

## B. Zur Technik der Kurzwellenbehandlung frostgeschädigter Gliedmaßen<sup>1)</sup>.

Von Johannes Pätzold  
Siemens-Reiniger-Werke A.G. Erlangen.

Die Technik der Hochfrequenzwärmebehandlung von Erfrierungen ist nicht neu. Und trotzdem hat sich seit der vereinzelt Anwendung der Hochfrequenzenergie in Form der Diathermie im ersten Weltkriege bis zu den vorstehend besprochenen neuesten Untersuchungsergebnissen bezüglich der physikalischen Behandlungsbedingungen und bezüglich der Applikationstechnik so viel geändert, daß hierzu einiges gesagt werden muß.

Entsprechend der medizinischen Absicht, im frostgeschädigten Gewebe und dessen mehr oder weniger weiten Umgebung eine stärkere Durchblutung zur Unterstützung der Heilung und zur beschleunigten Abgrenzung und Abstoßung der nekrotischen Gewebe herbeizuführen, besteht die physikalische Aufgabe darin, diese Körperabschnitte zu durchwärmen. Für diesen Zweck ist, wie wir heute wissen und worauf in diesem Zusammenhange nicht näher eingegangen werden soll, die Methode, mit Hilfe von Hochfrequenzenergie im Körperinneren die Wärme als Joulesche Stromwärme entstehen zu lassen, allen anderen Wärmebehandlungsverfahren in bezug auf Tiefenwirkung, Lokalisierbarkeit und Regelbarkeit der zugeführten Energie weit überlegen.

Aber auch innerhalb der Hochfrequenzverfahren hat die Entwicklung während des letzten Jahrzehnts von der Diathermie ( $\lambda \approx 300$  m) zur Kurzwellentherapie ( $\lambda < 20$  m, vorzugsweise  $\lambda = 6$  m) laufend wesentliche quantitative Fortschritte, und solche, die der praktischen Ausübung der Therapie zugute kom-

---

1) Vortrag in der Physikalisch-medizinischen Sozietät der Universität Erlangen am 16. Juli 1942.

men, gebracht. So ist es wohl selbstverständlich, daß im Falle der heute so wichtigen Erfrierungsbehandlungen erneut die Frage nach der optimalen Behandlungstechnik gestellt und bearbeitet wurde.

Bei einem Vergleich der Langwellendiathermie mit der Kurzwellentherapie ergeben sich sogleich folgende, gerade auch für Erfrierungsbehandlungen wichtige und schon frühzeitig erkannte und ausgenutzte Vorteile der Kurzwellentherapie: Während man bei der Diathermie metallische Elektroden anatomisch geformt der sorgfältig entfetteten Haut mit gleichmäßigem Druck anlegen muß, was gerade bei den Extremitäten gar nicht so einfach durchführbar ist, benutzt man bei der Kondensatorfeldbehandlung mit Kurzwellen isolierte und von der Körperoberfläche distanzierte Elektroden. Das ist vor allen Dingen behandlungstechnisch bedeutend einfacher, weil man ohne weiteres durch den Verband hindurch behandeln kann. Die Distanzierung der Elektroden von der Körperoberfläche, also die Ausnutzung nur des mittleren, homogenen Teiles des hochfrequenten elektrischen Feldes zwischen den Elektroden zur Behandlung, bringt aber auch noch den physikalischen Vorteil, daß die Oberfläche des Behandlungsobjektes gegenüber der Behandlung mit anliegenden Elektroden thermisch entlastet und die Tiefenwirkung, das ist das Verhältnis der Tiefenerwärmung zur Oberflächenerwärmung, vergrößert wird. Im gleichen Sinne wirkt sich die bei Verwendung kurzer Wellen gegenüber der Langwellendiathermie starke Verkleinerung des kapazitiven Widerstandes des Behandlungsobjektes aus, indem starke Hochfrequenzströme nun auch durch tiefergelegene makroskopische und mikroskopische Schichten von kleiner Ohmscher Leitfähigkeit, wie Knochen, Fett, Zellwände usw., fließen und in den von solchen schlechten Leitern eingeschlossenen Geweben, wie Knochenmark, inneren Organen, Zellinhalt usw., Stromwärme erzeugen. Der Energieumsatz kann somit in Gebieten erfolgen, die vom Diathermiestrom ganz oder teilweise umgangen werden. Es steht danach außer Zweifel, daß bei einer optimalen Behandlungstechnik nur die Kurzwellenbehandlung in Betracht kommt.

