

PHYSIOLOGISCHE ERGEBNISSE DER IM JAHRE 1906 DURCHGEFÜHRTEN MONTE ROSA-EXPEDITION

VON

PROF. DR. A. DURIG.

UNTER MITWIRKUNG VON PRIVATDOZENT DR. W. KOLMER, ING. R. RAINER,
DR. H. REICHEL (WIEN) UND PROF. DR. W. CASPARI (BERLIN).

EINLEITUNG

VON

A. DURIG.

Mit 5 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 10. DEZEMBER 1908.

I.

Versuchsplan.

In zwei umfangreichen, auch für weitere Kreise berechneten und daher populär gehaltenen Monographien¹ haben Mosso und Zuntz² (dieser mit seinen Mitarbeitern) die Ergebnisse ihrer wissenschaftlichen Forschungen am Menschen im Hochgebirge zusammengestellt. Speziell im Werke »Höhenklima und Bergwanderungen« fand die ganze vorliegende Literatur gründliche Berücksichtigung und auch die gesamte Versuchsmethodik wurde daselbst an der Hand von Abbildungen ausführlich besprochen. Trotz des großen wissenschaftlichen Materiales, das durch die älteren Arbeiten französischer Autoren, durch Mosso, Zuntz, Jaquet und deren Schüler gefördert wurde, das auch in den beiden Büchern niedergelegt erscheint, bedurften doch gar manche Fragen über die Wirkung des Höhenklimas auf den Menschen noch sehr des Ausbaues, da sich die Versuche in sehr großen Höhen bis dahin stets nur auf kurze Perioden erstreckt hatten und auch die Methodik für das Arbeiten unter solchen Bedingungen teilweise erst geschaffen und ausgebildet werden mußte. So schien es nach der Expedition des Jahres 1901 vorerst wichtig, die bereits damals auf dem Monte Rosa begonnenen Respirationsversuche, die noch sehr unter der Unvollkommenheit der Apparate gelitten hatten, neuerdings aufzunehmen und durch exakte Beobachtungen über den Gaswechsel zu ergänzen.

¹ Mosso: Der Mensch auf den Hochalpen. Leipzig, Veit und Co., 1899.

² Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen, von Zuntz, Loewy, Müller und Caspari, Bong, 1906.

Denkschr. d. mathem.-naturw. Kl. Bd. LXXXVI.

In drei früheren Mitteilungen¹ ergab sich die Gelegenheit, über Versuche bei Körperruhe und Arbeit zu berichten, die ich zu diesem Zwecke zum Teile mit meinem verehrten Lehrer N. Zuntz auf dem Monte Rosa in 4560 *m* Höhe und auf Col d'Olen in 2856 *m* Höhe ausführte. In Versuchen auf der Sporner Alpe und dem Bilkengrat in Höhen von 1300 bis 2400 *m* wurden diese weiter vervollständigt. An die Höhenversuche schlossen sich Kontrollversuche in der Ebene in Wien und in Berlin an, so daß damit ein guter Überblick über den Gaswechsel einer Versuchsperson in den verschiedensten Höhen gegeben war.

Auch die Durchführung eines Stoffwechselversuches in großer Höhe harpte noch der Erledigung und schien als Fortsetzung der Arbeiten der früheren Autoren, speziell der von Zuntz und seinen Mitarbeitern auf dem Brienzer Rothorn wie jener von Jaquet auf dem Chasseral, höchst erwünscht, um eine genaue Bilanz über die Einnahmen in der Kost und die Ausgaben in Harn und Kot unter sonst möglichst normalen Bedingungen aufstellen zu können und einen Einblick in die Ausnützung der Kost in Höhen über 4000 *m* zu erhalten. In einem kurzdauernden Versuch beschäftigte sich inzwischen bereits G. v. Wendt² mit dieser Frage, indem er zugleich auch den Salzstoffwechsel mit in den Kreis seiner Untersuchungen zog.

Das Problem der Bergkrankheit ist es natürlich, das bei Studien im Hochgebirge unsere Aufmerksamkeit ganz besonders fesselt. Bei der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die teils sich widersprechend von verschiedensten Seiten beschrieben wurden, war auch die Beschaffung neuen einwandfreien Materiales hierfür dringend erforderlich.

Schon im Jahre 1903, als Zuntz gemeinsam mit mir behufs Klarstellung der Gaswechselverhältnisse wieder auf dem Monte Rosa weilte, wurde von uns der Plan eingehend erwogen, die Stoffwechselversuche der Expedition des Jahres 1901 neuerlich aufzunehmen und exakt und einwandfrei zum Abschluß zu bringen.

Hatten die Pioniere des Stoffwechselversuches auf dem Monte Rosa im Jahre 1901 noch unter einer Summe ungünstiger Einflüsse zu leiden gehabt, die wesentliche Störungen in ihren Versuchsergebnissen zur Folge hatten, und war auch der Aufenthalt ein recht kurzer gewesen, so sollten auf Grund der neuen Erfahrungen über das Arbeiten unter so exzeptionellen Verhältnissen, wie solche in einer Höhe von 4560 *m* in unseren Breiten herrschen, die Experimente neuerdings aufgenommen werden in der Hoffnung, nun in lang ausgedehnter Versuchsreihe unter Berücksichtigung der verschiedensten, voraussichtlich in Betracht kommenden Faktoren eindeutige und sichere Ergebnisse zu erzielen.

Vor allem andern sollte auf die Eignung der Versuchspersonen zu einem solchen Versuche besondere Rücksicht genommen werden und für den Transport und die Ausrüstung so vorgesorgt sein, ferner die Nahrung so gewählt werden, daß Störungen des Versuches von vornherein nahezu ausgeschlossen schienen. Die ursprüngliche Absicht, mehrere der Herren, die an den Versuchen im Jahre 1901 teilgenommen hatten, auch für die neue Expedition zu gewinnen, ließ sich leider nur teilweise verwirklichen, da sich von ihnen infolge anderweitiger Abhaltungen der übrigen Herren bloß Prof. Wilhelm Caspari aus Berlin und Privatdozent Dr. W. Kolmer der Expedition anschlossen. Dadurch war aber allerdings auch die Möglichkeit gegeben, noch zwei körperlich leistungsfähige Versuchspersonen zur Expedition heranzuziehen, von denen zu erwarten war, daß sie zu längerem Verweilen im Hochgebirge geeignet seien.

Die Vorarbeiten für die Versuche begannen bereits im Herbst 1905 mit der Beschaffung der Lebensmittel für den Stoffwechselversuch. Es sollte diesmal, abweichend von der bisherigen, gewöhnlichen Gepflogenheit, nicht eine täglich gleichartige Kost gewählt werden, da man nach unseren bisherigen Erfahrungen im Hochgebirge gar manches nur mit Widerstreben oder gar nicht genießt, was man in der Ebene mit Behagen verzehrt, wie sich dies zum Beispiel bei unseren grünen Erbsen herausstellte. Während wir die vorzüglichen jungen Erbsen in Wien gerne auf unserem Mittagstisch sahen, verzichteten

¹ Zuntz u. Durig, Archiv für Anat. und Physiol., 1904, Suppl., p. 417. — Durig, Pflüger's Archiv. Bd. 113, p. 213 u. 341.

² Några iakttagelser öfver höjddklimatets inflytande på ämnesomsättningen hos människan. Finska Läkaresällskapets Handlingar, Bd. L, p. 226.

wir alle am Monte Rosa auf diese nach einem einzigen Versuche und nahmen sie nie wieder ins Kostprogramm auf. Außerdem war auf eine gewisse Abwechslung in der Kost Rücksicht zu nehmen, so daß dem einzelnen innerhalb eines natürlich begrenzten Programmes ein gewisser Spielraum für freie Wahl der Kost eingeräumt blieb. Aus demselben Grunde wurden Reizmittel in die Nahrung aufgenommen, um das sonst eintönige Programm etwas schmackhafter machen zu können und nicht der Gefahr einer so weitgehenden Unterernährung durch Appetitmangel ausgesetzt zu sein, wie dies bei den Versuchen im Jahre 1901 der Fall gewesen war.

Bei der Bestellung war natürlich auch von vornherein für die Anschaffung hinreichender Quantitäten eines jeden Nahrungsmittels vorzusorgen, da diese nicht nur für den Versuch auf dem Monte Rosa, sondern auch für die sich anschließenden Vor- und Nachversuche sowie für die Analysen der Kost zu Beginn und nach Ende der Versuchsreihen ausreichen mußten.

Eine Hauptfrage bildete die Deckung des Eiweißbedarfes. Hiefür kam in erster Linie die bereits im Jahre 1901 erprobte Hackfleischkonserve von Michel in Straßburg in Betracht, die über Angabe von Zuntz verfertigt worden war. Für unseren Versuch wurden 54 kg Rindfleisch und ebensoviel Schweinefleisch zerhackt und mit der Maschine vermischt, je 150 g dieses Breies dann unter Zutat von Salz zu einem Beefsteak geformt und zwei derselben mit 50 g Butter gebraten, in einer Blechbüchse sterilisiert und verlötet. Diese Konserven erwiesen sich leider bald als recht wenig schmackhaft und wurden schließlich fast mit Mißbehagen gegessen. Sie dürften aber durch Zutat von etwas Gewürz außer Salz allein sowie durch Beimengung eines Teiles Kalbfleisch wesentlich schmackhafter gemacht werden können. Daneben schien es nötig, noch für weitere eiweißreiche Nahrungsmittel vorzusorgen, um auch über eine andere Möglichkeit zur Deckung des täglichen Stickstoffbedarfes zu verfügen. Auch war es wünschenswert, bei Feststellung der täglichen Stickstoffration eine größere Freiheit in der Wahl zu erzielen. Vorerst dachten wir an Eier und Eiernkonserven. Wegen der Ungleichmäßigkeit der Zusammensetzung der Eier selbst bei Hühnern derselben Rasse und derselben Fütterung mußte diese Absicht aufgegeben werden. Auch den Eiernkonserven brachten wir nach einigen Kostproben wohl mit Grund wenig Vertrauen entgegen. Die Versuche, die wir daraufhin mit Wurstkonserven anstellten, ermutigten uns ebenfalls nicht zur Einführung dieser Nahrung in das Kostprogramm, obwohl wir die Fabrikate einiger Firmen in Betracht gezogen hatten. Entweder konnte man nach Eigenheiten im Geschmack, wie zum Beispiel bei den Frankfurter Würsten von Türk und Papst, voraussetzen, daß das für seltenen Genuß leckere Fabrikat bei wiederholtem Essen bald widerstehen werde, oder aber es war die Wurst zu wenig homogen und von verschiedenem Wasser- oder Fettgehalt am Rande und in der Mitte, so daß wir sie für unsere Zwecke nicht verwenden konnten. Ein Ausweg fand sich in der Verwendung von Käse, von dem wir dreierlei Sorten beschafften: einen fetten Schafkäse (Brimsenkäse), einen Roquefortkäse und Parmesankäse, sämtliche von ganz vorzüglicher Qualität. Brimsenkäse und Roquefort wurden mit der Mischmaschine zu einem homogenen Brei verarbeitet und in Büchsen verlötet. Der trockene Parmesankäse wurde in Salz gepackt, wobei sein Wassergehalt, wie ich mich durch Kontrollbestimmungen zu Beginn des Versuches auf dem Gipfel und in einer Analysenprobe, die vier Monate später zur Untersuchung gelangte, überzeugte, fast ganz konstant war. Zudem wurden von diesem Käse nur ab und zu von Rainer beträchtlichere Quantitäten verzehrt. Der Roquefortkäse, auf den wir uns wegen des vorzüglichen Geschmackes besonders gefreut hatten, mußte leider aus dem Versuch ausgeschaltet werden, da in den verschlossenen Büchsen Gärungsvorgänge auftraten. Wir fanden jedoch mit den beiden anderen Käsesorten reichlich das Auslangen. Als vierte Speise für die Regelung der Stickstoffzufuhr führten wir noch eine sehr schmackhafte Gansleberkonserve von Michel in Straßburg ein, die sich während des ganzen Versuches vorzüglich bewährte und aus einem Gemisch von Gansleber, Fleisch, Fett, Reis und Wasser bestand. Sie war in Mengen von zirka 70 g abgefüllt und in Büchsen verlötet; sämtliche Büchsen stammten aus einer einzigen Herstellung, ihr Inhalt stellte einen vollständig homogenen Brei vor.

Viel Sorge machte uns durch geraume Zeit die Deckung des Bedarfes an Brot. Es ist natürlich im Stoffwechselversuch nicht zulässig, gewöhnliches gebackenes Brot einzuführen, falls man nicht von

diesem tägliche Analysenproben aufbewahrt und dann verarbeitet. Aber auch dann bleibt der wesentlich verschiedene Wassergehalt der einzelnen Teile des Brotes und die wechselnde Menge von Brotrinde die mitverzehrt wird, immer noch eine bedenkliche Komplikation im Versuch. Ganz besonders schwierig, wenn nicht unzulässig, gestaltet sich daher die Verwendung von Brot bei Versuchen auf dem Monte Rosa. Wir versuchten daher, das vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein empfohlene Konservenbrot, das sich als sehr schmackhaft erwies. Es zeigte sich jedoch dabei, daß auch dessen Wassergehalt kein gleichmäßiger ist und daß dessen Haltbarkeit bei der bisherigen Art der Herstellung trotz der Einlötung in Blechbüchsen eine recht beschränkte ist. Wir fanden Musterbüchsen, die wir einige Monate nach Erhalt eröffneten, teilweise verschimmelt. Es blieb daher nichts anderes übrig, als auf die Brotkonserve und das Brot überhaupt ganz zu verzichten. Auch von der Verwendung von Zwieback sahen wir nach den Resultaten eines Vorversuches ab. Wir entschlossen uns daher schließlich, den ganzen Brotbedarf durch Biskuits zu decken. Von diesen nahmen wir zweierlei Art mit, nämlich ein Kaffeebrot von Hildebrandt in Berlin und Albertbiskuits von Thiele in Berlin. Obwohl wir an manchen Tagen, der Forderung nach Deckung des Kalorienbedarfes gehorchend, große Quantitäten davon verzehren mußten, täglich aber mindestens 200 g Biskuit aßen, erregten sie bei uns nie Widerwillen.

Die Frage der Butter machte uns ebenfalls einige Sorgen. Es wollte keine Firma garantieren, daß die Butterkonserve trotz des Sommertransportes durch Italien $\frac{3}{4}$ Jahre halten werde. Wir entschlossen uns daher, ganz auf eine solche zu verzichten und jeweils ein gutdurchgeknetetes Butterquantum zu kaufen und hiervon alle Male eigene Analysenproben zu verarbeiten.

Nach unseren Erfahrungen im Hochgebirge legten wir besonderen Wert auf die Einführung von Suppen in das Kostprogramm und es verging auch kein Tag während der ganzen Versuchsserien, an dem wir nicht Suppen gegessen hätten. Die Möglichkeit, auf diese Weise am Monte Rosa, wo man doch ganz auf Eisschmelzwasser angewiesen ist, einen guten Teil des erforderlichen Flüssigkeitsquantums in angenehmer Form decken zu können, wie auch die Schmackhaftigkeit, die man der Suppe verleihen kann, ließen deren Verwendung besonders zweckmäßig erscheinen. Wir sahen auch hiebei auf die Möglichkeit genügender Abwechslung und sorgten daher für einen Vorrat an Erbsensuppe, Gerstensuppe und Reibteigsuppe. Die Reibteigsuppe wurde aus getrocknetem Eierteig und Maggis Bouillonkapseln, beziehungsweise trockenem Bouillonextrakt hergestellt, wozu uns die Firma Maggi in zuvorkommenster Weise ihre vorzüglichen Suppenkonserven kostenlos zur Verfügung stellte, die aus einer einzigen Herstellung stammten und daher auch vollständig homogen waren. Es ist gewiß nicht überflüssig, hervorzuheben, daß uns dieser Teil der Mahlzeit jedesmal ganz besonderes Behagen bereitete.

Außer diesen Hauptspeisen war auch für Zuspeisen Vorsorge getroffen, die teils als Kalorienspender, teils als Anregungsmittel eingeführt wurden. Hieher gehören die Trockenkartoffeln von der Hohenlohe'schen Nahrungsmittelfabrik in Berlin, die zur Herstellung von Kartoffelpüree dienten, Maccaroni, Reis, ferner Pflaumenmus (österreichischer Powidl), Preiselbeeren, letztere beide in Blechbüchsen, ferner Schnittbohnen und Erbsen als Dörrgemüse und endlich Essig und Senf. Für das Frühstück war außerdem mit Thee und Orangenmarmelade (von Lenzburg, Schweiz) vorgesorgt. Als energiespendende Zulagen bei Marschversuchen sollten speziell Butter, Zucker und Schokolade verwendet werden. Unser Kostprogramm näherte sich also ziemlich dem eines Alltagshaushaltes. Als Getränk diente bei allen Versuchen auf dem Monte Rosa ausschließlich das durch Schmelzen von Eis gewonnene Wasser. Bei den Versuchen an anderen Orten hatten wir natürlich Brunnenwasser zur Verfügung. Das Eiswasser machten wir uns in Form von Tee genießbarer. Es ist gewiß gegenüber gegenteiligen Angaben nicht überflüssig zu erwähnen, daß wir während mehr als Monatsfrist unseren gesamten Flüssigkeitsbedarf mit Schmelzwasser deckten, ohne hiedurch auch nur die leiseste Störung in unserem Befinden herbeizuführen. Auch für einen kleinen Vorrat an Wein trugen wir in den Versuchen am Monte Rosa Vorsorge. Jedoch genossen nur zwei von uns ab und zu ganz geringe Mengen.

Da die Kost dem Geschmacke von fünf Versuchspersonen anzupassen war, mußte uns daran gelegen sein, sie so zu wählen, daß sich nicht etwa später bei dem einen oder anderen Teilnehmer eine

Abneigung gegen eines der Nahrungsmittel einstellen werde. Eine solche wäre imstande gewesen, das ganze Versuchsprogramm umzustößen. Es war daher nötig, auf die Auswahl der Nahrungsmittel, deren Haltbarkeit und Bekömmlichkeit ein so großes Augenmerk zu richten. Natürlich war dabei nie außer acht zu lassen, daß die Kost einer quantitativen Untersuchung zugänglich sei und diese auch quantitativ ohne Verluste oder Reste aufgegessen werden könne. Dieser Anforderung genügten, wie die Erfahrung zeigte, die ausgewählten Nahrungsmittel in vollem Umfange.

Die sämtlichen erwähnten Nahrungsmittel wurden in Serien von Analysen zu Beginn und Ende des Versuches untersucht, wobei zum Beispiel von den Fleischkonserven, bei denen es besonders wichtig war, sich von der Gleichartigkeit der Herstellung durch die Fabrik zu versichern, im ganzen etwa 30 Büchsen zur Untersuchung gelangten. Eine Reihe weiterer Analysen erwuchs aus dem Umstande, daß einige der für den Nachversuch in Wien zurückbehaltenen Nahrungsmittel aus dem Depot entwendet wurden und die hierfür zum Ersatz bestellten analogen Konserven neuerdings auf Homogenität und Zusammensetzung untersucht werden mußten. Bezüglich der Fleischkonserve wäre noch zu erwähnen, daß die Büchsen ein wesentlich verschiedenes Bruttogewicht aufwiesen, sie enthielten jedoch trotzdem quantitativ dieselben Mengen von Stickstoff, Fett und Kalorien. Der Unterschied im Gewicht war also nur auf größeren oder geringeren Wasserverlust der Konserve bei der Herstellung zurückzuführen, was für uns jedoch gleichgültig war, da jede Büchse vor der Mahlzeit gewogen wurde.

