Feuilleton.

Eine Expedition zur Erforschung der physiologischen Wirkungen des Hochgebirges.

Von Prof. Dr. A. Loewy in Berlin.

I.

Unter den zahlreichen naturwissenschaftlichen Expeditionen, die während der letzten Jahrzehnte ausgerüstet worden sind, nehmen die zur Erforschung physiologischer Probleme veranstalteten einen sehr bescheidenen Raum ein. Es erklärt sich dies einmal daraus, dass die Fragen, die heute im Vordergrund des physiologischen Interesses stehen, entweder die Aufsuchung besonderer, geeigneter Punkte zu ihrer Lösung überhaupt nicht notwendig machen, oder dass sie in bereits vorhandenen, in den verschiedensten Ländern sich findenden wohl ausgerüsteten Laboratorien bearbeitet werden können.

Ich will nur an die älteste Arbeitsstätte dieser Art, an die zoologische Station in Neapel erinnern, ferner an die dieser nach-

gebildeten in Rovigno am Adriatischen Meere, an die in Arcachon, die in Bergen in Norwegen, in denen auch zahlreiche physiologische, speziell vergleichend physiologische Untersuchungen ausgeführt worden sind.

Dazu kommt ein von der Holländischen Regierung angelegtes Laboratorium in Batavia, das den speziellen Fragen der Tropenphysiologie dient und aus dem bereits eine Reihe trefflicher Arbeiten hervorgegangen ist; auch kann ein englisch-indisches Laboratorium diesen Fragen nutzbar gemacht werden.

Es bleibt ein eigentlich nur sehr enges Gebiet, das bis jetzt ausschliesslich mit Hilfe spezieller Expeditionen erforscht wurde und vor der Hand auch weiter nur auf diesem Wege gefördert werden kann, nämlich das die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas betreffende.¹⁾

Erscheint dies Gebiet auch eng, so ist es doch bedeutsam, nicht nur durch die Räthsel, die es uns auch heute noch trotz aller Arbeiten der letzten Jahrzehnte aufgibt, sondern mehr noch durch seine innige Beziehung zum praktisch-ärztlichen Handeln sowie durch den Einfluss, den es auf die Lebensbedingungen ganzer Völker übt. Nicht überall sind, wie in Mitteleuropa, Höhen über 2500—3000 m öde und leer, der Kultur durch den Menschen entzogen, fast dauernd unter Schnee und Eis vergraben. In je niedrigere geographische Breiten wir uns begeben, umso höher steigen die Ansiedelungen der Menschen empor, und in der Nähe des Aequators erheben sich z. B. in den südamerikanischen Anden grosse und der modernen Kultur nicht entbehrende Städte in Höhen, die, ohne der Bergkrankheit ihren Tribut zu entrichten, relativ wenige Bewohner des Tieflandes zu erreichen vermögen.

Seit vor ungefähr einem Vierteljahrhundert Paul Bert die überraschende Beobachtung machte, dass Blut von auf der Höhe der Anden lebenden Thieren weit mehr Sauerstoff zu binden vermöge als von Thieren des Tieflandes und Viault fand, dass die Zahl der Blutzellen oben erheblich gesteigert sei, resp. nach dem Emporsteigen allmählich zunehme, sind die Forschungen über die Wirkungen des Höhenklimas nicht mehr zur Ruhe gekommen.

Man glaubte wohl, sie durch Untersuchungen in einem luftverdünntem Raume pneumatischer Glocken ersetzen zu können. Die Luftverdünnung ist der charakteristischste Faktor des Höhenklimas und scheint speziell für die eben genannten Aenderungen in der Zusammensetzung des Blutes im wesentlichen allein verantwortlich zu sein. Jedoch sind noch andere Momente im Hochgebirge wirksam, von denen z. B. die wichtigen Beeinflussungen des Stoffumsatzes abhängen. Diese werden durch den Aufenthalt in der verdünnten Luft pneumatischer Kammern nicht hervorgerufen, ebensowenig wie die Aenderungen der Herz- und Athemthätigkeit, die mit jedem Uebergang in die Höhe einhergehen, in gleichem Maasse in der pneumatischen Kammer zustande kommen.

