

Lager bei Indra (2515 m ü. d. M.).

DER MENSCH
AUF DEN HOCHALPEN.

FORSCHUNGEN

VON

ANGELO MOSSO,
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT TURIN.

MIT ZAHLREICHEN FIGUREN, ANSICHTEN UND TABELLEN.



LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1899.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

MARGHERITA

KÖNIGIN VON ITALIEN

DIE UNSERE ALPEN LIEBT UND EINE IHRER HÖCHSTEN
SPITZEN SELBST ERSTIEGEN HAT

EHRFURCHTSVOLLST

ANGELO MOSSO

Vorwort.

Mit den Vorbereitungen für meine Expedition auf den Monte Rosa begann ich im Jahre 1893, als die Hütte Königin Margerita auf der Spitze Gnifetti (4560 m ü. d. M.) erbaut worden war. Es war für meine Studien notwendig, auf dem Monte Rosa einige Wochen zu verweilen. Da ich aber exakte Versuche über die am Menschen in diesen Höhen auftretenden physiologischen Erscheinungen an den Führern und Trägern allein nicht anstellen konnte, so erbat ich mir vom Hohen Kriegsministerium zu Rom zehn Bergsoldaten und einen Militärarzt. Nach Bewilligung meines Gesuches begab ich mich nach Ivrea, und machte bei dem dort stationierten Regimente der Alpinisten meine Absicht bekannt. Augenblicklich erbot sich eine große Schar von Soldaten, mit mir auf den Gletschern des Monte Rosa einen Monat zuzubringen.

Vom 19. Juni bis zum 11. Juli 1894 war ich mit Voruntersuchungen beschäftigt. Es konnte mir nicht genügen, aus der großen Menge derjenigen, die mich begleiten wollten, die Auswahl einfach nach dem Augenscheine zu treffen, sondern ich mußte Versuche anstellen, um mich über die Körperbeschaffenheit der Einzelnen genau zu unterrichten, damit ich vor allen Dingen ersehen konnte, in wie hohem Grade sie der Ermüdung Widerstand zu leisten vermochten. Ich traf daher eine erste größere Auswahl und stellte mit dieser in den Vorbergen zwischen Ivrea und Turin Marschübungen an, die ich bis auf 60 km ausdehnte. Nach den Ergebnissen dieser Versuche wählte ich dann jene zehn Mann aus, die mir für meine Untersuchungen auf dem Monte Rosa gedient haben. Die Gewählten ließ ich jedoch nicht alle zu gleicher Zeit aufsteigen, sondern teilte sie in zwei Abteilungen, von denen ich zunächst die größere, aus sieben Mann bestehend, selbst zur Hütte Königin Margerita hinaufführte. Diesen Aufstieg führte ich absichtlich langsam aus, so daß wir wöchentlich nur ungefähr 1000 m zurücklegten. Nachdem wir uns in der Hütte eingerichtet hatten, ließ ich die noch fehlenden drei Mann in einem Zeitraume von drei Tagen schnell nachkommen. Ich traf diese Anordnung, um feststellen zu können, wie sich der menschliche Organismus bei langsamem und wie bei schnellem Höhenwechsel verhält. Jeder der beiden Abteilungen hatte ich Leute von stärkster und solche von mittlerer Körperkraft zugeteilt.

Die Namen der mich begleitenden Soldaten zu erwähnen, findet sich oft Gelegenheit; ich möchte jedoch hier hervorheben, daß das Betragen derselben während der ganzen Zeit unseres Zusammenseins ein lobenswertes war, und daß es mir ein Bedürfnis ist, diesen

Männern für die stete Bereitwilligkeit, mit der sie sich an den Versuchen beteiligten, hier meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Als weitere Begleiter nahmen an der Expedition teil mein Bruder UGOLINO, Professor der Pharmakologie an der Universität Genua, sowie die Herren Stabsarzt Dr. VICTOR ABELLI und stud. med. BENNO BIZZOZERO. Leider sollte uns der letztere schon nach einem Jahre durch einen frühzeitigen Tod entrissen werden. Die künstlerische Begabung dieses jungen Mannes befähigte ihn in hohem Maße, uns als Photograph zu dienen. Viele der von ihm aufgenommenen Ansichten habe ich meinem Buche eingefügt, um in dem Leser eine Vorstellung von der Umgebung zu erwecken, in welcher die Untersuchungen ausgeführt wurden. Einen anderen Teil der Ansichten verdanke ich meinem Freunde VICTOR SELLA.

Ein einziges Ereignis hat unseren Aufenthalt auf den Alpen getrübt. Es war dies eine Lungenentzündung, von welcher der Soldat RAMELLA befallen wurde, während wir uns in der Hütte Königin Margerita befanden. Dieser ziemlich schwere Krankheitsfall unterbrach die Untersuchungen und nötigte uns, schon zehn Tage nach unserer Ankunft in jener Hütte und früher als es in unserer Absicht lag, die Berggruppe des Monte Rosa wieder zu verlassen.

Schon in früherer Zeit sind auf den Alpen Versuche am Menschen von Physiologen angestellt worden, aber es geschah dies unter so ungünstigen Bedingungen, daß es den Betreffenden nicht gelang, den Einfluß der Ermüdung und der Kälte von dem des Höhendrucks zu sondern. Da mir diese Fehlerquellen bekannt waren, so konnte ich alle Vorsichtsmaßregeln treffen, um sie zu vermeiden. Insbesondere hebe ich noch hervor, daß für die Verpflegung, sowie für die nötigen Bequemlichkeiten in ausreichendstem Maße Sorge getragen war.

Dem Herrn Minister BACCELLI bin ich zu Dank besonders verpflichtet, weil er die Güte hatte, zu den von mir für diese Expedition aufgewandten Kosten eine Beihilfe von 1350 Lire zu gewähren.

Es war seit langer Zeit mein Wunsch, in einem nicht zu umfangreichen Buche den Geist der modernen biologischen Forschung darzulegen und die Methoden zu beschreiben, welche beim Studium der wunderbaren Maschine unseres Körpers angewandt werden. Mein Buch hält sich deshalb nicht in den Grenzen des Alpinismus, es möchte mehr sein als eine einfache Schilderung der auf den Alpen verlebten glücklichen Tage. Durch eine Reihe neuer Beobachtungen hoffe ich auch einen Beitrag zur Physiologie des Menschen geliefert zu haben.

Von meinem Assistenten, Herrn Dr. F. KIESOW, ist dieses Buch unter meiner Mitwirkung übersetzt worden.

A. Mosso.

Inhalt.

Erstes Kapitel.

Die Untersuchung der Muskelkraft auf großen Höhen.

(Seite 1—23.)

- | | |
|--|---|
| I. JOSEPH MAQUIGNAZ. Der Ergograph. Die Ermüdung der Muskeln. Untersuchungen auf dem Monte Rosa. | fähigkeit gegen die Ermüdung auf dem Monte Rosa. |
| II. Hantelübungen in verschiedenen Höhen. | V. Einfluß diätetischer Störungen auf Herz- und Athemthätigkeit im Zustande der Ermüdung. |
| III. Einfluß der Ermüdung auf Herz- und Athemthätigkeit in großen Höhen. | VI. Ohnmachtsanfall des Korporals CAMOZZI infolge von Überanstrengung in einer Höhe von 4560 m. |
| IV. Ein Beispiel großer Widerstands- | VII. Flug der Vögel. |

Zweites Kapitel.

Eine Monte Rosabesteigung im Winter.

(Seite 24—41.)

- | | |
|--|--|
| I. Erste Aufstiege auf den Monte Rosa. JOSEPH ZUMSTEIN. | III. Die Ermüdung der Respirationsmuskeln. |
| II. Aufstieg mit ALEXANDER SELLA zur Vincentpyramide. Das Ermüdungsfieber. | IV. Einfluß der Ermüdung auf die Farbewahrnehmung. |

Drittes Kapitel.

Die Atmung auf den Bergen.

(Seite 42—68.)

- | | |
|--|--|
| I. Die Atemfrequenz in einer Höhe von 4560 m. | V. Versuche in komprimierter Luft. Der Kontator als Messungsinstrument für die eingeatmete Luftmenge. |
| II. Versuche, welche zeigen, daß die Frequenz und die Tiefe der Atembewegungen sich auf dem Monte Rosa vermindern können. | VI. Kritik meiner i. J. 1882 auf dem Col du Théodule angestellten Beobachtungen. |
| III. Abnahme der Körpergröße bei Bergaufstiegen infolge der Ermüdung. | VII. Luxusatmung. |
| IV. LORTET. Atempausen. Außerordentliche Langsamkeit der Atmung beim Soldaten SARTEUR in einer Höhe von 4560 m. Veränderungen im Typus der Atembewegungen. | VIII. Die periodische Atmung ist eine durch die verdünnte Luft hervorgerufene charakteristische Erscheinung. Die verschiedenen Methoden, durch welche die Natur die Inten- |

- | | |
|--|---|
| <p>sität der Atembewegungen auf den Alpen vermindern kann.</p> <p>IX. Die CHEYNE-STOKESSche Atmung tritt auf dem Monte Rosa während des Schlafes als eine konstante Erscheinung auf.</p> | <p>X. Lähmung des Atmungscentrums. In der Hütte Königin Margerita beobachtete krankhafte Atemformen.</p> <p>XI. Beobachtungen an einem Hunde während der Expedition auf den Monte Rosa.</p> |
|--|---|

Viertes Kapitel.

Der Kreislauf des Blutes in der verdünnten Luft.

(Seite 69—90.)

- | | |
|--|--|
| <p>I. HALLER und die Irrtümer der Alten über die Wirkungen des herabgesetzten Luftdrucks.</p> <p>II. CHAUVEAU and LORTET. Untersuchungen über den Puls während meiner winterlichen Monte Rosabesteigung.</p> <p>III. Bewegung der Blutgefäße in großen Höhen. Die Verschlimmerung, welche im Organismus auftritt, wenn man sich nach einer großen Anstrengung der Ruhe hingiebt. Hydrosphygmogramme.</p> | <p>IV.—V. Das Sphygmomanometer. Der Blutdruck auf dem Monte Rosa. Periodische Veränderungen in der Häufigkeit und der Stärke des Herzstoßes. Dieselbe rührt von einer gleichzeitig die Atembewegungen beeinflussenden Funktionsänderung der nervösen Centren her.</p> <p>VI. Die Pulsfrequenz.</p> <p>VII. Von Dr. GURGO auf dem Monte Rosa angestellte Beobachtungen.</p> <p>VIII. Zunahme der Pulsfrequenz in der verdünnten Luft.</p> |
|--|--|

Fünftes Kapitel.

Die Ermüdung des Herzens.

(Seite 91—109.)

- | | |
|--|---|
| <p>I. Die ersten Beobachtungen über die Überanstrengungen des Herzens bei Bergaufstiegen.</p> <p>II. Die durch die Ermüdung verursachte Erweiterung des Herzens.</p> <p>III. Verminderung des Blutkreislaufs im kontrahierten Muskel.</p> <p>IV. Während der Muskelkontraktion auftretende Veränderungen des Blutdrucks. Messung der bei Bergaufstiegen auftretenden Arbeitszunahme des Herzens.</p> | <p>V. Beobachtungen über das Volumen des Herzens bei den Aufstiegen auf den Monte Rosa.</p> <p>VI. Zunahme der Pulsfrequenz im Zustande der Ruhe nach einem Aufstiege.</p> <p>VII. Ohnmachten, die durch die Ermüdung verursacht werden.</p> <p>VIII. Die Unregelmäßigkeit der Herzschläge. Die Hypertrophie des Herzens.</p> |
|--|---|

Sechstes Kapitel.

Unfälle, welche durch eine hochgradige Ermüdung und durch nervöse Erschöpfung herbeigeführt werden.

(Seite 110—139.)

- | | |
|---|---|
| <p>I. Die Ermüdung und die Ermattung. Die Konflagration im Gehirn.</p> <p>II. Die Gemütsbewegungen und die intellektuelle Arbeit.</p> <p>III. Die nervöse Ermüdung.</p> <p>IV. Exaltationen, die bei Bergaufstiegen infolge der Ermüdung auftreten.</p> | <p>V. Lähmende Wirkungen der Gemütsbewegungen.</p> <p>VI. Die nervöse Depression und der Zustand der Gleichgültigkeit als Ursache von Katastrophen.</p> <p>VII. Abnahme der Empfindlichkeit.</p> <p>VIII. Die nervöse Erregung.</p> <p>IX. u. X. Tod der Gebrüder ZOJA, Bericht des Dr. DE FILIPPI.</p> |
|---|---|

Siebentes Kapitel.

Die Bergaufstiege. Unsere Lagerplätze. Die Hütten Gnifetti und Königin Margerita.

(Seite 140—159.)

- | | |
|--|---|
| I. Veränderungen des Pulses, der Atmung und der Körpertemperatur bei Bergaufstiegen. | V. Ruhepausen auf Märschen. |
| II. Geschwindmarschversuche. | VI. Veränderungen der Elasticität der Muskeln infolge der Ermüdung. Muskelschmerzen. Bericht des Prof. FORLANINI. |
| III. Messung der respirierten Luft bei Bergaufstiegen. | VII. Beschreibung unserer Lagerplätze. |
| IV. Verschiedene Atmungsweisen bei Bergaufstiegen. | VIII. u. IX. Die beiden Hütten Gnifetti und Königin Margerita. |

Achstes Kapitel.

Die Ernährung und das Fasten.

(Seite 160—175.)

- | | |
|--|--|
| I. Die ersten chemischen Versuche, welche bei Bergbesteigungen gemacht wurden. | des Magens auf den Kreislauf des Blutes. |
| II. Das Fasten. | V. Störungen, welche im Verdauungssystem durch die Ermüdung entstehen. |
| III. Einfluß desselben auf die Muskelkraft. Die individuellen Unterschiede. | VI. Unsere Ernährung auf den Alpen. |
| IV. Physiologie des Magens. Wirkung | VII. Versuche LEWINSTEINS. Fleisch- und Pflanzenkost. |

Neuntes Kapitel.

Die Körpertemperatur während der Bergbesteigungen.

(Seite 176—187.)

- | | |
|---|---|
| I. Ursprung der tierischen Wärme. Einfluß des Trainierens auf die Körpertemperatur. | Korporal JACHINI als Typus des Kraftmenschen. Beurteilung der physischen Kraft. |
| II. Versuche über die Entwicklung von Wärme bei Aufstiegen. Der | III. Klassifikation der Alpinisten. |
| | IV. Berühmte italienische Führer. |

Zehntes Kapitel.

Die individuellen Differenzen.

(Seite 188—201.)

- | | |
|--|---|
| I. Das menschliche Leben in den höchsten Regionen des Erdballs. | IV. Beobachtungen des Ingenieurs DAVIDSON in Kalifornien. |
| II. Untersuchungen an dem Führer ZURBRIGGEN. | V. Beispiele sehr geringer Widerstandsfähigkeit bei herabgesetztem Luftdruck. |
| III. Vergleich zwischen den Wirkungen aerostatischer Aufstiege und der Bergkrankheit. GASTON TISSANDIER. | VI. Schnelle Anpassung an das Bergklima. |

Elfte Kapitel.

Das Trainieren. Die vitale Kapazität. Der Alpinismus.

(Seite 202—220.)

- | | |
|--|--|
| I. Untersuchungen über das Trainieren. | III. Einfluß des Trainierens auf das Nervensystem. |
| II. Analyse der einzelnen Faktoren desselben. Beobachtungen CONWAYS. | IV. Untersuchungen über die Vitalkapazität auf dem Monte Rosa. |

- | | |
|--|---|
| V. Veränderungen der Vitalkapazität nach Bergaufstiegen. | VII. Die Zukunft des Alpinismus. Die Lagerplätze auf den Alpen. |
| VI. Beobachtungen über die Vitalkapazität an Alpinisten. | VIII. Die physische Erziehung der Jugend. |
| | IX. Vergleich zwischen Bergsteigen und Radfahren. |

Zwölftes Kapitel.

