

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen

Zuntz, Nathan

Berlin, 1906

Kapitel XIX. Die Bergkrankheit

Kapitel XIX.

Die Bergkrankheit.

Das in immer weitere Kreise dringende Interesse an den Alpen und am Alpensport hat nicht nur die Kenntnis der Berge in früher nicht geahntem Maße verallgemeinert, ihre Schönheiten offenbart, die Geist und Körper belebenden Wirkungen des Bergsports populär gemacht, es hat auch mannigfache Gefahren und Schädigungen aufgedeckt, die dem Bergsteiger zustoßen können. Es läßt sich nicht leugnen, daß diese zum Teil nicht ohne eigenes Verschulden eintreten. Die Lust an Abenteuern verführt häufig dazu, Gefahren, denen man sich nicht auszusetzen brauchte, aufzusuchen, bestehende zu vergrößern. Ein Teil der körperlichen Schädigungen, die das Hochgebirge hervorruft, ist durch Leichtsinn oder Überschätzung der eigenen Fähigkeiten und Kräfte verursacht. Wir erinnern hier nur an die Überanstrengungen des Herzens, von denen ausführlich in Kapitel XII gehandelt wurde. Diese Zufälle, die keinen geringen Raum in der Chronik der Bergunfälle einnehmen, könnten bei genügender Aufmerksamkeit und Selbstzucht vermieden werden.

Andererseits gibt es jedoch eine, für den Aufenthalt in der Höhenluft spezifische und von ihm abhängige Erkrankung, die den Bergsteiger ohne eigenes Verschulden trifft, den einen in geringerer, den anderen in beträchtlicherer Höhe, der aber schließlich niemand entgeht, der über eine gewisse Grenze hinaus zur Höhe strebt.

Man bezeichnet diese Erkrankung als Bergkrankheit.

Der Name ist heute so allgemein bekannt, und die Erscheinungen der Bergkrankheit sind durch vielfältige Berichte von Hochtouristen so geläufig geworden, daß es etwas eigentümlich anmutet, wenn Dr. Meyer-Ahrens,¹⁸⁾ der erste, der im Jahre 1854 in deutscher Sprache das damalige Wissen über die Bergkrankheit in einer vorzüglichen Monographie zusammenfaßte, die Aufstellung eines eigenen, Bergkrankheit genannten, Krankheitsbildes erst begründen zu müssen glaubt. Und doch gibt es auch heutzutage noch Leute, die, weil sie selbst von der Bergkrankheit verschont geblieben sind, deren Vorkommen überhaupt leugnen. Das ist eine unzulässige Skepsis, die aus den Erfahrungen anderer sich nichts zu eigen machen und nichts lernen will.

Ist auch der Name „Bergkrankheit“ ein sehr gangbarer geworden, so ist andererseits der damit zu verbindende Begriff, die Auffassung vom Wesen der Krankheit und deren Ursachen, noch nicht so vollständig geklärt, daß auch nur bei den Sachverständigen darüber Einstimmigkeit herrschte.

Nach der vorstehend gegebenen Definition soll man nur eine dem Hochgebirge spezifisch zukommende Erkrankung als Bergkrankheit bezeichnen. Alle Affektionen also, die einer auch im Tieflande wirksamen Krankheitsursache entspringen, müssen ausgeschlossen werden. Entzündungen der Luftwege, Erkrankungen des

Magendarmapparates durch Diätfehler, der Haut und Augen durch grelles Licht sind, auch wenn sie uns in den Bergen treffen, nicht als Erscheinungen der Bergkrankheit zu bezeichnen. Allerdings kann nicht geleugnet werden, daß die Klimafaktoren, die für die Entstehung entzündlicher Krankheiten verantwortlich gemacht werden müssen, im Höhenklima besonders ausgeprägt sind, daß speziell dessen hohe Trockenheit, die starke Luftbewegung, die Temperaturwechsel begünstigend auf die Entstehung entzündlicher Erkrankungen wirken können.

Anders liegt die Frage schon, wo die Wirkung des Höhenklimas derart in den Vordergrund tritt, daß sie neben anderen mitwirkenden Schädlichkeiten die Hauptursache zum Ausbruch von Krankheitserscheinungen abgibt. Unter den hier in Betracht kommenden, die krankmachende Wirkung des Höhenklimas unterstützenden Schädlichkeiten steht in erster Reihe die körperliche Anstrengung. So hat man z. B. beobachtet, daß im Hochgebirge Diarrhöen infolge von schwierigen Klettereien bei Personen auftreten, die in tieferen Regionen unter gleichen Verhältnissen nicht daran leiden. Hier liegt es nahe, die mangelhafte Versorgung des Darmes mit dem an Sauerstoff verarmten Blut als Ursache anzunehmen, die Erkrankung also in mittelbare Beziehung zur Höhe zu bringen (vgl. Kapitel VII). Ebenso verhält es sich mit den Ermüdungserscheinungen, die bei körperlichen Anstrengungen im Hochgebirge auftreten. Das noch genauer zu schildernde Bild ist ein so besonderes, wie es im Flachlande nicht wahrzunehmen ist. Gelangt man beim Wandern oder Klettern im Hochgebirge in Regionen, in denen die Sauerstoffzufuhr für den, entsprechend der Muskelarbeit gesteigerten, Bedarf unzureichend wird, so macht sich eine ganz eigenartige Mattigkeit und Schwäche bemerkbar; man glaubt sich unfähig, auch nur einen Schritt weiter tun zu können, man muß Halt machen, sich unter Umständen sogar niedersetzen oder niederlegen. Dann aber fühlt man sich sofort frisch und wohl, nimmt mit scheinbar neuen Kräften die Wanderung wieder auf, um nach 20, 30 oder 100 Schritten wieder Halt machen zu müssen. Der neue Halt behebt sogleich jedes Schwächegefühl, verleiht sofort wieder das Gefühl vollkommener Kraft.

Das sind nicht die Symptome reiner Ermüdung; diese ist nie eine so vollständige, daß man sich zu irgend einer Bewegung absolut unfähig fühlte, auch geschieht bei ihr die Erholung nur langsam, und volle Frische wird nicht ohne längere Ruhepause wieder erlangt. Hier handelt es sich nicht um eine durch übermäßige Beanspruchung der Muskeln eintretende Erschöpfung derselben, vielmehr um eine im Verhältnis zum Bedarf ungenügende Sauerstoffzufuhr, die mit der Verdünnung der Luft zusammenhängt. Man kann diesen Symptomenkomplex schon zur Bergkrankheit rechnen, aber sie kommt hier noch nicht rein zum Ausdruck.

Das charakteristische und eindeutige Bild der Bergkrankheit enthüllt sich uns erst unter Umständen, wo keine körperliche Arbeit geleistet wird. Es tritt in ausgeprägtem Maße bei gesunden Individuen erst in größeren Erhebungen auf als die krankhaften Erscheinungen, die bei Gletscherwanderungen oder Felsklettereien sich geltend machen, und so kommt es, daß aus eigener Erfahrung nur relativ wenige Bergsteiger sie kennen zu lernen Gelegenheit haben, und daß auch heute noch manche Forscher die reine Form der Bergkrankheit leugnen und alle Bergkrankheitserscheinungen als die Folgen körperlicher Überanstrengungen ansehen.

Unsere eigene Stellung zum Wesen und den Ursachen der Bergkrankheit werden wir im folgenden eingehend darlegen und begründen.

Geschichtliche Notizen. Wir wollen hier keine ausführliche Geschichte der Bergkrankheit geben. Die darauf bezügliche Literatur ist wiederholt umfassend dargestellt worden. Außer von Meyer-Ahrens¹⁸⁾ in sehr ausführlicher Weise von Paul Bert,²⁾ in jüngster Zeit in kürzerer Form von H. Kronecker.¹⁵⁾ Auch H. v. Schrötter²⁶⁾^{26a)} und G. v. Liebig¹⁶⁾ machen in ihren am Schlusse dieses Kapitels zitierten Arbeiten über die Bergkrankheit historische Mitteilungen. Zum Zwecke eingehender Studien verweisen wir auf diese Darstellungen. Hier wollen wir nur eine kurze Übersicht derjenigen Arbeiten liefern, die grundlegend gewesen sind oder für Wesen und Ursachen der Krankheit besonders wertvolle Mitteilungen enthalten.

Wie schon in Kapitel I erwähnt wurde, war Acosta¹⁾ der erste, der in einem 1590 in spanischer Sprache erschienenen Werke eine Beschreibung der Bergkrankheit gab. Acosta war ein spanischer Jesuit, der auf einer Expedition nach dem nicht lange zuvor von Spanien unterworfenen Goldlande Peru begriffen war. Bei dem Passieren des Pariacaca wurde er auf einem Maultiere reitend in etwa 4500 m Höhe von eigentümlichen Beschwerden ergriffen, die sich in schmerzhaftem Schlucken, in Würgen und Erbrechen, anfangs von Speiseresten, Schleim und Galle, dann von Blut äußerten. Seine Begleiter litten in ähnlicher Weise, einige auch an Durchfällen. — Acosta berichtet, daß im allgemeinen bleibende Nachteile nicht entstehen, daß ausnahmsweise jedoch die Krankheit zum Tode führen kann. Er bemerkt weiter, daß sie nicht in allen Gegenden der Anden mit gleicher Heftigkeit aufträte, einzelne Punkte vielmehr eine größere Disposition abgäben als andere in gleicher Höhe.

Acosta gab dem geschilderten Symptomenkomplex den Namen Bergkrankheit. Es ist bemerkenswert, daß er ihn bereits auf die Düntheit der Luft zurückführte.

Nach anderthalb Jahrhunderten finden wir weitere eingehende Berichte über dasselbe Leiden. Sie rühren von drei französischen Akademikern (Bouquet, La Condamine und Godin) her, die die bolivianischen Anden im Jahre 1736 zum Zwecke von Meridianmessungen aufsuchten. Außer ihnen selbst gibt Don Ulloa,²⁸⁾ ein spanischer Marineoffizier, der ihnen zum Schutze beigegeben war, genaue Mitteilungen über ihr Befinden. Auch sie litten an Erbrechen, ferner an allgemeiner Schwäche, Schwindel- und Ohnmachtsanwandlungen, Atemnot, Herzklopfen und fieberhaften Erscheinungen, die nach einigen Tagen allmählich nachließen. Ulloa erwähnt, daß nicht alle Personen gleich schwer von der Krankheit befallen werden. — Wie die Menschen, so erkrankten auch die Lasttiere. Sie zeigten Zeichen hochgradiger Erschöpfung und viele gingen zugrunde. Ulloa bezeichnet die Krankheit als Mareo de la Puna, d. h. die Seekrankheit, die einen auf der Puna — der peruanischen Hochebene — erfaßt, der Ähnlichkeit der Symptome wegen, die die Bergkrankheit mit der Seekrankheit bietet.

Interessant ist, daß Ulloa bezüglich der Ursache der Bergkrankheit die Anschauung bekämpft, daß sie giftigen Gasen, die von unterirdischen Erzadern ausgehen, ihre Entstehung verdanke. Diese Meinung ist noch heute unter der indianischen Bevölkerung der Anden verbreitet und von ihr rührt die indianische Bezeichnung der Bergkrankheit Sorroche her. Sorroche ist nach Middendorf¹⁹⁾ die verdorbene Aussprache des Keshuawortes Sorrojehi und bedeutet Schwefelkies. Denselben Sinn hat die spanische Bezeichnung für Bergkrankheit Veta; Veta bedeutet: Erzgang.

Bis gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts liegen dann keine neuen Nachrichten vor. Nun aber nimmt zugleich mit dem Einsetzen der wissenschaftlichen Erforschung des Hochgebirges auch die Literatur über die Bergkrankheit schnell einen erheblichen Umfang an.

Der erste, der sie wieder anschaulich beschreibt, ist Saussure.²⁴⁾

Er lernte sie gelegentlich seiner ersten Montblancbesteigung kennen. Schon bevor ihm diese im Jahre 1787 gelang, hatte Saussure bei einer Besteigung des Buët 1778 in 3000 m

Höhe an sich und seinen Führern die Wirkung der Höhe gespürt. Sie machten diese Besteigung zu Fuß. Das vorwiegendste Symptom war eine sehr schnell eintretende Ermüdung, die alle 40 bis 50 Schritte zum Ausruhen zwang, und eine auffallende Neigung zum Einschlafen. „Die Art Ermüdung, die von der verdünnten Luft herrührt, ist unüberwindlich,“ sagt Saussure; „wenn sie ihren höchsten Punkt erreicht hat, so würde einen selbst die eminenteste Gefahr nicht einen Schritt weiter tun lassen.“ Bezüglich der Schlafsucht bemerkt er, „daß alle, welche nicht beschäftigt sind, leicht einschlafen trotz Wind, Kälte und Sonne und zwar oft in sehr unbequemen Stellungen. Allerdings bringt auch in der Ebene die Ermüdung den Schlaf, aber er tritt nicht so rasch ein, besonders wenn die Ermüdung gänzlich geschwunden zu sein scheint, nachdem man einige Augenblicke geruht hat.“

Es zeugt von der scharfen Beobachtungsgabe Saussures, daß er sich über die Unterschiede, in der sich die Ermüdung in der Höhe und im Tieflande äußert, eingehend ausläßt. Für ihn sind die Beschwerden der Höhenkrankheit nicht allein Folgen der Ermüdung, wie es fälschlich so viele Forscher annahmen, die sich späterhin mit der Entstehung der Bergkrankheit befaßt haben.

In verstärktem Maße und kombiniert mit anderen Beschwerden machten rasche Ermüdung und Schlafsucht sich auf dem Montblanc geltend. Alle 15—16 Schritte mußte Saussure vor Erschöpfung ruhen, dazu kamen Atemnot, Herzklopfen, ab und zu Ohnmachtsanwandlungen, die ihn zwangen, sich zu setzen. Die Atemnot war besonders stark beim Bücken, wonach er zwei bis drei Minuten keuchend Atem schöpfen mußte. — Bei vollkommener Körperruhe auf der Spitze, woselbst er sich zum Zwecke meteorologischer Beobachtungen 4½ Stunden aufhielt, merkte er leichte Übelkeit. Der Appetit mangelte gänzlich; alkoholische Getränke — Wein oder Brantwein — schienen die Beschwerden zu steigern.

