

Zeitschrift: Allgemeine schweizerische Militärzeitung = Journal militaire suisse = Gazetta militare svizzera

Band: 90=110 (1944)

Heft: 1: Wehrmedizinisches Sonderheft

Artikel: Kälteschäden im Kriege

Autor: Baumann, Ernst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-19001>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Meine kurzen Darstellungen sind skizzenhaft. Sie beabsichtigen, darauf hinzuweisen, dass auch der schweizerische Offizier sich mit der seelischen Betreuung der Untergebenen befassen muss, dass jeder an seiner Stelle nach seinen Kräften dazu beitragen muss, damit wir im Ernstfalle über eine Armee verfügen, die auch in seelischer Hinsicht kriegsgenügend ist.

Kälteschäden im Kriege

Von Major *Ernst Baumann, Langenthal,*

Man stellt «*allgemeine Kälteschäden*» des menschlichen Körpers den örtlichen Kälteschäden gegenüber. Im einen Falle versteht man darunter die Abkühlung des Organismus und besonders seiner allgemeinen Bluttemperatur so weit unter die Norm, dass dadurch Schaden entsteht. Dagegen sind beim *örtlichen Kälteschaden* nur einzelne der Abkühlung besonders ausgesetzte Körperteile betroffen, z. B. Füsse und Hände, Nase, Ohren.

Das von früher her gewohnte Wort «*Erfrierung*» ist wohl anschaulicher, verbindet sich aber leicht mit unrichtigen Vorstellungen, denen man aus theoretischen und praktischen Gründen entgegentreten muss. Sowohl der allgemeine, wie der örtliche Kälteschaden sind keineswegs an Gefriertemperaturen von ± 0 Grad oder darunter gebunden.

Die *allgemeine Unterkühlung*, wie man zutreffend den allgemeinen Kälteschaden nennt, erreicht verhältnismässig bald Temperaturgrade, aus denen der Organismus nicht mehr dem Leben zurückgewonnen werden kann. Rettung eines Menschen mit Rectaltemperaturen von $24-25^{\circ}$ ist nur ausnahmsweise möglich. Die tiefste Temperatur, die am noch lebenden Menschen beobachtet wurde, ist $22,5^{\circ}$ (*Killian*). Dass eine solche allgemeine Unterkühlung bei mangelhaftem Kälteschutz, unter Mitwirkung von Nässe, Wind, Krankheit, Verwundung, Blutverlust, Erschöpfung bei Temperaturen über 0 Grad eintreten kann, liegt auf der Hand. Weniger bekannt und nicht ohne weiteres verständlich ist aber die Tatsache, dass auch örtliche Kälteschäden durchaus nicht nur bei Frosttemperaturen vorkommen. Natürlich sind Temperaturen um ± 0 Grad und darunter ebenfalls und besonders geeignet, örtliche Kälteschäden zu setzen.

Es kann bei tiefen Temperaturen zu glashartem Gefrieren der Körpergewebe kommen. Für das *Wesen des örtlichen Kälteschadens* besonders charakteristisch sind aber zwei Beobachtungen.

1. Gefriert ein Gewebsbezirk etwa unter Einfluss der Verdunstungskälte von aufgespritztem Chloroethyl, so wird die vereiste Zone unempfindlich gegen Schmerz. Nach dem Auftauen, das unter einem Schmerz erfolgt, kehrt die Empfindung jedoch sofort zurück und das Gewebe erscheint vollkommen unbeschädigt. Wäre eine nennenswerte Beschädigung vorhanden, so müssten mit Bestimmtheit bei Abszessseröffnungen fortschreitende Entzündungen eintreten. Dies ist nicht der Fall.

2. Soldaten, die bei Temperaturen noch über 0 Grad in Wasser stehen, sich mit nasser Fussbekleidung in Wind und Wetter aufhalten müssen, können örtliche Kälteschäden erleiden, welche zu schweren, monatelang anhaltenden Zirkulationsstörungen, zu Atrophien, Kontrakturen, zu dauernder Ueberempfindlichkeit gegen Kälte, selbst zu Spätgangrän führen. Die anatomisch erkennbaren Veränderungen betreffen in den untersuchten Fällen die Gefässe, ihre nervösen Elemente, ihre Endothelien. Veränderungen, die genau denen der Endarteritis obliterans *Bürger* gleichen und die progradient sein können, werden dabei beobachtet. Diese Veränderungen können an niemals gefrorenen Gliedern schwerer und verderblicher sein, als an solchen, die glashart gefroren waren und die sich unter Umständen völlig erholen können.

Wir müssen aus diesen Tatsachen die Schlussfolgerung ziehen: Auch örtliche Kälteschäden sind nicht an Frosttemperaturen gebunden. Die Vereisung der Gewebe ist *nicht* das wichtigste, typische. Der örtliche Kälteschaden beruht in seinem Wesen ganz überwiegend auf Schädigung der Gefässe, insbesondere des Endothels und der nervösen Elemente.

Nach dieser Gegenüberstellung der allgemeinen Unterkühlung und des örtlichen Kälteschadens verdienen sie einzeln und in ihren Zusammenhängen Interesse.

Die *allgemeine Unterkühlung* bedroht schwer und verhältnismässig schnell das Leben. Wenn Wohnung und Kleidung das Wärmegefälle nicht mehr in ausgleichbaren Grenzen zu halten vermögen, so treten Abwehrmassnahmen des Organismus in Tätigkeit. Sie können nur auf zwei Grundsätzen beruhen, nämlich in Zufuhr von Wärme in Form von physikalischen Kalorien oder von potentieller Energie der Nährstoffe sowie in Verminderung der Wärmeabgabe



Bild 1

(nach Pastellbild von Oblt. Leutenegger)

Erfrierung und trockener Gewebstod der vier Langfinger der linken Hand.
Beginnende Demarkation des gangränösen Gewebes. Es ist charakteristisch,
dass der Daumen oft verschont bleibt

nach aussen. Die Extremitätspitzen mit ihrem geringen Volumen und ihrer grossen Oberfläche geben verhältnismässig sehr grosse Wärmemengen ab. Ausserdem sind sie durch ihre Lage und ihren Arbeitsgebrauch besonders gefährdet.

Ueber die besondere Gefährdung gibt eine Zusammenstellung O. Kohlers über seine Beobachtungen Auskunft (Bild 2, Tabelle).

Häufigkeit örtlicher Kälteschäden

Zusammenstellung O. Kohler, Zbl. Chir. 1942 Nr. 45:

Füsse allein	82 %
Hände allein	4 %
Hände und Füsse zugleich	12 %
Gesicht	1 %
Gliedmassen und Gesicht zugleich ...	1 %

Bild 2 (Tabelle)

Einen Begriff von der *Bedeutung der Wärmeabgabe in peripheren Bezirken* gibt die Tatsache, dass bei experimenteller isolierter Unterkühlung der Beine in der Nähe der Vena cava Unterkühlungszonen von 26° mit Thermoelementen gemessen worden sind (Kilian). Die Wärmeabgabe wird vermindert, wenn weniger Blut in die kalten Aussenbezirke strömt und von dort abgekühlt ins Körperinnere zurückgelangt. Gesteuert durch den Sympathicus, findet eine gewaltige Verlagerung der Hauptblutmenge in diesem Sinne statt, sobald die peripheren Bezirke des Körpers unter Kälteeinwirkung stehen. Damit wird nun freilich die Abkühlung der Gesamtblutmenge und der zentralen Körperpartien verlangsamt. Allein der Kälteeinfluss in den Aussenbezirken macht sich in den dortigen Geweben nun in vermehrtem Masse geltend, weil ihnen mit den spärlichen zirkulierenden Blutmengen nur wenige Kalorien zugeführt werden. So kann es dazu kommen, dass dem Bestreben des Organismus, die allgemeine Unterkühlung und die unmittelbare Lebensbedrohung aufzuschieben, Glieder geopfert werden, indem sie durch rücksichtslose Sperrung der Wärmezufuhr der schwersten örtlichen Kälteschädigung preisgegeben werden.