In den Abbildungen 1, 2, 3 werden Elektrodenanordnungen für die Kurzwellenbehandlung von Händen und Füßen gezeigt, bei denen normale Elektroden, d. h. solche, die bei örtlichen Behandlungen üblicherweise gebraucht werden, Verwendung finden,

Diese und ähnliche Anordnungen wurden bisher vorzugsweise auch bei Erfrierungsbehandlungen benutzt.

Bei der Entwicklung der im folgenden beschriebenen neuen Elektrodeneinrichtungen zur Kurzwellenbehandlung frostgeschädigter

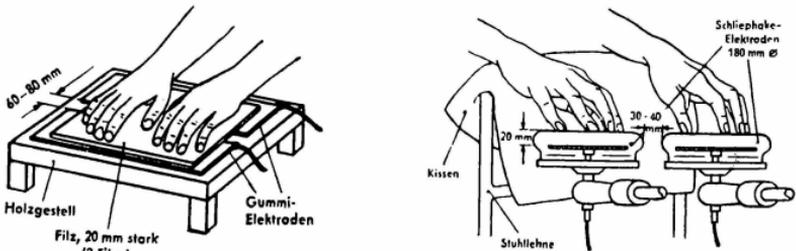


Abb. 1.

Behandlung der Hände im Kondensatorfeld mit normalen Elektroden.

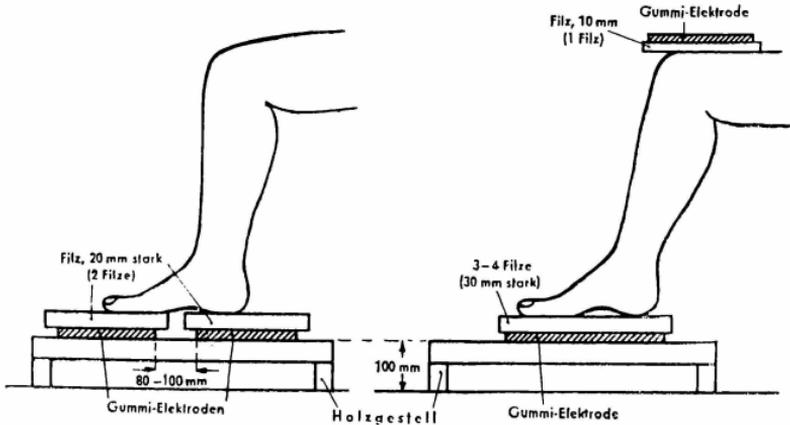


Abb. 2.

Behandlung des Fußes im Kondensatorfeld mit normalen Elektroden.

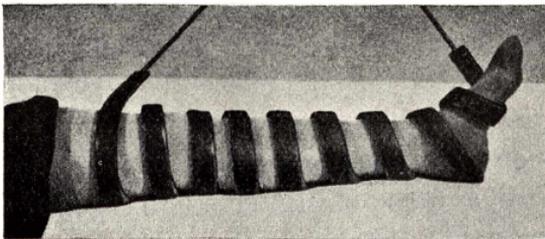


Abb. 3.

Behandlung des Fußes und Unterschenkels mit Spulenelektrode nach Kowarschik.

digter Füße oder Hände waren folgende besondere Gesichtspunkte maßgebend:

1. Die Elektrodeneinrichtungen sollen eine gefahrlose und für den Patienten möglichst bequeme Behandlung ermöglichen. Insbesondere soll jeder Druck auf die frostgeschädigten Glieder vermieden werden.

2. Die Einrichtungen sollen für die Behandlung eines großen Krankengutes geeignet sein und beim Patientenwechsel möglichst wenig Zeitaufwand für das Anbringen der Elektroden erfordern.
3. Die Einrichtungen sollen für das Bedienungspersonal möglichst einfach zu handhaben sein und keine Spezialkenntnisse erfordern.
4. Die Konstruktion soll mit Rücksicht auf schwierige Transportverhältnisse, z. B. im Kriegsgebiet, möglichst robust, dabei aber mit Rücksicht auf den beschränkt zur Verfügung stehenden Raum kompensiös sein.

Abb. 4.

Einrichtung zur Spulenfeldbehandlung frostgeschädigter Füße (gebrauchsfertig).

