Auch eine andere Folgeerscheinung der Elektrisierung verdient wegen ihrer äußeren Form an dieser Stelle erwähnt zu werden; es sind dies *rundliche, circumscripte Angiospasmen* der Haut, welche in der Nähe der Strommarken in den ersten Stunden oder in den folgenden Tagen aufzutreten pflegen. So findet man z. B. in der Hohlhand heller- bis kronenstückgroße rundliche anämische Flecken mit herabgesetzter oder gar aufgehobener Tast- und Schmerzempfindung. Man hält die Veränderungen für beginnende Nekrosen, besonders wenn sie 24 bis 36 Stunden unverändert bestehen bleiben, doch plötzlich zeigen sie dasselbe Kolorit wie die Umgebung, und die Erscheinung ist vorüber. Die auffällig kreisförmige Konfiguration dieser ischämischen Stellen ist weder durch die Gefäßverteilung noch durch die Anordnung der Nervenfasern zu erklären.

Auch durch *Blitzschlag* entstehen manchmal typische Strommarken, bei denen die *Kreisform* scharf ausgeprägt ist. Die vom Blitz durchlöcherten Kleidungsstücke geben manchmal ungemein scharfe, kreisförmige Umrandung zu erkennen. Bekannt ist auch die durch elektrische Funkenentladung entstehende kreisförmige Durchlochung eines Kartenblattes.

Eine besonders schöne Analogie von Kreisflächenbildung bieten Bleiröhren, welche von vagabundierenden Erdströmen getroffen werden. Die äußere Wandung des Bleirohres zeigt aller kleinste bis linsengroße und auch größere scharf kreisförmige Annagungen und Grübchen, welche einzeln oder in Gruppen stehen, manchmal derart dicht, daß sie zusammenfließen und ein geographisches Relief bilden, überall ist jedoch der Kreis als Urform herauszufinden.

Auch die positiven Polbüschel bilden geschlossene Kreisflächen.

Jedenfalls sind es *elektrophysikalische Gesetze*, welche bei Entstehung der elektrischen Strommarken eine Rolle spielen; allerdings kommen da auch noch elektrophysiologische Verhältnisse hinzu.

Wohl ist aus der Dermatologie bekannt, daß die Kreisform den verschtedensten Efflorescenzen der Haut, den *maculae*, den *papulae*, dem

herpes iris usw. eignet, doch spielen da die anatomische und physiologische Beschaffenheit der Haut eine entscheidende Rolle. Der Einfluß der letzteren wird sicher bei den elektrischen Strommarken nicht in Abrede zu stellen sein, doch spielt in der Elektropathologie, ebenso wie in der Elektrotechnik, die *Fortpflanzungsart der Elektrizität* eine dominierende Rolle. Die Tendenz der Elektrizität sich *gleichmäßig*, bei einem punktartigen Kontakt somit kreisförmig, auszubreiten, wird von dem elektrischen Leitungsvermögen der Haut in bestimmter Weise beeinflusst. Das elektrische Leitungsvermögen der Haut ist aber eine ungleichmäßig wechselvolle Größe, ein durchaus *inhomogenes Medium*, was sich nicht auf die Haut im allgemeinen, sondern auch auf *ein und dieselbe Stelle* der Haut zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Zuständen bezieht. *Deshalb darf man eine und dieselbe Hautstelle bald als Dielektrikum, bald als Leiter ansprechen!* Man braucht da nur die Haut der Fingerbeeren, welche erfahrungsgemäß in den meisten Fällen Träger der Strommarken sind, bei ein und demselben Menschen auf elektrischen Hautwiderstand zu prüfen und insbesondere das Verhalten der Schweißporen mit einer feinen Lupe zu betrachten: an kühlen Tagen, zumal in kalter Jahreszeit, ist der Hautwiderstand ein großer, die Schweißporen sind trocken und unterscheiden sich diesbezüglich gar nicht von dem umgebenden dactyloskopischen Relief. Ganz anders ist das Bild an heißen Sommertagen oder wenn sich das untersuchte Individuum länger in einem heißen Raum befindet; da sieht man mit der Lupe aus jeder Pore der Fingerbeere, bald hier, bald dort, plötzlich einen Glanzpunkt aufschießen und verschwinden; es ist die aus der Pore austretende und rasch verdunstende Schweißflüssigkeit. Die Geschwindigkeit der Verdunstung steht in Beziehung zur relativen Luftfeuchtigkeit. Das Spiel dieser auftauchenden und verschwindenden allerfeinsten Tropfenbildung ist ein kontinuierliches. Da die salzhaltige Schweißflüssigkeit als Elektrolyt anzusprechen ist und somit von der oberflächlichen Schweißpore bis in die Lederhaut hinein ein gutes elektrisches Leitungsvermögen vermittelt, so ist es ohne weiteres klar, daß die jeweiligen Zustandänderungen der Haut auch das elektrische Leitungsvermögen derselben von Grund aus zu ändern vermögen. Damit werden aber auch für die Entstehung der elektrischen Strommarken, insbesondere für die Entwicklung ihrer äußeren Form, ungleichmäßig wechselvolle Bedingungen geschaffen.

In all diesen Momenten liegen auch die Schwierigkeiten für die *experimentelle Prüfung* der Formgebung und *Formbildung* der elektrischen Strommarken. Die Versuche, mit denen wir zur Zeit im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule beschäftigt sind, nicht minder aber auch die Wahrnehmungen an Spuren atmosphärischer Elektrizität, die wir sowohl an Menschen, Tieren, Pflanzen, als auch

an Sachen (an Leitern und Nichtleitern) zu machen Gelegenheit haben, sprechen wohl dafür, daß die *Fortpflanzungsart und die Ausbreitungstendenz der Elektrizität bei der Formbildung der elektrischen Strommarke eine Hauptrolle zu spielen scheint.*

Allerdings wird auch dieses Problem der Elektropathologie bei aller Würdigung von Analogiefunden und experimentellen Studienergebnissen in einer daraufgerichteten *klinischen Betrachtungsweise* und in einer dahinzielenden *histologischen Untersuchungsmethode* seine unentbehrlichen Wegweiser zu suchen haben.
