

- Currie, B. W. und Jones, C. K. (1941): Directional and diurnal characteristics of auro-
ras at some places in Canada; *Terrestrial
Magnetism*, vol. 46, p. 269—278. Baltimore.
- Davies, F. T. (1931): Observations of the
Aurora Australis, Byrd Antarctic Expedition,
1929. *Terrestrial Magnetism*, vol. 36, p. 199—230.
Baltimore.
- Geophysical Institute, University of Alaska (seit
1959): High Latitude Geophysical Data, College,
Alaska.
- La Cour, D. (1932): Visual observations of po-
lar aurora; Supplements to the Photographic
Atlas of Auroral Forms, I, p. 12—13. Oslo.
- Lange-Hesse, G. (1960): Südlichste Aus-
dehnung von Nordlichtern nach deutschen
Land- und Seebeobachtungen im Internationa-
len Geophysikalischen Jahr; *Die Naturwissen-
schaften*, Bd. 47, Heft. 18, p. 423—424. Berlin,
Göttingen, Heidelberg.
- Lee, A. W. (1930): Auroral Observations at Ler-
wick Observatory, 1924—1929. *Meteorological
Office, Professional Notes*, No. 56. 11 pp. Lon-
don.
- Schneider, O. (1961): Die Polarlichtzone der
Südhälfte. *Tagung „Neue Ergebnisse der
Polarforschung“*, der Deutschen Gesellschaft
für Polarforschung, Münster. *Contribución del
Instituto Antártico Argentino* No. 55. *Polar-
forschung* V. Bd., Heft 2/1961, Holzwinden.
- Stanley, G. M. (1958): Auroral Indices using
the All-Sky-Camera film from College, Alaska,
February 1958. *Indices of Upper Atmospheric
Disturbance Phenomena in Auroral Zone* (Hsg.:
C. T. Elvey und M. Sugiura); *Geophysical In-
stitute, University of Alaska, Scientific Report
No. 2, IGY Project No. 1. 14; p. G-1. College,
Alaska.*
- Stoffregen, W. (1959): Instructions for scal-
ing auroral ascaplots and auroral indices:
*Meddelande från Uppsala Jonosfärobservato-
rium*, Nr. 5. Uppsala.
- Sverdrup, H. U. (1927): Magnetic, Atmo-
spheric-Electric, and Auroral Results, Maud
Expedition, 1918—1925. *Researches of the De-
partment of Terrestrial Magnetism*, vol. VI
(= Carnegie Institution of Washington, Publi-
cation No. 175, vol. VI). Washington.
- Thomsen, I. L. (1947): A proposed auroral
index-figure; *Terrestrial Magnetism*, vol. 52,
p. 453—467. Baltimore.

Fragen der Ernährung unter extremen Klimabedingungen

Von A. Seher, Münster *)

Zusammenfassung: Es werden grundsätzliche Fragen über die Ernährung unter Berücksichtigung des Einflusses arktischen Klimas besprochen. Der Verfasser kommt zu dem Ergebnis, daß heute einer Gefahr gesundheitlicher Schäden durch Fehlernährung wirksam begegnet werden kann.

*

Questions of nourishment under the extreme climate-conditions. It will be discussed about questions of the nourishment under the consideration of the influence of the arctic climate. The author finds out that people can fight against the danger of healthy disadvantage, which comes from the unhealthy nourishment.

*

Bei einer Diskussion von Fragen der Ernährung unter extremen Klimabedingungen muß vorwiegend an die Verpflegung der vielen Expeditionen in arktischem oder antarktischen Gebiet gedacht werden. Es liegt daher nahe, an die dabei gemachten Erfahrungen anzuknüpfen. Verfolgt man die Literatur, die darüber Auskunft geben könnte, so stellt man zweierlei fest:

1. Alle auf eine Expedition mitzunehmende Ausrüstung stellt Ballast dar, der über unwegsames Gelände mit z. T. großer Anstrengung transportiert werden muß. Die Nahrungsvorräte sind in dieser Sicht nur ein notwendiges Übel.
2. Jede auf sich gestellte Gruppe ist der Gefahr ausgesetzt, daß Nahrungsvorräte durch Verzögerungen auf dem Wege vor-

zeitig erschöpft werden oder durch Unfall verloren gehen.

