

# **Die wissenschaftlichen Grundlagen der Behandlung der Erfrierungen mit Kurzwellendurchflutungen.**

## **A. Kälteschäden und Wärmebehandlung mit besonderer Berücksichtigung der Kurzwellen<sup>1)</sup>.**

Von Prof. Dr. Friedrich Jamin  
Oberfeldarzt d. R. z. V.

Es mag abwegig erscheinen, jetzt im Hochsommer von Erfrierungen zu sprechen. Aber abgesehen davon, daß jedes Jahr selbst in den heißen Monaten im Hochgebirge eine Anzahl wertvoller Menschen durch Mißachtung der Wärmegesetze zugrunde geht, läßt uns der Wechsel der Jahreszeiten nur zu leicht im Sommer die Not vergessen, die wir im Winter zu überstehen hatten. Das mag der Grund dafür sein, daß weite Kreise, auch der Heilkundigen, über die Erfrierungen und über die Fortschritte der Pathologie und Therapie auf diesem Gebiet nicht ausreichend unterrichtet sind. Auch eine kurze Mitteilung zur Behandlung der Erfrierungen im „Militärarzt“ vom Februar 1942 von Mathes gründet sich noch ganz auf die im Krieg 1914/18 an der Kärntner Front, also vor rund 25 Jahren, gewonnenen Erfahrungen. Sie schlägt drei Verfahren vor, die mit den heutigen Betrachtungen in Beziehung zu bringen sind: 1. die Einschnitte nach Noeske in die durch die Erfrierung in den Zustand venöser Stase geratenen Glieder, Finger und Zehen, um den gestockten Blutlauf in Gang zu bringen. Über Vorzüge und

---

1) Vortrag vom 16. Juli 1942.

Gefahren dieser Behandlungsweise werden die Chirurgen zu urteilen haben. 2. Die Längsdurchflutung der frostgeschädigten Glieder mit schwachen Strömen der Diathermie. Hier ist die seit 1915 von Bucky und anderen in die Behandlung der Erfrierungen eingeführte sogen. Langwellendiathermie gemeint, mit einer Frequenz von  $3 \times 10^5 - 10^6$  Hz und einer Wellenlänge von 1000—300 m. Hier wird der Wechselstrom durch den als Ohmscher Widerstand wirkenden und damit erwärmten Körper unmittelbar geleitet, die Metallelektroden werden der Haut aufgelegt. Um Berührungsverbrennungen zu vermeiden, empfiehlt Mathies, die Elektroden in flachen Schalen mit Kochsalzlösung oder Thioseptlösung einzulegen, in die die Glieder eingetaucht werden. Diese Schwierigkeiten werden bei der Kurzwellen- (KW) behandlung vermieden.

3. Heiße Bäder mit Thioseptlösung, einem Schwefelpräparat. An ihre Stelle ist neuerdings die Trockenbehandlung der erfrorenen Glieder mit Sulfonamidpulver getreten.

Der Entwicklung der Lehre von den Erfrierungen mag es auch im Wege gestanden sein, daß sie ein Grenzgebiet zwischen chirurgischer und interner Heilkunde darstellt. Rein chirurgisch waren die Aufgaben in der Zeit, da man glaubte, jedes erfrorene Glied absetzen zu müssen. Sobald die Bemühungen der Organisation des ganzen Körpers zu Abwehr und Ausgleich des Kälteschadens mehr ins Auge gefaßt werden, wird nach dem Verhalten des Stoffwechsels, des Blutes, des Kreislaufs, des Nervensystems gefragt werden müssen, womit Gebiete der inneren Medizin berührt werden, die auch Wesentliches zur Aufklärung des menschlichen Wärmehaushalts geleistet hat. Wenn die Kälte an der Peripherie angreift, so wird gelegentlich zum Zweck der Erhaltung des Ganzen, d. h. der erforderlichen Blutwärme, ein Glied aufgeopfert, durch Abschaltung vom Kreislauf mit Gefäßverengung preisgegeben.

Die Unterscheidung der Erfrierungen 1., 2. und 3. Grades je nach dem Auftreten von Hyperämie bzw. Erythem, Blasenbildung und Nekrose hält sich nur an ganz oberflächliche Erscheinungen und hat wenig Wert für die Beurteilung der Behandlungsanzeigen. Denn wichtiger als das äußere Bild im ersten Zeitraum nach Entstehung eines Kälteschadens sind dessen Auswirkungen in der Tiefe und die weiterhin sich einstellenden

Folgeerscheinungen. Die vom Vergleich mit den Verbrennungen hergeleitete und gewöhnte Gradbezeichnung darf daher nicht dazu verführen, sich mit dem äußeren Anschein zu begnügen.

Schade, dem wir die besten Studien über die Erfrierung verdanken, hat auf die große Ähnlichkeit zwischen der Kälte-  
wirkung im Gewebe und der Wirkung elektromagnetischer Strahlen allgemein hingewiesen. Diese biologischen Strahlen-  
wirkungen sind gekennzeichnet durch 1. elektive Tiefenwirkung, 2. Bestehen einer Inkubationszeit der Wirkungsumgebung (Verzugszeit), 3. Abhängigkeit der Latenzdauer vom Stärkegrad der Wirkung, 4. Kumulation der Wirkungen, 5. Verlaufsart der Schädigungen über die Stufen: rein kolloide Schädigung, mikroskopische Zelldegeneration mit bevorzugter Neigung der Epithelzellen zur Vakuolisierung; Stadium erythematosum — Stadium bullosum — Stadium ulcerosum. Hier ist besonders an die durch die wirklich kurzweiligen Einflüsse der Röntgen- und Radium-Strahlen gesetzten Schädigungen zu denken. Die Erfrierung erscheint wie die Verbrennung bei dieser Betrachtung als die Folge einer elektro-magnetischen Strahlung bzw. einer Bewegungsenergie der Moleküle, der die betroffenen Gewebe bzw. Organisationen sich nicht angepaßt haben oder auch sich nicht anpassen konnten. Auch beim Menschen ist die Anpassungsfähigkeit gegenüber Kältewirkungen sehr groß. Kältegewöhnung steigert die Widerstandsfähigkeit. Im Spätwinter wird Kälte besser vertragen als im Sommer und Herbst. Von den nordischen germanischen Vorfahren bezeugen Bilder, daß sie nackt auf ihren Schneeschuhen sich an den Berghängen vergnügt haben. Im Frühjahr machen sich wieder die Mangelfolgen des „Winterschadens“ durch Ausfälle in dem Ernährungszustand, besonders durch Mangel an Vitamin B und C bemerkbar.

Schade glaubte eine größere Empfindlichkeit jugendlicher Zellen gegenüber der Kälte annehmen zu dürfen und zweifelt nicht daran, daß bei den Pflanzen jugendliche Zellen und Gewebe viel leichter erfrieren als ältere. Vielleicht ist auch das mehr durch Anpassung vorgetäuscht. Im warmen Raum ausgetriebene Schneeglöckchen erliegen sofort, wenn man sie in die Frostkälte bringt. Treiben sie aber im Freien aus dem Boden aus, so widerstehen auch die eben den Schnee durchstoßenden Triebe dem Frost.

Mit Einschluß der durch die Kleidung ermöglichten Anpassung vermögen Menschen bei Wärmegraden von  $+50^{\circ}$  bis  $-50^{\circ}$  ihr Leben zu führen. Viel enger sind aber die Grenzen für die Erhaltung der Gewebe im Innern des Körpers gezogen, für die die Blutwärme maßgebend ist: hier wird nur eine Wärme von etwa  $20-40^{\circ}$  ganz ohne Schaden vertragen. Die „Behaglichkeitsgrenze“ liegt an der Körperoberfläche für den ruhenden Menschen bei  $15-26^{\circ}$ ; der Indifferenzpunkt für Luft bei  $18^{\circ}$ , in Wasser bei  $32-34^{\circ}$ , bei einer Hautwärme von ca.  $34^{\circ}$ . Die Umgebungswärme ist nicht so sehr thermometrisch als kalorimetrisch zu betrachten. Es kommt weniger auf den absoluten Wärmestand als auf die Wärmeentziehung und das Wärmegefälle an der Körperoberfläche an. Daher ist auch die Wärmebewegung wichtig. Den Ausgleich der Wärme im Körperinnern aber und die Aufrechterhaltung der für Leben und Leistung der Gewebe erforderlichen Wärmespanne (von  $20-40^{\circ}$ ), außerhalb der es zu kolloidalen Veränderungen der Gewebe und zu Zerstörungen besonders des Körpereiweißes kommt, bestimmt die Wärme des Blutes, das als Erwärmungs- und als Kühlstrom dient.

Für die Beziehungen des Körpers zur Umweltwärme sind für den Wärmeaustausch von Bedeutung: die Wärmekapazität, die Wärmeleitfähigkeit und die Wärmekonvektion der umgebenden Medien (siehe nachstehende Tabelle).