Diese Verhältnisse sind so deutlich und übersichtlich, dass schon hier eine Bemerkung über die pharmakologische Beeinflussungsmöglichkeit dieser Blutverteilung eine Streitfrage abklären kann. Pharmaka, welche die peripheren Gefäße erweitern, vermögen die Peripherie länger warm zu halten, hemmen also die örtlichen Kälteschäden, beschleunigen aber dadurch die lebensbedrohliche allgemeine Unterkühlung. Eine Rolle spielt hierbei der Alkohol, der zum Beispiel in der russischen Armee zur Tagesration gehören soll. Diese Frage darf nicht unter Einfluss des Affektes beurteilt werden, wie es durch Alkoholfreunde und -gegner manchmal geschieht. Die Gefahr ist offenkundig, unbestreitbar. Allein ebenso offenkundig ist die Tatsache, dass die Russen in der Prophylaxe der Kälteschäden Erfahrung haben, wie sonst niemand, und dass sie sicher an kleinen Alkoholdosen nicht ohne guten Grund festhalten. Des Rätsels Lösung ist, glaube ich in folgenden Umständen zu finden:

1. Der Alkohol wird möglichst mit heißen Getränken genossen, die eine Kalorienzufuhr bedeuten.
2. Der Alkohol selbst enthält potentielle Energie, die im Körper durch Oxydationsvorgänge rasch als Wärmequelle dienen kann.
3. Hauptsächlich: Die Aufhebung der peripheren Anaemie kann dadurch vorteilhaft sein, dass sie den örtlichen Kälteschaden zu hemmen vermag und sie kann gleichzeitig unschädlich sein, weil der Schutz vor allgemeiner Unterkühlung genügend ist.

Beispiel: Ein gegen Kälte gut geschützter Mann bedient eine Waffe oder ein Gerät, welches das Tragen dicker Handschuhe nicht gestattet. Er ist wenig durch allgemeine Unterkühlung gefährdet, wohl aber durch örtliche Kälteeinwirkung und — durch den Feind. Wir haben mehrere solche Fälle mit örtlichen Kälteschäden gesehen. Bild 1 könnte von einem solchen stammen. Die besprochenen Wirkungen des Alkohols sind somatischer und psychologischer Natur. Dass sie nur einen kleinen Ausschnitt aus «Himmel und Hölle» der Alkoholwirkung darstellen, soll nicht verkannt werden.

Die Zufuhr von Kalorien zum Organismus durch heiße Flüssigkeit und heiße Nahrung ist an ziemlich enge Grenzen gebunden. Wichtiger ist die Nahrungsaufnahme und -verwertung für die Wärmebildung im Körper selbst auf Grund des Energieumsatzes in der Muskulatur. Das Bewegungsbedürfnis zu Beginn des Frierens und die Wirkung willkürlicher Muskeltätigkeit sind allgemein bekannt. Ebenso steht es mit dem «Schlottern vor Kälte», mit dem unwillkürlichen Zittern, welches auf dem Wege über den Sympathicus ausgelöst wird.

wenn die willkürliche Bewegung nicht genügt und wenn sie gehemmt ist.

Sinkt die allgemeine Körpertemperatur trotz des Blutrückzuges aus der kältebedrohten Peripherie und trotz der Wärmebildung durch die Muskeltätigkeit weiter, so treten sehr bald schwere Folgen im Gesamtorganismus auf. Der Drang zu willkürlicher Bewegung hört auf und wird von Bewegungsunlust und Schläfrigkeit abgelöst. Das unwillkürliche Zittern hört ebenfalls auf. Die Reflexregbarkeit sinkt und gleichzeitig tritt eine eigenartige Schwäche der Muskulatur auf. Beide Veränderungen sind die Ursache einer Bewegungsunsicherheit, die an den torkelnden Gang Betrunkener erinnert. Atmung und Puls werden langsam. In Schläfrigkeit und Mattigkeit beginnt der Unterkühlte zu phantasieren, wird mehr und mehr benommen. Kreislaufschwäche mit Blutdrucksenkung gehen mit völligem Zusammenbruch in Bewusstlosigkeit über. Eine Tabelle (Bild 3) veranschaulicht die Reihe dieser Erscheinungen in etwas schematischer Weise, denn die Ereignisse folgen sich nicht nur, sondern Kreislaufveränderungen und Bewusstseinsstörungen gehen natürlich über längere Abschnitte parallel. Hat die Senkung der allgemeinen Körpertemperatur einen gewissen Grad erreicht, so ist eine Erholung nicht mehr möglich.

<i>Allgemeine Unterkühlung</i>		
<u>Rektaltemp.</u>	<u>Erholungsmöglichkeit.</u>	<u>Folgeerscheinungen.</u>
29°—31°	Regel	Schlafsucht Verschwinden der Reflexe Störung der Koordination Myasthenie Untererregbarkeit Verlangsamung von Atmung und Puls Phantasien
24°—25°	Rettung beobachtet	Blutdrucksenkung Benommenheit
22,5°	Tiefste am Lebenden beobachtete Temperatur	Bewusstlosigkeit Kollaps

(Killian, Zbl. Chir. 1942)

Bild 3 (Tabelle)

Den beschriebenen Erscheinungen entsprechen *Lebensvorgänge im Körper, in die wir einige wichtige Einblicke haben*. Der Franzose *Bert* (cit. nach *Luft*) hat schon 1879 festgestellt, dass niedriger Barometerstand an sich schon eine allgemeine Senkung der Körpertemperatur durch Schädigung der Temperaturregulierung zur Folge hat. Schon in den Höhen der Alpen von 2500—4000 m wirken Kälte und geringer werdender Luftdruck gleichsinnig und begünstigen gemeinsam die allgemeine Unterkühlung. Zum Gesamtbild gehört auch noch der bedeutende Wärmeentzug durch Aufheizung der Atemluft und infolge Verdunstung des ausgeatmeten Wasserdampfes, was keine Bekleidung zu verhindern vermag. Damit wird ein *Circulus vitiosus* eingeschaltet, welcher die allgemeine Unterkühlung immer mehr fortschreiten lässt. Das Bedürfnis zu aktiver Bewegung schwindet bei der entstehenden Untertemperatur und macht der zentralen Apathie Platz. Aus dieser heraus werden aktive Bewegungen nur mit grosser Willensanstrengung gemacht. Auch das Muskelzittern bleibt aus. Die Wärmebildung hört auf. Wohl bindet bei Untertemperaturen das Haemoglobin mehr Sauerstoff an sich, gibt ihn aber viel schwerer ab (*Rein, Luft, Killian*). Anoxaemie und Erstickungsstoffwechsel des Muskels treten unter Umständen auf, welche an die Leistungsfähigkeit der Muskulatur und an die Wärmebildung ganz besonders hohe Anforderungen stellen. Unterdessen wird die Muskeltätigkeit auch durch die Uebersäuerung infolge des Erstickungsstoffwechsels weiter geschädigt. Milchsäure und Kohlensäure verursachen Muskelstarre und kolloidale Veränderungen. Die schlimme Spirale zieht immer weitere Kreise und die Folge der Ereignisse lässt sich immer schwerer aufhalten. Die Aminosäuren des Stoffwechsels werden bei Sauerstoffmangel nicht mehr regelrecht abgebaut, nicht «desamidiert». Es werden «dem Histamin nahe stehende Körper» gebildet. Ihre Wirkung ist gut bekannt; sie sind schwere schockerzeugende Gifte. Die besonderen Umstände der grossen Höhen sind von *U. C. Luft* auf Grund seiner Erfahrungen im Himalaya beschrieben worden. Er stellte fest, dass kaum eine Expedition über 6000 m ohne Erfrierungen geblieben ist. Die Giftwirkungen der Eiweissabbauprodukte sind besonders von *Killian* hervorgehoben worden. Es ist bedeutsam, dass unter Kriegsverhältnissen durch Gewebezerreissungen und Infektionen ähnliche Abbaugifte entstehen. *Gohrbandt* und *Habelmann* haben ferner festgestellt, dass in Extremitäten, die zur Blutstillung abgeschnürt werden, ebenfalls gleichartige Gifte infolge Anoxaemie und Eiweissabbau entstehen. Zum Unterschied von den Toxinen der Bakterien