Daher sind viel Mühe und Opfermut aufgewendet worden, um für Notfälle Ernährungsmöglichkeiten aus dem Expeditionsgebiet zu finden. *Stefansson* hat aus solchen Überlegungen seine Methode „vom Lande zu leben“ ausgeführt. Es ist klar, daß die dabei gewonnenen Erfahrungen, ohne ihre Bedeutung einschränken zu wollen, nicht Grundlage der zu behandelnden Fragen sein können.

Ganz anders sind die Voraussetzungen, unter denen z. B. die Vereinigten Staaten ihre Südpolexpeditionen im Geophysikalischen Jahr 1957/58 vorbereitet und ausgestattet haben. Hier stehen aber militärische Interessen einer öffentlichen Diskussion der Ergebnisse im Wege. Es sei in diesem Zusammenhang nur der amerikanische Stützpunkt Thule erwähnt. *E. Müller* teilt in einer Publikation mit, daß bereits 1954 ca. 8000 Mann US-Personal im Raum der Arktis stationiert waren, 4000 davon auch in den Wintermonaten.

Wir müssen daher versuchen, der Frage nach einer zweckmäßigen und ernährungsphysiologisch einwandfreien Nahrung von einer

*) Prof. Dr. Artur Seher, Münster/Westf., Hedwigstraße 10

anderen Seite her zu begegnen. Die meisten ernährungsphysiologischen Untersuchungen wurden unter den Bedingungen des gemäßigten Klimas ausgeführt. Hier sind wohl fundierte, allgemein anerkannte Grundlagen vorhanden, die mit der gebührenden Vorsicht auf die Verhältnisse des Polarklimas extrapoliert werden können. Mit der Nahrung sollen dem Organismus zugeführt werden:

1. Energiespender, d. i. der rein kalorische Anteil,
2. Essentielle Nährstoffe, wie essentielle Fettsäuren und Aminosäuren, die für den Organismus unentbehrlich sind,
3. Akzessorische Nährstoffe. Die Vitamine, die als Bausteine von Fermenten lebenswichtig sind, und
4. Mineralsalze und Spurenelemente.

Eine optimal zusammengesetzte Nahrung muß alle Bestandteile in einer ausgewogenen Mischung enthalten. Diese soll im gemäßigten Klima zu 10–15 % aus Eiweiß, zu 20–25 % aus Fett und 60–70 % aus Kohlehydraten und Ballaststoffen bestehen. Die Angaben beziehen sich auf den kalorischen Wert der Nährstoffe. Berücksichtigt man, daß 1 g Fett 2,27 g Eiweiß oder Kohlehydrat isodynamisch ist, so resultiert eine gewichtsmäßige Zusammensetzung von 14–17 % Eiweiß, 9–11 % Fett und rund 70–75 % Kohlehydrate plus Ballast.

Die Frage nach der täglichen Ration ergibt sich überschlägig aus zwei Größen:

1. Der tägliche Kalorienbedarf in Abhängigkeit von der körperlichen Belastung. Er ist nach *Ertel* für Teilnehmer an einer Expedition zu etwa 3500–4500 Kalorien einzustufen.
2. Die Beeinflussung dieser Ration durch die zusätzliche Klimabelastung. Hierüber liegen konkrete Angaben nicht vor.

Voit hat Untersuchungen über die Abhängigkeit des Grundumsatzes, also des Kalorienverbrauchs, von der Außentemperatur durchgeführt. Dabei fand er, daß im Temperaturbereich von etwa 15–25 ° C der Grundumsatz am kleinsten ist. Pro Stunde werden etwa 25–27 g Kohlendioxid ausgeatmet. Man spricht von dem Gebiet der „thermischen Neutralität“ oder der „Indif-

ferenz-Temperatur“. Eine Erhöhung oder Senkung der Außentemperatur zieht eine Erhöhung des Grundumsatzes nach sich. Eine Senkung der Umgebungstemperatur um nur 10 ° C, also auf + 5 ° C, läßt die CO₂-Atemung bereits auf 35 g pro Stunde ansteigen, was einer Umsatz-Steigerung von etwa 40 % entspricht. *Rubner* untersuchte, in welcher Weise die kalorische Stoffwechsellistung des Organismus verbraucht wird. Dabei stellte er fest, daß bei 20 ° C rund 45 % der Kalorien zum Ausgleich der Wärmeabstrahlung des Körpers verbraucht werden. Mit dieser Kenntnis wird es leicht verständlich, daß eine Abnahme der Außentemperatur eine derart große Steigerung des Grundumsatzes nach sich zieht, wobei auch die Erwärmung der Atemluft zu berücksichtigen ist. Man darf jedoch nicht dem Fehler verfallen, die Ergebnisse von *Voit* direkt auf arktische Temperaturen extrapolieren zu wollen. Der Wärmeschutz durch geeignete Kleidung vermindert den Kalorienbedarf erheblich.