Die Ursachen der Bergkrankheit.

(Seite 221—240.)

- | | |
|--|--|
| I. Beobachtungen SAUSSURES. | V. Akute und langsam sich entwickelnde Form der Bergkrankheit. |
| II. ALEXANDER VON HUMBOLDT. TSCHUDI. | VI. FARALLIS Bericht über eine Atnabesteigung. |
| III. Expedition HUGO KRONECKERS auf das Breithorn. | VII. Aufstieg M. LESSONAS auf den Demawend. |
| IV. CONWAY und ROY. | |

Dreizehntes Kapitel.

Eine Expedition auf den Montblanc im Jahre 1891.

(Seite 241—251.)

- | | |
|---|---|
| I. Beobachtungen der DDr. EGLI-SINCLAIR und GUGLIELMINETTI. Wirkung der Kälte. | III. Untergang des Herrn ROTHE und des Führers SIMOND durch einen Lawinensturz. |
| II. Blutuntersuchungen. Sauerstoffinhalationen als Gegenmittel gegen die Bergkrankheit. | IV. Tod des Dr. JACOTTET auf dem Montblanc infolge einer Lungenentzündung. |

Vierzehntes Kapitel.

Beobachtungen über die Bergkrankheit.

(Seite 252—266.)

- | | |
|---|--|
| I. Auf dem Monte Rosa gesammelte Beispiele. | IV. Vermehrte Belästigung durch die Bergkrankheit während der Nachtruhe. |
| II. Analyse der bei der Bergkrankheit auftretenden Erscheinungen. Einfluß der Stürme. | V. Beobachtungen über den Puls und die Blutcirkulation. |
| III. Wirkung der Ermüdung, Blutergüsse. | VI. Einfluß der Gemütsbewegungen. |
| | VII. Die Cyanose. |

Fünfzehntes Kapitel.

Die Chemie der Atmung auf den Bergen.

(Seite 267—276.)

- | | |
|---|--|
| I. Verbrennungerscheinungen auf den Alpen. | ausgeschiedenen Kohlensäure, angestellt an Soldaten unserer Expedition. |
| II. Die ersten von LAGHI und CIGNA im vorigen Jahrhundert über die Asphyxie und die Atmung in der verdünnten Luft angestellten Beobachtungen. | IV. Zusammenfassung der bei der Analyse der expirierten Luft von meinem Bruder gefundenen Resultate. |
| III. Versuche meines Bruders über die Menge der in verschiedenen Höhen | V. Untersuchungen LOEWYS und ZUNTZS auf dem Monte Rosa. |

Sechzehntes Kapitel.

Analyse der Asphyxie und der Bergkrankheit.

(Seite 277—309.)

- | | |
|---|--|
| I. PAUL BERT. FRAENKEL und GEPPERT. | III. Individuelle Differenzen in der Widerstandsfähigkeit gegen die Asphyxie im Vergleiche mit der |
| II. Versuche über die Suspension der Atmung auf dem Monte Rosa. | |

- | | |
|--|--|
| Vitalkapazität, dem Körpergewichte und der Körpergröße. | VII. Die Neurose des Vagus ein Faktor der Bergkrankheit. |
| IV. Versuche an Enten. | VIII. Anpassung der Herzthätigkeit an den Aufenthalt in großen Höhen. |
| V. Apnoe. Lokalisation der Bergkrankheit in der Medulla oblongata. | IX. Bei Bergaufstiegen nimmt die eingeatmete Luftmenge nicht proportional der Luftverdünnung zu. |
| VI. Zusammenfassung der an fünf Soldaten angestellten Beobachtungen über den Puls, die Atmung und die Körpertemperatur in verschiedenen Höhen. | X. LOEWYS schädlicher Luftraum. |

Siebzehntes Kapitel.

Wirkung der Bergluft auf das Nervensystem. Der Kopfschmerz. Der Wind.

(Seite 310—327.)

- | | |
|--|--|
| I. Wirkung der verdünnten Luft auf niedere Tiere und auf das Phosphorescieren derselben. | VI. Erschwerung der Schluckbewegungen. Die Gehirnthätigkeit in großen Höhen. |
| II. Untersuchungen WERNER ROSENTHALS an Fröschen in der verdünnten Luft. | VII. Gesteigerte Empfindlichkeit der Katzen in der verdünnten Luft. |
| III. Wie nichtgenügende Ruhe die Bergkrankheit erzeugen kann. | VIII. Beobachtungen über die Veränderungen in der Frequenz der Herzschläge auf dem Monte Rosa. |
| IV. Deprimierende Wirkung der Dunkelheit. | IX. u. X. Wirkung des Windes auf die Atmung und die Temperatur der Körperoberfläche. |
| V. Der Kopfschmerz. | |

Achtzehntes Kapitel.

Der Kreislauf des Blutes im menschlichen Gehirn.

(Seite 328—346.)

- | | |
|--|---|
| I. Methoden und Apparate, welche bei diesen Untersuchungen angewandt wurden. Beschreibung meiner pneumatischen Kammer. | LASAGNO in der verdünnten Luft. |
| II.—III. Künstliche und aerostatische Aufstiege. | V. Versuche an Hunden bei sehr starker Druckherabsetzung und bei künstlicher Luft. |
| IV. Beobachtungen über den Kreislauf des Blutes im Gehirn bei CÄSAR | VI. EMANUEL FAVRE. Kreislauf des Blutes im Gehirn bei einer künstlichen Luft, welche nur die Hälfte des Sauerstoffgehaltes der gewöhnlichen enthielt. |

Neunzehntes Kapitel.

Der Schlaf bei Bergbesteigungen. Versuche an Affen und Murmeltieren.

(Seite 347—365.)

- | | |
|--|--|
| I. Beobachtungen früherer Physiologen über den Schlaf bei Bergaufstiegen. | IV.—VI. Beobachtungen über die Bergkrankheit an Affen in der pneumatischen Kammer. |
| II. TYNDALL. Vorschlag einer Veränderung der Bestimmungen des Führerreglements über das nötige Brennmaterial bei Bergaufstiegen. | VII. Intensivere Wirkung des Morphiums in der verdünnten Luft. |
| III. Die Wirkung der Kälte und die Biwaks. | VIII. Warum die Bergkrankheit während der Nacht verstärkt auftritt. |
| | IX. u. X. Beobachtungen an Murmeltieren in der verdünnten Luft. |

Zwanzigstes Kapitel.

Die Wirkung des Lichtes. Die Transpiration. Die Kälte.

(Seite 366—382.)

- | | |
|---|--|
| I. Das veränderte Licht auf den Alpen. Wirkung der violetten Strahlen auf die Haut. | II. Augenkrankheiten auf den Bergen. |
| | III. Die Ausdünstung der Haut und das Körpergewicht. |

- | | |
|--|--|
| <p>IV. Abnahme des Körpergewichts bei großen Anstrengungen.
V. Temperatur der Luft auf den Alpen.
VI. Persönliche Unterschiede des</p> | <p>Widerstandes gegen die Kälte. Erfrieren der Gliedmaßen und die Weise sie zu heilen.
VII. Die Kälte in den Zelten.</p> |
|--|--|

Einundzwanzigstes Kapitel.

Über die Veränderung des Blutes auf den Alpen.

(Seite 383—398.)

- | | |
|--|--|
| <p>I. Das Höhenklima und seine Wirkung auf das Blut.
II. Dr. KUTHYS Untersuchungen über die Zusammensetzung des Blutes in der verdünnten Luft, angestellt an Kaninchen, an Hunden und an Menschen.
III. Prof. GIACOSAS Untersuchungen über das Blut.</p> | <p>IV. Untersuchungen MIESCHERS und seiner Schüler.
V. Die klimatische Kur der Alpenstationen.
VI. Kritik der Lehre, nach welcher eine Herabsetzung des Luftdrucks eine Verbesserung des Blutes erzeugt.</p> |
|--|--|

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Erklärung der Bergkrankheit. Die Akapnie.

(Seite 399—427.)

- | | |
|--|--|
| <p>I. Abnahme des Kohlensäuregehaltes im Blute auf den Alpen. Die Akapnie.
II. Untersuchungen in der pneumatischen Kammer mit sauerstoffreicherer Luft. Versuche an GIORGIO MONDO. Starke Herabsetzungen des Luftdrucks, bei denen die Anwesenheit der Kohlensäure hilft.
III. u. IV. Versuche an A. Mosso. Herabsetzung des Luftdrucks bis zu einem Grade, der einer Höhe von 11650 m entspricht. Wohlthuende Wirkung der Kohlensäure.
V. Die Akapnie. Wirkung der Kohlensäure auf den Herzschlag bei peptonisierten Tieren.
VI. Versuche an GIORGIO MONDO über</p> | <p>die wohlthuende Wirkung der Kohlensäure im Zustande der Akapnie.
VII. Die Kohlensäure im Blute. Analyse der expirierten Luft bei verschiedenen Barometerständen. Versuche an dem Studenten POLLEDRO. Einfluß der Luftverdünnung auf die Kohlensäureausscheidung.
VIII. Leichtere Ausscheidung des Alkohols in der verdünnten Luft.
IX. Veränderung der Lungen in der verdünnten Luft. Vaguslähmung. Infolge des verminderten Luftdrucks auftretende Herzerweiterung. Zusammenstellung der Erscheinungen, die man auf den Alpen infolge von Vaguslähmung beobachtet.</p> |
|--|--|

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Das neue Observatorium und die Alpenstation auf dem Monte Rosa.

(S. 428—442.)

- | | |
|---|---|
| <p>I. Beschreibung des neuen Observatoriums Königin Margerita auf der Spitze Gnistetti.
II. Das Observatorium JANSSENS auf dem Montblanc. Aufstieg I. M. der Königin MARGHERITA auf die Spitze Gnistetti.
III. Die Alpenstation auf d. Monte Rosa.
IV. Die Fahrten zum Pol.</p> | <p>V. Vergleich einer Polarexpedition mit einer Expedition auf die höchste Spitze des Himalaja.
VI. Organisation eines Aufstiegs auf den Gaurisankar.
VII. Trainierübungen für hohe Aufstiege im Observatorium Königin Margerita.</p> |
|---|---|

Erster Nachtrag.

Verlauf einer Lungenentzündung, welche sich auf dem Gipfel des Monte Rosa entwickelte und daselbst geheilt wurde.

(S. 442—451.)

Von Dr. ABELLI verfaßte Krankheitsgeschichte des Soldaten RAMELLA. Dr. KUTZKYS Untersuchungen über die Virulenz der Krankheitsstoffe in der verdünnten Luft und die Widerstands-	fähigkeit an Tieren gegen Infektion in hochgelegenen Gegenden. Die Lungenentzündung des Soldaten RAMELLA war durch Lähmung des Vagus verursacht.
---	---

Zweiter Nachtrag.

In der Hütte Königin Margerita angestellte meteorologische Beobachtungen.

(S. 452—461.)

I. Atmosphärischer Druck. II. Temperaturverhältnisse.	III. Der Sturm vom 13. auf den 14. August 1894.
--	---

Tabellen der physiologischen Beobachtungen, welche während der Expedition auf den Monte Rosa im Juli und August 1894 angestellt worden.

(Seite 463—474.)

Messungsergebnisse, welche an den Teilnehmern der Expedition gewonnen wurden.

I. Vergleich der Veränderungen in der Puls- und Atemfrequenz zu Turin (276 m) und in der Hütte Königin Margerita (4560 m) bei der gleichen Ermüdung. II. Luftvolumen, eingeatmet in einer halben Stunde in verschiedenen Höhen. III.—VI. Vergleich der Luftvolumina, die zu Gressoney la Trinità und auf dem Gipfel des Monte Rosa eingeatmet wurden.	VII.—VIII. Vergleich der Luftvolumina, die zu Turin und auf dem Gipfel des Monte Rosa eingeatmet wurden. IX. Vergleich der Luftvolumina, die zu Gressoney la Trinità und auf dem Gipfel des Monte Rosa eingeatmet wurden. X. Vitalkapazität einiger Teilnehmer an der Besteigung des Monte Rosa, gemessen zu Turin (276 m) und in der Hütte Königin Margerita (4560 m).
---	---

Namen- und Sachregister Seite 475

Verzeichnis der Abbildungen.

	Seite		Seite
Titelbild: Lager bei Indra.	1	Taschen und andere Gerätschaften für Alpinisten	220
Thal von Gressoney	3	Gruß von der Hütte Königin Margerita aus an eine ankommende Reisegesellschaft	221
Ergograph	3	Ankunft einer Reisegesellschaft bei der Hütte Königin Margerita	241
Schreib- und Zählvorrichtung des Ergographen	4	Laterne	251
Soldat SARTEUR führt auf dem Balkon der Hütte Königin Margerita Hantelversuche aus	6	Hütte Linty	252
Gasthaus des Col d'Olen	24	Ansicht des Lysgletschers und der Fortsetzung des Felsens Hoheslicht, auf dem sich die Hütte Gnifetti erhebt	255
Südseite des Monte Rosa von Gressoney aus gesehen	26	Eine Ecke unseres alpinen Laboratoriums	267
Von ZUMSTEIN entworfene Skizze der Monte Rosagruppe	27	Darstellung eines Versuchs zur Bestimmung der in einer halben Stunde eliminierten Kohlensäure	271
Die Vincentpyramide vom Lager bei der Hütte Linty aus gesehen	31	Die mit Reif bedeckte Hütte Königin Margerita nach dem Sturm vom 13. August 1894	277
Quecksilbermanometer, um die Stärke der Respirationsbewegungen aufzuschreiben	36	Ansicht der Mischabelhörner von der Hütte Königin Margerita aus	300
Rakette, wie sie bei einer winterlichen Monte Rosabesteigung angewandt wurde	41	Abstieg der Expedition vom Monte Rosa. Letzter Teil des Gletschers Garstelet	310
Lager bei Indra	42	Blick auf die Alpen von der Hütte Königin Margerita aus	328
Hebelapparat zur Registrierung der Atembewegungen	44	Pneumatische Kammer und Einrichtung für die Untersuchung des Gehirnpulses in der verdünnten Luft	331
Kontator etc. zur Bestimmung der eingeatmeten Luftmenge	52	Registrierung des Gehirnpulses während der Einatmung künstlicher Luft	342
Thal von Alagna	69	Alpe Lavetz im Thal von Gressoney	347
Hydrospgymograph	72	Lager SAUSSURES am Col du Géant	366
Sphygmomanometer zur Messung des Blutdrucks am Menschen	77	Die Schnellwage, welche wir zum Monte Rosa hinauftrugen	372
Thal von Macugnaga	91	Matterhorn und Dent Blanche von der Hütte Königin Margerita gesehen	383
Mit BIANCHIS Phonedoskop bestimmte Form und Lage des Herzens	94	Gressoney la Trinità	399
Myosphgmograph	96	Das neue Observatorium Königin Margerita auf der Gnifettispitze, erbaut im Jahre 1898	428
Veränderungen der Form und Lage des Herzens bei Bergaufstiegen	103, 104	Plan des neuen Observatoriums Königin Margerita	430
Hirtenwohnungen auf dem Monte Rosa	110	I. M. die Königin Margerita während des Aufstiegs zur Gnifettispitze	436
Ansicht des Monte Rosa vom Rimpfischhorn aus	121	Gruppenbild von Stabsarzt Dr. ABELLI, Korporal CAMOZZI, Korporal JACHINI, Soldat MARTA, Soldat RAMELLA	443
Gressoney St. Jean	140	Orsia oberhalb Gressoney la Trinità	452
Lager bei der Hütte Linty	150	BENNO BIZZOZERO	462
Parrotspitze	153		
Die beiden Hütten Gnifetti	157		
Die kleine Hütte Gnifetti	158		
Hütte Königin Margerita vom Col Gnifetti aus	160		
Hütte Königin Margerita auf der Spitze Gnifetti	164		
Plan der Hütte Königin Margerita	176		
Tragkorb nach VIKT. SELLA	178		
Hütte Sella	188		
MATHIAS ZURBRIGGEN	190		
Ein aufgeschlagenes und ein für den Transport zusammenge- rolltes Feldbett	202		



Thal von Gressoney.