nennen sie sie «Noxine». Klinische Erfahrung und Tierversuch veranlassen Gohrbandt zur Forderung, eine Extremität, die vier Stunden oder länger abgeschnürt war, proximal von der Abschnürungsstelle zu amputieren, ohne dass vorher der Esmarch gelöst wird. Er vermeidet dadurch eine lebensbedrohliche Vergiftung durch die «Noxine». Merkwürdig ist ferner die Beziehung, welche die Kälteschäden auf diese Weise zu den Verbrennungen bekommen, die ja auch durch Giftwirkung der Produkte der Eiweisszersetzung das Leben bedrohen. Diese Stoffe, die bei all den genannten Vorgängen entstehen, schädigen besonders auch *die Nebennierenrinde*. Ihr Hormon, das Cortin, spielt wiederum im Muskelstoffwechsel eine grosse Rolle. Es beherrscht die «Rephosphorilierung» in der Erholungsphase des Muskels. Unter normalen Umständen werden die Abbauprodukte des Muskels an Ort und Stelle durch Resynthese in der Erholungsphase zu vier Fünfteln wiedergewonnen und nur ein Fünftel wird gänzlich abgebaut. Unterbleibt die Resynthese zu Glycogen und Myosin infolge Cortinmangels, so entsteht eine «*Myasthenie und Adynamie von katastrophaler Wirkung*», die auch den sehr empfindlichen Herzmuskel miterfasst. Wir sind dieser Myasthenie als schwerem Symptom der allgemeinen Unterkühlung ja begegnet. Die Kenntnis dieser Zusammenhänge und Verkettungen erscheint wertvoll. Die Anregung von Killian, bei Kälteschäden das fehlende Hormon der geschädigten Nebennierenrinde etwa durch Percortenzufuhr zu ersetzen, trifft sich mit ähnlichen Vorschlägen in der Behandlung der Verbrennung. Die Ausdehnung therapeutischer Versuche auf alle genannten Giftschäden erscheint geboten. Was wir bisher davon sehen konnten, erscheint bei aller gebotenen Kritik ermutigend.

Noch aus einem andern Grunde ist die Wirkung der scheinbar so verschiedenen und doch in ihrem Wesen so ähnlichen Schäden von Bedeutung. Das Zusammentreffen allgemeiner Unterkühlung mit örtlichen Kälteschäden, mit Ermüdung, Krankheit, Verwundung, Blutverlust, Esmarch, Transport, Infektion ist im Kriege naturgemäß häufig. Dabei gilt es, stets das Gesamtbild zu erfassen. Die Hinfälligkeit dieser bis zum letzten erschöpften Menschen übersteigt jede Vorstellung. Jegliche Massnahme, welche Ansprüche an nicht mehr vorhandene Kräfte stellt, ist tödlich. Einzig und allein *die Beschränkung auf Bekämpfung des Schockzustandes und Fürsorge für den Kreislauf* können manchmal noch Erfolgsaussicht haben.

Es kann keinem Zweifel unterstehen, dass bei allgemeiner Unterkühlung die relativ rasche Wiedererwärmung des Gesamtkörpers nach Massgabe der vorhandenen Mittel die notwendigste und einzig richtige Massnahme ist. Weltz, Wendt und Ruppin haben kürzlich den Wert rascher Wiedererwärmung im Tierversuch nachgewiesen. U. a. hat diese Massnahme Campell bei allgemeiner Unterkühlung schon 1932 empfohlen. Zahl und Schwere seiner Fälle lassen sich mit denjenigen dieses Krieges freilich nicht vergleichen, aber er hat sie sorgfältig beobachtet und ausgewertet. Man darf sie hervorheben, weil die vielen und schweren Schäden im letzten Weltkrieg zu auffällig geringen Fortschritten Anlass gegeben haben. Ein warmer Raum von 20—22 °, heisse Wolldecken, Körperwärme oder leicht darüber erwärmte Traubenzuckerlösung intravenös, warme Zuckerlösungen rectal und wenn möglich oral, Campher, Coramin, Cycliton sind wichtig. Streng zu vermeiden sind dagegen Adrenalin, Ephedrin und ihre Verwandten. Ihre Gefäßwirkung müsste den Zustand von Gliedmassen, die mit Kälteschäden behaftet sind, entscheidend verschlimmern. Zu ihnen gehören auch Benzedrin und Pervitin. Obwohl gegen Schock sonst als sehr wertvoll bezeichnet, erscheinen sie bei Kälteschäden nicht empfehlenswert. Sogar ihre zentral erregende Wirkung ist oft von Nebenerscheinungen begleitet, die bei allgemeinem Kälteschaden keineswegs erwünscht sind. Sauerstoffatmung empfiehlt der erfahrene *Luft* als ausserordentlich wirksam. Sie ist natürlich besonders in grossen Höhen angezeigt, aber auch in der Ebene von Nutzen. Hochalpine Hilfsposten umfassen zweckmäßig entsprechende Einrichtungen und Vorräte. Empfohlen sind Diathermie oder Kurzwellenanwendung. Temperatursteigende Mittel wie Pyrifer, Milchinjektionen bedeuten nach meiner Ueberzeugung eine zusätzliche Belastung, die sie als Nothilfe ungeeignet erscheinen lässt. Nach Ueberwindung des Schockes sind sie zu empfehlen.

Naheliegend ist der Gedanke an das warme Bad. Die Leistungsfähigkeit des Wassers wird als 23mal besser angegeben als diejenige der Luft. Einer so starken Einwirkung auf die Peripherie ist aber das Gefäßnetz der inneren Blutspeicher und der schwer geschädigte Kreislauf überhaupt nicht gewachsen (*Binhold*). Das warme Vollbad ist daher zur Bekämpfung der allgemeinen Unterkühlung nicht zu empfehlen.

Die örtlichen Kälteschäden haben neue eingehende Bearbeitungen erfahren. Zahlreiche Autoren haben, jeder unter seinen besonderen Verhältnissen, einzelne Fragen oder Fragengruppen be-

handelt. Der Versuch, diese Ergebnisse unter sich einander in Beziehung zu bringen, erscheint lohnend. Dabei besteht am ehesten Aussicht, unzulässige Verallgemeinerungen auch der eigenen Erfahrung zu vermeiden und ein gutes Gesamtbild zu gewinnen.

Die Darstellung wird ohne weiteres ergeben, dass ein Vergleich oder eine Anlehnung an die Hauptformen der Verbrennung, also eine Einteilung in Erfrierungen I. bis III. Grades unglücklich ist. Dadurch werden in bezug auf die Pathogenese und in bezug auf das durchaus eigentümliche klinische Bild falsche Vorstellungen erweckt. *Stemmler* unterscheidet einfach örtliche Kälteschäden ohne und solche mit Gewebszerfall. Auch er betont besonders, dass der Gewebszerfall auf dem Umweg über Schädigung der Gefäße zustandekommt und dass die direkte Kälteschädigung der Gewebe selbst an Bedeutung zurücktritt.

Aufschlussreich ist die Betrachtung der ersten Erscheinungen der örtlichen Kältewirkung und ihre Weiterentwicklung unter fort dauernder oder zunehmender Kälte.

Als I. Phase dieses Vorganges ist die Verengerung der Gefäße der unterkühlten Aussenbezirke mit ihrer grossen Oberfläche, also der Füsse, der Hände und des Gesichtes zu nennen. Die blassen, kalten, steifen Hände mit herabgesetzter Tastempfindung sind jedermann ebenso bekannt wie das reflektorische Zittern der Muskulatur. Trotz der Leichenblässe der Haut bluten kleine Einstiche, wenn auch spärlich. Wir wissen alle, dass dieser Zustand leicht der völligen Rückbildung fähig ist, wenn wir der Kälte entfliehen können. Unter dem Auftreten eigenartiger schmerzhafter Paraesthesiaen geht die Anaemie in Hyperämie über und nach kurzer Zeit sind Folgen der Kälteinwirkung nicht mehr nachweisbar. Nicht bedeutungslos ist die jedem Schuljungen wohlbekannte und jederzeit prüfbare Tatsache, dass die Paraesthesiaen viel schmerzhafter werden, wenn man die Hände am heissen Ofen rasch erwärmt, als wenn man sie durch Reiben oder Bewegung im mässigwarmen Raum wiederbelebt.