Zur Feststellung des Stoffwechsels der einzelnen Versuchspersonen sollte der ganze große Versuch mit einer Stoffwechselversuchsserie im Sommer in der Ebene eingeleitet werden, für den eine Woche in Aussicht genommen war und der natürlich mit genau derselben Kost wie sämtliche späteren Versuche durchzuführen war. Hieran hatte sich dann der eigentliche Versuch in der Capanna Margherita auf dem Gipfel des Monte Rosa in 4560 *m* Höhe anzuschließen. Zu diesem Zweck sollten sich aber zwei der Versuchsteilnehmer möglichst unvermittelt aus der Ebene auf den Gipfel begeben, während zwei andere Mitglieder der Expedition sich vorher zu trainieren hatten, also bereits vorbereitet auf den Gipfel gelangen sollten. Wir wollten damit unsere Fragestellung erweitern und einen Einblick gewinnen, wie sich die einzelne Person beim jähen Übergange aus der Ebene ins höchste Hochgebirge verhält; wir konnten hoffen festzustellen, ob hierbei heftigere Stoffwechselstörungen auftreten.

Durch den Stoffwechselversuch auf dem Monte Rosa waren verschiedene Fragen zur Entscheidung zu bringen, dementsprechend mußte der Aufenthalt daselbst in mehrere Abschnitte zerlegt werden. Vorerst sollte von allen Teilnehmern gemeinsam und unter denselben Verhältnissen bei Körperruhe nur unter Ausführung der im täglichen Leben, bei Zimmeraufenthalt unvermeidlichen Bewegungen ein Ruhestoffwechselversuch durchgeführt werden. Parallel mit uns sollte ein Versuchsteilnehmer am Fuße des Monte Rosa, in Alagna, einen analogen Stoffwechselversuch ausführen. Der Ruheperiode hatte sich eine Arbeitsperiode anzureihen, die zur Feststellung des Einflusses täglicher, verschieden großer körperlicher Arbeit auf den Stoffumsatz in diesen Höhen dienen sollte. Dabei war die Arbeit bei den Versuchsteilnehmern so zu regeln, daß zwei derselben täglich eine annähernd gleich große körperliche Arbeit in Form eines Marsches von vier bis fünf Stunden unter Überwindung einer Steigung von rund 1000 *m* auszuführen hatten, während die beiden anderen Versuchsteilnehmer nur halb so weite Wege zurücklegen durften. Gleichlaufend damit waren auch für die Versuchsperson in Alagna während derselben Tage Versuchsmärsche, also ein Arbeitsstoffwechselversuch in Aussicht genommen.

Um eine eventuelle Nachwirkung schwerer oder selbst leichter körperlicher Arbeit feststellen zu können, war anschließend eine Übergangsperiode gedacht, die eventuelle Veränderungen im Ruhestoffwechsel gegenüber der ersten Ruheperiode erkennen lassen mußte.

Bis zu diesem Zeitpunkte mußte wie bei der Durchführung der Vorversuche in Wien die Zufuhr von Stickstoff bei allen Teilnehmern täglich in derselben Höhe gehalten werden, wie sie der Gewohnheit des einzelnen im Alltagsleben außerhalb des Stoffwechselversuches entsprach. Im Hinblick auf die zu erwartenden Veränderungen im Stickstoffumsatz beim Aufenthalt im Hochgebirge sollte in der sich nun

anschließenden Versuchsperiode wie auch im weiteren Verlauf bei zweien der Teilnehmer eine weitgehende Reduktion der Eiweißzufuhr eintreten und die Einstellung auf ein niedrigeres Stickstoffgleichgewicht erstrebt werden, um feststellen zu können, ob auch bei einer so verminderten Zufuhr noch ein Stickstoffansatz nachzuweisen sei.

Unter diesen Verhältnissen sollte nun schwere körperliche Arbeit geleistet werden und dabei sämtliche, auch die als recht schwierig bekannten Gipfel der Monte Rosa-Gruppe im Stoffwechselversuch begangen werden. Während dieser Periode sollte auch der Versuchsteilnehmer in der Talstation den Aufstieg zum Monte Rosa unternehmen und wieder in das Tal zurückkehren, so daß in dieser Versuchsserie Ergebnisse über die Arbeit unter dreierlei verschiedenen Versuchsbedingungen zu erwarten waren.

Auch an diese Versuchsserie hatte sich eine Periode unter körperlicher Ruhe anzureihen, die wieder der Feststellung eventueller Nachwirkungen dienen sollte. Anschließend war noch eine Schlußperiode auf dem Monte Rosa gedacht, um einen Vergleich zwischen dem Stoffwechsel am Beginn und am Ende des Höhengaufenthaltes ausführen zu können und eventuelle Anpassungserscheinungen zu erkennen.

Dem weiteren Versuchsplan zufolge mußte mit der Stunde des Abschlusses dieser Periode der Abstieg nach Alagna angetreten werden, um daselbst noch einen Ruhestoffwechselversuch zur Klärung der Nachwirkung des Hochgebirgsaufenthaltes auszuführen. Es schien dies zweckmäßiger als etwa noch weiter bis in die Poebene abzusteigen, da ein Versuch daselbst durch die große dort herrschende Hitze kein klares, direkt vergleichbares Bild hätte liefern können und auch die lange Fahrt von Alagna bis zur Tiefebene die Unmittelbarkeit des anschließenden Versuches gestört hätte.

Als Kontrolle zu den Sommersversuchen war des weiteren eine Stoffwechselreihe im Winter in Wien geplant in der sowohl Arbeits- als Ruhestoffwechsel zu untersuchen war. Dadurch schien es möglich, einerseits einen Vergleich zwischen dem Umsatz bei derselben Ernährung in den heißen Sommertagen des Juli gegenüber denen des Winters durchführen zu können, anderseits wieder unter Temperaturen und Verhältnissen in der Ebene zu arbeiten, wie sie während des Sommers auf dem Monte Rosa bestehen. Auch die Versuchsmärsche, die im Winter in Wien auf Schnee im selben Ausmaße wie auf dem Monte Rosa auszuführen waren, mußten direkt vergleichbares Material mit den auf dem Gipfel gewonnenen Resultaten geben. Um aber für die Verhältnisse des Alltagslebens entscheiden zu können, inwieweit die Einwirkung des Höhenklimas bei Sommerstationen in Betracht kommt, die man als sogenannte Sommerfrischen aufzusuchen pflegt, und inwieweit dort eintretende Änderungen im Stoffwechsel etwa auf die daselbst herrschende niedere Temperatur gegenüber der Ebene zurückzuführen seien, war anschließend an den Winterversuch in Wien ein Ruhestoffwechselversuch auf dem Semmering in Aussicht genommen, nach dessen Abschluß noch eine kurze Nachwirkungsperiode in Wien zur Analyse gelangen sollte, um das eventuelle Abklingen der reinen Höhenwirkung beobachten zu können.

Der Stoffwechselversuch sollte sich diesmal jedoch nicht bloß wie meist bisher auf die Bestimmung des Stickstoff-, Fett- und Kalorienumsatzes erstrecken, sondern auf wesentlich breiterer Basis aufbauen. Die Anschauung, daß im Hochgebirge unter dem Einflusse des Sauerstoffmangels ein veränderter Eiweißabbau stattfindet und speziell im Harn Aminosäuren auftreten, gibt dazu Veranlassung, dem Stickstoffumsatz näherzutreten und gesonderte Analysen der wichtigsten Bestandteile des Harns und des Kotes auszuführen. Demnach sollte die Stickstoffverteilung im Harn durch Analyse des Gesamtstickstoffes, ferner jener von Harnstoff, Harnsäure und Ammoniak bestimmt werden, um dadurch den Reststickstoff berechnen zu können, und ferner war gesondert auf das Vorhandensein von Aminosäuren zu prüfen.

Außerdem wollten wir den Salzstoffwechsel ins Auge fassen, um Besonderheiten im Eiweißstoffwechsel, beziehungsweise der Frage nach der Form, in der der Stickstoff zurückgehalten wird, näherzutreten. Deshalb wollten wir auch in der Kost wie in sämtlichen Ausscheidungen Phosphor, Schwefel, Calcium und Magnesium bestimmen. Die Absicht, auch Eisen, Natrium und Kalium mit in die

Analysen einzubeziehen, wurde jedoch aufgegeben, da dies, wie später ausgeführt werden wird, nur zu sehr unsicheren Ergebnissen hätte führen können.

Der Versuchsplan war aber mit dem beabsichtigten Stoffwechselversuche allein noch nicht abgeschlossen, sondern es wurde auch die Durchführung von Respirationsversuchen während sämtlicher Perioden in Aussicht genommen, um vor allem andern jene Lücken auszufüllen, die Zuntz und ich auch im Jahre 1903 noch offenlassen mußten. So war die Frage nach dem Einflusse, den die Temperatur auf dem Monte Rosa auf die Größe des Gaswechsels ausübt, zu untersuchen und eine eventuelle Nachwirkung des vorangegangenen Höhengaufenthaltes bei einem plötzlichen Abstieg in die Tiefe festzustellen, wobei zu beachten ist, daß die Höhendifferenz zwischen dem Gipfel und Alagna nahezu 3300 *m* beträgt. Auch die Frage nach der Größe des Arbeitsgaswechsels schien noch einiger wesentlicher Ergänzungen zu bedürfen, was sich nach Abschluß meiner Versuche auf der Sporner Alpe ergeben hatte. Es war daher nötig, neuerlich Horizontalkomponenten in größerer Höhe zu bestimmen und neue Beiträge über den Aufwand bei der Steigarbeit zu liefern. Jedenfalls schien es auch wertvoll, an jenen Personen den Gaswechsel in den großen Höhen zu beobachten, die schon bei der früheren Expedition untersucht worden waren, ferner mußten doch neuerlich Respirationsversuche ausgeführt werden, um den Erfolg des Aufenthaltes bei so lange ausgedehntem Verweilen auf dem Gipfel erkennen zu können und dabei zu verfolgen, ob Anpassungen an das Höhenklima hiebei eintreten. Die Versuchsperioden der früheren Autoren, ausgenommen den Versuch von Zuntz und mir, hatten ja auf dem Monte Rosa stets nur wenige Tage gedauert.

Wenn schon im Jahre 1903 unsere Anschauungen über den Zusammenhang zwischen bekannten klimatischen Faktoren und dem Gaswechsel dahin gediehen waren, daß es unwahrscheinlich sei, daß irgendeiner jener Faktoren, die bisher der messenden Beobachtung zugänglich sind, in sinnfälligem Zusammenhang mit den Erscheinungen des Gaswechsels stehe — ich sehe dabei natürlich von dem Absinken des Luftdruckes ab — so schien doch noch immer die Möglichkeit einer Abhängigkeit der Erscheinungen vom Potentialgefälle oder der Ionisation der Luft möglich, weshalb wir beabsichtigten, die Respirationsversuche mit exakten derartigen Messungen in Zusammenhang zu bringen. Endlich sollte die bereits von Mosso angeregte Frage über die Wirkung des Alkohols im Hochgebirge zur Untersuchung gelangen und damit im Zusammenhange auch der eigentümliche Einfluß des Höhenklimas auf geistige Leistungen untersucht werden. Es hatte nämlich ganz besonders Mosso uns gegenüber wiederholt hervorgehoben, daß man während des Aufenthaltes in der Capanna Margherita vergeßlicher sei und daß dabei das Namensgedächtnis auffallend leide. Wir wollten zu diesem Zweck die Leistung des Gehirns gegenüber Erinnerungsbildern und zwar in bezug auf die Erinnerung an vorher gegebene Zeitintervalle wie in bezug auf Zahlen- und Silbengruppen prüfen und endlich auch Bestimmungen über die Reaktionszeit ausführen.

Natürlich stand die Frage der Bergkrankheit mit im Vordergrund des Interesses und es hat sich — fast möchte ich sagen — dabei die Hoffnung erfüllt, daß Dr. Kolmer, der auch im Jahre 1901 auf dem Monte Rosa bergkrank geworden war, wieder bergkrank werde, so daß wir während unserer ganzen Versuchsserie einen bergkranken Teilnehmer zum Vergleich mitbeobachten konnten. Auch die Frage, ob es sich direkt nachweisen lasse, daß der Sauerstoffmangel die Ursache der Erscheinungen im Höhenklima sei, sollte in gesonderten Versuchen über die Oxydation reichlich eingeführter Traubenzuckermengen angeschnitten werden. Ferner schwebte uns die Tatsache vor, daß speziell Aggazzotti in letzter Zeit bei Versuchen im pneumatischen Kabinett, die er, ausgehend von der Mosso'schen Akapniethorie, an Affen und Menschen ausgeführt hatte, einen außerordentlich günstigen Einfluß erhöhter Zufuhr von Kohlensäure im Inspirationsgemisch nachwies. Es waren daher auch bei uns exakte Respirationsversuche mit verschiedenen Gasgemischen für den Gipfel in Aussicht genommen, zu deren Durchführung uns das k. u. k. Technische Militärkomitee in liebenswürdigster Weise einen großen Darmhautluftballon zur Verfügung stellte, der zur Anfertigung und Homogenisierung der großen Mengen nötiger Gasgemische dienen sollte.

Der Umstand, daß man auf der Capanna Margherita, besonders in den ersten Tagen des Aufenthaltes, unter Herzklopfen leidet und daß auch nicht selten Schwindelgefühl eintritt, wenn man längere Zeit in gebückter Stellung kauert oder arbeitet, veranlaßte uns schon im Jahre 1903 zu einer Diskussion darüber, ob nicht speziell beim Bücken die Verlagerung des Zwerchfells durch die Eingeweide und die dadurch bedingte Wirkung auf das Herz Störungen im Kreislauf hervorrufen. Bück- und Hockversuche sollten darüber Aufschluß geben.

Die Angaben über das Verhalten des Pulses bedurften weiteren Ausbaues. Ferner waren Beobachtungen über den Blutdruck nötig, da solche im Höhenklima und besonders in großen Höhen in einwandfreier Weise bisher fast gar nicht ausgeführt worden waren. Es wurde deshalb beides mit ins Versuchsprogramm aufgenommen. Dies schien auch darum nötig, weil es sich ja bei allen früheren Beobachtungen immer nur um kurze Aufenthalte in den großen Höhen gehandelt hatte, bei denen meist noch an eine Nachwirkung vorangegangener Arbeit zu denken war.

In den Jahren 1901 wie 1903 war uns besonders die Steigerung der Körpertemperatur in den ersten Tagen des Aufenthaltes auf dem Gipfel aufgefallen. Die Angaben über das diesbezügliche Verhalten lauten aber von verschiedenen Autoren recht widersprechend, weshalb wir tägliche Körpertemperaturmessungen ebenfalls in das Versuchsprogramm aufnahmen.

Für die Frage der Bergkrankheit und die eigentümliche Wirkung des Höheng Aufenthaltes überhaupt bildet einen gewiß nicht zu unterschätzenden Faktor die Sonnenstrahlung. Der größere Reichtum an Strahlen des kurzwelligen Teiles des Spektrums, die Menge reflektierten Lichtes, das vom Schnee zurückgeworfen auf den Körper auftrifft, schaffen Bedingungen, die von denen in der Ebene vollkommen abweichen. Übrigens hat ja erst in neuester Zeit die Untersuchung der Wirkung einer Bestrahlung des menschlichen Körpers mit Bogenlicht gezeigt, daß sich hierbei Veränderungen in Respiration, Blutdruck und Puls ausbilden. Auch treten auf dem Monte Rosa ganz gewaltige Differenzen in der wahren Lufttemperatur, wie sie das Aßmannsche Aspirationsthermometer anzeigt, und jenen, die am Sonnenscheinthermometer abgelesen werden können, auf, die natürlich noch umso größer ausfallen, wenn man das Sonnenscheinthermometer derart anbringt, daß es auch von reflektiertem Licht und reflektierten Wärmestrahlen mit beeinflusst wird. Differenzen von 50° C und mehr zählen im letzteren Falle gar nicht zu den Seltenheiten, während auch die vom frei aufgehängten Schwarzkugelthermometer angezeigte Temperatur von der wahren Lufttemperatur in der Sonne immerhin häufig noch um 40° C abweicht.

Zu den Bestimmungen über den Zustand der Atmosphäre und der Ermittlung der uns interessierenden meteorologischen Daten sollten daher auch noch Bestimmungen über die Temperaturverhältnisse an verschiedenen Stellen des Körpers in der Kleidung treten, die mit Hilfe des Galvanometers auf thermoelektrischem Wege auszuführen waren.

Die Einteilung der Versuchszeit in Perioden war natürlich durch den Stoffwechselversuch gegeben; über diese gibt nachfolgender Überblick Aufschluß.

Ruheversuch im Sommer in Wien, 8 Tage.

Ruheversuch auf dem Monte Rosa, 6 Tage.

Arbeitsversuch auf dem Monte Rosa $\left\{ \begin{array}{l} \text{kleine Arbeit} \\ \text{große Arbeit} \end{array} \right\}$ 6 Tage.

Nachwirkungsperiode (Ruhe) Monte Rosa, 3 Tage.

Große Märsche auf dem Monte Rosa $\left\{ \begin{array}{l} \text{bei stickstoffarmer} \\ \text{bei stickstoffreicher} \end{array} \right\}$ Kost, 3 Tage.

Nachwirkung der großen Märsche $\left\{ \begin{array}{l} \text{bei stickstoffarmer} \\ \text{bei stickstoffreicher} \end{array} \right\}$ Kost, 3 Tage.

Ergebnisse der Monte Rosa-Expedition.

9

Schlußperiode auf dem Monte Rosa (Ruhe)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{bei stickstoffarmer} \\ \text{bei stickstoffreicher} \end{array} \right\}$	Kost, 3 Tage.
Abmarsch nach Alagna	$\left\{ \begin{array}{l} \text{stickstoffarme} \\ \text{stickstoffreiche} \end{array} \right\}$	Kost, 1 Tag.
Übergangstag in Alagna	$\left\{ \begin{array}{l} \text{stickstoffarme} \\ \text{stickstoffreiche} \end{array} \right\}$	Kost, 1 Tag.
Ruheversuch in Alagna	$\left\{ \begin{array}{l} \text{stickstoffarme} \\ \text{stickstoffreiche} \end{array} \right\}$	Kost, 4 Tage.
Arbeitsversuch in Wien im Winter . .	$\left\{ \begin{array}{l} \text{stickstoffarme} \\ \text{stickstoffreiche} \end{array} \right\}$	Kost, 4 Tage.
Ruheperiode in Wien im Winter . . .	$\left\{ \begin{array}{l} \text{stickstoffarme} \\ \text{stickstoffreiche} \end{array} \right\}$	Kost, 4 Tage.
Ruheversuch auf dem Semmering . .	$\left\{ \begin{array}{l} \text{stickstoffarme} \\ \text{stickstoffreiche} \end{array} \right\}$	Kost, 4 Tage.
Nachwirkung nach dem Semmeringaufenthalt in Wien, Ruhe	$\left\{ \begin{array}{l} \text{stickstoffarme} \\ \text{stickstoffreiche} \end{array} \right\}$	Kost, 3 Tage.

Ruheversuch in Alagna, 6 Tage.

Arbeitsversuch in Alagna, 6 Tage.

Nachwirkungsversuch Alagna. Aufstieg zum Monte Rosa-Gipfel, 3 Tage.

Nachwirkung Alagna, 3 Tage.

Ruheversuch in Alagna, 6 Tage.

