

## Werk

**Titel:** Himalaya-Studien

**Autor:** Österreich, Karl

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1914

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657\\_1914](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1914) | LOG\_0155

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

## Himalaya-Studien.

Von Prof. Dr. **Karl Oestreich**, Utrecht.

Die Erforschung des Himalaya, so unvollständig sie auch noch ist, hat vor der Erforschung anderer Hochgebirge das voraus, daß sie von einer kleinen Anzahl nahe miteinander verbundener Einrichtungen unternommen wird. Man kann sagen: wie der Himalaya als Einheit empfunden wird, so werden auch die Ergebnisse seiner Erforschung ausgetauscht, und zu allen Zeiten haben die beteiligten Staatseinrichtungen, der Great Trigonometrical Survey und der Geological Survey, es verstanden, die Ergebnisse ihrer das ganze Gebirge betreffenden Untersuchungen und Arbeiten zu einem Gesamtbilde des Gebirges zu verallgemeinern. Die geographische Welt hat davon nur Vorteile gehabt, immer war es möglich, einen Überblick über den Stand der Erkenntnis zu erlangen, so daß die freiwillige Mitarbeit von Außenstehenden am richtigen Punkte einsetzen konnte, und die Größe der Probleme verhinderte ein zu schnelles Sichverlieren in die Detailarbeit, was im Sinne eines Erfassens der Eigenart des Himalaya als des machtvollsten Gebirges der Erde nur wünschenswert war.

So ist bei der Durchforschung dieses Gebirges, wie bei keinem andern, stets Beschreibung mit Beobachtung und Theorie, also Geographie mit Geologie und Geophysik zusammen gegangen, und so sehr auch hier unser Wissen Stückwerk ist, es darf uns mit Genugtuung erfüllen, daß gerade am Beispiel des höchsten Gebirges der Erde die Bemühungen, zur Einsicht in die Gesetze der Gebirgsbildung zu gelangen, ihre schönsten Früchte erlangt haben.

Diesem stets wach gebliebenen Interesse für die Erkenntnis der Gesamterscheinung des Gebirges ist es auch zu verdanken, daß von Zeit zu Zeit eine Gesamtdarstellung des Gebirges unternommen wurde, die das bis dahin gesicherte geologische Wissen im Zusammenhang mit der neu erworbenen Einsicht in die Gliederung des Gebirges darstellen soll. Die

beiden ersten Male ist dieser Versuch von Geologen unternommen worden, 1879 von H. B. Medicott und W. T. Blanford und 1894 von R. T. Oldham. 1907/08 wurde dieser Versuch von dem Cheftopographen S. G. Burrard und dem Chefgeologen H. H. Hayden gemeinschaftlich wiederholt; es sollte, da nun weitere Kreise, vor allem die Alpinisten, in die Erforschung des Gebirges einzugreifen sich anschickten, das bisher erreichte überblickt und eine Basis für künftige Entdecker- und Forscherarbeit hergestellt werden. Besonders die auf den Topographen entfallenden Abschnitte dieses Werkes sind geeignet, unsere Aufmerksamkeit zu fesseln; denn zum ersten Male wird hier das Interesse des Topologen, wenn ich diesen vom General Berthaut geprägten Ausdruck gebrauchen darf, nicht von der Kammgliederung des Gebirges allein gefesselt, sondern die Erscheinung der Gipfel, der Wasserscheiden, der Stromnetze wird mit der gleichen Gründlichkeit und vielfach ebenso neuartig wie abschließend behandelt. Und doch, viele Arbeit bleibt noch zu tun, manche Einzelheit auch in der letzten Zusammenfassung ist überholt. Nur einen Durchschnitt durch den gegenwärtigen Stand der Erforschung können solche Zusammenfassungen, auch die hier folgende, geben.

#### 1. Ausdehnung und Gliederung des Himalaya.

Der Name der Schneekette, die sich über niedrigere Vorberge hin aus der indogangetischen Ebene erhebt, ist von der Wissenschaft auf die ganze Hochgebirgsanschwellung übertragen worden, die das tibetische Hochland (im weitesten Sinne genommen) im Süden begrenzt. Die nach Süden konvexe Bogenform sowie die nach Süden gerichtete Überfaltung hat in dem Himalaya ein durch tangentiellen Schub von Norden her entstandenes Faltengebirge sehen gelehrt, und zwar eine in der Tertiärzeit eingetretene Auffaltung der bereits durch die Bildung der paläozoischen Altiden verengten Thetys-Geosynklinale. Diese Bogenform ist von dem Faltengebirge, das man nur in geologischem Sinne ein junges Faltengebirge nennen darf, auf das heutige Hochgebirge vererbt worden, das seine Existenz gewaltigen, in jüngerer Zeit eingetretenen Hebungen verdanken dürfte<sup>1)</sup>.

Das Wesen dieses Hochgebirges beruht auf der Existenz einer oder mehrerer, teilweise vergletscherter Hochgipfelketten. Die „main axis“ des Himalaya wird vom Bramaputra bis zum Indus gezeichnet; aber wie ihr Ostende unbekannt ist, hat man auch eine westliche Fortsetzung oder auch nur die westliche Endigung bisher nicht gefunden. Burrard<sup>2)</sup> spricht sich ausführlich darüber aus, daß man jenseits des Indus, also zwischen diesem

<sup>1)</sup> Oestreich, Betrachtungen über die Hochgebirgsnatur des Himalaya. Verh. XVI. Deutsch. Geogr.-Tags. Nürnberg 1907, S. 44–50.

<sup>2)</sup> Burrard-Hayden, S. 79 ff.

und dem Kabulzufluß Kunar umsonst nach einer granitischen Kette in der Fortsetzung der Hauptachse des Himalaya gesucht habe, und zitiert bei dieser Gelegenheit die treffende Charakteristik, die ein militärischer Beobachter, Colonel Tanner, in den 70er Jahren von dieser Gegend gab, als von einem Gewirr von scharfgefisteten Rücken, deren Gipfel alle von der gleichen Höhe und dem gleichen Aussehen seien, so daß auch die trigonometrische Aufnahme nicht mehr als zwei bis drei Gipfel in der Wasserscheide festlegen konnte. Auf 6400 m schlägt Tanner die Höhe der Gipfel rechts und links der Indusschlucht an, und eine demnach bis zu 6000 m Meereshöhe gehobene Peneplain wurde daher vom Verfasser als die Urform der Oberfläche in der Region der westlichen Endigung des Himalayahauptkamms bezeichnet<sup>1)</sup>. In welcher Weise sich diese Peneplain zu der nur 200 km entfernten Ebene senkt, ob mit einer gewaltigen Verbiegung oder mit einem Bruch, ist unbekannt, und auch nur wenig ist bekannt von dem wundervollen Härtling Nanga Parbat, der sich als der Markstein und als der einzige die 8000-m-Linie überschreitende Gipfel des westlichen Himalaya (im engeren Sinne) über die zerschnittene Peneplain erhebt.

Er dürfte wohl dem Monadnocktypus entsprechen und eines der großartigsten Beispiele dieses Formtypus darstellen. Seine isolierte Lage — er gehört nicht einmal einem Kamm an, und daß man die Hochgipfelkette bis zu ihm zieht, ist ein Fehler — würde also dem isolierten Auftreten seines Gesteins entsprechen und seiner Umgehung durch die Adern der Entwässerung.

Das Fehlen einer westlichen Fortsetzung der Hauptachse wird uns nach dem Gesagten nicht mehr wundern: der Himalaya hatte im Westen den ganzen Zyklus durchlaufen, während im Osten und in der Mitte nur reife Zerschneidung eingetreten war. Jedenfalls wird durch solche Betrachtungsweise die Hauptachse ihres Charakters als des unmittelbaren Ausdrucks der orotektonischen Wirkungen entkleidet, und auch die Gliederungsversuche, zu deren Behandlung nunmehr übergegangen werden soll, können nur als Gliederungsversuche des Kartenbildes gelten, nicht als Rekonstruk-

<sup>1)</sup> Oestreich, Die Täler des nordwestlichen Himalaya. Erg. Heft 155 zu Pet. Mittlgn. S. 63. (Weiterhin zitiert als „Täler des Himalaya“).

Ein vorzügliches Bild einer hochoberhobenen und reif zerschnittenen, nur noch in schmalen, glazial ausgestalteten Kämmen erhaltenen Peneplain gibt das Bild unten auf Tafel bei S. 340 in F. de Filippi, Karakoram and Western Himalaya 1909 (London 1912) wieder. Es handelt sich um den Blick vom Skoro Paß (ca. 5000 m) über den Einschnitt der Skoro Nalla, das Schigartal und das Becken von Skardu weg nach der Peneplain der Déusi (Deosai). Vielleicht erscheint ganz links in der Ferne auch noch Nanga Parbat. Es handelt sich also um die nordöstliche Fortsetzung derselben Peneplain, die — allerdings in sehr zerstörtem Zustande — bis in das Herz des Hochgebirges von Baltistan hineingreift.

tion der orotektonischen Leitlinien des Gebirges. Die langen Kammlinien, die z. B. auch Godwin Austen zog, und zu deren Feststellung er so viele Mühe verwandte, sind, wenn man das so ausdrücken darf, zufällige Ergebnisse der Erosion, es sind wahrscheinlich subsequeute Wasserscheiden; ursprüngliche Antiklinalen sind keine festgestellt, weil nicht mehr festzustellen.

Trotzdem ist es von Interesse, zu sehen, wie das Gebirge sich gliedert, wie die Hochgipfel angeordnet, aus welchen und wie struieren Gesteinen die Ketten aufgebaut sind. Die erste eingehende Gliederung des Gebirges ist von Godwin Austen<sup>1)</sup> versucht worden. Für ihn war die „granitoid axis“ leitend für die mountain chain, worunter er ausdrücklich nicht eine Kette von Gipfeln, sondern eine, wie er meinte, selbständige und geschlossene Aufragung verstand.

Er schied die große Gebirgsmasse im Nordwesten in fünf Hauptglieder:

die Hauptachse: den Kwenlun,  
den Transhimalaya, der sich in folgende Ketten gliedert: Karakoram, Mustak, Schayok-Kette, Ladak-Kette,  
den Himalaya, der sich in die Ketten von Stok, Rukschu, Baralasa, Zanskar, Süd-Tschinab-Kette gliedert,  
den Outer (oder Lower) Himalaya,  
den Subhimalaya (Siwalik).

Zur Kritik dieser Gliederung ist zu sagen, daß eine Unterabteilung, wie die Süd-Tschinab-Kette, sich in der Art, wie sie Godwin Austen zeichnete, nicht findet; nördlich von Kaschmir besteht sie nicht. Wohl ragt dort Haramuk (5150 m) über die reif zerschnittene Peneplain von Nordkaschmir 1600 m hoch auf, ähnlich wie weiter im Osten Kolahoi (oder Gwaschbrari, 5437 m), aber was sie überragen, ist eben eine, wenn auch reif zerschnittene Peneplain. Sie sind nicht durch einen Gebirgskamm verbunden, die Erosion des Sind und der Erin Nallah mit ihren unzähligen Nebenflüßchen und -bächen haben die zu 3500 m erhobene Verebnungsfläche aufgeteilt, von einer „Kette“, die sich von der dahinter gelegenen Hauptkette (Zanskar) abheben würde, ist hier keine Rede<sup>2)</sup>.

Die Karte, Blatt 28 von „The Indian Atlas“, gibt diese Verhältnisse nicht wieder; sie leidet an dem von Burrard<sup>3)</sup> an der Hand zweier Kärtchen

<sup>1)</sup> H. H. Godwin Austen, The President's address. Geogr. Sect. Brit. Assoc. Southport. (Proc. Roy. Geogr. Soc. New Series, Bd. V, 1883, S. 610—25. — Derselbe, The mountain systems of the Himalayas and neighbouring ranges of India. Ebenda Bd. VI, S. 83—87, mit Karte.

<sup>2)</sup> Oestreich, Täler des Himalaya. S. 16 f.

<sup>3)</sup> Burrard-Hayden a. a. O. Chart XI und S. 57 ff.

sehr wirksam ins Licht gerückten fehlerhaften Eigenart dieses Kartenwerkes, die Wasserscheiden in übertriebener Weise herauszuarbeiten, so daß es nirgends Ketten und nirgends Flächen gibt, sondern nur Raupen und Tausendfüße und dazwischen Flußgebiete.

Ferner fordert die Bezeichnung der Unterabteilungen des Transhimalaya als verschiedener main und subsidiary axis zum Widerspruch heraus: von der Ladak-Kette bis zur Karakorum-Kette handelt es sich um eine nur durch verjüngte, also tief eingeschnittene Längstäler gegliederte kristallinische Masse, von besonderen Erhebungsachsen kann man nicht reden. Es erübrigt sich also auch, auf die Bemühungen und Raisonsnements einzugehen, die Godwin Austen zur Annahme bestimmter Fortsetzungen dieser „Achsen“ nach Osten leiteten, dergestalt, daß die Schayok-Kette bis zum Kailas, die Ladak-Kette bis zum Gurla weiterstreichend gedacht wurde.

Oldham<sup>1)</sup> unterschied zehn Jahre später außer dem Subhimalaya vier Gebirgszüge („ranges“):

Mustak oder Karakoram, Ladak-Kette, Zanskar, Lower Himalaya (Pir Pandschal und Dhaoladhar).

Hierbei wird zum erstenmal von einer Kette, nämlich von der Zanskar, ausdrücklich bemerkt, daß sie ihre Existenz der Lage als Wasserscheide zwischen Indus und Tschinab (Chenab) verdanke, daß sie also ein „Restling“ ist, um einen modernen Ausdruck zu gebrauchen, und nicht das Ergebnis einer besonderen Hebung.

Burrard<sup>2)</sup> zerlegt in dem neuesten Gliederungsversuch die ganze Gebirgsmasse nach einem topographischen Prinzip in

die Karakoram Range, in der er die Fortsetzung des Hindukusch erblickt,

die Ketten des Südlichen Tibet: Kailas-Kette, Ladak-Kette, Zanskar-Kette,

die Ketten des Himalaya: die große Himalaya-Kette, the Lesser Himalaya, die Siwaliks.

Doch bemerkt er, daß in den einzelnen Sektoren des Himalaya, dem Pendschab-, dem Kumaon-, dem Nepal- und dem Assam-Himalaya, die Verknüpfung der einzelnen Glieder eine verschiedenartige sei; in Kumaon fehlen die Siwaliks und die Ketten des Lesser Himalaya als ausgesprochene „Ketten“, und in Sikkim, wo der Assam- und der Kumaon-Himalaya aneinandergrenzen, fehlen beide vordersten Glieder des Himalaya überhaupt.