Die vorgeführten Zahlen machen den gewaltigen Einfluß der Nässe bei jeder Art der oberflächlichen Abkühlung verständlich, sowie den Einfluß der Berührung von Metallen, wie beim Beispiel der Erfrierung der Ohren am Stahlhelm, wenn ein besonderer Wärmeschutz fehlt, oder der Erfrierung der Finger bei Bedienung des Maschinengewehrs. Die Wärmebewegung bei Wind hebt den Schutz der geringen Wärmeleitfähigkeit der Luft wieder auf. Ein mit nassem Stoff überzogenes Kalorimeter wird bei  $20^{\circ}$  und Wind so schnell abgekühlt wie bei  $2^{\circ}$  und ruhender Luft. Die Wärmestrahlung im Sonnenschein bei klarer Luft dagegen ermöglicht z. B. im Hochgebirge bei einer Luftwärme von  $-1^{\circ}$  noch eine am Vakuumthermometer meßbare wirksame Wärme von  $43^{\circ}$  auf der Körperoberfläche.

## Tabelle.

**Wärmekapazität:** Wärmemenge, spezifische Wärme (zum Teil nach Lampert), die 1 g Masseneinheit um 1° erwärmt:

z. B. Wasser: 1 g von 14,5 auf 15,5°	:	1	Cal.
arter. oder venös. Blut . . . . .		0,917	„
Alkohol . . . . .		0,58	„
Olivenerlenöl . . . . .		0,4	„
Paraffin . . . . .		0,31	„
Luft . . . . .		0,241	„
Glas . . . . .		0,2	„
Messing . . . . .		0,092	„

**Wärmeleitfähigkeit:** (Wärmeleitfähigkeitskoeffizient).

Wärmemenge, die in 1 Sekunde durch eine Platte von 1 cm Dicke durch jeden Quadratcentimeter hindurchgelassen wird, wenn die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Platten 1° C. ist:

Zink . . . . .	1,265	Cal.	
Silber . . . . .	1,01	„	
Kupfer . . . . .	0,719	„	
Eisen . . . . .	0,15	„	Wasser ca. 20 × Luft
Glas . . . . .	0,0016	„	Metall 20 000 × Luft
Wasser . . . . .	0,0012	„	Metall 100 — 1000 × Wasser.
Glycerin . . . . .	0,00068	„	
Alkohol . . . . .	0,0005	„	
Paraffin . . . . .	0,00014	„	
Luft . . . . .	0,000056	„	

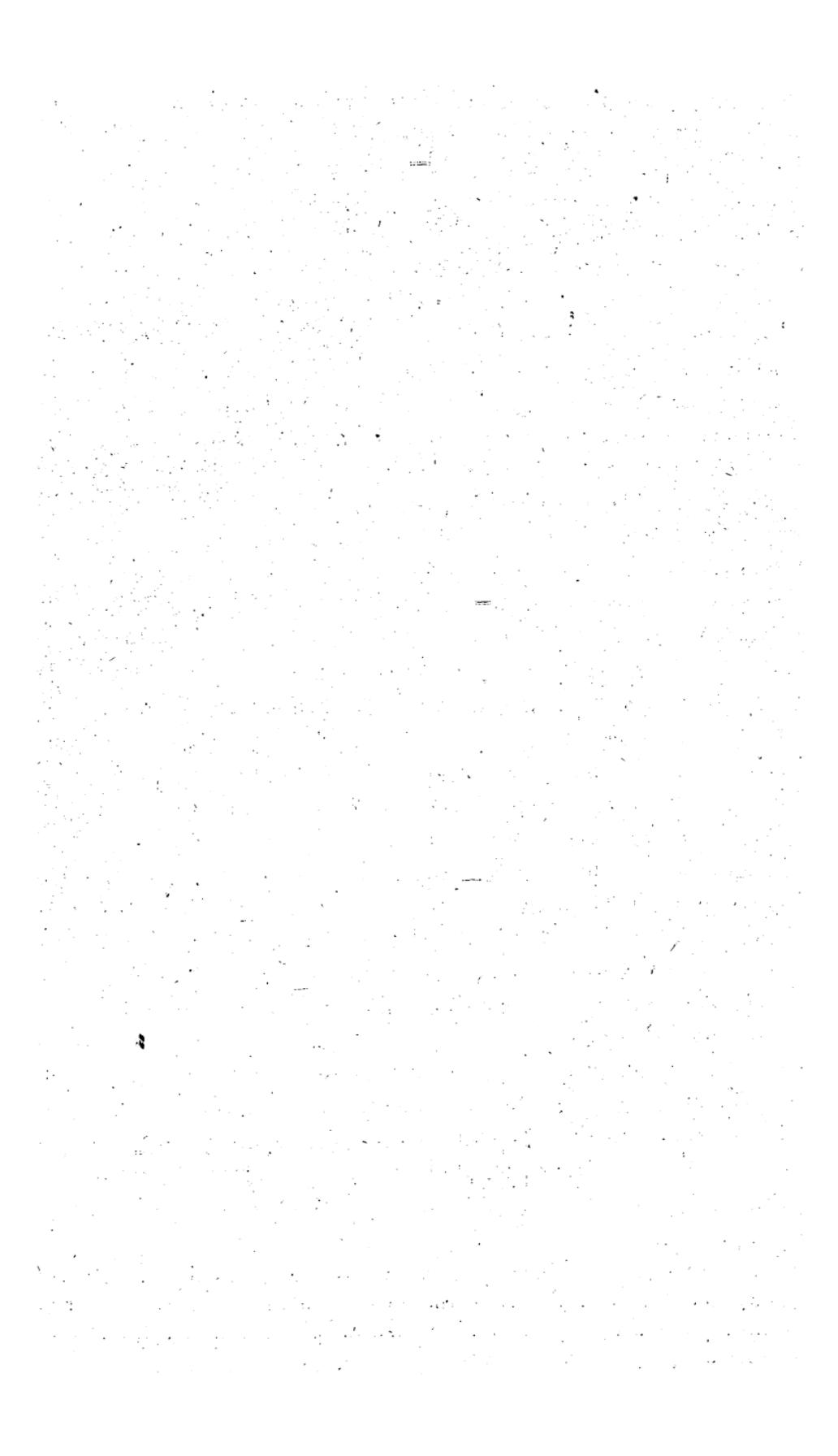
**Wärmekonvektion** (Wärmeströmung, Wärmebewegung).

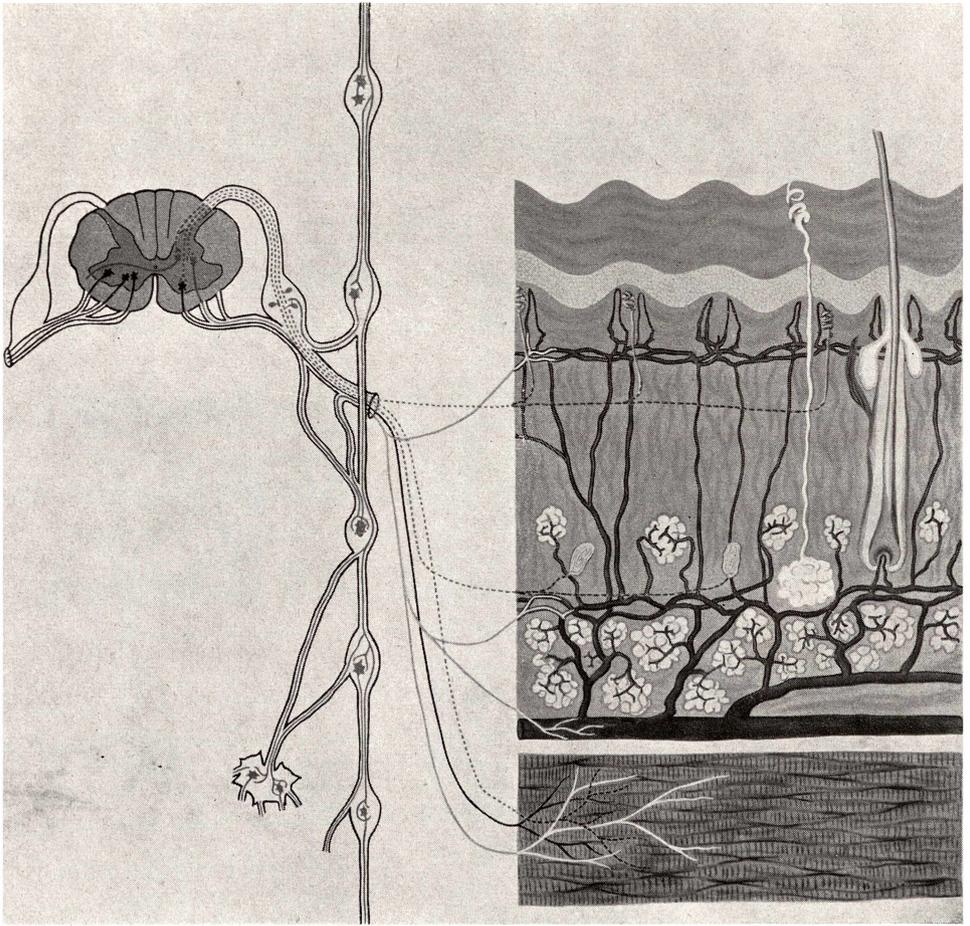
Bei der Einwirkung der Umweltwärme ist die Reaktions-Geschwindigkeits-Temperatur-Regel (RGT-Regel) van t'Hoffs als auch im biologischen Bereich geltend zu bedenken. Die Geschwindigkeit der Reaktionen steigt bei je  $10^0$  Temperaturerhöhung um das zwei- bis dreifache. Das gilt auch in gewissen Grenzen für die Reizbeantwortung im menschlichen Körper.