Dieses Versuchsprogramm, das auch wirklich, und zwar an allen Personen fast vollständig zur Ausführung gelangte, unter genauer Einhaltung ein und derselben Kost, mußte ein klares Bild über die Stoffwechselverhältnisse in verschiedenen Höhen geben; auch konnten wir hoffen, einen Einblick in den Symptomenkomplex der Bergkrankheit zu gewinnen.

Die Versuche in Wien geben einen Einblick in das Verhalten in der Ebene im Sommer und im Winter, der Versuch in Alagna und auf dem Semmering gestattet Rückschlüsse auf das Verhalten in einer Höhe von 1000, beziehungsweise 2000 *m* im Sommer und im Winter. Daran gliedern sich die Beobachtungen auf dem Monte Rosa, entsprechend einem Aufenthalt in 4560 *m* Höhe bei Winterkälte, dem als Gegenstück die Versuche in Wien im Winter, also in der Ebene gegenüberstehen. In allen diesen Beobachtungszeiten wurden die Bedingungen bis ins kleinste Detail möglichst gleichgehalten, ja es wurden sogar dieselben Kleider getragen, obwohl die krassesten Temperaturdifferenzen bestanden. Während des besonders strengen Winters 1906/07 arbeiteten wir zum Beispiel in Wien bei -22°C , also bei Temperaturen wie auf dem Monte Rosa im Freien. Demgegenüber steht die Fahrt durch die heiße italienische Ebene in der Mittagshitze des wolkenlosen 4. August, an die sich zwei Tage später bereits der Aufenthalt in der Eisregion des Monte Rosa schloß.

Unsere Versuche reihen sich innig an die Stoffwechselversuche von Zuntz und seinen Mitarbeitern in Brienz und auf dem Brienzer Rothorn in 500, beziehungsweise 2200 *m* an, wie sie auch die unmittelbare Fortsetzung der Respirationsversuche vorstellen, die diese daselbst und später Zuntz und ich auf dem Monte Rosa-Gipfel und in Col d'Olen ausführten. Hierher gehören dann auch meine Respirationsversuche

vom Bilkengrat und von der Sporner Alpe zwischen 1400 und 2400 *m*, so daß nun ein ganz geschlossener Komplex von Tatsachen vorliegt, der deshalb um so wertvoller erscheint, als bei diesen Arbeiten zum Teil dieselben Versuchspersonen tätig waren und in den Hauptumrissen die nämlichen Versuchsmethoden verwendet wurden. Diesem Überblick soll ein kurzer Rückblick auf die für den Aufenthalt im Höhenklima aufgeworfenen Fragen angeschlossen werden.

1. Der Gesamtstoffwechsel bei Ruhe und Arbeit unter Aufstellung der Bilanz über Stickstoff, Eiweiß, Fett, Kalorien, Phosphor, Schwefel, Calcium und Magnesium.
2. Die Ausnützung der Kost bei Ruhe und Arbeit.
3. Verteilung des Stickstoffs und Schwefels im Harn.
4. Verhalten des Körpergewichtes.
5. Wirkung eines Aufstieges aus der Ebene zum Gipfel.
6. Verhalten von Blutdruck, Puls und Pulskurve und Körpertemperatur.
7. Reaktionszeit, Unterscheidungszeit und Erinnerungsbilder.
8. Wirkung des Alkohols auf die Reaktionszeit, auf Erinnerungsbilder und auf Puls und Blutdruck.
9. Verhalten des Gaswechsels bei Ruhe und Arbeit.
10. Höhe der alveolaren Tension und Größe der Vitalkapazität.
11. Einfluß von Gasgemischen auf den Gaswechsel.
12. Hock- und Bückversuche über die Wirkung der Verlagerung des Zwerchfelles.
13. Versuche über die Oxydation eingeführter Traubenzuckermengen.
14. Verhalten der Wärmeleitung durch die Kleider, Verhalten der Temperatur an der Körperoberfläche.
15. Meteorologische Messungen (Barometerstand, wahre Lufttemperatur, Wärmestrahlung, absolute relative Feuchtigkeit, Ionisation der Luft).

Trotz der umfangreichen Arbeit, die der Stoffwechselversuch an und für sich erforderte, konnte nahezu das ganze Programm absolviert werden. Nur die Versuche über die Erinnerungsbilder mußten mangels an Zeit und genügender Ruhe in der Hütte ausgelassen werden, auch entfielen die Versuche über die Alkoholeinwirkung auf den Puls infolge der dauernden Indisposition Dr. Kolmer's, dem diese übertragen waren. Sie wurden nur unzulänglich bearbeitet. Endlich mußte auch ich selbst von den Versuchen über die Gasgemische vollständig Abstand nehmen; da die Analysen der Gase, die Berechnung des täglichen Kostprogramms und die Feststellung und Verteilung der täglich von den einzelnen auszuführenden Arbeiten sehr viel Zeit in Anspruch nahmen auch die Kontrolle des ganzen Versuches, speziell das Nachwägen in Stichproben, die Verifizierung der Versuchsprotokolle, die Versorgung von Harn und Kot etc. gestalteten sich ungemein zeitraubend. Trotz einer täglichen Arbeitszeit von etwa 15 Stunden, die wir während des Gipfelversuches einhielten, war es daher unmöglich, auch diese Fragen noch in Angriff zu nehmen. In der Hauptsache war die Arbeit auf die übrigen Teilnehmer folgendermaßen verteilt:

Reichel sollte das Hauptprotokoll führen, ferner die meteorologischen Beobachtungen und die thermoelektrischen Versuche bearbeiten. — Die Untersuchungen über Puls und Blutdruck waren Kolmer übertragen und Rainer hatte nicht nur immerwährend die Liebenswürdigkeit, uns die Arbeit in der Küche abzunehmen, sondern beteiligte sich auch ganz besonders an den thermoelektrischen Messungen Reichel's und bei den Reaktionszeitversuchen.

II.

Teilnehmer und Verlauf der Expedition.

Wie erwähnt, sollten an der Expedition nur Personen teilnehmen, von denen vorauszusetzen war, daß sie den körperlichen Strapazen, die der Versuch forderte, gewachsen seien. Körperliche Rüstigkeit und ein gesunder Magendarmtrakt, vor allem aber auch eine gewisse normale Regelmäßigkeit in der Kotentleerung mußten Voraussetzung sein. Ferner sollten die Teilnehmer auch über hinreichende touristische Übung verfügen, um selbst schwierige Touren während der Arbeitsperiode ohne Gefahr für Leben und Gesundheit ausführen zu können. In bezug auf die Kost forderte der Stoffwechselversuch trotz der sorgfältigen Auswahl der Nahrungsmittel natürlich auch von jedem einzelnen eine gewisse Anspruchselosigkeit, da es doch nicht jedermanns Sache ist, durch mehrere Wochen unter dem Mangel fast aller Bequemlichkeit eine aufgezwungene Kost konsequent und täglich quantitativ aufzuessen. Die Erfüllung dieser Bedingungen mußte die Grundlage für das ganze Experiment bilden, sollten nicht an Stelle normaler Verhältnisse Erscheinungen studiert werden, welche durch allerlei schwer zu analysierende Störungen, die mit dem eigentlichen Versuch nichts zu tun haben, ausgelöst waren. Dementsprechend mußte auch in dem Versuch auf peinlichste Ordnung und Disziplin Rücksicht genommen werden, damit persönliche Reibungen, wie sie so zutreffend von Arnold in Hannover als Alpenkoller bezeichnet wurden, von vornherein ausgeschlossen blieben und auch Änderungen in der Ausnützung der Kost infolge etwaiger psychischer Störungen und Mißstimmungen nicht zu gewärtigen waren. Es ist dies ein Umstand, auf den gerade beim Arbeiten in der Höhe ganz besonders Rücksicht genommen werden muß, da sich hierbei auffallend leicht persönliche Mißstimmungen geltend machen, die man in der Ebene auf den Wegfall von Hemmungen beziehen würde. In der Höhe ist wohl wahrscheinlicher an eine Verlagerung der Reizschwelle zu denken. Beim Aufenthalt im Hochgebirge wirken ja dauernd eine ganze Summe von Unterschwellenreizen, wie sie infolge körperlicher Überanstrengung, Ermüdung und Vermissen des täglichen Behagens gegeben sind. Aber auch somatische Erscheinungen sind in Betracht zu ziehen, zum Beispiel Herzklopfen und Kopfschmerzen, Erscheinungen, die während der ersten Zeit des Aufenthaltes regelmäßig beobachtet werden. Auffallenderweise bildeten sich übrigens im Laufe der Versuche des Jahres 1906 ganz ähnlich wie im Jahre 1903 bei uns Zahnschmerzen aus, die sich trotz steter, regelmäßiger Zahnpflege einstellten. Auch rheumatische Schmerzen können natürlich ganz leicht auftreten und ich erinnere mich noch mit größtem Unbehagen an einen Morgen des Sommers 1903, an dem Zuntz mit mir allein in der Hütte weilte und beim Erwachen über Seitenstechen klagte, wobei er der Vermutung Ausdruck gab, es käme bei ihm eine Pleuritis zum Ausbruch, was natürlich sofort die Erinnerung an den Tod des Dr. Jacottet auf dem Refuge Vallot erweckte.

Sämtliche Teilnehmer unserer Expedition waren an die Verhältnisse im Hochgebirge und speziell an den Aufenthalt in den Schutzhütten wohl gewöhnt und geübte Alpinisten. An unseren Versuchen beteiligten sich die folgenden Herren:

Ingenieur R. Sterner-Rainer, 23 Jahre alt, 62 kg schwer, 176 cm groß, ein ungemein sehnig gebauter, muskelkräftiger junger Mann, in vollem Training befindlicher Turner, der oft führerlose Touren in den Ostalpen ausgeführt hatte. Vor dem Aufstieg zum Monte Rosa trainierte er sich neuerlich fürs Gebirge durch Touren in den Stubai-Alpen. Er war häufig in Höhen über 3000 m gekommen, hatte aber noch nie 4000 m Höhe erreicht. Er schloß sich uns aus Vergnügen an der Expedition an, ohne selbst an der wissenschaftlichen Bearbeitung der Resultate teilzunehmen. Sein Versuchsprotokoll führte er in geradezu musterhafter Weise und verpflichtete uns auch dadurch zu großem Dank, daß er uns die ganze Besorgung der Küche abnahm.

Dr. H. Reichel, Assistent am Hygienischen Institut in Wien, 30 Jahre alt, 182 *cm* groß, 78 *kg* schwer, ebenfalls an Touren in den Alpen gewöhnt, die er teilweise in Gemeinschaft mit Dr. Rainer ausgeführt hatte. Turner, kräftig gebaut, von massivem Knochenbau, wenn auch relativ nicht so muskulös wie Dr. Rainer; von sehr mäßigem Fettpolster. Er sollte den Aufstieg zum Monte Rosa untrainiert aus der Ebene antreten.

Privatdozent Dr. W. Kolmer, Assistent am Physiologischen Institut der Hochschule für Bodenkultur in Wien, 167 *cm* groß, 75 *kg* schwer, 27 Jahre alt, geübter Alpinist, hatte bereits die Versuche im Jahre 1901 auf dem Monte Rosa mitgemacht, war damals 6½ Tage auf dem Gipfel gewesen und während dieser Zeit an der Bergkrankheit erkrankt. Auch bei einer späteren Besteigung des Mont Blanc stellten sich bei ihm die Symptome der Bergkrankheit ein. Kolmer hat zahlreiche Touren in den Ost- und Westalpen ausgeführt und war oft bis in Höhen über 4000 *m* gekommen. Er ist von kräftigem Körperbau und besitzt ausgiebiges Fettpolster. Bei einer mäßig anstrengenden Tour auf die Raxalpe, die Durig mit ihm vor der Expedition zur Erprobung ausführte, erwies er sich von mittelmäßiger Leistungsfähigkeit und ermüdete dabei stark. Auch bei sämtlichen Versuchsmärschen zeigte sich Kolmer als nicht besonders ausdauernd. Im Gegensatz zu der Expedition 1901, bei der er der touristisch leistungsfähigste Teilnehmer war und als hervorragend kräftig bezeichnet wurde, muß er uns gegenüber als der weitaus am wenigsten Leistungsfähige klassifiziert werden. Kolmer hatte sich daher vor dem Aufstieg auf den Monte Rosa kräftig trainiert, wozu er einige Touren in der Schweiz ausführte.

Prof. Dr. A. Durig, 33 Jahre alt, 59 *kg* schwer, 172 *cm* groß, von Jugend auf als führerloser Alpinist trainiert und speziell an Dauerleistungen und sehr schnelles Marschtempo gewöhnt, muskelkräftig und von ganz geringem Fettpolster, war im Jahre 1903 durch 18 Tage auf der Capanna Margherita gewesen, ohne Erscheinungen von Bergkrankheit zu zeigen, kehrte damals unter Zunahme des Körpergewichtes, bei vollem Wohlbefinden und erhöhter physischer Leistungsfähigkeit vom Monte Rosa zurück. Durig war außerdem auf vielen Gipfeln über 3000 *m* gewesen. Er sollte untrainiert zum Gipfel aufsteigen.

Für die Talstation war Prof. Dr. W. Caspari, 34 Jahre alt, 173 *cm* groß, 78 *kg* schwer, in Aussicht genommen. Caspari hatte ebenfalls an der Expedition 1901 teilgenommen, war aber während des Aufenthaltes auf der Capanna Margherita schwer bergkrank geworden. Caspari kann als ausdauernder Fußgänger gelten, jedoch fehlt ihm alpinistische Übung und Training, in bezug auf die Kost kann er wohl als der anspruchsvollste der Teilnehmer der Expedition gelten. Auch die Regelmäßigkeit seiner Kotentleerung ließ zu wünschen übrig. Gegenüber 1901 hatte sich seine Konstitution durch Ansatz eines kräftigen Fettpolsters wesentlich geändert.

Der Reihenfolge der Leistungsfähigkeit nach würden die Versuchspersonen etwa in folgender Weise anzuordnen sein, und zwar als muskelkräftigster zuerst Dr. Rainer, diesem gleich oder ganz nahe stehend Durig, dann würde Dr. Reichel und als wesentlich weniger leistungsfähig Kolmer folgen. Hinter Kolmer wäre dann der für den Talversuch in Aussicht genommene Caspari einzureihen. Es dürfte nicht uninteressant sein, im Hinblick auf eine Angabe Rubner's in seinem Buch über Volksernährungsfragen das Verhalten des Körpergewichtes zur Körpergröße der Versuchspersonen näher zu beleuchten, da deren Leistungsfähigkeit ja während des lange dauernden Stoffwechselversuches genau erkannt werden konnte. Rubner¹ schreibt nämlich: »Die körperliche Beschaffenheit muß eine eingehende Berücksichtigung finden, wenn es sich um die Werteinschätzung einer Kost handelt. Wir wollen als Folge einer richtigen Ernährung einen proportionierten muskelreichen Körper. Wie in allen Dingen wird man sich nach einem Kriterium, das ja gewisse Breiten der Schwankungen zulassen muß, umsehen müssen. Es wäre schon sehr viel gewonnen, wenn man bei Beurteilung solcher Fragen wenigstens Körpergröße und Gewicht festzustellen sich bemüht hätte. Bornhardt gibt zur Beurteilung der Körperkonstitution folgende

¹ Volksernährungsfragen. Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft, 1908, p. 59.

Formel: Wenn H = Körpergröße, C = mittlerer Brustumfang, P = das Gewicht: so wird $P = \frac{HC}{240}$ im

Mittel, für Schwächliche $P = \frac{HC}{209 \cdot 8}$.

Sucht man also den Ausdruck für die Konstitution, so kann man auch schreiben $x = \frac{HC}{P}$, wobei für die Werte für x den Zahlen 240, 210 usw. entsprechen.

Manche Lebensversicherungen lassen es sich zur Richtschnur dienen, Personen, welche weniger als 340 und mehr als 530 g pro 1 cm Körperlänge wiegen, als Minderwertige zu betrachten; das sind allerdings horrende Extreme. Nach unserer Meinung ist das Fettpolster, welches einer Gewichtsmenge von 490 g pro 1 cm entspricht, schon recht reichlich und eine Magerkeit von 393 g pro 1 cm eine nicht unbeachtliche und sicherlich erheblich unter dem Mittel der optimalen Entwicklung stehende. In der Tat wäre es wichtig, die Frage nach dem wahren Normalgewichte bei gesunden Erwachsenen einer eingehenden Prüfung zu unterziehen . . .«.

Es sollten also Werte von 340 g pro 1 cm und 530 g pro 1 cm, wie Rubner sich ausdrückt, »horrende Extreme« sein. Wie fallen aber nun die Quotienten bei uns aus?

Durig	343 g pro 1 cm
Rainer	352 »
Reichel	429 »
Caspari	451 »
Kolmer	455 »

Rainer und Durig liegen ganz an dem untern »horrenden Extrem«, und erst Reichel steht über der »sicher schon beträchtlichen Magerkeit« von 393 g pro 1 cm, die einen Menschen als unter der optimalen Entwicklung stehend kennzeichnet. Nichtsdestoweniger sind aber Rainer und Durig die körperlich leistungsfähigsten von allen fünf. Nimmt man Durig und Rainer als gleich an, so folgen Reichel, Caspari und Kolmer in der Reihe der Marschleistungsfähigkeit, wobei Kolmer und Caspari wohl ohne alle Frage die am wenigsten leistungsfähigsten sind, während Rainer wie Durig wohl wesentlich über dem Durchschnitt selbst geübter Touristen einzureihen sein dürfen. Derartige Figuren wie die genannten trifft man in unseren Gegenden ganz speziell bei Sportsleuten mit kräftig trainierter Muskulatur, denn ein geringes relatives Körpergewicht beweist eben noch lange nicht eine ungenügende Ausbildung der Muskulatur oder geringe körperliche Leistungsfähigkeit, sowohl was schwere als auch schnelle Arbeit betrifft.

Es trug zum Beispiel Durig wiederholt und wieder vor ganz kurzer Zeit 12 bis 18 kg Last in 50 Minuten über 800 m absoluter Steigung auf einem Weg, der sonst für mehr als zwei Stunden veranschlagt wird. Dasselbe würde Rainer leisten und beide haben Tagesleistungen von 20 Marschstunden und darüber hinter sich. Aber auch für eine Körperarbeit mit den oberen Extremitäten würden beide bei entsprechendem Training gewiß nicht weniger als Durchschnittsmenschen leisten können. Es sei dies erwähnt, da unsere Aufstellung gerade die gegenteilige Reihenfolge ergibt, als man nach dem Quotienten erwarten sollte, und speziell die Quotienten von Rainer und Durig so weit unter den bereits nicht mehr als normal anzusetzenden Mittelwert des Quotienten fallen. Es dürfte daher die Allgemeingültigkeit desselben, besonders Sportsleuten gegenüber, doch recht eingeschränkt sein.

Es ist vielleicht nicht uninteressant zu erwähnen, daß zum Beispiel auch Dr. O. Zigmondy, ein bekannter Alpinist, nur einen Quotienten von 371 und der berühmte Führer Zurbriggen einen solchen von 398 aufweist. Beide müßten daher ebenfalls als Personen von schlechter Entwicklung erachtet werden. Von zwanzig anderen Alpinisten, deren Maße und Gewichte uns übermittelt wurden, zeigt die Hälfte ebenfalls unter 393 liegende Quotienten.

