

## Die Eiszeit im Himalaya.

Von Dr. Carl Diener (in Wien).

Spuren einer eiszeitlichen Vergletscherung des Himalaya sind bereits seit geraumer Zeit bekannt. Hooker, Drew und insbesondere die Aufnahmsgeologen des Geological Survey of India haben dieselben in den verschiedensten Theilen dieses Hochgebirges verfolgt. Man darf wohl sagen, dass für kein anderes Gebirge des asiatischen Continents eine auch nur annähernd gleich grosse Zahl von Beobachtungen über die eiszeitliche Entwicklung des Glacialphänomens vorliegt. Wenn man jedoch die reiche Literatur, die im Laufe der Jahre über diesen Gegenstand sich angesammelt hat, durchmustert, so stösst man in derselben auf so vielfache Widersprüche der einzelnen Autoren unter einander in Bezug auf die Deutung der bald als glaciale, bald als pseudoglaciale Bildungen angesprochenen Ablagerungen, dass es schwer wird, daraus ein einigermaassen zutreffendes Bild von dem wahren Ausmaass jener alten Vergletscherung zu gewinnen. Es ist ja von vorneherein selbstverständlich, dass in einem wenigstens zum überwiegenden Theile schwer zugänglichen Gebiete, wie die eigentliche Hochregion des Himalaya, genauere Untersuchungen über einzelne eiszeitliche Gletscher, wie sie die Studien des Glacialphänomens in den Alpen gezeitigt haben, heute noch nicht erwartet werden können, allein eine so weitgehende Verschiedenheit in den Ansichten über die Ausdehnung der quartären Vergletscherung des Himalaya, wie sie noch kürzlich in einer Discussion über diesen Gegenstand zwischen Howorth und W. T. Blanford\*) zu Tage trat, erscheint gleichwohl befremdend. Es mag diese in der kritischen Beurtheilung der bestehenden Literatur begründete Schwierigkeit eine der Ursachen sein, warum wir bis heute einer zusammenfassenden Darstellung unserer Kenntnisse über die Eiszeit im Himalaya entbehren

---

\*) Geological Magazine, 1891, p. 98, 156, 209, 294, 372, und 1892, p. 55 und 161.

und warum wir z. B. selbst in der neuesten Auflage des „Manual of the geology of India“ eine solche vermissen.

Als ich im Jahre 1892 im Auftrage der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien und der kais. indischen Regierung in Gemeinschaft mit den Herren C. L. Griesbach und C. S. Middlemiss vom Geological Survey of India eine geologische Expedition in den Central-Himalaya von Kumaon, Gurhwal und des angrenzenden Theiles von Hundés unternahm, war allerdings das Studium der Triasbildungen innerhalb der tibetanischen Grenzregion meine eigentliche Aufgabe. Doch habe ich es neben der letzteren selbstverständlich nicht unterlassen, auch den physisch-geographischen Eigenthümlichkeiten des von uns bereisten Gebietes meine Aufmerksamkeit zu widmen. Insbesondere erregte die Untersuchung der Spuren einer quartären Vergletscherung desselben mein Interesse. Freilich beschränken sich meine Beobachtungen in dieser Richtung auf ein eng begrenztes Arbeitsfeld, nämlich entlang einer Route, die uns durch das wissenschaftliche Programm der Expedition vorgezeichnet war. Nichtsdestoweniger glaube ich, dass einige dieser Beobachtungen, vor Allem jene über das Glacialphänomen in der Umgebung des Chanambaniali einer ausführlicheren Mittheilung werth befunden werden dürften.

Die vorliegende Arbeit zerfällt in zwei Abschnitte. In dem ersten derselben sollen die Ergebnisse meiner eigenen Beobachtungen über die Entwicklung des eiszeitlichen Glacialphänomens im Central-Himalaya Platz finden. In dem zweiten soll sodann der Versuch unternommen werden, den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über die Eiszeit im Himalaya zu präcisiren, soweit die vorhandene Literatur es gestattet und meine eigenen Erfahrungen mir eine Kritik dieser Literatur ermöglichen.