Der für die Eukolloidät der Gewebe und Flüssigkeiten im Körper nach Schade so bedeutsame Gleichstand der Körperinnenwärme bzw. deren Bewegung innerhalb eng gezogener Grenzen wird durch eine prompt leistungsfähige Regulation gewährleistet. Sie ist die Grundlage der vitalen Höchstleistung der Zellen. Die Abkühlung führt rasch zu gelatinöser Starre. Vor der Abkühlung des Blutes leitet das zentral ausgelöste Muskelzittern auch beim Menschen vor Zuhilfenahme weiterer Stoffwechsellumsetzungen (in der Leber) die chemische Regulation ein.

Wichtiger noch für das Verständnis der Vorgänge bei der Erfrierung und häufiger in Anspruch genommen ist die physikalische Regulation. Sie sucht den Kälteangriff an der Oberfläche unschädlich zu machen, ehe er in größere Tiefe einzudringen vermag. Dies geschieht durch eine Anpassung der Durchblutungsgröße in der Haut und dem Unterhautzellgewebe, in den reichverzweigten kapillaren und prä- bzw. postkapillaren Gefäßgeflechten. Dabei erfolgt auf Kältewirkung eine Anämisierung der Haut. Sie erfolgt durch Reflexe, die von den Kältepunkten der Haut ausgehen. Für sie ist der adäquate Reiz die Veränderung des durch die Haut bestehenden Temperaturgefälles (Rein), das zugleich ein Maß für den Wärmeabstrom ist. Gleichwohl sind nach Schade auch bestimmte Wärmegrade für die Reizbeantwortung maßgebend, d. h. wenn ein bestimmter Kältestand unter  $0^0$  erreicht ist, kommt es unter allen Umständen zu der Gefäßverengung und ihren Folgen. Diese Reaktion ist durch zweifachen Einfluß gesichert:

1. Auf nervösen Wegen: Kältereiz wirkt über das Wärmecentrum sympathotonisch, die Spannung der Arterien und kräftigeren Arteriolen erhöhend; Wärmereiz dagegen parasymphotonisch den Tonus erniedrigend, die Gefäße erweiternd.





### Tafel

zur Darstellung der nervösen Versorgung der Haut und der Hautgefäße.

Links Rückenmarksquerschnitt und Grenzstrangganglien des Sympathikus. Rechts oben vergrößerter Durchschnitt der Haut, unten Durchschnitt eines Muskels.

Punktierte Linien: sensible Zuleitungen zu Spinalganglien und Rückenmark von den Endkolben in der Haut her.

Ausgezogene dunkle Linien: motorische Leitungen von den Rückenmarks-Vorderhornsäulen durch die vordere Wurzel zum Muskel.

Ausgezogene helle Linien: vegetative (sympathische) Leitungen vom Rückenmark-Seitenhorn über vordere und hintere Wurzeln zu den Spinalganglien, Grenzstrangganglien und Haut- und Muskelgefäßen.

2. Auf humoralen Wegen: an Ort und Stelle entstehende Stoffwechselerzeugnisse beeinflussen den Tonus der Endothelialgefäße (kleine Arteriolen, Kapillaren, Venolen), bei stärkeren zellschädigenden Reizen auch die größeren Arteriolen (nach Gruner). Ob es sich dabei wirklich um sogenannte Axonreflexe handelt, mag dahingestellt bleiben. Bei dem Reichtum an vegetativen Ganglien an den peripherischen Gefäßen ist eine unmittelbare reflektorische Beeinflussung über diese wohl denkbar (Reizung durch die histaminähnlichen Abbaustoffe).

Es ist wichtig, sich bei der Beurteilung jeder Wärme- bzw. Kältewirkung auf den Körper, auch bei der therapeutischen, diese nervös-humoral Reizverteilung und Reizlenkung über nervöse Leitungen zu den Gefäßauswirkungen vor Augen zu halten, diese kutaneo-viszeralen Reflexe. (Vgl. die Tafel): A. die sensiblen Empfangsstellen und Zuleitungen von der Haut und von den tieferen Teilen, z. B. den Muskeln her. B. Die Verbindungen: 1. über die Spinalganglien zu den Wurzeln und Segmenten des Rückenmarks und über diese zu den parasympathischen Nerven und zu den vegetativ-nervösen Zentren, bis in die Regio subthalamica. 2. Von den Rückenmarkswurzeln aus zu den Segmenten bzw. den Grenzstrangganglien des Sympathicus über die Rami communicantes zu dessen Geflechten und peripherischen gefäßnahen Strängen und Ganglien. Dabei muß man sich auch in den Muskeln ein ähnlich dichtverzweigtes Gefäßnetz mit anpassungsfähigen Kapillarengeflechten wie in den Unterhautschichten vorstellen, das nicht eingezeichnet wurde, um das Bild nicht mit Einzelheiten zu überhäufen. In allen diesen Gefäßräumen, besonders auch in den kleineren Venengeflechten an der Oberfläche mit besonders verlangsamter Strömung, können große Mengen von Blutflüssigkeit sich anhäufen und mehr oder weniger stark sie verändernden und die Durchlässigkeit der Kapillarenwände beeinflussenden thermischen Einwirkungen unterliegen.

Die innigen Verbindungen auf nervösen und humoralen Wegen machen die Weiterleitung und die Fernwirkung thermischer Einflüsse verständlich: ausgehend von den örtlich begrenzten Auswirkungen der Anämie bzw. Hyperämie (Erythem) erfolgen solche bilateral symmetrischer oder halbseitiger Art in

der Ausbreitung der sogen. Headschen Zonen, mit Rückwirkung auf die inneren Organe; ferner Ausbreitung des thermischen Einflusses über die ganze Körperoberfläche vermittelt durch zentralen nervösen und hormonalen Impuls des Zwischenhirns und des Hypophysen-Vorderlappen-Nebennieren-Systems mit Heranziehung der Körpermuskeln und der Leber bzw. des gesamten Stoffwechsels unter Beihilfe der Schilddrüse und anderer endokriner Organe.

In dieser Abwehr macht sich aber auch die individuelle Eigenart der Befallenen geltend, je nach Anlage und jeweiligem Körperzustand. Schade hat mehrere Gruppen individuell verschiedener Thermoregulationsvermögen unterschieden: 1. eurytherme und stenotherme, je nachdem ein breites oder enges Anpassungsvermögen besteht; 2. pleotherme und penotherme; 3. thermostabile und thermolabile; 4. thermoerethische, die sehr leicht bei Kälte Gefäßkrämpfe mit gefahrdrohender Ischämie bekommen, und thermotorpide; 5. thermoäquale und thermoinäquale, bei denen sich verschiedene Körperstellen auffallend verschieden verhalten. Allgemein ist die Wärmeanpassung an den oberen Extremitäten günstiger als an den unteren eingestellt: die beweglicheren Hände erholen sich rascher und erleiden seltener einen Kälteschaden als die durch einseitigen Gebrauch, durch Haltung, Belastung und Kleidung weniger zur Anpassung geübten und daher — wie schon durch die Bodenberührung — häufiger durch Kälte geschädigten Füße. Witték fand im Jahr 1915 unter 434 Erfrierungen 424 solche der Füße.

Lampert unterscheidet zwei Reaktionstypen, die sich schon in der Körperform auszudrücken pflegen: den Typus A der schlanken, leptomorphen, mageren, langsam auf Wärmereize reagierenden, und den Typus B der rundlichen, pyknomorphen, fetteren, schnell reagierenden Menschen. Kowarschik spricht von wärmehungrigen und von wärmesatten Menschen. Kinder sind allgemein pleotherm gegenüber den Erwachsenen: die Wärmeproduktion beträgt pro Kilo Körpergewicht in einer Stunde: beim Erwachsenen, ruhend in Zimmerwärme: 1 Cal.; beim Erwachsenen in Bewegung und bei Nahrungszufuhr: 1,4 Cal.; beim Kind 3,75 Cal. Im Greisenalter steigt wieder das Bedürfnis nach Wärme in der Umgebung; die Haut wird trocken und nähert sich oft dem Reaktionstypus A.