Noch aus einem anderen Grunde darf man sich nicht zu sehr an feste Zahlenwerte für den Nahrungsbedarf klammern. Es ist jedem Mediziner geläufig, daß der Grundumsatz beim Manne höher ist als bei der Frau. Ein wichtiger Grund hierfür ist in der Wärmeabgabe durch die Haut zu suchen, die beim Manne größer als bei der Frau ist. Augenfällig demonstriert uns das immer wieder die Mode mit dünnen, duftigen Stoffen für die Damen und dicken Wollstoffen für die Herren. Auch das Verhältnis von Oberfläche zu Körpergewicht spielt eine Rolle. Der dünne lange Astheniker gibt bei gleichem Körpergewicht mehr Wärme ab als der gedrungene Pykniker.

Dies alles zeigt, daß Kalorienangaben für die tägliche Ration nur grobe Näherungswerte sein können. Bei überwiegendem Aufenthalt in einem Lager oder Stützpunkt wird man etwa mit 2500–3000 Kalorien, bei Bewegung im Gelände mit 4000 Kalorien rechnen müssen.

Nur unter besonderen Belastungen wird eine weitere Steigerung zu erwarten sein, die allerdings kurzfristig extrem hoch sein kann. Messungen an Bergsteigern haben ergeben, daß der stündliche Kalorienverbrauch auf 1100 Kalorien steigen kann.

Die Deckung dieses Nahrungsbedarfes muß aus einem Vorrat erfolgen. Es kommen also nur lagerfähige Lebensmittel in Frage. Soweit hierfür auf das reichhaltige Angebot der Konserven-Industrie zurückgegriffen werden kann, weil genügend Transportmöglichkeiten vorhanden sind, erübrigen sich nähere Ausführungen. Übliche Konserven erfordern jedoch viel Lager- und Transportraum sowie Kraft zur Bewegung. Deshalb hat man früher stets große Konzessionen an die Ernährung gemacht, um an Transportraum und -gewicht zu sparen. *Stefansson* schreibt im *Arctic Manual*: „Menschen, die hart arbeiten, haben genügend Hunger; das Verlangen zu essen ist derart stark, daß auch nicht besonders appetitliche Nahrung verzehrt wird.“ In der Tat sind die von ihm gemachten Angaben über die Ernährung seiner Expeditionsteilnehmer nicht sehr appetitanregend. Seine Auffassung von der mitzuführenden Nahrung faßt er in die Worte: „Fett ist der wichtigste Bestandteil einer arktischen Ernährung. Es hat die meisten Kalorien aller Nährstoffe.“ Gleichartig äußert sich *Mowat*. Eine Erhöhung des Fettanteils in der Nahrung hat mehrfachen Nutzen. Der erhöhte Kaloriengehalt läßt die zu verzehrende Menge geringer werden. Darüber hinaus vermittelt fettreiche Nahrung ein lang anhaltendes Sättigungsgefühl und eine verminderte Kälteempfindlichkeit. In voller Konsequenz dieser Einstellung bevorzugte man Pemmican in der Verpflegung. Man nutzte dabei Erfahrungen aus, die Naturvölker gesammelt haben. Erst in den letzten Jahren haben die Ernährungsphysiologen die diesbezüglichen Fakten sicherstellen können. Zur Vermehrung des Kalorienreichtums einer Kost kann man deren Fettgehalt ohne Schaden für den Organismus auf mehr als das Doppelte, also 20—30 % des Gewichtes erhöhen. Voraussetzung hierfür ist eine gleichzeitige Erhöhung des Eiweiß-Anteils, so daß das Verhältnis Fett zu Eiweiß gleich bleibt und lediglich der Kohlehydrat-Anteil abnimmt. Der Anteil des mageren Fleisches im Pemmican, den *Steffansson* mit 60—70 % beziffert, entspricht genau dieser Forderung. Dennoch muß eine so einseitige Kost ein Notbehelf bleiben. Die bei Expeditionen bis zum Anfang dieses Jahrhun-

derts regelmäßig beobachteten Gesundheitsstörungen unterstreichen diese Behauptung.