Da unsere Route, wie ich an anderer Stelle \*) ausführlicher auseinander gesetzt habe, sich im grossen Ganzen als eine Umwanderung des Nanda Devi-Massivs, des mächtigsten unter den vergletscherten Massiven des Central-Himalaya darstellte, so waren es insbesondere die Thäler der Goriganga und Alaknanda mit einzelnen seitlichen Zuflüssen, in denen mir auf der Südseite der Wasserscheide Gelegenheit zur Aufsuchung alter Gletscherspuren geboten war.

---

\*) Verhandl. der Ges. f. Erdkunde Berlin 1893, Nr. 6. (Auszug in diesen Mittheilungen 1893, p. 117); Zeitschr. Deutsch. und Oesterr. Alpenver. 1895, p. 269.

Keinerlei Gletscherspuren habe ich in der Umgebung des Sees von Naini Tál (6350 e. F. 1930 *m*) angetroffen, die von mir während eines längeren Aufenthaltes in dieser britischen Gesundheitsstation, dem Ausgangspunkte für unsere Expedition, nach verschiedener Richtung hin durchstreift wurde.

Der See von Naini Tál gehört einer randlichen Zone des Lower Himalaya an, die im auffallenden Gegensatze zu anderen Theilen des Gebirges durch das Auftreten von zahlreichen kleinen Seen ausgezeichnet ist.

Diese Seen, unter denen Naini Tál, Bhim Tál, Sat Tál, Náukachia Tál und Malwa Tál die bedeutendsten sind, obwohl keiner derselben die Grösse von 50 Hektaren erheblich überschreitet, beschränken sich auf ein sehr eng begrenztes Gebiet und sind in einen Kalkzug nicht näher bekannten, muthmaasslich palaeozoischen Alters eingesenkt. Bezüglich ihrer Entstehung sind sehr verschiedene Ansichten laut geworden, doch ist bisher nur der See von Naini Tál Gegenstand genauerer Untersuchungen gewesen.

H. F. Blanford\*) war der erste, der auf die Möglichkeit eines glacialen Ursprungs dieses Seebeckens hinwies. Er glaubte an den Gehängen in der Umrandung desselben Spuren von Gletscherschliffen zu erkennen und hielt den Riegel, der den See im Süden absperrt, nicht für anstehenden Fels, sondern für ein Agglomerat jüngerer Schuttmassen, wahrscheinlich Moränenschutt. V. Ball\*\*) bekämpfte diese Anschauung. Er bestritt die Möglichkeit der Entfaltung eines grösseren Gletschers in dem engen, den See umrahmenden Bergcircuit und meinte, dass die Schuttmassen am Ende des Sees von einem Bergsturze herrühren möchten, der das Thal abgesperrt und den See selbst aufgestaut habe. Während W. Theobald\*\*\*) die Ansicht von der glacialen Natur des Sees vertheidigte und die Schuttmassen am Ausgange desselben als Moränen deutete, griff R. D. Oldham †) unter dem Eindrucke des furchtbaren Bergsturzes vom 18. September 1880, der mehreren hundert Menschen das Leben kostete, auf die Ansicht von Ball zurück, dass auch der Riegel am Seeende durch einen derartigen

\*) Proceedings Asiatic Soc. of Bengal, January 1877, p. 3.

\*\*) V. Ball: „On the origin of the Kumaon lakes.“ Records Geol. Survey of India, XI. p. 174—182.

\*\*\*) W. Theobald: „The Kumaon lakes.“ Ibidem XIII, 1880, p. 161—175.

†) R. D. Oldham: „Note on the Naini Tál Landslip.“ Ibidem, XIII, 1880. Pt. IV. p. 277—281.

Bergsturz entstanden sein möge. Zu einer wesentlich anderen Auffassung sind fast zu gleicher Zeit, jedoch von einander unabhängig, C. S. Middlemiss\*) und C. L. Griesbach\*\*) gelangt. Auf Grund geologischer Detailaufnahmen fand Middlemiss, dass der viel besprochene Riegel am Südeude des Sees zum weitaus überwiegenden Theile aus festem, anstehenden Kalkstein gebildet sei, der nur oberflächlich von einem Haufwerk von Blöcken überdeckt wird. Gekritzte Blöcke, die Oldham und Middlemiss an einer einzigen Stelle fanden, erwiesen sich als sicher pseudoglaciale Bildungen. Dagegen wurden nirgends echte Gletscherspuren angetroffen. Die Entstehung des Sees selbst führt dieser Beobachter auf Einstürze in dem von zahlreichen Cleavage-Flächen durchsetzten Kalkstein zurück.