Umweltkälte setzt den Stoffwechsel nach der RGT-Regel herab. Sie steigert auf ungeklärte Weise das Nahrungsverlangen nach Fett. Die Bedingungen der Reizbeantwortung sind beim Menschen ziemlich verwickelt. Auf die reizfreie Zone von  $15-26^{\circ}$  nach Rubner folgt mit der weiteren Abkühlung zunächst 1. eine Zone der rein physikalischen Reaktion mit der Kälteabwehr an der Oberfläche. Dann 2. die Zone der Chemo-regulation an den Grenzen des Ertragbaren: auf das Hautkältegefühl hin kommt es zur Leistungsanregung der Muskeln und der Leber. Endlich 3. folgt eine Zone der zwangsweise eintretenden Unterwerfung des Stoffwechsels unter die Kälte, mit Versagen der regulatorischen Abwehr: damit dann Herabsetzung der Blutwärme und des Stoffwechsels.

Die Erfrierung ist ein wärme kinetischer Vorgang: ein starkes örtliches Überwiegen des Wärmeabstroms über den Wärmezustrom. Es ist dabei nicht einmal eine Temperatur unter  $0^{\circ}$  erforderlich. Es wird von einem Arbeiter berichtet, der bei  $6-7^{\circ}$  mehrere Tage kalte und nasse Steine trug und sich dadurch eine Erfrierung der Fingerspitzen zuzog (Selig). Ähnlich kam der sogen. „Schützengrabenfuß“ zustande, oder die wohl zuerst von Kölliker beschriebene Erythrozyanosis crurum puellarum. Hier macht sich der schon erwähnte besonders schädigende Einfluß der Vereinigung von Kälte und Nässe geltend. Er wird auch bei Soldaten nicht immer genügend beachtet. Wenn diese erst durch den Schnee marschiert waren, der Schnee dann im warmen Raum schmilzt, das Schneewasser in die Stiefel eindringt, die Strümpfe durchnäßt und daraufhin die Soldaten wieder in der Kälte auf Wache stehen, so werden Erfrierungen herbeigeführt, die in dem lufthaltigen Schnee allein auch bei starker Kälte nicht zustande gekommen wären.

Ferner wird die Entstehung von Kälteschäden begünstigt durch Penothermie der Haut: bei Chlorose, Anämie, Hungerzuständen, nach Blutverlust; auch bei jeder Konsumtion durch Krankheit, besonders bei und nach Infektionskrankheiten. Dies hat beim Fleckfieber zu Verwechselungen in der Symptomatologie Anlaß gegeben.

Von großer Bedeutung für die Auswirkung des Kälteschadens ist auch die Art und das Zeitmaß der Wiedererwärmung nach ihm. Erst die Wiederkehr des Blutstroms

nach der Abdrosselung (durch Kälte) der Gefäße läßt die Einwirkung des Schadens richtig in Erscheinung treten. Ich habe das im Januar dieses Jahres an einer Erfrierung des eigenen linken Ohrs erleben können: auf dem Wege ins Lazarett trat frühmorgens unter dem an einer wohlbekannten Straßenkreuzung heranstürmenden Ostwind bei  $-25^{\circ}$  plötzlich am linken Ohr Gefühllosigkeit auf (eine ähnliche Erfrierung wie vor fast 50 Jahren im Dezember 1892 unter dem gleichen Ostwind Erlangens in der Zeit des Einjährig-Freiwilligen-Dienstes). Ich beachtete das nicht weiter und fühlte nur ein leichtes Brennen am linken Ohr in den folgenden Stunden im durchwärmten Lazarett-Geschäftszimmer. Erst zu Hause nach ca. fünf Stunden konnte ich im Spiegel die unförmige Anschwellung des glänzend blaurot verfärbten Ohrs bemerken, das nun auch brennend heiß und druckempfindlich geworden war, eine Schwellung, die von den Zuschauern wohl gesehen, aber nicht der Erwähnung wert gehalten worden war. Diese Schwellung entzündlicher Reaktion ging in den folgenden Tagen ohne weitere Maßnahmen und ohne Blasenbildung oder Gangrän wieder zurück, doch blieb eine leichte Schwellung mit venöser Stase für lange Dauer bestehen. Auch die Druckempfindlichkeit ließ erst nach Wochen wieder nach. Es war also in der kurzen Zeit der Kälteeinwirkung am akralen Teil zu einer Schädigung mit kleinen Zerstörungen und erhöhter Durchlässigkeit an den feinsten Gefäßen gekommen, die alsbald in der Wärme mit einer starken Hyperämie beantwortet worden war. Erst diese hat das Erscheinungsbild einer Erfrierung I. Grades offenkundig werden lassen. In der Kälte vorher war nur die Abkühlung und Gefühllosigkeit des geschädigten Teils bemerkt worden, die mit einem Schlage, wie nach einem Messerschnitt, eingetreten war. Bei längerer Dauer hätte die Kältewirkung an dem anämisch gewordenen Ohr wohl eine tiefer greifende Zerstörung setzen können, die aber ebensosehr von dem in der nachfolgenden Wärme gesteigerten und infolge der Gefäßschädigung nicht hinreichend befriedigten Stoffwechselumsatz wie von dem unmittelbaren Kälteeinfluß herrühren dürfte.

Die weitere Entwicklung eines Kälteschadens hängt von verwickelten Bedingungen ab: 1. von der primären physikalischen Schädigungsgröße, 2. von der Intensität und der Dauer

der Exposition, 3. von der Größe der Widerstandsfähigkeit des Gewebes nach Alter, Gewöhnung, toxischen und alimentären Einflüssen, 4. von der Größe komplizierender Faktoren, und zwar der hinzutretenden Infektionen und der nicht infektiösen besonderen Zustände, wie etwa einer Verwundung, Lähmung, Druckwirkung.

Stae helin machte darauf aufmerksam, daß es drei Krankheitszustände gibt, die eine besondere Kälteempfindlichkeit darstellen und die Art der Kälteschäden in den verschiedenen Systemen des menschlichen Körpers eindrucksvoll aufweisen: 1. Am Blut: die paroxymale Kältehämoglobinurie, bei der es durch eine besondere nicht schnell genug ausgleichbare Anfälligkeit des Blutes durch Abkühlung zu einer Lösung und darauf Ausscheidung des Blutfarbstoffs kommt. Auch bei der Erfrierung tritt Hämolyse in den befallenen Gefäßgebieten ein, doch kommt es nur selten zur Hämoglobinurie, weil die Resorption infolge der Gefäßsperrre doch eine geringe und verlangsamte ist, so daß beim Gesunden rasch ein Ausgleich hergestellt werden kann. 2. An Nerven und Gefäßen: die Raynaudsche Gangrän: auch hier bei Kältewirkung eine bedrohliche Gefäßkontraktion mit endarteriitischen Veränderungen, Ernährungsstörung, Blasenbildung und Gangrän in den befallenen Teilen, oft zu irreversiblen Schaden führend. 3. An den Muskeln: die Thomsensche Krankheit (Myotonie), bei der es ähnlich wie bei der Erfrierungsgelose zu Muskelkontraktionen unter der Kältewirkung kommt, zu einer nur langsam ausgleichbaren Kältestarre. All dies sind Übersteigerungen der auch beim Gesunden zu beobachtenden Kältereaktionen. Die Kälteschädigung kann nicht allein durch die Begriffe des Gefrierens und Erfrierens befriedigend bestimmt werden. Gefrieren braucht nicht unbedingt eine Nekrose des Gewebes herbeizuführen, wie die ohne Schaden ertragene Lokalanästhesie durch Chloräthylsprit und die Nervenvereisung zeigt. Nach kurzdauernder Wärmeentziehung können auch gefrorene Zellen sich wieder vollständig erholen, wenn sie unter günstigen Durchblutungsverhältnissen langsam wieder aufgetaut werden. Nach Schade sind drei Arten von Kälteschädigung zu unterscheiden:

1. Die osmotische Schädigung, wenn beim Wiederauftauen der Eiskristalle durch die Einwirkung des reinen, d. h. salzfreien Wassers die Zellen der Zytolyse anheimfallen. Ähnlich entsteht die erwähnte Hämolyse gefrorener Blutkörperchen.

2. Die kolloidchemische Schädigung, wenn die Kolloide sich der Gelbildung nähern und es zu einer Gewebsversteifung kommt. Sie ist durch Palpation und Elastometrie festzustellen, wird aber auch oft durch die ödematöse Schwellung infolge erhöhter Permeabilität der geschädigten Endothelgefäße vorgetäuscht. Bei kurzer Dauer ist sie noch umkehrbar, bei langer Dauer führt sie zum Zelltod.