Auch die Auswahl des Nahrungsfettes erfordert einige Aufmerksamkeit. Sie sollte von folgenden Überlegungen geleitet werden:

Fette mit hohem Schmelzpunkt, z. B. Talg oder Speckfett, werden langsamer resorbiert als Ole. Dadurch erzeugen sie einen länger anhaltenden Sättigungseffekt, ein Gesichtspunkt, auf den bereits *Stefansson* verschiedentlich hingewiesen hat. Feste Fette besitzen eine nur geringe Neigung, ranzig zu werden. Sie sollten daher Grundlage des Fettanteils in der Nahrung sein.

Ole, also flüssige Fette, unter ihnen besonders Leinöl, Mohnöl, Maisöl u. ä., sind reich an der essentiellen Linolsäure. Der genaue Tagesbedarf des Menschen ist noch umstritten. Doch dürfte eine Menge von 5—7 g etwa die Größenordnung angeben, die vom Organismus benötigt wird. Entsprechend muß die tägliche Ration etwa 10—15 g eines solchen Oles enthalten.

Neben den Nahrungsfetten, die zum Zubereiten der Kost benötigt werden, sind Aufstrichfette erforderlich. Für letztere wird man bei lange dauernden Expeditionen neben Butter in Dosen auch Margarine in Dosen mitführen. Für gut bereitete Dosenbutter kann man mit 6—10monatiger Haltbarkeit rechnen. Bei Margarine ist die Lagerfähigkeit noch höher. Wir haben im Bundesinstitut für Fettforschung Dosen mit Margarine, die bereits 4 Jahre alt sind und noch ohne Einschränkung genossen werden können. Die Aufstrichfette bieten die beste Möglichkeit zur Verabreichung der essentiellen Fettsäuren.

In unseren Breiten wird heute heftig über das Fett, seine Rolle in der Ernährung und bei Zivilisationskrankheiten gestritten. Ohne auf Einzelheiten dieser mich fachlich besonders beschäftigenden Fragen eingehen zu wollen, kann gesagt werden, daß unter körperlichen Beanspruchungen, wie sie ein Aufenthalt in der Polarzone darstellt, weder ein reichlicher Fettgenuß noch der Verzehr von festen Fetten eine Gefahr bilden. Im Gegenteil halte ich viel Fett und feste Fette unter solchen Umständen für eine Notwendigkeit. Die Ernährung bei einer Polar-

expedition läßt keinerlei Vergleich mit unserer hiesigen Kost zu, deren Hauptproblem in dem Slogan „Iß Dich schlank“ gipfelt.

Es ist eine in Fachkreisen bekannte Tatsache, daß Nahrungsmittel, z. B. Fette oder das schwer verdauliche Eiweiß der Hülsenfrüchte, unter entsprechenden körperlichen Belastungen auch von solchen Personen getragen werden, die unter normalen Umständen davon Beschwerden bekommen.

Den Anteil an Eiweiß und Kohlehydraten in der Nahrung möchte ich gemeinsam abhandeln. Hier kommen vor allem Fleisch und Vegetabilien in Frage. Wegen des hohen Wassergehaltes dieser Nahrungsmittel hat man früher bei letzteren die krassesten Einsparungen vorgenommen.