Besonders schwer fiel Saussure das Ablesen der Instrumente und seine Erklärung hierfür beweist wiederum sein ausgezeichnetes Beobachtungstalent. Er sagt: „jede mit Sorgfalt angestellte Beobachtung in dieser dünnen Luft ermüdet, und zwar weil man, ohne daran zu denken, den Atem zurückhält, und, da man die Düntheit der Luft durch häufigere Atemzüge ersetzen muß, so verursacht diese Suspension des Atmens ein merkliches Übelbefinden.“

Ein Jahr vor Saussures erster gelungener Montblancbesteigung hatte Lavoisier die Bedeutung des Sauerstoffes für die Lebensprozesse der Tiere entdeckt, und Saussure bringt die Atmungsbeschwerden in der Höhenluft bereits mit der Verdünnung des Sauerstoffes in ursächliche Beziehung.*)

In den Beginn des neunzehnten Jahrhunderts fallen Alexander von Humboldts¹³⁾ berühmte Reisen nach Mittel- und Südamerika (Quito). Auch sie enthalten reichliches Material zur Kenntnis der Bergkrankheit. Bemerkenswert ist dabei die Angabe, daß neben Entkräftung, Übelbefinden, Brechneigung bei Humboldt und seinen zwei Begleitern (Bonpland und Montufar) Blutungen aus Lippen und Augen auftraten.

Weiter liegen aus den dreißiger Jahren Berichte eines englischen Forschers, Cunningham⁶⁾ aus Peru, vor und ein stattliches Werk von Pöppig,²³⁾ einem Leipziger Professor, der zu botanischen Untersuchungen gleichfalls Peru und Chile mehrere Jahre hindurch bereiste.

Aus den Angaben Cunninghams ist erwähnenswert, daß er die Bergkrankheit, deren Erscheinungen er ähnlich den vorstehend genannten Autoren schildert, auf die elektrischen Verhältnisse des Höhenklimas bezieht, eine Anschauung, die auch in jüngster Zeit wieder Anhänger gewonnen hat, allerdings von ganz anderen Gesichtspunkten aus.

Pöppigs Angaben sind sehr wertvoll, weil er sich nicht nur vorübergehend in Regionen aufhielt, in denen der Tiefländer von der Bergkrankheit befallen zu werden pflegt, sondern längere Zeit in ihnen verweilte und sich nicht in unwirtlichen Gegenden bewegte, vielmehr in größeren, der Kultur nicht ganz entbehrenden Orten. — Sehr anschaulich schreibt Pöppig über die Bergstadt Cerro de Pasco in 4400 m Höhe:

*) Sehr anschauliche und lesenswerte Schilderungen selbsterlebter Leiden während eines Aufenthaltes auf dem Montblanc gaben in jüngster Zeit Dr. Egli-Sinclair^{5b)} und Dr. Guglielminetti.^{7a)}

„Bei dem ersten Ausgang des Ankömmlings am Morgen ist er überrascht durch eine unerklärliche Müdigkeit, peinliche Atemnot, leichten Kopfschmerz, Gefühl des Andranges des Blutes nach Kopf und Lungen. Umsonst versucht er durch weiteste Ausdehnung der Brust die Lungen mit dem belebenden Elemente zu erfüllen, es scheint, als ob man sich in einem leeren Raume befinde. Die steilen Gassen werden beschwerlich, kaum vermögen die Füße den Körper zu tragen, die Knie sinken ein, man muß sich oft ausruhen. Endlich erlahmt der Wille, der Geist wird abgestumpft und kleinmütig.“ Das Sprechen ist erschwert, eine Angabe, die sich schon bei Humboldt findet. Das Spielen von Blasinstrumenten kann zu Gefäßzerreißungen in den Lungen und zu blutigem Auswurf führen.

Auch Pöppig erwähnt Neigung zu Ohnmachten, Übelkeit, Schlagsucht. Aber es kommt nicht zur Erquickung durch den Schlaf; man findet keine Ruhe, im Gegenteil, gerade die nächtlichen Stunden führen die höchste Beklemmung herbei und sind die Zeiten eines wahrhaften Martertums.

Pöppig hatte Gelegenheit, Beobachtungen über die Gewöhnung an die Höhenluft zu machen. Er äußert sich darüber folgendermaßen: „Nach 6 bis 12 Tagen sind die schlimmsten Erscheinungen verschwunden, Müdigkeit und beschwerliches Atmen bleiben aber noch lange zurück. Im ersten Jahre kann kein Europäer seine Kraft brauchen, wie er es gewohnt ist, oder wie in niederen Gegenden, allmählich aber gewöhnt er sich.“

Ebenso wie Pöppig hat dann Tschudi sich mehrere Jahre in den Anden aufgehalten. Er bereiste Peru 1838—42. Auch Tschudi²⁷⁾ gibt von dem einen der Anfälle, von denen er betroffen wurde, eine sehr anschauliche Schilderung. In 4500 m Höhe wurde sein Maultier müde, er mußte absteigen und, es am Zügel führend, emporklettern. Da wurde ihm der Atem kurz, es bemächtigte sich seiner ein unbeschreibliches Angstgefühl, . . . „eine Welt lag mir auf der Brust. Die Lippen wurden aufgedunsen und barsten, die feinen Kapillargefäße der Augenlider rissen und tropfenweise drang das Blut heraus. Die Sinne schwanden, Nebel schwammen mir vor den Augen und zitternd mußte ich mich niederlegen.“ — Nachdem Tschudi eine halbe Stunde fast bewußtlos gelegen, konnte er seinen Weg fortsetzen.

Über ähnliche Erscheinungen, speziell über Blutungen aus der Nase berichtet auch d'Orbigny,²⁸⁾ der sich gleichfalls in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts in den bolivianischen Anden aufhielt.

Interessant und, wie sich weiter zeigen wird, auch in anderen Hochgebirgen wiederkehrend, ist Tschudis Angabe, daß es Gegenden in den Anden gibt, die wegen ihrer starken Veta so berüchtigt sind, daß die wegekundigen Indianer den Reisenden schon lange vorher auf sie aufmerksam machen, und daß sich darunter solche finden, die bedeutend tiefer liegen als andere, in denen die Veta weit weniger fühlbar ist, sogar nicht einmal vorkommt. — Im allgemeinen tritt sie zuerst in ca. 3600—3900 m Höhe auf.

Er gibt ferner an, daß die atmosphärischen Verhältnisse von Einfluß auf den Ausbruch der Krankheit sind. Bei reiner Atmosphäre und großer Kälte soll sie viel heftiger und allgemeiner auftreten, als wenn die Luft mit Wasserdampf erfüllt ist. —

Der jüngste Autor, der über Bergkrankheit aus den peruanischen Anden berichtet, ist Middendorf.¹⁹⁾ Seine Angaben stimmen mit denen Tschudis fast in jedem Punkte überein.

Zwei Bemerkungen bedürfen jedoch einer Erwähnung. Die eine, daß nach schlecht verbrachten Nächten sogleich Besserung der Beschwerden eintrat, sobald die Sonne über den Höhen erschien und das Zimmer beleuchtete, und die zweite, daß Middendorf bei der Fahrt von Arequipa nach Puno in Bolivia auf der Paßhöhe der Randkordillere in ca. 5000 m frei von Beschwerden blieb, jedoch nach der Ankunft in Puno selbst, das nur 4000 m hoch gelegen ist, erkrankte und am folgenden Tage schon in 3000 m Höhe beim Gehen nach wenigen Schritten Atemnot und Nasenbluten bekam. — Diese Angabe ist, wie sich zeigen wird, für die Auffassung vom Wesen der Bergkrankheit von Wichtigkeit.

Es seien noch die Reisebeschreibungen von Güssfeld⁹⁾ und E. A. Fitz-Gerald⁷⁾ genannt, die sich beide auf die chilenischen Anden, speziell den Aconcagua beziehen, den Fitz-Gerald bis zu 6500 m, sein Schweizer Führer Zurbriggen fast bis zur Spitze 6999 m erstieg, ferner die Whymper³⁰⁾ vom Chimborazzo und Cotopaxi. Whymper ist der

erste, der während der heftigen Beschwerden, die ihm zusetzten und einen fiebrigen Zustand erzeugten, seine Körpertemperatur maß. Er fand sie — er maß wie fast alle Engländer unter der Zunge — auf 38° C. gesteigert. — Endlich seien Conways Ersteigungen des Illimani (6410 m) und des Sorata (6550 m) in den bolivianischen Anden erwähnt.⁴⁾ — Alle diese Unternehmungen zeigen, bis zu welch außerordentlichen Höhen einzelne — wenn auch unter Beschwerden — trotz erheblicher körperlicher Anstrengung vorzudringen vermögen.

Später als aus den Anden liegen Berichte über Bergkrankheit, besonders über Wirkungen längeren Aufenthaltes, aus anderen Hochgebirgen der Erde vor. Das ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Anden bis in die Region der Bergkrankheit hinein besiedelt und frei von ewigem Eise sind, daß ihre Besteigung relativ leicht ist und nicht die Zurüstungen erfordert wie ein längerer Aufenthalt in den für die Bergkrankheit in Betracht kommenden Höhen der Alpen oder der Hochgebirge Asiens.

Aus dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts finden wir Nachrichten über das Auftreten der Krankheit bei der Ersteigung des Kasbeck im Kaukasus von Engelhardt und Parrot (1815), bei Besteigung des Ararat in Armenien, gleichfalls von Parrot, der ihn dreimal besuchte (1834), des Mauna Loa auf Hawaii von Wilkes (1838—42) und neuerdings wieder von Franz Kronecker und Benedikt Friedländer (1895). Sie bietet kein wesentlich anderes Bild als das in den vorstehenden Schilderungen dargestellte. Wer sich für die im einzelnen reizvollen Beschreibungen interessiert, möge sie in den Originalen oder in den obengenannten Zusammenstellungen bei Meyer-Ahrens oder Paul Bert oder H. Kronecker nachlesen.

Seitdem die Periode des Alpinismus begonnen, in der die Bezwingung der Bergwelt zum Selbstzwecke wurde, häufen sich die Berichte auch aus den Hochgebirgen Zentralasiens, aus Tibet und dem Himalaja.

Es würde den Rahmen unserer Darstellung und auch den uns zur Verfügung stehenden Raum überschreiten, wenn wir diese Berichte auch nur skizzieren wollten. Nur das für uns Wesentliche: neue Erscheinungsformen, neue Erklärungsversuche, neue Beziehungen wollen wir herausheben.

Moorcroft²⁰⁾ überschritt 1812 den Nitpaß (5068 m). Er litt besonders an Blutandrang zum Kopf und Schwindel, so daß er einen Schlagfluß befürchtete. Auch begannen seine Lippen zu bluten. Besondere Beschwerden hatte er, als er sich zum Schlafen niederlegte; er wurde von starken Beklemmungen auf der Brust befallen, die er für Sekunden durch tiefes Aufseufzen beseitigen konnte. Die Beschwerden ließen etwas nach, als die Luft wärmer wurde. — Dieselben Beschwerden hatte 1819 an gleicher Stelle Webb²⁹⁾ und seine Führer. Die Eingeborenen führten sie auf giftige Dünste zurück, die von giftigen Blumen ausgehen sollten, eine Anschauung, der auch Frazer (1815) bei der Beschreitung des Bansurh genannten Bergpasses und Hodgson an einem anderen Punkt des Himalaja begegneten. Ja, dem katholischen Missionar Hue¹²⁾ zeigten auf seiner Reise von der Mongolei nach Tibet am Bourhan Bota seine Führer sogar ein feines Gras, das man direkt „Pestdunst“ nannte. Diese Dünste haben dem Berg seinen Namen verliehen, denn Bourhan Bota bedeutet Küche Buddhas. Aus Hues Mitteilung ist bemerkenswert, daß der Aufstieg an der Nordseite weit mehr zur Bergkrankheit disponiert als der an der Südseite; auch tritt sie bei Wind wenig hervor, ist dagegen erheblich bei ruhigem, heiterem Wetter.

Das Gegenteil berichten die Gebrüder Schlagintweit²⁵⁾, die sich durch große Widerstandsfähigkeit gegen die Höhenluft auszeichneten und bis in 6800 m Höhe vordringen konnten. Sie fühlten sich in 5100 m Höhe beim Wehen des Abendwindes krank, während sie am Morgen, wenn Windstille herrschte, wohler waren. —

Alle vorstehenden Autoren betonen, daß körperliche Arbeit die Beschwerden außerordentlich steigert; reitet man empor, so bleibt man lange Zeit von ihnen frei; kaum steigt man aus dem Sattel, so treten sie mit Heftigkeit auf. Das Tragen schwerer Lasten mag die Ursache davon sein, daß die eingeborenen indischen Kulis oft mehr leiden als die Reisenden selbst, trotzdem sie aus hochgelegenen Orten stammten. „Oft ließen sich“ — sagen die Gebrüder Schlagintweit — „unsere Diener und Führer auf den Schnee fallen, indem sie erklärten, daß sie lieber sterben wollten, als noch einen Schritt machen.“

Vielfache Bemerkungen über Beziehungen der Bergkrankheit zur herrschenden Witterung finden sich in dem berühmt gewordenen Buche Conways⁴⁾, der im Anfang der achtziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts die Hauptgipfel des Himalajas in Begleitung des Zermatter Führers Zurbriggen erstieg und bis über 7000 m vordrang. — In Höhen zwischen 4800 und 5100 m traten bei ihm und seinen Begleitern, ebenso aber auch bei den einheimischen in 3000 m Höhe geborenen und aufgewachsenen Kulis, Beschwerden auf. Sie waren stärker an geschützten Orten und bei Sonnenbrand als im Schatten oder bei bedecktem Himmel, bei hellem Wetter stärker als bei Nebel. Auch fühlten die Reisenden sich eigentümlicherweise nachts stets besser als bei Tage! Nur die Nacht, die der Besteigung des Pioneer Peak (ca. 7000 m hoch) folgte, war schlecht. Es bestand dauerndes Herzklopfen und beim Abstiege blieben die Beschwerden bis zu 4000 m herab bestehen, also bis zu einem viel tieferen Niveau, als dem, auf dem sie beim Aufstieg eingesetzt hatten. Conway schließt hieraus, daß sie alle die Höhenluft um so schlechter ertrugen, je länger sie in ihr lebten! — Wir werden versuchen, eine präzisere Deutung für diese Tatsache, die mit der oben nach Middendorf erwähnten übereinstimmt, zu geben.

Weitere Nachrichten aus den innerasiatischen Gebirgen, speziell aus dem tibetanischen Hochlande, verdanken wir Sven Hedin¹⁰⁾, der in seinem bekannten Reisewerk wiederholt auf die Beschwerden, die er und seine Begleiter erlitten, zurückkommt. Hedin meint, daß das heftige Kopfweh und das Herzklopfen, die schon in 2850 m eintraten, um nach einigen Tagen zu schwinden, durch den plötzlichen Höhenunterschied verursacht waren.