Wird die erste Phase nicht durch entsprechende Hilfe unterbrochen, so schreitet die Schädigung weiter. In der II. Phase tritt ein maximaler Spasmus der Arterien ein. Diese beruht auf völliger Unterbrechung der arteriellen Blutzufuhr und auf rückläufiger Füllung der erweiterten Kapillaren und Venen. *Ricker* nennt den Zustand «Peristatische Hyperämie».

In den kleinen und grösseren Venen treten bereits Thrombosierungen ein. Die Anoxaemie schädigt die empfindlichsten Zellen der

Gefässe, die Endothelien und die nervösen Elemente. Diese Schäden sind bereits ernster Natur. Der Zustand ist zwar oft rückbildungsfähig. Aber die Stase, die Zirkulationsstörung, kann monatelang anhalten. *Besonders wichtig ist die Tatsache, dass eine ausgeprägte Empfindlichkeit gegen erneute Kälteeinwirkung auf Monate hinaus bestehen bleiben kann!* Diese Fälle können in die gefürchtete «Kälteendangitis» übergehen. Diese kann vollkommen das Bild der Endarteritis obliterans Bürger annehmen, progredient werden und noch nach Monaten zu Gangraen, zur sogenannten Spätgangraen führen. Zu diesen Schäden gehören die gefürchteten «Schützengrabenfüsse», von denen im letzten Weltkrieg in Flandern so oft die Rede war.

Die örtlichen Kälteschäden, welche in dieses Stadium gelangt sind, vielleicht wiederholt, sind also nicht als leicht zu taxieren, auch wenn sie nie das Stadium des völligen Gefrierens erreicht haben. Das Fehlen der dramatischen Erscheinungen, zu welchen das völlige Gefrieren von Gliedern führt, mag Schuld daran sein, dass die Dauer der Kälteinwirkung verlängert, öfters wiederholt und darum trotz nicht sehr tiefen Temperaturen verderblich wird — verderblicher sogar als völliges Gefrieren.

Die III. Phase des örtlichen Kälteschadens kann nach mehr oder weniger schnellem Durchschreiten der zwei ersten Stadien zu vollkommener Unterbrechung der Zirkulation, zu völliger Aufhebung der Beweglichkeit führen. Einstiche bluten nicht mehr. Schliesslich gefriert das Gewebe, wird marmorweiss, glashart. In diesem Stadium tritt eine Verlangsamung und schliesslich eine völlige Aufhebung jeglicher Lebenstätigkeit ein. In gewissem Sinne wird das Gewebe konserviert, denn auch die Zersetzungssprozesse sind aufgehoben. Für Theorie und Praxis gleich bedeutungsvoll ist die Tatsache, dass die Esmarch'sche Umschnürung nach einer Höchstdauer von 4 Stunden unrettbar zu Gangraen führt, während die Erholung eines glashart gefrorenen Gliedes nicht an diese Grenze gebunden ist.

Man findet in der Literatur übereinstimmende Beschreibungen, wie durch die Gefässwände des schwer kältegeschädigten Gliedes Serum und Blut ins Gewebe tritt, wie die venöse Stase zu sehr ausgedehnter Thrombosierung aller kleinen Venen führt, wie gewaltige Oedeme im Grenzgebiet gegen die Erfrierung entstehen, wie sich Hautblasen abheben und mit Blut füllen und wie schliesslich die lebensbedrohliche feuchte Gangraen entsteht. Die Bilder 4, 5 und 6 geben darüber anschauliche Auskünfte. Es ist schwer zu sagen, ob die beschriebene II. Phase unmittelbar in diesen Zustand über-



Bild 5

(Farbstiftzeichnung von Oblt. Leutenegger)

Aufgetaute Erfrierung der Zehen mit peristatischer Hyperämie und mit abgestorbenen, schwarz verfärbten Bezirken.



Bild 4

Histologischer Schnitt aus einem Erfrierungsherd. In der Mitte maximal kontrahierte Arterie, daneben mehrere max. erweiterte und völlig thrombosierte Venen.

(Nach Killian.)

gehen kann; ich zweifle daran. Derselbe Fall kann nacheinander Bilder von höchst überraschender Verschiedenheit darbieten. Diese Bilder entsprechen dann also nicht verschiedenen Formen von örtlichen Kälteschäden, sondern es sind gleichartige Schäden in verschiedenen Entwicklungsstadien. Das kann leicht übersehen werden, weil die Feldchirurgie dem Einzelnen häufig zahlreiche Fälle im gleichen Entwicklungszustand zeigt und ihn zu irrtümlicher Verallgemeinerung verleitet. *Besonders gross ist der Unterschied zwischen Gliedmassen, die noch unter Kältewirkung stehen und gleichartigen Fällen, die wieder erwärmt und damit den Lebens-, aber in tödlich geschädigten Bezirken auch den Zerstörungs- und Zersetzungsvorgängen zurückgegeben sind.* Bei diesen örtlichen Erfrierungen mit Vereisung der Gewebe stellt die Wiedererwärmung einen höchst kritischen Vorgang dar. Erst dabei treten zum mindesten in der Regel

die eben beschriebenen klassischen, schweren Veränderungen ein. Die Meinungen, ob dieser Uebergang therapeutisch schnell oder nur sehr allmählich veranlasst werden soll, ist geteilt. So dringlich die Beseitigung der schädigenden Ursache, der Kältewirkung ist, so begründet erscheint die Befürchtung, dass sich der plötzliche Eintritt einer gewaltigen Gefässfülle im Grenzgebiet der Schädigung, das plötzliche Einströmen einer Blutwelle unter arteriellem Druck in die geschädigten Gefässes des Erfrierungsgebietes, katastrophal auswirken. Nun erst ist ja die Zeit gekommen, da Blut in die Gefässse und durch die schadhaften Gefässwände hindurchtritt und die Gewebe infarziert. An andern Stellen, etwa im weniger geschädigten Grenzgebiet, tritt besonders Serum durch die Gefässwände und es bilden sich gewaltige Oedeme. Die Haut wird dort bis zur Grenze der Dehnbarkeit ausgeweitet. In kurzer Zeit wirkt sie dort, zusammen mit dem Oedem, als verderblicher Schnürring. Der Kreislauf, der im Begriffe war, innerhalb des Schadenbezirkes mühselig in Gang zu kommen, wird dadurch abgedrosselt, die angebahnte Erholung wird verunmöglicht. So allgemein anerkannt bei allgemeiner Unterkühlung die Wünschbarkeit rascher Erwärmung des gesamten Organismus ist, so geteilt sind die Meinungen der raschen oder langsamen Erwärmung der örtlichen Erfrierungen. Langsame Wiederbelebung wird z. B. von *Sauerbruch*, *Campbell*, *Luft*, *Kohler* gefordert. Während die Zirkulation vom gesunden Grenzgebiet her sich allmählich wieder herstellt, wird gleichzeitig durch zentralwärts gerichtete Streichmassage das sich bildende Oedem sorgfältig wegmassiert und sein verderblicher Druck fortlaufend im Entstehen beseitigt. Das Reiben mit trockenem Schnee wird von *Campbell* noch als Notmassnahme gebilligt. Dagegen sagt *Killian*: «Der Unsinn des Abreibens erfrorener Glieder mit Schnee muss aufhören!» Auch *Luft* lehnt diese Methode bestimmt und, ich bin überzeugt, mit Recht ab. Im Sanitätsdienst wäre jedenfalls *Talcum* (*Fusspulver*) als Gleitmittel für diese Massage weit vorzuziehen. Sehr beachtenswert ist der Vorschlag *Lufts*, die Glieder glatt in weiche, trockene Tücher einzwickeln und durch diese hindurch zentralwärts zu massieren. Das Tuch liegt fest auf dem kranken Glied. *Die massierende Hand streicht über das Tuch*, wodurch Verletzungen bestmöglich vermieden werden. *Campbell* schlägt allmähliche Erwärmung des erfrorenen Gliedes im Teilbad, beginnend mit einer Temperatur von 8—10°, vor. Das auf der Oberfläche des gefrorenen Gliedes sich wiederholt neubildende Eis wird mit einem Tuch sanft weggewischt. Erst wenn die Eisbildung aufhört, so darf das Bad langsam bis auf



Bild 6

Rechte Hand: Erholung nach periartelieller Sympathektonie in den ersten 24 Stunden. Nur Endglieder II, III und IV verloren.