Griesbach theilt diese Meinung und ich schliesse mich derselben, zum mindesten soweit sie sich gegen einen glacialen Ursprung des Seebeckens richtet, durchaus an. Spuren einer einstigen Vergletscherung konnte ich in der Umgebung von Naini Tál so wenig als meine beiden genannten Vorgänger erkennen. Nichts deutet auf solche in den Gehängeformen der den See umrahmenden Berge hin. Wohl aber fehlt es gerade in dem alten Bergsturzgebiet an den Abhängen von Ayárpátha und Alma Peak nicht an pseudoglacialen Erscheinungen. Insbesondere an dem letzteren habe ich mehrere durch den Strassenbau blossgelegte, deutlich geschramnte Felsflächen gesehen, an denen jedoch die Schrammen in der Richtung des Gehänges, nicht aber entlang dem letzteren verliefen, wie es bei einem aus dem Bergkessel abfließenden Gletscher der Fall sein müsste. Penck\*\*\*) hat pseudoglaciale Erscheinungen ganz analoger Art aus dem Val Carlos in den westlichen Pyrenäen beschrieben und ihre Unterschiede gegenüber echten Gletscherschliffen klar hervorgehoben.

Ebensowenig habe ich irgend welche Spuren alter Vergletscherung auf der Route von Naini Tál nach Almora, oder in den Thälern auf der Südseite der Nanda Devi-Gruppe auf unserem

---

\*) C. S. Middlemiss: „Geological Sketch of Naini Tál; with some remarks on the natural conditions governing mountain slopes“. Records Geol. Survey of India XXIII. 1890. Pt. IV. p. 213—235, insbesondere 226 u. 228—230.

\*\*) C. L. Griesbach: „Geology of the Central Himálayas“. Memoirs Geol. Survey of India Vol. XXIII. 1891. p. 35.

\*\*\*) A. Penck: „Die Eiszeit in den Pyrenäen“. Separat-Abdruck aus den Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig 1883. p. 11.

Wege über Bageswar, Kafkot, Tejam und Girgaon nach Munshiari im Thale der Goriganga angetroffen. Die unter dem Namen Munshiari vereinigten Dorfgemeinden liegen etwas über 6000 e. F. (1830 *m*) hoch in einer Thalweitung, in deren mächtige Schotterterrassen der Fluss cañonartig eingeschnitten ist. Der unmittelbaren Nähe über 5000 *m* hoher, heute noch kleine Gletscher und Firnflecken tragender Erhebungen entsprechend, liegt es nahe, hier nach älteren Glacialbildungen zu suchen. Gleichwohl vermochte ich weder in dem Thalbecken selbst, noch an den Gehängen, die wir bei der Ueberschreitung der Kalamundi-Kette querten, Gletscherschliffe oder deutliche Moränenspurten zu entdecken. Eine isolirte Trümmersmasse, die man auf dem Wege von Munshiari nach dem nächsten thalaufwärts folgenden Lagerplatze, Bui, durchschreitet, scheint mir ausser Beziehung zu den echten Glacialbildungen im Inneren des Gebirges zu stehen und ihrer ganzen Configuration nach eher den Resten eines Bergsturzes zu entsprechen.

Von dem Weideplatze Bui (ca. 6500 e. F., 1980 *m*) bis Laspa (9980 e. F., 3042 *m*) trägt das Thal der Goriganga den Charakter einer engen, von steilen Berghängen begrenzten Felsschlucht. Selbst wenn ein Gletscher diese Schlucht während der Quartärzeit passirt haben sollte, wäre doch kaum Aussicht vorhanden, dessen Spuren entlang der fast durchaus die Thalsohle einhaltenden Route zu entdecken. Vielmehr müssten solche auf dieser Strecke durch die Wirkungen der Hochwasser längst verwischt sein. Wohl sind fast alle Blöcke und Felspartien, an denen der Steig vorüber führt, in geringer Höhe über dem letzteren auffallend geglättet, aber diese Glättung rührt nicht von den Grundmoränen eines alten Gletschers her, sondern ist durchaus modernen Ursprungs. Sie wird durch die Reibung des Vliesses der Schafe und Ziegen erzeugt, die jeden Sommer zu vielen Tausenden als Lastthiere über die Grenzpässe nach Tibet getrieben werden. Wenn man bedenkt, dass der ziemlich rege Grenzhandel fast ausschliesslich durch diese Thiere vermittelt wird, so kann die Häufigkeit solcher Schafschliffe entlang der vielbegangenen Haupttrouten in den Himalaya-Thälern kaum auffallen. \*)