Man ist also mit dem Studium des Höhenklimas auf den Aufenthalt in der Höhe angewiesen; ein Surrogat dafür giebt es bis jetzt nicht.

Die ersten in grossem Maassstabe und mit grossen Mitteln im Hochgebirge selbst unternommenen Untersuchungen verdanken wir dem italienischen Physiologen Mosso, der, unterstützt durch die Munifizenz der Königin Margherita, im Stande war, eine Reihe von Expeditionen auf die zweite italienische Spitze des Monte Rosa, die Signalkuppe (Punta Gnifetti) auszuführen. Eine reiche Ausbeute an interessanten Beobachtungen war der Lohn seines anstrengenden und nicht gefahrlosen Unternehmens.

Ihm folgten Zuntz-Schumburg sowie der Verfasser mit J. Loewy und Leo Zuntz, die wiederum am Monte Rosa, ersterer an seinem Nordabhange, letzterer am Südabhange auf den Wegen Mosso's ihre Versuche anstellten, die speziell die Beeinflussung des Stoffwechsels mit exakteren Methoden und genauer feststellen sollten.

Weitere, dieselben Fragen behandelnde Untersuchungen verdanken wir Bürgi, einem Schüler Kronecker's, und Jaquet und Stähelin. Aber noch wartet eine grosse Reihe von Problemen, sei es der Nachprüfung und eingehenderen Beantwortung, sei es der ersten Untersuchung.

¹⁾ Nach den Beschlüssen des diesjährigen internationalen Physiologencongresses soll auf der Gnifettispitze des Monte Rosa ein ständiges internationales Laboratorium errichtet werden. Gelangt dieser Plan zur Ausführung, so wird auch für bezügliche Untersuchungen eine feste Arbeitsstätte geschaffen sein.

Diesen galt eine neue Expedition, zu der sich mit Prof. Zuntz und dem Verfasser noch vier Herren, Dr. Caspari, Dr. F. Müller, cand. med. Waldenburg und Kolmer vereinigt hatten. Sie verliessen Berlin Ende Juli und benutzten den August und September zur Ausführung der geplanten Untersuchungen.

Wenn ich schon jetzt einen kurzen Bericht über diese Untersuchungen liefere, so kann natürlich von der Mittheilung abschliessender Resultate noch nicht die Rede sein. Die Verarbeitung des reichhaltigen Materials wird noch lange Zeit in Anspruch nehmen. Hier sollen im wesentlichen die Vorbereitungen und der Verlauf der Expedition geschildert werden. Ich glaube, dass auch diese Dinge eine ärztliche Leserschaft interessieren können. Bei der Abstraktheit, in der schliesslich die Resultate solcher Untersuchungen mitgeteilt werden, kommen gerade die konkreten Einzelheiten zu kurz, und ein anschauliches Bild des Werdeganges und Verlaufes eines solchen wissenschaftlichen Unternehmens lässt sich dann für den Fernerstehenden nur schwer gewinnen.

Es ist gerade ein Jahr her, dass in einer Unterredung, die N. Zuntz mit dem Verfasser hatte, der Plan zu unserem Unternehmen reifte. Untersuchungen über den Energieumsatz beim Uebergang und längeren Aufenthalt im Hochgebirge fehlen heute noch vollkommen. Untersuchungen über den Stoffumsatz mit gleichzeitiger Berücksichtigung der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Substanzen waren damals auch noch nicht bekannt. Die inzwischen veröffentlichten Untersuchungen von Jaquet und Stähelin, so werthvoll sie sind, werfen, wie so oft die ersten Schritte auf neuem Gebiete, mehr Fragen auf, als sie beantworten. Die sehr wichtigen Fragen nach der Wärmeregulation und nach der Perspiratio insensibilis, der Wasserabgabe durch Haut und Lungen im Höhenklima sind gleichfalls noch nie bearbeitet worden. Wie gestalten sich alle diese Dinge bei Körperruhe, wie bei Muskelthätigkeit? Wie weit vermag Gewöhnung und Trainirung unsere Funktionen dem Höhenklima anzupassen.