Auch Hedin hebt besonders den Einfluß körperlicher Anstrengung auf den Ausbruch der Krankheit hervor. „Auf dem Vulkan Demawend in Armenien hatte ich auf weit geringeren Höhen viel mehr gelitten, aber dort war ich zu Fuß gegangen. Das ganze Geheimnis besteht eben darin, daß man den Körper möglichst wenig anstrengt, indem man z. B. reitet. Hat man dazu Gelegenheit, so kann man sehr ansehnliche Höhen ohne Nachteil erreichen: Hier waren alle meine Kirgisen krank, ja einige erklärten sich für sterbenskrank . . . Aber sie hatten die Unklugheit begangen, ganz gegen meinen Rat die Jaks (Reittiere) zurückzulassen und durch das mühsame Stampfen im Schnee an den steilen Abhängen die Kräfte zu erschöpfen.“ — Auch absolute Schlaflosigkeit quälte Hedin und seine Leute und besonders des Nachts heftiger Luftmangel und beständig zunehmendes Kopfweh. — Einer der Begleiter Hedins war schwer krank und hustete Blut. Am dritten Rasttage jedoch war er wieder vollkommen wohllauf und kräftig.

Eigentümlich ist, daß Hedin an keinem seiner Begleiter eine Steigerung der Körpertemperatur fand, häufiger eine Herabsetzung unter 36°, dabei starke Pulsbeschleunigung.

Im Gegensatz zu Hedin sei die hervorragende Widerstandskraft des Ehepaares Bullock-Workman^{2a)} hervorgehoben, das in Begleitung von Zurbriggen das 7152 m hohe Siegfriedhorn im Himalaja trotz ungünstiger atmosphärischer Verhältnisse (Wind, Schneetreiben) ohne wesentliche Beschwerden erklomm. Sie erreichten die Gipfel nur allmählich, indem sie an verschiedenen Punkten ihres Aufstieges in 4939, 5670 und 5901 m Höhe Lagerplätze aufschlugen und sich so gewissermaßen für die Höhe trainierten.

Ganz kürzlich erschien eine Reisebeschreibung des Schweizer Arztes Guillarmod,⁸⁾ der mit fünf anderen Herren — alles tüchtigen Alpinisten — sich mehrere Monate im Himalaja aufhielt. Ausgerüstet war die Expedition von zwei englischen Hochtouristen, Eckenstein und Crowley; sie nahm ihren Weg vom Südfuße des Gebirges in der Absicht, den 8611 m hohen Chogori zu ersteigen.

Infolge ungünstiger Witterung und Krankheiten der Teilnehmer konnte dieses Ziel nicht ganz erreicht werden, jedoch befanden sie sich lange Zeit in über 5000 m Höhe und kamen bis zu 6700 m empor. — Wohl infolge ihrer sportlichen Trainingung litten alle sechs Mitglieder erst verhältnismäßig spät an Symptomen der Bergkrankheit, die sich im wesentlichen in großer Schwäche bei jeder körperlichen Betätigung äußerte. Jedoch erwähnt Guillarmod, daß in über 6000 m Höhe ihm das Stufenschlagen im Eise nicht mehr Mühe machte als in den Alpen in 4000 m.

Bemerkenswert ist die auch bei Guillarmod wiederkehrende Angabe, daß in Couloirs

die Krankheit in tieferen Lagen eintritt als auf einem freien, den Winden zugängigen Plateau, daß in ihnen die Kälte und die stagnierende Luft den Ausbruch der Krankheit begünstigen, wie er bestimmt behaupten zu können glaubt. Aber auch pralle Sonne soll schädigend wirken. Er stimmt Conway bei, daß man als Anstiegsroute ein von Nord nach Süd laufendes Tal wählen soll, um möglichst viel Schatten zu haben, und als Haltepunkt einen allen Winden ausgesetzten Platz, um von der Krankheit verschont zu bleiben.

Nicht nur der Mensch leidet in der dünnen Luft des Hochgebirges, auch die Tiere werden von der Krankheit ergriffen. Am häufigsten ist diese Tatsache aus den Anden berichtet, schon von Acosta, am ausführlichsten von Tschudi und Pöppig. Sie machte sich hier am meisten und unangenehmsten an den zum Reiten dienenden Maultieren bemerkbar, die zu keuchen anfangen und eine so starke Ermattung zeigten, daß sie nur äußerst langsam vorwärts kamen, entlastet werden mußten, ja selbst dann zuweilen nicht vom Fleck zu bringen waren. Es kommt nicht selten vor, daß sie langsam schnaufend und unter häufigerem Haltmachen vorwärts schreiten, dann plötzlich umfallen und tot liegen bleiben. Bouget, der eine der drei schon genannten französischen Akademiker, die Anfang des achtzehnten Jahrhunderts die Anden bereisten, berichtet sogar, daß, wenn man den in den östlichen Kordilleren gelegenen Paß von Guanacas überschreitet, man den ganzen Weg über zwei Stunden weit von toten Maultieren bedeckt finde, so daß man bei jedem Schritt auf deren Knochen stoße.

Auch Saussure beobachtete an seinem Maultiere die Wirkungen der dünnen Luft gelegentlich einer Passierung des Theodulgletschers von Breuil aus in Form von starker Atemnot und Schwäche.

Ebenso erkrankten Pferde, auch Rinder, die nicht oben geboren oder an die Höhe gewöhnt sind, zumal wenn sie als Zug- oder Lasttiere benutzt werden. Sie müssen zur Erholung dann auf tiefer gelegene Weideplätze gebracht werden. Bei ihnen kommt auch ein Symptom vor, das uns in den Krankheitserscheinungen am Menschen wiederholt begegnet ist, nämlich Blutungen aus der Nase und auch aus dem Darne.

Von Tschudi wird über eine auffallend geringe Widerstandsfähigkeit der Katzen gegen die dünne Luft berichtet. Sie sollen auf den peruanischen Anden überhaupt nicht leben können. Bringt man sie ins Hochland, so werden sie bald von Krämpfen heimgesucht, denen Zustände großer Mattigkeit folgen. Diese werden wiederum von Krämpfen abgelöst und die Tiere gehen bald zugrunde. Hunde vertragen die Höhe viel besser, jedoch werden sie weniger leistungsfähig, da sie beim Laufen Atemnot bekommen. Die Jungen dieser Tiere jedoch, die im Hochlande schon geboren sind, leisten, z. B. beim Jagen, dasselbe wie im Tieflande und sind durch die Höhe nicht weiter beeinflusst. — Nur die sog. ägyptischen Hunde sollen nach Pöppig und Tschudi unfähig sein, die Höhe zu ertragen. Nach einem Aufenthalt von einigen Wochen gehen sie unter Krämpfen zugrunde.

Auch die aus der Ebene heraufgebrachten Hühner leben entweder nur kurze Zeit oder werden unfähig, Eier zu legen.

Ganz gleich klingende Mitteilungen besitzen wir aus dem Himalajagebiet.

Erscheinungen und Auftreten der Bergkrankheit. Aus den vorstehend zusammengestellten Berichten und aus unseren eigenen in Kapitel IV geschilderten Beobachtungen, sowie unter Berücksichtigung der bei Ballonfahrten und im pneumatischen Kabinett gemachten Erfahrungen wollen wir ein Bild der Bergkrankheit zu geben versuchen.

Wir haben es mit einer Erkrankung zu tun, die bei einzelnen schon in 3000 m Höhe einsetzen kann, bei anderen erst in 4000 oder gar 5000 m, während wenige, besonders Bevorzugte, ohne wesentliche Beschwerden bis zu Höhen zwischen 6000—7000 m gelangen können.

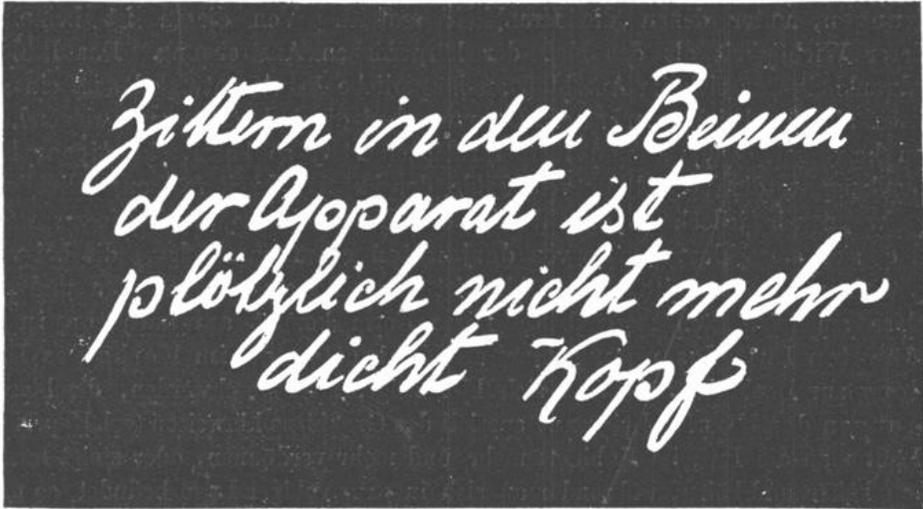
Ein Überblick über die von den verschiedenen Forschern mitgeteilten Symptome zeigt, daß die Erscheinungsform der Bergkrankheit eine sehr wechselnde ist. Hierfür kommt einerseits die Individualität der Befallenen in Betracht. Sie spielt, wie auch die Erfahrungen unserer eigenen Expedition zeigen, eine bedeutsame Rolle. Wesentlicher aber ist noch die Verschiedenheit der äußeren Bedingungen, unter denen die Krankheit auftritt. Von diesen ist keine von größerer Wichtigkeit als das Maß der körperlichen Anstrengung. Das Bild der Bergkrankheit, das sich im Anschluß an körperliche Arbeit entwickelt, ist ein ganz anderes als das bei Körperruhe. Da nun aber die Erkrankung vorwiegend, wie schon hervorgehoben, während Körperarbeit einsetzt, so beherrscht dieser Symptomenkomplex die Vorstellung vom Bilde der Bergkrankheit fast ausschließlich.

Wenn wir jedoch in das Wesen der Krankheit tiefer eindringen wollen, wird es sich empfehlen, gerade von derjenigen Form auszugehen, die bei voller körperlicher Ruhe auftritt. Denn hier ist das Bild am eindeutigsten und einer Analyse am leichtesten zugänglich. Diese Form kommt am reinsten in der verdünnten Luft des pneumatischen Kabinetts und im Korbe des Luftballons zur Beobachtung. Was sich hier zeigt, sind Beschwerden, die klar auf Störungen der Hirnfunktionen, speziell des Großhirns hinweisen (vgl. Kap. XVII). — Läßt man die Luft im Kabinett mehr und mehr verdünnen, oder steigt man im Ballon höher und höher, während man sich in ganz ruhiger Lage befindet, so merkt man gewöhnlich nichts als eine immer zunehmende Müdigkeit und Schläfrigkeit, die schließlich so unwiderstehlich wird, daß man in einen Schlaf verfällt, aus dem man nur mit Mühe aufgerüttelt werden kann. Irgendein körperliches Unbehagen tritt gewöhnlich nicht auf; zuweilen nur macht sich etwas Kopfdruck, wenig Stirn- oder Schläfenkopfschmerz bemerkbar. Atemnot und Herzklopfen bestehen meist nicht, manchmal etwas seufzende, tiefe Atemzüge.

Anders schon, wenn man sich irgendwie zu betätigen sucht. Beim Aufrichten oder noch mehr beim Bücken, beim Ablesen oder der Handhabung irgendwelcher Instrumente oder Apparate fühlt man eine auffallende Mattigkeit, Schwindel, daß man sich halten muß, um nicht umzufallen. Die Muskeln gehorchen dem Willen nicht mehr. Das Sehen ist erschwert, das Denken beeinträchtigt. Dazu kommt mehr oder weniger heftiger Kopfschmerz, ein Gefühl, als würde der Schädel durch einen Reifen zusammengepreßt, Atemnot und Herzschlagen, bei einigen Übelkeit. Setzt oder legt man sich wieder hin, so schwindet das alles, und es bleibt nur die Schlafsucht und zuweilen etwas Kopfschmerz bestehen.

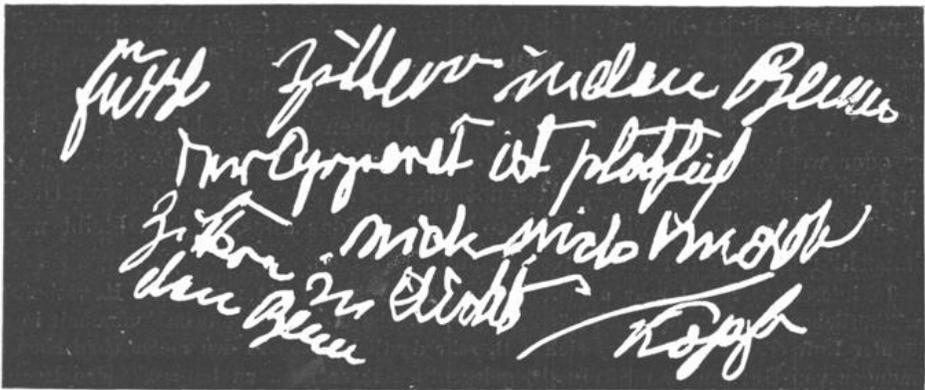
In interessanter und sehr augenfälliger Art äußert sich die mangelnde Herrschaft über die willkürlichen Muskeln in den Veränderungen, welche die Schrift beim Aufenthalt in stark verdünnter Luft erfährt. Das zeigt sich z. B. sehr deutlich schon in den meteorologischen Aufzeichnungen von Berson und Süring¹²⁾ gelegentlich ihrer noch zu besprechenden Hochfahrt von 1901, die sich bei v. Schrötter^{26a)} reproduziert finden. Noch besser ausgeprägt sind diese Veränderungen in den beiden folgenden Schriftproben Schrötters. An Stelle der klaren, gleichmäßigen, festen Züge sehen wir bei einem Drucke von 240 mm, nachdem für zwei Minuten die Sauerstoffatmung ausgesetzt war, eine zittrige, undeutliche, kaum lesbare Schrift, in der manche Worte doppelt und falsch geschrieben sind („nich, nich“ anstatt nicht). — Bei Caspari und Müller konnten wir ähnliche Veränderungen der Schrift auf dem Monte Rosa-Gipfel feststellen.