ERSTES KAPITEL.

Die Untersuchung der Muskelkraft auf großen Höhen.

I

Es wird mir stets in Erinnerung bleiben, was mir JOSEPH MAQUIGNAZ von der Erbauung der ersten Hütte auf dem Matterhorn erzählte. Wir saßen zusammen am Feuer in der Schutzhütte des Théodule und warteten das Aufhören des Sturmes ab, der unsere Hütte wütend umtobte.

Irre ich nicht, so wurde diese 4114 m ü. d. M. gelegene Hütte i. J. 1867 erbaut. Bis dahin hatte, wie MAQUIGNAZ mir sagte, auf den Alpen noch niemand in einer solchen Höhe eine volle Woche hindurch gearbeitet. Alle Führer von Val Tournanche waren der Reihe nach dabei beschäftigt gewesen, und so war die Hütte in ungefähr drei Wochen fertig gestellt worden. MAQUIGNAZ und seine Gefährten hatten die Arbeit in jener Höhe sehr viel ermüdender gefunden als in der Ebene. Beim Behauen der Felsen hatten sie schon nach wenigen Schlägen inne halten müssen, um Atem zu schöpfen.

Während sie hier oben auf den Felsen, dem Wind und den Schneeschauern ausgesetzt, auch die Nächte zubringen mußten, hatte sich der Appetit bei ihnen verringert. Als MAQUIGNAZ sich einmal vorgenommen hatte, rasch ein Mauerwerk zu vollenden, wurde er von einer solchen Atemnot befallen, daß er einer Ohnmacht nahe war.

MAQUIGNAZ war ein bescheidener Mensch. Wir verbrachten einen ganzen Tag zusammen, aber ohne mein Befragen würde er mir nicht erzählt haben, daß er dieselbe Tour, die er jetzt mit mir machte, bereits mit unserer Königin gemacht hatte, um die hohe Dame auf das Breithorn zu führen. Er schien nicht zu wissen, daß er eine der größten Autoritäten der Alpenwelt war. Als er aber scherzend einmal äußerte, daß das Matterhorn gewissermaßen die Hochschule des Alpinismus sei, konnte ich nicht umhin, ihm lächelnd zu erwidern, daß er an seiner Universität ein berühmterer Lehrer sei, als ich an der meinigen.

MAQUIGNAZ war wortkarg, doch antwortete er bereitwillig auf alle Fragen, die ich beständig an ihn richtete, um mich an seinen treffenden und sinnreichen Bemerkungen zu erfreuen. „Wenn sich auf den Höhen der Berge Beschwerden einstellen,“ sagte er unter anderem, „so achtete ich nicht darauf; denn ich wußte, daß die verdünnte Luft nicht ungesund ist, und daß diese Belästigungen nach kurzer Ruhezeit wieder verschwinden.“ „Die Atmung ändert sich,“ erzählte er mir weiter, „und die Pfeife will nicht mehr recht brennen; wir haben fast alle das Rauchen aufgegeben, weil es die Geduld eines Heiligen erfordert, die Pfeife in Brand zu erhalten und die Streichhölzer anzuzünden.“ „Die Seile und Strickleitern, welche wir auf dem Matterhorn befestigt haben,“ bemerkte er ein ander mal, „sind nach vielen Jahren noch so wie neu, während sie in der Ebene längst zu Grunde gegangen sein würden.“ „Ich hatte auf dem Matterhorn einst einen Sack mit etwas Brot und Käse vergessen,“ berichtete er weiter; „nach einem Jahre fand ich denselben wieder und aß beides, ohne eine Veränderung daran wahrzunehmen.“

Als CONWAY während seiner letzten Reise auf das Himalayagebirge eine Höhe von 6000 m erreicht hatte, verlangsamte sich das weitere Emporkommen dermaßen, daß er täglich nur noch 250 bis 300 m zu steigen vermochte.¹ CONWAYS Führer, MATTHIAS ZURBRIGGEN, teilte mir mit, daß er beim Einhauen der Stufen in das Eis schließlich nicht mehr als fünf oder sechs Schläge ausführen konnte, ohne inne zu halten, und daß er dann wenigstens eine Minute lang warten mußte, bis er Atem holen konnte. „Es fehlte mir nicht an Kraft,“ sagte er, „sondern an Atem.“

Wenn man sich auf alles verlassen könnte, was die Führer sagen, wenn sie einem treuherzig mit gutmütigem Blicke ihre Überzeugungen mitteilen, so wäre alles klar und ich könnte zu anderen Dingen übergehen. Aber bevor ich zugebe, daß es nicht

¹ W. MARTIN CONWAY, Climbing and Explorations on the Karakoram Himalayas. London, 1894.

die Muskelkraft, sondern der Atem ist, welcher uns bei der Arbeit auf großen Höhen im Stiche läßt, muß ich über die Versuche berichten, welche ich selbst hierüber angestellt habe. Wir werden sehen, daß es sich um sehr komplizierte Verhältnisse handelt.

Um die von den Muskeln geleistete mechanische Arbeit registrieren zu können, konstruierte ich einen Apparat, den ich als Ergographen bezeichnet habe. Derselbe gestattet, die von dem Mittelfinger der rechten Hand während einer gewissen Zeit ausgeführten Kontraktionen zu fixieren. Die Anordnung des Instrumentes ersieht man aus den Figg. 1 und 2. Damit sich während des Versuches der Arm nicht aus seiner Lage verschieben kann, wird er in einer Stütze gehalten.

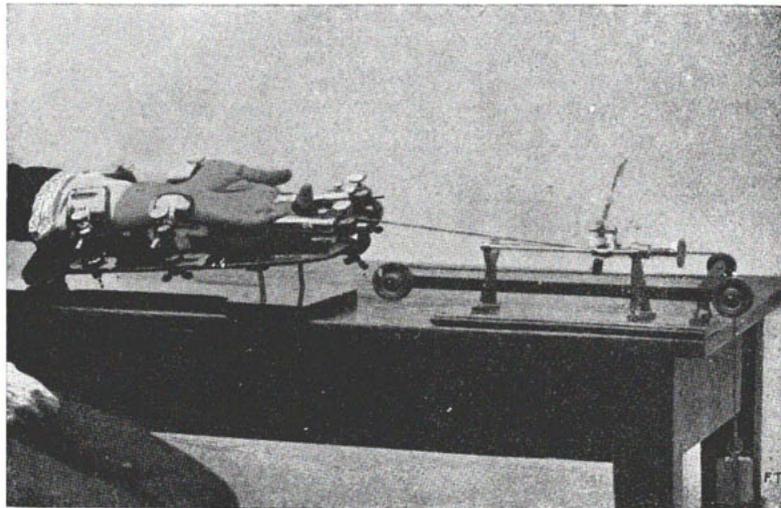


Fig. 1. Ergograph von A. Mosso.

Ebenso sind der Zeige- und der Ringfinger in Hülisen fest eingeschlossen, so daß nur der Mittelfinger frei bleibt. Während der Mittelfinger sich kontrahiert, hebt er gleichzeitig ein Gewicht von 4 kg, welches an einer Schnur hängt, die an einem die zweite Phalange fest umschließenden Lederringe befestigt ist. Etwa auf der Hälfte des Weges zwischen Finger und Gewicht führt die Schnur eine Schlittenvorrichtung mit, an der sich die die einzelnen Kontraktionen fixierende Schreibfeder befindet. Von der letzteren werden die Kontraktionen auf einem mit berußtem Papiere bezogenen rotierenden Cylinder fixiert. Diese Vorrichtung ist aber der Raumerparnis wegen hier fortgelassen. Man sieht sie jedoch in Fig. 10, und es mag gleich bemerkt werden, daß das in jener Zeichnung dargestellte sogenannte BALTZARSche Uhrwerk für alle in diesem Buche beschriebenen graphischen Versuche verwandt wurde. Der Beginn

einer auszuführenden Muskelkontraktion kann sowohl durch den Schlag eines Pendels als auch durch den eines Metronomes angezeigt werden. Bei den auf dem Monte Rosa angestellten Versuchen benutzte ich für diesen Zweck ein auf Sekundenschläge eingestelltes Metronom. Alle zwei Sekunden erfolgte eine Kontraktion.

Fig. 2 zeigt die Schreibvorrichtung des Apparates in vergrößertem Maßstabe; sie ist so eingerichtet, daß die Höhen, bis zu welchen das Gewicht gehoben wird, während des Versuches sofort abgelesen werden können. Für diesen Zweck ist an der Schlittenvorrichtung unterhalb der Schreibfeder eine Pincette angebracht, welche bei jeder Fingerkontraktion ein über zwei endständige Rollen in sich zurück-

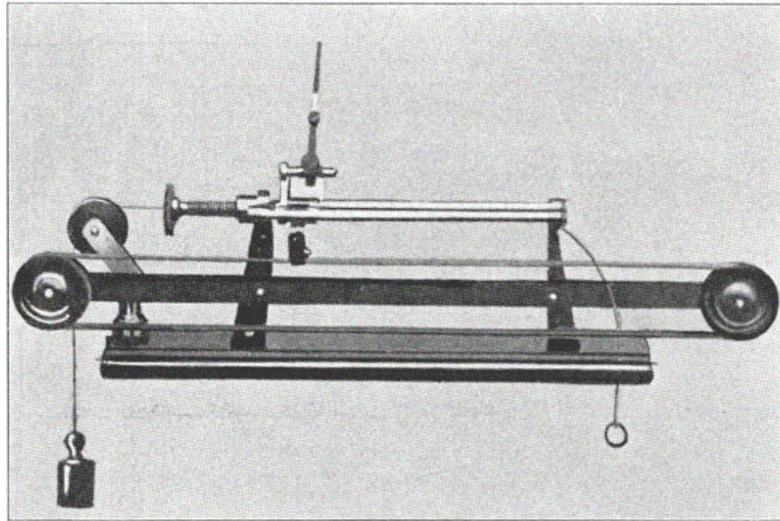


Fig. 2. Schreib- und Zählvorrichtung des Ergographen.

laufendes, in Centimeter geteiltes Band mit sich führt, dasselbe aber bei der Rückkehr frei läßt.

Aus den Hubhöhen, welche auf dem beruhten Cylinder fixiert sind oder von dem Maßband abgelesen werden können, läßt sich die während einer einzelnen oder während einer Reihe von Kontraktionen geleistete Arbeit in Kilogrammmetern leicht berechnen.¹

Die Fig. 3 zeigt zwei Kurven, die in der soeben beschriebenen Weise von meinem Bruder bei einem Belastungsgewichte von 4 kg geschrieben wurden. Da mein Bruder seit vielen Jahren mit dem

¹ Vgl. hierzu die Ausführungen in meinem Buche „Die Ermüdung“ Übers. von J. GLINZER. Leipzig, 1892, S. 86 ff.

Ergographen gearbeitet hatte,¹ so war er eine der besten Personen, welche ich für diese Versuche erhalten konnte. Fig. 3 *A* zeigt das Profil seiner Normalkurve, wie uns dieses seit langer Zeit bekannt war. Die Kurve wurde in Turin vor der Abreise auf den Monte Rosa geschrieben. In der Hütte Königin Margerita wurde dann die in Fig. 3 *B* dargestellte Kurve gewonnen. Im allgemeinen sei für das Verständnis der Ergographenkurven noch folgendes bemerkt. Die erste Vertikallinie links entspricht in jeder Kurve der ersten Fingerkontraktion. Unmittelbar darauf erschlafft der Finger und kehrt mit dem Gewichte in die Ruhelage zurück. In demselben Maße, in dem die Beugemuskeln der Finger ermüden, nehmen die Vertikallinien der Kurve beständig an Höhe ab, bis zuletzt die Erschöpfung der Muskeln eine so vollständige wird, daß dieselben das Gewicht nicht mehr zu heben vermögen.

Eine genauere Betrachtung der Kurve *A* läßt erkennen, daß

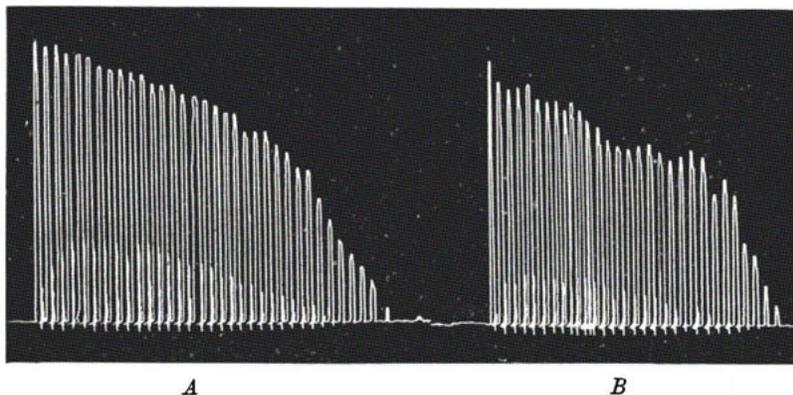


Fig. 3. Ermüdungskurven, von Prof. UGOLINO MOSSO mit dem Mittelfinger der rechten Hand geschrieben. *A* In Turin aufgenommene normale Ermüdungskurve. *B* Auf dem Monte Rosa in einer Höhe von 4560 m gewonnene Kurve.

sie im ganzen 33 an Höhe beständig abnehmende Kontraktionen enthält. Die Ausmessung sämtlicher Einzelkontraktionen ergibt in diesem Falle eine Gesamtlänge von 0,870 m. Multipliziert man diesen Wert mit dem jedesmal gehobenen Gewichte von 4 kg, so erhält man für die durch diese Kurve dargestellte Arbeitsleistung den Gesamtwert von 3,48 Kilogrammmetern.

Während der ersten Tage unseres Aufenthaltes in der Hütte Königin Margerita befand sich mein Bruder nicht ganz wohl, so daß er

¹ U. Mosso, Action physiologique de la cocaïne. Arch. ital. de Biologie, Tome 14, p. 9. — Action des principes actifs de la noix de kola sur la contraction musculaire. Ibidem, Tome 19, p. 241. — Influence du sucre sur le travail des muscles. Ibidem, Tome 21, p. 293.

mit den Ergographenversuchen erst einige Tage nach seiner Ankunft beginnen konnte. Nachdem er sich akklimatisiert hatte, wurde die Kurve *B* von ihm geschrieben. Der Gesamtwert der durch dieselbe dargestellten Arbeitsleistung ist ein etwas geringerer, als der, den wir bei der Betrachtung der Kurve *A* fanden. Da das gleiche Gewicht in diesem Falle im ganzen nur 0,707 m hoch gehoben wurde, so entspricht die geleistete Arbeitsmenge hier einem Werte von 2,828 Kilogramm Metern. Im übrigen wiederholt auch diese Kurve den Typus, der den Kurven meines Bruders überhaupt eigen ist.

Eine ähnliche geringe Verminderung der Arbeitsleistung ergab



Fig. 4. Soldat SARTEUR führt auf dem Balkon der Hütte Königin Margerita (4560 m) Hantelversuche aus.

sich bei allen Versuchen, die ich mittels des Ergographen in der Hütte Königin Margerita außer an meinem Bruder noch an BENNO BIZZOZERO, sowie an meinen Soldaten und an mir selbst anstellte. So vermochte, um noch ein weiteres Beispiel anzuführen, der Soldat SARTEUR zu Turin bei 46 Kontraktionen ein Gewicht von 4 Kilogramm im ganzen 1,32 m hoch zu heben, während er dasselbe in der Hütte Königin Margerita bei der gleichen Anzahl von Kontraktionen im ganzen 1,24 m hob. Man könnte daher sagen, daß auf dem

Monte Rosa in einer Höhe von 4560 m eine geringe Abnahme der Muskelkraft eintritt. Vorausgesetzt ist hierbei natürlich, daß der durch den Aufstieg selbst erzeugte Ermüdungszustand bei der Ausführung der Versuche bereits wieder verschwunden sein muß. Ich fand diese Unterschiede in der Arbeitsleistung jedoch meistens nicht größer, als die während des Tages auftretenden persönlichen Schwankungen.