Was die große Himalaya-Kette anlangt, so zeigt sie nach Burrard

<sup>1)</sup> Oldham, A manual of the geology of India. Calcutta 1893. S. 460 f.

<sup>2)</sup> Burrard-Hayden. Abschnitt 14 ff.

mehrere Male die Erscheinung der Bifurkation: zuerst am Daulaghiri, dann beim Einschnitt des Karnali-Flusses, wo die Zanskar-Kette (mit Kamet, 7755 m und Leo Pargial, 6770 m) abzweigt; ferner am Einschnitt des östlichen Ganges-Quellflusses Alaknanda, wo als südlicher Arm der Dhaoladhar, und am Satledsch (Sutlej), wo der Pir Pandschal loszweigt. So stehen auch für den Topographen die Ketten alle in Zusammenhang, und kann er in den Ketten nicht mehr eben so viele Erhebungsachsen erblicken. Sonderbarerweise dringt aber doch stets wieder die Anschauung von den lang hinstreichenden Falten der Erdoberfläche durch, die in den heutigen Gebirgskämmen zutage liegend gedacht werden!

Es erübrigt also, genauer den neuesten Gliederungsversuch zu besprechen und es sei nur noch darauf hingewiesen, daß die charakteristischste Linie der Himalayagliederung, die main axis oder Great Himalayan Range, also die große Schneegipfelkette, nur bei den Gliederungen diese Rolle spielt, die vom mittleren oder östlichen Himalaya ausgehen, daß sie aber in den Gliederungen, die den bestbekanntesten, also den nordwestlichen Himalaya, zum Ausgangspunkt nehmen, überhaupt nicht namentlich erwähnt wird: so bei Godwin Austen und Oldham. Es ist auch schwer, im Westen irgend eine Kette zu finden, die man nach ihrer Höhe und vor allem ihrer beherrschenden Höhe als Äquivalent und zugleich als streichende Fortsetzung der Hauptkette des Ostens ansehen könnte.

## 2. Die Gipfel.

In äußerst wirkungsvoller Weise eröffnet Burrard die Reihe seiner Karten und Diagramme mit der Abbildung einer trigonometrischen Flachlandstation, von der aus mehr als 150 km Entfernung die dem Kumaon-Himalaya angehörigen Hochgipfel Badrinath (7068 m), Kedarnath (6940 m) und Bandar Puntsch (6315 m) anvisiert und gemessen worden sind.

Nächst der Gebirgsgliederung, ja noch mehr als diese, haben die Gipfel des Himalaya die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Über die Gliederung kann man streiten, streitet man, wie wir gesehen, noch heute. Die Gipfel aber sind unzweifelhaft da, und sie sind die machtvollsten Erscheinungen im Bilde des Gebirges. Nirgends wieder auf so kurzer Strecke treten, bald eng gedrängt, bald in größeren Abständen, Gipfel in solcher Menge und von so überragender Höhe auf: die Tabelle XVII von Burrard gibt allein für den eigentlichen Himalaya 40 Gipfel mit über 7315 m (24 000') an. Dazu kommen im nordwestlichen Hinterland der Hauptkette noch 31 Gipfel. Und die Gipfel sind nicht aufgesetzt wie die Hochgipfel der Anden und des Kaukasus, sondern gehören dem Grundgebirge an. Was bedeuten die Gipfel? Diese Frage stellt sich auch Burrard, und die Tatsache, daß die Gipfel überall aus Granit bestehen, der aber die Achsen des

Gebirges überhaupt zusammensetzt, legt ihm den Schluß nahe, daß nicht gerade der einzelne Gipfel, oder besser die Gipfelgruppe, ein eigenes Erhebungszentrum bildet, daß aber wohl die breiten domförmigen Granitmassen hier und da stärker gehoben wurden als ihre Umgebung, und daß dann die Erosion die heutigen Gipfel schuf. Wir können uns mit dieser Erklärung noch nicht zufrieden geben, für uns ist auch der Gipfel nur eine aus dem früheren Zyklus vererbte Form, der Gipfel von heute ist der Häutling von früher. Aber die Erforschung des Gebirges ist noch zu wenig vorgeschritten, als daß wir über die morphologische Geschichte auch nur eines der Gipfel unterrichtet wären.

Trotzdem ist die Betrachtung der Gipfel, wie sie Burrard<sup>1)</sup> bringt, von hohem Interesse. Er bringt sie in Tabellen und Karten, in fünf Größenklassen angeordnet, und untersucht, wie sich die verschiedenen Größenklassen nach der Zahl der ihnen zugehörigen Gipfelindividuen verhalten. Dabei ergibt sich im ganzen ein Ansteigen der Individuenzahl von der ersten bis zur fünften Klasse.

1. Klasse	über 8839 (29 000')	. . . . .	1
2. „	8534—8839 (28 000—29 000)	. . . . .	2
3. „	8230—8534 (27 000—28 000)	. . . . .	2
4. „	7925—8230 (26 000—27 000)	. . . . .	11
5. „	7620—7925 (25 000—26 000)	. . . . .	32
6. „	7315—7620 (24 000—25 000)	. . . . .	27
7. „	7010—7315 (23 000—24 000)	. . . . .	62
8. „	6705—7010 (22 000—23 000)	. . . . .	146

In der sechsten Klasse findet also eine Abnahme statt, während man eine gleichmäßige Zunahme erwarten sollte. Burrard frug sich daher, was die Ursache einer solchen Abnahme, gewissermaßen eines Ausfalls von Gipfeln der Höhenklasse 7315—7620 sein könne. Eine Berechnung der zu erwartenden Gipfelhäufigkeit auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung unter Annahme einer Anzahl von elf Gipfeln in der vierten und einem Gipfel in der ersten Klasse ergab jedoch, daß nicht sowohl die sechste Klasse zu wenige, sondern daß die fünfte Klasse (7620—7925) zu viele Individuen aufweist: daß also in einer bestimmten Höhe eine größere Anzahl von Gipfeln vor der Zerstörung bewahrt geblieben sein müsse, als bei gleichmäßiger Abtragung zu erwarten sein sollte.

Die Burrardsche Grundanschauung ist die von der einzyklischen Entwicklung, die aber für den Himalaya nicht zutrifft. Der gleichmäßigen Erniedrigung, die zur Konstanz der Gipfelhöhe führt, steht die polyzyklische Entwicklung der Gebirge entgegen, die es verhindert, daß die Abnahme

<sup>1)</sup> Burrard-Hayden, Abschn. 1—7 sind: „The high peaks of Asia“ überschrieben.

des Areals mit der Höhe in einem gleichmäßigen Fortschreiten stattfindet. In bestimmter Höhe oder in bestimmten Höhen, eben den gehobenen Rumpfflächen entsprechend, befinden sich größere Areale, als einer gleichmäßigen Abnahme der Flächenareale mit der Höhe entsprechen würde, und wenn die Aufragungen dieser Peneplains, die Härtlinge der älteren Zyklen also, nach wieder belebter Erosion den neuen Wasserscheiden einverleibt werden, wird ihre Härtlingnatur undeutlich, sie werden zu Aufragungen über dem mittleren Kammniveau, zu Gipfeln. Es ist die Frage nach der Zahl und Höhe der Hochgebirgsgipfel also zugleich eine Frage nach der Entwicklung des Hochgebirges, und wenn wir uns auch mit der von Burrards Seite stammenden Erklärung nicht einverstanden erblären können, so ist es doch eine angenehme Pflicht, auf den Nutzen hinzuweisen, den wir aus seiner großzügigen Betrachtung der Gipfel gezogen haben. Nachdem eine morphologische Grundausschauung des Gebirges gewonnen ist, wird es nunmehr Zeit, sich dem Problem der Gipfel zuzuwenden, das uns im Himalaya wie nirgends in seiner ganzen Größe entgegentritt. Schließen wir diese Bemerkungen mit dem Hinweis auf Burrards Tabelle XX, in der berechnet ist, daß vom rechten Indusufer aus am Abhang des Nanga Parbat eine Vertikaldifferenz von 7000 m überblickt wird. Nirgends auf der Erde kann das Auge des Menschen sich mit einem Blicke in solchem Maße über die Wirkung von erodierenden und hebenden Kräften überzeugen, ein Eindruck wohl ohnegleichen!

### 3. Zur Geologie des Himalaya.

Nur langsam schreitet die geologische Erforschung des Himalaya fort. Die neue Übersichtskarte von Hayden<sup>1)</sup> zeigt gegenüber der 20 Jahre früher ausgearbeiteten Karte von Oldham im Manual<sup>2)</sup> nicht so viele Fortschritte, als man entsprechend der immer schneller fortschreitenden touristischen Erschließung des Hochgebirges erwarten sollte. Noch immer bildet die große Hauptkette des Himalaya eine „weiße“ Zone, noch immer sind wir nicht darüber orientiert, wie der Hauptkamm geologisch zusammengesetzt ist, wie sich in räumlicher Verbreitung Granitintrusion zu den umgebenden kristallinen Schiefen verhält, ob man überhaupt von einem langgestreckten Granitkerne reden darf, oder ob größere Partien kristallinischer Gesteine Granitkerne umgeben.

Festgestellt ist nur, und zwar durch C. A. Mc Mahon<sup>3)</sup>, daß der von Stoliczka seinerzeit so genannte Zentralgneis, in dem man gewohnt war, das älteste Gestein des Himalaya zu sehen, in der Tat ein Granit ist, der

<sup>1)</sup> Burrard-Hayden, Plate L.

<sup>2)</sup> Manual of the geology of India. 2. Aufl., 1904.

<sup>3)</sup> Siehe Burrard-Hayden, S. 44 und 219.

wahrscheinlich zur Zeit der Hauptfaltung, am Schluß der Eozänzeit, in die Schichtserie eindrang. Wahrscheinlich ist der kristallinische Charakter der Schiefer in der Umgebung dieses „Zentralgneis“ genannten geblättern Granits („gneissose granite“ oder „foliated granite“) eben die Folge der Intrusion, also Kontaktwirkung auf das umgebende Gestein. Echter Granit kommt vor allem als Biotitgranit vor, und dieser scheint die meisten Hochgipfel zusammenzusetzen. Da er den Gneisgranit in Adern durchsetzt, scheint er eine noch jüngere Intrusion darzustellen. Auf die übrigen Granitarten braucht hier nicht eingegangen zu werden, zumal die petrographischen Beobachtungen sonst noch ziemlich zusammenhanglos sind. Aber jedenfalls hat sich ergeben, daß das Gestein der Gipfel und Kämmen nicht das Urgestein, sondern ein Begleitgestein der Auffaltung ist. Wenn sich so einerseits die Geschichte des Gebirges vereinfacht und die Annahme eines älteren, paläozoischen Himalaya, wie ihn Griesbach<sup>1)</sup> zu erkennen meinte, unnötig wird, so wird andererseits ein kräftiger Hinweis auf die gewaltigen Hebungen geliefert, die vor sich gegangen sein müssen, da alte Intrusionen, die doch in einer gewissen Tiefe gelegen haben müssen, nun bis über 8000 m hoch erhoben sind, und ebenso auf die gewaltige Erosion, die jene Intrusionen freigelegt hat. Die jungen Hebungen, die wir zur Erklärung der Hydrographie des Gebirges anzunehmen gezwungen waren, verlieren somit viel von dem Verblüffenden, das ihnen anfänglich anhaftet.

Immer noch besteht aber die geologische Gliederung zu recht, die den Himalaya in die drei faziell, tektonisch und zum Teil auch historisch verschiedenen Zonen gliedert: den Subhimalaya, die Himalayazone, die Tibetische Zone<sup>2)</sup>. Der Subhimalaya, die sog. Siwalikzone, grenzt an das ältere Gebirge mit der großen Randverwerfung (main boundary fault). Längs dieser, oder längs der als „main boundary fault“ bezeichneten Verwerfungsserie sind die Gesteine der Himalayazone über die Gesteine des Subhimalaya hinaufgeschoben. Diese Randverwerfung gilt seit Medlicott zugleich als ursprüngliche Verbreitungsgrenze der Tertiärgesteine, die die Siwalikzone zum größten Teile aufbauen. Diese Anschauung stammt aus einer Zeit, in der man von dem Ausmaß der Horizontalverschiebungen innerhalb der Faltengebirge noch keine Vorstellung hatte. In wieweit die Formationsgrenze ursprüngliche Verbreitungsgrenze ist, und in wieweit Überschiebungsgrenze einer Decke, muß erst ausgemacht werden. Die Deckscholle von Garhwal am oberen Ganges, wo intrusiver Granit und kristallinische Gesteine mit einer Unterlage von ? mesozoischen (Tal-Formation) und Nummulitenschichten wurzellos auf der Tertiärzone ruhen<sup>3)</sup>, ist vielleicht nur

<sup>1)</sup> Siehe Oestreich, Täler des Himalaya. S. 2 f.

<sup>2)</sup> Oldham im Manual, 2. Aufl., 464. Hayden in Burrard-Hayden, S. 207.

<sup>3)</sup> Sueß, Antlitz der Erde. III, 1., S. 354 f., nach Middlemiss, Physical geology of West British Garhwal. Rec. Geol. Surv. of India, vol. XX, S. 30 ff, mit 2 Karten.

erst das einzige festgestellte Beispiel einer weiter verbreiteten Erscheinung. Vielleicht entspricht die ganze mittlere „Himalaya“-Zone einer von Norden her überfalteten Decke. Unter dem Einfluß dieser Wandlung der Anschauungen wird auch die Vorstellung vom jugendlichen Alter der Siwalikzone eine Modifikation erfahren müssen. Die junge Auffaltung, die diese Zone an den älteren Himalaya herangefaltet hat, betraf alsdann nur die jüngsten Bestandteile des Subhimalaya, die oberen Siwalikschichten, von denen ja auch früher schon bekannt war, daß sie stellenweise die große Randverwerfung überdecken, also jünger sind als diese<sup>1)</sup>.

Die kristallinen Gesteine der Himalayazone selbst werden außer dem bereits erwähnten sogenannten Zentralgneis, recte geblätterttem Granit, und dem andern Graniten, als archaische Gesteine gedeutet, und die geschichteten, aber sämtlich fossillosen Gesteine, wie z. B. die früher mit dem Talchir-Tillit identifizierten Blaini boulder slates der Gegend von Simla gelten als algonkisch<sup>2)</sup>. So ist denn ein ganz prinzipieller Unterschied zwischen den archaischen und algonkischen Gesteinen der Himalayazone und dem vom Kambrium bis ins Tertiär reichenden, durch Fossilien erhärteten vollständigen Serie der Tibetischen Zone festgestellt, ein Gegensatz, der wiederum an Deckenbau und fazielle Verschiedenheit der einzelnen Gebirgsglieder denken läßt. Die Himalaya-Granite wären dann Intrusionen in der archaisch-algonkischen Grundlage einer Decke, die später zur Hauptachse des Gebirges geworden wäre.