Linke Hand: Ursprünglich gleicher Erfrierungszustand, ohne Sympathektonie. Ausgedehnte Blasenbildung, darunter gangraen. Verlust der Hand.

(Nach Schürer.)

37—40° erwärmt werden. Chirurgen mit grosser Erfahrung nähern sich weit mehr der russischen Ansicht, nach welcher örtliche Erfrierungen ohne Umstände rasch erwärmt werden. *Schürer* ging «nach und nach zu beschleunigtem Tempo der Wiederwärmung» über und «sah davon nur Vorteile». *Killian* beginnt mit Teilbädern von 24—28° Wärme! Ebenso hält es *Capaldi*.

Zu grosse Aengstlichkeit ist, glaube ich, nicht am Platze. *Erfolg und Misserfolg hängen zu wichtigen Teilen auch noch von ganz andern Dingen ab, als von der Methode der Wiederbelebung*. Sicher ist jedoch, dass Extreme schädlich sind. Wenn *O. Kohler* «jede Extremität von einem Sanitätsdienstgrad mindestens 2 Stunden kräftig mit Schnee massieren» liess, so wird er kaum viel Zustimmung finden.

Wenn der ungenügende Abfluss des in die Gewebe austretenden Plasmas durch Massage nach *Luft* und soweit angängig durch aktive Bewegung und durch Hochlagerung nicht behoben werden kann, dann nützt auch langfristige Massage nichts mehr. Das Reiben mit Schnee setzt oberflächliche Verletzungen, die zwar der Infektion Zutritt, aber der Oedemflüssigkeit keinen Austritt gestatten. Die Massage durch ein warmes, glatt aufgelegtes Tuch hindurch, wobei die Reibung zwischen Tuch und massierender Hand stattfindet, ist auch unter primitiven Verhältnissen meist durchführbar. Bei Verwendung des Teilbades, das unter Feldverhältnissen oft nicht in Frage kommt, scheint mir der Anfang bei 10° besser. Eine Temperatur von 28° gleich zu Beginn bedeutet der guten Wärmeleitung des Wassers wegen ein Extrem, eine zu gewaltsame thermische Einwirkung. Diese allzu rasche Erwärmung muss bestimmt die blutige Infarzierung der Gewebe und den beschleunigten Austritt grosser Mengen von Plasma begünstigen. Nicht die physikalische Erwärmung der Gewebe an sich, sondern die Wiedergewinnung der Blutzirkulation im möglichst vollständigen Ausmass muss unsere Absicht sein. Diesem Ziele haben so frühzeitig als möglich noch weitere Massnahmen zu dienen. Die *allgemeine* Erwärmung, die Ueberwindung des Schockes, der Zirkulationsschwäche, die Wiederherstellung eines Glykogenbestandes, der Wiedereintritt der Muskeltätigkeit sind ihrer Bedeutung wegen wiederholt zu nennen. Als Faustregel bleibt im beschriebenen Rahmen dennoch die Vorschrift in Kraft: «Bei Kälteschäden verhältnismässig schnelle allgemeine Erwärmung, aber gleichzeitig verhältnismässig langsame Erwärmung örtlich geschädigter Körperteile!»

Besondere Wichtigkeit wird der Ausschaltung der gefässverengernden Wirkung des Sympathicus beigemessen. Entscheidend sind die ersten 24 Stunden. Nachher ist es zu spät; die Nekrose ist nicht mehr aufzuhalten. *Schürer* sah nach der periarteriellen Sympathektomie der Hauptschlagader Wiederbelebung von Extremitäten, die sonst nachweisbar der Nekrose anheimgefallen wären. Seine Parallelversuche sind sehr aufschlussreich. Man vergleiche Bild 6! Die intraarterielle Injektion von Novocain, einige Kubikzentimeter einer einprozentigen Lösung, natürlich ohne Adrenalinzusatz, dienen demselben Zwecke. Eupaverin intraarteriell soll «schlagartig den Kältespasmus der Arterien» beseitigen (*Schürer*). Die Vereinigung beider Mittel zur intraarteriellen Anwendung wird empfohlen. Die Novocainblockade durch Injektion in die Nähe des Grenzstranges und in die grossen Nervenstämme und selbst die Lumbalanaesthesia werden



Bild 7

Heilung nach vielfachen Einschnitten bis ins gesunde Gewebe zur Beseitigung
der Stauwirkung der ödematösen Gewebsdurchtränkung.

(Nach Klapp.)

ebenfalls gerühmt (*Leriche, Bück*). Am Arm kommt *Plexusanaesthésie* in Betracht. Kleine Alkoholmengen in heißer Flüssigkeit hat *O. Kohler* empfohlen. Er sah innert kurzer Frist unverkennbare Ausdehnung des durchbluteten Bezirkes im Grenzgebiet des örtlichen Kälteschadens. Nicotin ist als Gefäßgift bekannt, aber als Genussmittel im Leben des Soldaten verbreitet und wichtig. Man kann sich für die Praxis mit der Bemerkung begnügen, dass *Leute mit Kälteschäden nicht rauchen* sollen. *Kohler* hat beobachtet, dass die Ziga-

rette diesen Verletzten oft «gar nicht schmeckt», selbst wenn sie sonst starke Raucher seien.

Nach 24 bis höchstens 36 Stunden und später ist eine entscheidende Wirkung nicht mehr erreichbar. Die zunehmende Infektionsgefahr verbietet die periarterielle Sympathektomie, die ja auch ohnehin nur bei richtiger chirurgischer Einrichtung statthaft ist und deren Wirkung vom zweiten Tage an nicht mehr überzeugt. Eingriffe am Grenzstrang des Sympathicus mit Ausnahme der Novocaineinspritzung in dessen Nähe nach Leriche werden allgemein abgelehnt, schon deswegen, weil die Feldverhältnisse derartige Eingriffe aus den verschiedensten Gründen ausschliessen. Ihre Zweckmässigkeit wird aber auch grundsätzlich angezweifelt.

Anschliessend an die erste Behandlung sind frostgeschädigte Glieder trocken und warm zu halten und zur Minderung der Stauung hoch zu lagern. *Bei starken Oedemen, bei welchen die Haut zu einem zirkulationshemmenden gespannten Schlauch wird, sind zahlreiche und ausgiebige Incisionen anzulegen* (Klapp, Bild 7). Durch Abfluss der Odemflüssigkeit verschwindet die Stauwirkung. Die Infektionsgefahr vermehrt sich nicht. Im Gegenteil wird sie durch Verbesserung der Zirkulation vermindert. Voesske hat bedrohte Finger und Zehen mit venöser Stase durch tiefe Incisionen und anschliessender Saugung erhalten können. Bei drohender Gangraen muss alle Sorgfalt darauf verwendet werden, sie zum trockenen und nicht zum feuchten Brand werden zu lassen. *Antiseptische Puderung, offene, verbandlose Hochlagerung sind dazu wichtig.* Empfohlen werden Umschläge mit fünfprozentigem Formalinspiritus (Frey). Auch von Tanninlösungen gleicher Verdünnung kann man ähnliche Wirkungen erwarten. Feuchte, geschwürige Prozesse werden durch örtlich wirksame Sulfonamide günstig beeinflusst (Cibazol, Irgamid; Wojta empfiehlt besonders Marfanil-Protalbin). *Streng zu vermeiden sind Salben, insbegriffen Lebertransalbe, da sie die Austrocknung hindern, die anaerobe Infektion und die Zersetzung fördern.* Sehr häufig ist Tetanus nach Erfrierung. Auch die aktiv Geimpften sollen eine Serum-schutzdosis bekommen. Selten geht Gasbrand von einer gangränösen Erfrierung aus.