Von größerer Wichtigkeit ist mir ein anderer Unterschied, der

aus einem Vergleiche der zu Turin und der auf dem Monte Rosa aufgenommenen Kurven hervorgeht. Dieser besteht darin, daß die letzteren eine gewisse Unregelmäßigkeit erkennen lassen (Fig. 3 *B*). Diese Unregelmäßigkeit des Kurvenbildes war eine so konstante, daß ich sie als ein charakteristisches Merkmal der Ermüdungskurve in dieser Höhe ansehen zu müssen glaube. Es ist daraus zu schließen, daß die motorischen Centren des Nervensystemes in jener Höhe weniger regelmäßig funktionieren als in der Ebene.

II

Man könnte einwenden, daß die mittels des Ergographen erzeugte Ermüdung der einen Hand oder des einen Fingers eine zu geringe sei, um ein Maß für die Muskelkraft abgeben zu können. Um diesem Einwande begegnen zu können, habe ich seit unserer Abreise von Turin Vergleichsversuche anstellen lassen, bei denen die Zahl der in Thätigkeit tretenden Muskelgruppen eine größere war.

In Fig. 4 sieht man wie ein solcher Versuch auf dem Balkon der Hütte Königin Margerita ausgeführt wurde. Der Soldat SARTEUR hält in jeder Hand eine 5 kg schwere Hantel. Ein Metronom schlägt in jeder Sekunde einen Schlag.

Nehmen wir an, daß das Bild die Anfangsstellung des Versuchs darstelle, so werden sich die Hanteln eine Sekunde später nach der Beugung der Arme in der Höhe des Brustkastens befinden. Bei Streckung der Arme nach unten senken sich dieselben in der folgenden Sekunde bis nahe zu den Knien herab. Aus dieser Stellung kehren die Arme nach wieder einer Sekunde in die Beugestellung zurück und tragen die Hanteln von neuem bis zur Brusthöhe empor, bis sie sich endlich beim letzten Taktschlag nach oben strecken und die Hanteln in die durch die Figur angedeutete Anfangsstellung des Versuchs zurückkehren. Nach einer Sekunde wird die Übung wiederholt und in regelmäßigem Sekudentakt so lange fortgesetzt, als die Versuchsperson es ertragen kann. Einer von uns zählte, hinter ihren Schultern stehend, wie oft die Hanteln gehoben wurden, und machte dann die entsprechenden Notizen. Die Anzahl der Hebungen, welche bis zur äußersten Grenze der Erschöpfung möglich ist, variierte von einem Tage zum anderen, so daß man auf diese Weise ein exaktes Maß allerdings nicht gewinnen konnte. Trotz aller Fehlerquellen wiesen die Resultate aber dennoch eine gewisse Übereinstimmung auf.

Wir haben diese Versuche während des langsamen Aufstiegs, den ich selbst leitete, auf den einzelnen Lagerplätzen bis zur Hütte Königin Margerita hinauf stetig wiederholt. Dieselben ergaben zu

meinem Erstaunen, daß in einer Höhe von 4560 m sehr viel mehr Arbeit geleistet wurde als in Turin.

Diese Zunahme der Arbeitsleistung erklärt sich aus zwei Ursachen. Die eine derselben erkennt sofort jeder, der nur ein wenig Erfahrung in gymnastischen Übungen besitzt; sie besteht in der Anpassung an die betreffende Übung, d. h. in dem bei öfterer Wiederholung immer größer werdenden Widerstande, den man der gleichen Arbeit entgegenzusetzen vermag. Die zweite Fehlerquelle hätte ich vermeiden können, wenn ich sie vorausgesehen hätte. Als ich sie aber erkannte, war es bereit zu spät. So lange nämlich meine Soldaten diese Versuche zu Turin anstellten, legten sie, angezogen von den Sehenswürdigkeiten der Großstadt, auf die Kenntnis ihrer eigenen Körperkraft wenig Wert. Ebenso gab es hinreichend Zerstreuung während der Woche, die wir im Lager Indra (2515 m hoch) verbrachten. Man schoß mit der Flinte um die Wette oder ging der Jagd auf Murmeltiere nach. Als wir aber die Gletscher erreichten und gar erst, als wir in der Hütte Königin Margerita eingeschlossen waren, wurden diese Hantelversuche für sie ein Wettspiel, so daß sie sich in der Anzahl der Hebungen gegenseitig zu übertreffen suchten. Um ihre Aufmerksamkeit von diesem Spiel abzulenken, sah ich mich zuletzt genötigt, die Versuche auf dem Balkon oder in dem Zimmer ausführen zu lassen, das uns als Laboratorium diente, und wo wir gleichzeitig den leider an der Lungenentzündung erkrankten Soldaten RAMELLA untergebracht hatten.

Noch vor der Abreise zum Monte Rosa dachte ich, daß es nicht genügen könne, einfach die Muskelkraft in der Ebene und in der Höhe zu messen, sondern daß man gleichzeitig untersuchen müsse, in welcher Weise sich die Respirations- und die Herzthätigkeit bei der gleichen Arbeitsleistung verändern würden. Deswegen zählte ich bei allen Versuchspersonen sowohl vor dem Beginn der Versuche und nachdem man sich gut ausgeruht hatte, als auch nach deren Beendigung die Anzahl der Pulsschläge und der Atemzüge. Das Quantum der von den Leuten meiner kleinen Karawane geleisteten Arbeit zeigte, wie bemerkt, keine Verminderung, doch fand ich bei allen in der veränderten Luft ausgeführten Versuchen eine größere Beschleunigung des Pulses und der Atembewegungen, als in der Ebene.

III

Viele Alpinisten glauben, daß durch die verdünnte Luft unsere Körperkraft gesteigert werde. Diese Täuschung wird dadurch hervorgerufen, daß die Arbeit, welche wir bei Bergbesteigungen leisten, gewöhnlich sehr viel größer ist, als diejenige, an welche wir in der Ebene gewöhnt sind. Wenn man aber eine Höhe von 4000 m er-

reicht, nimmt, wie fast von allen Beobachtern festgestellt ist, die Körperkraft augenscheinlich ab. Bevor ED. WHYMPER den Chimborazo bestieg, hat er darüber besondere Versuche angestellt. Er wählte in der Nähe von Quito einen völlig geraden, nach Norden zu leicht abfallenden Weg, von dem er eine halbe Meile abmaß, und führte auf dieser Strecke immer hin und hergehend Marschversuche aus, wie er früher in Brompton (London) gethan hatte. WHYMPER selbst schreibt¹: „Obwohl ich mich bemühte, die erste Meile auf dem Quitowege in demselben Zeitmaße abzuschreiten, an das ich in London gewöhnt war, gebrauchte ich fast eine halbe Minute mehr. Die Differenz vergrößerte sich bei der zweiten Meile. Die nächsten drei Meilen wurden in einem ziemlich regelmäßigen Schritte zurückgelegt. Bei der sechsten beschleunigte ich meinen Gang. Dann hörte ich damit auf, weil ich merkte, daß ich meine Schritte nicht mehr beschleunigen und gewiß nicht noch andere sechs Meilen in 71 Min. 47 Sek. zurücklegen können würde.“ Für die Zeit, welche nötig war, um eine Meile zurückzulegen, ergab sich in London ein Mittelwert von 11 Min. 4 Sek., in Quito ein solcher von 11 Min. 58 Sek. WHYMPER bemerkt, daß er bei entsprechenden Höhen in den Alpen, wo er derartige Versuche nicht anstellen konnte, diesen Einfluß niemals vermutet habe.

Der Soldat CHAMOIS gehörte der zweiten der eingangs erwähnten beiden Abteilungen an und war mit dieser von Ivrea im Geschwindmarsche aufgestiegen. Während er zu Turin die je 5 kg schweren Hanteln in Zwischenzeiten von je 4 Sekunden 121 mal zu heben vermochte, war die Anzahl seiner Pulsschläge von 62 auf 68 gestiegen und die seiner Atemzüge von 20 auf 18 gefallen, obwohl die Inspirationen nach dem Aufhören der Hantelübungen tiefer waren als vorher. Am Tage der Ankunft in der Hütte Königin Margerita (4560 m) klagte CHAMOIS über Kopf- und Bauchschmerzen und sagte oft, daß er nicht gut atmen könne. Doch hatte er den Appetit nicht verloren. Da sein Radialispuls zu schwach war, war ich genötigt, den Puls seiner Halsarterien zu zählen.

Am 14. August ließ ich ihn die Versuche mit den Hanteln in gleicher Weise wiederholen. Er vermochte sie jetzt 119 mal zu heben. Dabei stieg die Zahl seiner Pulsschläge von 94 auf 120 und die seiner Atemzüge von 22 auf 27 in der Minute. Nach einer Ruhepause von 6 Minuten war die Frequenz der Atembewegungen wieder zum Anfangsstadium zurückgekehrt, während der Puls auch nach 20 Minuten noch eine Beschleunigung zeigte.

Die länger andauernde Atembeschleunigung fand ich in den meisten Fällen, die ich beobachten konnte, einigemal jedoch kehrten

¹ ED. WHYMPER, *Travels amongst the Great Andes of the Equator*. London 1892, p. 300.

Puls- und Atemfrequenz gleichzeitig zum Anfangsstadium zurück. Um hiervon ein Beispiel zu geben, teile ich die an dem Soldaten OBERHOFFER angestellten Beobachtungen mit.

Dieser war ebenfalls, ohne sich allmählich akklimatisieren zu können, von Ivrea schnell zur Hütte Königin Margerita hinaufgestiegen. Auch er befand sich am Tage seiner Ankunft nicht wohl; auch bei ihm war der Radialis puls so schwach, daß ich den Carotidenpuls zählen mußte.

Als er die je 5 kg schweren Hanteln zu Turin in Zwischenzeiten von 4 Sekunden 124 mal gehoben hatte, war seine Pulsfrequenz von 70 auf 86 gestiegen und die Zahl seiner Atemzüge von 23 auf 22 gefallen. Nachdem er in der Hütte Königin Margerita die Hanteln 130 mal gehoben, stieg die Anzahl seiner Pulsschläge von 84 auf 118 und die seiner Atemzüge von 24 auf 28 in der Minute. Nach einer Ruhepause von 22 Minuten kehrte die Frequenz des Pulses wie der Atembewegungen zu den Normalwerten zurück.¹

Bei Beobachtungen, welche OSCAR ECKENSTEIN in einer Höhe von 11 000 Fuß (3353 m) anstellte, hatte er an sich selbst keine Verminderung der Körperkraft beobachtet. Ebenso hatten die von mir auf dem Monte Rosa ausgeführten Untersuchungen ergeben, daß es Personen gibt, an denen auch bei noch größeren Höhen eine Abnahme der Muskelkraft nicht wahrzunehmen ist. ECKENSTEIN schreibt²: „Ich habe oft die Maximalgeschwindigkeit bestimmt, mit welcher ich ohne Beschwerden in Höhen, die von 0 bis 6000 Fuß (1829 m) ü. d. M. variierten, auf einem guten Wege bergauf gehen konnte. Voraus-

¹ Bei diesem und allen folgenden Versuchen habe ich den Puls und die Atmung nur während 30 Sekunden gezählt. Ich konnte die betreffenden Veränderungen auf diese Weise besser beobachten und gewann Zeit, sie aufzuzeichnen. Zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Werten verstrichen regelmäßig 2 Minuten.

Soldat OBERHOFFER. 14. August 1894 (Hütte Königin Margerita)		
	Puls in 30 Sek.	Atembeweg. in 30 Sek.
11 Uhr 20 Min.	42 (Mittelwert)	12 (Mittelwert)
	O. hebt die Hanteln 130 mal	
11 Uhr 34 Min.	59	14
	52	15
	48	13
	47	13
	44	15
	45	14
	45	13
	45	14
	44	13
	44	13
	42	12

² OSCAR ECKENSTEIN, The Karakoram and Kashmir. London 1896. p. 152.

gesetzt, daß mein Körperzustand gut war, fand ich, daß die Geschwindigkeit des Aufstieges innerhalb dieser Grenzen bei 2700 bis 2800 Fuß (823—853 m) in der Stunde konstant blieb. Jetzt hatte ich einen beträchtlich höher gelegenen guten und ziemlich langen Weg vor mir. Mein Körperzustand war gut. So stieg ich, ohne mich zu sehr anzustrengen, so schnell als möglich auf, d. h. mit der größten Geschwindigkeit, die ich kontinuierlich einhalten konnte, ohne ernstlich Atemnot zu leiden. Ich gebrauchte gerade 26 Minuten, um zum Gipfel zu gelangen. Dann maß ich, so genau ich konnte, die Länge des zurückgelegten Weges und den Höhenunterschied. Die erstere betrug 1480 Yards (1353 m) und der letztere 1220 Fuß (372 m). Hieraus ergab sich eine Geschwindigkeit des Aufstieges von 2815 Fuß (858 m) in der Stunde. Ich schloß daraus, daß bis zu einer Höhe von wenigstens 11 000 Fuß (3353 m) der verminderte Luftdruck auf meine Leistungsfähigkeit keinen merklichen Einfluß ausübt.“

IV

Obwohl Herz- und Respirationsthätigkeit sich bei einer und derselben Arbeitsleistung auf den Alpen leichter verändern als in der Ebene, so übt die verdünnte Luft auf die Kraft und die Widerstandsfähigkeit der Muskeln dennoch keinen unmittelbaren Einfluß aus, denn in einer Höhe von 4560 m vermögen viele Personen noch dieselbe Arbeit zu leisten, wie in der Ebene. Vielleicht wirken die Ermüdungsprodukte intensiver auf den Organismus ein, wenn der Atmosphärendruck ein geringerer ist. Wenn wir in der Hütte Königin Margerita aufrecht standen, war der Puls bei uns allen etwas frequenter. Dies stimmt mit der anderen Thatsache überein, daß auf dem Monte Rosa die Veränderungen des Pulses und der Atmung bei der gleichen Arbeit größer waren.

Für das Verständnis der im Folgenden behandelten Gegenstände ist es von Wert, zu erfahren, daß sich bei einigen Personen von außerordentlicher Körperstärke die Respirationfrequenz während einer ermüdenden Muskelthätigkeit auch auf dem Monte Rosa nicht verändert hat.

Als Beispiel führe ich den Soldaten MARTA an, der einer der stärksten Leute unserer Begleitung war.

Am 14. August hob er in der Hütte Königin Margerita die je 5 kg schweren Hanteln in Zwischenzeiten von 4 Sekunden ohne inne zu halten 185 mal.

Soldat MARTA (Hütte Königin Margerita)

	Puls in 30 Sek.	Atembeweg. in 30 Sek.
10 Uhr 15 Min.	46 (Mittelwert)	11,5 (Normalwert)

M. führt ohne inne zu halten 185 Hebungen aus.		
10 Uhr 28 Min.	67	12
	55	10
	55	12
	59	12
	58	10
	57	10
	55	10

Die Atemfrequenz war nicht beschleunigt, man sieht im Gegenteil eine leichte Verminderung derselben, doch waren die Respirationsbewegungen augenscheinlich tiefer. Dieses Ergebnis ist wichtig, da es sich hier um eine mechanische Arbeit von solcher Größe handelt, wie sie nicht jedermann zu verrichten fähig ist. Nur der Rhythmus der Herzthätigkeit war modifiziert, es bedurfte einer Ruhepause von 20 Minuten, bevor sie zur Normale zurückkehrte.