Analog den im Ballon oder Kabinett bei Körperruhe zu beobachtenden Erscheinungen sind die, welche bei längerem Aufenthalt auf großen Höhen, sei es, daß diese aktiv oder passiv erreicht wurden, sich geltend machten. Das Krankheitsbild wird hier um einige charakteristische Züge reicher. Zunächst sei erwähnt,



H. v. Schrötters normale Schrift.

daß nicht sogleich nach dem Aufstieg die Krankheit in voller Stärke einsetzt, erst im Laufe einiger Stunden bildet sie sich allmählich aus. Im Vordergrund stehen auch hier Störungen der Hirnfunktionen, in erster Linie eine auffallende Trägheit, Mangel jedweder Energie; man fühlt sich unfähig zu irgendeiner Betätigung und



Derselben Schrift bei Höhenkrankheit im Luftballon.

jede auch noch so leichte körperliche wie geistige Arbeit ist peinlich. Man verhält sich gleichgültig gegen alles und liegt oder sitzt apathisch herum, in einer Art traumhaften Zustandes. Selbst der beim normalen Menschen nie fehlende Instinkt zur Nahrungsaufnahme mangelt vollkommen. Es besteht eine absolute Appetitlosigkeit,

ja, ein direkter Ekel vor der Nahrung, bei vielen Übelkeit, bei manchen Erbrechen. — All das weicht erst allmählich im Laufe von Tagen. Eigentümlich ist, daß die Neigung, Nahrung aufzunehmen, sich zunächst nur für gewisse Speisen einstellt, später auch für andere, daß aber die Art dieser Speisen individuell verschieden ist, wie für uns in Kapitel IV ausführlich mitgeteilt wurde. Daneben besteht allgemeines Unbehagen, Abgeschlagenheit, leichter Kopfschmerz, der sich bei Bewegungen steigert. Auch Atemnot stellt sich bei den geringsten Bewegungen ein, Schwindelerscheinungen und Gefühl abnormer Muskelschwäche, der Puls ist beschleunigt. — Der ganze Zustand entspricht dem im Beginn einer schweren fieberhaften Infektionskrankheit, und zum Bilde des Fiebers fehlt auch nicht dessen Kardinalsymptom: die Steigerung der Körperwärme, wie die Kurven in Kapitel XV gezeigt haben. Conway hat wie wir eine erhöhte Körpertemperatur an sich selbst festgestellt.

Tritt die Bergkrankheit ein, während man passiv in die Höhe gelangt, sei es reitend, sei es im Tragsessel, sei es mittels Bergbahn, so stehen wiederum Hirnstörungen im Vordergrund: Schwindel, Schwarzsehen bis zu Ohnmachtsanwendungen, Übelkeit, Erbrechen; dazu Apathie und allgemeine Schwäche.

Angesichts der teils schon in Ausführung begriffenen, teils projektierten Gebirgsbahnen, die die höchsten Gipfel Europas bezwingen sollen, ist die Frage von großer praktischer Wichtigkeit, wo die Grenze der Gefahr liegt, in welcher Höhe ein größerer Prozentsatz der Besucher voraussichtlich von der Bergkrankheit ergriffen wird. — Wir brauchen uns dabei nicht allein auf theoretische Annahmen zu stützen, können vielmehr die Erfahrungen zu Rate ziehen, welche auf den amerikanischen Gebirgsbahnen gemacht worden sind. Hier ist zunächst die Zahnradbahn auf den Pikes Peak in Colorado (4331 m) zu nennen, ferner zwei in den südamerikanischen Anden, deren eine von Callao (Peru) über die Randkordillere hinweg nach dem 3712 m hoch gelegenen Oroya geht und eine Höhe von 4798 m überschreitet. Die Fahrt bis zum höchsten Punkte dauert gegen 10 Stunden. Die andere führt von Antofagasta (Chile) nach dem 3694 m hoch gelegenen Oruro, wobei eine Pafhöhe von 4153 m überschritten wird. — Vielfache Mitteilungen zeigen nun, daß diese Höhen durchaus nicht ohne Gefahr sind. Bei absoluter körperlicher Ruhe leiden nur wenige, aber schon die zu den gewöhnlichen Lebensverrichtungen erforderlichen Bewegungen und Hantierungen erzeugen bei einer sehr großen Zahl der Passagiere Unbehagen, Atemnot, Kopfschmerz und machen eine auffallende Körperschwäche offenbar. v. Schrötter,^{26a)} der eine Anzahl solcher Angaben gesammelt hat, berichtet, daß eine Reihe von Personen sich so elend fühlte, daß sie schleunigst wieder die Höhe verlassen mußte. Mehrere sollen oben gestorben sein.

Bedenken wir, daß die Jungfraubahn zu 4166 m Höhe geführt werden soll, die Montblancbahn gar zu 4600 m, so werden wir gewisse Befürchtungen nicht unterdrücken können. Wir werden nach diesen Erfahrungen, die ja mit unseren theoretischen Anschauungen vollkommen übereinstimmen, voraussagen können, daß für gar viele der mit der Bergbahn erreichte Aufenthalt auf Jungfrau- und Montblancspitze zum mindesten kein Genuß sein wird, daß sie an mehr oder weniger erheblichen Beschwerden leiden werden, daß bei manchem Schädigungen nicht ausbleiben dürften. Die Schnelligkeit des Aufstiegs ist von einer disponierenden Bedeutung, wie im folgenden noch gezeigt werden wird.

Anders stellen sich die Krankheitserscheinungen dar, wenn sie während eines Marsches im Hochgebirge einsetzen. Bemerkenswert ist schon, daß sie sich meist in geringerer Höhe geltend machen als bei Körperruhe. In die erste Reihe rücken dabei Beschwerden von seiten derjenigen Organe, die am meisten in Anspruch genommen werden, nämlich der Muskeln. Diese erscheinen mehr oder weniger plötz-

lich zu weiterer Tätigkeit unfähig. Sie versagen den Dienst und man muß, wo es gerade sei, Halt machen und eventuell sich niederlegen. Daneben bestehen Atemnot und Herzklopfen. Hinzugesellen können sich ohnmachtähnliche Zustände, die durch Schwindelerscheinungen und Schwarzsehen eingeleitet werden. Tritt die Krankheit in relativ geringen Höhen auf, so bessern sich mit dem Ausruhen die Beschwerden schnell, die Mattigkeit schwindet, das Kraftgefühl kehrt zurück, man nimmt mit neuem Mute den Weg wieder auf, um meist nach kurzer Strecke Weges, nach wenigen Hundert oder selbst schon nach einigen Dutzend Schritten von neuem zum Halten gezwungen zu sein.

Bei höheren Graden der Erkrankung, wie sie bedeutenderen Höhen eigentümlich ist, kommt zu der körperlichen die geistige Ermattung. Sie ist in einigen der vorstehenden Schilderungen höchst anschaulich dargestellt. Die Willensenergie ist erloschen, die Indolenz gegen die durch Kälte, Schnee und Sturm drohenden Gefahren und das Schwächegefühl sind so vollkommen, daß man es vorzieht, an Ort und Stelle zugrunde zu gehen, als einen Versuch zum Weiterkommen zu machen.

Zu diesen Hauptsymptomen gesellen sich nun zuweilen andere, früher häufiger, in den letzten Dezennien seltener beobachtete: nämlich Blutungen. Sie treten an den Lippen auf, an der Augenbindehaut (Humboldt, Tschudi), sie erfolgen aus der Nase (d'Orbigny), aus den Lungen (Mrs. Hervey,¹¹) Sven Hedin) und auch Darmblutungen sind beschrieben worden (Acosta, Tschudi).

Blutungen aus den Luftwegen treten besonders leicht bei lautem Sprechen oder Blasen von Instrumenten auf. So kam es in Cerro de Pasco (Hochland von Peru, 4300 m Höhe) bei einem Engländer bei jedem Versuche, die Flöte zu blasen, zu blutigem Auswurfe (Pöppig) und Boussingault³) verbot seinen Begleitern auf dem peruanischen Hochlande das laute Sprechen. — Überhaupt ist das Sprechen und mehr noch das Pfeifen und Blasen von Instrumenten im Höhenklima erschwert. Das dürfte sich aus der Schwierigkeit erklären, den zum Anblasen der Stimmbänder bzw. der Blasinstrumente erforderlichen Druck der Ausatemungsluft den veränderten Bedingungen des Luftdrucks anzupassen.

Einen so schweren Eindruck das Krankheitsbild in seiner ausgeprägten Form macht, so peinigend die Beschwerden sind, so ist doch die mit ihnen verbundene Gefahr im allgemeinen gering. Ein Teil der Erscheinungen geht, wie erwähnt, bei Einhaltung körperlicher Ruhe zurück, die noch bestehen bleibenden werden allmählich in einer Reihe von Tagen bis Wochen rückgängig. Man fühlt sich dann bei ruhigem Verhalten vollkommen wohl, nur körperliche Anstrengungen, wie Bücken, Beragnsteigen, erzeugen noch Schwäche und Atemnot. Eine vollkommene Akklimatisation, so daß auch körperliche Arbeit mühelos geleistet werden kann, scheint sich jedoch nur sehr langsam auszubilden. Nach Pöppig ist dazu, wie erwähnt, ein Jahr erforderlich. — Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß einzelne plötzliche Todesfälle beschrieben sind, die wohl der Bergkrankheit zur Last gelegt werden müssen.

Die Ursache der Bergkrankheit. Wie haben wir nun die Bergkrankheit aufzufassen und wie können wir ihre Erscheinungen erklären?

Im Laufe der Zeit ist eine ganze Reihe von Theorien darüber entstanden, die zum Teil nur noch historisches Interesse haben, da sie sich als unhaltbar erwiesen. So die von A. v. Haller,^{12a)} wonach in der dünnen Luft das Blut gegen die Körperoberfläche strömt und die inneren Organe blutarm und funktionsuntüchtig werden. Das Irrtümliche dieser Anschauung ist in Kapitel XII beleuchtet worden. Unzulänglich sind ferner die Theorien, welche die psychische Erregung infolge der mit den Bergwanderungen verbundenen Gefahren, die physische Ermattung, die sich bei langen Bergbesteigungen einstellt, den mangelhaften Schlaf und die unzureichende und ungewohnte Ernährung, die Blendung auf ausgedehnten Firnfeldern verantwortlich machen wollen. Es handelt sich hier um Faktoren, welche wohl den Ausbruch der Krankheit beschleunigen können, welche aber allein nicht genügen, sie auszulösen.

Auch Kroneckers¹⁵⁾ Theorie, die eine infolge der Luftdruckverminderung zustande kommende Blutstauung in den Lungen annimmt, entbehrt, wie bereits in Kapitel XII erörtert wurde, der genügenden tatsächlichen Unterlagen. Es ist dort gezeigt worden, und die folgende Betrachtung wird das noch deutlicher machen, daß die Symptome, auf Grund deren Kronecker Blutstauungen und folgerichtig eine ihnen zugrunde liegende Herzaffektion annimmt, nichts für eine solche beweisen und sich ohne diese Annahme gut erklären lassen. Wenn auch die Erscheinungen der Bergkrankheit in den meisten Stücken mit denen bei manchen Herzkrankungen übereinstimmen, so darf man doch nicht schließen, daß sie auch durch letztere bedingt sein müssen. Die Symptome sind die gleichen, die Ursachen verschieden. —

Es bleiben nun noch drei Theorien, die weiterer Diskussion bedürfen: die sog. Ermüdungstheorie, die von der Bedeutung der Akapnie und die von der Wirkung des Sauerstoffmangels.

Fragen wir uns, bevor wir auf diese im einzelnen eingehen, zunächst, wie die vorstehend geschilderten Erscheinungen der Bergkrankheit zu deuten sind, auf welche Organstörungen sie hinweisen.

Die geschilderten Krankheitsbilder haben vollkommene Analoga in Erkrankungen, die auch im Tieflande zur Beobachtung kommen und experimentell erzeugt werden können. Sie stellen also nichts Spezifisches dar, so wie etwa gewisse Tropenkrankheiten charakteristische, nur ihnen eigentümliche Zeichen haben. Alle Symptome entsprechen in ihrer Ausbildung und Abstufung den bei verschiedenen Graden von Blutarmut zur Beobachtung gelangenden. Bei der großen Verbreitung, die eine mangelhafte Blutbildung unter unseren heutigen Kulturbedingungen erreicht hat, ist die Kenntnis der damit verbundenen Beschwerden nicht mehr auf den Arzt beschränkt, vielmehr in weitere Kreise gedrungen. Man kennt die eigentümliche Müdigkeit, die Schwäche bei Muskelarbeit, die leicht einsetzende Atemnot, das Herzklopfen, die Schwindel- und Ohnmachtsanwandlungen, den Mangel an Appetit, die Kopfschmerzen. Es sind dieselben Beschwerden, die wir bei den Bergkranken sehen. Sie setzen auch ebenso plötzlich wie bei der Bergkrankheit ein, wenn plötzliche starke Blutverluste zustande kommen.

Die gleichen Erscheinungen begegnen uns aber ferner bei manchen Er-

krankungen des Herzens, wenn die Herztätigkeit den Anforderungen des Körpers nicht voll genügt. — Was in beiden Fällen die Symptome auslöst, ist die ungenügende Zufuhr des für die Lebenstätigkeit notwendigen Sauerstoffs zum Zentralnervensystem und zu den arbeitenden Organen, speziell zu den Muskeln. Bei der Blutarmit ist die Sauerstoffversorgung zu gering, weil das Blut zu wenig Sauerstoff binden kann, bei den Erkrankungen des Herzens, weil das Blut nicht schnell genug zirkuliert, um die notwendige Sauerstoffmenge zur Stelle zu schaffen.

Der Sauerstoffmangel als Ursache der Bergkrankheit. Wir wissen nun aus den in Kapitel X mitgeteilten Tatsachen, daß beim Aufenthalt in verdünnter Luft der Sauerstoffgehalt des Blutes sich vermindert. Man hat eingewendet, daß diese Verminderung zu gering ist, um schon zu Sauerstoffmangel zu führen. Aber wir konnten zeigen (Kapitel X und XI), daß sie in Höhen von 4000 m ab beträchtlich genug sein kann, um schon bei Körperruhe die Erkrankung hervorzurufen. Dazu kommt, daß der normale Sauerstoffvorrat des Blutes individuell nicht unbeträchtlich wechselt. Ist er gering, so wird eine bei der Mehrzahl unschuldige Verminderung schon zu Mangel an Sauerstoff führen. Ferner kann die gleiche Sauerstoffverminderung ganz verschiedene Folgen für die Sauerstoffversorgung der Organe haben. Bei langsamer Blutzirkulation wird sie weit ungünstiger wirken und weit eher zu Sauerstoffmangel führen als bei schneller. Die Schnelligkeit des Blutumlaufes aber können wir im Einzelfalle nicht ermitteln!

Das in Kapitel IX mitgeteilte Auftreten unvollkommen verbrannter Stoffe im Harn bei dem Marsche zum Briener Rothorn (2100 m) und auf dem Monte Rosa-Gipfel auch während körperlicher Ruhe gibt einen direkten Beweis für die unzureichende Sauerstoffversorgung des Körpers. Im Anschluß hieran ist im vorstehenden Kapitel eingehend nachgewiesen worden, daß die während körperlicher Arbeit auch in mittleren Höhen einsetzenden krankhaften Erscheinungen sich gut durch Sauerstoffmangel erklären lassen.