Die parenterale Verwendung allgemein gefässerweiternder Arzneimittel wie Acetylcholin und Priscol im Schock oder bei Kollapsgefahr soll m. E. vermieden werden, sie kann den Todesstoss für einen extrem Erschöpften sein. Bei guter Zirkulation und später können sie nützen. Dasselbe gilt für Pyrifer. Nach den ersten 24 Stunden

nützen auch intraarterielle Novocain-Eupaverininjektionen nicht mehr entscheidend. Ein Kamerad (*Nicolet*) hat indessen mehrtägige Schmerzfreiheit nach jeder Injektion und damit doch einen sehr schätzenswerten Erfolg erzielt.

Die Beurteilung therapeutischer Massnahmen bei örtlichen Kälteschäden ist durch einen eigenartigen Umstand erschwert. Glashartes Gefrieren eines Unterschenkels bedeutet einsteils Konservierung durch Verlangsamung und schliesslich gänzliche Aufhebung jeder Lebenstätigkeit, aber auch vorläufige Hemmung aller zersetzenden Vorgänge. Das klinische Bild ändert sich alsdann innert Stunden, ja Tagen des Bestehens nicht erkennbar. Allein die Prognose ist, wie wiederum *Schürer* nachgewiesen hat, dennoch ausgesprochen abhängig von der Dauer der Kälteeinwirkung. Seine Erfahrungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt (Bild 8) :

Erholungsfähigkeit glashart gefrorener Extremitäten:

<i>Gefrierdauer:</i>	<i>Erholungsfähigkeit:</i>
4—6 Stunden	Regel
6—8 Stunden	oft vorhanden, besonders nach periart. Sympathektomie innert 24 Stunden.
8—12 Stunden	Ausnahme!

(nach *Schürer*, Zbl. Chir. 1942)

Bild 8

Da die verschieden lange Dauer der Einzelfälle oft genug schwer oder gar nicht feststellbar ist, erkennt man, wie strenge Maßstäbe an Erfolgsnachrichten einer bestimmten Behandlung angelegt werden müssen. *Schürer* hat die beim Menschen einzige Vergleichsmöglichkeit bei symmetrischen Frostschäden benutzt, um seine Behauptung von der vorzüglichen Wirkung der peripheriellen Sympathektomie, wie mir scheint, überzeugend unter Beweis zu stellen (Bild 6).

Hat sich nach 24—36 Stunden nach Wiedererwärmung das Schicksal eines gefrorenen Gliedes weitgehend entschieden, so sind die Sorgen um die Lebenserhaltung — ganz abgesehen von den häufig gleichzeitig bestehenden Wunden und Krankheiten — keineswegs



Bild 10

Erfrierung nach eingetretener Demarkation.
(25jährige Krankenschwester, Engadin. Sammlung E. Ruppaner.)

zu Ende. Es gilt als Regel, Mummifikation und Demarkation abzuwarten (Bild 9, 10, 11 und 12). Oft genug muss man aber aus irgend einem Grunde früher absetzen, und man darf nicht zögern, dies bei eintretender Gefahr rechtzeitig zu tun. Die feuchte Gangraen ist trotz aller Umsicht nicht immer vermeidbar und ist stets gefährlich. Mehrfache Schäden, gleichzeitige Verwundung oder äussere Umstände können ebenfalls vorzeitige Absetzung fordern. Man wird so sparsam als möglich verfahren und die Wunde breit offen lassen. Der verantwortliche Chirurg hat hier eine wichtige Erfahrung des Pathologen zu beherzigen. Bei scheinbar trockener Mummifikation oder bei wenig sinnfälliger putrider Zersetzung scheint sich öfters eine befriedigende Abgrenzung auszubilden und es kommt nicht zu sehr alarmierenden Erscheinungen. Der Chirurg vermutet bei schlechter Erholung hier allzu oft eine allgemeine Schädigung durch zerfallendes körpereigenes Eiweiss, von der ja heute beim Esmarch, bei Verbren-



Bild 9

Beginnende Abgrenzung des gangränösen Fusses.



Bild 11

Gleicher Fall wie Bild 10. Die erhaltene Haut der Fussohle ist äusserst wertvoll für die spätere Stumpfdeckung.

nungen und bei Kälteschäden viel die Rede ist. Diese Fälle können nach Wochen zum Tode führen. Der Pathologe findet dann eine fort schreitende Infektion, ausgehend vom Erfrierungsgebiet. «*Ohne wesentliche klinische Erscheinungen kann der eitrige lymphangitische Prozess besonders in den oberflächlichen Gewebeschichten weit, 50 cm und mehr, oberhalb der Demarkationszone anzutreffen sein*» (W. Müller). Es ist offensichtlich, wie wichtig diese Feststellung für den Chirurgen in bezug auf die Indikationsstellung sowie für die Art und Weise der Amputation ist. Von allen im Anschluss an Frost schäden verstorbenen Fällen Müllers war in 41 % eine derartige Infektion die Todesursache. Dieser Autor hebt hervor, dass die reine Intoxikationsgefahr in diesem Stadium gering ist, weil die Kreislauf schädigung bis weit ins scheinbar Gesunde reicht und die Resorption erschwert. Aus demselben Grunde ist aber die Infektionsgefahr viel grösser, als gewöhnlich vermutet wird, und die Infektion verläuft

wegen mangelnder Abwehrmöglichkeit symptomarm, trügerisch, vererblich. Die Todesfälle fielen in die Zeit vom 11. bis zum 59. Tage, meist in die 5. Woche nach Eintritt des Kälteschadens. Es ist hier daran zu erinnern, dass die Allgemeintoxikation, wie früher besprochen wurde, Frühscheinung der allgemeinen Unterkühlung, eine Folge des Erstickungsstoffwechsels ist. Für die spätere Zeit gilt dagegen die Auffassung Müllers.

Ist der örtliche Kälteschaden mit Demarkation und spontaner Absetzung in ein gewisses Endstadium gelangt, so sind damit Sorgen und Beschwerden keineswegs zu Ende. Gefässschädigungen und entsprechende Kreislaufstörungen und Atrophien weit zentralwärts können jahrelang Schmerzen, Ekzem, Geschwürbildung zur Folge haben. Die Stümpfe sind gegen mechanische Einflüsse und gegen Kälteerscheinung dauernd überempfindlich. Die Herstellung erträglicher Prothesen ist schwierig. Hautpflege, Massage, Uebung sind wichtig (*Sauerbruch*). Corsi hat für den Fuss die Unersetzlichkeit der Haut der Fussohle nachgewiesen. Bei Vorfusserfrierungen hat er nach Lisfranc amputiert und möglichst grosse Lappen der Sohle weit nach oben gezogen. Aus Bild 11 mag man die Natürlichkeit dieses Verfahrens erkennen.

Zur *Prophylaxe der Kälteschäden*. Eine Beobachtung Schürers über äusserst merkwürdige individuelle und rassische Verschiedenheiten, die der weitern Verfolgung bedarf, ist hier wörtlich zu nennen: «Einfache Wiederbelebung bis zu den Knien glashart gefrorener Beine und ebenso veränderter Hände, deren Finger auch nicht 1 mm zu bewegen waren, führten bei sibirischen Kriegsgefangenen meist zu vollem Erfolg, während so oft unter gleichen Verhältnissen entstandene schwere Erfrierungen bei unsren Soldaten jeder Hilfe trotzten und der Nekrose anheimfielen.» Bei Sibiriern sei selbst noch nach 8—12stündiger Dauer Wiederherstellung beobachtet worden. Diese Feststellung ist in mehrfacher Hinsicht bedeutsam. Kein Umstand kann deutlicher vor Augen führen, wie örtliche Kälteschäden viel weniger von der Tatsache des Gefrierens, als vielmehr von der Gefässschädigung abhängig sind! Man vergleiche diese «glashart gefrorenen Unterschenkel», die sich vollkommen erholen können, mit den Dauerschäden, welche Füsse erleiden, die niemals gefroren sind, die aber langfristig der Kälte und Nässe ausgesetzt waren! Diese gegen Frost überempfindlichen Füsse mit ihrer progradienten Endangitis vom Aussehen der Bürger-Winiwater'schen Krankheit bedeuten oft schwere Dauerschäden und können der Spät-



Bild 12

30jähriger Mann, dritter Tag nach Erfrierung. Bereits scharfe Abgrenzung.