Es scheint für eine Reihe sportlicher Leistungen derjenige besonders qualifiziert zu sein, der bei gut ausgebildeter Muskulatur ein möglichst geringes Gewicht als Ballast zu bewegen hat, dessen Fettpolster also gering und dessen Knochenskelett leicht ist. Gerade große Schwankungen in bezug auf den Knochenbau, die auch nach der Rasse und Nationalität der Person sehr stark wechseln dürften, müssen den Quotienten, der einen Rückschluß auf die Muskelmasse gestatten sollte, sehr verändern. Übrigens wird in diesem Fall ein Maß für das Gewicht in einfache Beziehung zum Längenmaß gebracht, was die Verwertbarkeit des Quotienten von vornherein als zweifelhaft erscheinen läßt.

Anscheinend viel besser stimmen die Resultate, wenn wir den von Bornhardt vorgeschlagenen Quotienten als Kriterium in unsere Verhältnisse einführen. Setzen wir die Werte in die obige Formel

$x = \frac{HC}{P}$ ein, so erhält man

$$\text{Rainer } \frac{176.100}{62} = 284$$

$$\text{Durig } \frac{172.96}{59} = 280$$

$$\text{Reichel } \frac{182.101}{78} = 236$$

$$\text{Kolmer } \frac{167.95}{75} = 211.$$

Jetzt sieht man die relative Größe des Brustumfanges entscheidend in die Relation treten. Die Reihenfolge ist bei Einführung des Quotienten g pro 1 *cm* Körpergröße genau umgekehrt worden. Nunmehr stehen Rainer und Durig wesentlich über dem Mittel für kräftige Konstitution, werden also im Gegensatz zu obigem Quotienten zu besonders leistungsfähigen Leuten gestempelt. Dann folgt Reichel, knapp am Mittelwert für kräftige Konstitution, und nunmehr Kolmer, dessen Quotient jenem, der für schwächliche Personen angenommen ist, entspricht. Allerdings trifft auch für ihn diese Bezeichnung gewiß nicht zu, da er immerhin ein recht rüstiger Gänger ist. Daß aber auch dieser Quotient nicht allgemein gültig ist, dafür liefert ein interessantes Beispiel mein hochverehrter Kollege Prof. Dr. Simony, ein Mann von ungewöhnlich starkem Körperbau (56 Jahre alt) und ganz außergewöhnlich ausgebildeter Muskulatur. Simony ist als hervorragend leistungsfähiger Gänger, als Schwimmer und Ruderer bekannt. Er führte zum Beispiel erst vor kurzer Zeit allein im vierrudrigen Boot und bei teilweise 70 *cm* hohem Wellengang eine Rudertour aus, bei der er in 9^h 50^m zweimal die ganze Länge des Attersees, also eine Strecke von ungefähr 50 *km* durchfuhr. Dabei stellen sich seine Quotienten, wie folgt:

a) bei untrainiertem Körper

$$\frac{81}{186} = 435,$$

bei trainiertem Körper

$$\frac{76}{186} = 409.$$

b) bei untrainiertem Körper

$$\frac{186.93}{81} = 213,$$

bei trainiertem Körper

$$\frac{186.93}{76} = 227$$

Simony, der uns allen an Gesamtkörperleistung jedenfalls weit überlegen ist, in bezug auf Marschleistung mit Rainer und Durig etwa gleichzustellen sein dürfte, wird daher auf Grund des auffallend

niedrigen Brustumfanges zum Schwächling gestempelt und rückt in trainiertem Zustand ganz nahe an das Maß der Magerkeit, die als erheblich unter dem Mittel optimaler Entwicklung anzusehen wäre. Es trifft somit in diesem Falle keiner der beiden Quotienten, ganz besonders aber der Bornhardt's nicht in die Nähe der Wahrheit, obwohl er anscheinend mit dem Verhalten unserer Leistungsfähigkeit in guter Übereinstimmung steht.

Für die Leistungsfähigkeit bei körperlicher Arbeit, wie wir sie im Auge haben — und diese ist wohl jene, die das allgemeinste Interesse beansprucht, man denke an den Soldaten und an die Tausende von Touristen — kommt eben außer dem Brustumfang und der Muskulatur noch allerlei in Betracht. Hierzu gehört zum Beispiel besonders die Herzarbeit. Es braucht ja deswegen bei einem Menschen noch lange kein Herzfehler vorhanden zu sein und doch wird seiner Leistungsfähigkeit selbst bei kräftiger Muskulatur durch die Arbeit seines Herzens eine Grenze gezogen. Man vergleiche dabei nur die Pulsfrequenz bei trainierten und untrainierten Menschen. Brustumfang und Körpergröße erfahren im Training bei einem geübten Menschen keine Änderung, vielfach aber ändert sich das Körpergewicht und meist nimmt es ab. Und doch wächst die Leistungsfähigkeit, obwohl der eine Quotient größer, der andere kleiner wird.

Gewiß wäre es von großem Werte, wenn aus einfach zu ermittelnden Größen wie Körpergröße und Körpergewicht, dem Brustumfang, dem Verhalten der Pulsfrequenz bei bestimmter Arbeit und der Beschaffenheit des Pulses, eventuell noch dem Verhalten des Blutdruckes oder anderen einfach zu bestimmenden Kriterien, ein begründetes Urteil über die Leistungsfähigkeit einer Person abgeleitet werden könnte, doch stehen dem jedenfalls große Hindernisse entgegen, da auch die erreichte Pulsfrequenz bei einer Arbeit, wie später erörtert werden wird, für die Leistungsfähigkeit einer Person nicht ausschlaggebend ist. Bezüglich des Brustumfanges oder, besser gesagt, der Vitalkapazität wissen wir gleichfalls, daß sie mit der Leistungsfähigkeit einer Person nicht in Zusammenhang zu bringen ist.

Nach Erledigung der umfangreichen Vorarbeiten, die sich unter anderem auf die Verhandlung mit den bezüglichlichen österreichischen und italienischen Behörden behufs zoll- und revisionsfreier Aus- und Wiederrückefuhr des Expeditionsgepäcks und auf die Beschaffung der Nahrungsmittel sowie der nötigen Utensilien erstreckten, wurde im Frühjahr 1906 mit den eigentlichen wissenschaftlichen Vorarbeiten für die Versuche begonnen. Zuerst waren die grundlegendsten Analysen für sämtliche Nahrungsmittel auszuführen und zwar vorerst die Stickstoffbestimmungen und Bestimmungen der Verbrennungswerte, um das Kostprogramm für die Versuchstage zusammenstellen zu können. Dann mußten die Ruherespirationsversuche für den Wiener Aufenthalt durchgeführt werden und endlich kam die mühevollen Packarbeit an die Reihe, die die peinlichste Aufmerksamkeit erforderte, da ein Vergessen des geringfügigsten Behelfes, der natürlich auf dem Monte Rosa nicht zu beschaffen gewesen wäre, einen guten Teil des ganzen Versuchsplanes vereiteln konnte. Für das Sammeln des Harnes waren 200 Glasflaschen mit Patentverschluß mitzupacken, der Schreibdiamant, um diese fortlaufend zu signieren, damit Verwechslungen durch mögliches Abfallen von Etiketten ausgeschlossen waren. 50 Blechbüchsen für das Sammeln des Kots, Reagenzien, die Apparate für die Versuche, sämtliche Nahrungsmittel und endlich das Nötige an Kleidung und Wäsche.

Das ganze Gepäck war so geordnet und in Trägerlasten verpackt, daß in Alagna die Kisten auch während unserer Abwesenheit geöffnet und deren Inhalt je nach seiner Bezeichnung auf den Monte Rosa geschafft werden konnte oder für den Versuch in Alagna reserviert blieb. Es war diese Vorsorge besonders darum nötig, damit unser Aufstieg aus der Ebene sich möglichst unvermittelt vollziehen konnte und wir sofort unter exzessivem Klimawechsel unsere Arbeiten beginnen konnten. Im ganzen ergab sich eine Fracht von 737 kg, von der $\frac{3}{4}$ auf den Monte Rosa geschafft werden mußten. Das für den privaten Bedarf mitgeführte Gepäck, das wir wegen der hohen Trägerkosten möglichst eingeschränkt hatten, wog für alle Personen zusammen nicht einmal 50 kg. Wir hatten eben wegen der vielen Gefäße und Apparate so wie an Nahrungsmitteln und einer Menge kleiner Behelfe, dann an Wagen und

Gewichtssätzen, Analysenapparaten etc. große Lasten mit uns zu schleppen und außerdem mußten wir vieles für unseren Haushalt mit uns führen, da wir aus Erfahrung vom Versuch 1903 her wußten, daß wir auf der Hütte außer dem nötigsten Eßgeschirr nichts vorfinden würden, ja nicht einmal auf einen Leuchter oder eine Lampe rechnen durften.

Mit einigem Bangen sahen wir die vielen Kisten die Reise antreten, immer in der Furcht, es könne bei der Zentnerlast die eine oder andere Kleinigkeit in Vergessenheit geraten sein oder auf dem Transport etwas zugrunde gehen, was uns unersetzlich wäre. Es ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß die ganze Aufstellung des Erfordernisses und die ganze Packung von einer Person allein durchgeführt wurde (Durig besorgte alles selbst), daß zu unserer Freude weder auf der Hin- noch auf der Rückreise etwas in Verlust geriet oder von dem gewiß zerbrechlichen Gepäck etwas zerschlagen worden wäre. Wir verloren nur eine unserer Harnflaschen auf dem Transport vom Gipfel zu Tal durch einen Steinerschlag, der den Träger und die Kiste traf. Es war notwendig, das Gepäck lange Zeit vor unserer Abreise nach Italien zu senden, um es während unserer Abwesenheit auf den Gipfel schaffen zu lassen, da nur ganz wenige Träger — es nimmt ein Mann 25 kg — es wagen dürfen, mit so großen Lasten zum Gipfel aufzusteigen und da man natürlich auch hinsichtlich der Durchführbarkeit des Transportes ganz von den Witterungsverhältnissen abhängig ist, die durch Tage einen Aufstieg auf den Gipfel unmöglich machen können.

Im Juli wurde der Stoffwechselversuch für die Sommerperiode in Wien in Angriff genommen. Diese begann am 11. um sieben Uhr morgens, von welcher Stunde ab wir jede Zufuhr von Speise und Getränk quantitativ feststellten und sämtliche Ausscheidungen sammelten. Die Stickstoffzufuhr wurde entsprechend dem normalen Stickstoffumsatz gewählt, jedoch im Hinblick darauf etwas niedriger gehalten, daß man auch auf Touren in der Regel weniger Eiweiß zuzuführen pflegt als beim Leben in der Stadt. Zur Erreichung des Stickstoffgleichgewichtes wurde die Kost so berechnet, daß die tägliche Stickstoffzufuhr nicht mehr als etwa um 0.1 g schwankte. Die Kalorienzufuhr wurde so variiert, daß mit der gegebenen Nahrung eben das Körpergewicht konstant erhalten werden konnte. Letzteres wurde täglich morgens bei allen noch vollkommen nüchternen Versuchspersonen auf der Stoffwechselwage, die noch Gramme anzeigt, ermittelt, jedoch auf 10 g aufgerundet. Zugleich mit dem Stoffwechselversuch liefen die Kontrollversuche über Reaktionszeit und Erinnerungsbilder.

Die Versuche, an denen Rainer, Reichel, Kolmer und Durig teilnahmen, dauerten bis 18. Juli. Kolmer und Rainer begaben sich nun ins Gebirge zum Trainieren, Durig und Reichel blieben am flachen Land, um die letzten Vorbereitungen für die Expedition zu treffen und noch Kontrollbestimmungen für diese auszuführen.

Am 3. August zwei Uhr früh trafen wir uns sämtlich in voller Tourenausrüstung am Bahnhof in Innsbruck, dort gesellte sich uns auch Dr. Hertzprung aus Kopenhagen zu, der sich der Expedition anschloß, um spektrophotometrische Aufnahmen auf dem Monte Rosa auszuführen. In wahrer Gluthitze fuhren wir durch Oberitalien und langten abends in Varallo an. Wieder im heißen Sonnenbrand ging es am 4. August nach Alagna, wo wir um 1 Uhr mittags anlangten und unser die erste unangenehme Überraschung wartete. Noch ein beträchtlicher Teil des Gepäcks für den Gipfel war in Alagna zurückgeblieben, vieles davon lag, wie wir hörten, noch in Col d'Olen in 2856 m Höhe und nur ganz Weniges war bis zum Gipfel geschafft worden. Die Ursache lag in einer enormen Verzögerung des Bahntransportes infolge einer Güterstauung auf der oberitalienischen Bahn anläßlich der Eröffnung der Mailänder Ausstellung, so daß unsere Fracht von Wien bis Varallo allein mehr als 1 Monat unterwegs gewesen war. Nach einer kurzen Mittagspause trieben wir daher zur Eile, um den Transport auf den Gipfel selbst energisch in die Hand zu nehmen.

Alle noch nicht eröffneten Kisten wurden ausgepackt und ihr Inhalt in der Schule, die wir als Depot für unser Gepäck gemietet hatten, aufgespeichert. Jene Apparate, welche zurückgeblieben waren, die uns für die ersten Versuche aber doch unumgänglich notwendig schienen, verluden wir in unsere Rucksäcke. Im Bestreben, möglichst viel mit uns hinaufzuschleppen, hatten wir uns so beladen, daß keinem

von uns ein Raum für die Mitnahme eigener Bequemlichkeiten im Rucksack blieb. Drei Stunden nach unserer Ankunft in Alagna waren wir bereits marschbereit und stiegen schwerbepackt den Weg nach Col d'Olen empor. Die Gasuhr auf dem Rücken und Apparatteile, die überall aus den Rucksäcken heraus-sahen, gaben dem Zug einen eigentümlich romantischen Charakter. Caspari, der in Alagna zurück-bleiben sollte, gab uns noch ein Stück des Weges das Geleite.

In flottem Tempo, dem Reichel und Kolmer aber bald nicht mehr folgen konnten, ging es bergauf und, als wir dem letzten Hang unter dem Col d'Olen-Schutzhaus zusteuerten, waren wir schon in zwei weitgetrennte Gruppen geschieden. Rainer und Durig trafen bereits um 7 $\frac{1}{4}$ Uhr in Col d'Olen ein, obwohl sie am schwersten bepackt waren, und erst eine halbe Stunde später folgte Kolmer, mit den Erscheinun-gen ausgesprochener Ermüdung noch später Reichel, der, durch Krämpfe in der Beinmuskulatur behindert, zurückgeblieben war.

Hier gab es die zweite Überraschung. Sofort nach dem Eintreffen und, nachdem die ersten Puls-zählungen und Messungen erledigt waren, ging es an die Verhandlungen mit den italienischen Trägern. Im engen Vorraume stand Kiste an Kiste unseres Gepäcks und es zeigte sich, daß nur ganz wenig bis zur Capanna Gnifetti und nur eine Kiste bis zur Margherita-Hütte gebracht worden war, da die Träger teils wegen des Wetters, teils wegen Verpflichtungen, die sie für das meteorologische Observatorium ein-gegangen hatten, nicht mehr bewältigen konnten. Da am kommenden Tage Sonntag war, waren die Träger erst für den Nachmittag zu gewinnen. Sie sollten wenigstens die wichtigsten Konserven zum Gipfel bringen, damit wir möglichst rasch mit dem Versuch beginnen könnten. Unser Abmarsch mußte daher um einen Tag verschoben werden. Diesen benützten wir zu Blutdruckmessungen und Pulsbestim-mungen auf dem Corno Camoscio. Wir brachen demnach Montag, den 6. August, um 5 Uhr früh von Col d'Olen auf und langten nach 2 $\frac{1}{2}$ stündigem Marsche und bei sehr guten Schneeverhältnissen auf dem Gletscher in der Gnifetti-Hütte an. Hier wartete unser eine neue Überraschung. Jener Träger, der die schwere Kiste mit den Fleischkonserven zu tragen hatte, war fußmarode auf der Hütte liegen geblieben, wir verbanden zwar die schmerzhaft und entzündete Wunde, doch war es ausgeschlossen, daß unsere Fleischkonserven noch am selben Tage auf die Margherita-Hütte gelangen könnten, wir durften hoffen, daß einer der drei anderen Träger, die schon auf dem Rückwege von der Margherita-Hütte sein mußten (sie hatten auf der Gnifetti-Hütte übernachtet), die Fleischkonserven am nächsten Tag auf die Hütte bringen werde.

Nach kurzem Imbiß wanderten wir zur Margherita-Hütte weiter. In gleichmäßig anhaltendem Tempo stapften wir den spaltenreichen Lysgletscher empor und bald bildeten sich wieder dieselben beiden Gruppen wie beim Marsch nach Col d'Olen. Wir trennten uns daher nach Übereinkommen am Lysjoch definitiv und Rainer eilte mit Durig nun in flottem Tempo voraus auf die Hütte, um möglichst bald mit den Vorarbeiten beginnen zu können und das Mittagmahl zu kochen. Um 12 Uhr 30 Minuten trafen wir auf der Margherita-Hütte ein. Nicht lange nach uns folgte Dr. Reichel, erst 1 Stunde später kam Dr. Kolmer an. Den Aufstieg hatten wir wie auch alle späteren Märsche führerlos ausgeführt. Das Seil verwendeten wir auf dem Gletscher fast nie.

Während Rainer, Reichel und Durig sich durch das rasche Tempo im letzten steilen Eishang unterhalb der Hütte und durch das Ausbessern der Stufen im Eis etwas außer Atem gearbeitet hatten, doch aber recht frisch und leistungsfähig am Gipfel eintrafen, langte Kolmer in einem Zustande voller Erschöpfung ein. Er fand bereits die Vorbereitungen für die erste Mahlzeit fertig an, da Rainer, der während des ganzen Versuches mit viel Geschick und Sorgfalt das Geschäft des Kochens übernommen hatte, bereits die erste Suppe auf den Tisch brachte. Ich hatte vorerst mit dem mir nunmehr so lieb gewordenen Freunde, dem Leiter der meteorologischen Station Prof. Alessandri zu verhandeln, denn auch auf der Hütte sah es wesentlich anders aus, als wir erwartet hatten.

Als Zuntz und Durig im Jahre 1903 in der Hütte ihre Respirationsversuche ausführten, arbeitete Mosso mit vier Begleitern durch einige Tage auf der Margherita-Hütte, und zwar in den ebenerdigen Räumen (siehe Tafel II), während wir auch dann noch, als die Räume nach der Abreise Mosso's frei

geworden waren, den großen sechsfenstrigen Raum im Oberstock in Benützung hatten. Nach einem Briefe Mosso's, dem wir unser ganzes Versuchsprogramm mitgeteilt hatten, mußten wir der Meinung sein, daß wir in diesem Jahre die einzigen wissenschaftlichen Besucher der Hütte sein würden, also auf die Räume im Unterstock und den Raum im Oberstock rechnen könnten, soweit nicht etwa registrierende meteorologische Instrumente dort aufgestellt wären. Groß war nun unsere Überraschung, als wir bei der Ankunft sahen, daß Professor Alessandri die Turmzimmer in beiden Stockwerken in voller Benützung hatte, außerdem Raum 5 in eine Dunkelkammer für das meteorologische Observatorium umgebaut war. Das Resümee war daher ein erschreckendes und fast wollten wir einen Augenblick an der Möglichkeit, unsere Versuche durchzuführen, verzweifeln.