Die tibetische Zone ist die fossilreiche Zone und der Gürtel mit der vollständigen Serie, auf dem eigentlichen Boden der Thetys. Eine ungeheure Mächtigkeit von Sedimenten vom Kambrium bis zum Eozän wurde hier abgelagert und im Tertiär gefaltet. Dabei kam Überfaltung vor: die Deckschollen des südlichen Hundes, deren Bedeutung durch E. Sueß<sup>3)</sup> ins rechte Licht gerückt worden ist, zeigen auf den Falten der jurassischen Spiti Shales und des kretazischen Giumal-Sandsteins und des Flysches Schollen aus Gesteinen vom Perm bis zur Kreide in gänzlich anderer Fazies und ohne tektonischen Verband mit ihrer Unterlage.

Mehr läßt sich in diesem Stadium der Erforschung noch nicht sagen. Der Geschichtsschreiber kann nur hinweisen auf die möglichen Resultate späterer Studien, die hoffentlich nicht mehr lange auf sich warten lassen. Von wirklichen Fortschritten der geologischen Erkundung ist u. a. auf die während der Lhasa-Expedition von 1904 angestellten Beobachtungen von H. H. Hayden<sup>4)</sup> hinzuweisen, die für die Gegend nördlich des Haupt-

<sup>1)</sup> Siehe Oldham, *Manual*, 2. Aufl., S. 468.

<sup>2)</sup> Siehe Hayden in Burrard-Hayden, S. 225 ff.

<sup>3)</sup> *Antlitz der Erde*, II<sup>1</sup>, S. 351 ff.

<sup>4)</sup> Hayden, *The geology of the provinces of Tsang and Ü in Central Tibet. Mem. Geol. Surv. Ind. XXXVI, Part. 2. (Calcutta 1907).*

kammes im östlichen Himalaya eine ausgedehnte Ausbreitung gefalteter Juraschichten ergeben haben. Die Schnelligkeit der Bereisung hinderte, darüber Klarheit zu gewinnen, ob es sich um eine Faltung an Ort und Stelle oder um Fältelungen innerhalb einer Decke handelt. Außer Kreide und Tertiär ist in dieser bis Lhasa erkundeten Juraausbreitung nur noch intrusiver Granit festgestellt worden.

Nächst der Stratigraphie und Tektonik des Gebirges hat sich das Interesse begreiflicherweise besonders der Geologie der Gipfel zugewandt. Hayden widmet ihr einen Abschnitt des oft angeführten Werkes<sup>1)</sup>. Die Tatsache, daß die Gesteine der Gipfelmasse, soweit bis jetzt bekannt, Gneis und wahrscheinlich intrusiver Granit sind, legt ihm nahe, einen Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung aus Granit und der Gipfelnatur zu vermuten. Zunächst denkt er wohl an die größere Widerständigkeit des Granits, die diese Gipfel habe herauspräparieren und erhalten lassen. Doch verwirft er diese Auffassung wieder, da der Fuß der Gipfelmasse aus dem gleichen Gestein bestehe, wie die Gipfel selber, und hält besondere Hebungen der später zu Gipfeln gewordenen Partien für möglich, die er aber sofort zu einem verschieden hohen Hinaufdringen des in den Gebirgskörper intrudierenden Granits abschwächt.

Hiermit scheint Hayden jedoch selbst wieder zu der anfänglichen Auffassung zurückzukehren; denn alsdann ist es doch der Vorgang der Abtragung, der die Gipfel als solche hat hervortreten lassen. Denn die Granitstöcke mußten erst der schützenden Sedimentdecke beraubt werden, um als „Gipfel“ hervortreten zu können. Auch die Tatsache der gleichen Zusammensetzung von Gipfel und Sockel, wenn sie wirklich die Regel sein sollte, ist nicht verwunderlich; denn die Abtragungsvorgänge gehen weiter und legen den Sockel der Gipfel bloß, und dieser gehört derselben Intrusionsmasse an wie der Gipfel. Die ganze Erscheinung der Granitgipfel und -sockel erklärt sich mühelos unter der Annahme, daß die Gipfel in einem früheren Zyklus als Härtlinge über das eingebnete Gebirge hervorragten, und eben weil sie die Scheitel von intrusiven Massen bildeten. Die Granitsockel mögen damals noch nicht erschlossen gewesen sein, oder sie lagen im Basisniveau der Erosion. Im neuen Zyklus aber, der die Gipfel selbst in große Höhe erhob, präparierten die abtragenden Vorgänge auch tiefere Partien der Granitstöcke, eben diese Sockel, heraus, wiederum als Folge der großen Widerständigkeit des Gesteins.

Aber die Regel, daß die großen Gipfel aus Granit bestehen, ist nicht ohne Ausnahme. Betrachtet man Bilder des Götterbergs Kailas (6714 m),

---

<sup>1)</sup> Burrard-Hayden, Abschn. 7.

der sich mehr als 2000 m hoch über die über 4400 m hoch gelegene Ebene der Seen Manasarowar und Rakas Tal erhebt, so scheint er aus geschichtetem Sedimentgestein zu bestehen<sup>1)</sup>. Besser als über die anderen Hochgipfelregionen sind wir aber über den Mustagh unterrichtet; und gerade hier haben die allerdings nicht ad hoc unternommenen Studien und Expeditionen der letzten Jahre neue Tatsachen gefördert.

Seit Godwin Austen<sup>2)</sup> und Lydekker<sup>3)</sup> weiß man, daß in das sogenannte „Gneissmassiv von Ladakh-Baltistan“ Einlagerungen von Schichten der paläo-mesozoischen Gesteinsserie vorkommen. In dem früher als immer unbedeckt gedachten „Grundgebirgsmassiv“ war eine Einlagerung jüngerer Gesteine festgestellt worden, die, bei Schigar beginnend, zuerst eine kurze Strecke nach Nordost streicht, dann aber in die Hauptrichtung des Gebirges, also die südost-nordwestliche, einschwenkt. Die Mächtigkeit dieser vermutlich zum Karbon und zur Trias gehörigen Schichtserie wird von Lydekker auf 1500 m geschätzt. Zum Teil sind die Gesteine metamorphosiert, zum Teil in frischem Zustand. Fossilien wurden, außer einer unbestimmbaren Rhynchonella und Stielgliedern von Crinoiden, diese aber in einem wahren Entrochusmarmor, nicht gefunden. Auch der Skoro-Paß gehört dieser Zone an, und bei Askole überschreitet sie den Braldu. Über die Tektonik dieses Gebietes ist natürlich noch kein sicheres Urteil möglich. Lydekker spricht von einer synklinalen Einfaltung der Sedimente in dem Gneis. Da wir aber in diesem Gneis vielleicht einen, nur veränderten, intrusiven Granit zu sehen haben, verfällt diese Erklärung, die einen viel einfacheren Gebirgsbau voraussetzt, als er der heutigen Kenntnis vom Himalaya und den ähnlichen Stauungsgürteln der Erde entspricht. Es ist also heute noch nichts weiter möglich, als der Verbreitung der Sedimente in dieser Zone nachzugehen. Die Conwaysche Expedition brachte dann neue Kunde, die erste geologische Kunde aus der Gegend der Riesengletscher<sup>4)</sup>. Es stellte sich heraus, daß der Hispar<sup>5)</sup>, der Biato und der untere Teil des Baltoro in Gneis und Granit gebettet sind; daher die Zacken- und Zahnform vieler Gipfel dieser Region. Die Gesteine im südlichen Teil der oberen Region des Baltoro er-

<sup>1)</sup> C. A. Sherring, *Western Tibet and The British Borderland*. London 1906. Titelbild.

<sup>2)</sup> *Quart. Journ. Geol. Soc.* XX, 387.

<sup>3)</sup> R. Lydekker, *The geology of the Káshmir and Chamba Territories, and the British District of Khágán*. *Mem. Geol. Surv. Ind.* XXII, 1883, S. 186 ff.

<sup>4)</sup> T. G. Bonney and Miss C. A. Raisin, *Notes on Mr. W. M. Conway's collection of rock specimens from the Karakoram-Himalayas*. In: W. M. Conway, *Climbing and exploration in the Karakoram-Himalayas*. *Maps and Scientific Reports*. (London 1894).

<sup>5)</sup> S. auch A. Roccati in Appendix II zu Workman, *The call of snowy Hispar*. (London 1910).

wiesen sich aber als mehr oder weniger metamorphosierte Sedimente: kalkige Quarzschiefer, dunkle Glimmerschiefer, feinkörnige Gneise, Dolomite, kristallinische und brecciöse Kalke. Es ergab sich, daß Golden Throne, das 7190 m Höhe erreichende Massiv über dem oberen Ende des südlichen Hauptarmes des Baltoro, aus metamorphen Sedimenten besteht: Kalksandstein, Schiefersandstein, Kalk, Dolomit, Phyllit und Tonschiefer.

Diese Ergebnisse hat die neueste Expedition, die des Herzogs der Abruzzen, bestätigt. Die Untersuchung der Aufsammlungen durch V. Novarese<sup>1)</sup> hat die fraglichen Gesteine als kieselige Anagenite, die bei feiner werdendem Korn in Sericitschiefer übergehen, bestimmt und die Kalkbreccien mit tektonischen Breccien verglichen. Ferner hat sich ergeben, daß — außer dem äußersten Norden — die ganze Ostseite des oberen Baltoro mit ihren drei Riesengipfeln: Broad Peak (8270 m), Gascherbrum mit Hidden Peak (8068 m) und Golden Throne (7190 m) dieser Sedimentformation angehört. In der Tat sind hier die Gipfelformen, wie schon die Conwaysche Expedition feststellte, viel sanfter, es handelt sich um breite Massive, wie schon aus der von der Expedition vorgenommenen Namensgebung der Gipfel kenntlich wird, die ja eine unwillkürliche Reaktion auf den äußeren Eindruck darstellt. Umsomehr fällt neben diesen breiten, domförmigen Hoherhebungen die spitze Pyramide des gewaltigen K 2 auf, der, wenn auch aus geschichtetem Gestein, so doch sicherlich aus Gneis besteht und nicht zu der paläo-mesozoischen Einlagerung gehört.

Die bergsteigerischen Expeditionen der letzten Zeit haben also das geologische Ergebnis in bezug auf die „Einlagerungen“ in das Gneis- und Granitgebirge stark vermehrt. Auch die sedimentäre Zone des Schigar und Braldu setzt sich nach Nordwesten eine Strecke weit fort, wie die Beobachtungen des Verfassers am Tsochocho darzutun scheinen.

Das Tsochocho-Gletschertal<sup>2)</sup> ist an seinem untern Ende in Granatphyllit gebettet. Dieser steht an der Talbiegung bei Bisil und am Ansatz der rechten (aktiven) Seitenmoräne des Gletschers an. Das Streichen war bei der letzten Stelle ein ost-westliches, mit Fall unter 80° nach S. Diese Phyllite bilden den Wandabfall der rechten Talseite und ebenso die untere Partie der linken Seitenwand, wenigstens oberhalb der Mündung des Seitengletschers<sup>2)</sup> Kilburi Gang; bis dahin ist nämlich die Wand mit Moräne verkleidet. Bei Raring Tsocho war der Schichtfall 35° nach N zu NNW. Darüber folgte weißes und gelbes Gestein, das ich nach den vielen in der Randschlucht liegenden Marmortrümmern für Kalk und Dolomit hielt. In der Tat gelangt man entsprechend dem Ansteigen der Gletscheroberfläche in die Höhe der Marmore, die in der Gegend des „3. Seitengletschers links“ in der Verschneidung von Gletscher und Gehänge anstehen.

<sup>1)</sup> V. Novarese, Geological results of the Karakoram expedition of H. R. H. the Duke of the Abruzzi. In: F. de Filippi, Karakoram and Western Himalaya 1909. (London 1912), S. 429—444, mit Nachschrift von R. D. Oldham.

<sup>2)</sup> Vgl. dazu die Karte des Tsochohogletschers. Zeitschr. f. Gletscherk. VI, Tafel I.

Es handelt sich auch hier, wie im Falle des oberen Baltoro, um die Einlagerung oder Auflagerung einer mächtigen Sedimentärzone. Jeder Blick von der rechten Tal-seite lehrt das: man befindet sich in der Gneis- (oder Granit-)zone, die zu mächtigen felsigen, firnbedeckten Gebirgsblocks aufgelöst ist. Im Hintergrund des „2. Seitengletschers links“ ragt wieder das Gneis- und Granitgebirge zu einer Unmenge gewaltiger Zähne und Hörner auf, jedes für sich ein Matterhorn. Zwischen dieser Zone und dem Gneis der rechten Talseite liegen die sanft gewellten Formen der Sedimentärzone, deren Schichten von der Gletscherseite in den Berg fallen, so daß der Abhang, vor allem der zwischen Sgaribirrai Gang und „3. Seitengletscher“ wie bunt gebändert aussieht.

Ein Profil durch diese Schichten studierte ich auf der Tschochseite des Grates zwischen oberem Tschocho und „1. Seitengletscher links“. Es waren von oben nach unten Phyllite, schwach glänzend, mit Quarzlagen; schiefrige Grauwacke, sie geht über in das typische Hauptgestein des ganzen Wandabfalls: dünnblättrige bis stenglig brechende, schwarze, glänzende Schiefer mit Pyritkristallen. Etwas härter und rostfarbig rot verwittert sind die Bänke unmittelbar über der Zone des weißen, feinkörnigen Kieselgesteins. Das Gestein ist eigentümlich mürbe, zerfällt zu Grus. Es folgen wieder die schwarzen Schiefer. Nach unten wechselt die Farbe etwas, es kommen hellere Schiefer; dann graue Schiefer mit gestreckten, linsenförmigen Partien. Aus was die Gratschneide selbst bestand, konnte nicht festgestellt werden, da sie mit einer mächtigen Eishaube bedeckt ist, die nach dem „1. Seitengletscher“ in gewaltiger Wächte überhängt. Der Schichtfall war 20° gegen NO, gegen den Berg zurück.