Wenn wir die bei Körperruhe in etwa 4000 m Höhe, bei Muskelarbeit schon unter 3000 m auftretenden Beschwerden auf Sauerstoffmangel beziehen, so stehen wir auf dem Boden einer gesicherten Erfahrung und in Übereinstimmung mit den Tatsachen, die wir experimentell kennen gelernt haben. Eine wichtige Stütze dieser Auffassung ist weiter, daß sowohl im pneumatischen Kabinett wie im Luftballon der heilsame Effekt von Sauerstoffeinatmung sicher erwiesen ist, und daß man unter Sauerstoffeinatmung Höhen bzw. Luftverdünnungen erreicht hat, die sonst tödlich wirken. Konnten doch Berson und Süring^{1a)} so bis zu 10500 m aufsteigen und Paul Bert und Mosso im Kabinett eine Luftverdünnung ertragen, die einer Höhe von nahe an 9000 m bzw. 11650 m entsprach.

Daß Sauerstoffeinatmung gegen die beim Hochgebirgsaufenthalt ausgebrochene Bergkrankheit nicht immer hilft, beweist nichts hiergegen. Das hat schon v. Schrötter in seiner Besprechung der Bergkrankheit auseinandergesetzt.

Wenn Mosso dagegen anführt, daß trotz Sauerstoffatmung die Luftschiffer sich in Regionen von 7000 m aufwärts nicht vollkommen normal und leistungsfähig fühlen, so ist zu bemerken, daß ja auch die Wirksamkeit reinen Sauerstoffs schließlich ihre Grenze hat. Ist die Erhebung

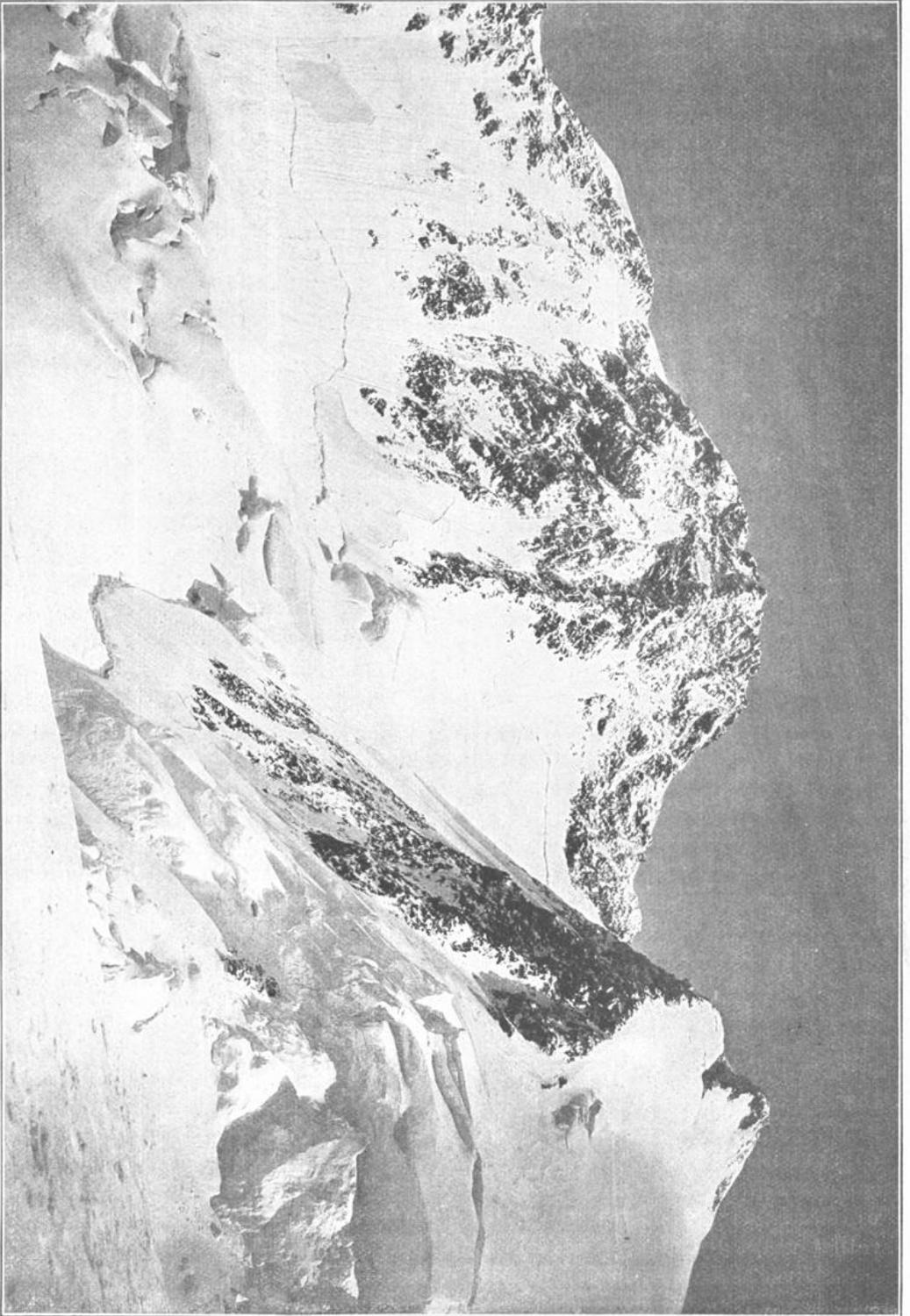
so beträchtlich, daß selbst bei Atmung reinen Sauerstoffs die Sauerstoffspannung in den Lungen unter etwa 40 mm Quecksilber sinkt, so muß es natürlich zu Sauerstoffmangel kommen. Nach Berechnungen H. v. Schrötters^{20a)} dürfte diese Grenze bei etwa 12000 m erreicht sein. — In der Geschichte der Aeronautik hat eine Höhenfahrt der drei französischen Forscher Sivel, Crocé-Spinelli und Tissandier eine traurige Berühmtheit erlangt. Der Ballon stieg bis zu 8600 m. Alle drei hatten, trotzdem sie sauerstoffreiche Luft atmeten, schon zuvor das Bewußtsein verloren, die beiden erstgenannten erwachten nicht wieder. Nur Tissandier erholte sich und vermochte die Landung des Ballons zu bewerkstelligen.

Man kann nicht, wie A. Mosso es tut, diesen Unglücksfall gegen die Wirksamkeit der Sauerstoffatmung ins Feld führen. Denn die Sauerstoffzufuhr war unzureichend und ungenügend, da nur Gummisäcke mit einem Gemisch von ca. 60% Sauerstoff und 40% Stickstoff mitgeführt wurden.

Berson und Süring^{1a)} konnten bei ihrer bekannten Auffahrt am 31. Juli 1901 mit dem Ballon „Preußen“ unter Sauerstoffatmung zu der höchsten bis jetzt überhaupt erreichten Höhe von 10800 m aufsteigen. Erst oberhalb 9000 m machte sich bei Süring eine deutliche Schlafsucht bemerkbar, die jedoch durch Anrufen zu beseitigen war. Berson vermochte noch in 10225 m Ablesungen an den meteorologischen Instrumenten vorzunehmen und niederzuschreiben, auch noch in 10500 m die Ventilleine zu ziehen. Dann verfiel er ebenso wie schon zuvor Süring in eine tiefe Ohnmacht, die ungefähr $\frac{3}{4}$ Stunden dauerte. Während dieser Zeit stieg der Ballon noch weiter bis auf 10800 m, um dann rapide auf 5500—6000 m zu fallen. In dieser Höhe erwachten beide wieder. — Berson und Süring waren also nicht weit von der theoretisch ermittelten Grenze der Lebensmöglichkeit entfernt. Dabei war die Methode der Sauerstoffzufuhr auch bei ihnen keine so vollkommene, wie sie hätte sein können. v. Schrötter hat das überzeugend aus ihren Mitteilungen nachgewiesen.

Einfluß der Ermüdung. Auf Grund des vorstehenden Tatsachenmaterials, besonders der Erfahrung, daß bei Ausschluß größerer Muskelarbeit, ja bei voller Körperruhe die Bergkrankheit einsetzen kann, sollte eigentlich eine Anschauung unmöglich sein, welche sie ausschließlich auf körperliche Überanstrengung zurückführt und als Folge der Ermüdung betrachtet. Und doch ist sie heute noch weit verbreitet. Dufour^{5a)} war der erste, der sie aussprach. Er konnte die Überanstrengung als Ursache der Bergkrankheit auffassen, denn er beobachtete sie nur nach großen Anstrengungen. — Wenn seine Meinung bis heute Geltung behalten hat, so rührt das ebenfalls daher, daß relativ viele Bergsteiger bis zu Höhen kommen, in denen sie Beschwerden während anstrengender Märsche fühlen, nur wenige aber die Höhen erreichen, in welchen man schon bei Körperruhe leidet. Aber auch diese steigen meist so schnell wieder ab, daß sie die volle Wirkung der Krankheit nicht kennen lernen. Die eigenen negativen Erfahrungen werden dann, wie so oft, in unzulässiger Weise verallgemeinert. — Selbst in offiziellen Gutachten wird noch die Ansicht ausgesprochen, daß eine „Bergkrankheit“ als besondere Krankheit nicht existiere. Wie Kronecker mitteilt, findet sich in einem Gutachten über die Zulässigkeit der Jungfraubahn der Satz: „Die sog. Bergkrankheit ist stets entweder auf den allzu reichlichen Genuß von Alkohol, oder auf Diätfehler, oder auf Überanstrengung der Kräfte durch die Marschleistung zurückzuführen. Wer bis zur Erschöpfung Velo fährt, wettrudert oder wettläuft, wird genau dieselben Symptome der sog. Bergkrankheit zeigen, selbst wenn auf Meilen kein Berg in der Nähe ist.“

Der letzte Satz ist unzweifelhaft richtig! Die Symptome nach bis zur Erschöpfung getriebenen Sportleistungen sind denen der Bergkrankheit analog und auch die



Dufour- und Zunftsteinpitze vom Lysjoch.

Fot. Vittorio Sella, Biella.

letzte Ursache ist in beiden Fällen die gleiche. Es ist beide Male der Sauerstoffmangel das wirksame Moment. Und doch besteht ein gewaltiger Unterschied: im Tieflande ist es die enorme Steigerung der körperlichen Arbeit, die zu Erschöpfungssymptomen führt. Der Herzmuskel, zum Teil wohl auch, wie beim Rudern, die Atemmuskeln können die an sie gestellten Ansprüche nicht mehr bewältigen, sie versagen, und was man beobachtet, sind die Erscheinungen der Herzschwäche. Die Folge ist ein mangelhafter Blutumlauf und damit eine ungenügende Sauerstoffversorgung im Körper. Von solchen Schwächezuständen erholt sich das Herz nur langsam und darum werden die Erscheinungen nur langsam rückgängig. Im Hochgebirge aber setzen die Beschwerden schon bei mäßigen Leistungen ein, bei Anstrengungen, die in tieferen Regionen noch kaum als solche empfunden werden. Herz und Körpermuskeln werden arbeitsunfähig nicht durch die Überanstrengung, vielmehr durch ihre infolge der Sauerstoffarmut des Blutes mangelhafte Ernährung. Daher erholen sie sich schnell, wenn mit dem Aufhören der Arbeit der Verbrauch an Sauerstoff sinkt und der Sauerstoffgehalt des Blutes nunmehr genügt, den geringeren Bedarf zu decken.

Der Unterschied in den Vorgängen, die zum Sauerstoffmangel führen, drückt sich insbesondere in dem der Arbeit folgenden Ruhestadium derart deutlich aus, daß gute Beobachter stets darauf aufmerksam wurden. So insbesondere Saussure, dessen Angaben wir oben mitgeteilt haben, so auch in neuerer Zeit Conway und Freshfield.⁶⁾

Muskulararbeit vermag demnach im Hochgebirge wohl den Eintritt der Bergkrankheit zu beschleunigen, aber sie ist niemals deren ausschließliche Ursache.

Natürlich kommen auch im Hochgebirge Fälle von wirklicher Überanstrengung mit folgender Erschöpfung und Herzschwäche zur Beobachtung. Diese bieten aber nicht das eigentümliche Bild der Bergkrankheit, sondern unterscheiden sich in ihrem Verlaufe nicht von dem im Tieflande sich ausbildenden Symptomenkomplexe. Die Erschöpfung wird bei der verminderten Sauerstoffzufuhr in der Höhe schneller zustande kommen und die Erholung eine schwerere und langsamere sein. Darauf beruht es, daß gerade im Hochgebirge häufiger als sonst die Überanstrengung einen tödlichen Ausgang nimmt. Wir sind darauf bereits in Kapitel XII eingegangen. Dem dort erwähnten Tode der Brüder Zoja reihen sich viele andere, in alpinistischen Journalen und in den Tageszeitungen beschriebene an.

Die körperliche Überanstrengung spielt eine ursächliche Rolle besonders für die Erschöpfungszustände, die in mittleren Höhen unterhalb der eigentlichen Bergkrankheitszone zustande kommen.

Akapnie und Bergkrankheit. Einen ganz neuen Weg zur Erklärung der Erscheinungen beschrift Mosso.²¹⁾ Nicht nur einen neuen Begriff, sondern auch ein neues Wort brachte er in die Diskussion der Frage; die Akapnie sollte die Ursache der Bergkrankheit sein. Wir haben bereits in Kapitel X und besonders eingehend in Kapitel XI das Wesen der Akapnie besprochen und können uns hier kurz fassen.

Mit Akapnie bezeichnet Mosso eine Verminderung der Kohlensäuremenge des Blutes. Diese sollte im Hochgebirge dadurch zustande kommen, daß in der verdünnten Luft mehr Kohlensäure aus dem Blute abdunstet als in dichterem. Da die Kohlensäure den wesentlichsten Reiz für die Tätigkeit des Atemzentrums ab-

gibt und auch auf die Herzfunktion Einfluß hat, müßte ihre abnorme Verminderung auf beide eine schädigende Wirkung üben und daraus sollten die Beschwerden der Bergkrankheit sich herleiten.

Wir haben schon auseinandergesetzt, warum Mossos Anschauung nicht zutreffen kann. Wir sahen, daß die Höhe an sich einen Einfluß auf die Menge der Kohlensäure im Blute nicht hat. Aber wenn selbst eine Änderung der Kohlensäuremenge des Blutes einträte, so brauchte das noch keinen Einfluß auf die nervösen Zentra zu haben. Denn für den Reiz, den die Kohlensäure auf die Zentra ausübt, kommt nicht ihre Menge im Blute, vielmehr ihre sog. Spannung in Frage. Und diese kann bei wechselnder Menge gleich bleiben und umgekehrt bei gleicher Menge wechseln. Nur unter sonst gleichen Bedingungen besteht zwischen beiden eine bestimmte Beziehung.