(Sammlung E. Ruppaner.)

gangraen anheim fallen (Beobachtungen von *Staemmler* und die flandrischen «Schützengrabenfüsse»). Dass individuelle Unterschiede in der Kälteempfindlichkeit sehr gross sein können, dass ferner Begleitumstände, wie Erschöpfung und Verwundung mitspielen, ist oft hervorgehoben worden. Auch grosse rassische Unterschiede sind nachgewiesen. Aber die Beobachtung *Schürers* könnte auch eine andere Erklärung finden. Es kann sich bei seiner Truppe um Leute gehandelt haben, die während der unvorstellbaren Strapazen des Winterfeldzuges bereits durch langdauernde Kälteeinwirkung vorbeschädigte Füsse hatten, während die Sibirier weniger erschöpft und mit unbeschädigtem Gefässystem die ersten schweren Kälteschäden erlitten haben. Diese Vermutung gewinnt noch an Wahrscheinlichkeit durch die Tatsache des vielfach hervorragenden persönlichen Kälteschutzes der Russen. Ferner haben wir erlebt, wie die eingeborene russische Bevölkerung hinsichtlich Kälteschutz weit vorsichtiger und ängst-

licher war als wir. So äusserten uns die verschiedensten Personen ihr Erstaunen, dass wir bei Temperaturen von -30° und mehr kurze Gänge ins Freie ohne umständlichen Kälteschutz besorgten. Sie selbst taten dies nicht. Die Frage der Möglichkeit der Kältegewöhnung ist noch wenig abgeklärt. Aus rein physikalischen Ueberlegungen muss man vermuten, dass die Grenzen einer solchen Gewöhnung eng sind. Bei der Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Klima und Bevölkerung erkennt man, *dass die Erfahrung und die Entwicklung zweckmässiger Lebensgewohnheiten eine grössere Rolle spielen als die passive Gewöhnung an die Einwirkung eines Schadens*. Leute, die sich als überhebliche Lehrmeister der Eskimos aufspielen wollten, mussten bald einsehen, dass die «Wohngewohnheiten» unübertreffliches Kulturgut dieses sympathischen Volkes sind. In Finnland und in nördlichen Teilen Russlands ist der regelmässige Gebrauch der Sauna beinahe zu einem Kult geworden. Die Uebung des gesamten Vasomotorensystems, welche dadurch von der Kindheit bis ins hohe Alter gepflegt wird, ist keine Zufallserscheinung. Die Physiologie der Kälteeinwirkung auf den Organismus offenbart hier beachtenswerte Zusammenhänge.

Der Truppenarzt hat mit teilweise begrenzteren Gegebenheiten zu rechnen und hat für Kälteschutz im Rahmen der vorhandenen Möglichkeiten zu sorgen. Wie weit dabei sein offener Blick für alle Lebenserscheinungen reichen soll, geht gerade aus dem Hinweis auf die Aufschlüsse der Völkerkunde hervor. *Dormanns* hat zu diesem Problem in allgemeiner Fassung — auch für andere klimatische Extreme — wichtige Anregungen gegeben («Anpassungsbelastung»).

Zieht man ferner in Betracht, welche Bedeutung die Entschlüsse der Heeres- und Truppenführung für die Lebensbedingungen des einzelnen Mannes haben, so begreift man, wie weit der Sanitätsdienst eines Heeres ausholen muss, um seiner Aufgabe auch hinsichtlich Kälteschutz gerecht zu werden. Diese Aufgabe verlangt Geist, Voraußicht, Zeit, Ausrüstung, Ausbildung, Disziplin. Die Kälte ist eine furchtbare Waffe, deren Abwehr und Verwendung ihre besonderen Gesetze hat. «Den guten Truppenführer erkennt man am Grade der Wertschätzung, den er für seinen leitenden Sanitätsoffizier hat» (*Werthmann*), ist ein Wort, das klassisch zu werden verdient. Es ist eine Illustration zu einem wesentlichen Teil des Lebenswerkes *E. Birchers*, jener Arbeiten, welche in umfassender Weise die schicksalsmässige Verknüpfung von Kriegskunst und ärztlicher Wissenschaft

darstellen. Von Einzelheiten über Kälteschutz sollen hier nur wenige genannt werden, welche heute des ganz besonderen Hinweises bedürfen.

* Für *langdauernde Transporte* im Gebirge sowie auf Strasse und Schiene bei -30° sind ausgiebige und sorgfältige Vorkehren für den Kälteschutz unentbehrlich. Einzelheizung durch Holzöfen in Eisenbahnwagen kann nötig sein, weil die Wagen oft ohne andere Heizmöglichkeit stehen bleiben müssen. Feuergefahr! Löscheinrichtung bereit halten!

Zum Schutze der Füsse werden genügend grosse Schuhe mit *Vibramsohlen*, mit 3 Paar Socken empfohlen. Muss man sich bei sehr grosser Kälte ruhig verhalten, so genügt selbst dies kaum. Auf langen Märschen wird die Gummisoche durch die innere Reibung warm, sie führt zu Fussschweiss um so mehr, als sie völlig undurchlässig ist. In der Ruhe wird diese Durchnäsung zur Erfrierungsgefahr. Die *Eisen-nägel* der üblichen Bergschuhe durchbrechen den Kälteschutz der Sohle in erheblichem Umfang. Hervorragend sind russische *Filzstiefel*, die freilich nicht nass werden dürfen. Für bestimmte Zwecke sind sie unentbehrlich. Niedrige *Filzsocken*, die man auch als herausnehmbares Filzfutter der Schuhe betrachten kann, sind vortrefflich. Fast so gut sind *Socken aus Fell*, deren Pelz innen liegt. Filz- und Fellsocken müssen unbedingt aus den Schuhen herausgenommen werden können, damit die ganze Fussbekleidung völlig getrocknet werden kann.

Eine *Gefahr*, die besonders zu nennen ist, ist diejenige des *frischen Gipsverbandes in der Kälte*. Die kurzdauernde und geringfügige Wärmebildung beim Abbinden des Gipses macht sehr bald einer 1—2 Tage dauernden, sehr bedeutenden Kühlwirkung Platz. Der feuchte Gips isoliert sehr schlecht und kühlt ausserdem infolge des Verdunstungsvorganges. Es ist erstaunlich, wie stark der Wärmeentzug durch einen einfachen Unterschenkelgips selbst bei geringer Kälte ist. Der für viele Verletzungsformen so segensreiche Beckengipsverband kann zu schwersten Schäden führen, wenn bei grosser Kälte mit noch feuchtem Gips abtransportiert werden muss. Auch die Metalltransportschienen haben in dieser Hinsicht Nachteile, von denen die einfachen Holz- und Pappmodelle der Finnen und unsere Schnyderschiene frei sind.

Die Bekleidung als Kälteschutz soll aus vielen lufthaltigen Schichten bestehen. Das Zufügen und Wegnehmen an einzelnen Schichten soll kein umständliches Manöver verlangen. Die Wind-

schutzbekleidung ist ein gelöstes Problem. Sorgfältige Windschutzbekleidung auch der Füsse muss vorbereitet und überwacht werden. Der unbewegliche Verwundete ist natürlich besonders gefährdet. Die Regel, dass verletzte Glieder *nicht* auszukleiden seien, ist nicht so gedankenlos zu befolgen, dass etwa schnürende, enge und nasse Kleider belassen werden. Hat man aber solche entfernt, was sehr oft nötig ist, so ist für warme, trockene Wiedereinkleidung zu sorgen. Besonderen Eindruck haben uns Fälle gemacht, in denen das zerschossene Glied guten Wärmeschutz bekommen hatte, ungenügend geschützte, erhaltene, gesunde Glieder aber der Erfrierung anheimgefallen sind.

Nachtrag

Zwischen Abschluss des Manuskriptes und Korrektur sind einige bedeutende Arbeiten über Kälteschäden erschienen.