Die Nahrungsmittel-Industrie verfügt heute über Möglichkeiten, der Forderung nach vermindertem Transportgewicht auch anders nachzukommen. In den letzten 20 Jahren hat die wissenschaftlich seit langem benutzte Methode der Gefriertrocknung mehr und mehr Eingang in die Industrie gefunden. Das Verfahren besteht kurz darin, daß man das zu trocknende Material, z. B. Fleisch oder Gemüse, möglichst rasch auf etwa -20 bis -30°C kühlt und bei dieser Temperatur in ein Gefäß bringt, das auf mindestens 0,01 Torr evakuiert ist. Unter diesen Umständen sublimiert das zu Eis gefrorene Wasser aus dem Material heraus. Aromastoffe sind unter diesen Bedingungen schwerer flüchtig, so daß in dem getrockneten Produkt im Durchschnitt 95—98 % des ursprünglichen Aromas erhalten bleiben. Fleisch verliert etwa 45 % seines Gewichtes. Aus einem Steak von 225 g Frischgewicht werden also 125 g Trockengewicht. Das Trockensteak, in einem Beutel aus Kunststoff-Folie eingeschweißt, ist monatelang haltbar. Wird es einige Minuten in kaltes Wasser gelegt, stellt sich der Ausgangszustand wieder ein. Auf diese Weise getrocknete Gemüse geben durch ihren hohen Wassergehalt von 70—95 % noch größere Gewichtersparnisse. Der besondere Vorteil dieser Methode liegt darin, daß beim Trocknen keine Veränderung von Farbe, Geschmack und Inhaltsstoffen erfolgt. Der gesamte Vitamin-Gehalt bleibt unverändert. Dies ist besonders wertvoll für die Herstellung von Fruchtsaft-Konzentraten,

die als Vitamin-Quelle verfügbar werden. In wasserdampfdurchlässiger Verpackung ist keine Konservierung notwendig. Kunststoffe anstelle von Blech oder Glas helfen Gewicht sparen. Es wird mit solcher Kost nach Zusatz von Wasser nicht nur Frischkost vorgetäuscht, sondern auch praktisch verabreicht.

Geschmacklich verhalten sich die getrockneten Lebensmittel nach der Zubereitung zum Verzehr etwa wie Pulverkaffee, z. B. Nescafé, zu frisch aufgebrühtem. *Hillary* hatte bei der Bezwingung des Mount Everest und *Fuchs* bei seiner Südpolexpedition von dieser Möglichkeit der Bereicherung der Nahrung Gebrauch gemacht.

Auch Brot kann heute in haltbarer, lang lagerfähiger Form hergestellt werden. Wir besitzen im Institut Brote, die ofenwarm in sterile Kunststoff-Folien eingeschweißt wurden. Nach 12 Monaten sind sie noch fast so frisch, wie direkt nach der Herstellung.

Mit dem tierischen und pflanzlichen Eiweiß werden dem Körper bekanntlich Aminosäuren zugeführt. Die vom Organismus benötigten 9 essentiellen Aminosäuren sind im Fleisch und in Hülsenfrüchten in ausreichender Menge enthalten, so daß hierfür besondere Diätzusätze nicht erforderlich sind.

Bei der Auswahl der mitzunehmenden Lebensmittel wird man keine konkreten Regeln aufstellen können. Am empfehlenswertesten ist eine so weit wie möglich abwechslungsreiche Kost, die dem Geschmack der Teilnehmer an einer Expedition angepaßt sein muß. Dabei wird man zweckmäßig nicht einseitig auf sogenannte Nationalgerichte Rücksicht nehmen dürfen. Wir Deutschen stehen in dem Ruf, gerne Sauerkraut und Pökelfleisch zu essen. Jedoch kann ich mir von keinem meiner Bekannten vorstellen, daß er vorwiegend davon leben möchte.

Bezüglich der akzessorischen Nährstoffe, also der Vitamine, ist zu sagen, daß eine gemischte Kost, wie sie eben empfohlen wurde, eine ausreichende Zufuhr von Vitaminen bietet. Nach der Auffassung von *Winkelmann* ist das erschütternde Ende der *Scottschen* Expedition überwiegend auf einen Mangel an den Vitaminen C und der B-

Gruppe zurückzuführen. Über den erfolgreichen Ausgang der Expedition von *Amundsen* zitierte *Winkelmann* aus dessen Aufzeichnungen: „Es war unser Bestreben, so viel wie irgend möglich Früchte und Gemüse zu essen; es gibt kein besseres Mittel, Krankheiten zu verhüten. Früher war Pemmican nichts als eine Mischung von Fleisch und Speck, wir ließen dem unsrigen Gemüse und Hafermehl beimischen.“

Nach dem heutigen Stand der Vitaminforschung sind unter dem Einfluß besonderer körperlicher Belastung zusätzliche Gaben an folgenden Vitaminen wünschenswert:

B₁, B₂, B₆ und C.