Der erste Raum und Raum 2 sind ausschließlich für das Nachtlager und als Küche für Touristen reserviert. Raum 3 ist als gemeinsame Küche für den von der Regierung bestellten Meteorologen mit Diener und Assistenten und die Physiologen bestimmt und reichte natürlich wegen der geringen Größe eben aus, daß eine so große Versammlung, wie wir es waren (mit Dr. Hertzsprung und Caspari sechs Köpfe, dazu Prof. Alessandri, Assistent Marabelli und der Diener, also neun Personen), dort Platz finden konnte. Raum 4 ist der Schlafraum mit 4 Matratzen. Diese sind in zwei Etagen angeordnet; ein Lager für je zwei Personen, 170 *cm* breit und 200 *cm* lang, ist knapp über dem Boden angebracht, ein zweites befindet sich 95 *cm* darüber und wieder 95 *cm* über diesem die Decke. Diese »Schlafkiste« — der Ausdruck charakterisiert die Situation wohl am besten — ist allseitig durch Bretterwand begrenzt und nur am Fußende gegen den schmalen Mittelgang offen, von dem aus man auf die Lager kriecht. Auf dieser Seite befindet sich auch das kleine Fensterchen des Ganges. Also auch hier konnte kein Quentchen Raum für unsere Arbeiten geschaffen werden. Der nächste Raum war, wie erwähnt, als Dunkelkammer von den Meteorologen mit Beschlag belegt, so daß ebenfalls nur der für die Passage von einer Person berechnete Gang, der den Zugang zu den weiteren Räumen bildet, frei blieb. Es war also auch hier kein Plätzchen auszunützen.

Für unsere physiologischen Arbeiten waren wir deshalb allein auf das eigentliche physiologische Laboratorium angewiesen, von dem nur eine Grundfläche von etwa $6\frac{1}{2} m^2$ ausnützbar ist, da der Durchgang zum Observatorium ebenfalls frei gehalten werden muß. Der Raum hat überdies nur ein Fensterchen, das man wohl mit zwei Händen zuzudecken imstande ist. Hier sollten alle unsere Apparate für die Gasanalyse, das Galvanometer mit Fernrohrablesung aufgestellt werden und hier sollten unsere 700 *kg* Gepäck Platz finden, die wir auf den Gipfel zu schaffen hatten, hier sollte der Stoffwechselversuch durchgeführt werden!

Es kam aber doch besser, als erwartet. In der lebenswürdigsten Weise kam uns aus freien Stücken Prof. Alessandri entgegen, dem wir hiefür ganz besonderen Dank schulden. In seinem Laboratorium räumte er den Platz und einen Tisch am Fenster für die Gasanalysenapparate ein. Das Galvanometer fand brüderlich Platz auf dem Konsol neben seinem eigenen und ein Ablesefernrohr und eine Skala diente uns beiden gemeinsam. Auch sonst ließ uns Prof. Alessandri Werkzeug und Kochgeschirr und mit seiner Mithilfe sowie der seines Dieners hatten wir bald aus Kistendeckeln und Draht Konsole und Stellege über Stellege an die Wände des Ganges und des Laboratoriums gehängt, so daß wenigstens die hauptsächlichsten Behelfe im Laboratorium untergebracht werden konnten. Auch der Dachraum faßte noch allerlei von unserem Gepäck und es dauerte daher nicht lange, bis wir uns behaglich eingerichtet hatten.

An der Wand des Laboratoriums türmten sich die Kisten mit Harnflaschen übereinander auf, am Gang standen in Mannshöhe über dem Boden die Kotbüchsen in Reih und Glied, unter dem Wagkonsol, das wir gezimmert hatten, stauten sich wie in einem Krämerladen die Blechkassetten mit den wichtigsten Nahrungsmitteln, während die Konservenbüchsen auf langem Brett an der Decke aufgehängt waren. Dies alles gab viele rastlose Arbeit, von der wir hier nur darum sprechen, um zeigen zu können, wie sehr geistig und körperlich regsam wir in der Hütte anlangten, wo doch nicht allein mechanische Arbeit zu leisten, sondern diese auch zielbewußt so zu gestalten war, daß im späteren Versuch zweckmäßige Ordnung eingehalten werden konnte. Reichel und Rainer beteiligten sich wacker an diesen Vorarbeiten, auch Kolmer

bestrebte sich anfangs mitzuhalten, bald aber stellte sich bei ihm Unwohlsein ein, weshalb er sich zu Bett legte. Im Laufe des Nachmittags erbrach er siebenmal.

Wie bei überhasteter Arbeit wohl nicht wunder zu nehmen, stellte sich bei Durig, nachdem er mit guter Lust zu Mittag gegessen hatte, Kopfschmerz ein. Auch Dr. Reichel klagte abends über heftiges Kopfweh. Bei Rainer, der daran nicht zu leiden hatte, traten aber heftige Diarrhöen auf, die allerdings darauf zurückzuführen sein dürften, daß er den Aufstieg ohne Unterkleider in Lederhosen ausführte, die die Knie nackt ließen und daß er sich trotz der niedrigen Temperatur, die in der Hütte herrschte — es waren nur wenige Grade über Null (die Außentemperatur dürfte während des Aufstieges nicht über -6°C betragen haben) —, nicht wärmer kleidete. Durch Opiumtinktur gelang es übrigens bald, die Diarrhöe zu stillen. Im ganzen befanden wir uns alle bis auf Dr. Kolmer vollständig wohl, verfügten aber sämtlich zur Abendmahlzeit über recht geringen Appetit.

Nach der anstrengenden Tagesarbeit legten wir uns bald zur Ruhe. Reichel und Kolmer schliefen auf dem Boden der »Kiste« Rainer und ich in der ersten Etage. Die Luft hier oben war sehr schlecht, weshalb wir die Lucke gegen den Dachboden öffneten, bei dieser fiel aber so eisige Kälte herab, daß wir doch lieber auf diese Erfrischung verzichteten. Kolmer, Rainer und Durig schliefen in der etwas ungewohnten Situation fest und gut, Reichel litt an Schlaflosigkeit; auch uns hatte das Hämmern der Pulse und Herzklopfen beim Einschlafen gestört.

Am Morgen erhoben wir uns sämtlich mit Kopfschmerz und auch der Appetit zum Frühstück war gering. Es schien nicht zweckmäßig, mit dem eigentlichen Stoffwechselversuch bereits zu beginnen, da wir unsere Fleischkonserven noch nicht erhalten hatten und da es auch nicht sicher war, ob diese noch am selben Tag eintreffen könnten. Zudem besserte sich der Appetit auch gegen Mittag nicht bei allen und Rainer äußerte speziell heftigen Widerwillen gegen Fleischnahrung. Auch Reichel wollte nicht gerne an die volle Kost des Stoffwechseltages heran, Kolmer litt wieder unter Unwohlsein und erbrach neuerdings. Den größten Teil des Tages brachte er in der »Kiste« zu. Der Kopfschmerz verließ uns alle kurze Zeit nach dem Aufstehen. Durig war übrigens so weit bei Appetit, daß er die gesamte Stoffwechselkost verzehrte und zudem auch noch die Reste der von Col d'Olen mitgenommenen Salami vertilgte. Sieht man von den Kopfschmerzen und der Appetitstörung bei Rainer ab, so war auch an diesem Morgen unser Befinden, natürlich Kolmer ausgenommen, ein fast normales und wir fühlten uns in der herrlichen Landschaft ungemein wohl. Rainer stieg von der Hütte zum oberen Teil des Grenzgletschers ab, machte einen Ausflug gegen die Zumsteinspitze, kehrte aber auffallend ermüdet zurück. Dies dürfte wohl noch eine Folge der vortägigen Entleerungen und der nichtgenügenden Nahrungsaufnahme gewesen sein. Reichel und ich arbeiteten an der Einrichtung unseres Laboratoriums. Trotzdem wir eben aus der heißen Ebene gekommen waren, die wir in derselben Kleidung passiert hatten, welche wir hier trugen, war uns bei der Zimmertemperatur von $+2^{\circ}\text{C}$ doch recht behaglich, während besonders Kolmer, der sich an der Arbeit nicht beteiligte, heftig fror und zeitweise mit den Zähnen klapperte.

Wie erwähnt, hatten wir ursprünglich den Plan gehabt, sofort mit dem Tage der Ankunft den Stoffwechselversuch in der Margherita-Hütte zu beginnen und die drei aufeinanderfolgenden ersten Tage des Aufenthaltes für sich als Ankunftsperiode zusammenzufassen und erst dann mit dem eigentlichen Stoffwechselversuch zu beginnen. Diese Absicht war aber durchkreuzt durch den Unfall, der unserem Träger passiert war, und im ganzen waren wir darüber nicht sehr ungehalten, wenn wir auch dabei die erste Serie der Gipfelversuche nicht so durchführen konnten, wie wir beabsichtigten. Ich hatte nämlich einestheils auf die Resultate dieser Versuchsperiode von vornherein nicht viel Gewicht gelegt, da in dieser sich die Nachwirkung des Aufstieges, eine Menge unkontrollierbarer Arbeit nebst der Einwirkung der an und für sich ungewohnten Verhältnisse zusammen geltend machen mußte, so daß wir weder einen reinen Arbeitsversuch noch einen Ruheversuch vor uns gehabt hätten. Außerdem wäre es wohl zweien der Teilnehmer unmöglich gewesen, die für den ersten Tag entfallende Stoffwechselkost aufzunehmen, Kolmer's Versuch wäre jedenfalls durch das Erbrechen wie der Rainer's

durch die Diarrhöen auszuschalten gewesen. Der ganze Versuch würde auch noch dadurch wesentlich kompliziert worden sein, daß wir uns von vornherein am Tage des Aufmarsches und der Ankunft nicht im Stickstoffgleichgewicht befanden und auch die Kalorienzufuhr für den Aufwand bei der Arbeit des Aufstieges wohl nur sehr unrichtig zu bemessen gewesen wäre. Wir beschlossen daher, die Vorperiode auf der Capanna Margherita ganz auszuschalten und statt dessen noch einen weiteren Tag von Stoffwechselkost nach dem Kostprogramm zu leben, ohne jedoch den Tag in die Versuchsreihen einzubeziehen, um für die folgenden Tage annähernd Stickstoff und Kaloriengleichgewicht zu erzielen.

Am nächsten Tag (8. August) erwachten wir wieder alle mit Kopfschmerz, der besonders bei Durig sehr heftig war aber auch wieder nach zwei Stunden ganz spontan verschwand. Sonst befanden wir uns alle fast vollständig normal. Reichel hatte zwar wieder nicht gut geschlafen und litt immer noch an geringem Appetit, war aber vollständig leistungsfähig. Auch das Gefühl erhöhter Herzarbeit, ab und zu bis zum Herzklopfen gesteigert, hatte sich vor dem Einschlafen noch bemerkbar gemacht. Wir gingen jedoch alle wie in Wien der Laboratoriumsarbeit nach, nur Kolmer war zu dieser noch nicht leistungsfähig genug. Es mußte die Tageskost berechnet werden. Rainer versah die Küche, Reichel das Auswägen und die Kontrollrechnung wie das Führen des Hauptprotokolls, in das die Gesamtdaten des Versuches aufgenommen wurden. Jeder der Versuchsteilnehmer führte außerdem sein eigenes Versuchsprotokoll und zudem führte auch ich selbst noch ein Protokoll über den ganzen Versuch, so daß eine dreifache Sicherheit gegen eventuelle Unrichtigkeiten in den Aufzeichnungen oder ein Vergessen der Daten gegeben war. Jeden Abend erfolgte dann die gegenseitige Verifizierung der Protokolle.

Für die Respirationsversuche, die Reaktionszeitversuche etc. wurden natürlich gesonderte Protokolle geführt. Kolmer verbrachte auch jetzt noch den größten Teil des Tages fröstelnd auf seinem Lager in die Decken eingehüllt und fühlte sich scheinbar nur bei den Mahlzeiten ziemlich wohl, Durig baute den Analysenapparat zusammen, stellte Mischungen für dessen Füllung her und brachte auch bald die Kontrollluftanalysen zu ganz befriedigenden Resultaten, so daß die Respirationsversuche ungehindert ihren Anfang finden konnten.

Am 9. August morgens begann dann mit der Kotabgrenzung und der Scheidung des Harns der eigentliche Versuch. Als Arbeitszeit, die stets eingehalten, manchmal aber noch wesentlich überschritten wurde, waren die Stunden von 6^h früh bis 9^h abends festgesetzt. Auch an diesem Tage erwachten Rainer und Durig wieder mit heftigen Kopfschmerzen, die uns aber nicht mehr so stark behelligten, da wir wußten, sie würden bald vorüber sein. Wir zweifelten auch nicht mehr im mindesten daran, daß ihr Entstehen hauptsächlich durch die Stickluft über unserem Lager bedingt sei, weshalb wir beschlossen, aus der »Kiste« auszuziehen und lieber während der weiteren Wochen die Nächte auf dem Boden des Laboratoriums zu verbringen, so kalt es auch dort sein mochte. Es war übrigens an diesem Morgen auch in der »Kiste« kalt genug gewesen, das Thermometer stand 2° unter Null beim Bett und im Freien herrschte Schneesturm und Gewitter. Der tosende Wind hatte reichlich Schnee durch die Fugen des Hüttenbodens hereingetrieben und ihn besonders am Boden des Laboratoriums an manchen Stellen etwa 15 cm tief zusammengeblasen.

An diesem Morgen begannen wir vollständig nüchtern mit den Respirationsversuchen, bei denen am beneidenswertesten die Versuchsperson war, die behaglich in der Decke eingewickelt im Bett liegen bleiben konnte, während der Versuchsansteller während dreier Stunden neben dem offenen Fenster, durch das der Schlauch der Inspirationsleitung gesteckt war, ruhig aushalten mußte. Endlich durfte auch Durig diesen Posten verlassen und es traf ihn das Los des Versuchsobjektes, während Reichel an seiner Stelle beobachtete. Unter der warmen Decke stellte sich bald wieder volles Wohlbefinden ein und nach dem Einnehmen des Frühstücks war Durig wieder vollständig aufgetaut.

In voller Arbeitsfreudigkeit und gehobener Stimmung eilten nun die Tage dahin. Die Kopfschmerzen am Morgen traten gleich nach der ersten Nacht, die Rainer und ich im Laboratorium verbracht hatten, nicht mehr auf. Wir hatten es uns dort durch Verkleben der Fugen mit Papier und durch Ausstopfen mit Watte so weit leidlich und behaglich gemacht, daß der eindringende Schnee uns nicht mehr bis zum Bett

kommen konnte. Und wir schliefen nun hier fortan mit größtem Behagen. Was schadete es, daß Durig unter dem Laboratoriumstisch und dem Reagensgestell lag, das beim Aufstehen jedesmal den Kopf bedrohte, oder daß Rainer mit seinem Oberteil noch auf der Dezimalwage zwischen Flaschenkisten, Butter und Zuckerbüchse lag? Wir waren froh, der »Kiste« entronnen zu sein.

Sieht man von rein akzidentellen Störungen ab, die mit der Höhenwirkung an und für sich nichts zu tun haben, so hatten wir von Anbeginn an, natürlich Kolmer wieder ausgenommen, alle nicht an der eigentlich ausgesprochenen Bergkrankheit zu leiden gehabt. Die Einwirkung des Höhenklimas war aber bei dem jähen Wechsel zwischen Ebene und Hochgebirge doch nicht spurlos an uns vorübergegangen und das Auftreten der Kopfschmerzen wie die anfängliche Appetitlosigkeit und das Gefühl von Herzklopfen am Abend waren jedenfalls auf das Höhenklima zurückzuführen, doch waren wir nicht im mindesten in unserer Arbeit behindert. Kolmer dagegen machte stets den Eindruck eines Erkrankten. Er war zu keinerlei intensiverer Arbeit zu verwenden und selbst leichte Verrichtungen, die er ausführen sollte, vergaß er mit einer gewissen Teilnahmslosigkeit; auch subjektiv fühlte er sich während der ganzen Zeit wie nach einer vorhergegangenen großen Anstrengung. So blieb es bei ihm während des ganzen Aufenthaltes. Wir übrigen drei befanden uns aber nach dem Abklingen der ersten subjektiven Symptome vollständig wohl geradeso wie zu Hause, ja es stellte sich bei uns ein Gefühl gesteigerten Kraftbewußtseins und gesteigerter Gesundheit ein. Wir verzehrten alle, auch Kolmer, die für den Tag berechnete Stoffwechselkost quantitativ und mit größtem Behagen. Es blieb auch, wie wir später erörtern werden, unser Körpergewicht während der ganzen Zeit fast konstant. Unsere psychische Stimmung war heiter und fröhlich und an manchem Abend schallten fröhliche Lieder aus der Hütte in die eisige Nacht.

Die erste Ruheperiode, die mit Schneesturm, Gewitter und Nebel eingesetzt hatte, schloß am 14. August bei schönem Wetter, so daß wir hoffen konnten, die nun sich anschließenden Versuchsmärsche programmgemäß absolvieren zu können. Es kam aber anders. Und nur unter Aufwand aller Energie gelang es, das Programm wirklich einzuhalten.

Bereits der erste Marschtag setzte mit heftigem Wind und Nebel ein. Doch war es nur mäßig kalt. In zwei Partien geteilt, verließen wir gemeinsam die Hütte. Entsprechend der alpinen Erfahrung war Durig der Führer der einen, Rainer der der anderen. An Rainer schloß sich Kolmer an. Letztere beiden hatten über das Lysjoch bis zur Capanna Gnifetti abzustiegen und dann zur Hütte zurückzukehren, während Reichel und Durig nur bis zum Lysjoch gehen sollten. Vorsichtig stapften wir im Sturm den Eishang hinab, um vom Wind nicht aus den Stufen geworfen zu werden. Zum Lohn für die Entschlossenheit besserte sich das Wetter bald, nachdem wir das Sesiajoch passiert hatten, und von der Traverse unter der Parottspitze an gab es schon herrliche Ausblicke in die Schweiz, so daß der weitere Marsch dann ohne Gefährdung ausgeführt werden konnte. Als letzter, fast $\frac{3}{4}$ Stunden nach Rainer's Ankunft, kehrte Kolmer schnaubend und atemlos in einem Zustande wirklicher Erschöpfung in die Hütte zurück, während Rainer wie nach einem Spaziergange erfrischt und munter in der Hütte angekommen war. Er hatte zum Abmarsch 1 Stunde 40 Minuten, zum Aufstieg 3 Stunden 20 Minuten benötigt. Es war also der Aufstieg in nicht sehr raschem Tempo ausgeführt worden. Sofort nach der Ankunft wurde wie beim Abmarsch bei jedem Teilnehmer das Körpergewicht zur Feststellung der Perspiratio insensibilis bestimmt, ferner Puls und Temperatur beobachtet und die Respirationsversuche behufs Untersuchung der Nachwirkung des Marsches auf die Atmung ausgeführt. Ähnlich verliefen die folgenden Marschtage. Reichel und Durig benötigten für den Abstieg bis zum Lysjoch und die Rückkehr zur Capanna Margherita ungefähr $1\frac{1}{2}$ Stunden. Auch bei allen späteren Versuchen langte Kolmer im selben Erschöpfungszustande und wesentlich später in der Hütte ein, er paßte sich durch das Training nicht wesentlich an den Marsch im Hochgebirge an.