Der Sbadik-Gletscher, der hauptsächlichste Seitengletscher der rechten Tal-seite, wiederum liegt in dem Bereich der Gneise, die mir im großen und ganzen ebenso nach NO einzufallen schienen wie die Schichten des Deckgebirges der gegenüberliegenden Talseite. Eine eigentümliche Form auf der rechten Seite ist der Bergsporn von Sbadik. Von einer wunderschönen, zu 6946 m aufragenden, in leuchtendstem Firn prangenden Eisnadel (Peak 4 der Indus-Nagar-Wasserscheide<sup>1)</sup>) zweigt sich, in nordöstlicher Richtung in den Gletscher vorspringend, der Bergsporn von Sbadik los, den rechten Flügel der Verengung des Gletscherbettes am Ende der Firnregion bildend, die ich „Gletschertor von Sbadik“ genannt habe. In diesem Bergsporn ist ein dunkler Schiefer dem Gneis auf- oder vielmehr eingelagert, mit Streichen von OSO nach WNW und Einfallen unter 60° nach SSW. Vielleicht bedeutet dieser Schiefer ein Übergreifen der metamorphen Zone auf die rechte Gletscherseite. Eigentümlicherweise findet sich eine genaue Parallele zu diesem Vorkommen am oberen Baltoro. Auch hier greift bei der trichterförmigen Verengung des Gletscherbettes, dort wo die großen Quellarme des Gletschers zusammenströmen, die metamorphe Zone nach W hinüber, wie sich aus den Aufsammlungen während Conways Besteigung seines Crystal Peak<sup>2)</sup> ergab.

Die vorstehenden Beobachtungen legen nahe, einen Zusammenhang der Gletschergestalt mit der geologischen Lage anzunehmen. Nicht etwa daß die Gletscher oder die ihnen vorausgegangenen Täler in einer Art von Anpassung in den nachgiebigen Gesteinszonen Platz genommen hätten, wohl aber hat die Erosion in den nach anderen Rücksichten angelegten

<sup>1)</sup> So bei Workman, *Ice-bound heights of the Mustagh* (London 1908).

<sup>2)</sup> Nicht mit dem Crystal Peak der Expedition von 1909 identisch.

Tälern einen je nach dem Gesteinscharakter verschiedenen Grad von Arbeit geleistet: Dem geschlossenen Hispargletscher, dem Biafo, dem unteren Baltoro, die im Urgestein, richtiger im Bereich des intrusiven Granits, liegen, als regelmäßigen, geradegerichteten, mäßig zerlappten Gletschertalstrecken, stehen gegenüber der obere Baltoro und die linke Talseite des mittleren und oberen Tschocho (siehe besonders den „2. Seitengletscher links“!). Diese Gletschertalstrecken sind viel mehr ausgestaltet, viel weiter nach der Reife entwickelt, und gerade diese stark zerlappten Gletscherregionen entsprechen den Einlagerungen der Sedimentärserie. Wenn man nun berücksichtigt, daß auch in der Moräne des Kero Luma<sup>1)</sup> die metamorphen Gesteine festgestellt sind, und daß das System dieses Gletschers nicht den gerade gerichteten Verlauf der großen Hauptgletscher zeigt, so wird man berechtigt sein, die metamorphe Zone von Schigar-Braldu über die Zone der zerlappten Gletscher Altscho Ri und Kero Luma weg an den mittleren Tschocho heran zu zeichnen.

#### 4. Die Massenverteilung im Himalaya.

Die Geologie ist die Wissenschaft der Beobachtung, sie beobachtet und erforscht das Material des aufragenden Gebirges, und die beobachteten Tatsachen lassen Schlüsse auf die Art und Weise des gebirgsbildenden Vorganges zu. Daß im Himalaya Überfaltung nach dem Süden eingetreten ist, war lange bekannt, und es war nur folgerichtig, daß E. Sueß den Himalaya als die südlichste der nach Süden gerichteten Gebirgswellen auffaßte, die von dem Scheitel Asiens her das zentralasiatische Land in Falten legten. Die ostindische Halbinsel ist für Sueß der Widerstand leistende Horst, wider den die Faltenwellen von Norden her aufbrandeten.

Doch ist im Falle des Himalaya dieses Aufbranden nicht so deutlich, wie z. B. beim Schweizer Jura, dessen Wellen sich im Norden auf das starre Tafelland auflegen. Zwischen Himalaya und Halbinsel, zwischen Faltenland und Vorland ist die indogangetische Ebene eingeschaltet, eine Synklinale von der Art der „Vortiefen“, die nach Sueß das Absinken des Vorlands oder eines Vorlandstreifens unter das Faltengebirge bedeuten. Es ist nicht ganz deutlich; wieso es bei dem gewaltsamen Aufpressen einer sich faltenden Masse auf ein starres Widerlager zur Bildung einer Lücke kommen kann; auch spricht Sueß von der indogangetischen Vortiefe nur wenig und nur ganz in beschreibenden, nicht in erklärenden Worten. Burrard kritisiert daher die Anwendung der Sueßschen Erklärung der Faltengebirge auf den Himalaya im allgemeinen, und auch wir meinen, daß starres Vorland und nachgiebige Vortiefe sich ausschließen. Ob dagegen die geophysikalische

---

<sup>1)</sup> T. G. Bonny and Miss C. A. Raisin, a. a. O., S. 62.

Betrachtung die Probleme löst, läßt sich noch nicht absehen. Jedenfalls lehrt sie uns Tatsachen in der Massenverteilung im Gebirge und in dessen Vorland erkennen, an denen der Gebirgsforscher nicht vorbeigehen darf.

Es trifft sich wohl sehr glücklich, daß bei Gelegenheit der Darstellung der Ergebnisse neuerer geophysikalischer Untersuchungen S. G. Burrard<sup>1)</sup>, der Leiter des Trigonometrical Survey of India, es unternommen hat, auch einen Überblick über die Geschichte der geophysikalischen Beobachtungen am Himalaya zu geben, so daß der Referent in der angenehmen Lage ist, die den Fachleuten wohlbekannten Tatsachen noch einmal einem weiteren Kreise vorführen zu können.

Bekanntlich wird durch die Anziehung seitlich wirkender Massen, wie z. B. von Gebirgen, die Lotlinie abgelenkt, so daß das astronomische Zenit weiter vom Gebirge wegrückt, als das geodätische Zenit. Nun fand bei Vermessungsarbeiten in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts Sir George Everest, daß bei Kalia, 64 km vom Gebirgsfuß, 192 km von der Hochgipfelkette in der Ebene gelegen, die Ablenkung nur 7" betrug, während Pratt (1852) für diesen Punkt einen normalen Wert von 27" berechnete. Pratt entwickelte daraufhin seine Theorie von der Kompensation der Gebirge: Der in der Gebirgsauftragung angezeigte Massenüberschuß ist im Himalaya irgendwie kompensiert und übt daher nicht die ablenkende Wirkung aus, die man erwarten sollte. Die Fortführung der Triangulierungsarbeiten nach dem Gebirge hin ergab jedoch, daß der Himalaya nicht, oder nicht vollständig kompensiert ist. So zeigten die Stationen des Subhimalaya:

Dehra Dun (88 km nördlich Kalia) 37", Radschpur 47", Sili-guri 23".

Im „Outer Himalaya“, also weiter gegen das Gebirge hinein, waren die Ablenkungen noch größer:

Kurseong 51", Tonglu 42", Birond 44", Mussooree 37".

Da das Gebirge also nicht als kompensiert gelten kann, mußte der geringe Grad von Ablenkung in Kalia erklärt werden. Dieser kann nun sehr wohl die Folge einer von Süden her wirkenden Massenanhäufung sein; und so spricht Burrard von einer „unsichtbaren Zone von außerordentlicher Dichte“, die in 240 km Abstand vom Gebirgsfuß, zwischen 22 und 24° nördlicher Breite, die indogangetische Ebene unterlagert.

Die Frage nach der Verteilung der Massen im Gebirge wurde durch die seit 1903 ausgeführten Pendelbeobachtungen neu beleuchtet, die ja die Anziehung durch die im Vertikalprofil liegenden Massen angeben. Dabei erwies sich für die Stationen im Gebirge und am Fuß des Gebirges das Vorhandensein beträchtlicher Massendefekte. So zeigt

<sup>1)</sup> Burrard-Hayden, a. a. O., S. 51 ff. Burrard, On the origin of the Himalaya Mountains. Survey of India. Professional Paper No. 12. (Calcutta 1912.)

Kurseong	(1350 m) — 1097 m	Siliguri	(118 m) — 1170 m
Dardschiling	(2123 m) — 1240 m	Dehra Dun	(683 m) — 1048 m
Sandakphu	(3585 m) — 1274 m	Kalka	(671 m) — 727 m
Mussooree	(2130 m) — 975 m	Pathankot	(332 m) — 1541 m
Simla	(2147 m) — 1030 m		

Auch die Stationen in der Zone zwischen 32 und 48 km Abstand vom Gebirgsfuß zeigen noch Defekte:

Dschalpaiguri (85 m) — 823 m; Ludhiana (254 m) — 77 m.

Während in größerem Abstand (128—192 km) Massenüberschuß besteht:

Kisnapur (34 m) + 305 m; Mian Mir (215 m) + 52 m;

Ferozepur (197 m) + 69 m.

Also auch die Pendelbeobachtungen scheinen zu beweisen, daß unter der indogangetischen Ebene eine Zone größerer Dichte verborgen liegt.

Da somit in einem Querschnitt von verhältnismäßig geringer Länge starke Massendefekte und wiederum beträchtliche Massenüberschüsse festgestellt sind, ist es von Interesse, Burrards Berechnungen und Überlegungen an einem bestimmten Beispiel zu studieren. Es sei der im Meridian von Dardschiling gelegene Querschnitt Kurseong—Siliguri—Dschalpaiguri [Jalpaiguri]—Tschenduria [Chanduria] gewählt.

Die beobachteten Ablenkungen, die sich durch Abziehen der geodätischen Werte für Länge und Breite von den astronomischen Werten ergeben, sind für die Gebirgsstrecke kleiner, als sie sein würden, wenn keine Kompensation bestände, aber sie sind größer, als sie sich unter der Voraussetzung isostatischer Kompensation der Terrainformen ergeben würden. Oder, was dasselbe bedeutet, sie sind kleiner als die „topographischen“, aber größer als die „Hayfordschen“ Ablenkungen. Es bleibt ein „unerklärter Betrag von Ablenkung“ für die Stationen im Gebirge und unmittelbar am Gebirgsfuß übrig.

	Meeres- höhe	Abstand von Kurseong	Topo- graphi- sche Ab- lenkung	Hayford- sche Ab- lenkung	Beob- achtete Ab- lenkung	Un- erklärter Betrag von Ab- lenkung
Kurseong	1350 m	—	— 71"	— 23"	— 46"	— 23"
Siliguri	122 m	19,2 km	— 52"	— 12"	— 18"	— 6"
Dschalpaiguri	85 m	40,0 km	— 45"	— 8"	— 1"	+ 7"
Tschanduria	49 m	120,0 km	— 31"	— 2"	+ 9"	+ 11"

Die „unerklärten Beträge von Ablenkung“, d. h. von südwärts gerichteter Zenitverschiebung, stellen das Symptom eines trotz alledem bestehenden nicht kompensierten Überschusses an Masse dar: der Massen-

defekt bleibt in Kurseong mit 1097 m um 253 m gegen die Erhebung über das Meeresniveau zurück. Es gibt also tatsächlich ein der Faltung verdanktes Plus von Masse, dessen ablenkende Wirkung allerdings nur einem Bruchteil der theoretisch geforderten „topographischen“ Ablenkung entspricht. Aber die beobachtete Ablenkung nimmt gegen den Gebirgsfuß und nach der Ebene zu schneller ab, als die Abnahme des Gebirgsreliefs das erwarten läßt; die Massenverhältnisse entsprechen den Reliefverhältnissen nicht, sind unabhängig von ihnen. Die im Vergleich mit der theoretischen Abnahme der topographischen Ablenkung so schnelle Abnahme der beobachteten Ablenkung scheint einem schnell anwachsenden Massendefekt zu entsprechen, der gerade im Gebirgsabfall eingeschaltet ist und gegen Süden unter der Ebene wieder ausklingt.

Diesen Massendefekt kann nach Burrards Meinung die Sueßsche Anschauung von der Genesis des Himalaya nicht erklären: Überfaltung nach Süden muß Zunahme der Dichte bewirken, nicht aber ein Manko an Masse zur Folge haben. Der Wert der Ablenkung müßte unter dieser Voraussetzung gleich der topographischen Ablenkung vermehrt durch die Ablenkung infolge des in dem Begriff „Vortiefe“ ausgedrückten Massendefektes unter der indogangetischen Ebene sein. Aber das Umgekehrte ist der Fall: die beobachteten Ablenkungen an den Stationen der Außenzonen des Himalaya sind bedeutend kleiner als die topographischen Ablenkungswerte.

Nun wäre der Fall denkbar, daß die Vortiefe selbst die schnelle Abnahme der beobachteten Ablenkung bedingen würde. Darum sucht Burrard rechnerisch zu einer Vorstellung von den Maßen einer indogangetischen „Vortiefe“ zu gelangen, die imstande wäre, die beobachtete schnelle Abnahme der ablenkenden Wirkung des benachbarten Gebirges zu bewirken. Der Abnahme der beobachteten Ablenkungen von Kurseong bis Tschanduria würde danach eine Synklinale von 112—128 km Länge und 9,6 km Tiefe unter Tschanduria, 3,2 km Tiefe unter Siliguri bei einer Sedimentfüllung mit Material von der Dichte 1,9 entsprechen, während für die Dichte der Gesteinsumrandung ein Betrag von 2,7 angenommen wird.

Doch mit solchen Tiefenwerten glaubt Burrard noch nicht auskommen zu können: die Tiefe der Synklinale wird noch größer, weil in 9,6 km Tiefe der Druck wahrscheinlich die Dichte vermehrt, und ferner sei die Dichte der Gesteine der Siwalikzone nur 2,2, was allein schon die Tiefe der Synklinale auf 25,6 km anwachsen läßt! Eine solche Mächtigkeit der indogangetischen Sedimentfüllung ist schwer vorstellbar, und außerdem wäre eine solche Geosynklinale unkomponiert, während der Himalaya, wie wir sahen, zum großen Teil komponiert ist.