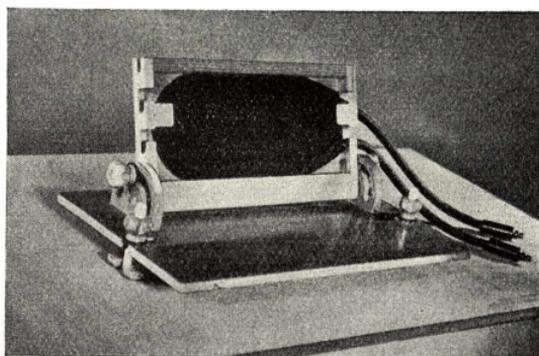
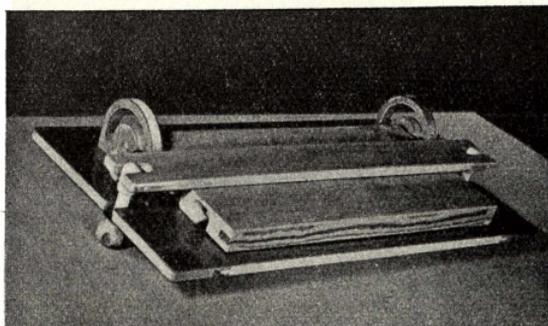


Abb. 5.

Einrichtung zur Spulenfeldbehandlung frostgeschädigter Füße (zusammengelegt).



Die in ausgedehnten Versuchen ermittelten günstigsten Lösungen für die Erfüllung dieser Forderungen zeigen die Abbildungen 4, 5, 6. Sie bestehen für den Fall der Fußbehandlung in der Anwendung der Wirbelstromwärme des hochfrequenten magnetischen Feldes einer Spulenelektrode, im Falle der Handbehandlung dagegen in der Anwendung des hochfrequenten elektrischen Feldes einer Kondensatorelektrode. Die Gründe für dieses Vorgehen und Einzelheiten der Konstruktion werden nachfolgend beschrieben.

Die Elektrode für die Fußbehandlung besteht aus einer Windung eines Spezialkabels, die unterhalb der Fußsohle angeordnet ist. Zum Verständnis dessen, worin im vorliegenden praktischen Falle der Vorteil gegenüber der sonst überwiegend benutzten Behandlung im hochfrequenten elektrischen Feld eines Plattenkondensators liegt, sei daran erinnert, daß die Wärmeverteilung innerhalb der vorgegebenen Schichtung bei der Wirbelstrombehandlung wesentlich anders als bei der Kondensatorfeldbehandlung ist. Die Verhältnisse liegen für die Schichtung Haut-Unterhautfettgewebe-Muskulgewebe so, daß im Falle der Kondensatorfeldmethode Haut- und Unterhautfettgewebe stets wärmer werden als das Muskulgewebe, während im Falle der Spulenfeldmethode der Teil des Muskulgewebes, der an das Subkutanfettgewebe angrenzt, wärmer wird als dieses und die Haut. Wegen der ge-

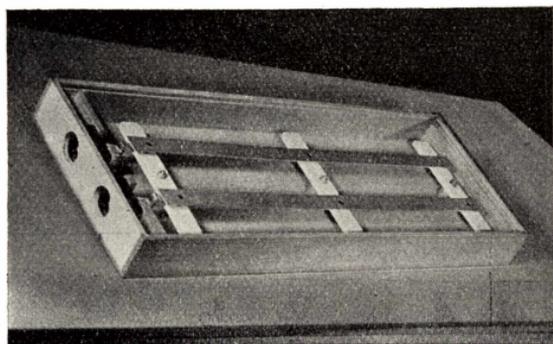


Abb. 6.  
Einrichtung zur Kondensatorfeldbehandlung frostgeschädigter Hände  
(geöffnet).

ringeren thermischen Belastung der Haut und des Subkutanfettgewebes kommt es gar nicht, oder nur in sehr geringem Umfange, zu dem bei Kondensatorfeldbehandlungen oft beobachteten Brennen an der Fußsohle. Eine derartige Nebenerscheinung bei Kurzwellenerwärmungen, die nicht immer als Folge einer Überdosierung anzusehen ist, sondern schon bei relativ schwachen Energiestufen auftreten kann, muß bei Erfrierungsbehandlungen besonders aus dem Grunde weitgehend vermieden werden, weil die Patienten nicht mehr über ein normales Wärmeempfinden verfügen und deshalb unter Umständen oberflächliche Verbrennungsschäden davontragen können.