Für die Spannung der Kohlensäure des arteriellen Blutes gibt uns die aus der Zusammensetzung der Atmungsluft zu berechnende Kohlensäurespannung in den Lungenbläschen einen Anhalt. Diese sog. alveolare Kohlensäurespannung verhält sich nun, wie aus den in Kapitel XI mitgeteilten Tabellen hervorgeht, im Hochgebirge wechselnd: sie kann der im Tieflande gleich, sie kann mehr oder weniger geringer als diese sein.

Dabei ist ein Parallelismus zwischen Kohlensäurespannung und Bergkrankheitsbeschwerden nicht zu entdecken, eher besteht ein gegensätzliches Verhalten. Bei konstant bleibender Kohlensäurespannung fanden wir im pneumatischen Kabinett wie auf dem Monte Rosa deutliche, zum Teil erhebliche Beschwerden, bei sehr erniedrigter ein leidliches, zum Teil volles Wohlbefinden. Besonders beachtenswert ist, wie die gleiche Person (z. B. N. Zuntz) bei geringerer Kohlensäurespannung sich besser fühlte als bei höherer. Erstere ging mit erheblicher, letztere mit einer weniger verstärkten Atmung einher, und dementsprechend war auch die Sauerstoffzufuhr im ersteren Falle reichlicher als im letzteren.

Nun bezieht sich Mosso darauf, daß wie Loewy¹⁷⁾ und Mosso²¹⁾ selbst zeigen konnten, Kohlensäureeinatmung in gewissem Maße die Beschwerden aufzuheben vermag. Da bei Einatmung von Kohlensäure die Atmung stark anwächst, wird mehr Sauerstoff in die Lunge geführt, und zugleich steigt, wie Bohr zeigte, mit der Zunahme der Kohlensäure im Blute die Spannung seines Sauerstoffes, d. h. die Gewebe erhalten die Möglichkeit mehr Sauerstoff aus dem Blute aufzunehmen. Kohlensäuremangel im Blute wirkt also auch in dieser Hinsicht schließlich wieder durch verminderte Sauerstoffversorgung der Zellen.

In jüngster Zeit veröffentlichte Mosso^{21b)} neue Versuche an Affen, die er erheblichen Luftverdünnungen aussetzte, jedoch derart, daß dabei der Sauerstoffdruck durch Zufuhr reinen Sauerstoffes so hoch gehalten wurde, daß Sauerstoffmangel nicht entstehen konnte. Mosso gibt an, bei diesen Affen Mattigkeit und Schläfrigkeit, sowie bei schnellerer Verdünnung Erbrechen beobachtet zu haben. Kohlensäurezufuhr besserte diese Beschwerden. Mosso schließt aus seinen sehr auffallenden Ergebnissen, daß die Luftverdünnung als solche schädlich wirke. Er rückt also wiederum das mechanische Moment gegenüber dem chemischen in den Vordergrund. — Diese Versuche verdienen bei ihrer Wichtigkeit eine genaue Nachprüfung; sie widersprechen allen bisherigen Erfahrungen. Jedenfalls darf man allein aus der Tatsache, daß die Affen in der Glocke still zusammengeschockt dasaßen und sich an die Wand der Glocke lehnten, kaum so weitgehende Schlußfolgerungen ziehen. — Dem Ergebnisse widersprechen auch die schon angeführten Erfahrungen, nach denen bei Sauerstoffatmung gleiche Verdünnungen von Mosso selbst, von P. Bert und wiederholt auch von Luftschiffern anstandslos ertragen wurden.

Wir können danach Mossos Theorie, so geistvoll und ansprechend sie erscheint, nicht für zutreffend halten, meinen vielmehr, daß die von Jourdanet¹⁴⁾ zuerst ausgesprochene, von Paul Bert²⁾ experimentell begründete Annahme, daß Sauerstoffmangel das ursächliche Moment der Bergkrankheit sei, vollkommen zu Recht besteht.

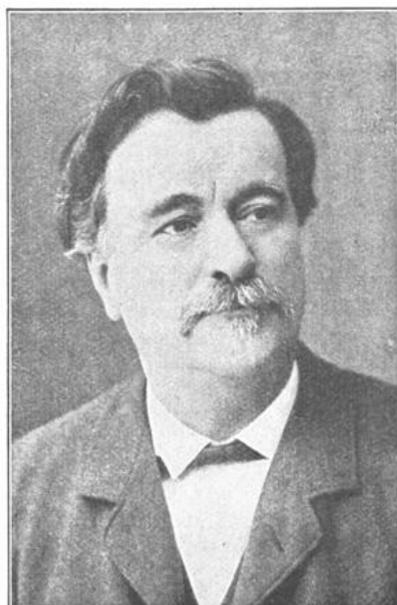
Ursachen der verschiedenen Widerstandsfähigkeit. Von diesem Standpunkte aus lassen sich nun eine Reihe von zum Teil eigentümlichen und sonst schwer zu deutenden Beobachtungen gut erklären.

Am einleuchtendsten ist die Tatsache, daß bei körperlicher Arbeit die Krankheit soviel früher einsetzt als bei Muskelruhe. Wir haben gesehen, wie gewaltig der Sauerstoffverbrauch bei der Arbeit ansteigt; der Körper verlangt beim gewöhnlichen Bergaufstieg schon das 4—5fache des Ruhebedarfs, bei schwierigeren Partien und Stufenschlagen noch erheblich mehr. Trotz stärkerer Ausnutzung des Blutsauerstoffes, trotz Beschleunigung des Blutumlaufes wird dabei die Sauerstoffzufuhr zu den arbeitenden Muskeln unzureichend werden, schon bei relativ geringer Sauerstoffverarmung des arteriellen zu den Geweben hinströmenden Blutes. Sauerstoffmangel und damit ausgesprochene Muskelschwäche werden also schon bei den Luftverdünnungen mäßiger Höhen eintreten.

Die mit dem Sauerstoffmangel sich allmählich bildenden krankhaften Stoffwechselprodukte und Schädigungen der Körperzellen sind auch die Ursache dafür, daß bei Körperruhe sich die Beschwerden erst nach und nach im Laufe von Stunden auszubilden pflegen. Ebenso erklärt sich hieraus wohl die zunächst überraschende Beobachtung, daß nach bedeutenden Aufstiegen eine verminderte Resistenz gegen die Luftverdünnung sich geltend macht, indem nun Höhen nicht mehr vertragen werden, die man beim Aufstiege selbst anstandslos passierte. Darüber berichten, wie oben zitiert, Middendorf¹⁹⁾ und Conway.⁴⁾

Ferner aber können wir auch die Differenzen in der individuellen Widerstandsfähigkeit gegen die Bergkrankheit und die Gewöhnung an den Höhengaufenthalt verstehen.

Wir betonten bereits, wie außerordentlich verschieden die Höhe ist, in der sich die ersten Beschwerden geltend machen. Bei einzelnen gesunden Menschen können sie schon in 3000 m Höhe einsetzen, bei der Mehrzahl zwischen 3000 und 4000 m, relativ wenige bleiben über 4000 m frei; es gibt aber Übermenschen, die 5000, 6000 m, vereinzelt auch noch bedeutendere Höhen ohne erhebliche Beschwerden ertragen können.



Paul Bert.

Bei letzteren muß die Sauerstoffversorgung der Gewebe eine besonders vorzügliche sein. Wir haben eine Reihe von Hochtouristen und Luftfahrern untersucht und fanden, daß sie eine Atemform besaßen, die für die Sauerstoffzufuhr zur Lunge sehr günstig war; sie atmeten langsam und sehr tief. — Durch dieses Moment wird eine reichliche Sauerstoffzufuhr zum Blute gewährleistet. Bei oberflächlicher Atmung gelangt, wie in Kapitel XI dargelegt wurde, viel weniger Sauerstoff in die Lunge. Daher ist die Verschiedenheit der Atmungsform, wie schon betont, ein sehr wichtiger Faktor zur Erklärung der verschiedenen Resistenzfähigkeit gegen Luftverdünnung. — Einige bezeichnende Beispiele hierfür haben wir auf Seite 322 gebracht.

Aber der Sauerstoffzustrom zu den Geweben, und das ist ja das Wesentliche, hängt noch von anderen Faktoren ab. Das Blut muß fähig sein, den ihm in den Lungen gebotenen Sauerstoff aufzunehmen. Es muß also reich an Blutfarbstoff sein. Blutarme Personen werden daher leichter von Beschwerden befallen als blutreiche. Der geringere Gehalt des Blutes an Farbstoff kann allerdings durch einen anderen Vorgang ausgeglichen werden, nämlich durch einen schnelleren Blutumlauf oder durch größere Weite der Blutkapillaren. Dadurch wird ja in einem gleichen Zeitabschnitt den Geweben mehr Sauerstoff zur Verfügung gestellt als bei langsamem Blutstrom und engen Kapillaren.

Hiermit haben wir also neue Faktoren, die uns die individuellen Unterschiede erklären können. Vielleicht kommt dazu noch ein weiterer, über den aber bisher nur wenig bekannt ist. Das ist der Unterschied, den der Blutfarbstoff verschiedener Personen hinsichtlich der Sauerstoffbindung besitzt.

Endlich spielt natürlich auch der Sauerstoffverbrauch durch die Gewebe eine Rolle. Je geringer er ist, um so eher kann ein verringerter Zustrom ertragen werden, je größer, um so schlechter. Der Sauerstoffverbrauch schwankt aber bei gesunden, leistungsfähigen Menschen in solch engen Grenzen, daß dieses Moment eine weniger wichtige Rolle spielt.

Da wir die Atmungsfunktion, den Gehalt des Blutes an Farbstoff und den Sauerstoffverbrauch leicht bestimmen können, vermögen wir uns im voraus schon ein im ganzen zutreffendes Bild von der Fähigkeit, Höhengaufenthalt zu ertragen, zu machen. Würden wir außerdem wissen, wie stark die Atmung durch den Höhengaufenthalt angeregt wird, und wie sich die Blutversorgung der einzelnen Organe gestaltet, so wären wir imstande, annähernd die Höhe anzugeben, bis zu der der einzelne sich ungestraft emporkann.

Jedenfalls genügen die vorstehend aufgezählten Momente, um die Grenzen, innerhalb deren die Widerstandskraft gegen die Luftverdünnung schwankt, verständlich erscheinen zu lassen. So sahen wir in Kapitel XI, daß die bei uns selbst beobachteten Differenzen in der Atemmechanik ausreichten, um eine so verschiedene Sauerstoffzufuhr zur Lunge zustande zu bringen, daß Höhendifferenzen von mehr als 1600 m dadurch ausgeglichen wurden. Die Sauerstoffspannung in den Lungenbläschen lag ja bei ungünstiger Atmung in 2900 m Höhe auf demselben Niveau, wie bei günstiger in 4560 m. — Dazu kommt, daß der Gehalt an Blutfarbstoff nach oben wie unten um mindestens 10% vom normalen Mittel abweichen kann. Wir können

also einer Differenz von 20% zwischen zwei gesunden Personen begegnen. Das bedeutet aber, daß auch der Sauerstoffvorrat des Blutes um 20% differieren muß.

Gesellen sich dazu nun Unterschiede in der Blutströmung, so ist es nicht mehr auffallend, daß bei einer Häufung der verschiedenen Faktoren im günstigen oder ungünstigen Sinne die Sauerstoffzufuhr zu den Geweben bei dem einen in einer Höhe von 6000 m noch ebenso reichlich ist, wie bei dem anderen in 3000 m.

Gewöhnung an die Höhe. Auch sie ist leicht zu erklären. Wir haben erfahren, daß beim Höhengedächtnis Vorgänge Platz greifen, durch die eine gesteigerte Sauerstoffversorgung eintritt. So wirkt in erster Linie die Zunahme an Blutfarbstoff und damit an Sauerstoffvorrat im Blute. Auch die Atemform ändert sich, wie wir sahen, allmählich in zweckmäßiger Weise, ebenso weist das Verhalten des Pulses darauf hin, daß Änderungen in der Blutströmung zustande kommen, die gleichfalls einer gesteigerten Sauerstoffzufuhr dienen dürften. Durch all das zusammen kann sehr gut die Anpassung an die Luftverdünnung innerhalb der Grenzen, in denen sie beobachtet wird, erzielt werden. — Diese Grenzen scheinen aber ziemlich enge zu sein. Denn, wie schon die älteren Berichte aus den Anden ergeben und wie neuere Mitteilungen von Conway,⁴⁾ und besonders von Sven Hedin¹⁰⁾ bestätigen, erkranken die im Hochlande geborenen und in 3000—4000 m Höhe dauernd lebenden Träger, wenn sie zu 5000—6000 m Höhe aufsteigen. Ihre Funktionen haben sich also, wie es scheint, wesentlich nur den Höhen angepaßt, in denen sie sich dauernd aufhalten. Conway sowie neuestens Jacot Guillarmod⁸⁾ konnten trotz monatelangen ununterbrochenen Aufenthaltes sich gleichfalls nicht an Höhen von 6000 m akklimatisieren, ihre Widerstandskraft wurde vielmehr deutlich geringer. Die Kompensationseinrichtungen des Körpers sind also relativ schnell erschöpft, man erreicht bald die Grenze, die v. Schrötter²⁶⁾ als die der absoluten Anoxyhämie bezeichnet hat, und bei der durch keine Regulation mehr eine genügende Sauerstoffzufuhr erreicht werden kann.

Einfluß äußerer Momente. Nur wenig geklärt sind bisher die Beziehungen, welche zwischen dem Ausbruch der Bergkrankheit und äußeren, besonders klimatischen Momenten bestehen. Es wäre aber falsch, jeden Einfluß klimatischer Faktoren auf den Ausbruch der Krankheit leugnen zu wollen, weil uns noch die Einsicht in den ursächlichen Zusammenhang fehlt. Dazu liegen zu viele Angaben zuverlässiger und sonst gut beobachtender Forscher vor.

So wird angegeben, daß intensive Kälte, trockene Luft und pralle Sonne gefährlich sind (Conway, Guillarmod), während bedeckter Himmel, Nebel (Huc, Tschudi) und Wind sich als weniger gefährlich erweisen. Saussure und Lortet behaupten direkt, daß der letzte Teil ihres Montblancanstieges bei scharfer Brise relativ leicht von statten gegangen sei. Allerdings finden sich auch gegenteilige Angaben. Die Gebrüder Schlagintweit fühlten sich, wie schon erwähnt, krank beim Wehen des Abendwindes, besser des Morgens bei Windstille. — Eigentümlich ist die fast stets wiederkehrende Angabe, daß in der Nacht die Bergkrankheitserscheinungen an Heftigkeit zunehmen und besonders starke Atmungsbeschwerden bis zu asthmatischen Anfällen auftreten. Wir haben vorstehend bezeichnende

Äußerungen von Moorcroft,²⁰⁾ Pöppig,²³⁾ Middendorf,¹⁹⁾ Sven Hedin¹⁰⁾ angeführt. Gleiche finden sich noch bei vielen anderen Forschern. — Die Erklärung liegt wohl darin, daß, wie wir im Kapitel XI sahen, nachts die Atmung unregelmäßig und flach wird und somit die Sauerstoffzufuhr zum Körper leidet.