3. Die ischämische Schädigung des Gewebes durch Absperrung des Blutes infolge des zunächst in physiologischer Abwehr einsetzenden Kältekrampfs der Gefäßmuskulatur. Sie führt entschiedener und häufiger, aber oft erst später zum Gewebstod als das Durchfrieren. In sekundären Spätformen der Kältengangrän kommt es auch zu gefäßparalytischen Stasen und Thrombosen mit Intimaveränderungen, die zu dauernden Gefäßverschlüssen führen. Trotz der oft ausgedehnten Zerstörungen kommt es bei der Erfrierung zunächst nicht so leicht wie bei Verbrennungen zu toxischer Allgemeinwirkung, offenbar, weil die Aufsaugung der Abbauerzeugnisse von den geschädigten Teilen her durch die Gefäßstörungen erschwert ist, auch der Gewebsabbau nur sehr langsam erfolgt und ebenfalls von der Art der Erwärmung und der Nachbehandlung abhängt. Dieser langsame Entwicklungsvorgang bei der Entstehung der Erfrierungsschäden zeigt die Bedeutung der in den ersten Tagen einsetzenden Behandlungsmaßnahmen.

Anmerkung bei der Korrektur: Nach den anatomischen Untersuchungen Siegmunds (Münch. Med. Wochenschrift 1942, Nr. 39, S. 827) ist für die Erfrierungsfolgen folgende Einteilung vorzuschlagen:

A. Während der Dauer der Kälteeinwirkung: die kalte weiße Anämie.

B. Nach der Erwärmung:

1. die rote heiße Hyperämie (mit Ödem).
2. die blaue kühle (überwiegend venöse) Stase.
3. der schwarze kalte Brand.

Zwischen 2. und 3. zahlreiche Übergangszustände.

Ein Beispiel dafür gab uns ein 27jähriger pommerischer Feldweibel mit sehr kräftiger pyknischer Körperverfassung, der am 5. 12. 41 durch Infanteriegewehrshuß-Bruch am rechten Oberschenkel schwer verwundet war und bei 35° Kälte 20 Stunden im Freien zwischen den Fronten liegen blieb, nachdem ihm der Gegner den Kopfschützer und den Rock abgenommen hatte. Er kam dann wieder in deutsche Obhut, wo ihm am 10. 12. das rechte Bein in der Mitte des Oberschenkels abgesetzt wurde. Er hatte schon Erfrierungen an beiden Füßen und Händen, Ohren und Nase erlitten, aber die Hände waren zu der Zeit noch weiß, gefühllos, nicht verfärbt. Vor 16. 12. fieberfrei. Nun mußte ein aufreibender Transport im kalten LKW. in der Zeit vom 16. bis 20. 12. erfolgen. In dieser Zeit verschlimmerten sich die Veränderungen an beiden Händen mit Blauschwarzfärbung. Dann trat seit 23. 12. Fieber mit Schmerzen auf. Am 26. 12. wurden beide Hände deshalb im Handgelenk exartikuliert und nekrotische Teile an Ohren und Nase abgetragen. Dann noch Fieber bis zum 3. 1. 42. Am 11. 1. 42 erst mußte auch der linke Fuß dicht oberhalb des Fußgelenks abgesetzt werden. Danach trat abgesehen von einer fünftägigen Grippe-Fiebersteigerung nach dem 28. 1. gute Wundheilung ein, die nach der Überführung in die Heimat ab 24. 2. durch Stumpfkorrektur am 14. 4. und am 28. 5. weiter gefördert werden konnte. Hier hat sich also die volle Entwicklung des Kälteschadens erst im Verlauf von über einem Monat und unter der Nachwirkung einer Überführung unter erneuter Kältewirkung vollzogen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Verstümmelung hätte eingeschränkt werden können, wenn es möglich gewesen wäre, die Abwehrreaktionen der günstig gegebenen Körperverfassung bei dem ungewöhnlich seelenstarken und vegetativ anpassungsfähigen Manne frühzeitig wirksam zu unterstützen, vor allem durch Ruhe, Pflege und vorsichtig abgestufte Wärmezufuhr.

Vor dem Ansatz solcher Behandlung ist es nötig, so weit als möglich Art und Ausdehnung des Kälteschadens diagnostisch zu erfassen. Das äußere Bild besonders der Hautverfärbung kann darin leicht zu Irrtümern verleiten. Die Abgrenzung der Nekrose, besonders auch nach der Tiefe hin, muß abgewartet werden. Trockenhaltung der geschädigten Glieder schützt sie am besten vor der feuchten Gangrän, d. h. vor der

Infektion der abgestorbenen oder geschädigten Teile. Auch Teile mit verfärbter oder abgehobener Haut können sich unter Umständen wieder erholen und neu überhäuten. Die Trockenhaltung wird am besten durch den Marfanil-Prontalbin-Puder erreicht (Goecke, Moser). Es dürfte sich empfehlen, die Austrocknung noch durch einen Zusatz von Puderzucker zu erhöhen.

Es ist von Bedeutung zu ermitteln, inwieweit der Kälteschaden zu einer Aufhebung der sensiblen Nervenleitung und damit auch der thermischen Haut-Gefäßreflexe zu einer dauernden Störung der Durchblutung des geschädigten Gliedes sowie zu einer Zerstörung bzw. Nekrose der Gewebe geführt hat. Denn man darf sich nicht durch eine Scheindemarkation zu vorzeitigen Eingriffen verleiten lassen und sollte in geeigneten Fällen geduldig abwarten. Daher ist für die Diagnose des Kälteschadens erforderlich:

1. Prüfung der Sensibilität in allen Qualitäten, auch in Schmerz- und Wärmeempfindung, und Prüfung der tiefen und der oberflächlichen Reflexe.
2. Tasten der Arterienpulse, z. B. an der Arteria dorsalis pedis; Oszillometrie, Sphygmomanometrie, Kapillarenmikroskopie, Haut-Thermometrie.
3. Zur Abgrenzung Elastometrie, Volumetrie. Röntgenaufnahmen der erfrorenen Glieder: sie zeigen im weiteren Verlauf die unveränderliche Struktur der Knochen im Bereich der Nekrose (Vorweisung von Röntgenbildern) und den hochgradigen Abbau der Struktur an den geschädigten Teilen (fleckige Knochenatrophie)<sup>2)</sup>, der aber doch bei weiterer Wiederherstellung zu einem vollständigen Wiederaufbau der Struktur führen kann. Arteriographie.
4. Funktionelle Prüfung der Muskeln, elektrische Erregbarkeit, Gelosen, Muskelhärten?
5. Untersuchung des Blutes: Hämoglobinämie? Bilirubinämie? Blutkörperchen-Senkungsgeschwindigkeit? Hämoglobingehalt? Anämie? Leukozytose?
6. Körperwärme, Grundumsatz, Urinbefunde.

---

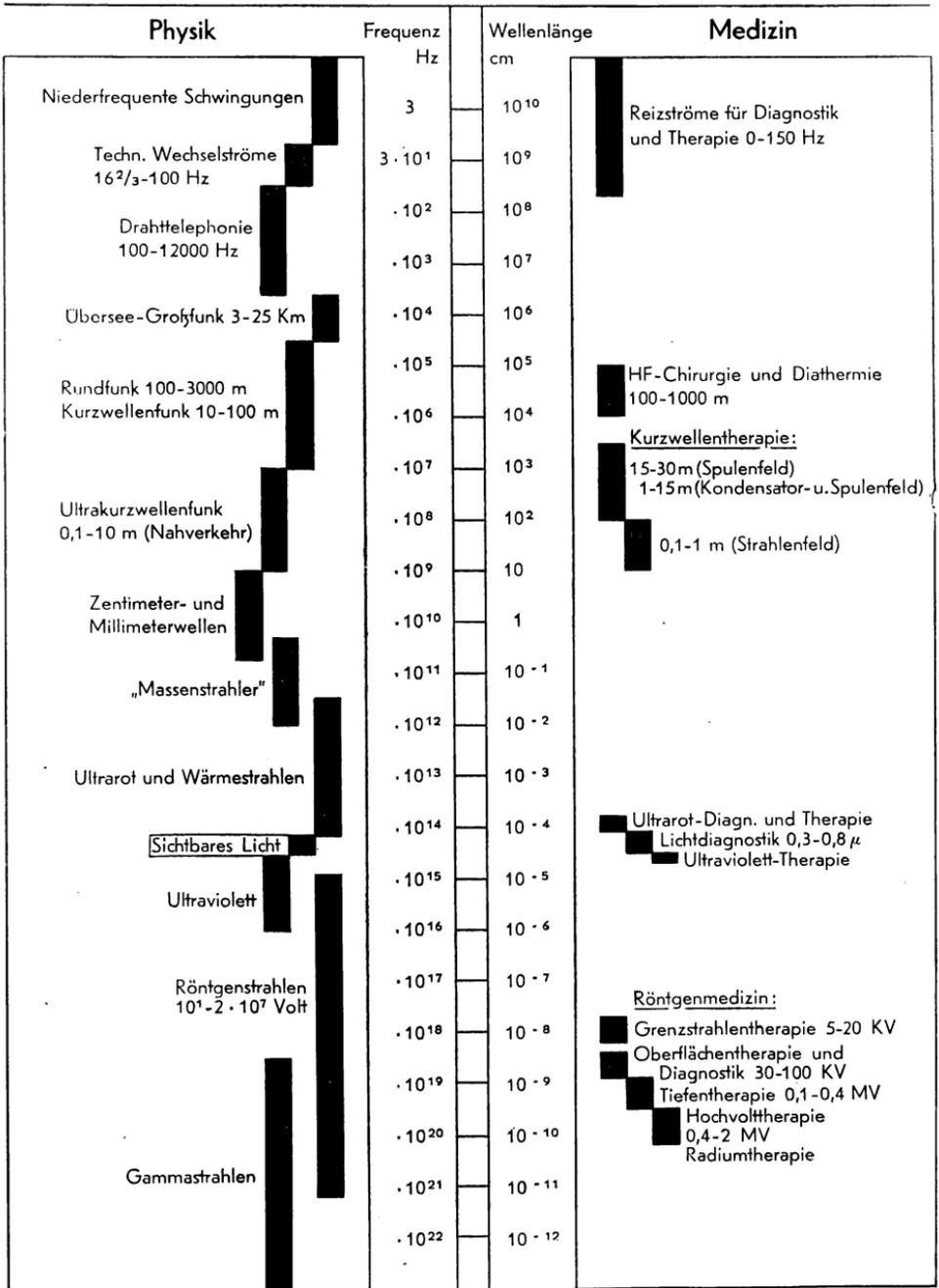
2) Von dem Entdecker Sudeck jetzt als Ausdruck der kollateralen Heil-Entzündung erkannt.