Da die „Vortiefe“, um die beobachteten Erscheinungen erklären zu können, unmögliche Dimensionen haben müßte, verlegt Burrard die Ur-

sache der schnellen Abnahme der Ablenkung in den Untergrund des Gebirgsabfalls selber. Es ist das gewiß nichts anderes als die durch Sterneck und Helmert festgestellte Existenz von Massendefekten im Untergrunde der Gebirge, die wir schematisch mit der fortschreitenden Ausgleichung der Faltung nach der Tiefe zu wiederzugeben pflegen. Burrard jedoch nimmt eine subkrustale Spalte an, die in ostwestlicher Richtung, und zwar von Süden nach Norden, aufriß, so daß die dünne Sedimentdecke hineinstürzte und sich in nach Süden überliegende Falten warf. Die Überfaltung nach Süden sei also nicht eine Folge der großen Runzelung Asiens, sondern eine Folge des Zurückbleibens der Sedimentdecke auf der nach Norden gerückten Nordflanke einer Spalte. Das Aufreißen dieser Spalte denkt sich Burrard nicht als einmaliges Ereignis, sondern als einen fortgesetzten Vorgang, so daß sich die Spalte erweitert, womit die Erscheinung der Fortpflanzung der Faltung vom Alttertiär bis ins Pliozän erklärt wäre, ja die modernen Erdbeben in der Randregion des Himalaya würden die Äußerungen tektonischer Bewegungen an dieser Randspalte vorstellen.

So einfach er erscheint, so birgt der Bau des Himalaya doch noch große Rätsel. Die starke Überfaltung in der Randzone, das Fehlen einer Zone des Austönens bei dem Mangel eines stauenden Widerlagers erheischen eine Erklärung, und ebenso ist das „unterirdische Gebirge“ in der indogangetischen Ebene für uns noch schwer verständlich. So kann auf der einen Seite die Sueßsche Vorstellung vom schrumpfenden Kern und der runzelnden Decke die Lösung nicht bringen; auf der anderen Seite aber fällt Burrards Anschauung von einer nach Norden zu stattfindenden Zerrung zu sehr aus dem Rahmen der geologischen Erfahrung, als daß wir in ihr mehr sehen könnten, als einen Versuch, einige geophysikalische Erscheinungen der Erdkruste in der Himalayaregion physikalisch einwandfrei zu deuten.

##### 5. Die Erkundung der Gletscherregion.

Dem kleinen Stabe von Gelehrten, dem die geologische Aufnahme von Britisch-Indien anvertraut ist, sind der Aufgaben zu viele gestellt, als daß von dieser Seite her eine Darstellung der Gletscherwelt des Himalaya in nächster Zeit zu erwarten wäre. Weite Teile der Hochregion sind dazu noch den Europäern verschlossen, so Nepal mit den Gletschern des Mount Everest-Massivs; in andere Teile ist die Grundlage aller wissenschaftlichen Arbeit, die trigonometrische Aufnahme, noch nicht gelangt. Auch in den aufgenommenen Gebieten sind die Gletscher nur sehr unvollkommen bekannt; datieren doch die Kartengrundlagen für unsere heutige Kenntnis zum Teil aus den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Ferner ist die Geländezeichnung in der Gletscherregion meist hypothetisch, und im

besten Falle stark schematisiert. Bei den ungeheuren Anstrengungen, die der kartierende Offizier im Himalaya zu überstehen hatte, bei den Schwierigkeiten, die die großen Entfernungen, die Trägerfrage, die Kürze der Reisezeit verursachen, ist das nicht zu verwundern. So wird es noch lange Zeit dauern, bis wir alle Gletscher kennen, und gar nicht abzusehen ist es, bis wir erst einmal einen Gletscherkatalog besitzen werden, in dem Lage, Länge, Meereshöhe und Gestalt der einzelnen Gletscher vermerkt sein werden. Erst wenige Gletscher haben durch häufigen Besuch und durch an ihnen geleistete Forscherarbeit in unserer Vorstellungswelt Gestalt gewonnen, die anderen werden, als unwichtig, auf den Übersichtskarten weggelassen; so verzeichnet z. B. eine mir vorliegende Karte von E. G. Ravenstein<sup>1)</sup>, obwohl sie eine sehr deutliche Signatur für „Gletscher“ anwendet, nur neun Gletscher, und zwar nur im Mustagh-Karakoram, auf diese Weise die Vorstellung erweckend, als sei das Gletscherphänomen auf diesen Gebirgstheil beschränkt. Den ersten Versuch einer Aufzählung der bestbekanntesten Gletscher machten (1907!) Burrard und Hayden<sup>2)</sup>, die aber nur 57 Gletscher aufzählen, und von diesen nur den Namen — wenn ein solcher existiert oder bekannt ist (bei fünf fehlt er!) —, Länge und entwässernden Fluß anführen. Für den Nepal-Himalaya wissen sie keine Daten beizubringen. So kann es auch uns nicht beikommen, eine Darstellung der Vergletscherung des Himalaya geben zu wollen. Nur ein paar Leitlinien seien hier gezogen, wie sie sich als Folge eifriger Beschäftigung mit dem wenigen, was bekannt ist, dem Referenten ergeben haben<sup>3)</sup>.

Die in dem Burrard-Haydenschen Katalogisierungsversuch enthaltenen Angaben zeigen, daß man, wie ja zu erwarten, in diesem Stadium der Erforschung die Aufmerksamkeit fast allein den großen Talgletschern zugewandt hat; auch die Karten, wie vor allem die Blätter des Indian Atlas, verzeichnen lediglich diese. Das wirkliche Bild der Vergletscherung aber läßt uns die Talgletscher nur als einen Teil des vergletscherten Areals erscheinen. Die verfirnten Hänge, die verfirnten Massive verdienen dieselbe Signatur, wie die eiserfüllten Täler, und wenn man eine vergletscherte Hochgebirgslandschaft studiert und betrachtet, so ist der Talgletscher schließlich nichts anderes als der Abfluß dieser Eismassen, und zwar auch nur der Abfluß nach einer Seite. Viel zu sehr sind wir gewöhnt, dem Gletscher von seiner Stirn her zu nahen, die Vorgänge an seiner Zunge

<sup>1)</sup> A map of the Indian Empire including Ceylon and the Strait Settlements, 1 : 5 000 000. London u. Liverpool (George Philip and Son).

<sup>2)</sup> Burrard-Hayden, Abschnitt 29: The Glaciers of High Asia.

<sup>3)</sup> Als Ergänzung zu dem hier Folgenden möge der Leser die den Himalaya angehenden Abschnitte in Charles Rabot, *Revue de Glaciologie* No. 3 (Mittlgn. Naturf. Ges. Freiburg-Schweiz, Bd. V, 1909) heranziehen.

zu studieren. Wir führen die Gletscher auf nach den Flußgebieten, welchen sie angehören, als ob uns der einseitig hydrologische Standpunkt allein angehe. Als ob nicht die Vergletscherung des ganzen Gebirgsmassives, Einzelberges oder Gebirgskammes an sich schon unser Interesse fesselte.

Das Wesen der Vergletscherung eines Gebirges wird bestimmt durch die Höhe der Schneelinie und durch die Gestalt, also durch das Entwicklungsstadium des Gebirges. Dieses Stadium bedingt die größere oder kleinere Ausdehnung der über die Schneegrenze aufragenden Fläche, es bedingt die Größe der Firnmulden und bedingt dadurch auch die Länge der Talgletscher; denn diese Länge bedeutet nichts anderes, als das Verhältnis zwischen Schneelieferung und Schneeschmelze. Ist die Schneelieferung sehr bedeutend und bestehen große Schneereservoirs, die ungeheure Schneemassen in den Gletscher herabschieben, so ist die Länge des Gletschers eine bedeutende. Es handelt sich hier meist um die in den Längstälern gelegenen Gletscher; denn diese fließen aus einer großen Zahl von quergerichteten Ursprungsgletschern zusammen und haben bisweilen ein großes Schneereservoir an ihrem Ursprung, wie z. B. der Biafo in dem sog. Snow lake<sup>1)</sup>. Gewöhnlich liegt das Gletscherende in beträchtlicher Meereshöhe, da das Gefälle der Längstäler ein verhältnismäßig geringes ist, so daß die Schmelzung, orographisch betrachtet, früher stattfindet, als bei den kürzeren quergerichteten Gletschern. Es kommt im Himalaya häufig vor, daß viele Kilometer unterhalb der Endigung des Hauptgletschers ein Seitengletscher noch nahe ans Haupttal herantritt, dessen Endigung alsdann bedeutend tiefer liegt, als die des Hauptgletschers. So endigt der Hispar-Gletscher in 3300 m, während noch 60 km weiter abwärts der Minapin-Gletscher, ein kurzer Quertalgletscher, sicherlich tiefer als in 2400 m endigt<sup>2)</sup>.

Erst über wenige Gebirgsgruppen sind wir in bezug auf ihre Vergletscherung dergestalt orientiert, daß wir uns auf Grund von genauerer Aufnahme und Kartierung ein Bild vom Ganzen, von der Gliederung der Gebirgsrippen, von Verlauf, Lage, Länge der Talgletscher, von der Größe der Firnmulden, von der Ausdehnung der Verfirnung der Gehänge machen können. Vorbildlich dafür ist die Aufnahme des Gletschergebiets des Kandschindschanga durch D. W. Freshfield und E. J. Garwood<sup>3)</sup>. Die Karte

<sup>1)</sup> Zuerst entdeckt von W. M. Conway, *Climbing and exploration in the Karakoram-Himalayas*. (London 1894), 378 ff.

<sup>2)</sup> *Preliminary survey of certain glaciers in the North-West Himalaya*. By officers of the geological Survey of India. (S. u.!)

<sup>3)</sup> Douglas W. Freshfield, *The glaciers of Kangchenjunga*. *Geogr. Journ.* XIX, 453—472, mit Diskussion 472—475. E. J. Garwood, *Notes on a map of „the glaciers of Kangchenjunga“*, with remarks of the physical features of the district. *Ebenda*, XX, 13—24, mit der Karte. D. W. Freshfield, *Round Kangchenjunga*.

in 1 : 125 000, von letzterem entworfen, zeigt die durch glaziale Erosion zu einem Karling mit ganz dünnen Graten ausgestaltete, gewaltige Massenschwellung, in die vier große Gletscherbecken eingreifen, in deren Peripherie noch andere Gletschersysteme eingemeißelt sind. Die Vergletscherung dieser Gruppe ist eine radialstrahlige, d. h. sie ist abgesetzt von der Vergletscherung der Umgebung und strahlt von einem Zentrum aus. Die Schneegrenze liegt nach J. D. Hooker<sup>1)</sup> an den südlichen Abhängen des Kandschindschanga-Massivs bei 4900, während sie in Obersikkim, also bei den Hochgipfeln am Oberlauf des Tista, bis etwa 5800 m hinaufgerückt ist; Freshfield gibt nur beiläufig einmal an, daß die dauernde Schneebedeckung von 5500—5800 m<sup>2)</sup> an beginne. Doch wurden von der Expedition darüber keine Beobachtungen angestellt. Auch die von Freshfield gegebene Zusammenfassung<sup>3)</sup> über die Vergletscherung der Gruppe ist sehr knapp gehalten. Die längsten Gletscher der Gruppe sind der östliche, der Zemu-gletscher mit 28 oder 23<sup>4)</sup> km, und der westliche, der Kandschindschanga-gletscher, mit 24 oder 21<sup>4)</sup> km Länge, und der erstere soll mit einem Ende in ca. 3950 m der tiefste Talgletscher in Sikkim sein. Weiter wird von der Lawinenglättung der steilen Hänge, von der auffälligen Modellierung der oberen Gletscherpartien in Eispeiler und von der starken Schuttbedeckung der Zungen berichtet. Die Hauptsache aber ist, wie gesagt, die in der Garwoodschen Karte niedergelegte Orientierung über Gebirgs- und Gletschergliederung dieses mit seiner östlichen Abdachung dem Gebiet des Tista (zum Bramaputra), mit der westlichen aber dem des Kosi (zum Ganges) zugehörigen Massivs.

Im Westen folgt, von den breit ausladenden Ursprungstälern des Kosi gefaßt, die Gruppe des Mount Everest (8840 m) und Makalu (8469 m), von der bis jetzt nur Weitblicke aus etwa 130 km Entfernung gewonnen sind, so von K. Boeck<sup>5)</sup> und auf Freshfields Kandschindschanga-Expedition<sup>6)</sup> von V. Sella. Jenseits eines reif zerschnittenen, aber ursprünglich wohl fast ebenen Berglandes, das durch tiefe Quertäler gegliedert wird, erhebt sich

---

A narrative of mountain travel and exploration. London 1903, mit der Karte, einer Karte mit geol. Eintragungen und verschiedenen Anhängen, darunter: E. J. Garwood. The geological structure and physical features of Sikkim (mit Literatur).

<sup>1)</sup> J. D. Hooker, Himalayan Journals (The Minerva Library of famous Books). London, New York, Melbourne 1891, S. 555 u. 379.

<sup>2)</sup> Geogr. Journ. XIX, 466. „Round Kangchenjunga“, S. 123.

<sup>3)</sup> Round Kangchenjunga, S. 233—236.

<sup>4)</sup> Burrard-Hayden, S. 195.

<sup>5)</sup> K. Boeck, Indische Gletscherfahrten. Stuttgart u. Leipzig 1900. Tafel bei S. 304.

<sup>6)</sup> Freshfield, Round Kangchenjunga, 199 ff., Taf. bei 202 und Appendix D (abgedruckt aus Geogr. Journal März 1893). Über die Lage zu dem hydrographischen Netz orientiert Burrard-Hayden, Chart XXVIII.

hochthronend das vergletscherte Massiv, von dessen Gipfeln Makalu<sup>1)</sup> durch das gewaltige Kar auffällt, das seinen Gipfel im Osten geradezu aushöhlt, vielleicht das größte Beispiel eines Kars überhaupt; während Mount Everest oder Tschomokankar<sup>2)</sup>, wie er nach Tschandra Das in Tibet genannt wird, von Osten mehr als eine gewaltige Schneemauer erscheint. Von der Gliederung des Massivs und der Anordnung seiner Gletscher haben wir noch keine Kunde. Auch aus Tibet, von wo Mount Everest zur Zeit der Lhasa-Expedition von dem Lager zu Kampa Dschong aus erblickt wurde, war nichts zu sehen, als der überragende, gänzlich isolierte Mount Everest.