Unter den klimatischen Faktoren, welche man für das Auftreten der Bergkrankheit verantwortlich gemacht hat, sind auch früh bereits die elektrischen Verhältnisse mit herangezogen worden, so von Govan bei seiner Reise im Himalaja 1817, von Cunningham 1834, von Heusinger 1855 u. a. Paul Bert geht mit sehr schnöden Bemerkungen über diese Bestrebungen hinweg, indem er sagt: „Quand les gens ne savent plus que dire, il y a grande chance pour les voir mettre en cause et invoquer l'électricité“ (S. 351). Fast will es aber scheinen, als ob die Mißachtung des großen französischen Gelehrten gegen diese Theorien nicht ganz gerechtfertigt ist.

Das eine natürlich muß mit Nachdruck betont werden, um jedem Mißverständnis vorzubeugen: die grundlegende und schwerwiegendste Ursache der Bergkrankheit ist der Sauerstoffmangel. Daß aber bei den akzidentellen Momenten, welche den Ausbruch der Bergkrankheit zwar nicht hervorrufen, aber begünstigen, die feineren elektrischen Vorgänge in der Luft, speziell die hohe Ionisation und die unipolare Leitfähigkeit, eine gewisse Rolle spielen, erscheint heute nicht unwahrscheinlich. Schon die Erfahrungstatsachen, welche im historischen Teil dieses Kapitels erwähnt worden sind, gaben mannigfaltige Fingerzeige nach dieser Richtung.

Es ist erwiesen, daß der Ausbruch der Bergkrankheit häufig an bestimmten Orten erfolgt, während weit höher gelegene Gegenden, in denen sie also naturgemäß weit stärker hervortreten müßte, sich als weniger schädlich erweisen. Die Eingeborenen in den Andes brachten diese Erscheinungen mit gewissen Bodenarten, diejenigen des Himalaja mit den Ausdünstungen gewisser Pflanzen in Verbindung. Es mag hier so gehen, wie dies oft der Fall ist, wenn das Volk für eine auffällige Tatsache eine Erklärung sucht. Die Deutung ist falsch, aber die Beobachtung, welche dieser Deutung zugrunde liegt, ist eine richtige. Es ist keineswegs ausgeschlossen, daß in der Tat ein gewisser Zusammenhang zwischen der Art des Bodens und dem Ausbruch der Bergkrankheit besteht. In Kapitel II wurde auseinandergesetzt, daß die Ionisation der Luft zum Teil durch radioaktive Emanation herbeigeführt wird. Das Radium kommt aber am häufigsten mit Uran vergesellschaftet in ganz bestimmten Bodenarten (Pechblende) vor. Daß ein derartiger Boden andererseits eine bestimmte Flora begünstigt, ist ebenfalls nicht ganz von der Hand zu weisen. Eine weitere bemerkenswerte Tatsache ist die, daß solche Prädilektionsstellen für den Ausbruch der Bergkrankheit häufig enge Couloirs sind, muldenförmige Vertiefungen des Terrains u. dergl., kurz Orte, in denen eine geringe Ventilation stattfindet. Wir haben aber in Kapitel II gesehen, daß nach den Feststellungen der Herren Elster und Geitel an derartigen Orten, am ausgesprochensten in Höhlen, Ionisation und Radioaktivität der Luft besonders stark sind.

Nach derselben Richtung deutet folgende Überlegung. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Autoren, welche sich längere Zeit in den Andes aufhielten (Pöppig, Tschudi, Middendorf u. a.) übereinstimmend angeben, daß

die Leiden der Bergkrankheit am stärksten und lästigsten empfunden werden bei klarer, kalter Luft und wolkenlosem Himmel, viel weniger dagegen, wenn die Luft mit Dunst und atmosphärischen Niederschlägen erfüllt ist. Dies ist doch entschieden auffällig, denn im allgemeinen wird sich jeder Mensch bei gutem, klarem Wetter wohler fühlen, als wenn die Luft mit Feuchtigkeit erfüllt ist. Luftionisation und unipolare Leitfähigkeit sind nun aber bei feuchter Witterung herabgesetzt, weil die Ionen als Konzentrationskerne der Wassertröpfchen dienen (vgl. S. 76).

Angeregt durch unseren Freund, Herrn Dr. Aschkinass, welcher zuerst in Gemeinschaft mit Caspari^{1b)} auf die eventuelle Bedeutung dieser klimatischen Vorgänge hingewiesen hat, beschlossen wir, das Studium der Elektrizitätszerstreuung mit in das Programm der beiden letzten Expeditionen aufzunehmen. Wir taten dies um so lieber, als vor dem Jahre 1901 Bestimmungen der Luftionisation in Höhen, wie der Monte Rosa-Gipfel, überhaupt noch nicht vorgenommen worden waren, und wir daher hoffen durften, selbst für den Fall, daß eine Einwirkung auf den Organismus sich nicht herausstellen sollte, doch für den Physiker und Meteorologen nicht unwichtige Resultate auf unserer Expedition zu sammeln. Allerdings fanden wir bei unserer Ankunft auf der Capanna Regina Margherita den Professor Sella aus Rom bereits mit derartigen Untersuchungen beschäftigt. — Herrn Dr. Aschkinass sind wir nicht nur für seine mannigfaltigen Anregungen, sondern auch dafür zu besonderem Danke verpflichtet, daß er uns in die Methoden der Untersuchung eingeführt hat.

Aus den Resultaten unserer Beobachtungen im Jahre 1901 haben wir einiges bereits in Kapitel II angeführt. Zur Unterstützung der Annahme, daß die Bergkrankheit mit diesen elektrischen Vorgängen der Atmosphäre in Verbindung steht, konnten wir nur eine allerdings bemerkenswerte Tatsache beibringen. Auf dem Wege unseres Aufstieges zur Capanna Regina Margherita passiert man dicht oberhalb des Lysjoches in etwa 4000 m Höhe eine Stelle, welche einen der bekannten Orte darstellt, an denen die Bergkrankheit einzusetzen pflegt. Es ist dies eine „Sasso del diavolo“ genannte, muldenförmige Bodensenkung am Rande einer ungeheueren Eiskluft.*) Nur nach Westen ist diese Stelle frei gelegen, sonst rings von überragenden Eiswänden abgeschlossen. Die Ventilation muß dort zweifellos eine geringe sein. Es ergaben sich nun hier sehr hohe Werte der Ionisation, vor allem aber eine ausgesprochene Unipolarität:

a_-	a_+	q
19.74	4.65	4.25

Auch Durig und Zuntz untersuchten die Ionisation auf ihrer Expedition im Jahre 1903. Des außerordentlich bemerkenswerten Befundes, welchen sie am 6. September feststellten, ist bereits S. 76 gedacht worden. Auch am 27. August wurde auf der Plattform der Capanna Regina Margherita eine sehr hohe Ionisation, vor allem aber eine ausgesprochene unipolare Leitfähigkeit festgestellt. Es wurden gefunden:

a_-	a_+	q
9.96	1.47	6.78

*) Die Stelle liegt ganz nahe dem Orte, der auf dem Bild S. 240 dargestellt ist.

Die Bestimmungen wurden am Vormittag ausgeführt bei klarem, wolkenlosem Himmel. Im Anschluß an diese Feststellungen wurden Respirationsversuche in Ruhe auf der Plattform selbst angestellt, und es ergab sich das sehr beachtenswerte Resultat, daß die Daten dieser Versuche bei Zuntz sowohl wie bei Durig deutlich abweichen von denjenigen Werten, welche sonst unter gleichen Bedingungen gewonnen wurden. Es fanden sich:

	Atemgröße	Sauerstoff- verbrauch ccm	Kohlensäure- produktion ccm	Respirat. Quotient
Zuntz:				
27. VIII.	9.500	253.6	186.4	0.735
27. VIII.	10.183	263.5	195.6	0.742
Im Mittel der übrigen Versuche	} 8.890	280.9	195.6	0.687
Durig:				
27. VIII.	8.100	265.4	194.2	0.732
27. VIII.	8.067	270.3	198.2	0.733
Im Mittel der übrigen Versuche	} 7.604	247.3	182.0	0.737

Es ergibt sich also, daß bei Durig am 27. August die Atemgröße, Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureausscheidung deutlich gesteigert sind. Bei Zuntz ist nur die Mechanik der Atmung verändert, während der Atemchemismus keine wesentlichere Veränderung zeigt. Wir haben aber gesehen, daß gerade die Atemmechanik eines der Momente ist, welche für ein früheres oder späteres Einsetzen der Bergkrankheit als wesentlich in Betracht kommen.

Am Nachmittage desselben Tages wurden ferner Versuche auf dem Schneefeld zwischen Gnifetti- und Zumsteinspitze angestellt. Auch hier sind die Werte für die Atemgröße bei Zuntz und bei Durig, ebenso gleichzeitig in auffallender Weise Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureausscheidung wesentlich höher als bei den übrigen, unter gleichen Bedingungen angestellten Untersuchungen. Schon Zuntz und Durig fielen die abnormen Werte auf dem Schneefelde auf und sie suchten nach einer Erklärung (vergl. S. 242). Sie glaubten sie für Zuntz in der Wirkung der Verdauungsarbeit, für Durig in einer vorhergegangenen starken körperlichen Anstrengung zu finden. Es muß natürlich dahingestellt bleiben, ob für den Versuch auf dem Schneefelde diese Momente ausschlaggebend gewesen sind, oder ob die genannten elektrischen Zustände der Atmosphäre dabei mitgewirkt haben. Eine Diskussion darüber ist um so weniger aussichtsreich, als ja keineswegs erwiesen ist, daß nachmittags derselbe Zustand in der Atmosphäre bestanden hat, wie am Vormittage. Am vorhergehenden Tage, dem 26. August, waren vormittags auf der Plattform der Gipfelhütte, während Durig und Zuntz sich daselbst aufhielten, ähnlich hohe Werte für die Unipolarität gefunden worden:

a_-	a_+	q
4.47	0.67	6.67

Im Freien wurden am 26. August keine Versuche ausgeführt. Wohl aber wurden unmittelbar nach Verlassen der Plattform in der Hütte Respirationsversuche in Ruhe vorgenommen. Hierbei zeigte sich eine deutliche Nachwirkung der vorangegangenen klimatischen Einwirkungen. Wir finden in dem ersten Versuche nach dem Aufenthalte auf dem Dache bei Zuntz ebenso wie bei Durig eine deutliche Steigerung der Atemmechanik, aber diesmal bei beiden auch eine geringe Steigerung des Sauerstoffverbrauches und der Kohlensäureausscheidung. Folgende kleine Tabelle mag das Gesagte illustrieren:

	Atemgröße	Sauerstoffverbrauch cem	Kohlensäureauscheidung cem	Respirat. Quotient
Zuntz:				
26. VIII. Erster Versuch nach 1 $\frac{3}{4}$ Stunden Aufenthalt auf der Plattform	9.050	299.7	217.6	0.726
Im Mittel aller übrigen Respirationsversuche nach längerem Aufenthalt im Freien	8.509	282.6	199.7	0.707
Durig:				
26. VIII. Erster Versuch	8.013	283.7	211.4	0.738
Mittel der übrigen gleichartigen Versuche	7.715	272.3	190.6	0.699

Es ist ganz naturgemäß, daß bei der außerordentlichen Jugend dieses Zweiges der Wissenschaft ein umfangreicheres Material über die Einwirkung der Luftelektrizität auf den Organismus noch nicht besteht. Immerhin sind die genannten Befunde auffällig und fordern zu weiterer Prüfung auf.

Unterstützt wird der Gedanke an eine Wirksamkeit der Ionisationszustände endlich durch eine Bemerkung im Protokollbuche von Zuntz am 6. September. Wir hatten gesehen, daß an diesem Tage auf dem Gipfel des Monte Rosa die höchste unipolare Leitfähigkeit herrschte, welche bisher jemals beobachtet werden konnte. Leider sind Respirationsversuche nicht mehr vorgenommen worden. Es war der letzte Tag des dreiwöchentlichen Aufenthalts von Zuntz und Durig in der Capanna. Beide waren völlig akklimatisiert und hatten keinerlei Beschwerden. Zudem war das Wetter an diesem Tage klar, das Barometer stand hoch. Als nun Zuntz nach den angestellten Beobachtungen das Dach der Capanna verließ, stellten sich Atembeschwerden bei ihm ein. Es war ihm das so auffällig, daß er nicht unterließ, es protokollarisch zu vermerken, obgleich er diesem Befunde damals eine besondere Bedeutung nicht zugesprochen hat.

Wir können aber in unserer Anschauung, daß diese Zustände für den Organismus von Bedeutung sind, noch einen Schritt weiter gehen. Wenn es sich bewahrheitet, was für das Hochgebirge, wie wir ja gesehen haben, noch nicht erwiesen ist, daß die Zustände der Ionisation im Zusammenhange stehen mit radioaktiver Emanation, so würde es geradezu eine logische Forderung sein, ihnen auch eine

physiologische Bedeutung beizumessen. Wir wissen, daß radioaktive Emanation auf lebende Organismen sehr energisch einwirkt. Bakterienkulturen lassen sich abtöten, Tiere, wie Frösche und Mäuse, gehen nach etwa vierzehntägigem Aufenthalt in stark emanationshaltiger Luft zugrunde. Wenn es sich hier auch um unverhältnismäßig größere Quantitäten handelt, so sind die Emanationsmengen, welche an manchen Orten im Hochgebirge, z. B. in Arosa und Davos, gewonnen wurden, doch immerhin nicht ganz unbedeutend.

Einfluß des körperlichen Verhaltens. Auch das körperliche und seelische Verhalten des Bergsteigers sind für das Einsetzen der Bergkrankheit von Bedeutung; zunächst schon die körperliche Kraft und Leistungsfähigkeit. — Daß ferner die Ermüdung eine hervorragende Rolle spielt, kann angesichts der mit ihr verbundenen Schädigung der Atmungs- und Herzmuskulatur nicht wundernehmen; daher wohl die gesteigerte Disposition zur Erkrankung nach schlaflosen Nächten. Ungünstig wirken aber auch mangelhafte Ernährung, ungünstig auch reichlicher Alkoholgenuß. — Wie sehr weiterhin der psychische Zustand von Einfluß sein muß, braucht nur angedeutet zu werden: die Furcht vor der Überwindung ungewohnter Schwierigkeiten und beim Passieren gefährlicher Stellen, der Mangel an Selbstvertrauen wirken lähmend; umgekehrt fördert das Bewußtsein der eigenen Kraft, und selbst schon der Gedanke, bald dem Ziele nahe zu sein, läßt die Strapazen leichter ertragen und erhöht die Kräfte.