Es soll bei dieser Gelegenheit nicht versäumt werden darauf hinzuweisen, daß die genannten Vorteile, die die Benutzung des Spulenfeldes für die Behandlung von Erfrierungen mit sich bringt, aufs engste damit im Zusammenhange stehen, daß hierbei

meist nur die Extremitäten zu behandeln sind, also Glieder von verhältnismäßig geringer Dicke. Es fällt daher hier nicht ins Gewicht, daß bei der Spulenelektrodenbehandlung die Energie innerhalb des Muskelgewebes mit der Tiefe infolge der abschirmenden Wirkung gutleitender Gewebe auf hochfrequente magnetische Felder stark abfällt. Im Gegensatz dazu geht das hochfrequente elektrische Feld bei der Kondensatorfeldbehandlung durch das Behandlungsobjekt hindurch und erzeugt selbst in tiefgelegenen Organen Stromwärme. Deshalb behält die Kondensatorfeldmethode für die örtliche Behandlung von inneren Organen (Ge-

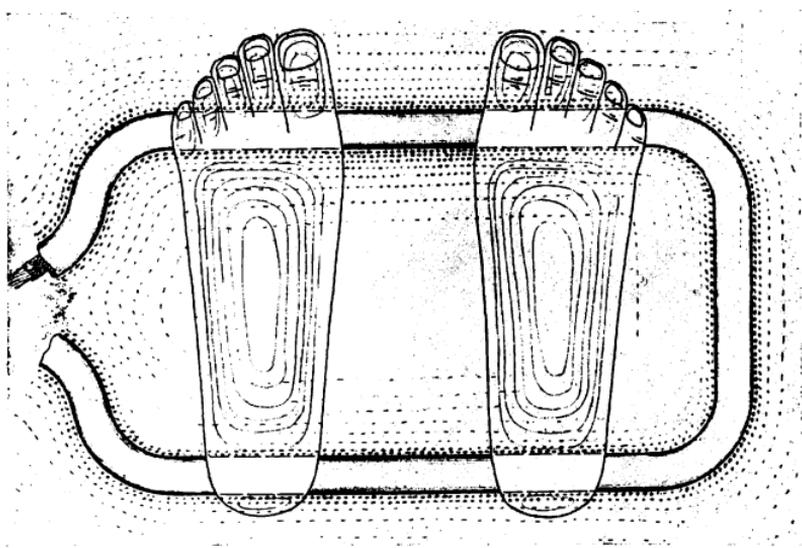


Abb. 7.

Verteilung des magnetischen Feldes der Spulenelektrode und Wirbelstromverlauf innerhalb der Füße (schematisch).

lenken, Oberschenkelknochen, Leber usw.) ihren Vorzug vor der Spulenelektrodenmethode.

Abb. 7 zeigt die Lage des Spulenelektrodenkabels zu den Füßen in Aufsicht; die Durchstoßpunkte der magnetischen Feldlinien durch die Zeichenebene sind in schematischer Darstellung als Punkte eingezeichnet, die in den Muskelpartien der Füße zustande kommenden Wirbelströme als geschlossene Kurven.

Die Fußbehandlungseinrichtung besteht aus einem 2 m langen Spulenelektrodenkabel, das in eine Filztasche bestimmter Form und Größe eingelegt wird. Die Spulenelektrode ist in eine zur Grundplatte einstellbare Haltevorrichtung eingesteckt und kann so mittels

einer Schraubvorrichtung an jedem Liegestuhl angebracht oder auch im Bett benutzt werden. Die Füße werden in liegender Stellung des Patienten leicht, d. h. ohne einen Druck auf die sonst schmerzenden Glieder auszuüben, gegen die Filztasche gelehnt. Zum bequemeren Anschluß der Einrichtung an das Kurzwellengerät und zum gleichzeitigen Betrieb zweier solcher Einrichtungen an einem Gerät ist die Spulenelektrode für rechts- und linksseitige Aufstellung umlegbar. Abb. 8.

Die Energie des Kurzwellengerätes wird nach einem einmaligen Versuch an einem Gesunden so eingeregelt, daß in den

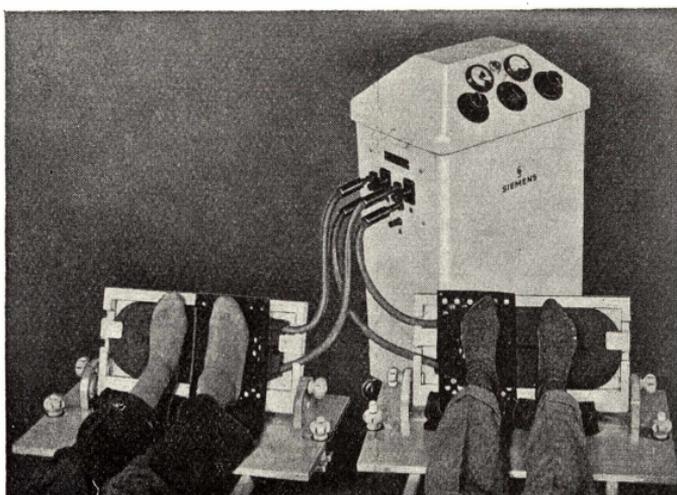


Abb. 8.