Ueber die Einwirkung anhaltender, wiederholter Kälte, also über eine Form der Anpassungsbelastung, schreibt *H. Lindemann*. Er führt heftige Schienbeinschmerzen, die er im Winter 1941/42 beobachtete, auf Gefäß-Spasmen infolge langdauernder Kältewirkung zurück. Die Schmerzen traten besonders nachts in unerträglicher Stärke auf. Die Soldaten standen dann auf, gingen umher und fanden so einige Linderung. Hypaesthetische in inmitten drin paraesthetische Bezirke, strumpfförmig, ohne Begrenzung auf einzelne Nerven oder Segmente, wurden vorgefunden. Die Befallenen hatten oft gleichzeitig Nierenentzündungen mit Unterschenkel- und Lidoedemen, aber mit nur flüchtiger Albuminurie und ohne charakteristisches Verhalten von Sediment und Blutdruck. Pulsverlangsamung auf 40—55 Schläge pro Minute waren typisch. Dauerfolgen sah *Lindemann* nicht.

In der Angewöhnung an langfristige Kälteeinwirkungen hat *Büchner* die wichtige Rolle endokrinen Drüsensystems studiert. Erneut wird die Bedeutung der Nebennieren hervorgehoben. Die Nebennierenrinde wird bei Unterkühlungstodesfällen erschöpft. Bei ertragener langfristiger Kälteeinwirkung entsteht eine Rindenhyperplasie. Bedeutungsvoll ist die Rolle der Schilddrüse. Unterkühlte Tiere zeigen Kolloidschwund und Epithelvermehrung als Zeichen vermehrter Drüsentätigkeit. Die vermehrte Thyroxinbildung erhöht Grundumsatz

und Wärmeproduktion. Langandauernde Kälte erniedrigt den Blutzuckerspiegel. Der Erstickungsstoffwechsel, über den ich in der vorliegenden Arbeit ausführlich berichtet habe, ist nach Büchner die unmittelbare Ursache von fettiger Entartung der Leber, der Nieren und des Herzmuskels sowie oberflächlicher Geschwürsbildung im Magen.

Die Physiologie der allgemeinen Unterkühlung erfährt eine praktisch wichtige Ergänzung durch F. H. König. Er macht darauf aufmerksam, dass ein äusserer Wärmereiz allein beim Unterkühlten z. B. durch Bedeckung oder Bestrahlung zuerst zu der paradoxen Erscheinung vermehrter Abkühlung der Kernzone des Körpers führt, weil die zentrale Blutmenge durch äussern Reiz in die Peripherie fliesst und dort durch die kalten Gewebe zunächst in einem Masse abgekühlt wird, die das bedrohte Leben vollends vernichten kann. Die in vorliegender Arbeit geforderten Massnahmen zur Erwärmung der Kernzone (heisse Infusionen und Einläufe, Wiederherstellung der Kreislaufverhältnisse und des Stoffwechsels der Muskulatur) erhalten dadurch eine weitere Betonung. Das warme Vollbad mit seiner zu brutalen Wirkung erscheint auch in diesem Lichte ungeeignet zur Rettung Unterkühlter.

Die für die Frühbehandlung der örtlichen Kälteschäden so wichtige Unterbrechung des Sympathikus wird von F. Bück nach den Lehren von Leriche begründet und dargestellt. Für die oberen Extremitäten kommt die Infiltration des Ganglion stellatum, welches vor dem Köpfchen der ersten Rippe liegt, in Betracht. Für die untern Extremitäten erfolgt die Unterbrechung durch Umspritzung des Grenzstranges. Es wird einprozentiger Novocainlösung, natürlich ohne Adrenalinzusatz, injiziert. Das Ganglion benötigt 15—20 ccm, der Grenzstrang 20—30 ccm. Die Technik ist einfach, muss aber genau befolgt werden. Sie wird von Bück einlässlich beschrieben. Die Eingriffe sind noch sehr wohl zu verantworten, wenn die äusseren Verhältnisse wegen Unmöglichkeit eine gute Asepsis peripherielle Sympathektomie verbieten.

Die Verluste durch Erfrierungen werden von Delewsky für die russische Seite im russisch-finnischen Feldzug 1939 auf nicht weniger als 50 % der Gesamtverluste angegeben! Die Hälfte davon erfolgte durch Stehen im Schnee, fast ein Viertel durch nasse Kleider, über ein Viertel durch Verwundung und Blutverlust. Von wohlunterrichteter Seite erfuhr ich, dass die finnischen Verluste infolge von Kälteschäden zwischen 10 und 11 % der Gesamtverluste betrugen.

Literatur.

- H. Killian:** Ueber die patholog. Physiologie der Kälteschäden usw. Zbl. Chir. 1942.
— Die Bedeutung der Nebenniere bei Kälteschäden. Zbl. Chir. 1943.
- Ottmar Kohler:** Erfahrungen über die Behandlung von Frostschäden. Zbl. Chir. 1942.
- U. C. Luft:** Kälte und Kälteschutz im Hochgebirge. Zbl. Chiur. 1942.
- Weltz, Wendt, Ruppin:** Erwärmung nach lebensbedrohlicher Abkühlung. Münchener med. Wochenschrift vom 25. XII. 42.
- R. Campell:** Zur Behandlung der örtlichen Erfrierung. Schweiz. med. Wochenschrift 1932.
— Allgemeine Abkühlung, örtliche Erfrierung. Vierteljahrsschrift für schweiz. San. Off. 1943, Nr. 1.
- H. Binhold:** Sollen Erfrierungen schnell oder langsam erwärmt werden? Der Deutsche Militärarzt, 1942/8.
- W. Staemmler:** Oertliche Erfrierungen, ihre patholog. Anatomie und Pathogenese. Zbl. Chir. 1942.
- F. Sauerbruch:** Erfrierungen. Der Deutsche Militärarzt 1942/8.
- F. V. Schürer:** Periarterielle Sympathektomie bei schwerer Erfrierung. Zbl. Chir. 1942/H 45.
- S. Frey:** Die örtlichen Erfrierungen im Kriege. Med. Klinik 1942.
- R. Klapp:** Zur Behandlung lokaler Erfrierungen. Zbl. Chir. 1942/45.
- W. Müller:** Ueber Todesursachen bei örtlichen Erfrierungsschäden. Der Deutsche Militärarzt 1943/1.
- H. Wojta:** Zur Behandlung der Erfrierungsnekrosen. Chirurg 1943/3.
- A. Läwen:** Untersuchungen über die Durchblutungen des Fusses ... namentlich bei Frostschäden. Der Deutsche Militärarzt 1942/6.
- G. Corsi:** ... Heilergebnisse nach Erfrierung des Vorderfusses. Der Deutsche Militärarzt 1942.
- H. Debrunner:** Klinik und Behandlung der örtlichen Erfrierungen. Verlag H. Huber, Bern, 1941.
- F. Starlinger:** Zur Vorbeugung der Erfrierung im Felde. Zbl. Chir. 1942/45.
— Fehler und Gefahren der Feldchirurgie. Urban & Schwarzenberg, 1942.
- E. Dormanns:** Anpassungsbelastung als allgemein ärztliches und wehrmedizinisches Problem. Der Deutsche Militärarzt 1943/3.
- F. Bück:** Novocaïninfiltrationen des Sympathicus als Frühbehandlung der Erfrierungen der Gliedmassen. «Chirurg» 1943, H. 12.
- Benvenuto Capaldi:** Prontuario di Chirurgia di Guerra in prima linea. Roma 1943.
- W. Zillmer:** Kriegschirurgie im Reservelazarett. Th. Steinkopff 1943.
- F. H. König:** Physiolog. Bemerkungen zur physikal. Behandlung von Unterkühlten. Klin. Wochenschrift 1943, Heft 3.
- H. Lindemann:** Erkrankung der Arterien durch Kälteeinwirkung. Deutsche med. Wochenschrift 1943/7.
- F. Büchner:** Die Pathologie der Unterkühlung. Klin. Wochenschrift 1943/5.
- Eugen Bircher:** Aerztliches Denken und militärische Truppenführung. H. Sauerländer, Aarau und Leipzig 1933.
— Was muss der Truppenführer vom Sanitätsoffizier verlangen. Allg. Schweiz. Militär-Zeitung 1940/7.