Wenn wir nun bedenken, daß alle genannten Momente zusammenwirken, daß die wechselnden klimatischen Bedingungen Individuen treffen, deren körperlicher Zustand — besonders der Grad der Ermüdung — von Fall zu Fall ein ganz verschiedener sein kann, so wird die Schwierigkeit klar, aus der Fülle der wirksamen Faktoren die im Einzelfalle im Betracht kommenden herauszuheben, speziell anzugeben, ob mehr die klimatischen oder mehr die persönlichen Bedingungen an dem Ausbruch der Krankheit beteiligt sind. Vorläufig ist es unmöglich, die Bedeutung der einzelnen Klimafaktoren genügend zu erkennen. Die ungünstige Wirkung direkter Sonnenbestrahlung und andererseits die günstige mäßigen Windes können wir uns durch ihren Einfluß auf die Wärmeregulation unseres Körpers erklären. Erstere hemmt die Wärmeabgabe vom Körper und führt leicht zur Überhitzung; letztere umgekehrt hält unsere Körpertemperatur mehr konstant; sie fördert so unsere Leistungsfähigkeit durch Steigerung der Wärmeausfuhr.

Selbst für die anscheinend sichere Tatsache, daß in den verschiedenen Gebirgen der Erde die Bergkrankheit in verschieden hohen Regionen einsetzt, sind uns die Ursachen nicht klar. Am frühesten treten die Beschwerden in den Alpen und im Kaukasus (schon von 3000 m an) auf, später in den Anden (von ca. 4000 m), am spätesten im Himalaja (meist erst von 5000 m an). Vielleicht spielen hier die Temperaturverhältnisse der Luft eine besondere Rolle.

Fassen wir alle vorstehenden Betrachtungen und Erwägungen zusammen, so müssen wir sagen: die Theorie, welche die Bergkrankheit aus dem Sauerstoffmangel ableitet, ist die am besten begründete. Alle wesentlichen Tatsachen werden durch sie erklärt und keine anerkannte Beobachtung steht mit ihr in Wider-

spruch. — Die Annahme, daß eine Überanstrengung stets der Erkrankung zugrunde liege, entspricht nicht der Wirklichkeit; dafür, daß Blutstauungen sie erzeugen, liegt kein Anhaltspunkt vor, und auch die Akapnie kann nicht als ursächliches Moment in Betracht kommen, da Bergkrankheit ohne Akapnie und Akapnie ohne Bergkrankheit bestehen kann. — Die Wirkungsweise einer großen Reihe zur Bergkrankheit prädisponierender Momente können wir verstehen, es bleiben aber einzelne, deren Einwirkung erst noch genauer erforscht werden muß.

Verhütung und Heilung der Bergkrankheit. Bei dem von uns eingenommenen Standpunkte ist der Weg zur Verhütung und Behandlung der Bergkrankheit theoretisch klar vorgezeichnet: wir müssen in jeder Hinsicht dahin streben, daß die Sauerstoffversorgung unserer Organe so gut wie möglich gestaltet wird. Das erfordert in praxi eine ganze Reihe von Maßnahmen. Zunächst empfiehlt es sich, zur Verhütung der Krankheit nicht direkt bis zu der kritischen Grenze aufzusteigen. Atmung und Herztätigkeit sollen erst in geringeren Höhen einige Tage geübt und gewöhnt werden. Dann wird ein passives Emporkommen — sei es reitend oder im Tragsessel — eher schützen als ein mit Anstrengung verbundenes. — Eine Ausnahmestellung nehmen die Bergbahnen ein. Die schnelle Auffahrt in einer Tour, wie sie durch diese ermöglicht wird, ist eher ein Nachteil. Der Körper hat keine Möglichkeit, sich der dünnen Luft zu akkommodieren und die Regulationen, über die er verfügt, in Tätigkeit treten zu lassen. Hier dürften die Erscheinungen der Bergkrankheit in ihren ersten Anfängen schon in tieferen Regionen zum Ausbruch kommen, als nach langsamem, ohne Überanstrengung der Kräfte zu Fuße durchgeführtem Aufstiege.

Die Anstrengung beim Aufstiege selbst wird je nach dem körperlichen Verhalten verschieden ertragen werden: die Atmung soll beim Bergaufmarsche tief und ruhig sein, Sprechen sollte vermieden werden. Durch gutes Training erworbene körperliche Leistungsfähigkeit macht widerstandsfähiger, mangelnde Übung und körperliche Schwäche disponieren zur Erkrankung. Jeder Hochgebirgswanderung sollte deshalb ein Training in mittleren Höhen vorangehen. Die Wanderung in ermüdetem Zustande nach mangelhafter Nachtruhe auszuführen, ist gefährlich. Ebenso ist für genügende und zweckmäßige Nahrung zu sorgen: bei unzureichender Kost leidet die körperliche Kraft, bei allzu reichlicher und unzureichend gewählter, besonders wenn sie zu Auftreibungen des Magens und Darmes führt, leidet die Fähigkeit, tief und ausgiebig zu atmen. Das Nähere findet sich im Kapitel: Ernährung des Bergsteigers. — Endlich wird auf die klimatischen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen sein. Beim Aufstiege sollte man, wenn möglich, pralle Sonne und schwüles Wetter zu vermeiden suchen, bei Körperruhe muß man die andringende Kälte fernhalten. — Das sicherste Vorbeugungsmittel, den Sauerstoff, wird man allenfalls bei Bergbahnen in ausreichender Menge mit sich führen können, wie das bei den Luftfahrern heute allgemein üblich ist.

Ist die Krankheit zum Ausbruch gekommen, so wird zunächst schon körperliche Ruhe die Beschwerden wesentlich mildern oder ganz beseitigen; dazu käme häufigere und tiefe Atmung, die die Sauerstoffzufuhr zu den Lungen steigert

und durch Beschleunigung des Blutumlaufes die Sauerstoffversorgung der Gewebe weiter erhöht. Noch besser wirkt zeitweilige Sauerstoffatmung. Doch auch diese hat nur vorübergehenden Effekt. — Einatmung von Gemischen von Luft und Kohlensäure ist unzweckmäßig. Es tritt zwar durch letztere eine starke Steigerung der Atmung und damit der Sauerstoffzufuhr zur Lunge ein, ihre Wirkung wird aber dadurch aufgehoben, daß, wie wiederholt erwähnt, bei dem niedrigen Sauerstoffdrucke, der im Hochgebirge in den Lungenbläschen sich ausbildet, durch Kohlensäurebeimischung die Sauerstoffaufnahme durch den Blutfarbstoff leidet. Ratsam dagegen ist, Gemische von reinem Sauerstoff und einigen Prozenten Kohlensäure einzuatmen, wie Mosso^{21a)} empfohlen hat, da bei dem hierbei herrschenden hohen Sauerstoffdruck die Sauerstoffbindung an das Hämoglobin durch die beigemengte Kohlensäure nicht beeinträchtigt wird. — Natürlich wird die wohltätige Wirkung im wesentlichen nicht viel länger dauern als die Einatmung selbst, aber häufiger wiederholte Einatmungen werden wenigstens die stärksten Beschwerden der ersten Tage mildern können.

Bleiben die Beschwerden unerträglich oder sind sie gefahrdrohend, so gibt es nur noch ein Behandlungsmittel: Abstieg in niedrigere Höhenlagen. Ihm kann nach einiger Zeit der Versuch eines erneuten Aufstieges folgen.

Außer der im Vorstehenden geschilderten rationellen Behandlung gibt es nun eine ganze Reihe von Mitteln, die gegen die Bergkrankheit an sich oder gegen einzelne Beschwerden empfohlen worden sind. Sie entstammen der praktischen Erfahrung der Hochgebirgsbewohner und sind demnach in den verschiedenen Gebirgen der Erde verschieden.

Als Vorbeugungsmittel gilt nach Tschudi²⁷⁾ in den peruanischen Anden das Kauen von Kokablättern oder der Genuß von Kokatee. Dadurch sollen auch die Atemnot und die Übelkeiten bei bereits ausgebrochener Krankheit beseitigt werden. Kaffee, Tee, Schokolade und besonders alkoholische Getränke werden nach Pöppig von den Eingeborenen für schädlich gehalten. Ferner bedienen sich die Indianer zur Behebung der Krankheit kalter Limonaden, des Weinsteihs, auch Einreibungen des Mundes, der Nase und Ohren mit Knoblauch. — Im Himalaja werden gleichfalls säuerliche Früchte und Zwiebeln benutzt. Überhaupt scheinen scharfe und anregende Mittel von Wert zu sein. Tschudi hat bei schweren Fällen, wie er angibt mit gutem Erfolge, Aderlässe gemacht, die auch Archibald Smith empfiehlt. Ihre günstige Wirkung ist nicht recht erklärlich. Sie werden auch vielfach bei Pferden und Maultieren vorgenommen, wenn diese an der Bergkrankheit zu leiden beginnen. Man macht entweder einen Schnitt unter der Zunge oder schneidet ihnen ein Stück vom Schwanz oder den Ohren ab, oder schlitzt ihnen, und das soll das Beste sein, die Nasenlöcher auf. Der Erfolg scheint allerdings manchmal ein überraschender zu sein.

Gegen einzelne Symptome, namentlich gegen den oft unerträglichen Kopfschmerz, kommen die neueren Migränemittel (Phenacetin, Antipyrin usw.) mit Nutzen zur Anwendung.

Literatur.

¹⁾ G. di Acosta: „Historia naturale e morale delle Indie“. Italienische Übersetzung. Venedig 1596.

^{1b)} Aschkinass und Caspari: „Wirkung dissoziierender Strahlen usw.“. Pflügers Archiv Bd. 86.

^{1a)} Berson und Süring: „Illustrierte aeronautische Mitteilungen“. 1901.

²⁾ Paul Bert: „La pression barométrique“. Paris 1878.

^{2a)} Bullock-Workman: Jahresber. der Sekt. Berlin des D.Ö.A.V. 1900.

- ³⁾ Boussingault: cf. Al. v. Humboldts kleine Schriften. I.
- ⁴⁾ W. M. Conway: „Climbing and exploration in the Karakoram Himalayas“. London 1884.
- ^{4a)} Derselbe: Alpine journal. Vol XX. 1899.
- ⁵⁾ Cunnigham: Zitiert bei Meyer-Ahrens und P. Bert.
- ^{5a)} Dufour: „Sur le mal des montagnes“. Bull. de la soc. med. de la Suisse romande. 1874.
- ^{5b)} Egli-Sinclair: Jahrb. d. Schweizer Alpenklubs. 1892.
- ⁶⁾ D. W. Freshfield: „The highest climbs on record“. 1898.
- ⁷⁾ E. A. Fitz-Gerald: „The highest Andes“.
- ^{7a)} G. Guglielminetti: „Trois semaines au Mont-Blanc“. 1894; Progrès médical 1901; L'écho des Alpes 1904.
- ⁸⁾ Jacot Guillarmod: „Six mois dans l'Himalaya“. Neuchâtel.
- ⁹⁾ Gűßfeld: „Reise in den Andes von Chile und Argentinien“. Berlin 1888.
- ¹⁰⁾ Sven Hedin: „Durch Asiens Wűsten“. Leipzig 1899.
- ¹¹⁾ Mrs Hervey: „The adventures of a Lady in Tartary“. London 1813.
- ¹²⁾ Huc: „Souvenirs d'un voyage dans la Tartarie, le Thibet et la Chine“. Auszug in Cannstatts Jahresbericht für 1850.
- ^{12a)} A. v. Haller: „Grundriß der Physiologie“. Berlin 1788.
- ¹³⁾ A. v. Humboldt: „Voyage aux régions uinoctiales du nouveau continent, fait en 1799—1804“. Paris 1814.
- ¹⁴⁾ Jourdanet: „Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme“. Paris 1875.
- ¹⁵⁾ H. Kronecker: „Die Bergkrankheit“. Berlin u. Wien 1903.
- ¹⁶⁾ G. v. Liebig: „Der Luftdruck in den pneumatischen Kammern und auf Hűhen“. Braunschweig 1898.
- ¹⁷⁾ A. Loewy: „Die Respiration und Zirkulation bei Änderung des Druckes usw.“. Berlin 1895.
- ^{17a)} Lortet: Physiol. du mal des montagnes. Rev. des cours scientifiques etc. 1876.
- ¹⁸⁾ C. Meyer-Ahrens: „Die Bergkrankheit“. Leipzig 1854.
- ¹⁹⁾ Middendorf: „Peru“. Bd. III: „Das Hochland von Peru“. Berlin 1895.
- ²⁰⁾ Moorcroft: „A journey to lake Manasarovara in n-ds, a province of little Thibet. Asiatic researches. T. XII. Kalkutta-1816.
- ²¹⁾ A. Mosso: „Der Mensch auf den Hochalpen“. Leipzig 1897.
- ^{21a)} Derselbe: „Differenze individuali nella resistenza alla pressione parziale dell'ossigeno“. Rendiconti della regia acad. dei Lincei. Vol. XIV, 1905.
- ^{21b)} Derselbe: ebenda.
- ²²⁾ d'Orbigny: „Voyage dans l'Amérique méridionale 1826—33“. IV. Paris 1839.
- ²³⁾ E. Pűppig: „Reisen in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrom“. Leipzig 1836.
- ²⁴⁾ H. B. de Saussure: „Voyages dans les Alpes“. T. IV. Neuchâtel 1796.
- ²⁵⁾ Adolf und Robert v. Schlagintweit: „Results of a scientific mission to India and high Asia 1854—58“. Leipzig und London 1861—66.
- ²⁶⁾ H. v. Schrűtter: „Zur Kenntniss der Bergkrankheit“. Wien und Leipzig 1899.
- ^{26a)} Derselbe: „Der Sauerstoff in Prophylaxe und Therapie der Luftdruckerkrankungen“. Berlin, Hirschwald, 1904.
- ^{26b)} Archibald Smith: Edinb. med. and surg. journ. referiert in Cannstatts Jahresber. 1842.
- ²⁷⁾ Tschudi: „Peru“. Reiseskizzen aus den Jahren 1838—42. Bd. II. St. Gallen 1846.
- ²⁸⁾ Don Antoine d'Ulloa: „Mémoires philosophiques, historiques, physiques concernant la découverte d'Amérique“. Trad. française. T. I, 1787.
- ²⁹⁾ Webb: Zitiert bei Meyer-Ahrens, S. 29.
- ³⁰⁾ Whymper: „Travels amongst the great Ands of the Equator“. London 1892.