Bei Laspa (3042 *m*) ändert sich der Charakter des Gorithales in ziemlich unvermittelter Weise. An Stelle des schmalen Defilés tritt eine breitere, von minder schroffen Hängen flankirte Thalsohle

\*) vergl. A. Böhm: „Schaf-Schliffe“. Mitth. d. Deutsch. u. Oesterr. Alpenver. 1884, p. 92.

und ebenso unvermittelt erscheinen ausgezeichnete Glacialbildungen und zwar sogleich in bedeutender Mächtigkeit und ganz typischer Entwicklung. Der Fluss selbst ist hier auf eine beträchtliche Strecke in diese Ablagerungen eingeschnitten, die sich theils als Oberflächenmoränen, aus einem Haufwerk von Grus und kantigen oder gerundeten Blöcken bestehend, theils als Glacialschotter, beziehungsweise als fluviatile Moräne darstellen. Grundmoränen-Material ist selten, obwohl es nicht vollkommen fehlt. Die Verfestigung der Moränen sowohl als der fluvioglacialen Bildungen bringt es mit sich, dass sie den Flussläufen in der Regel steile, durch die Verwitterung oft in Pfeiler und Erdpyramiden von überaus bizarren Formen aufgelöste Abhänge zukehren. Diese Reliefformen sind in den von Godwin-Austen mit dem Namen „Karewah“ bezeichneten Alluvialbildungen der Himalaya-Flüsse eine so häufige Erscheinung, dass kaum einer der Reisenden, die den Himalaya von Spiti, Kashmir oder Ladakh besucht haben, auf dieselbe hinzuweisen unterlassen hat.\*)

Von Laspa aufwärts begegnet man weiterhin beinahe auf Schritt und Tritt Glacialspuren, bis man unterhalb der letzten Ortschaft des Gorithales, Milam, auf der linken Thalseite die riesige alte Ufermoräne des Milam-Gletschers erreicht. Sie bildet einen 30 bis 40 m hohen Wall, der ca. 5 km von dem gegenwärtigen Gletscherende (11.340 e. F., 3456 m) entfernt ist und entspricht wohl einer der letzten Etappen auf dem Rückzuge dieses Gletschers seit der jüngsten Vereisung des Gebirges.\*\*)

Der Gegensatz zwischen den beiden Abschnitten des Gorithales oberhalb und unterhalb Laspa in Bezug auf die Entfaltung des Glacialphänomens ist im höchsten Grade auffallend. Unterhalb Laspa keine Spur erratischer Bildungen, die den Charakter glacialer Ablagerungen an sich tragen würden, während man oberhalb Laspa durch ihre bedeutende Entwicklung überrascht wird. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich mit gleicher Schärfe im Thale der Dhauli Ganga, des Quellflusses der Alaknanda, unterhalb Niti. Mächtige Anhäufungen von Moränenmaterial finden sich hier am Ausgange

\*) Die ausführlichsten Mittheilungen hierüber (z. Th. mit Abbildungen) finden sich bei: Godwin-Austen, Quart. Journ. Geol. Soc. 1859, XV. p. 224 H. v. Schlagintweit „Reisen in Indien und Hochasien“ Jena 1872, III. Bd. insbes. p. 112; F. Dréw, Quart. Journ. 1873, XXIX. p. 441.

\*\*) Eine Abbildung dieser Moräne habe ich im 4. Hefte des XVI. Jahrganges der „Deutschen Rundschau für Geographie und Statistik“ (1894) gegeben.

der Kharbasiya-Schlucht bei Goting, bei Gamsali und Bampa (10.907 e. F., 3324 *m*). Auch hier wieder ist die Südgrenze des erraticen Phänomens scharf markirt. Sie liegt hier bei dem Weideplatze von Juma Gwár in 8200 e. F. (2500 *m*) Höhe, in Gestalt einer riesigen alten Oberflächenmoräne des Juma-Gletschers, die sich, der Abflussrichtung dieses der Mana-Kette angehörigen Eisstromes entsprechend, quer über das Hauptthal legt.