Wer in jede Hand eine Hantel von 5 kg nimmt und versucht, sie in Zeiträumen von 4 Sekunden in der oben beschriebenen Weise bis über den Kopf zu heben, wird bemerken, daß die Körperkraft dieser Soldaten in jener Höhe nicht vermindert war, sie übertraf auch hier immer noch diejenige des Durchschnittsmenschen.

Die Ermüdung erzeugt ebenso wie die Gemütsbewegung in der Herzthätigkeit eine tiefgreifendere Veränderung als in der Atmungs-thätigkeit.

Dieses Gesetz, das ich schon bei der Untersuchung der durch psychische Eindrücke im Organismus hervorgerufenen Veränderungen gefunden hatte, bewahrheitet sich auch bei der Bergbesteigung. Die Ursache der Veränderungen, welchen die Herz- und Respirations-thätigkeit hier unterworfen sind, kann somit nicht einzig und allein in der Kontraktion der Muskeln gesucht werden. Die Beziehungen, welche zwischen dem Gehirn und den Eingeweiden, zu denen auch die Lungen und das Herz gehören, bestehen, sind aber sehr komplizierter Natur. Es ist gewiß, daß durch die Ermüdung im Muskel giftige Substanzen erzeugt werden, die dann auch auf die Centren des Herzens und der Atmung wirken, aber es ist ebenso gewiß, daß das Auftreten von Herzklopfen und Atemnot nicht notwendig eine muskuläre Ermüdung voraussetzt.

V

Die Thatsache, daß Puls und Atem frequenter werden, sobald die Muskeln eine größere Arbeit verrichten, erlaubt es, unseren Organismus mit den Gasmotoren zu vergleichen, welche vielfach

in der Industrie verwandt werden; sie regulieren ihre Bewegung automatisch. Wird diese durch größere Arbeitsleistung beschwert, so folgen die Explosionen schneller aufeinander.

Ein solcher Vergleich kann natürlich nur ein sehr unvollkommener sein; denn unsere Körpermaschine ist sehr viel komplizierter als ein Gasmotor. Die Menge des vom Körper aufgenommenen Sauerstoffs und der im Innern desselben erzeugten Kohlensäure entspricht nicht der Energiemenge, welche durch die Thätigkeit der Muskeln zum Ausdruck kommt, sondern nach Beendigung der geleisteten Arbeit fährt die Lunge intensiver zu arbeiten fort, und ebenso ist das Herz weiter thätig, weil das Nervensystem den Stoffverbrauch des Organismus in einer Weise modifiziert, die der geleisteten Arbeitsmenge nicht proportional ist.

In meinem Buche „Die Ermüdung“ habe ich bereits darauf hingewiesen, daß in dem arbeitenden Muskel giftige Substanzen erzeugt werden. Injizierte ich das Blut eines ermüdeten Hundes einem anderen nicht ermüdeten, so konnte ich beobachten, wie sich auch bei dem letzteren Atemnot und Herzklopfen einstellten.¹

Die während des Ruhezustandes oft noch sehr lange Zeit fort-dauernde Beschleunigung der Pulsfrequenz rührt wahrscheinlich von den Giften her, welche durch die Ermüdung im Organismus entstehen.

Bis in die neueste Zeit hat man vielfach geglaubt, daß, wenn man z. B. eine Treppe hinaufsteigt, der Atem deswegen frequenter werde, weil das Blut eine größere Menge von Kohlensäure zu eliminieren habe. Die von ZUNTZ und GEPPERT, sowie von FLEHNE und KRONKA² angestellten Versuche ergaben jedoch, daß das Blut in den Arterien während der Arbeit reicher an Sauerstoff ist als während des Zustandes der Ruhe, und daß es im ersteren Falle weniger Kohlensäure enthält als im letzteren. Von JOHANSSON wurde der Einfluß der Muskelthätigkeit auf die Atmung und die Herzthätigkeit untersucht.³ JOHANSSON hat diese Versuche aber nur an Kaninchen angestellt. Ich habe diese Erscheinungen am Menschen untersucht, da mir das Problem hier weniger kompliziert zu sein schien als bei Tieren. Aus den in dieser Beziehung angestellten Versuchen teile ich den folgenden mit.

Während wir bei der Hütte Linty (3047 m hoch) kampierten, führte der Soldat SOLFERINO am 2. August die mehrfach erwähnten Hantelübungen aus.

¹ A. Mosso, Die Ermüdung. Übers. von J. GLINZER. Leipzig, 1892. S. 119.

² PFLÜGERS Arch. für die ges. Physiol. Bd. 42, S. 189; Bd. 62, S. 201 u. 295; Bd. 63, S. 234.

³ Skandinav. Arch. für Physiologie. 1893. Bd. 5, S. 20.

	Puls in 30 Sek.	Atembeweg. in 30 Sek.
5 Uhr nachm.	39	10
	40	10

SOLFERINO hebt die je 5 kg schweren Hanteln 104 mal

5 Uhr 10 Min. nachm.	55	14
	53	11
	45	11
	44	10
	43	10
	44	10

Nach 4 Minuten zeigte der Atem bereits wieder die Anfangsfrequenz, während die Herzbewegungen erst nach 20 Minuten zur Normale zurückkehrten.

Am folgenden Tage sandte ich den Soldaten SOLFERINO nach Gressoney, um die Postsachen zu holen und einige Einkäufe zu besorgen. Was er während der Nacht gemacht hat, habe ich nicht erfahren können. Wahrscheinlich ist es jedoch, daß er sich während dieser Zeit in einem Weinkeller aufgehalten und hier mehr als gewöhnlich getrunken hat. Sehr ermüdet kehrte er gegen Mittag des folgenden Tages zurück.

Am nächsten Tage, dem 5. August, forderte ich ihn um 9 Uhr 40 Minuten, kurze Zeit, nachdem er sich aus dem Bette erhoben hatte, auf, den Versuch mit den Hanteln zu wiederholen.

	Puls in 30 Sek.	Atembeweg. in 30 Sek.
	29	9
	28	9
	28	9

SOLFERINO hebt die Hanteln 67 mal

9 Uhr 51 Min.	55	16
	53	15
	40	14
	39	13
	35	10
	38	10
	38	9
	38	9
	38	9
	37	9
10 Uhr 30 Min.	39	9
10 „ 45 „	37	9
11 „ — „	35	9
11 „ 30 „	30	9
11 „ 50 „	28	9

Wir sehen aus dem vorstehenden Versuche, wie sehr eine diätetische Störung die Körperkräfte zu schwächen vermag. Die Ausführung einer leichteren Arbeit erzeugte bei dem Soldaten SOLFERINO (er hob die Hanteln 34 mal weniger) eine stärkere Ermüdung. Die Anzahl der Atemzüge nahm bis auf 32 zu und hielt sich 12 Minuten lang über der Normale, während die vermehrte Atemfrequenz bei dem vorangehenden Versuche nur 6 Minuten lang angedauert hatte. Warum die Herzthätigkeit in diesem Falle erst nach einer Stunde zur Normale zurückkehrte, während es drei Tage zuvor hierfür nur eines Zeitraumes von 20 Minuten bedurfte, kann man nach verschiedenen Hypothesen erklären. Da SOLFERINO sehr geschwächt war, so war für die Elimination der in seinem Körper entstandenen Ermüdungsprodukte vielleicht eine längere Zeit nötig. Man kann sich aber auch vorstellen, daß die gleiche Arbeit in dem durch die Störungen der voraufgegangenen Tage geschwächten Körper einen vermehrten Stoffverbrauch hervorrief.

In großen Höhen tritt die Ermüdung nicht nur in verstärktem Maße auf, sondern die Wirkungen derselben dauern auch länger an. Dieser Unterschied kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Nach meiner Auffassung erklären sich dieselben hauptsächlich aus dem Umstande, daß in großen Höhen die einzelnen Funktionen des Nervensystems herabgesetzt sind. Dies vorausgesetzt, müssen, da wir die Ermüdung als eine vorübergehende Krankheit zu betrachten haben, auch die Veränderungen, welche durch die gleichen Wirkungen im Organismus hervorgerufen werden, größere sein.

Da der Ernährungsvorgang im Nervensystem herabgesetzt ist, so muß auch der Regenerationsprozeß in demselben verlangsamt sein. Wie ich bereits angedeutet habe, ist es wahrscheinlich, daß die giftigen Substanzen, welche durch die Arbeit im Organismus entstehen, in der Höhe nicht so schnell wieder zerstört werden, wie in der Ebene. Jedenfalls ist so viel gewiß, daß ein Weg, den man in der Ebene oder bei der Besteigung eines Hügels zurücklegt, eine weniger andauernde Ermüdung in uns hervorruft, als ein Marsch, den man in den Bergen ausführt. Über diesen Gegenstand sind bisher noch keine genügenden Untersuchungen angestellt worden. Es wäre vor allem wichtig, mit dem Ergographen oder auch mit anderen Methoden die Zeit zu bestimmen, die bis zur Rückkehr des Normalzustandes verstreicht, nachdem man in der Ebene und auf den Bergen eine gleiche Arbeit ausgeführt hat.

Professor OERTEL zeigte in seinem wohlbekannten Handbuche der allgemeinen Therapie der Kreislaufstörungen,¹ in welchem er den

¹ Leipzig 1891. S. 195.

wohlthuenden Einfluß bespricht, den Bewegung und mäßiges Bergsteigen auf die Krankheiten des Herzens und der Lungen ausüben, daß, wenn nach der Anstrengung eines Bergaufstieges die Herzthätigkeit wieder normal geworden ist, doch die Blutgefäße noch erweitert bleiben. Auch als er 24 Stunden nach einem ermüdenden Aufstiege den Puls sphygmographisch fixierte, beobachtete er, daß die Spannung der Arterien noch verringert war. Den Blutdruck habe ich an dem Soldaten SOLFERINO nicht gemessen, ich glaube jedoch, daß er wenig herabgesetzt war, da die Pulsfrequenz normal und geringer als bei dem am 2. August angestellten Versuche war.

Der für eine muskuläre Thätigkeit erforderliche Vorgang in den Nerven verläuft unabhängig von den in den Muskeln sich vollziehenden chemischen Prozessen und erzeugt jene plötzliche Veränderung der Puls- und Atemfrequenz. Wie eine Gemütsbewegung uns den Atem benehmen und Herzklopfen hervorrufen kann, so tritt in dem Nervensystem, wenn es eine Reihe von Befehlen an die Muskeln absendet, eine Erregung auf, welche unterhalb der Bewusstseinschwelle bleibt, und die auf den Respirationsvorgang modifizierend einwirken würde, wenn auch die Muskeln sich nicht kontrahierten.

Ich habe einen sehr gutmütigen, sensiblen Hund gesehen, der, wenn er einen Raketenknall aus großer Entfernung hörte, dermaßen von Schrecken befallen wurde, daß er sofort so stark zu atmen anfang, als wenn er schnell gelaufen wäre. Noch nach einer halben Stunde keuchte der Hund, sein Herz schlug heftig und er atmete beklommen.

Zwischen dem Gehirn, der Respirations- und der Herzthätigkeit besteht ein inniger Zusammenhang, von dem wir alle durch die Gemütsbewegungen Kenntnis erhalten.

In den nachfolgenden Kapiteln werden wir sehen, wie auch eine nur geringe Abweichung von der gewöhnlichen Lebensweise uns für die Bergkrankheit empfänglich macht. Das Beispiel des Soldaten SOLFERINO weist darauf hin, daß diese Verhältnisse sehr kompliziert sind. Außer den Giften, welche beständig in unserem Organismus entstehen, kommt hier noch in Betracht, daß auch die einzelnen Teile des Körpers selbst gegenseitig aufeinander wirken. Auf diese Weise werden die Vorgänge hier so verwickelt, daß man vielfach zwischen Ursache und Wirkung nicht mehr zu unterscheiden vermag.

VI

In den Berichten über Bergbesteigungen liest man nicht selten, daß Reisende von einer Ohnmacht befallen wurden. Einen der

merkwürdigsten Fälle dieser Art erlebte ALEXANDER VON HUMBOLDT an sich selbst, als er den Chimborazo in Südamerika bestieg. Er beschreibt ihn folgendermaßen¹:

„Une fois, sur le volcan de Pichincha, je ressentis, sans aucun saignement, un si violent mal d'estomac accompagné de vertige, que je fus trouvé étendu sans connaissance à terre au moment où je venais de me séparer de mes compagnons. L'altitude n'était que de 13800 pieds (4206 m), par conséquent peu considérable.“

Der nachstehend beschriebene Versuch läßt erkennen, daß die Ohnmacht als eine Folgeerscheinung der Ermüdung auftreten kann.

Um die in den verschiedenen Höhen auftretenden Ermüdungserscheinungen miteinander vergleichen zu können, genügte es mir nicht, die Atemzüge einfach zu zählen. Ließ sich auf diese Weise auch die jedesmalige Frequenz feststellen, so war doch durch diese Methode nicht zu ermitteln, ob bei event. gleichbleibender Atemfrequenz nicht die Tiefe der einzelnen Respirationen durch den Höhenunterschied eine Veränderung erfahren würde. Um über diesen Punkt Klarheit zu gewinnen, suchte ich den Respirationsvorgang zu registrieren. Mit einem solchen Versuche war ich in dem folgenden Falle beschäftigt:

Hütte Königin Margerita. 16. August, 4 Uhr 45 Min. nachm. Versuchsperson Corporal CAMOZZI. — Mittels des MAREY'schen Doppelpneumographen nahm ich die Thoraxatmung auf (Fig. 5). CAMOZZI war am Tage zuvor bei sehr schönem Wetter und bei gutem Gesundheitszustande ohne Gepäck von der Hütte Linty emporgekommen. Das letzte Kurvenstück rechts unten (Fig. 5, 1a) zeigt die normale Atmung. Es entspricht einer Dauer von einer Minute, in welcher die Versuchsperson 20 Respirationen ausführte.

Nachdem die Normalatmung fixiert war, entfernte ich den Pneumographen von der Brust und ließ CAMOZZI die oben beschriebenen Übungen mit den je 5 kg schweren Hanteln machen, die er 150 mal nacheinander zu heben vermochte. Bei einem Versuche im Lager Indra hatte er sie 108 mal gehoben. Die außerordentliche Leistung von 150 Hebungen läßt erkennen, wie groß die Körperkraft dieses Soldaten in jener Höhe war. Unmittelbar nach Beendigung dieses Versuchs hängte ich ihm den Pneumographen wieder um und fing von neuem an, die Atemzüge zu registrieren.

Die Reihe 2a der Fig. 5 zeigt die unmittelbar nach Beendigung der Hantelübungen geschriebene Kurve. Die Atemfrequenz beträgt darnach 29 in der Minute. Die gleichzeitig beobachtete Pulsfrequenz

¹ Notice sur deux tentatives d'ascension du Chimborazo par ALEXANDRE DE HUMBOLDT. Annales de Chimie et de Physique. Tome 68. 1838. p. 401.



Fig. 5. Corporal Camozzi.

In der Hütte Königin Margerita (4560 m) aufgenommene Atemkurven.

1 a Normale Atemkurve vor der Ermüdung. — 2 a Unmittelbar nach einem Hantelversuche von 150 Hebungen geschriebene Kurve. — 3 a Kurve, während Camozzi einer Ohnmacht nahe ist. — 4 a Kurve, nachdem die Ohnmacht vorüber ist.

betrug anfangs 128, unmittelbar darauf wächst sie und steigt am Ende der Reihe bis auf 136 Pulsationen in der Minute.