Gut unterrichtet sind wir über die Vergletscherung des zentralen Himalaya von Kumaon und Garhwal, also des Gebirges am Ursprung des Ganges, das im 7816 m hohen Nanda Devi kulminiert. Es sind hier, wie auf Chart XI (unten) bei Burrard-Hayden zu sehen, mindestens zwei Kammlinien ausgeprägt, deren vordere eben Nanda Devi mit seinen Trabanten, deren nördlichere den fast gleich hohen Kamet (7755 m) enthält. Die Schneegrenze liegt, wie C. Diener<sup>3)</sup> auf Grund von Stracheys und eigenen Beobachtungen festgestellt hat, jedesmal auf der Nordabdachung tiefer als am Südhang, hebt sich aber im Ganzen von der südlicheren (oder westlicheren) zur nördlicheren (oder östlicheren) Kammlinie und darüber hinaus. So liegt sie nach Strachey an den Südhängen des Nanda Devi-Massivs in 4750 m, an den West- (Nordwest-?) Hängen in 4690 m, im Kamet-Kamm in der Gegend des Uthadura-Passes nach Diener an der Südwestseite in 5400 bis 5500 m, an der Nordostseite in 5300—5350 m. Auf den nach Nordosten zu folgenden Bergen stellte Diener fest, daß die Schneegrenze im Südwesten etwa in 5850 m, am Nordosthang aber in 5640 m liegt. In der nördlich des Satledsch gelegenen Kailas-Kette aber liegt die Schneegrenze nicht unter 6100 m. So ist hier das Ansteigen der Schneelinie in einem regelrechten Profile von Westen nach Osten wie in einem Idealbilde beobachtet, und die Tatsache des Ansteigens verrät schon, daß nach Osten zu eine Verarmung des Gletscherphänomens zu erwarten ist, d. h. daß auch in bedeutender Meereshöhe nicht mehr alle Täler und Flächen vom Eise erfüllt sind. In der Tat ergeben die Abbildungen bei Griesbach<sup>4)</sup> und Diener<sup>5)</sup> den Ein-

<sup>1)</sup> S. „The Nepal peaks from Sandakphu“, Taf. bei S. 358, Freshfield a. a. O., s. auch Burrard-Hayden, S. 9.

<sup>2)</sup> Freshfield a. a. O., S. 200 ff.

<sup>3)</sup> C. Diener, Schneegrenze und Gletscher im Central-Himalaya. D. Rundsch. Geogr. Stat. XVI, 4. Heft.

<sup>4)</sup> C. L. Griesbach, Geology of the Central-Himalayas. Mem. Geol. Surv. Ind. XXIII.

<sup>5)</sup> C. Diener, Mitteilungen über eine Reise im Central-Himalaya. Z. D. Oe. A. V. 1895, 269 ff.

druck der verarmten Vergletscherung, bzw. der Annäherung an tibetische Verhältnisse. Stark vergletschert ist jedoch die Gruppe des Nanda Devi, aber dieser Gipfel ist nicht in dem Maße die einzige Kulmination der Gruppe, wie z. B. der Kandschindschanga. Nanda Devi scheint von den zwei, je 19 km langen Ursprungsarmen des zum Rishi Ganga (Nebenfluß des Dhaul Ganga) gehenden namenlosen Gletschers<sup>1)</sup> fast vollständig umfaßt zu sein, so daß sein südöstlicher Nachbar, Nanda Kot (6867 m) den wahren Knoten der Gruppe darstellt, von dem nach Westen der vergletscherte Grat des Trisul und nach Norden der Grat zu dem gleichfalls ein Gletscherzentrum darstellenden, etwa 7000 m hohen<sup>2)</sup> Szurdzekund abzweigt. Gerade der bekannteste und seiner Länge nach den erwähnten Nanda Devi-Gletschern gleichkommende Eisstrom, der Milam-Gletscher, fließt vom Szurdzekund ab und erfüllt die östlich des Nanda Devi-Massivs hinziehende tiefe Furche des oberen Gori-Tals. Der Gegensatz dieses tief eingeschnittenen Gletschertales mit dem in der Höhe thronenden vergletscherten Gebirge und dessen Gipfeln tritt auf dem Titelbilde von Boecks mehrfach angeführtem Reisewerke schön hervor. Der von Diener<sup>3)</sup> gegebenen Schilderung nach ähnelt der Milam-Gletscher durch seine Länge, seine Lage in schmalem, langgestrecktem Tale, durch die regelmäßige Anordnung seiner Nebengletscher, durch seine geringe Zerspaltung wie große Schuttbedeckung, den großen Talgletschern des Mustagh. Sein Ende liegt bei 3456 m. In ähnlicher Höhe liegen die Enden der übrigen Gletscher<sup>4)</sup>.

Wir nähern uns in unserem Überblick nunmehr dem nordwestlichen Himalaya. Starke Vergletscherung zeigt sich hier überall, allerdings weniger nach der Größe der verfirnten Region oder nach der Länge der Talgletscher, aber sie ist ausgezeichnet durch eine ungeheure Anzahl kurzer quergerichteter Gletscher, mit denen die schmalen Kammlinien besetzt sind. Vom nordwestlichen Himalaya selbst liegt uns eine Art Übersichtskarte der Vergletscherung vor in der Kartenbeilage zu Drews Standardwerk „The Jummoo and Kashmir Territories“<sup>5)</sup>. Hier sind auf einer Karte in etwas über 1 : 1 000 000 die Talgletscher und hochgelegenen Firnbecken mit einer besonderen Farbe (grün) eingetragen. Aber noch wichtiger und origineller ist die „Snow map“, in etwa 1 : 2 000 000, in der mit besonderen

<sup>1)</sup> Burrard-Hayden, S. 195, führt sie getrennt auf, während die Karte in Boeck, Indische Gletscherfahrten, sie die zwei Ursprungsarme eines Gletschers sein läßt.

<sup>2)</sup> Diener, Z. D. Oe. A. V. 1895. 283.

<sup>3)</sup> D. Rundsch. Geogr. Stat. a. a. O.

<sup>4)</sup> Heim, Gletscherkunde, 423 f.

<sup>5)</sup> F. Drew, The Jummoo and Kashmir Territories. A geographical account. London 1875.

Farbentönen die Gebiete ohne Schneefall, das Gebiet mit weniger als drei Monate wählender, mit drei oder mehr Monate wählender und mit ewiger Schnee- und Eisdecke eingezeichnet sind, soweit das Gebiet zur Zeit der Abfassung des Buches (70 er Jahre des vergangenen Jahrhunderts) dem Maharadscha von Kaschmir unterworfen war, also mit Ausschluß von Hunza und Nagar. Hier ist der Versuch gemacht, alles über die Schneelinie aufragende oder von Gletschereis bedeckte Land innerhalb eines größeren Gebietes kartographisch darzustellen. Zu diesem Versuch ist allerdings zu bemerken, daß im Gegensatz zu der gewöhnlichen Kartendarstellung, z. B. auf den Blättern des Indian Atlas, wo ein Minimalmaß der Vergletscherung zur Darstellung gelangt, hier ein einigermaßen übertriebenes Bild der Vergletscherung geboten wird, wie der Autor selbst zu bemerken scheint. Seine Methode bestand darin, außer dem Beobachteten verfirntes Terrain nach Gutdünken dort einzuzichnen, wo die Anwesenheit von Gletschern auf die Existenz eines Reservoirs von ewigem Schnee schließen läßt. Wenn also auch hie und da, z. B. im Kamm zwischen Astortal und Indus, das vergletscherte Areal zu groß angegeben sein dürfte, so entsteht doch im großen und ganzen ein brauchbares Bild, das geeignet sein kann, eine Vorstellung von der Größe des wirklich unter dem Regime des ewigen Schnees stehenden Areals zu geben. Im begleitenden Text<sup>1)</sup> gibt Drew Angaben über die Höhe der Schneegrenze in dem Gebiet. Und zwar erscheint die vorderste Kette, Pir Pandschäl, unter der Schneegrenze zu bleiben, obwohl sie Höhen von bis zu 4400 m enthält. Sie ist gletscherfrei<sup>2)</sup>. 5000 m nimmt Drew als Höhe der Schneelinie in dieser Zone an, wozu, wie er bemerkt, die Erscheinungen in der südöstlichen Fortsetzung, in Tschamba, stimmen, wie auch in Kaghan, nordwestlich von Kaschmir, Berge von 5100 m bereits Gletscher tragen. Die unter dem Namen „Zanskar-Kette“ gehende Hauptachse des Gebirges, eine breite Massenanschwellung von Urgebirge und von Gletscherterrain, hat gleichfalls ihre Schneegrenze in etwa 5000 m. Die Kette zwischen Indus und Schayok mit ihrer streichenden Fortsetzung, dem Gebirge zwischen Astor und Indus, zeigt im Nordwesten immer noch die Schneelinie in 5100 m, aber diese steigt gegen Südosten zu an und liegt in der Gegend von Leh bei Südexposition in 5800, bei Nordexposition 300 m tiefer. Für das Mustagh-Karakoram-Gebirge gibt Drew sehr allgemein 18 000', also etwa 5500 m, an mit Ansteigen auf 6000 m im Südosten, in der Gegend von Nubra. Die Schlagintweits<sup>3)</sup> verzeichnen für die Karakoram-Kette, und zwar im westlichen Teile, 5650 m für Nord- und 5950 m für Südexpo-

<sup>1)</sup> S. 481 ff.

<sup>2)</sup> E. Neve, *Beyond the Pir Panjal*. London 1912, S. 22 ff.

<sup>3)</sup> H. von Schlagintweit, *Reisen in Indien und Hochasien*. IV. Bd. Jena 1880, S. 522.

sition. So ist hier ein zweites Schneelinienprofil bekannt, das zum Unterschied von dem des Himalaya von Kumaon nur ein geringes Ansteigen nach Norden aufweist; ferner nimmt hier die Vergletscherung von Süden nach Norden zu und die stärkste Vergletscherung findet in der nördlichsten Zone statt.

Im nordwestlichen Himalaya treten neue Typen der Vergletscherung auf; auch ist hier die Vergletscherung, aber allerdings auch vorherrschend in der innersten Zone, dem Mustagh (Karakoram), dank der unermüdlichen Arbeit des Bergsteigerpaares Workman und anderer am besten bekannt. Die erste Hoherhebung des Hauptkammes ist die Nun Kun-Gruppe, die sich um drei Hochgipfel von 7146 m (Nun oder Ser), 7080 m (Kun oder Mer) und 71000 oder 6952 m<sup>1)</sup> (dem von Workmans erstiegenen und benannte Pinnacle Peak) gruppiert. Gewöhnlich, nämlich beim Anblick von Süden und Südwesten her, werden nur Ser und Mer wahrgenommen. Deshalb wird das Gebirge nach ihnen benannt, und Drew<sup>2)</sup> bereits gab eine Skizze beider Berge, wie sie vom Margan-Paß (östlich Islamabad in Kaschmir) aus erscheinen und erwähnt, daß sie, weithin sichtbar, ihre Umgebung um 1000 m überragen. In einem durch wunderbare Photographien erläuterten Reiseberichte<sup>3)</sup> geben Dr. und Frau Fanny Bullock Workman ihre Beobachtungen in der Gletscherregion dieser Gruppe wieder. Die Karte in 1 : 150 000 verzeichnet die nach allen Seiten niederziehenden, besonders in den nördlichen Quadranten stark entwickelten Gletscherströme. Von diesen seien der von Workmans in seiner ganzen, 16 km betragenden Länge erkundete Schafatgletscher und der aus zwei Armen entstehende Ganrigletscher erwähnt, der nach 13,5 km langem Laufe in etwa 3500 m vom Surufluß abgeschnitten wird<sup>4)</sup>. Blatt 45 des Indian Atlas, aus den 60er Jahren, läßt den Gletscher in einiger Entfernung vom Flusse endigen. Aus der Workmanschen Beschreibung geht aber hervor, daß heute ein Ablösen längs der Spaltenflächen und ein Forttreiben kleiner Eisberge im Suru stattfindet. Die auffälligste Form der Gruppe ist aber das Nun Kun-Plateau, eine das Dach des Gebirges darstellende, fast ebene und vom Firn fast vollständig ausgeglichene Fläche von 5,4 km Länge in NO—SW, und 2,4 km in NW—SO-Richtung<sup>5)</sup>. Von Nordosten fällt es nach Südwesten von 6580 auf 6165 m. Sieben Gipfel ragen an seinen Rändern auf, steil und schroff, um noch steiler nach außen abzufallen. Dazwischen gehen die Gletscher

<sup>1)</sup> A. Neve in *Geogr. Journal* XXXVIII, 355.

<sup>2)</sup> Drew, a. a. O., 198 f.

<sup>3)</sup> F. Bullock Workman and W. H. Workman, *Peaks and Glaciers of Nun Kun*. London 1909.

<sup>4)</sup> Ebenda, S. 103 f., Tafel. Ferner: A. Neve a. a. O., Tafel bei 353.

<sup>5)</sup> Ebenda, 66 ff. 2 ff. 1 Tafeln.

hinab, Ganri nach Norden, Schafat nach Nordosten und Fariabadgletscher nach Süden. Nur die Schneekoppe im Riesengebirge, wie sie sich vom Koppenplan erhebt, kann als Parallele herangezogen werden, wenn man Kleines mit Großem vergleichen darf. Das Betrachten der Bilder des Workmanschen Buches gehört zu den größten Genüssen, die sich dem Morphologen wie dem Alpinisten bieten. Welche Perspektiven gewährt das Betrachten dieses hochehobenen Überrestes einer uralten Landoberfläche dem Morphologen! Welches Erstaunen das Betrachten von Tafeln wie bei 68 und 102 dem Alpinisten! Der Gegensatz zwischen den Felsnadeln, die hunderte von Metern aufragen, und der plateauartigen Beschaffenheit des Kammes ist ganz eigenartig und scheint sich nicht auf das sogenannte Nun Kun-Plateau zu beschränken, sondern sich auch im westlichen Teil der Gruppe, im Firnfeld des Barmalgletschers wiederzufinden. Infolge des Plateaucharakters ihrer Firnregion scheinen die Gletscher dieser Gruppe, wenn man vom Schafatgletscher absieht, nicht so allgemein die sonst bei den Himalayagletschern stets angetroffene Schuttbedeckung zu tragen.