Die letzten Tage dieser Marschperiode waren besonders unangenehm durch die heftige Kälte. Am 18. August marschierten wir bei -16°C von der Hütte ab und am 19. zeigte das Thermometer sogar -22°C . Bei eisigem Sturm bahnten wir uns den Weg über den glattgefrorenen Hang trotz aller

Warnungen des Kustoden in der Hütte, der unserem Beginnen kopfschüttelnd zusah. Für uns gab es aber nur die eine Direktive, das Programm durchzuführen, und wir waren froh, daß wenigstens das morgendliche Gewitter aufgehört hatte und die Gefahr des Blitzschlages nicht mehr bestand. Dies war übrigens unser kältester Tag, den wir am Gipfel erlebten. Das Thermometer zeigte morgens in der »Kiste« -5°C und selbst der Harn in der Harnflasche, die Dr. Kolmer bei sich unter der Decke hatte, war gefroren. Im Laboratorium herrschte eine Temperatur von -9°C und wohl merklich kälter muß es im großen Turmzimmer gewesen sein — Prof. Alessandri war auf einige Tage verreist — da sogar die Salzlösung im Analysenapparat fest eingefroren war. Es stieg übrigens wegen des Windes, der durch die Fugen pfliff und alles Heizen vergeblich erscheinen ließ, während des ganzen Tages die Temperatur daselbst nicht über -5°C , so daß die Wiederinstandsetzung des Analysenapparates und die Durchführung der Analysen, die Durig für den ganzen Nachmittag mit nassen Händen in diesen kalten der Zugluft ausgesetzten Raum bannte, mit rechtem Unbehagen verknüpft war. Einige Frostbeulen durch die Wirkung der Kältemischungen waren die Folge. Wegen des stürmischen Wetters hatte auch Caspari, der an diesen Tagen von Alagna zum Gipfel aufsteigen sollte, seinen Marsch auf die Margherita-Hütte aufgeben müssen. Er traf deshalb erst am 22. August bei uns ein.

Mit dem 20. August schlossen die Versuchsmärsche der ersten Arbeitsperiode und es folgte die Nachwirkungsperiode von drei Tagen bei herrlichem, warmem Wetter. Diese Versuchsreihe ging bei Durig verloren. In der freudigen Stimmung über die Ankunft Caspari's gab es zum Mittagstisch eine Menge Scherz, der sich hauptsächlich auf die Fleischkonserve bezog, die uns allen wegen des eigentümlichen Geschmackes bei dem täglichen Genuß schon recht unsympathisch geworden war. Speziell Rainer versuchte durch allerlei Vergleiche Ekel bei Caspari zu erregen, was aber nur zur Folge hatte, daß Durig während des Kauens seiner Fleischration ohne Spur von Unwohlsein zum Erbrechen gereizt wurde wodurch natürlich die quantitative Bestimmung der Tageskost illusorisch wurde. Es bedeutete dies kein großes Unglück, da der Versuch an den anderen Teilnehmern glatt weiterlief. Dieser Tag bildete bei Durig den Übergang zur stickstoffarmen Kost. Der Verlust wurde ungefähr geschätzt und die Kost nun der niederen, von da ab täglich einzuhaltenden Stickstoffmenge von 9 g angepaßt.

Am folgenden Tag führte ich Caspari zur Gnifetti-Hütte zurück, da dieser den Führer und den zweiten Begleiter, die den Aufstieg mit ihm gemacht hatten, noch am selben Tag entlassen hatte. In der Gnifetti-Hütte konnte er sicheren Anschluß an Touristen, die nach Col d'Olen gingen, finden; anderenfalls hätte ich ihn selbst bis an das Ende der Gletscherregion gebracht. Bei herrlichem Wetter langten wir nach $1\frac{1}{2}$ stündiger Marschzeit in der Gnifetti-Hütte an, wo Caspari Begleitung traf, während Durig nach kurzer Rast, ganz allein, zur Margherita-Hütte zurückkehrte. Er traf 2 Stunden 10 Minuten später munter und hungrig beim Mittagstisch ein. Trotz dieses raschen Tempos hatte er es nie nötig gehabt, dabei mit geöffnetem Mund zu atmen. Wir geben diese Marschzeit an im Vergleich zu jener Kolmer's, der das Beispiel für den Bergkranken liefert; Kolmer benötigte für die Aufstiege von der Gnifetti-Hütte zur Margherita-Hütte, die er mit Rainer zusammen ausführte, 4 bis 5 Stunden. Trotz dieses langsamen Tempos kam er stets dyspnoisch und erschöpft in der Hütte an. Auch Caspari, der übrigens auf der Gnifetti-Hütte übernachtet hatte, war ähnlich lange unterwegs gewesen und auch er traf ziemlich außer Atem in der Hütte ein. Er wurde während seines eintägigen Aufenthaltes auf dem Gipfel diesmal nicht bergkrank, obwohl er bei der Expedition des Jahres 1901 so schwer erkrankt war. Das Verhältnis der Marschzeiten ist wegen eines Vergleiches unserer Leistungsfähigkeit gegenüber jener der Teilnehmer an den Versuchen im Jahre 1901, von denen Kolmer der beste Gänger war, von Interesse. Die größere Erschöpfung bei ungleich längerer Marschzeit ist wohl sicher sehr charakteristisch dafür, daß, wie bereits erwähnt, der Quotient aus Körpergewicht und Körpergröße keinen Anhaltspunkt für die Leistungsfähigkeit gibt.

Bei Kolmer ging die physische Leistungsfähigkeit während des Monte Rosa - Aufenthaltes parallel mit einer Verringerung seiner geistigen Arbeitsfähigkeit, an der er infolge der Einwirkung des Höhenklimas litt. Fast mit einem Schlage waren diese Erscheinungen bei der Rückkehr nach Alagna

verschwunden. Über den Verlauf des Versuches Caspari's, der inzwischen in Alagna ausgeführt wurde, wird dieser selbst an anderer Stelle berichten.

Nun folgte die Periode der großen Märsche, eigentlichen Hochtouren entsprechend, auf die wir uns von Anbeginn an besonders gefreut hatten. Mit Ausnahme eines einzigen Tages waren wir dabei stets von herrlichem, warmem Wetter begünstigt. Auch hier teilten wir uns in zwei Parteien, wieder mit Rainer und Durig als Führenden. Diesmal nahm sich Durig Dr. Kolmer's an, während Reichel sich an Rainer anschloß. Natürlich wurden diese Touren unter strengster Einhaltung des ganzen Stoffwechselprogrammes durchgeführt, wobei täglich, je nach den zu erwartenden Aufgaben, der voraussichtliche Kalorienbedarf und danach die Tageskost berechnet wurde.

Am ersten Tage stieg Rainer und Reichel zum Lysjoch ab, das in 30 Minuten erreicht war, und dann auf dem gewöhnlichen Weg zur Schulter des Lyskammes und auf den Lyskammgipfel selbst (Tafel III). Die Schneeverhältnisse, auf die es bei dieser zeitweise ganz außerordentlich gefährlichen Tour ankommt, waren ungemein günstige, dagegen die überhängende Randkluft so weit offen, daß sie nur mit Hilfe des Steigbaumes (durch Aufeinandersteigen) zu überwinden war. Die ungemein exponierte scharfe Firnkante und die Traverse im steilen Hang unterhalb der Wächte erforderten natürlich äußerste Vorsicht. Um 8^h früh war der Gipfel erreicht, der nach einstündiger Rast wieder verlassen wurde, nachdem photographische Aufnahmen gemacht waren und das bestimmte Stoffwechselfrühstück verzehrt war. Nach längerer Rast am Lysjoch trafen beide um 1^h wieder in der Margherita-Hütte ein. Der eigentliche Auf- und Abstieg auf den Lyskamm war natürlich am Seil ausgeführt worden, das wir wie erwähnt sonst, um möglichst normale Verhältnisse einzuhalten, fast nie verwendeten.

Kolmer und Durig standen beide unter niedriger Stickstoffzufuhr. Sie stiegen etwa 1200 *m* tief über den Grenzgletscher ab, der in seinen unteren Partien spaltenreich und tückisch ist und größte Vorsicht forderte. (Taf. IV.) Auch die Eisbrüche des Gletschers durchstiegen sie noch und kehrten dann nach kurzem Imbiß wieder zur Hütte zurück. Längeres Ausdehnen der Tour hätte beiden Parteien gefährlich werden können, denn bald nach ihrer Ankunft begann ein heftiges Gewitter mit Schneesturm und knapp neben Durig's Kopf fuhr ein Blitz in den Boden, als er das schützende Kupferblechhaus auf einen Augenblick verlassen wollte.

Der 25. August brachte uns wieder herrliches Wetter. Wir traten den Marsch wieder gemeinsam an, trennten uns aber auf dem Sesiajoch. Reichel und Rainer erstiegen die Parrotspitze (Taf. III), während Durig mit Kolmer dem Gipfel der Ludwigshöhe zusteuerte und von dort zum Lysgletscher abstieg, um darauf dem Schwarzhorn (Taf. II und III) einen Besuch abzustatten, dessen steile Eislehne mit rutschigem Neuschnee überdeckt war und vorsichtiges Stufenschlagen erforderte. Bald war der scharfe, felsige Gipfelgrat erreicht, der in überhängender Wand fast 2000 *m* zu den Gletschern des obersten Sesiatales abbricht. Vorsichtig ging es dann in den Stufen herab, über verdächtige Klüfte zum Balmenhorn, wo die Pflicht des Stoffwechselversuches eine Mahlzeit von Käse, Butter und Kakes vorschrieb. Eben als wir den Gipfel verließen, sahen wir Reichel und Rainer, die von der Parrotspitze zur Ludwigshöhe gestiegen waren (Taf. II), diesen Gipfel verlassen und dem Schwarzhorn zusteuern, das sie in Mißtrauen gegenüber dem Eisgang auf ziemlich schwierigen Felspartien überschritten. Kolmer und Durig hatten inzwischen noch einen Abstecher zu dem am weitesten vorgeschobenen Gipfel der Monte Rosa-Gruppe (Tafel III), der Vinzentpyramide, gemacht und trafen mit Rainer und Reichel, die vom Schwarzhorn kamen, wieder auf dem Lysjoch zusammen. Um $\frac{3}{4}$ 1 Uhr trafen wir nach der herrlichen Wanderung wieder in der Hütte ein und ließen die obligaten Wägungen und Messungen über uns ergehen, dann erst durften wir an das Auswiegen der Mittagsmahlzeit und an das Kochen denken.

Sturm, Nebel und Neuschnee überraschten uns am 26. August morgens. Es schien aussichtslos, die Hütte verlassen zu können. Trotz des Bewußtseins der großen Gefahr siegte aber doch das Pflichtgefühl. Wir mußten einen Versuchsmarsch ausführen, es war darum auch alles Abreden und alle Warnung des wohlmeinenden Kustoden vergebens. Als bester Kenner des Terrains ging Durig voran, knapp Mann an Mann folgten Rainer, dann Reichel und zuletzt Kolmer, um diesem die schwere Arbeit des Watens im

tiefen Neuschnee möglichst zu erleichtern. Weiß in weiß sah die ganze Gegend aus, keine Kontur verriet die Lage der Aufstiegroute und nur unter dem Gefühl des tastenden Fußes merkte man die Unebenheiten der zerstampften Fährte im alten Schnee, auf dem knietief der neue lag. Als wir den Eissturz beim Sesiajoch erreichten und dessen Eisblöcke die Sicherheit gaben, daß wir uns am richtigen Wege befinden, atmeten wir erleichtert auf und es galt jetzt nur die stets tief ausgetretene Spur in der Traverse unter der Parrotspitze zu finden. Dann war unser Weg bis zum Lysjoch sicher. Vorsichtig ging es über den Sattel des Sesiajoches und nach wenigen Schritten stießen wir fast an einen haushohen, abgestürzten Eisblock, neben dem, wie wir wußten, die gewohnte Fährte lag, und schon trat der Fuß, fast bis an die Hüfte in den Schnee versinkend, in die tiefen Tapfen der Traverse.

Nach einigen hundert Schritten, bis wir glaubten, knapp unter dem Lysjoch zu sein, nahm Rainer den Vortritt und löste Durig ab, um an seiner Stelle das mühsame Vorantreten im tiefen Schnee zu übernehmen. Bald standen wir auch auf der Jochhöhe, wo der Schnee zu unserer freudigen Überraschung nicht mehr so tief lag und die Spuren deutlich sichtbar wurden. Auch hatte der Nebel nachgelassen und man konnte schon ferne Verschneidungen im Gletscher erkennen, bald sahen wir unter den Wolken hindurch ins Gressoneytal hinab. Erleichtert eilten wir zur Gnifetti-Hütte abwärts und in $\frac{3}{4}$ Stunden war diese erreicht. Unser Erscheinen erweckte dort Verwunderung und Mißbilligung von seiten der Führer. Die Leute freuten sich, daß die Sache gut abgelaufen war. Mehrere ihrer Kameraden hatten ja schon in den ungeheuer ausgedehnten Eisgefilden des Monte Rosa im Unwetter ihr Leben lassen müssen.

Das Wetter besserte sich von Viertelstunde zu Viertelstunde und, als wir aufbrachen, lag die Sonne glitzernd auf den Gletscherflächen. Von den tiefen Tapfen, die wir getreten hatten, fanden wir auf dem Rückweg in den letzten Partien gegen den Gipfel nichts mehr vor. Sie waren bereits verweht und verschneit. Da aber das Wetter klar und hell war, trafen wir schon um 1 Uhr 30 Minuten wieder in der Hütte ein.

Ein schöner, warmer Morgen begrüßte uns am 27. Rainer und Reichel wollten den Übergang von der Margherita-Hütte über den Grenzsattel zur Dufourspitze durchführen, während Kolmer und Durig zum Gorner Gletscher gegen Zermatt absteigen sollten. Wir gelangten bis etwa zur Kote 3850. Als stolze Zinne ragte über uns die Dufourspitze in den tiefblauen Himmel und verlockend sah silberweiß der Grenzsattel herab. Schwarz türmte sich in jähem Anstieg der Reygrat zum Gipfel empor. Durig wollte widerstehen und die Verantwortung nicht übernehmen, mit dem doch nicht sehr leistungsfähigen Kolmer den anstrengenden Aufstieg zum Gipfel anzutreten, schloß sich doch auch die Notwendigkeit an, den feinen Firngrat zur Zumsteinspitze zu überschreiten, um zur Margherita-Hütte zu gelangen (Taf. IV). Endlich versuchten wir die Sache in der Absicht, beim ersten größeren Hindernis umzukehren. Doch stieg Kolmer viel besser, als wir erwartet hatten. Nach Überqueren des steilen Gletscherarmes, der vom Grenzsattel herabzieht, betraten wir über die Randkluft bald den Felsgrat und in leichter Kletterei ging es nun auf der luftig ansteigenden Gratrippe empor. Ein etwas höherer Überhang läßt sich durch Aufsteigen auf die Schultern (Steigbaum) nicht schwer überwinden. Weiter geht es im steilen, aber festen und gutgestuften Fels empor, von dem rechts und links die glitzernden Eisflächen abstürzen. Kolmer keucht und schnaubt zwar tüchtig und immer gibt es wieder Pausen, um ihn zu Atem kommen zu lassen. Einen großen Teil seiner Arbeit und seines Körpergewichtes vermag ihm Durig aber abzunehmen, indem er, Seillänge um Seillänge vorauseilend, ihn immer wieder zu sich heraufzieht.

Wir hatten erwartet, Rainer und Reichel, die über den Grenzsattel kommen sollten, auf dem Gipfel der Dufourspitze zu treffen, fanden aber dort nur einige Führer und Touristen, die den Gipfel auf der gewöhnlichen Anstiegsroute bestiegen hatten. Mehrere von ihnen zeigten typische Zeichen der Bergkrankheit und erbrachen, während wir abseits mit Behagen aus unseren Blechbüchsen das Stoffwechselfrühstück verzehrten und unsern Harn und Kot versorgten. Dann ging es zum Abmarsch. Das kommende Stück sah sehr unheimlich aus (Taf. V). Zuerst eine scharfe Firnschneide, mit steilen, nach beiden Seiten

fast unmeßbar tief abstürzenden Felspartien wechselnd, dann tief unten wieder ein Stück des Firngrates, aus dem sich als feiner Saum der Firnkamm zur Zumsteinspitze erhebt.

Die außerordentlich exponierte Kletterei erwies sich aber an keiner Stelle als besonders schwierig, nur war Trittsicherheit und absolute Schwindelfreiheit unbedingte Voraussetzung. Besonders das Passieren des Firngrates am Grenzsattel erinnert stark an Seiltänzeri. Die Schneide ist bis zu Fingerbreite zugescharft und rechts und links stürzen die Steilwände in unheimlicher Glätte ab, so daß der Eispickel an keiner Stelle Halt findet. Links grüßt aus einer Tiefe von 3000 *m* zu unseren Füßen Macugnaga und rechts drohen, einige 100 *m* tiefer, weitaufgesperrte Gletscherspalten des Grenzgletschers herauf. Den Blick fest auf die Scheide geheftet, den Pickel zur Balance quer in der Hand, passiert man vorsichtig Fuß vor Fuß die drei Schneiden, die durch Grattürme mit vereisten Felsen gekrönt sind; nur ab und zu schweift der Blick in die herrliche Tiefe. Mit dem Gefühl der Befriedigung, wieder sicheren Boden unter den Füßen zu haben, stiegen wir dann zur Zumsteinspitze empor. Hier im Aufstieg versagte Dr. Kolmer wieder, während er sich in den Schneiden sehr tapfer und trittsicher gehalten hatte. Die Herz- und Atemarbeit reichte bei ihm im Aufstieg eben wieder nicht aus. Aber auch da tat das Seil gute Hilfe. Ohne Rast eilten wir fast in Sprüngen über die eisige Flanke der Zumsteinspitze hinab zum oberen Grenzgletscher; der auch hier noch ziemlich exponierte, aber doch breitere Grat machte auf uns keinen Eindruck mehr. Wir seilten ab und in flottem Tempo eilte Durig zur Margherita-Hütte hinauf, wo Dr. Kolmer $\frac{1}{2}$ Stunde nach ihm eintraf. Der Aufstieg über den letzten Hang zur Hütte hatte ihn ebenfalls wieder sehr dyspnoisch gemacht.

Der Weg von der Hütte zum Reygrat und über diesen zum Gipfel hatte 3 Stunden, jener vom Gipfel über den Grenzsattel zur Hütte zurück 2 Stunden 20 Minuten erfordert.

Rainer und Reichel, die den Weg in umgekehrter Richtung hatten einschlagen wollen, waren zwar bis zur Zumsteinspitze gelangt, hatten sich aber infolge des Windes, der am Morgen ging, nicht in die Firnschneiden gewagt in der Befürchtung, dort aus dem Gleichgewicht gebracht zu werden. Sie hatten ihren Versuchsmarsch deshalb wieder zum Lysjoch und von dort zur Vinzentpyramide ausgedehnt und präsentierten uns bei der Ankunft das fertige Mittagmahl.

Am folgenden Tag wiederholten Rainer und Reichel in derselben Richtung die Tour über den Reygrat zur Dufourspitze und von da zur Zumsteinspitze, während Kolmer und Durig bis auf 2830 *m* gegen den Gorner Gletscher abstiegen und dann zur Hütte zurückkehrten. Damit waren die großen Märsche abgeschlossen. Unser Körpergewicht hatte, wie später gezeigt werden wird, dabei zugenommen oder war konstant geblieben, obwohl die Anforderungen täglich und auch für jede Versuchsperson verschieden waren und das Kostprogramm demnach jedesmal eigens berechnet werden mußte.

Es folgte die Nachwirkungsperiode, die den 29., 30. und 31. August umfaßte und zu Respirationsversuchen, speziell beim Marsch, auf dem unter der Hütte gelegenen Firnfeld benützt wurden. Auch das Scheiden von der Hütte schickte seine Vorboten voraus, indem nun das Packen begonnen werden mußte. Endlich reihte sich der letzte Ruheversuch an, der der Kontrolle gegenüber der ersten Ruheperiode auf dem Gipfel dienen sollte. Dabei gab es noch Arbeit in Hülle und Fülle. Es war noch eine Reihe von Kontrollversuchen auszuführen und endlich das Programm für den Abmarsch festzustellen und die Kost für diesen auszuwiegen.