Es sind also auch bei der Behandlung der örtlichen Erfrierungen, selbst wenn es noch nicht zu Infektionen und zu Allgemeinwirkungen gekommen ist, eine Reihe von intern-medizinischen Fragen zu beantworten. Es führt zu einer unzulänglichen Beurteilung, wenn man sich mit der „Feststellung“ der üblichen drei Grade der Erfrierung (Erythem, Blasenbildung, Nekrose) begnügt. Diese Unzulänglichkeit kann aber zu ungeeigneten therapeutischen Entscheidungen führen.

Die **Wärmebehandlung** der Erfrierungen kann sowohl als eine homöotherapeutische als auch als eine allotherapeutische Maßnahme aufgefaßt werden. Das „Simile“ liegt darin, daß auch eine elektromagnetische Strahlung angesetzt wird, das gleiche Agens, das den Schaden verursacht hat, aber in einer anderen „Dosis“. Diese Dosis muß immer sehr behutsam gewählt werden. Jede Überschreitung der Minimaldosis der günstigen Wirksamkeit kann den gegenteiligen Erfolg auslösen. Das „Kontrarium“ liegt in den Begriffen Wärme gegen Kälte, wobei es sich jedoch im Grunde doch auch nur um eine Dosisfrage handelt. Auch der Organismus beantwortet die Kälteeinwirkung zunächst mit Abkühlung, d. h. mit Blutabspernung in dem betroffenen Gliede, dann aber im Gegenstoß, allerdings nur unter der nachfolgenden Wiedererwärmung mit der aktiven Wärmezufuhr der Hyperämie: mit der Lösung des Gefäßkrampfes. Diese ist auch das Ziel der Behandlung.

Bei den früher üblichen Verfahren der Wärmebehandlung wird die Wärme von der Haut her angesetzt. Hierbei ist es nötig, eine große Wärmemenge zuzuführen, um den Wärmeschutz der Haut und des Unterhautfetts überwindend eine Erwärmung der tiefer gelegenen Blutbehälter und Gewebe und eine Wärmereflexwirkung über die sensiblen Hautnerven zu erzielen. Diese Wärmeangriffe auf die Haut mit heißem Wasser, Luft, Paraffin oder, wie es jüngst Arnold empfohlen hat, mit heißem Kohlensäurestrom, um eine aktive Hyperämie der akralen Glieder herbeizuführen, ist bei den kältegeschädigten Händen und Füßen sehr unzweckmäßig, weil hier die Haut meist schwer erkrankt, gegen jeden Eingriff sehr empfindlich ist und tunlichst trocken gehalten werden sollte. Daher sind auch die anfangs von uns gebrauchten Wechselbäder und sogar die Salbenverbände

## Spektrum der elektromagnetischen Schwingungen.



Diese Tafel zeigt den Platz der Kurzwellen unter den elektromagnetischen Schwingungen.

nicht zu empfehlen. Sie führen leicht zu einer Flüssigkeitsverhaltung, zu feuchter Gangrän, zur Beförderung der Infektion in den geschädigten Teilen, während sich bei trockener Wärme die Abgrenzung der endgültig abgestorbenen Teile nahezu reaktionslos vollziehen kann.

Hitzeanwendung an der Haut führt auch anstatt zu der erhofften Lösung der Gefäßkrämpfe zu neuer Gefäßkontraktion, also zum Gegenteil dessen, was von der Wärmetherapie erwartet wird. Von solcher Hauterwärmung wäre ein günstiger Erfolg nur zu erhoffen, wenn sie wie bei den aufsteigenden Armbädern Hauffes von den gesunden Teilen her durch Kollateralwirkung auf die geschädigten Glieder einwirken würde. Solche aufsteigende Teilbäder müßten also bei Erfrierungen an den Füßen vom Unterarm aus, bei Erfrierungen an den Händen vom Unterschenkel aus angesetzt werden.

Einfacher ist es, mit den Kurzwelldurchflutungen eine gelinde Tiefenerwärmung in der optimalen Zone von  $32-34^{\circ}$  Hautwärme unmittelbar auf die geschädigten Glieder einwirken zu lassen. Erhöht man die Frequenz des hochfrequenten Wechselstroms von der Langwellendiathermie ( $3 \times 10^5-10^6$  Hz, Wellenlänge 1000—300 m) um zwei Zehnerpotenzen zu Kurzwellenströmen ( $1,5 \times 10^7$  bis  $3 \times 10^8$  Hz, Wellenlänge 20—1 m) im Mittel, wie bei uns meist gebraucht mit einer Frequenz von  $5 \times 10^7$  Hz, Wellenlänge 6 m, so ist es möglich, mit diesen hochfrequenten Wechselströmen beträchtliche dielektrische Schichten wie Luft, Glas, Gummi zu überbrücken. Das gewährt die für die Behandlung von Erfrierungen so außerordentlich wertvolle Möglichkeit, die erwärmenden Kraftfelder oder Ströme in der Tiefe, d. h. in Muskeln und Gefäßgeflechten durch Haut und Unterhautfettgewebe hindurch ohne jede Berührung der Haut, auch ohne Erhitzung der Haut, sogar durch Verbände und Umhüllungen hindurch wirksam werden zu lassen. Bei richtiger gelinder Abstufung dieser Erwärmung reagieren die erkrankten Glieder mit einer besseren Durchblutung. Diese gibt sich dem Kranken in einem wohltuenden Wärmegefühl — ohne schmerzhaftes Brennen — und in einer rasch sich bessern- den aktiven Beweglichkeit der vorher versteiften Glieder kund.

In unserer Beobachtung waren die Kranken wie in Mosers Behandlung stets mit der Einwirkung der KW-Durchflutungen sehr zufrieden. Sie fühlten sich wohltätig beeinflusst. Dies kam auch in einer schnelleren Abgrenzung der Nekrosen, in einer guten Ablösung der nekrotischen Zehenglieder, in einer flotten Granulation der nach Abstoßen der Nekrosen verbliebenen Wundflächen und in rascher Überhäutung und Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit bei nicht allzu schweren Ausfällen der erfrorenen Glieder zum Ausdruck. Anfangs ist es gut, die Kranken durch ruhigstellende Verbände vor frühzeitigem Gebrauch der Glieder und vor der Entstehung ischämischer Kontrakturen zu bewahren (Seifert). Später konnten neben den KW-Durchflutungen Bewegungsübungen und sehr vorsichtige Massagen die Durchblutung weiter fördern.

Von dem günstigen Einfluß der KW-Durchflutungen auf die Beseitigung der venösen Stase und auf die Besserung des kapillären Blutumlaufs in den akralen kältegeschädigten Teilen konnten wir uns auch durch kapillaren-mikroskopische Untersuchungen überzeugen.

Manche Kranke waren besonders durch die rasche Wiederkehr der Beweglichkeit in den bis dahin verkrampften erfrorenen Händen freudig überrascht. Leider war es uns nicht möglich, ganz frische Erfrierungen unter dieser Behandlung zu beobachten. Es ist anzunehmen, daß in den ersten Tagen nach dem Kälteschaden der Erfolg ein noch durchschlagenderer sein kann als bei unseren Kranken, die erst mindestens 2—4 Wochen nach der Erfrierung und nach einer längeren Überführung in unsere Behandlung kamen. Gerade im Beginn der Schadensentwicklung wird der volle Erfolg der Hyperämie durch die KW-Tiefenerwärmung zu erwarten sein, ihre schmerzstillende, auflösende, aufsaugende, ernährende und bakterientötende bzw. bakterien schwächende Wirkung (nach Bier).