Es handelt sich dabei um diejenigen Vitamine, deren Tagesbedarf bei stärkerer Beanspruchung am ehesten zunimmt. Andererseits sind keine Hypervitaminosen, wie besonders bei den fettlöslichen Vitaminen, zu befürchten. Die Darreichung wird zweckmäßig in Form von Tabletten oder Dragees erfolgen. Außerdem ist Hefepulver eine vorzügliche Vitaminquelle.

Der Bedarf an Mineralsalzen kann praktisch vollständig aus der empfohlenen Kost gedeckt werden. Bei den in den letzten Jahren von *Gräfe* aufgestellten Ernährungsbilanzen war lediglich die Calcium-Menge etwas knapp bemessen. Hier könnte Vorsorge durch Gaben bewährter Calcium-Präparate getroffen werden.

Ich habe versucht, in der gebotenen Kürze einen Abriss der mir grundsätzlich erschei-

nenden Fragen über die Ernährung unter Berücksichtigung des Einflusses arktischen Klimas zu geben. Viele Probleme sind noch nicht ausreichend geklärt. Von zahlreichen Experimenten sind die Ergebnisse noch nicht veröffentlicht. Doch haben die Fortschritte der Technik und der Nahrungsmittel-Industrie zusammen mit den Erkenntnissen der Ernährungsphysiologie neue Wege eröffnet. In Zukunft ist eine zweckmäßige und auch ansprechende Kost für die Teilnehmer an Polarexpeditionen möglich, mit der Gefahr gesundheitlicher Schäden durch Fehlernährung wirksam begegnet werden kann.

*

Diskussion. Dr. Dege, Angellmodde: Es ist erfreulich, daß die Ernährungsphysiologie den besonderen Wert von Kalzium auf Polar-Expeditionen erkannt hat. Dieser Kalzium-Mangel tritt vor allem in Granitgebieten auf. Auf meiner Überwinterungs-Expedition 1944/45 nach dem Nordost-Land von Spitzbergen, einem Granitgebiet, die von bekannten Ernährungsfachleuten und Ärzten beraten worden war, führten wir keine Kalzium-Präparate mit. Wir alle haben schwere Zahnschäden davongetragen.

*

Literatur:

- O. Abs, „Die Eskimoernährung“, VEB Georg Thieme, Leipzig 1954.
 K. H. Gräfe, „Grundlagen und Ergebnisse physiologischer Ernährungsbilanzen“, Akademie-Verlag, Berlin 1957.
 K. Lang u. R. Schoen, „Die Ernährung“, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1952.
 E. Lehmann, „Chemische Physiologie“, Springer-Verlag, Berlin 1943.
 F. Mowat, „People of the Deer“, Little, Brown u. Co., Boston 1952.
 V. Stefansson, „Arctic Manual“, The Macmillan Comp., New York 1950.
 W. F. Winkelmann, „Die Vitamine“ Apollonia-Verlag, Basel 1951.

Die Absolutwerte der 1929/31 in Grönland ausgeführten Strahlungsmessungen

Von J. Georgi, Hamburg *)

Zusammenfassung: Die bisher zeitlich und räumlich ausgedehntesten Meßreihen der Sonnen- und Himmelsstrahlung in Grönland, wie sie bei den beiden letzten Expeditionen Alfred Wegeners gleichzeitig an drei Überwinterungs-Stationen gewonnen sind, werden durch eine zusammenfassende Erörterung ihrer Absolutwerte zugänglich gemacht.

*

The absolute data of the radiation measurements on Greenland in 1929/31
 The series of measured values of solar and sky radiation, having till now the largest temporal and spatial extent, as they were found simultaneously at three winter stations during Alfred Wegeners last two expeditions are made com-

prehensible by a summarizing explanation of their absolute data.

*

Während früher Strahlungsmessungen hauptsächlich zur Kennzeichnung des Klima-Charakters dienten, arbeitet die moderne Glaziologie mit zunehmendem Erfolg daran, den wenn auch kleinen Anteil der kalorischen Sonnen- und Himmelsstrahlung zu verfolgen, der von Eis-, Schnee- und Firnflächen absorbiert und zu mannigfachen

*) Dr. Joh. Georgi (24a) Hamburg 20, Borsteler Chaussee 159