Am 4. September brachen wir bei herrlichem Wetter auf. Mit gewogenem Proviant, mit Getränk, Harnflasche und Kotbüchse versehen verließen wir die Hütte und bald überholten wir die Träger, die unsere letzte Habe zu Tal schaffen sollten. Ausgeapert bot der Lysgletscher ein Bild wirrer Zerklüftung und vorsichtig wanden wir uns durch das Spaltengewirr und über schmale verdächtige Brücken, die der Pickel, vorsichtig sondierend, prüfte. Wie um uns den Abschied noch schwerer zu machen, glänzte das Eis aus den tiefen Schründen in magisch blauem Licht. Nach kurzem Abschied von dem Kustoden auf der Gnifetti-Hütte eilten wir in die Tiefe und freudig begrüßten wir wieder das erste fließende Wasser und bald nachher die schneefreie Region mit den spärlichen Herbstblumen. Eine eigentümliche Sinnes-täuschung machte sich bei uns allen bemerkbar. Der eben daliegende kleine See, der in der Nähe des

neugebauten Observatoriums liegt, schien uns schief zu sein und das Wasser in ihm eine schräge Fläche zu bilden. In Col d'Olen wurden wir von Caspari erwartet. Wie schön sah wieder das erste Tischtuch aus! Das einzige Unbehagen bildete nur, daß wir nicht auch der Fleischkonserve entkommen waren. Das Programm schrieb es vor und so mußte sie gegessen werden. Mit Hilfe einer Briefwage wogen wir die Emballage zurück.

Nun ging es weiter bergab nach Alagna, wo uns Caspari in einer schönen Villa mit Veranda die Wohnung besorgt hatte. Wir konnten uns aber nicht entschließen, diese sofort zu beziehen und, obwohl wir seit morgens unterwegs waren, die Mahlzeit zu kochen, denn noch mehr lockte uns die Wohltat des ersten Bades nach so langer Zeit und nach dem Mangel an Hautpflege, den der Aufenthalt auf dem Gipfel mit sich bringt, wo das Wasser erst aus Eis geschmolzen werden muß und nicht selten nachtsüber neuerdings friert. Unsere knappen Mittel hießen uns eben bei dem hohen Preise des Feuerungsmateriales (pro Kilo 0·60 Lire für den Transport allein) und dem Erfordernisse an Wasser für die Versuche die für persönlichen Bedarf nötige Wassermenge auf das äußerste einschränken.

Unter den behaglichen Verhältnissen eines Sommerfrischortes wickelte sich nun der Stoffwechselversuch in Alagna ab. Dankbar empfanden wir wieder die Wohltat eines Bettes, speziell Rainer und Durig, die 4 Wochen auf dem Boden geschlafen hatten. Die Möglichkeit, auf reichlichem Raum sich ausbreiten zu können, erleichterte den Versuch sehr, so daß wir bald auch, mit den Respirationsversuchen zu Ende waren. Von den fünf Versuchstagen wurden die ersten beiden für sich abgegrenzt, um die Periode des Abmarsches und des ersten Tages in Alagna gesondert untersuchen zu können.

Am 10. September 4 Uhr morgens fuhren wir von Alagna weg und um 7 Uhr früh, als wir in Varallo ankamen, war der Versuch beendet. Der letzte Versuchsharn wurde in die Flasche entleert, die Karminkapseln zur Abgrenzung des Kotes gegessen und nun durften wir frei von Vorschrift und Zwang essen, was uns beliebte. Die Kotbüchsen in unserem Rucksack begleiteten uns allerdings noch zwei Tage lang, da das Erscheinen der Abgrenzung des Kotes, der noch zum Versuch gehörte, abzuwarten war. In Mailand trennten wir uns und fuhren dann auf verschiedenen Wegen im vollen Wohlsein der Heimat zu.

Sieht man von den ersten Erscheinungen nach der Ankunft auf dem Gipfel sowie von dem steten Unbehagen und Krankheitsgefühl, unter dem Kolmer zu leiden hatte, ab, so war der ganze Versuch trotz mancher Entbehrungen, denen wir dabei naturgemäß ausgesetzt waren, für uns in voller Annehmlichkeit verlaufen und keine einzige Störung eingetreten. Im Gefühle voller Kraft und voller Gesundheit schlossen wir die letzte Versuchsperiode, ohne daß auch nur einmal das leiseste Zeichen einer Erkrankung des Magendarmkanales sich bemerkbar gemacht hätte, wobei wir natürlich von den abnormen Erscheinungen der beiden ersten Tage absehen. Gewiß hätten wir manchmal allerlei lieber gegessen als das, was das Programm gebot, besonders an solchen Tagen, an denen wir uns die Aufzehrung der Kost nicht geschickt genug eingeteilt hatten. So konnte es wohl der Fall sein, daß einer von uns abends noch 150 g Zucker und eine Portion Brimsenkäse vor sich hatte, die natürlich aufgezehrt werden mußten, oder daß einmal etwas Kochsalz an Stelle von Zucker in das Pflaumenmus kam, dieses, weil davon schon gegessen war, aber dann doch ganz aufgezehrt werden mußte, wir lachten aber stets herzlich über solche Ereignisse und so war in Arbeit und Scherz die Versuchszeit in überraschender Eile entflohen.

Der Winter 1906/07 war, unserem Vorhaben entsprechend, für Kontrollversuche zu den bisherigen Beobachtungen in Aussicht genommen. Die Temperaturverhältnisse waren so günstig, wie wir sie uns nur wünschen konnten. Frühzeitig setzte Kälte und Schnee ein, so daß wir uns bequem die geeignetste Versuchszeit auswählen konnten. Wir verschoben deshalb den Stoffwechselversuch auch bis Neujahr, um mit den dringendsten Analysen (Gesamtstickstoff, Harnstoff und Ammoniak) noch vorher fertig zu sein. Ein Respirationsversuch, den wir im Freien auf einem beschneiten Weg ausführen wollten, war übrigens früher schon durch die große Kälte unmöglich gemacht worden, da uns alle Sammelröhren und die Schläuche mit den Salzlösungen einfroren, knapp nachdem sie gefüllt waren. Es herrschten -22°C und nach der Ankunft im Laboratorium zeigte das Thermometer in der Innentasche von Durig's Jacke noch -5°C . Wie erwähnt, trugen wir auch bei diesen Versuchen wie überhaupt während des ganzen strengen Winters, um

unbedingte Vergleichswerte erhalten zu können, dieselbe Kleidung wie auf dem Monte Rosa. Diese bestand nur aus Trikot oder Leinenhemd und Unterhose, Gilet, Hose und Rock, Wollstrümpfen, den Schuhen und einer Kappe. Wir waren also stets verhältnismäßig leicht gekleidet. Nur Kolmer, der mehr zum Frieren neigte, hatte sich außerdem noch einen Sweater zugelegt. Mantel und Überkleider trugen wir nie. dagegen stets Fausthandschuhe bei großer Kälte.

Der Winterversuch begann mit dem 2. Jänner als Vortag, an dem Stoffwechselkost in jener Menge und von jenem Stickstoffgehalt verzehrt wurde, wie dies während der übrigen Versuchsperioden der Fall gewesen war. Am 3. Jänner begannen die Marschversuche, die vier Tage dauerten, es wurden hiebei täglich Ausflüge in den Wienerwald gemacht, bei denen ungefähr die nämliche Steigung und auch eine ähnliche Wegstrecke zurückzulegen war wie bei den großen Märschen auf dem Monte Rosa. Die Wegverhältnisse waren, soweit dies überhaupt möglich ist, mit jenen auf dem Monte Rosa vergleichbar, da besonders auf den Waldwegen eine ausgiebige, zum Teil nicht angetretene Schneedecke lag. An den Marschversuchen nahm Rainer, dessen Zeit es nicht gestattete, nicht teil. Er absolvierte während derselben Tage seinen Kontroll-Ruhestoffwechselversuch. Wir trafen uns sämtlich morgens im Laboratorium, wo das Frühstück nach vorangegangenen Wägungen eingenommen wurde, und traten dann den Versuchsmarsch an. Rainer besorgte wieder die Küche und den Mittagstisch, der im Laboratorium bereit stand, bis wir zurückkehrten. Kolmer blieb auch bei diesen Märschen meist stark zurück, war also auch in der Ebene der am wenigsten leistungsfähige Gänger. Am 7. Jänner begann der Ruheversuch in der normalen Weise. Er wurde ohne Zwischenfall am 10., also ebenfalls nach vier Tagen beendet. Inzwischen richtete Durig alle Behelfe für den Semmering-Versuch zusammen, so daß wir am 11. um 7 Uhr früh ohne Störung des Versuchsprogramms von Wien abfahren und noch am Vormittag den Versuch am Semmering beginnen konnten.

Die Abgrenzung des Kotes erfolgte wie immer durch Karmin mit dem Frühstück, von dem wir einen Teil auf die Eisenbahn mitgenommen hatten. In zuvorkommendster Weise räumte uns Herr Hotelier Pannhans eine Villa ein, in der wir unsere Versuche ungestört durchführen konnten. An diesen nahmen nur Reichel und Durig teil. Reichel erhielt dieselbe Stickstoffzufuhr wie immer, Durig die niederen Stickstoffmengen, wie er sie in der zweiten Hälfte der Versuche auf dem Monte Rosa gegessen hatte. Wir durften es hier nicht wärmer haben als sonst bei unseren Versuchen, durften uns also auch die Behaglichkeit eines geheizten Zimmers nicht erlauben, es war daher die Sorge, die man für uns getroffen hatte, zunichte zu machen, die Fenster zu öffnen und das Feuer zu löschen. Die Witterung konnte für unsere Verhältnisse nicht günstiger sein. Es lag tiefer Schnee, zeitweise herrschte Schneetreiben, doch war die Kälte nur eine ziemlich mäßige und unsere Zimmertemperatur hielt sich nahe an Null.

Zugleich mit dem Ruheversuch führten wir eine Reihe von Respirationsversuchen bei Ruhe und Arbeit durch. Die Arbeitsversuche beschränkten sich auf die Feststellung des Energieverbrauches beim Horizontalmarsch, wofür wir in der unbenützten Wäscherei des Hotels ein außerordentlich bequemes Terrain fanden.

Der Semmering-Versuch schloß am 15. Jänner morgens. Wieder erfolgte Frühstück und Kotabgrenzung auf der Eisenbahn und damit war die letzte Versuchsreihe, die dreitägige Nachwirkungsperiode, eingeleitet. Diese schloß am 18. Jänner morgens.

Es folgten noch am 8. Februar Respirationsversuche bei Muskelarbeit auf beschneitem, ansteigendem Waldweg, den wir bei etwa 5° unter Null ausführten, dann anfangs April Horizontalmärsche in Wien und am 16. Juni Märsche auf derselben ansteigenden Strecke wie im Winter behufs Bestimmung des Verbrauches bei Steigarbeit ohne Schnee und endlich noch an verschiedenen späteren Tagen Horizontalmärsche unter Einhaltung verschiedener Geschwindigkeiten.

Damit war der eigentliche experimentelle Teil der Versuche abgeschlossen. Die analytischen Arbeiten nahmen nebenher ihren Fortgang und wurden mit dem Frühjahr 1908 beendet, so daß an die Berechnung der Resultate gegangen werden konnte. Auf die Methoden, die bei der Verarbeitung verwendet wurden,

wird in den speziellen Kapiteln eingegangen werden. Erwähnt möge nur sein, daß Durig sämtliche Analysen, und zwar fast ausschließlich als Doppelanalysen selbst ausführte. Von manchen Nahrungsmitteln, speziell von solchen, bei denen man sich über die Richtigkeit der Durchschnittsproben überzeugen mußte, wurden zahlreiche Analysen ausgeführt, ebenso immer dann weitere Analysen nachgetragen, wenn die Doppelanalysen nicht übereinstimmten. Sämtliche Reagenzien wurden von vornherein in den entsprechend großen Quantitäten angeschafft und eigens auf ihre Reinheit geprüft, ebenso die Maßgefäße, die für die Verarbeitung des Materials benötigt wurden, geeicht. Auch wurden allen Analysen Kontrollbestimmungen mit Substanzen bekannter Zusammensetzungen vorangeschickt und in einzelnen Fällen eine weitere Sicherung der Resultate durch Parallelbestimmungen geschaffen. Diese führte teils Prof. Caspari in Berlin aus, teils stammen sie aus dem Laboratorium meines verehrten Kollegen Hofrat Zeisel. Es dürfte die Tatsache, daß nur einerlei Methodik, ein und dieselben Meßgefäße und Reagenzien und dieselben Titreflüssigkeiten bei allen Analysen verwendet wurden, ganz besonders dazu beitragen, daß die Resultate, die unter den angegebenen Versuchsbedingungen gewonnen wurden, nicht nur unbedingt untereinander vergleichbar sind, sondern daß die gewonnenen Zahlen auch vollen Anspruch auf absolute Richtigkeit haben, da sie sämtlich auf Analysen mit bekannten und kontrollierten Testbestimmungen aufbauen.

Die Analysen des gesamten Stoffwechselversuches an fünf Versuchsteilnehmern hatten sich auf 265 Harnen zu erstrecken, ferner waren die Kote der 19 Versuchsperioden von den 5 Teilnehmern und 40 Nahrungsmittel zu untersuchen. Hiefür waren der zahlreichen Doppelanalysen wegen, die teilweise auch noch wiederholt wurden, und wegen der vielen Durchschnittsproben, die bei Nahrungsmitteln untersucht wurden, sowie unter Einbeziehung der Harnstoff- und Harnsäurebestimmungen, bei denen die Endoperation ebenfalls die Stickstoffbestimmung war, allein wesentlich über 2000 Kjeldahlanalysen erforderlich, wofür rund 130 l konzentrierter Lauge verbraucht wurden, während für das Titrieren 126 l Titriersäure nötig waren; dies möge einen kleinen Hinweis auf den Umfang der Arbeiten geben.

Als besonders zeitraubende Operationen machten sich natürlich die Bestimmung der Verbrennungswärme in den Harnen, im Kot und in den Nahrungsmitteln geltend, die zwar in ähnlichen Harnen als Einzelbestimmungen ausgeführt wurden, aber doch allein mehr als $2\frac{1}{2}$ Monate Arbeitszeit erforderten, da auch bei angestrengter Arbeit nicht mehr als 12 bis 15 Verbrennungen im Tage ausgeführt werden konnten. Ebenfalls als ungemein zeitraubend erwiesen sich die Gesamtschwefelbestimmungen, die im Nickeltigel über der Spiritusflamme ausgeführt wurden. Ein unangenehmes Geschäft bildete das Trocknen der fast 30 Kilo betragenden Gesamtmenge der Versuchskote im Vakuum. Endlich wäre noch zu erwähnen, daß in 221 Harnen Harnstoff-, Harnsäure und Ammoniak zu bestimmen war und in mehr als 100 Harnen Gesamtschwefel, Sulfatschwefel und Phosphoranalysen ausgeführt werden mußten.

Trotz energischster Förderung der Arbeit verstrich mehr als $1\frac{1}{2}$ Jahr, bis die Analysen als abgeschlossen betrachtet werden konnten und auch die letzten Kontrollen erledigt waren. Die Einzelheiten über die verwendeten analytischen Methoden, die speziell für Massenbestimmungen eingerichtet werden mußten — es wurden zum Beispiel täglich bis zu 100 Kjeldahlbestimmungen erledigt — sollen an zugehöriger Stelle in den späteren Mitteilungen erwähnt werden. Hier soll nur noch einiges über die Kosten der Expedition angeführt werden, da wohl auch diese einen Einblick in den Umfang der Arbeiten gestatten dürften. Ebenso scheint es nicht uninteressant, die erforderlichen Mengen der hauptsächlichsten Nahrungsmittel aufzuzählen.

Ausgaben:	Unter anderem erforderlich waren:
1463·20 Kronen für Fracht.	300 Büchsen Fleisch.
1982·02 » » Lebensmittel.	200 » Gansleber.
205·80 » » Miete.	14 <i>kg</i> Orangenmarmelade.
68·00 » » Auslagen auf dem Semmering.	14 » Preiselbeeren.
1690·14 » » Chemikalien.	19 » Käse.
173·65 » » } 98 <i>kg</i> Äther, 150 <i>l</i> Alkohol.	11 » Chokolade.
81·00 » » }	32 » Butter.
184·20 » » Glasbläserarbeit.	16 » Reis.
66·65 » » Kautschuk.	320 Portionen Suppe.
423·20 » » verschiedene Utensilien.	5 <i>kg</i> Makkaroni.
501·41 » » Glasware.	5 » Dörrkartoffel.
6839·27 Kronen.	60 » Kakes.

Schon die ersten Überschlätze über die voraussichtlichen Kosten der Expedition hatten auf Grund der früheren gesammelten Erfahrungen ergeben, daß es nur mit Hilfe einer großen Subvention möglich sein werde, das Unternehmen in Gang zu bringen. Wir traten daher an die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien mit der Bitte um die Gewährung einer Subvention von 4000 Kronen heran, die uns von dieser auch in munifizenter Weise zugebilligt wurde, indem Durig einen Betrag von 3000, Reichel einen solchen von 1000 Kronen erhielt. In aufrichtiger Dankbarkeit gedenken wir dieser großen Spende. Der fehlende Rest von 2839 Kronen wurde durch Beiträge aus unseren eigenen Mitteln gedeckt bis auf die Auslagen für Glaswaren und einen Teil der Reagenzien, die das von mir geleitete Institut bestritt.

Auch sonst waren wir vielfach auf Rat, Hilfe und Unterstützung angewiesen, die uns in mannigfaltigster Weise zuteil wurde. So ist es eine Pflicht, der wir freudigst nachkommen, Herrn Hofrat Sigm. Exner in Wien, Geheimrat Zuntz in Berlin und Senator Prof. Angelo Mosso in Turin unseren verbindlichsten Dank auszusprechen. Aufrichtigen Dank schulden wir auch dem Club Alpino Italiano und dessen Präsidenten Advokaten Grober für die freigebige Gastfreundschaft, die uns auf der Capanna Margherita gewährt wurde. Endlich erinnern wir uns auch noch dankbar der Firma Fratelli Guglielmina in Alagna, die in uneigennützigster Weise und unter ganz außerordentlichem Entgegenkommen uns beim Transport und bei der Beschaffung der Lebensmittel behilflich war, wie wir auch gerne unserer wackeren Träger gedenken, die unter den schwierigsten Verhältnissen stets bereit waren, das Möglichste für uns zu leisten, und viel dazu beitrugen, daß der Verlauf der Versuche auf dem Monte Rosa ein ungestörter war. Wie sehr verpflichtet wir uns gegenüber meinem lieben Freunde Prof. Alessandri fühlen, der uns durch Abtretung eigenen Raumes in der Hütte einen beträchtlichen Teil unserer Versuche erst ermöglichte, haben wir schon oben hervorgehoben. Ihm danken wir auch wiederholte Aushilfe mit Brennmaterial und sonstigen Behelfen, durch die uns das Arbeiten wesentlich erleichtert wurde.

In den anschließenden Mitteilungen sollen nun die während der ganzen Versuchsreihen an den einzelnen Teilnehmern gewonnenen Ergebnisse niedergelegt werden. Die Wiedergabe eines umfangreichen Zahlenmaterials, das die Belege für die durchgeführten Arbeiten und die Grundlagen der Resultate liefert, kann dabei nicht umgangen werden. Dagegen soll die Beschreibung der angewendeten Versuchsmethoden auf das knappste beschränkt und sollen nur bemerkenswerte Abweichungen von dem üblichen Verfahren besprochen werden, da wohl jeder, der solche Summen von Analysen durchzuführen hat, seine spezielle Art der Arbeit den örtlichen Arbeitsbedingungen anpassen muß.