Der schmerzstillende Erfolg ist von besonders großer Bedeutung. Das hat Moser durch „vergleichende Behandlung“ feststellen können. Er schildert es als ein eindrucksvolles Bild, wenn in einem Krankensaal die eine Bettreihe — die mit KW behandelte — ruhig, schmerzfrei, schlafend zu sehen war und von der anderen Bettreihe — der nicht mit KW behandelten — das Stöhnen zu hören war und die Bitte, doch

endlich auch „bestrahlt“ zu werden. Dieser Versuch konnte abgebrochen werden, da der Erfolg überzeugend war. „Hätte die Behandlung mit KW keinen anderen Erfolg als diesen, Erleichterung und Schmerzfreiheit zu bewirken, müßten wir uns zur Anwendung veranlaßt sehen. Dazu kommt noch die Beschleunigung des Heilvorganges, Verkürzung des Krankenaufenthaltes und raschere Wiedereingliederung in den Arbeitsprozeß bzw. Einrücken zum Truppenteil.“

Bemerkenswerterweise konnte durch diesen Erfolg der KW-Durchflutungen von der Verordnung von Narkotizis auch bei uns häufig Abstand genommen werden. Das ist sehr wichtig, weil Morphingewöhnung stark die Beobachtung der Kälteschäden beeinträchtigt. Außerdem führt, wie Goldhahn betont, abgesehen von der Gefahr des Morphinismus, dieses Mittel zu Gefäßkrämpfen und würde daher sein Einfluß „unseren sonstigen Behandlungsbestrebungen zuwiderlaufen“.

So war auch in den von uns beobachteten späteren Stadien der schmerzstillende Einfluß der KW-Durchflutungen oft noch sehr bemerkenswert. Die Erweiterung der Arterien infolge der mit den KW erzielten Molekularbewegung erzielt so einen ähnlichen Erfolg wie die bei den Erfrierungen häufig versuchte Sympathektomie oder Novokaininfiltration der sympathischen Geflechte. Man kann sich auch nach der Debyeschen Dipoltheorie gut vorstellen, daß es zu einer durchgreifenden und nachhaltigen Erwärmung im Gewebe und im Blute kommt, wenn im Bereich der durch die hochfrequenten Wechselströme induzierten Wirbelströme (im Spulenfeld z. B.) in den erkrankten Teilen die großen Eiweißmoleküle als Dipole gezwungen werden, viele millionenmal in der Sekunde wechselnde Kehrtwendungen auszuführen.

In den späteren Stadien und wenn es schon zu Abgränzungen oder gar zu Infektionen auf ungünstigen weiten Transporten gekommen ist, machen sich als Folgen der Durchblutungsverbesserung bei der KW-Behandlung zwei beachtenswerte Erscheinungen geltend, die Vorsicht erheischen, aber nur vorübergehend dazu nötigen, die KW-Durchflutungen abzusetzen oder mindestens die Intensität der Anwendungen noch weiter herabzusetzen. Das sind erstens Blutungen in die Verbände. Sie traten zuweilen unmittelbar nach der ersten Durchflutung,

etwa im Anschluß an einen längeren Transport, auf. Sie sind leicht erklärlich durch die Eröffnung der arteriellen Strombahn, wenn an der Demarkation schon die Kontinuität der Gewebe gestört ist. Zweitens zeigte sich bei bereits entzündeten und geschwollenen Geweben infolge der durch die KW beförderten Durchblutung und damit verbesserten Resorptionsmöglichkeiten eine Aktivierung der entzündlichen Vorgänge mit vorübergehender Schmerzhaftigkeit, erneuter Schwellung und Fieber. Hier gilt es, vorsichtig und zurückhaltend zu sein! Die Reaktion muß erst ausklingen, ehe weitere Entschlüsse gefaßt werden. Die KW-Durchflutungen können nach einer Pause wieder fortgesetzt werden, wie ja auch sonst entzündliche und sogar eiterige Prozesse erfolgreich mit KW behandelt werden. Schliephake erwartet sich davon eine gefäßabdichtende Aktivierung der Kalzium-Ionen. Er betont, daß der Arzt immer den Zustand seiner KW-behandelten Kranken überwachen muß. Aber er bestätigt, daß „die Erweiterung der Kapillaren und Arteriolen, die im Bereich des KW.-Feldes oft fast augenblicklich eintritt, durch starke aktive Hyperämie besonders günstige Durchblutungsverhältnisse schafft“. Bürkmann hat zuerst bei Kälteschäden die KW-Behandlung mit Erfolg versucht, ausgehend von dem Gedanken, damit die entzündlichen Reaktionserscheinungen in den erfrorenen Gliedern am besten beseitigen zu können. Cignolini hat im albanischen Feldzug im Frühjahr 1940 auch in späten Stadien von schweren Erfrierungen mit Behandlung im Kondensatorfeld und Anwendung der Schliephakeschen Glaselektroden auf größerem Hautabstand von ca. 10 cm sehr günstige heilungsbeschleunigende Erfolge erzielen können. Moser rühmte die rasche Schmerzstillung und sah sich unter 632 Fällen verschiedener Stadien von Erfrierungen, darunter auch ganz frischen, nur zweimal genötigt, noch Absetzungen vorzunehmen. Auch er rät zur Trockenbehandlung in den leichten ruhigstellenden Verbänden unter Anwendung von Marfanil-Prontalbin-Puder. Über die neuen Elektroden zur KW-Durchflutung im Spulenfeld und im Kondensatorfeld für die Behandlung von erfrorenen Füßen und Händen und ihre physikalische Begründung wird Herr Dr. phil. nat. habil. J. Pätzold Näheres berichten.

Über diese KW-Behandlung sind noch einige Besonderheiten anzufügen: Die Dauer der Behandlung soll durch eine gewisse Erprobungszeit bestimmt werden. Allzu kurzdauernde Durchflutungen unter fünf Minuten Dauer werden von Kowarschik als „symbolische Handlung“ bezeichnet und sind daher wohl wertlos. Nach anfänglich kurzdauernder Erprobung in der Dauer von 5—10 Minuten soll zu einer täglichen Behandlungsdauer von 15—20 Minuten vorgeschritten werden. Belastung von 18—20 Volt am Ultratherm, mit geringen Stromstärken. Die Durchwärmung darf trotz der Neigung der Kranken zu einer wirklich spürbaren Wärme doch über eine gelinde, zu einer wirklich spürbaren Wärme doch über eine gelinde, eben wahrnehmbare Erwärmung nicht hinausgehen. Immer ist der Stromkreis des Kranken sorgsam abzustimmen. Die Kranken müssen während der Behandlung — am besten in einem Liegestuhl ausgestreckt ruhend — ärztlich überwacht bleiben und sollen angehalten werden, daß sie Schmerzen oder Brennen sofort angeben. Es ist immer mit einer paradoxen Reaktion der erkrankten Gefäße zu rechnen. Dann muß eine Pause in der Behandlung eingeschoben und der Allgemeinzustand wie die Blutreaktion überwacht werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Ernährung: Mangelzustände begünstigen die Entstehung der Erfrierungen und halten die Heilungsvorgänge auf. Es ist daran zu erinnern, daß allein mit Vitamin B<sub>1</sub>-Zufuhr die Heilung von Frostschäden versucht worden ist (Champy nach Moser, Roth). Akrozyanose wird zur Vitamin B<sub>1</sub>-Zufuhr (z. B. Betaxin-Injektionen) Anlaß geben. Zweckmäßig ist es auch, ein gutes Trockenhefe-Präparat neben Vitamin C zu verabreichen und zum Fettschutz der Zellen einen etwa bestehenden Lipoidmangel durch entsprechende Ergänzung der Kost auszugleichen.

Besonders kälteempfindliche Körperverfassung nach Verwundung, im Fieber, besonders bei und nach Fleckfieber, bei Anämie ist durch besondere Behandlungsmaßnahmen zu verbessern. Sehr wichtig, aber schwierig durchzuführen, ist die Vermeidung der Nikotinschäden. Denn das Nikotin wirkt als das schwerste Krampfgift für die glatte Muskulatur all den Maßnahmen entgegen, die auf eine Erschlaffung und Erweite-

rung der kälteverkrampften Arterien, Arteriolen und Kapillaren hinzuwirken suchen.