Während ich die Reihe 3a aufnehme (6 Minuten nach Beendigung der Hantelübungen), wird der Radialispuls bei CAMOZZI so schwach, daß ich ihn nicht mehr zu zählen vermochte. Ich lege die Hand an seinen Hals, um den Carotidenpuls zu beobachten und zähle 60 Pulsationen in 30 Sekunden. In diesem Moment sagt mir CAMOZZI, daß er sich setzen müsse, da es ihm ganz dunkel vor den Augen werde. CAMOZZI hatte bis dahin gestanden. Ich werfe einen Blick auf die Kurve und sehe, daß auch die Atmung seit mehr als einer Minute eine tiefgreifende Veränderung erfahren hat. Bei dem Zeichen A setzt sich CAMOZZI auf einen Stuhl. Unmittelbar danach wird er ohnmächtig.

Wie man an der Kurve sieht, wurde der Versuch unterbrochen. Ich sprengte CAMOZZI Wasser ins Gesicht, worauf er sich sogleich erholt. Sobald er mir sagt, daß der Zustand vorüber sei, fahre ich mit dem Versuche fort. In der Reihe 4a der Fig. 5 sieht man, daß die Atemzüge jetzt viel tiefer waren, als unmittelbar nach dem Einstellen der Hantelübungen. Im Vergleiche mit der normalen Atmung (1a) zeigen sie jetzt fast den doppelten Umfang. Die Pulsfrequenz dagegen hatte sich verlangsamt und betrug jetzt 104 Pulsationen in der Minute.

Nachdem ich das letzte Kurvenstück 4a aufgenommen, bat ich CAMOZZI, sich im Nebenzimmer auf eine Matratze zu legen. Er that dies und trank darauf eine Tasse Kaffee. Nach 10 Minuten erhob er sich wieder und versicherte, daß er sich jetzt vollkommen wohl fühle.

Selten wird man Gelegenheit haben, den Eintritt und die Entwicklung einer Ohnmacht mit gleicher Genauigkeit zu verfolgen. Von Wichtigkeit ist es, gesehen zu haben, daß Atem- und Herzthätigkeit sich gleichzeitig veränderten. Nach dem Aufhören der muskulären Arbeit vergingen 6 Minuten, bevor sich die Schwäche der Herz- und der Atmungsfunktionen offenbarte. Interessant ist die sofortige Modifikation der Atmung. Beim Auftreten der Ohnmacht verlangsamt sie sich etwas, indem beim Beginn der Expiration eine geringe Zögerung eintritt. Die Thoraxbewegungen werden sehr oberflächlich. Sie verstärken sich wieder, sobald die Ohnmacht vorüber ist.

Bei der Entwicklung der Ohnmacht war die Erregbarkeit der nervösen Centren herabgesetzt, wie wenn eine Lähmung des Respirationscentrums und der Herznerven eingetreten wäre. Auf welche Ursache die centrale Lähmung zurückzuführen ist, vermag ich nicht zu sagen. Die Beobachtung genügt jedoch, um jedermann zu überzeugen, daß es nicht mangelhafte Atmung ist, welche uns an der Arbeit auf großen Höhen behindert, und ebenso, daß es uns dort für die Aus-

führung einer Arbeit nicht an Sauerstoff fehlt. 6 Minuten nach Beendigung der Arbeit schienen alle Vorgänge normal zu verlaufen. Die ersten Anzeichen des krankhaften Zustandes offenbarten sich vielmehr an der Tiefe und Frequenz der Atemzüge.

Das Blut wurde während der Ohnmacht beständig venöser. Da die beginnende Asphyxie den Zustand nicht verschlimmerte, so muß die Ursache für die herabgesetzte Erregbarkeit der nervösen Centren eine andere sein. Sobald die nervöse Kraft wieder hergestellt war, suchte das Atmungscentrum die voraufgegangene Verminderung der Respiration wieder auszugleichen. Dies erklärt uns, warum die Atemzüge zu Anfang der Reihe 4a tiefer waren, als alle früheren.

Der Versuch zeigt ferner, daß das Maximum der Herzfrequenz nicht während des Ermüdungszustandes oder unmittelbar nach dem Aufhören der Arbeit auftrat, sondern daß erst eine Ruhepause von einigen Minuten vergehen mußte, bevor der Puls von 128 bis auf 136 stieg. Wir werden hierauf im folgenden zurückkommen. Zunächst genügt der Hinweis, daß nach Beendigung der Muskelthätigkeit der Zustand sich nicht sofort verbesserte, sondern sich im Gegenteil verschlechterte. Vielleicht wirkt eine nicht in das Bewußtsein tretende Erregung des Nervensystems auf die Centren der Atmung und des Herzens. Ist die Anstrengung vorüber, so sind die der Ruhe überlassenen Centren vielleicht durch die während der Ermüdung entstandenen Gifte gelähmt.

Da auf dem Monte Rosa die gleiche Arbeit, wie wir gesehen, eine stärkere und länger andauernde Modifikation des Organismus hervorruft, so könnte es scheinen, als ob die Erklärung für das Auftreten der Bergkrankheit hiermit unmittelbar gegeben sei. In der That ist sowohl von Alpinisten wie von Physiologen behauptet worden, daß die Ermüdung zur Erklärung derselben ausreiche. Man folgt hierin der Auffassung DUFOURS, desselben, nach dem eine der Spitzen des Monte Rosa benannt wurde. Nach seiner Theorie wird die Bergkrankheit dadurch verursacht, daß wir beim Erklettern der Berge eine größere Menge von Sauerstoff verbrauchen und die Respiration nicht mehr genügt, um die Verluste, welche der Körper durch die vermehrte Muskelarbeit erlitten hat, zu kompensieren.

Eine Stütze scheint diese Theorie durch die Versuche zu erhalten, welche kürzlich von PAUL REGNARD¹ angestellt wurden.

Er stellte unter eine große pneumatische Glocke ein Rad, das sich nach Art der Eichhörchenmühlen um eine horizontale Achse drehte und dem durch einen elektrischen Strom eine beliebige Umdrehungsgeschwindigkeit erteilt werden konnte. In dieses Rad wurde

¹ PAUL REGNARD, La cure d'altitude. 1897, p. 118 ff.

ein Meerschweinchen gesetzt, während ein anderes zum Vergleiche außerhalb des Rades, obwohl ebenfalls innerhalb der Glocke verblieb. Die Drehungsgeschwindigkeit des Rades wurde soweit reguliert, daß dieselbe 400 m in der Stunde betrug. Bis zu einer der Höhe von 3000 m entsprechenden Verminderung des Luftdruckes innerhalb der Glocke zeigte sich in dem Verhalten der beiden Tiere keinerlei Unterschied. Bei diesem Punkte aber fing das innerhalb des Rades befindliche Thier an häufig nach vorne zu fallen oder sich, als ob es erschöpft sei, von dem Rade schleppen zu lassen, während das andere sich ruhig verhielt. Bei einem der Höhe von 4600 m entsprechenden Drucke fiel das Tier in dem Rade auf den Rücken, es bewegte die Beine nicht mehr und ließ sich schleppen, so daß man mit den Umdrehungen innehalten und es aus dem Rade herausnehmen mußte. Wenn nicht der Atem sehr keuchend gewesen wäre, hätte man es für tot halten können.

REGNARD übersieht bei diesem Versuch, daß das Vergleichstier sich im Zustande völliger Ruhe befand. Um den Vergleich vollständig zu machen, hätte er ein drittes Tier außerhalb der Glocke in einem zweiten Rade bei der gleichen Umdrehungsgeschwindigkeit arbeiten lassen müssen. Das Meerschweinchen ist ein Tier, welches sehr wenig Arbeit zu leisten vermag. Es läuft schlecht und zeigt, da es an Laufen nicht gewöhnt ist, wenn wir es in der nicht verdünnten Luft sich zu bewegen zwingen, leicht sehr starke Erscheinungen der Erschöpfung. In der That sehen wir, daß die Meerschweinchen in dem Apparat REGNARDS nur 6,67 m in der Minute laufen. Die Weise, wie ich Gemsen 3500 m hoch laufen sah, sowie die Anstrengungen, welche einige meiner Soldaten ohne besondere Beschwerden, wie ich beobachtete, überwandten, indem sie mit 30 bis 40 kg belastet auf einem schwierigen und steilen Pfade bis zur Spitze Gnistetti (4560 m) emporstiegen, haben in mir die Überzeugung erweckt, daß die am Meerschweinchen ausgeführten Versuche für das Studium der Bergkrankheit nicht geeignet sind. Wir werden später Gelegenheit haben, zu sehen, daß die Bergkrankheit auch ohne vorhergegangene Ermüdung auftreten kann.

VII

ALEXANDER VON HUMBOLDT¹ konnte auf den Andes die Höhe, in welcher er einen Kondor fliegen sah, auf 21 834 Fuß (6655 m) bestimmen. Die Gebrüder SCHLAGINTWEIT² erzählen, daß sie in Asien

¹ ALEXANDER VON HUMBOLDT, Ansichten der Natur. Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse S. 216, Erläuterungen S. 243 (Reclamausgabe).

² HERMANN, ADOLPHE und ROBERT SCHLAGINTWEIT. Results of a Scientific Mission to India and High Asia. Leipzig, London 1862. Vol. II.

Adler und Geier 23 000 Fuß (7000 m) hoch fliegen sahen und daß sie auf dem Ibigamim in einer Höhe von 6000 m 6 Tage lang von Krähen (Tibetan raven) umgeben waren, welche die Überbleibsel auf den Lagerplätzen verschlangen.

Beobachtungen ähnlicher Art können auch wir auf unseren Alpen machen. Sind dieselben auch nicht mit denen vergleichbar, über welche die ebengenannten Forscher berichten, so sind sie deswegen doch nicht weniger bewundernswert.

Von Alagna kamen oftmals Dohlen (*Graculus alpinus*) in Zügen bis zur Hütte Königin Margerita geflogen. Einmal sah ich durch das Fernrohr, wie diese Vögel über dem Vignegletscher (*Ghiacciaio delle vigne*) in einer großen Spirale aufwärts stiegen. Wir schlossen uns sofort in die Hütte ein und sahen bald darauf durch eine Spalte in der Wand, wie sie sich vor unserer Thüre niederließen und die Küchenreste verzehrten. Da ich nur wenige Schritte von ihnen entfernt stand, so konnte ich sie gut beobachten. Ich sah die Tiere so ruhig atmen, wie ich niemals vermutet hätte. Bedenkt man, mit welcher Geschwindigkeit dieselben gekommen und wie sie sich dann plötzlich noch ungefähr 2000 m erhoben hatten, so ist dies in der That eine bemerkenswerte Erscheinung.

ZUMSTEIN erzählt, daß er bei seiner ersten Monte Rosabesteigung von einer Menge Dohlen umgeben war. Ich selbst habe dieselben oft die höchsten und ödesten Gipfel des Monte Rosa umfliegen sehen, wo außer einigen vom Winde dorthingeführten Insekten jede Spur des Lebens erloschen ist. Ich sah diese Vögel dort auch im Winter und habe bei mir gedacht, daß sie ebenso wie die Geier und der Kondor sich nicht zu solchen Höhen emporschwingen, um Nahrung zu suchen. Warum sie hierher kommen, vermag ich nicht zu sagen. Soviel aber steht fest, daß sie nicht leiden und daß das Herumschwärmen in der sehr verdünnten Luft bei ihnen keine große Ermüdung hervorruft.

Neuerdings von sehr befähigten Experimentatoren angestellte Versuche lassen die Annahme zu, daß die Menge des von der Atmung absorbierten Sauerstoffes zu dem Quantum der geleisteten Arbeit in gleichem Verhältnis steht. Wir werden im folgenden einige sehr überzeugende Thatsachen kennen lernen, welche gegen diese Annahme sprechen, und welche uns nicht erlauben, dem eingeatmeten Sauerstoff die wichtige Bedeutung einer unmittelbaren Ursache für die in den Muskeln entwickelte Energie beizumessen.

Die Vögel, welche in den höchsten Regionen unserer Atmosphäre leben, müssen, um sich in der verdünnten Luft bewegen zu können, eine Muskelarbeit verrichten, wie sie vielleicht keines der auf dem Erdboden lebenden Tiere zu leisten im stande ist. Nichtsdestoweniger

scheint es, daß sie unter allen Lebewesen diejenigen sind, welche beim Atmen am wenigsten Sauerstoff verbrauchen.

Oftmals, wenn ich diese Vögel den Monte Rosa umkreisen sah, habe ich bei mir gedacht, daß vielleicht die Untersuchung dieser Tiere dem Studium der Ermüdungserscheinungen neue Gesichtspunkte eröffnen könne. Denn es bleibt unerklärlich, wie diese Vögel, welche unter allen Tieren die höchste Körpertemperatur besitzen, in der Atmung dennoch die geringste Frequenz zeigen. Der Kondor zum Beispiel führt in der Minute nur 6 Respirationen aus (4 weniger als wir), und trotzdem vermag er sich mit großer Schnelligkeit in einer Höhe fortzubewegen, bis zu welcher emporzukommen dem Menschen noch nicht gelungen ist, und in welcher sich dieser, wenn er sie je erreichen sollte, wie A. VON HUMBOLDT¹ sagt, in einem beängstigenden asthenischen Zustande befinden würde.

¹ A. a. O. S. 243.



Gasthaus des Col d'Olen (2865 m ü. d. M.).

ZWEITES KAPITEL.

Eine Monte Rosabesteigung im Winter des Jahres 1885.

I

Für die Zwecke meiner Studien mußte ich den Zustand einer großen Ermüdung herbeiführen. Insonderheit kam es mir auf eine starke Ermüdung der Augen an, wie man sie nur durch den andauernd blendend wirkenden Alpenschnee erzeugen kann. Ich hoffe, daß man diese winterliche Bergbesteigung mit Nachsicht beurteilen wird, wenn sich aus dem nachfolgenden ergeben sollte, daß sie für die Physiologie nicht ohne jeden Nutzen war. Bevor ich jedoch über meine eigenen Versuche berichte, möchte ich an die Alpinisten erinnern, die hier vor mir mit wissenschaftlichen Untersuchungen beschäftigt waren.

Die Italiener hatten den Monte Rosa bereits erforscht und von allen seinen Spitzen Pläne entworfen, als man nordwärts von demselben noch nicht einmal wußte, wo diese Berggruppe sich befand.

In seiner Beschreibung der Alpen sagt G. STUDER,¹ daß „noch bis ans Ende der dreißiger Jahre die schweizerischen Topographen und Panoramazeichner und nach ihnen alle Touristen die nördlich vorstehende Gruppe der Mischabelhörner für den Monte Rosa hielten.“ Wer jetzt von der Seite von Zermatt oder von der Dufourspitze aus die Entfernung zwischen dem Gipfel der Mischabelhörner und der Monte Rosagruppe betrachtet, wird es nur schwer begreifen, daß die

¹ G. STUDER, Über Eis und Schnee Bern, 1869. II. Abtl. S. 4.

gleichsam vorhistorische Epoche des Alpinismus, in der die Königin der Alpen noch unbekannt war und mit den niederen nach Norden hinziehenden Bergketten verwechselt wurde, erst wenige Jahrzehnte hinter uns liegt.

Den ersten Versuch, den Monte Rosa zu besteigen, machte i. J. 1788 der Graf von MOROZZO, der damals Präsident der Akademie der Wissenschaften zu Turin war.¹ Da er aber leider von Macugnaga aus aufstieg, von welcher Seite sich der Monte Rosa freilich in seiner ganzen Größe zeigt, so gelangte er nur bis zu einer Höhe von 3700 m. Fast ein Jahrhundert lang hat man sich vergebens bemüht, von hier aus zum Gipfel des Monte Rosa emporzukommen, i. J. 1872 wurde dieser Versuch zum letzten Male wiederholt. Der Name des Grafen von MOROZZO erinnert zugleich an die glorreichste Zeit der italienischen Physiologie. Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts begann man in Italien früher als in irgend einem anderen Lande mit exakten Untersuchungen über die Atmung. SPALLANZANI und FONTANA waren die größten Physiologen ihrer Zeit. Ihnen zur Seite standen CIGNA, auf den ich später noch zurückkommen werde, und der Graf von MOROZZO. Die Abhandlung des letzteren: „Expériences eudiométriques sur l'air pur vicié par la respiration animale“ ist eine Arbeit, welche der Vergessenheit entrissen zu werden verdient. Die Versuche, über welche der Verfasser darin berichtet, unterscheiden sich wenig von denen, die wir noch heute anstellen. Der Hauptgedanke in P. BERT's Buche „La pression barométrique“, worin er zeigt, wie man die Zusammensetzung der Luft bestimmt, in welcher ein Tier an Asphyxie stirbt, ist ein Gedanke des Grafen von MOROZZO und von diesem zuerst bei der Luftanalyse verwertet worden.