**Gleichzeitige Benutzung zweier Fußbehandlungseinrichtungen am Ultratherm.**

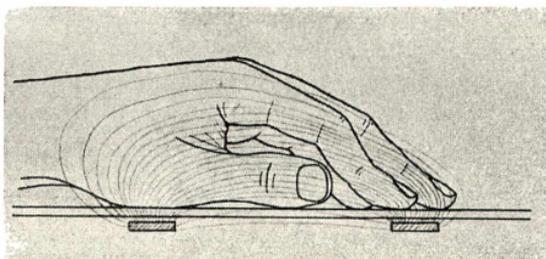
Füßen nur ein mildes, angenehmes Wärmegefühl verspürt wird. Bei Behandlungszeiten von 15—20 Minuten erfolgt dann eine gleichmäßige Durchwärmung der Füße bis hinauf zu den Waden.

Nach den Ausführungen über die besondere Zweckmäßigkeit der Spulenfeldbehandlung frostgeschädigter Füße könnte man glauben, daß dieser Behandlungsart auch der Vorzug bei der Erwärmung frostgeschädigter Hände zu geben ist. Benutzt man die erläuterte Spulenelektrode zur Handbehandlung, so erhält man eine bevorzugte Durchwärmung der Mittelhand und der Handwurzel. Die physikalische Erklärung hierfür ergibt sich unschwer aus den besonderen anatomischen Verhältnissen der Hand. Die zusammenhängenden Gewebemassen großer Ohmscher Leitfähigkeit (Muskelgewebe) sind in den Fingern zu klein, als daß

sich in diesen ausreichende Wirbelströme ausbilden könnten. Auch die Einschnitte zwischen den Fingern hindern das Zustandekommen starker Wirbelströme (natürliche Lamellierung). Die klinische Forderung geht aber dahin, gerade die Finger bevorzugt zu erwärmen, weil in ihnen in der Mehrzahl aller Fälle die Abgrenzung zwischen nekrotischem und lebendem Gewebe verläuft.

Abb. 9.

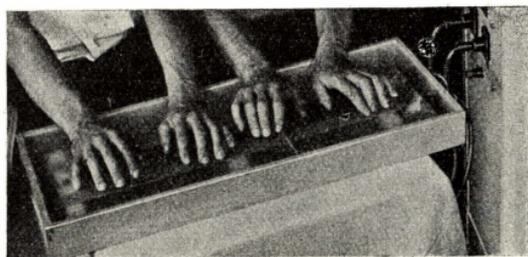
Verlauf der elektrischen Feldlinien bei der Handbehandlungseinrichtung (schematisch).



Als besonders praktisch im Sinne dieser Forderung ergab sich die in Abb. 6 gezeigte Anordnung, die aus zwei voneinander isolierten, parallelen Metallschienen besteht, die wie zwei Kondensatorelektroden an das Kurzwellengerät angeschlossen werden. Ihr gegenseitiger Abstand ist so bemessen, daß bei gekrümmter Haltung der mittleren drei Finger das elektrische Feld zwischen den fünf Fingerspitzen und der Handwurzel verläuft. Abb. 9.

Abb. 10.

Gleichzeitige Behandlung von 4 Händen unter Benutzung der Handbehandlungseinrichtung am Ultratherm.



Der Elektroden-Hautabstand ist durch die als Auflagefläche für die Hände dienende Isolierplatte aus Trolitul fest gegeben. Wegen der Zunahme der Spannung zwischen den Metallschienen mit größer werdender Entfernung von den Anschlußstellen als Folge des nichtquasistationären Spannungsverlaufes längs der Metallschienen sind diese gegen die Isolierplatte so geneigt, daß die Wärmewirkung in den aufgelegten Händen unabhängig vom Auflageort immer gleich groß ist. Die kastenförmig ausgebildete

Einrichtung ist zur gleichzeitigen Behandlung von zwei Patienten (vier Händen) geeignet. Abb. 10. Werden die Hände nicht quer, sondern längs der Metallschienen aufgelegt, so findet eine ausgedehnte Durchwärmung der Arme statt.

Die im vorstehenden beschriebenen Spezialelektroden zur Kurzwellenbehandlung frostgeschädigter Extremitäten sind klinisch im Reservelazarett III, Erlangen, eingehend erprobt worden und haben sich bewährt.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1942

Band/Volume: [73](#)

Autor(en)/Author(s): Pätzold Johannes

Artikel/Article: [B. Zur Technik der Kurzwellenbehandlung frostgeschädigter Gliedmaßen 102-110](#)