Jede dieser Fragen erfordert zu ihrer Entscheidung ihre besondere Methodik, besondere Apparate. Zugleich aber gilt es, den Begriff Höhenklima in seine einzelnen Componenten aufzulösen, um eventuell deren Antheil an der Gesamtwirkung erkennen zu können. Es wird also eine gleichzeitige Bestimmung der einzelnen Klimafaktoren nothwendig, insbesondere des herrschenden Barometerdrucks, der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Windstärke. Gewisse Erfahrungen weisen darauf hin, dass vielleicht das elektrische Verhalten der Atmosphäre eine Rolle beim Zustandekommen mancher physiologischen Effekte spielt. Und so sollte auch dieses, speziell die Grösse der Elektrizitätszerstreuung in der Luft und das elektrische Potentialgefälle, der Untersuchung unterzogen werden. So kommen also zu den physiologischen Untersuchungen zahlreiche meteorologische hinzu, die ihrerseits wieder spezielle Kenntnisse in den einschlägigen Methoden und den gebräuchlichen Instrumenten erfordern, und letztere müssen zum Theil unseren Zwecken entsprechend abgeändert werden. Aber auch die uns geläufigen physiologischen Apparate sind in der Form, wie sie im Laboratorium zur Verwendung gelangen, für uns nicht durchweg brauchbar, sie müssen leicht transportirbar, sie müssen wenig zerbrechlich sein, Forderungen, die sich besonders bei gasanalytischen Apparaten nicht ohne Schwierigkeit erfüllen lassen. Jedoch sind das technische Einzelheiten, auf die ich hier nicht näher eingehen möchte.

Unser Generalplan war der, zunächst einige Tage in nur wenigen 100 m Höhe zu bleiben; sodann sollte der eine Theil sich direkt in eine Höhe von zirka 2000 m begeben, der andere sollte erst in einigen Wochen nach genügender Trainirung unten nachfolgen. Weiter sollte sich daran ein neuer Aufstieg schliessen, durch den wir eine Höhe von über 4000 m erreichen wollten.

Wie bei dem ersten Theil der Versuche die Wirkung von einigen tausend Metern Höhe mit der von nur wenigen Hunderten verglichen wurde, so sollte auch hier die Wirkung der Höhe von über 4000 m mit einer mittleren in Vergleich gebracht werden, daher mussten wir uns wiederum in zwei Gruppen theilen, deren eine oben ihre Untersuchungen anstellte, deren andere auf halber Höhe ihre Beobachtungen ausführen sollte.

Um ein möglichst umfassendes Bild der Wirkung auf den menschlichen Organismus zu erhalten, war unsere Absicht, unsere Untersuchungen auf folgendes auszudehnen.

Während aller Perioden, d. h. in vier verschiedenen Höhenlagen, sollte der Gesamtstoffwechsel bei Ruhe und Arbeit, ferner

aber auch der Eiweissumsatz, endlich noch der Energieumsatz festgestellt werden. Weiter die unmerkliche Wasserverdunstung von Haut und Lungen, zum Theil auch die Beschaffenheit des Schweißes. Nebenher sollten Beobachtungen laufen über die Zusammensetzung des Blutes, über das Verhalten des Pulses und der Athmung, über die Körpertemperatur. Und das alles unter gleichzeitiger Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse.

Der Plan war nicht schwer zu entwerfen, auch die Ausführung war ja, theoretisch betrachtet, keine schwierige, insofern als für jede der aufgeworfenen Fragen der zu ihrer Lösung einschlagende Weg vorgezeichnet war. Praktisch gestaltete sich die Sache allerdings ganz anders.