Die fünf Monte Rosabesteigungen, welche JOSEPH ZUMSTEIN ausführte, sind vom Standpunkte der Alpinistik aus vielleicht von größerer Bedeutung, als die von SAUSSURE unternommene Besteigung des Montblanc;² denn JACOB BALMAT, der SAUSSURE hierbei mit siebzehn Führern begleitete, hatte denselben bereits zweimal vor ihm bestiegen.

Die Akademie der Wissenschaften zu Turin veröffentlichte im Jahre 1820 den Bericht, welchen ZUMSTEIN und VINCENT ihr eingereicht hatten und in welchem sie den Aufstieg zu der Pyramide beschreiben, die jetzt VINCENT's Namen trägt.³ Vier weitere Entdeckungsreisen beschrieb sodann VON WELDEN in seinem Buche

¹ Conte C. L. Morozzo, Sur la mesure des principaux points des États du Roi. M. IX. 1.

² SAUSSURE, Relation abrégée d'un voyage à la cime du Mont Blanc. 1787.

³ J. ZUMSTEIN et N. VINCENT, Voyage sur le Monte Rosa et première excursion de son sommet méridional. Memoria della R. Accademia delle Scienze di Torino. Tomo 25. 1820. p. 230.

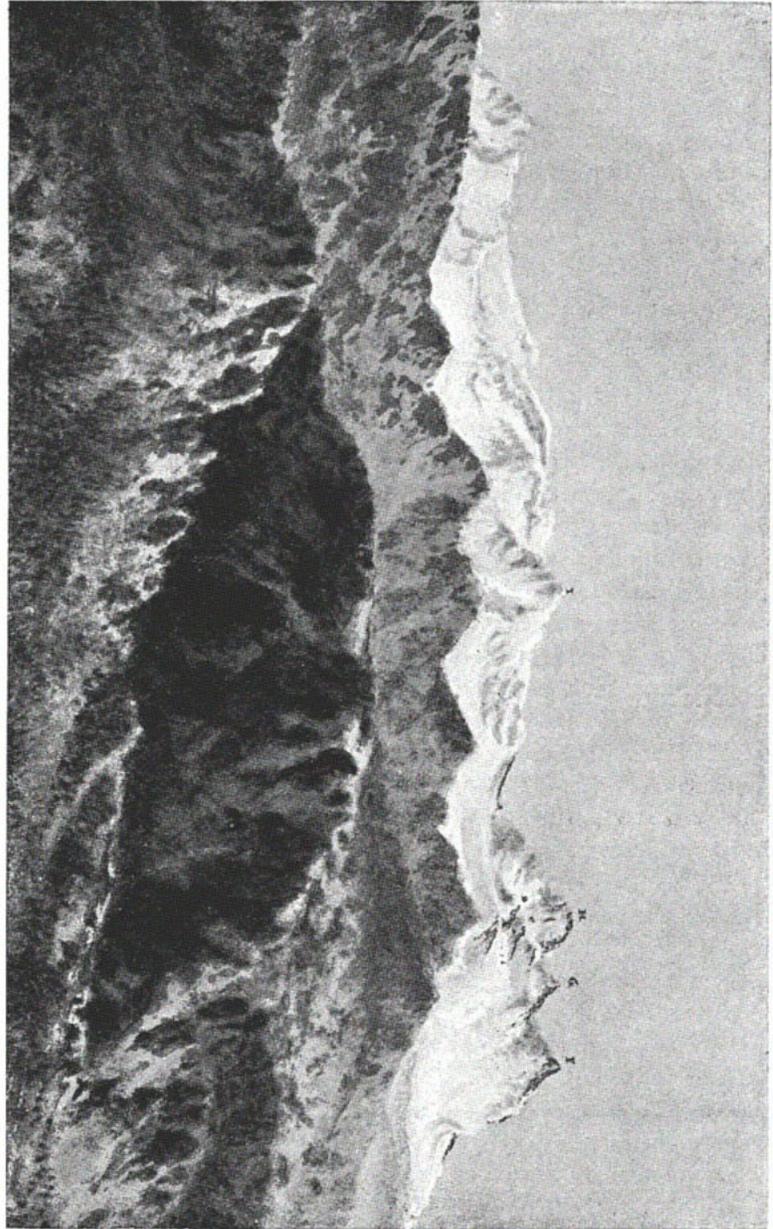


Fig. 6. Südseite des Monte Rosa von den Bergen bei Gressoney aus gesehen. Nach dem Aquarell von ZUMSTREIN aus dem Jahre 1824. Die Spitzen sind mit denselben Buchstaben bezeichnet, wie die der nachstehenden Zeichnung. Die Langseite dieser Wiedergabe ist um 10 cm verkürzt, dementsprechend auch die Schmalseite derselben.

„Der Monte Rosa“.¹ VON WELDEN hatte sich zu jener Zeit nach

¹ LUDWIG Freiherr VON WELDEN, Der Monte Rosa. Wien 1824. Ein Abriß dieses Buches findet sich in der „Bibliothèque universelle de Genève“. Tome XXVII, p. 221; tome XXVIII, p. 63. 1824 u. 1825.

Gressoney begeben, von wo aus er mit ZUMSTEIN zusammen viele Aufstiege unternahm. Von ihm erhielt die Ludwigshöhe ihren Namen.

In dem Archiv der Akademie der Wissenschaften zu Turin fand ich den autographischen Bericht, den ZUMSTEIN der Akademie als korrespondierendes Mitglied am 1. März 1824 vorgelegt hatte. Man kannte den Monte Rosa, wie bereits erwähnt, damals nur von der Seite von Macugnaga aus und glaubte, daß sich zwischen den Spitzen der Nordseite ein tiefes Thal hinzöge. Erst ZUMSTEIN entdeckte die hohe Eisebene, die sich an der Basis der die Krone des Monte Rosa bildenden Spitzen hin ausdehnt und wie ein ungeheures Amphitheater zu denselben emporstrebt. Unter den Karten, die ZUMSTEIN hinterlassen, fand ich eine herrliche in Temperafarben ausgeführte Darstellung der höchsten Spitzen dieser Berggruppe, von der ich in Fig. 6 eine Nachbildung gebe; sie zeigt den Südabhang des Monte Rosa, wie man diesen von den Bergen des Thales von Gressoney aus sieht.

Eine andere im Archiv der Akademie der Wissenschaften zu Turin

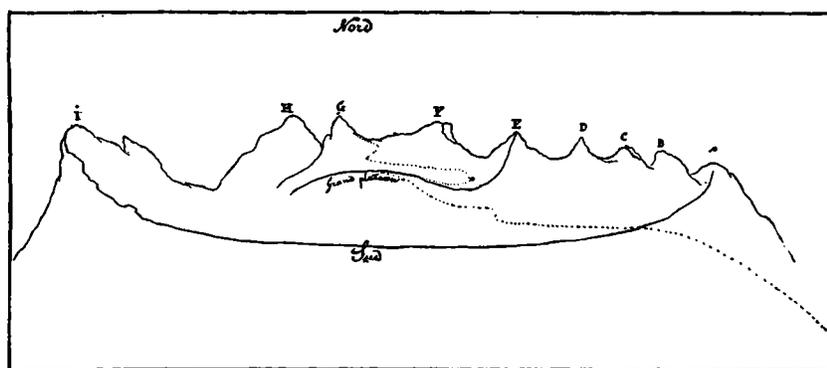


Fig. 7. Nach seiner erstmaligen Ankunft auf der hohen Eisebene von ZUMSTEIN entworfene Skizze der Monte Rosagruppe. Den durch ZUMSTEIN mit einfachen Buchstaben bezeichneten Spitzen entsprechen die in der umstehenden Note angegebenen Namen. Die Zeichnung ist auf ein Drittel des Originalen reduziert worden.

von mir gefundene Zeichnung ZUMSTEINS zeigt Fig. 7. Aus derselben ersieht man den Aufbau der Monte Rosagruppe. Dieselbe ist auch deswegen von Wert, weil sie die älteste Skizze ist, die wir von dieser Berggruppe besitzen. Sie wurde von ZUMSTEIN entworfen, als er die große Eisebene, welche von den Spitzen des Monte Rosa umschlossen wird, zu erforschen suchte. Am Fuße der Spitze Gnifetti, welche von ZUMSTEIN erstiegen wurde, ist die Stelle bezeichnet, an der er 4217 m hoch eine Nacht in einem Gletscherspalt zubrachte. Bis auf TYNDALL (i. J. 1859) hat niemand wieder in einer solchen Höhe eine Nacht in den Alpen zugebracht.¹

¹ J. TYNDALL, Hours of Exercise in the Alps. London 1891. p. 54.

Im letzten Kapitel findet man die Wiedergabe einer Photographie, die aufgenommen wurde, als Ihre Majestät die Königin Margerita von Italien unterhalb der Spitze Zumstein im Begriffe war, die Spitze Gnifetti zu ersteigen. Alle die Gipfel, welche in der beigegebenen Zeichnung ZUMSTEINS mit einfachen Buchstaben bezeichnet sind, hatte zu seiner Zeit noch kein menschlicher Fuß berührt. In der untenstehenden Note habe ich die entsprechenden Namen angegeben, die ihnen später beigelegt wurden.¹ Die punktierte Linie, welche man auf der Zeichnung sieht, zeigt den Weg an, den ZUMSTEIN bei seinem ersten Aufstiege von Gressoney aus einschlug. Ich hoffe später Zeit zu finden, über das Leben dieses verdienstvollen Mannes eine Schrift veröffentlichen zu können, die dann auch die von mir gesammelten Dokumente enthalten wird. Hier beschränke ich mich auf die Wiedergabe einiger Stellen des Manuskriptes, in denen er erzählt, wie der nach ihm benannte Gipfel erreicht wurde, auf dem man noch heute das eiserne Kreuz findet, das er selbst einst dort aufgerichtet:

„Je vis avec satisfaction, de l'endroit où je me trouvois, que l'on pouvoit fort bien escalader la pointe que nous nous étions proposée pour but de notre voyage. Cette grande mer de glaces et de neiges qui ne presentoit aucune crevasse étoit unie et d'une blancheur éblouissante.

Au milieu de mes observations arrivèrent mes amis et quelques porteurs: ces derniers déposèrent leur charge et retournèrent à la rencontre des autres. Après quelques moments de repos, M. Molinatti, qui venait d'arriver, se hâta d'établir son théodolite à côté de mes autres instrumens, mais en vain; car à peine étoit-il prêt que les nuages se serrèrent autour et au-dessus de nous, et les cimes lointaines se déroberent à notre vue.

La nuit approchait et nos porteurs n'arrivoient point. Une grande partie de nos effets étoit aussi en arrière, et notamment la tente et le bois dont nous avons si grand besoin. Il étoit six heures du soir et personne ne venoit. Le thermomètre étoit à -7° . Un changement de température de 15° en si peu de temps fit sur moi un très mauvais effet. Mes gens étoient engourdis et un sommeil insurmontable me gaignoit. Mes compagnons me virent pâlir tout à coup, je me sentois sans forces et sans courage. Mais le vieux Jos. BECK, chasseur expérimenté, commença à me secouer, à me déplacer, afin que mon sang pût se réchauffer, et à me prodiguer toute sorte de secours.

Le froid augmentait de plus en plus ainsi que notre embarras.

¹ A	Vincentpyramide	4215 m hoch	F	Gnifettispitze	4560 m hoch
B	Balmenhorn	. 4231 „ „	G	Zumsteinspitze	4563 „ „
C	Schwarzhorn	. 4334 „ „	H	Dufourspitze	4635 „ „
D	Ludwigshöhe	4346 „ „	I	Lyskamm	4529 „ „
E	Parrotspitze	4463 „ „			

Il est aisé de s'imaginer de quelle terreur nous étions pénétrés. Placés à une hauteur de 13000 pieds au-dessus du niveau de la mer, avec 10° de froid, toujours croissant, sans abri, sans feu, les pieds sur la glace, à la belle étoile, et exposés à toute la rigueur et à tous les dangers de la nuit imminente.

Nous avons enfin résolu d'affronter les plus grands périls en retournant sur nos pas, malgré l'obscurité de la nuit, qui n'étoit pas dans ce jour éclairée par la lune, lorsque enfin les porteurs tant désirés arrivèrent avec leurs charges. . . .

Nous arrivâmes au bord de la fente par une paroi de neige inclinée à 65 degrés environ. Le vieux chasseur Jos. BECK fut le plus hardi et le premier qui osa descendre au fond de la fosse par quarante marches qu'il tailloit lui-même avec la hache dans la neige et la glace, et nous ayant assuré que le fond étoit formé de neige ammassée par les vents et fort compacte, nous descendîmes tous dans cette espèce de tombeau les uns après les autres. Nous étions tous transis de froid, et moi presque engourdi et hors d'état d'aider les autres pour l'établissement de notre tente, qui fut dressée par l'intrépide Jos. MORITZ ZUMSTEIN, tandis que le robuste Marty nous préparoit le bois et nous allumoit un bon feu dont nous avons le plus grand besoin.

Quoique nous ne fussions guère disposés à manger, nous partageâmes entre nous une soupe succulente, et nous nous tapîmes sous la tente. Nous étions onze individus couchés par terre, tous sur le côté droit serrés les uns contre les autres de peur de geler pendant la nuit, et nous nous endormîmes ainsi dans les bras du destin.

Je fus pendant la nuit attaqué d'une forte palpitation; je croyois étouffer; mais m'étant dégagé des autres je me levai, je pris haleine, et bientôt je pus me recoucher tranquillement et dormir jusqu'à la pointe du jour.

Nous nous trouvions à 2188 toises au-dessus du niveau de la mer (qui est à peu près la hauteur de la Jungfrau dans le Haut Bernois) et 193 toises ou 1158 pieds plus élevés que l'endroit où M. DE SAUSSURE passa la nuit sur le Mont Blanc. . . .

A sept heures et demie du matin tout le monde étoit prêt. A une demi-lieue environ nous passâmes auprès des pointes orientales, en marchant sur une grande plaine de neige ondulante comme les eaux de la mer et un peu inclinée vers le Valais: et à une lieue plus loin, montant toujours à un angle de 30° degrés environ, nous arrivâmes au pied du sommet pyramidal que nous commençames à escalader. M. MOLINATTI, incommodé de la trop grande rareté de l'air, étoit forcé de s'arrêter de temps à autre.

La dernière arête de neige à surmonter faisait un angle de 65 degrés. Nous l'abordâmes précédés par l'intrépide chasseur CASTER,

qui, armé de sa hache, tailloit dans la neige et la glace des marches où nous pussions mettre le pied. A mesure que nous avançons sur cette affreuse crête qui donnait en partie sur la vallée de Macugnaga, la neige se perdoit presque entièrement et nous ne trouvions plus sous nos pas que de la glace unie et solide. Si un pied nous eût manqué en ce moment c'en étoit fait de nous; et nous faisons une chute à plomb de 8000 pieds; mais, par bonheur, aucun de nous n'eut de vertiges dans un moment aussi décisif.