Endlich ist der unverkennbare seelische Einfluß der KW-Durchflutungen hervorzuheben. Es wäre falsch, diese Frage mit den Worten abzutun, daß die KW-Behandlung nur einen seelischen, suggestiven Einfluß ausübe, wie das wohl so mit geringschätziger Verkennung der physikalischen und der psychischen Kräfte schon geäußert worden ist. Wer die Einflüsse des autogenen Trainings nach J. H. Schulz kennt, weiß, daß es kaum eine eingreifendere Einwirkung auf die periphere arterielle Durchblutung und Erwärmung der Glieder gibt, als eben die seelische auf die vegetativ-nervöse Versorgung. Wagner hat bei der Behandlung des posttraumatischen Ödems, das in engen Beziehungen zu dem Ödem der Erfrierung steht, dem psychogenen Einfluß den Vorrang vor der Sympathektomie eingeräumt. Liebau hat eindrücklich auf die von den affektbetonten seelischen Vorgängen ausgehende nervöse Regulation des Herz- und Gefäßtonus hingewiesen. Volkmann und Eissing bestätigen den Einfluß der Psychotherapie auf die Hautdurchblutung bei der hypnotischen Warzenbehandlung. Die vasomotorische und trophische Versorgung der Glieder besonders in der Peripherie ist zu einem sehr großen Teil von der größtenteils unbewußten seelischen affektiven Beeinflussung abhängig. Es ist daher sehr wichtig, daß in den Kranken neben dem leisen Gefühl der Erwärmung unter den KW auch die Erwartung und eine gläubige Gewißheit der wärmespendenden Hilfe zum Erlebnis wird. Physikalische und psychotherapeutische Wirkung werden sich so am besten zu einem förderlichen Erfolg gesellen. Andererseits werden Angst und Befürchtungen der Wiederherstellung des Blutumlaufs und der Leistung nur hinderlich sein können.

Von allen therapeutischen Einflüssen bleibt der psychische Antrieb gerade im Bereich der vegetativen vasomotorischen und trophischen nervösen Funktionen der wirksamste. Eine Behandlungsweise, die so wie die KW-Durchflutungen sich durch ihre schnell schmerzstillende Wirkung auszeichnet, die auch rasch die Leistungsfähigkeit verbessert und die Heilungsvorgänge sichtbar fördert, wird bei richtiger Handhabung und behutsam ärztlich gelenkt ihren günstigen psychotherapeutischen Wert be-

haupten. Dieser muß sogar beim Behandlungsplan mit in Rechnung gezogen werden. Die direkte physiologische oder biologische Wirkung wird dadurch nicht beeinträchtigt, aber in wertvoller Weise ergänzt, wenn auch gerade dieser seelische Anteil einer Behandlungsmethode in den Lehrbüchern am wenigsten berücksichtigt und erörtert zu werden pflegt.

Die Verhütung der Frostschäden durch vorbeugende Vorkehrungen leitet sich aus dem Gesagten ab: frühzeitige Gewöhnung an Wärmewechsel, bei vollwertiger Ernährung und, wo es nottut, Zufuhr von Ergänzungsstoffen; Trockenhalten der Endglieder und Wärmeschutz, wo eine Metallberührung nicht zu vermeiden ist; Fernhalten von Nässe jeder Art: frostkalter Schnee ist weniger gefährlich als Schmelzwasser, Nässe und Wind sind stärker schädigend als windstiller trockener Frost. Jeder Druck, der die freie Durchblutung besonders an den distalen Gliedabschnitten behindert, wird Erfrierung begünstigen. Die Erwärmung nach einer Kälteschädigung muß sehr vorsichtig und langsam vor sich gehen. Das beliebte und früher viel empfohlene Abreiben mit Schnee ist wegen der dabei unvermeidlichen nassen Kälteschädigung zu unterlassen. Reiben ist wegen der Gefahr der Gefäßinnenwandschädigung und der Thrombosen nur sehr behutsam und außerdem immer trocken anzuwenden. Besser ist lockere Umhüllung mit abgeschlossenen Lufträumen. Manche unserer Kranken haben ihre Erfrierung unter der gefäßlähmenden Nachwirkung von verhältnismäßig kleinen Alkoholmengen, oft bei langem Stehen oder Sitzen in der strengen Kälte erlitten. Starke Nikotineinwirkung ist auf jeden Fall, wie schon das Aussehen der Gesichtshaut solcher Kranker zeigt, der peripherischen Durchblutung gar nicht förderlich. Sie begünstigt vielmehr sowohl die Spontangangrän wie die Frostgangrän.

Die Kurzwelldurchflutungen sind ein sehr zweckmäßiges Heilverfahren zur Beseitigung der Folgen von Kälteschäden an Nerven, Gefäßen und Muskeln und zur Tiefenerwärmung von Blut und Geweben. Zentral und peripherisch wird dadurch unter Mitwirkung der psychischen Einflüsse die mechanisch-kinetische Energie der Herztätigkeit wie die potentielle Energie des Gefäßtonus geordnet. Dazu tragen auch die humoralen Ein-

flüsse der histaminähnlichen Abbauerzeugnisse infolge der Aufsaugung von den geschädigten Partien her bei. Darauf ist besonders in den späteren Zuständen der Folgen eines solchen Kälteschadens zu achten.

Die Kurzwellen sind eine Errungenschaft und ein vertrautes Gebiet der heutigen Jugend. Es wird vielleicht nicht ganz mit Unrecht behauptet, daß der früh einsetzende Hochwuchs der Jugend unserer Zeit zum großen Teil den Anregungen durch die mit Nachrichten-KW weithin und reichlich ausgestreuten Energien zu verdanken sei. Wie sich das auch weiterhin herausstellen mag — bei der Behandlung der Erfrierungen haben sich die KW-Durchflutungen als eine brauchbare Hilfe zur Behandlung bewährt, die bei rechtzeitiger und behutsamer Anwendung sicher dazu geeignet ist, viele Geschädigte vor folgenschweren Verstümmelungen zu behüten, ihnen Schmerzen zu ersparen und den Heilungsvorgang, damit auch die Wiederherstellung der Einsatzfähigkeit, beschleunigend in die richtigen Bahnen zu lenken. Sorgen wir dafür, daß dieses wunderbare Geschenk der neuzeitlichen Elektrotechnik zur Behandlung frostgeschädigter Soldaten frühzeitig und ausgiebig verwertet werden kann.

### Schrifttum.

- Arnold, A.: Zeitschr. f. Rheumaforschung. 1942. 150.  
Bucky, G.: Dtsch. med. Wochenschr. 1915, Nr. 16. — Strahlentherapie **7**, 261 (1916).  
Bürkmann: Dermatolog. Wochenschr. 1934. 622.  
Cignolini, P.: Internat. Kongr. f. Physik, Biol. u. Medizin, Wien 1937. 12.—17. Juli. — Giorn. di medica militare **7** (1939). — Minerva medica **31**, II, Nr. 50 (1940).  
Girardier, J. de: Presse méd. 1941, Nr. 44.  
Goecke, C. A.: Münch. Med. Wochenschr. 1942, Nr. 24, 542.  
Goldhahn, R.: Med. Welt 1941, 1173.  
Gruner, R.: Ergebnisse d. physikal. diätet. Therapie **1**, 75 (1939).  
Jung, A., und Fell, H.: D. Zeitschr. f. Chir. **255**, H. 3—6.  
Kowarschik, J.: Kurzwellentherapie, 2. Aufl. Wien 1940. — Münch. Med. Wochenschr. 1940, 1085. — 1942, 378.  
Lampert, H.: Med. Welt 1937, 571.  
Laqueur, A.: Leitfaden der Diathermiebehandlung. Berlin 1926, 99.  
Liebau, G.: Münch. Med. Wochenschr. 1942, 577.  
Matheis, H.: D. Deutsche Militärarzt 1942, 153.

- Moser, H.: Deutsche Med. Wochenschr. 1942, 549.
- Nagelschmidt, F.: Lehrbuch der Diathermie, 3. Aufl. Berlin 1926, 263.
- Pätzold, J.: Fortschr. d. Hochfrequenztechnik, Bd. II. Leipzig 1942.
- Roth, K.: Hippokrates 1942, 413.
- Schade, H.: Körperschädigungen durch die Umweltkälte im Handb. d. norm. u. path. Physiologie, Bd. **17** (1926), 417.
- Schliephake, E.: Kurzwellentherapie, 3. Aufl. Jena 1936.
- Schultz, J. H.: Das autogene Training, 3. Aufl. Leipzig 1937, S. 53 ff.
- Selig: Monatsschr. f. Unfallheilkunde 1911, Nr. 8.
- StaeHELIN, R.: Erkrankungen durch thermische Einwirkungen. Handbuch der inneren Medizin, Bd. **4**, II, 1397 (1927).
- Stein, E.: Berliner klin. Wochenschr. 1915, Nr. 16.
- Strauch, W.: Elektrotherapie, f. Kurzwellentherapie in Lamperts Physikalische Therapie. Dresden u. Leipzig 1938, S. 137 ff.
- Volkmann, H., und Eissing, K. W.: D. Deutsche Militärarzt 1942. 314.
- Wagner, W.: Therapie der Gegenwart 1941, 120.
- Wittek: Münch. Med. Wochenschr. 1915 (feldärztl. Beilage).

# 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): Jamin Friedrich

Artikel/Article: [Die wissenschaftlichen Grundlagen der Behandlung der Erfrierungen mit Kurzwellendurchflutungen. A. Kälteschäden und Wärmebehandlung mit besonderer Berücksichtigung der](#)

Kurzwellen 77-101