Weiter im Westen verliert der Hauptkamm seine Höhe und schließlich überhaupt seinen Kammcharakter. Die Vergletscherung ist unbedeutend, da die Gipfel nicht viel über die in 5000 m gelegene Schneegrenze aufragen<sup>1)</sup>. Der bekannteste der Gletscher der Sodschi La-Gegend, der — aber noch nicht untersuchte — Mechuhoigletscher, endigt in 3300 m<sup>2)</sup>. Weiterhin setzt die Vergletscherung fast vollständig aus, da der Kamm durch die 3000—4000 m hohe Déusi[Deosai]-Peneplain vertreten wird, über die sich erst fern im Westen wieder ein gewaltiges, vergletschertes Massiv, der noch wenig bekannte Nanga Parbat, erhebt<sup>3)</sup>. 8120 m ist die Höhe des Gipfels; doch strahlen von ihm nach allen Seiten Gipfelgrate aus, die noch eine Anzahl anderer Hochgipfel von Höhen zwischen 6000 und 7000 m und darüber tragen. So erscheint auch dieses Massiv zu gewaltigen Karen ausgehöhlt zu sein, in denen breit entwickelte Gletscher liegen<sup>4)</sup>. Eine von Südwesten nach Nordosten ziehende Hauptgratlinie scheint die südöstlichen von den nordwestlichen Talgletschergebieten zu scheiden. Im Südosten streben ein Gletscher von Südwesten und einer aus Nordosten einander entgegen. Letzterer ist der bekannte Tarschinggletscher, der in etwa 2865 m endigt und, von Zeit zu Zeit in das Rupäletal vorstoßend, dieses vollständig sperrt, so daß der Gletscherabfluß des südwestlichen Gletschers

<sup>1)</sup> Oestreich, Täler des Himalaya. 48.

<sup>2)</sup> Drew a. a. O., 198. Abb. s. bei Oestreich a. a. O., Taf. 12.

<sup>3)</sup> Drew 194 und 399 ff.

<sup>4)</sup> Siehe Blatt 27 A SE des Indian Atlas mit der von Drew auf dessen Karte (Beilage zu dem zitierten Werke) angebrachten Verbesserung. S. Drew, Anm. S. 399. Über die Vergletscherung des westlichen Abhangs sind wir ohne genauere Nachricht.

gezwungen ist, in einem Tunnel unter dem Eise des Tarsching herauszufließen. Wenn nun der Tunnel irgendwie verstopft wird, steigt der Fluß, bildet einen See, bis dieser das Eis überschreitet, und nun kommt es zu einer Katastrophe, die sich bis weit in das Haupttal, das Tal des Astorflusses, fühlbar macht. In den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts, und wieder in 1909 fanden solche Ausbrüche statt, deren Auftreten alsdann den Vorstoßperioden des Gletschers entsprechen würde<sup>1)</sup>. Als Länge der Gletscher des Nanga Parbat oder wie er in der Sprache Dardistans heißt, Diamir, finde ich bei Burrard-Hayden 11,2 km, und zwar für einen der Gletscher der westlichen Abdachung, angegeben. Doch gibt die Karte größere Werte. Charakteristisch für die Gletscher des Nanga Parbat ist, daß sie nicht vom Gipfelmassiv ausstrahlen, sondern, im Südosten wenigstens, konvergieren: „Konvergierende Vergletscherung“. Über die Gletscher der westlichen Abdachung ist wenig bekannt: ein breit verzweigtes Gletschersystem verzeichnet die Karte im nördlichen Teile.

Von dem Gebiet stärkster Vergletscherung im Himalaya, vom Mustagh (Karakoram), liegt außer der alten Karte: *The Territories of the Maharaja of Jummoo and Kashmir* in etwa 1 : 1 000 000, der Beilage zu Drews Buch, keine brauchbare Kartendarstellung vor. Und auch diese verzeichnet nur die Talgletscher, und diese nach dem Stande der Erforschung in 1875. Es fehlen hier vollständig die Gletscher am Nordabfall des Mustagh, über die allerdings auch heute nur wenige Nachrichten vorliegen. Younghusband<sup>2)</sup> hat auf seinem berühmten Zug über den Mustaghpaß einen der Gletscher der Nordabdachung, den Sarpo Laggo-Gletscher, exploriert; sein Kärtchen gibt ihm 24 km Länge. Er gehört dem Gebiete des Yarkandzuflusses Schaksgam oder Oprang<sup>3)</sup> an, dessen Oberlaufgebiet der später gleichfalls von Younghusband explorierte Urdokgletscher bildet. Eine etwas abweichende Darstellung dieser Gletschergegend gibt Br. Hassenstein auf Blatt 1 der Kartenbeilage zu Sven Hedins „Geogr.-wissenschaftl. Ergebnissen meiner Reisen in Zentralasien 1894—1897“<sup>4)</sup>. Man sieht, wie jenseits der Haupterhebung, die durch K<sub>2</sub> bezeichnet ist, die Vergletscherung schnell aufhört, daß aber auch noch im Gebiet des oberen Oprangflusses die für den Mustagh-Karakoram bezeichnende Längsvergletscherung ausgeprägt ist. Im übrigen zeigt die starke Schematisierung auf dieser Karte, wie wenig noch bekannt ist.

<sup>1)</sup> A. Neve, *Journeys in the Himalayas and some factors of Himalayan erosion* Geogr. Journ. XXXVIII, 350.

<sup>2)</sup> F. E. Younghusband, *A journey across Central Asia, from Manchuria and Peking to Kashmir, over the Mustagh Pass.* Proc. Roy. Geogr. Soc. (N. S.) X, 485—514—518. Ferner: *The Heart of a Continent.* London 1896.

<sup>3)</sup> Karte zu T. G. Longstaff, *Glacier exploration in the eastern Karakoram.* Geogr. Journ. XXXV (1910), 622 ff.

<sup>4)</sup> *Ergänzungsheft 131 zu Pet. Mittlgn.*

Die ganze Vergletscherung des Mustagh-Himalaya wurde vom Verfasser kürzlich gekennzeichnet als die Vergletscherung einer reif zertalten und dann hochoberhobenen Gebirgspartie. Die große Erhebung hat das tiefe Einschneiden der Täler bedingt; es traf sich, daß in dem gehobenen Rindestück lange, im orographischen Streichen gedehnte Längstäler die herrschende Talform waren. Mit den in reifer Weise zertalten Gehängen, der starken Taldichte in den Gehängen dieser Längstäler war die Möglichkeit einer starken Firnansammlung in den oberen Partien dieser Längstäler gegeben. Die überragende Höhe des Gebirges und der reichliche Niederschlag taten das Übrige, und so wurden die drei bis vier Längstäler, die auf die ganze Länge des Gebirges in jedem Querschnitt auftreten, zu den gewaltigsten Bahnen des Eisabflusses, die es auf der Erde gibt, wenn man von den Polarregionen absieht, und den einen Riesengletscher des Tian Schan, den etwa 75 km langen Inyltschekgletscher<sup>1)</sup> ausnimmt. Im übrigen kann man die Vergletscherung des Mustagh mit der des Khan Tengri nicht vergleichen. Die Vergletscherung des Khan Tengri ist, wie die des Kandschindschanga, eine radialstrahlige Massivvergletscherung; im Mustagh dagegen spielt Gipfel und Kamm geringe Rolle, es ist hier ein lang ausge dehntes, breites Gebirge im Firn verhüllt, und ein ganzes Talsystem ist im Eis ertrunken. Die Gletscher strahlen nicht von Zentren aus, die Hochgipfel liegen seitlich, und nicht stets an den hervorragenden Stellen der Gletscherbeckenumrandung.

Am oberen Ende der Gletscher liegt nicht stets der beherrschende Gipfel oder eine Schulter im Gehänge dieses, sondern eine breite und verhältnismäßig tiefe Eisscheide, und jenseits dieser wird die Gletscherhohlform durch ein in entgegengesetztem Sinne geneigtes, gleichfalls vergletschertes Tal fortgesetzt. Das Großrelief ist also hier präglazial, während bei der radialen Vergletscherung das Großrelief, die Zerschneidung der Flanken des Einzelgipfels, eben das Werk der Gletscher gewesen ist. Als „Mustagh-Typus“ der Vergletscherung<sup>2)</sup> wurde diese Vergletscherung eines durch langgestreckte parallele Talzüge gegliederten Gebirgslandes bezeichnet. Es fehlen die Firnflächen, die wir von unseren Hochalpen kennen, von den Berner wie von den Walliser Alpen; das ganze Gebirge ist gewissermaßen aufgeteilt, steile Firnhänge und Jocherniedrigungen sind die Schneelieferer für diese Gletscher, und wo einmal eine größere Firnsammelmulde vorkommt, da liegt sie in einem Tale. Es sei hier an die von Conway Snow lake benannte, in etwa 5000 m gelegene ertrunkene Tallandschaft im Oberlauf

<sup>1)</sup> Merzbacher, Der Tian Schan oder das Himmelsgebirge. Z. D. Oe. A. V. 1906, S. 141. Ferner: Pet. Mittlgn., Erg.-Heft 149. Friederichsen, Die heutige Vergletscherung des Khan-Tengri-Massivs usw. Z. Gl. II, 253.

<sup>2)</sup> Oestreich, Der Tschochogletscher in Baltistan. Z. Gl. VI, S. 3.

des Biafogletschers erinnert<sup>1)</sup>. Die ungeheure Ausdehnung dieser und ähnlicher Firnansammlungen wie des Hisparpasses oder des „Concordiabassins“ an der Gabelung des oberen Baltoro sind nur den ungeheuren Schneemassen zu verdanken, die sich hier aufhäufen: die Täler sind hoch hinauf mit Eis erfüllt, bis zu einer Höhe, in der auch der Talquerschnitt bereits eine ansehnliche Breite besitzt. Man betrachte Bilder, wie die Tafel bei S. 394 in Conways Buch oder die Karte bei Workman, und man wird sich die leider nicht zu beantwortende Frage vorlegen, wie tief hier die Eislage hinabreicht, welches die Gestalt des Felsuntergrundes dieser Täler unter der Eisbedeckung der Riesengletscher sein mag.

Die großen Längsgletscher empfangen eine bei der großen Taldichte sehr bedeutende Zahl von Seitengletschern, die jeder für sich wieder einen echten Talgletscher vorstellen, manche münden gleichsohlig, manche mit einer Stufe, bisweilen auch endigt das Eis des Nebengletschers kurz vor der Vereinigung mit dem Hauptgletscher.

Dies Gebiet stärkster Vergletscherung ist über dreieinhalb Längsgrade und über zwei Breitengrade ausgedehnt; es erstreckt sich etwa 380 km lang und 50 km breit vom Hunzafluß im Nordwesten bis zur Querstrecke des oberen Schayok im Südosten. Hier beginnt mit dem kontinentalen Witterungsregime die trockene, gletscherarme Region Tibets, während im Nordwesten die geringere Höhe und die Quergliederung des Hindukuskamms das Gletscherphänomen schnell verarmen läßt. Es versteht sich, daß über diese große Fläche hin Wärmegang, Niederschlagsverhältnisse und dadurch auch die Höhe der Schneegrenze große Verschiedenheit zeigen. Über Wärme- und Niederschlagsverhältnisse der Hochregion sind wir aber nicht orientiert, da nur während vier Monaten diese Gegenden zugänglich sind. Auch die Schätzungen über die Höhenlage der Firngrenze oder klimatischen Schneegrenze sind ungenau, da außer den Fixpunkten der trigonometrischen Aufnahme, und das sind nur Gipfel, aber keine Tal- oder Gehängestationen, keine verlässlichen oder wenigstens gesicherten Höhenzahlen bekannt sind. So ist für die Schneegrenze in der Literatur bisher immer noch der seinerzeit von den Schlagintweits geschätzte Betrag maßgebend gewesen. Und zwar wird hier für die „Karakoram-Kette in Tibet und Turkistan“ 19 000' = 5820 m angegeben, ausdrücklich für das Gebirge von 28 bis 36° nördlicher Breite<sup>2)</sup>. Allerdings wird in einer Anmerkung

<sup>1)</sup> W. M. Conway, *Climbing and Exploration in the Karakoram Himalayas*. London 1894, 382 ff. F. B. and W. H. Workman, *In the ice world of Himalaya*. London 1901, 119 ff. und Karte.

<sup>2)</sup> H. von Schlagintweit-Sakūnlūnski, *Reisen in Indien und Hochasien*, IV (Jena 1880), S. 522. Diesen Wert hat Machatschek (*Gletscherkunde*, Samml. Göschen) übernommen. Heim (*Gletscherkunde*, S. 426) gibt 5600–5900, außer dem

angeführt, daß in Baltistan, also dem westlichsten Abschnitt des in Rede stehenden Gebietes, die Schneegrenze rasch sinke, was wohl bedeuten soll: unter den als Mittel angegebenen Wert. Für den Mustagh, also den westlichsten Teil des Hochgebirges, dürfen wir also wohl eine tiefere Lage der Schneegrenze erwarten, zumal für das eigentliche Kaschmir eine solche in 5000<sup>1)</sup> und für den Hindukusch eine solche in 4500 m<sup>2)</sup> angegeben wird.

Die Festsetzung der Schneegrenze, zumal in so wenig bekanntem Gebiet, begegnet großen Schwierigkeiten. Nord- und Südexposition sind zu berücksichtigen; ferner das allgemeine Ansteigen der Schneelinie von dem feuchten Südabhang des Gebirges zu der trockenen Nordabdachung. Diese Verhältnisse ließen sich bereits bei der Behandlung der Vergletscherung von Kumaon zu dem für das Gebirgs ganze gültigen Gesetze zusammenfassen: daß die Schneelinie von Süden nach Norden von Kette zu Kette ansteigt, daß aber innerhalb ein und derselben Kette sie bei Südexposition höher liegt, als bei nördlicher. Ferner ist bei diesen notgedrungenenweise auf kurzen Expeditionsvorstößen gewonnenen Daten zu berücksichtigen, wie auch in der Workmanschen Diskussion der Schneegrenze<sup>3)</sup> mit Recht hervorgehoben wird, daß je nach dem Niederschlagsreichtum des Jahres, je nach der Jahreszeit und je nach der Schneemenge des Vorjahres die Höhenzahl schwankt. Am leichtesten sollte die Schneegrenze hier mit Hilfe der Bestimmung der Firnlinie festzulegen sein, also in der Gestalt der auf den Gletschern zu beobachtenden Grenzlinie zwischen Nähr- und Zehrgebiet. Die großen Talgletscher, die sich etwa in Ostwestrichtung erstrecken, bieten sich von selbst zu diesem Zweck dar. Für die westliche Region haben Dr. Workman und der Verfasser dieses die Schneegrenze zu nicht höher denn 5000 m angesetzt<sup>4)</sup>. Das gilt für die Gletscherregion des Tschocho Luma. Die jüngsten Untersuchungen des nördlich des Tschocho gelegenen Hispar<sup>5)</sup> und am Baltorogletscher<sup>6)</sup> haben keine neuen Daten

Westen, wo die Schneegrenze noch tiefer herabgeht, Heß (Gletscherkunde, S. 95) 5300—5600.

<sup>1)</sup> Siehe oben.

<sup>2)</sup> Nach Schlagintweit a. a. O.: 13 000' (= 3960 m) bei 35½° nördlicher Breite an den Oxusquellen.