Tabelle I.
Zusammensetzung der verwendeten Nahrungsmittel.

100 g der Originalsubstanz enthielten:

	N g	Cal.	Rohfett g	P g	S g	Ca g	Mg g	Bemerkung
Butter, Gipfel I	0·153	802·6	87·56	0·021	0·083			
» » II	0·157	807·5	88·70	0·025	0·079			
» Alagna	0·140	802·0	87·89	0·018	0·080	0·016	0·009	Ca u. Mg Mittelwert.
» Wien I, Vorperiode	0·124	778·6	84·55	0·014	0·072			
» Winter II	0·127	797·0	87·55	0·015	0·075			
» » III, Semmering	0·118	777·4	85·22	0·015	0·081			
Chocolade	0·875	536·6	22·95	0·189	0·111	0·018	0·086	
Erbsen, Original	4·333	379·1						
» gekocht	3·803	361·6	1·48	0·486	0·286	0·072	0·090	
Erbsensuppe	3·457	431·5	11·08	0·403	0·209	0·032	0·091	
Essig	0·022	28·0		0·003	0·001	0·003	0·004	
Fleisch	9·266	674·0	40·92	0·573	0·609	0·023	0·019	Inhalt einer Büchse.
Gansleber I	1·658	382·9	33·55	0·186	0·163	0·026	0·038	
» II	2·008	373·3	31·20	0·201	0·163	0·026	0·038	
Gerstensuppe	1·488	307·2	7·48	0·196	0·276	0·013	0·022	
Kaffee	0·027			0·002	¹	¹	¹	¹ Nicht bestimmt. Aufguß.
Kartoffel (trocken)	1·050	378·4	0·32	0·153	0·120	0·028	0·064	
Kakes Hildebrandt	1·456	465·8	9·11	0·148	0·216	0·030	0·028	
» Thiele	1·636	455·9	11·15	0·119	0·226	0·028	0·026	
Marmelade I	0·064	264·4		0·006	0·009	0·001	0·024	
» II	0·056	309·5		0·006	0·009	0·001	0·024	
Maggis Extrakt	4·010	98·0	4·62	0·844	0·326	0·012	0·003	Trocken in Körnern.
	4·480	84·0	3·20	0·811	0·357	0·012	0·003	Kapseln.
Makkaroni	1·982	390·7	1·02	0·108	0·192	0·014	0·001	
Milch (trocken)	4·039	530·8	26·60	0·665	0·842	0·872	0·073	» Trockenmilch«.
Parmesankäse	5·274	511·9	29·55	0·889	0·391	1·330	0·029	

Tabelle I (Schluß).

	Ng	Cal	Rohfett g	Pg	Sg	Ca g	Mg g	Bemerkung
Brimsenkäse	3·728	418·9	21·86	0·290	0·226	0·580	0·022	
Powidl	0·367	286·4	—	0·176	0·033	0·018	0·033	
Preiselbeeren I	0·133	285·8	—	0·018	0·003	0·007	0·024	
» II	0·079	253·7						
Reibteig I	2·083	398·8	3·06	0·131	0·222	0·015	0·014	
» II	2·065	404·2	3·08	0·126	0·222	0·015	0·014	
Reis I	1·324	376·0	0·28	0·140	0·014	0·022	0·080	
» II	1·509	370·0	0·20	0·142	0·015	0·022	0·080	
Schnittbohnen, Original .	2·781	353·4						
» gekocht .	2·227	334·2	0·79	0·306	0·221	0·037	0·096	
Senf	1·080	89·5	2·50	0·182	0·269	0·158	0·005	
Thee I	0·012							Aufguß mit destill. Wasser.
» II	0·007	—	—	0·001	0·001	—	0·001	
Traubenzucker		323·9						
Wein	0·014	55·4	—	0·014	0·008	0·001	0·007	7·7% Alkohol.
Zucker, Wien		396·0						
» Monte Rosa		389·2						
Wasser, Wien, Semmering						0·0003	0·0015	¹ Wasser aus Kalkgebirge.
» Alagna	—	—	—	—	—	0·0010	0·0005	Wasser aus Urgestein.
» Monte Rosa	—	—	—	—	—	—	—	Eiswasser.

¹ Nach Mittelzahlen für die Wiener Hochquellenleitung.

Tabelle

Meteorologische Beobachtungen während des Aufenthaltes

Monat und Datum	Mittlerer ¹ Barometer- stand (reduziert)	Windrichtung ¹	Mittlere tägliche ¹ Geschwindig- keit in Stunden Kilometer	Lufttemperatur ²		
				Aßmann's Th. °C	Sonnenschein- thermometer °C	Tageszeit der Temperatur- messung
August 9	440·0					
10	437·2					
11	436·5					
12	439·1			— 5·0	+33·0	12h 30m
13	441·3			— 3·0	+38·0	2h 20m
14	440·7			— 4·1	+36·0	1h
15	439·2					
16	438·6			— 7·2		2h
17	435·1			— 9·2 —12·8		1h 30m 7h 30m
18	432·5			—12·8	+36·8	1h 30m
19	434·0			—12·0 —10·0		2h 7h
20	437·4			— 7·4	+25·0	5h 30m
21	442·8			— 3·8	+41·0	12h 30m
22	444·7			— 3·6		3h 30m
23	444·0			— 4·6		12h
24	442·2	NE	10·3			

¹ Die Daten stammen von Beobachtungen von Prof. C. Alessandri.² Beobachtungen von Dr. Reichel.

II.

auf dem Monte Rosa-Gipfel, Sommer 1906.

Zimmer- temperatur (morgens)	Feuchtigkeit ²				Allgemeiner Witterungscharakter
	absolute g/m^3	maximale g/m^3	Sättigungs- defizit g/m^3	relative %	
0·0					Schneesturm, Gewitter.
— 0·5					Wind, zeitweise klar.
— 1·0					Nebel, Sturm.
— 1·0	1·76	3·30	1·54	53·4	Ausheiterung, mäßiger Wind.
+ 6·0	1·52	3·90	2·38	39·0	schön warm, fast windstill.
+ 10·0	1·74	3·57	1·83	48·9	warm, sonnig.
					stürmisch, Nebel, kalt.
+ 4·0	1·86	2·66	0·80	70·0	schön, warm und sonnig.
+ 2·5	2·01 1·00	2·22 1·62	0·21 0·62	90·0 61·8	schön, warm.
— 3·0	1·58	1·62	0·04	97·5	morgens klar und kalt.
— 9·0	0·84 0·25	1·70 1·98	0·86 1·73	49·6 12·8	morgens Schneetreiben, mittags sonnig.
+ 4·0	1·61	2·62	1·01	61·6	etwas windig, sonnig.
+ 12·0	3·00	3·54	0·54	84·7	warm, klar und sonnig.
	2·52	3·72	1·20	67·7	sehr schön, sonnig, fast windstill.
+ 9·0	1·14	3·42	2·28	33·4	sehr schön, sonnig, warm.
+ 9·0					mäßig warm, bedeckt, später Gewitter und Graupenfall.

Tabelle II

Monat und Datum	Mittlerer ¹ Barometer- stand (reduziert)	Windrichtung ¹	Mittlere tägliche ¹ Geschwindig- keit in Stunden Kilometer	Lufttemperatur ²		
				Aßmanns' Th. °C	Sonnenschein- thermometer °C	Tageszeit der Temperatur- messung
August 25	441·6	ENE	16·2			
26	442·3	E	31·3	— 5·0		12 ^h
27	442·5	E	22·5			
28	442·2	SSW	31·3			
29	444·0	SSW	25·5	+ 1·2	+33·0	5 ^h 30 ^m
30	445·1	W	11·3			
31	445·2	W	14·2	+ 0·1	+34·0	5 ^h 30 ^m
September 1	445·0	NW	28·3	+ 0·6	+37·0	5 ^h 30 ^m
2	444·0	NNW	10·0			
3	443·6	N	5·4			
4	443·5	NNW	5·8			

¹ Beobachtungen von Prof. C. Alessandri.² Beobachtungen von Dr. Reichel.

(Schluß).

Zimmer- temperatur (Morgens)	Feuchtigkeit ²				Allgemeiner Witterungscharakter
	absolute <i>g/m³</i>	maximale <i>g/m³</i>	Sättigungs- defizit <i>g/m³</i>	relative %	
+ 9·0					warmer schöner Tag.
+ 4·0	1·36	3·30	1·94	41·2	Nebel, kalt, Sturm, Schneetreiben.
+ 7·0					herrlicher warmer Tag.
+ 4·0					warm, sonnig, windstill.
	0·65	5·28	4·63	12·4	klar, sonnig, wenig Wind.
+13·0					dto.
+12·0	0·44	4·63	4·19	9·6	dto.
+10·0	0·57	4·66	4·09	12·1	etwas kühler und windig.
+12·0					dto.
+12·0					warm, wenig Wind.
+10·0					schöner warmer Tag.

Tabelle III.
Versuchskalender 1906/07.

Periode	Beginn	Ende	Dauer Tage	Teilnehmer	Ort	Seehöhe <i>m</i>	Allgemeiner Charakter der Temperatur	Bemerkung
I	11. Juli	18. Juli	7	{ Rainer, Reichel, Kolmer, Durig	Wien	250	Sommertemp.	Ruheversuch
II	9. August	15. August	6	»	Monte Rosa	4560	Wintertemp.	»
III	15. »	21. »	6	»	»	4560	»	Arbeitsversuch (große und kleine Märsche)
IV	21. »	24. »	3	»	»	4560	»	Ruhe (Nachwirkung)
V	24. »	29. »	5	»	»	4560	»	Arbeitsversuch (Hochtouren)
VI	29. »	1. Sept.	3	»	»	4560	»	Ruhe (Nachwirkung)
VII	1. Sept.	4. »	3	»	»	4560	»	Ruheversuch
	2. »	3. »	2	Durig	»	4560	»	Zuckerversuch
VIII	4. »	4. »	1	{ Rainer, Reichel, Kolmer, Durig			Übergang	Abstieg
	5. »		1	»	Alagna	1190	Sommertemp.	1. Ruhetag in Alagua
IX	6. »	10. Sept.	4	»	»	1190	»	Ruheversuch
X	3. Jänner	7. Jänner	4	»	Wien	250	Wintertemp.	Arbeitsversuch
XI	7. »	11. »	4	{ Reichel, Kolmer, Durig	»	250	»	Ruheversuch
XII	11. »	15. »	4	{ Reichel, Durig	Semmering	1000	»	»
XIII	15. »	18. »	3	»	Wien	1000	»	Ruheversuch (Nachwirkung)
I	8. August	13. August	5	Caspari	Alagna	1190	Sommertemp.	Ruheversuch
II	13. »	17. »	4	»	»	1190	»	Arbeitsversuch
III	17. »	19. »	2	»		1190	Übergang	Aufstieg zur Capanna Gnifetti
IV	19. »	22. »	3	»	Alagna	1190	Sommertemp.	Ruheversuch
V	22. »	25. »	3	»			Übergang	Aufstieg zum Gipfel
VI	25. »	30. »	5	»	Alagna	1190	Sommertemp.	Ruheversuch

Tafel I.

Tafel I.

Gerippe der Monte Rosa-Gruppe (Maßstab 1 : 50000) nach der italienischen Generalstabskarte und Blatt 535 des Siegfried-Atlas, gezeichnet von Dr. W. Kolmer.

Die Routen der Versuchsmärsche sind als punktierte Linien eingezeichnet.

Überblick über die im Text genannten Orte:

Varallo: Endstation der Bahnlinie Novara—Varallo im Sesiatal.

Alagna: 5 Poststunden talaufwärts von Varallo (1190 *m*).

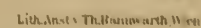
Col d'Olen: 4 Gehstunden von Alagna (2856 *m*).

Corno del Camoscio: kleiner Gipfel bei Col d'Olen (3026 *m*).

Capanna Gnifetti: am Aufstiege zur Margherita-Hütte, gelegen auf einer Felsrippe zwischen Lysgletscher und Garsteletgletscher, Höhe 3647 *m* (zirka 3 Stunden von Col d'Olen entfernt).

Lysjoch: Wasserscheide zwischen dem Tal von Zermatt und Gressoney, 4277 *m* eingesenkt zwischen Lyskamm und Ludwigshöhe (zirka 2 Stunden von der Gnifetti-Hütte entfernt).

Capanna Margherita auf dem Gipfel der Punta Gnifetti in 4560 *m* Höhe (zirka 1½ Stunden vom Lysjoch entfernt).



Tafel II.

Tafel II.

I. Die Punta Gnifetti des Monte Rosa (4560 *m* über dem Meere) von der Parrotpitze aus gesehen (Aufnahme Ing. R. Rainer).

Punktiert:

Links oben der Aufstieg zum Observatorium, das auf der Spitze sichtbar ist.

Mitte unten: die gewöhnliche Anstiegstraße zum Gipfel auf dem Sesiajoche.

Rechts im Vordergrund: Spuren vom Aufstieg auf die Parrotpitze (Versuchsmarsch vom 25. Aug. 1906).

II. Die Ludwigshöhe $\times$ (4344 *m*) und das Schwarzhorn $\times\times$ (4328) vom Balmenhorn aus (Aufnahme Dr. W. Kolmer).

Auf der Ludwigshöhe im Abstieg begriffen Dr. Reichel und Rainer.

III. Skizze des Observatoriums, Capanna Regina Margherita auf der Punta Gnifetti, nach einer Abbildung in »Höhenklima, Bergwanderungen etc.« mit der gegenwärtigen Abgrenzung der Räumlichkeiten:

1. Touristenschlafraum. 2. Touristenküche. 3. Küche für das Observatorium. 4. Schlafraum für das Observatorium.

5. Dunkelkammer. 6. Physiologisches Laboratorium. Im Turm die Räume für das meteorologische Observatorium.

Durig, A.: Ergebnisse der Monte Rosa-Expedition 1906.

Taf. II.

I.



II.



III.



Lichtdruck v. Max Jallé, Wien.

Tafel III.

Tafel III.

Südlicher Ast der Monte Rosa-Gruppe vom Gipfel des Lyskammes gesehen. (Aufnahme Ing. R. Rainer).

× Parrotspitze. ×× Ludwigshöhe. + Schwarzhorn.

- I. Aufstieg zum Observatorium von der Gnifetti-Hütte aus (Versuch vom 15.—21. August) am Kreuzungspunkt der Routen des Lysjoch.
 - II. Aufstieg auf die Parrotspitze vom Sesiajoch aus.
 - III. » zur Ludwigshöhe.
 - IV. » zum Schwarzhorn.
 - V. Weg zur Vincentpyramide.
 - VI. Gemeinsamer Rückweg. (Versuch vom 25. August.)
 - VII. Kurze Versuchsmärsche vom 15.—21. August.
 - VIII. Aufstieg zum Lyskamm. (Versuch vom 24. August.)
 - IX. »Traverse« unter der Parrotspitze.
-

Durig, A.: Ergebnisse der Monte Rosa-Expedition 1906.

Taf. III.



Lichtdruck v. Max Jandl, Wien.

Tafel IV.

Tafel IV.

Nördlicher Ast der Monte Rosa-Gruppe vom Lyskamm aus gesehen (Aufnahme Ing. R. Rainer).

× Dufourspitze. ×× Grenzblock. + Grenzsattel. z. Zumsteinspitze. Δ Gnifettispitze mit dem Observatorium. ○ Sesiajoch.

I. Gewöhnlicher Aufstieg zum Observatorium von der Gnifetti-Hütte aus (Versuche vom 15. bis 21. August und 26. August).

II. Abstieg über den Grenzgletscher gegen Zermatt (Versuche vom 24. und 28. August).

III. Aufstieg zur Dufourspitze über den Crestone Rey (†). Versuche vom 27. und 28. August mit Übergang zur Zumsteinspitze und Margherita-Hütte.

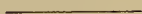
Durig, A.: Ergebnisse der Monte Rosa-Expedition 1906.

Taf. IV.



Leitdruck v. Max Jaffé, Wien

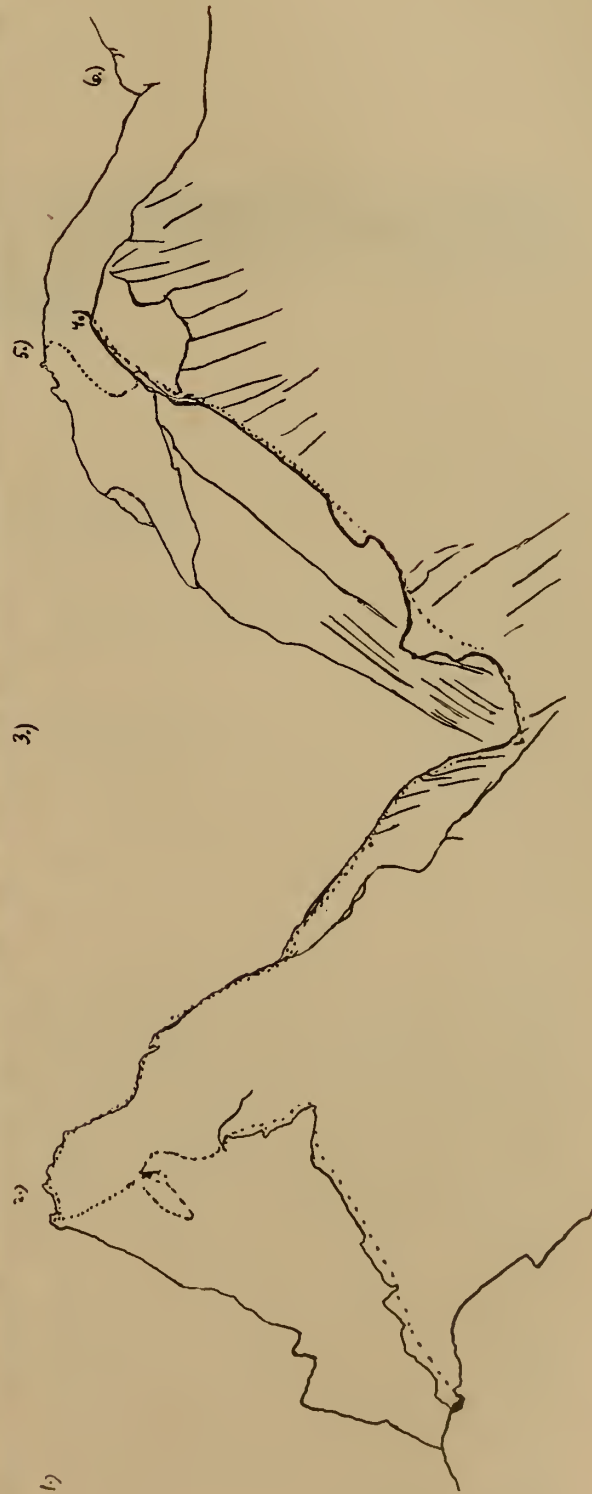
Tafel V.



Tafel V.

Der Grenzsattel von der Dufourspitze aus (Versuche vom 27. und 28. August 1906), Aufnahme Ing. Rainer.

1. Gipfelfelsen der Dufourspitze 4638 *m* (in der Tiefe links das Tal von Macugnaga, zirka 1000 *m*).
 2. Grenzblock.
 3. Grenzsattel.
 4. Zumsteinspitze, 4573 *m*.
 5. Gnifetispitze mit dem Observatorium, 4560 *m*.
 6. Sesiajoch, 4390 *m*.
-



Lichtdruck v. Max Janté, Wien.