Dès que le jeune Vincent eut atteint le sommet, il se tourna vers nous en s'écriant „Vive notre Roi, vive la science.“ Nous répétâmes tous de bon coeur le même cri: et saisissant tous de la main le drapeau que nous avons planté dans la glace, nous nous jurâmes tous fidélité à notre Roi, et à la Patrie.“

II

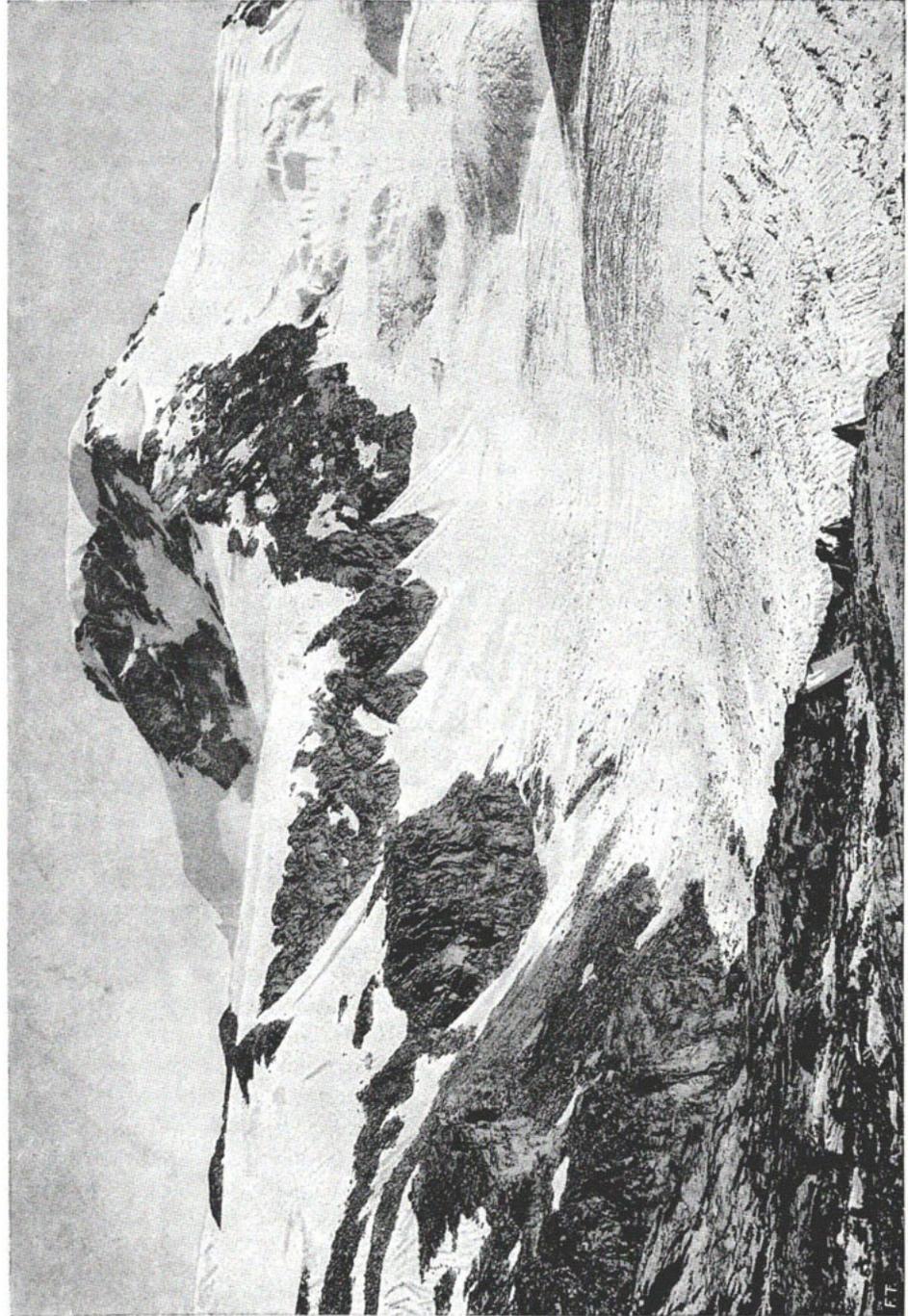
In seinem Buche „The Pioneers of the Alps“¹ sagt C. D. CUNNINGHAM: „Von allen denjenigen, welche während der Wintermonate die Alpen besuchten, hat niemand so herrliche Leistungen zu verzeichnen gehabt, wie die Herren SELLA.“ Die Monte Rosabesteigung, welche ich im Jahre 1885 mit Herrn ALEXANDER SELLA zusammen unternahm, ließ mich an diesen Erlebnissen Teil nehmen.

Selten fällt so viel Schnee, wie man im Winter jenes Jahres beobachten konnte. PIETRO GUGLIELMINA, den ALESSANDRO SELLA und ich gebeten hatten, uns als Führer zu dienen, schrieb uns von Alagna aus, daß der Schnee mehr als manneshoch liege. Mit Schneeschuhen, sogenannten Raketten, an den Füßen brachen wir am Morgen des 13. Februar von Alagna auf. Nach etwa drei Stunden kamen wir zu einer kleinen Kapelle. Oberhalb der Dachrinne dieser Kapelle war die Schneeanhäufung von der Sonne weggeschmolzen und da wir sehr ermüdet waren, so setzten wir uns auf die freigelegten Dachschildeln, um ein wenig auszuruhen. Dann setzten wir den Aufstieg fort. Auf dem halben Wege zum Col d'Olen versuchten wir zuweilen zu erkunden, wie hoch der Schnee wohl liegen möge, indem wir den Alpenstock in denselben einsenkten. Es war jedoch unmöglich, den Boden zu erreichen, auch wenn man die ganze Armlänge zu Hilfe nahm. Ebenso wenig gelang uns dies auf den Anhöhen, woselbst sich der Schnee sicher in geringerer Höhe aufgehäuft hatte. Die Abgründe und die Bäche waren mit Schnee ausgefüllt, so daß man nur eine schiefe uniforme Ebene vor sich sah. Von Zeit zu Zeit hielten wir an, um Atem zu schöpfen oder den Schnee von den Schuhen abzuschütteln. Wir sanken aber immer von neuem und immer tiefer

¹ C. D. CUNNINGHAM, The Pioneers of the Alps. London 1888, p. 40.

Pyramide Vincent.

Hütte Gnifetti.



Die Vincentpyramide (4215 m) von unserem Lager bei der Hütte Jinty (3047 m) aus gesehen. Oben links sieht man den Felsen, auf welchem die Hütte Gnifetti erbaut ward.

ein, so daß wir nur mit Mühe die Füße aus dem Schnee herausziehen konnten. Stolpernd, fallend, durch die Schneeschuhe gehindert, schleppten wir uns mühsam und ruckweise weiter.¹

Endlich gelangten wir unter den Col d'Olen. Der Atem war keuchend und das Herz schlug so gewaltig, daß mich seine Schläge belästigten, ich zählte 110 Pulsationen in der Minute. Obwohl wir erst bis zu 2800 m Höhe aufgestiegen waren, mußten wir nach immer 30 Schritten Halt machen. Wir waren völlig erschöpft und meine Absicht, meinen Körper in einen starken Ermüdungszustand zu versetzen, war vollkommen erreicht.

Bevor ich mich am Morgen zu Alagna aus dem Bette erhoben, zählte ich 59—60 Pulsschläge und 14 Atemzüge, während ich die Temperatur im Rektum auf 36,6° bestimmen konnte.

Um 4 Uhr 10 Minuten erreichten wir das Gasthaus des Col d'Olen. Puls 114—112. Nachdem ich mich daselbst 15 Minuten aufgehalten, betrug die Körpertemperatur 38,1° und die Atemfrequenz 16. Ich sah auch hier, daß die Atmung sehr viel schneller wieder zur Norm zurückkehrte als die Herzthätigkeit. Außerdem beobachtete ich die merkwürdige Thatsache, daß die Körpertemperatur schon nach den ersten beiden Marschstunden um 10 Uhr 45 Minuten bei einer Pulsfrequenz von 122 Schlägen mit 38,2° ihren Höhepunkt erreichte; darauf trat in beiden Erscheinungen eine leichte Abnahme auf, obwohl gerade der letzte Teil des Aufstieges der ermüdendste gewesen war.

8 Uhr nachm.: Puls 80. Temperatur im Rektum 36,9°.

Während der Nacht schlief ich wenig und hatte Fieber. Temperatur 38,5°. Um 7 Uhr morgens hatte sich die Temperatur bis auf 38,1° vermindert. Puls 74. Atemfrequenz 19.

Es ist das Ermüdungsfieber, das bei uns allen auftritt, wenn wir nach einer sitzenden Lebensweise unsere Muskeln anhaltend und stark ermüden. Daß die Bewegung unsere Körpertemperatur erhöhen kann, ist eine bekannte Thatsache; wir werden im neunten Kapitel sehen, wie die innere Körpertemperatur infolge der durch einen kleinen Aufstieg erzeugten Ermüdung bis auf 39,5° steigen kann. Hier möchte ich den Verlauf des Fiebers zeigen, der für den Zustand der Ermüdung charakteristisch ist. Hat die Muskelbewegung aufgehört, so fällt die Körpertemperatur und sinkt schnell bis unter die Normale herab. Dies tritt freilich nicht bei allen Menschen auf, aber bei einer hochgradigen Ermüdung habe ich diese unter die Norm sinkende Abkühlung des Körpers in den meisten Fällen meiner Be-

¹ Die Figur am Ende des Kapitels giebt eine der Raketten, die wir während dieses winterlichen Bergaufstieges an unseren Füßen befestigt hatten, in getreuer Nachbildung wieder. Die aus einem Netz von starken Reifen bestehende Sohle ist 44 cm lang und 33 cm breit.

obachtungen sehen können. Wenn ich mich ruhig verhalte und, wie im vorliegenden Falle geschah, still zu Bett liege, so tritt bei mir nach einigen Stunden ein Fieberanfall ohne Schüttelfrost auf, in welchem die Temperatur ungefähr 2° über die Norm steigt. Die Fiebererscheinungen gehören zu den dunkelsten Punkten der Medizin. Über die innere Natur der Vorgänge, welche das Fieber erzeugen, wissen wir wenig Positives. Wir können das sogenannte Ermüdungsieber mit demjenigen vergleichen, das bei Erschütterungen, sowie bei Knochenbrüchen und Verwundungen auftritt, und das zuerst von TH. BILLROTH¹ und später von VOLKMANN studiert wurde. Im letzteren Falle kann dieses Fieber leicht durch Infektionsstoffe, welche in die Wunde dringen und sich im Körper schnell vermehren, veranlaßt werden. Auch bei Knochenbrüchen oder Erschütterungen, bei denen die äußere Körperhaut nicht verletzt ist, tritt einige Stunden nach dem Unfall ein Fieberanfall auf. Hieraus geht hervor, daß, wenn in dem Leben der Zellen infolge einer starken Erschütterung oder eines Schlages eine Störung eintritt und die Lebensbedingungen derselben in einem Teile des Körpers modifiziert werden, sich hier Substanzen bilden, welche das Fieber erzeugen. Mit jeder Überschreitung der Lebensbedingungen geht in den Geweben ein diesem Übermaße entsprechender Prozeß des Absterbens von Zellen einher. Die Ermüdung, welche die chemischen Energievorräte des Organismus aufzehrt, wirkt wie eine Fraktur oder eine Erschütterung. Sie modifiziert die Lebensfähigkeit der Gewebe, eine große Anzahl von Zellen verändern sich, die hierbei auftretenden Zersetzungsprodukte gelangen in das Blut, sie wirken auf das Nervensystem und erzeugen das Fieber. Dies ist der beste Vergleich, den ich mit Bezug auf das Ermüdungsieber anzuführen weiß.

Daß die Temperatur sich unmittelbar nach beendigtem Aufstieg vermindert und darauf über die Normale steigt, ist daher ein komplizierter Vorgang. Ich werde hierauf zurückkommen, wenn ich über die Erschöpfung des Herzens und die nach einer großen Muskelanstrengung auftretende Herabsetzung der Funktionen des Nervensystems zu reden habe. Man könnte glauben, daß das Ermüdungsieber gleichsam eine wohlthuende Reaktion der Natur sei, indem sich der Organismus von den im Körper aufgehäuften schädlichen Substanzen durch eine größere chemische Aktivität zu befreien sucht, und daß die Zeit zwischen dem Aufhören der Muskelthätigkeit und dem Auftreten des Fiebers (bei mir circa 6 Stunden) für die Gewebe nötig sei, um jene schädlichen Produkte vollständig zu eliminieren, während das Blut und die Lymphe diese Arbeit der Gewebe einige Stunden später fortsetzen und die das Fieber erzeugenden Stoffe absorbieren. Man

¹ TH. BILLROTH, Die allgemeine chirurgische Pathologie und Therapie. Berlin 1869. S. 91.

kann sich auch vorstellen, daß die Nervenzellen, welche die Bewegungen der Blutgefäße und die chemischen Prozesse im Organismus regulieren, so beschaffen sind, daß sie nicht sofort auf diese Verunreinigung des Blutes reagieren, sondern daß sie von diesen Ermüdungsprodukten erst eine längere Zeit gereizt werden müssen, bevor sie in Thätigkeit treten und so das Fieber hervorrufen. Dies sind freilich nur Hypothesen, aber die Pathologie des Fiebers vermag uns bis zur Stunde nichts Besseres zu bieten.

Um 10¹/₂ Uhr früh des folgenden Tages (14. Februar) trank ich eine Tasse Milchkaffee. Als ich mich gegen Mittag erhob, um ein Frühstück einzunehmen, fehlte mir freilich noch der Appetit, aber sonst war ich völlig wieder hergestellt.

3 Uhr 15 Min.: Temperatur im Rektum 36,8°. Puls 67, Atemfrequenz 16 in der Minute.

Am 15. Februar, einem Sonntage, brachen wir um 1 Uhr nachts wiederum auf. Als wir das Gasthaus des Col d'Olen verließen, betrug die Temperatur der Luft - 5°.

Um Mitternacht: Puls 68. Atemfrequenz 16. Temperatur 37°.

Um 6 Uhr 30 Min. erreichten wir die Hütte Gnifetti, wo wir eine halbe Stunde verweilten, um den Ausgang der Sonne zu betrachten. Um 10 Uhr waren wir bereits auf der Pyramide Vincent. Puls 130. Körpertemperatur 39,1°. Ich war sehr müde. In meinem Notizbuche findet sich die Aufzeichnung: Atem etwas keuchend, dem Pulse nicht entsprechend. Temperatur der Luft - 10°. Schneetemperatur - 15°.

Um 3 Uhr 40 Min. waren wir zum Gasthaus Col d'Olen zurückgekehrt. Körpertemperatur 38,7°. Puls 86.

Nachdem ich zu Abend gegessen, legte ich mich um 6 Uhr 15 Min. zu Bett. Temperatur 38,1°. Puls 80. Temperatur um Mitternacht 37,1°.

Ich schlief während der Nacht und hatte kein Fieber mehr. Am Montag früh betrug meine Körpertemperatur unmittelbar nach dem Erwachen 36,9°. Puls 60. Atmenfrequenz 16.

Diese Angaben genügen, um den Verlauf des Ermüdungsfiebers erkennen zu lassen.

Da wir von Alagna (1191 m) bis zum Gasthaus des Col d'Olen (2865 m) aufgestiegen waren, so hatten wir im ganzen 1674 m zurückgelegt. Die Körpertemperatur hatte während der ersten beiden Marschstunden rapid zugenommen und eine Höhe von 38,2° erreicht. Nach 4 Stunden der Ruhe war meine Temperatur am Abend um 8 Uhr zur Normale zurückgekehrt. In der Nacht war ein Fieberzustand eingetreten, der bis gegen 11 Uhr vormittags anhielt. Der Weg zur Vincentpyramide hinauf erforderte zwar einen etwas geringeren Aufwand von Körperkraft, denn ich hatte nur 1350 m zu steigen (von 2865 m bis 4215 m),