<sup>3)</sup> F. B. und W. H. Workman, *Ice bound Heights of the Mustag*. London 1908, S. 192 f.

<sup>4)</sup> Dr. W. H. und F. Bullock Workman, *Ice-bound heights*. S. 192 f und 278. Für eine Kuppe am obern Tschocho wurde Aug. 1902 die Schneebedeckung am Südabhang von 5300, am Nordabhang von 4875 m an festgestellt. Im Juli war ein Gipfel in 5364 m noch schneefrei. Dagegen wird für 1903 die Schneelinie zu 16 000' = 4875 m festgesetzt. — Oestreich, *Der Tschochogletscher in Baltistan*. Z. Gl. VI, S. 4.

<sup>5)</sup> C. Calciati and M. Koncsa in F. B. and W. H. Workman, *The call of snowy Hispar*. S. 266.

<sup>6)</sup> F. de Filippi, *Karakoram and Western Himalaya 1909*. London 1912, S. 302.

geliefert. Daß der niedrige Wert für die Schneehöhe aber nur für den Westen des Mustagh gilt, geht schon daraus hervor, daß der an der südöstlichen Begrenzung der Gletscherregion gelegene Karakorampaß mit 5650 m unter der Schneegrenze bleibt, die von Schlagintweit für die Nordseite als in 80, für die Südseite als in 330 m höher liegend angenommen wird<sup>1)</sup>. Für Oberladakh mögen diese Ziffern immerhin ihre Gültigkeit haben, obwohl neuere Mitteilungen nicht vorliegen.

Im allgemeinen nimmt in diesem vom Schayok bis zum Hunzafluß reichenden Hochgebirgsstreifen die Vergletscherung von Südosten nach Nordwesten zu; während im Südosten es sich um vergletscherte Bergkämme mit weniger entwickelten Talgletschern handelt, wächst nach Nordwesten zu mit der Längsentwicklung zugleich die Gletscherdichte, bis in der Gegend der Schigar-Oberläufe die nordwest- und die südostgerichteten Gletscher sich häufen. Allerdings ist gerade in jüngster Zeit auch im südöstlichen Teile des Mustagh ein Riesengletscher festgestellt worden, der an Länge sogar die anderen allesamt übertrifft, der Siachen- oder Saitschargletscher im Oberlauf des Nubraflusses. Die großen Talgletscher nehmen die obersten Partien der großen Flußtäler ein. Sie sind die Überreste der großen Gletscher der Eiszeit. Der größte von allen, der eben genannte Siachen- oder Saitschargletscher, war in seinem Unterlaufe bekannt als Ursprungsgletscher des Nubraflusses, und seine große Länge wurde erst, und zwar durch die Orientierung der Sachverständigen „fern vom Schuß“ festgestellt, als T. G. Longstaff<sup>2)</sup> im Juni 1909 vom Saltoro-Eispaß am oberen Ende des Bilafondgletschers<sup>3)</sup> den Oberlauf eines mehrere Kilometer breiten Riesengletschers betrat, der von WNW aus der Gegend des durch Conway bekannt gewordenen Hidden Peak am südöstlichen Ende des Baltorogletschers herkam, und sich bis zu seinem oberen Ende überschauen ließ<sup>4)</sup>.

Da das besondere Interesse sich allzeit der Frage nach der Länge der großen Talgletscher zugewendet hat, sei hier eine Liste derselben mit Angabe ihrer Längen nach verschiedenen Schätzungen gegeben.

<sup>1)</sup> Schlagintweit a. a. O. IV, 47. Diese Daten, 5600 und 5900 m, sind seitdem in die Literatur übergegangen (Schlagintweit hat die Paßhöhe etwas niedriger angesetzt) und auf die ganze „Karakoram-Kette“ übertragen worden, ein Schulbeispiel für die schädlichen Folgen einer unzweckmäßigen Namengebung.

<sup>2)</sup> T. G. Longstaff, Glacier exploration in the eastern Karakoram. Geogr. Journ. XXXV (1910), 622—646—658.

<sup>3)</sup> Im Ursprung des Saltoro-Flusses, eines rechten Nebenflusses des Schayok.

<sup>4)</sup> Er ist seitdem durch zwei Expeditionen des Ehepaars Workman erforscht worden, und eine Karte, von C. Calciati, wird demnächst erscheinen.

Siachen . . . . .	72 km [45 miles].	(de Filippi, S. 195, nach Longstaff) <sup>1)</sup> .
Biafo . . . . .	59 „ [37 „ ].	(Workman, Hispar <sup>2)</sup> , S. 214. Burrard-Hayden nehmen 62,5 km [39] an.)
Hispar . . . . .	58,6 „ [36,6 „ ].	(Workman a. a. O., S. 214. Conways Karte: 60 km. Burrard - Hayden 40 km [25].)
Baltoro . . . . .	58 „ [36 „ ].	(de Filippi, 195 und 255 <sup>3)</sup> .)
Tschocho [Chogo] 48 „ [30 „ ].		(Workman, Mustagh, S. 4. Oestreichs Karte: 46, Text: etwa 50. Burrard-Hayden: 38 [24].)
Gascherbrum . . . . .	34 „ [21 „ ].	(? = Kondusgletscher <sup>4)</sup> ; siehe de Filippi, 314 f. und 441 f. Länge nach Burrard-Hayden.)

In diesen tief eingeschnittenen Tälern werden die Firnmassen der Hochgipfel und Hochkämme in das Schmelzgebiet überführt. Die Gletscherenden liegen in einer Höhenzone zwischen 2900 und 3550 m. Die neuesten Zahlen sind:

3530 m [= 11 600']	für den Siachen	(de Filippi, 177, nach Longstaff).
3350 m [= 11 000']	„ „	Baltoro (de Filippi, 177).
3292 m [= 10 803']	„ „	Hispar (Karte zu Workman, Hispar, Theodolitstation am Gletscherende <sup>5)</sup> ).
3100 m [= 10 180']	„ „	Biafo (de Filippi, S. 177).
2900 m [= 9500']	„ „	Tschocho (Workman, Mustagh, S. 171).

Nachdem bisher von der touristischen Erkundung der Gletscherregion die Rede war, die uns für Vergleichszwecke bereits recht wertvolle Karten der verschiedenen Hauptgletscher geliefert hat<sup>6)</sup>, sei noch in Kürze

<sup>1)</sup> Burrard-Hayden gaben ihm noch 1907/1908 nur 34 km [21 miles].

<sup>2)</sup> W. H. and F. B. Workman, *The call of the snowy Hispar*. London 1910.

<sup>3)</sup> Nach de Filippi, S. 255, ist auf der Karte des Baltoro in Dr. J. Jacot Guillarmod, *Six mois dans l'Himalaya* (Neuchâtel o. J.) die Länge des oberen Beckens des Godwin Austen Gletschers (des rechten Quellarms des Baltoro) um mehr als 8 km zu lang gezeichnet. Hiernach ist der hohe Wert für die Länge des Baltoro, als des vermeintlich längsten Gletschers des Mustagh, bei Oestreich, *Der Tschochogletscher*, Z. Gl. VI, S. 1, zu vermindern. Conway's Karte hatte ihm eine Länge von mindestens 62,4 km [39 miles] gegeben, wozu noch die von J. Jacot Guillarmod, wie sich jetzt herausstellt, übermäßig groß dargestellte Länge des oberen Godwin Austen Gletschers gerechnet wurde.

<sup>4)</sup> Kondus ist ein rechter Nebenfluß des Saltoro (s. o.). Sein Gletschergebiet reicht nach Norden bis zur Gruppe der Gascherbrumgipfel.

<sup>5)</sup> Im Text S. 213, 11 000'.

<sup>6)</sup> Karte des Hispar von W. M. Conway (nebst Darstellung der Gletscherregion westl. desselben) 1892 (1 : 126 720) und von Calciati - Koncza 1908 (1 : 100 000).

auf die exaktere Detailarbeit verwiesen, die in den letzten Jahren auch im Himalaya eingesetzt hat. Es war die Frage nach dem Vor- oder Rückgang der Gletscherenden, die Frage nach den Symptomen, die sich am Gletscher zur Beurteilung der großen klimatischen Perioden feststellen lassen. Wie jüngst wieder durch Ch. Rabot<sup>1)</sup> an der Hand eines Vergleiches alles vorhandenen Materials betont wurde, haben die Gletscher aller Gegenden der Erde eine Periode des Vorstoßes und der maximalen Ausdehnung in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts gehabt. Auch der Himalaya steht im Verdacht einer größeren Ausdehnung des Gletscherphänomens in junger Zeit. Aber gute Nachrichten liegen nicht vor<sup>2)</sup>. Die entschiedene Schrumpfung der Dimensionen des Eiskörpers der Tschocho-Zunge bringt W. H. Workman<sup>3)</sup> mit einer größeren Ausdehnung dieses Gletschers um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts in Zusammenhang, die sich daraus ergebe, daß nach Godwin Austen der Tschocho die Terrasse von Arrindo berührt haben soll, von der er 1902 200 m entfernt blieb. Doch lassen sich alle aus früherer Zeit vorliegenden Nachrichten mit dem heutigen Kartenbilde vollständig vereinigen<sup>4)</sup>. Auch der Baltoro gilt seit 1861, also seit der Aufnahme des Gletscherendes durch Godwin Austen, als im ganzen stationär<sup>5)</sup>. Jedenfalls zeigen, soweit wir es bis jetzt beurteilen können, die Riesengletscher des Mustagh keine ihrer Länge entsprechenden Vor- oder Rückbewegungen. Um in diesen Fragen Entscheidung zu bringen, ist damit begonnen worden, die Enden mehrerer Gletscher in den verschiedensten Teilen des Gebirges nach ihrer Gestalt und nach den Verhältnissen ihrer nächsten Umgebung kartographisch festzulegen, und die Markierung

---

Karte des Biafo von Conway (wie oben) und Kartenskizze von Workman 1899 (1 : 200 000).

Karte des Tschocho von Oestreich 1902 (1 : 200 000) und Karte des Tschocho sowie der Gletscher zwischen Tschocho und Hispar-Biafo nach Aufnahme von Hewett und Workman 1903 (1 : 150 000).

Karte des Baltoro von Conway (wie oben), von J. Jacot Guillarmod 1902 (1 : 200 000), wozu Kritik von de Filippi, S. 255, sowie Karte des oberen Baltoro nach photogrammetrischer Aufnahme 1909 (1 : 100 000) auf der Expedition des Herzogs der Abruzzen.

Karten des Kondus und Siachen sind von den Topographen der Workmanschen Expeditionen bereits ausgearbeitet, aber noch nicht veröffentlicht worden.

<sup>1)</sup> Ch. Rabot, *Revue de glaciologie* No. 3. (Mittlg. Naturf. Ges. Freiburg-Schweiz, V.) 142–145 u. 332.

<sup>2)</sup> Höchstens Erzählungen und unkontrollierbare Erinnerungen, wie z. B. betreffs des Milamgletschers (s. *Rec. Geol. Surv. Ind.* XXXV, 153).

<sup>3)</sup> From Srinagar to the sources of the Chogo Loogma Glacier. *Geogr. Journ.* XXV, 251.

<sup>4)</sup> Vgl. dazu Oestreich, *Z. Gl.* VI, 28 f.

<sup>5)</sup> F. de Filippi a. a. O., S. 174.

auffälliger Punkte wird den künftigen Beobachtern die Feststellung künftiger Bewegungen des Gletscherendes erleichtern. So wurde vom Verfasser 1902 das Gletscherende des Tsocho durch Nivellement festgelegt<sup>1)</sup> und werden seit 1906, auf eine Anregung von Douglas W. Freshfield hin, in den verschiedensten Gegenden des Himalaya einzelne Gletscherenden von Beamten des Geological Survey of India vermessen, markiert und photographiert<sup>2)</sup>. Auch der Hispar gehört zu diesen mit ihrem heutigen Ende festgelegten Gletschern. In der Tat sind die Gletschermarken an seinem Ende bereits einmal revidiert worden, wenn auch nur zwei Jahre später. Es zeigte sich ein Rückgang um 10 m, der aber als unbedeutende jahreszeitliche Schwankung aufgefaßt wird<sup>3)</sup>. Die übrigen in ihren Enden vermessenen Gletscher sind meist kürzere und weniger bekannte Eisströme, von denen zwei ebenso wie der Hispar zum Hunzagebiet gehörige quergerichtete Gletscher, der gleich unterhalb des Hispargletscherendes von Süden her einmündende Yengutsa (Conway's Rung Pa) und der 50 km weiter unterhalb von Norden her einmündende Hassanabadgletscher Erwähnung verdienen, ersterer weil er seit Conways Besuch in 1892 um 2,6 km vorgerückt ist, während der letztere gar 10 km an Länge zugenommen haben soll. Und zwar hat nach Haydens<sup>4)</sup> Erkundigungen beider Vorücken plötzlich stattgefunden, oder verhältnismäßig plötzlich: das Vorücken des Hassanabadgletschers geschah um 1904 oder 1905 im Laufe von 2½ Monaten. Das scheinen für uns noch unerklärbare, man kann meinen: katastrophale Ereignisse gewesen zu sein, die nichts mit den großen Perioden der Gletscherbewegungen infolge der Schwankungen der Niederschläge oder der Wärme zu tun haben, wie Hayden mit Recht bemerkt. Auch sind beide Gletscher seitdem wieder stationär geblieben<sup>5)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Das Gletscherende des Tsocho Luma Gletschers in Baltistan. 1 : 10 000, Z. Gl. VI, Taf. 2,

<sup>2)</sup> Preliminary survey of certain glaciers in the North-West Himalaya. By officers of the Geological Survey of India. T. H. Holland, Introduction, Rec. Geol. Surv. Ind. XXXV, 123—126. Notes of certain glaciers in North-West Kashmir. Ebenda 127—137 (H. H. Hayden). Notes on certain glaciers in Lahaul (H. Walker and E. H. Pascoe) 139—147. Notes on certain glaciers in Kumaon (G. de P. Cotter and J. Coggin Brown) 148—157. Die Fortsetzung dieser Studien konnte vom Verfasser noch nicht eingesehen werden.

<sup>3)</sup> Calciati und Koncza in Workman, The Call of snowy Hispar, S. 252.

<sup>4)</sup> Rec. Geol. Surv. Ind. XXXV, 134 ff.

<sup>5)</sup> Workman, Call of snowy Hispar, S. 25 f. (Hassanabad Gl.). Calciati-Koncza, ebenda 250 ff, betrachten die 30 m Schwund der Gletscherfront des Yengutsa als jahreszeitliche, nicht als säkulare Erscheinung.