Losgelöst von dem mit allen Hilfsmitteln ausgerüsteten Laboratorium, das die Ausführung auch komplizirterer Aufgaben in bequemer Weise ermöglicht, waren wir gezwungen, alles das mit uns zu führen, was uns in den Stand setzte, an den verschiedenen Aufenthaltspunkten gewissermaassen fliegende Laboratorien einzurichten, in denen ein Theil der Untersuchungen direkt erledigt werden konnte und die weiter so ausgestattet sein mussten, dass das, was unterwegs nicht zu verarbeiten war, quantitativ gesammelt und heimwärts befördert werden konnte.

Ohne weiteres zu erledigen waren die Untersuchungen des Blutes, des Pulses, der Athmung. Die dazu benötigten Apparate konnten die gewöhnlich benutzten sein. Ueber sie brauche ich an dieser Stelle weiter nichts zu bemerken. Auch über das zur Durchführung einer exakten Gaswechseluntersuchung Nothwendige waren wir durch unsere früheren Untersuchungen genügend orientirt; nur musste diesmal entsprechend der räumlichen Trennung der beiden Abtheilungen, von der ich im vorstehenden gesprochen habe, alles: Gasuhren, Apparate zur Sammlung der Expirationsluft, Analysenapparate doppelt mitgenommen werden.

Weit schwieriger gestaltete sich schon die Untersuchung des Eiweissstoffwechsels und des Energieumsatzes. Da bedarf es der Zufuhr bekannter Mengen in ihrer Zusammensetzung, in ihrem Energiegehalt bekannter Nahrung, ferner der Analyse und kalorischen Bestimmung des quantitativ gesammelten Harnes und Kothes.

Zunächst die Nahrung. Man kann aktiv viele Stoffwechselversuche durchgeführt haben und mit allen Finessen der Methodik vertraut sein und wird sich dessen gar nicht bewusst, welche Schwierigkeiten ein solcher Versuch für das Versuchsindividuum — also den passiv beteiligten Faktor — und wir dienten alle sechs als Versuchsindividuen — bietet. Es gehört in der That ein gut Theil Willensstärke, eine nicht geringe Selbstüberwindung dazu, längere Zeit hindurch dieselbe gleichartige und, wie natürlich, recht einförmige Kost zu sich zu nehmen, jeden Bissen, den man zum Munde führt, zuvor genau zu wägen, alle mit dem Harn und Stuhl erfolgenden Ausscheidungen quantitativ zu sammeln und wiederum zu messen und zu wägen.

Es haben sich ja in letzter Zeit einige Stoffwechselspezialisten herausgebildet, die einen mehr oder weniger grossen Theil des Jahres in Stoffwechselversuchen leben. Wir konnten a priori nicht voraussetzen, dass auch wir sechs solcher Leistung fähig wären, und so blieb uns nichts übrig, als zur Vorbereitung zunächst einen längeren Stoffwechselversuch schon hier anzustellen. Er dauerte zehn Tage und wurde an der einen Gruppe im Dezember des verflossenen Jahres, an der andern im April dieses Jahres durchgeführt. Dabei stellte sich nun heraus, dass die Möglichkeit der Durchführung davon abhängt, dass die Wahl der Nahrung nicht gar zu sehr von der gewohnten Ernährungsweise abweicht. Und diese variirte bei uns nicht unerheblich. Ein Theil bevorzugte reichliche Eiweisskost, der andere eiweissärmere Nahrung, der Bedarf an stickstofffreien Nährstoffen wurde bei den einen gewohnheitsmässig mehr durch Fett, bei den anderen mehr durch Kohlehydrate gedeckt. Jedenfalls fiel aber diese präliminare Prüfung dergestalt aus, dass wir uns als geeignete Objekte bezeichnen konnten.

(Schluss folgt.)