Weiter thalabwärts fehlen Gletscherspuren. Weder in dem Thale der Alaknanda selbst, das wir bis Karnpráyag (2.600 e. F., 792 *m*) verfolgten, noch auf der Route über Lohba, Ganai und Dwarahat, die wir von dort nach Ranikhet einschlugen, gelang es mir, solche festzustellen. In diesem Gebiete fehlen auch orographische Beweise irgend welcher Art für eine alte Vergletscherung, wie Cirken oder gewisse Vorkommen von Hochgebirgsseen. Der kleine See bei Ganai (Turag Tál), an dessen Verwerthung in diesem Sinne man vielleicht denken könnte, ist bereits von R. D. Oldham \*) als ein durch einen Bergsturz gestauter Abdämmungssee gedeutet worden.

Bei dieser Gelegenheit muss allerdings auf die einigermaassen befremdliche Thatsache hingewiesen werden, dass im Central-Himalaya auch in der Umgebung des heute noch vergletscherten Terrains jene Schaaren kleiner Hochseen vollständig fehlen, wie sie in den Alpen und Pyrenäen innerhalb bestimmter Höhengürtel eine so hervorragende Rolle spielen.\*\*)

Soweit ich innerhalb der Hochregion des Central-Himalaya von Gurhwal und Kumaon Hochseen kennen gelernt habe, sind sie entweder Moränenseen, wie Shangaskund am Ostufer des Milam Gletschers, oder Einsturzbecken, wie jene kleinen Tümpel in den oberjurassischen Spiti Shales zwischen Laptal und Shalshal, die ihre Entstehung der Auslaugung von Gyps und Alaun in jenen Schiefen verdanken. Dieser Seenmangel ist umso auffälliger, als in einzelnen anderen Theilen des Himalaya sich ein grosser Reichthum an solchen Hochseen entfaltet, deren Entstehung man gegenwärtig zumeist auf glaciale Erosion zurückführt. Hooker \*\*\*)) und Sir Richard Tem-

---

\*) R. D. Oldham: „Notes on a traverse between Almora and Musoorce made in October 1882.“ Records Geol. Survey of India XVI, 1883. p. 164.

\*\*\*) vergl. A. Böhm: „Die Hochseen der Ostalpen“ Mitth. k. k. Geograph. Ges. Wien 1886. XXIX. Bd. p. 625—647.

\*\*\*) J. Hooker: „Himalayan Journals“ insbes. Cap. XIX—XXIV.

ple \*) haben zwei derartige Seenregionen im nordöstlichen Sikkim beschrieben und F. Drew\*\*) erwähnt der Anwesenheit zahlreicher kleiner von Roches moutonnées umgebener Hochseen in der Kette des Pir Panjal (Kashmir) in einer Höhenstufe von ca. 12.000 e. F. (3650m). Da der Gesteinscharakter des Nanda Devi-Massivs mit jenem des Grenzgebietes zwischen Tibet und Sikkim und des Pir Panjal identisch ist — alle diese Districte gehören der Gneisszone des Himalaya an — so müssen es Factoren anderer Art sein, von denen das Auftreten von Hochseen im Himalaya abhängig ist.

Neben dem Mangel an Hochseen, die nicht zwischen den Moränen der jetzigen Gletscher liegen, sondern echte Felsbecken sind, ist auch der Mangel an typischen Kahren und Gehängecirken in der Hochregion des Nanda Devi-Massivs bemerkenswerth. Nicht als ob solche überhaupt fehlen würden, allein sie treten doch sehr zurück gegenüber den reinen Erosionstrichtern, die ihre Entstehung der Wassererosion verdanken. Für den Höhengürtel unterhalb der gegenwärtigen Verbreitungsgrenze der Gletscher ist im Central-Himalaya von Kumaon und Gurhwal jedenfalls nicht das Kahr, beziehungsweise die Nische, sondern die Regenschlucht, der Erosionstrichter das maassgebende Element im Oberflächenrelief der Gehänge. Ich besitze in meiner Collection zahlreiche Photographien, welche diese Erscheinung illustriren, die z. B. auch in dem grossen von mir aufgenommenen Panorama der Girthi Peaks von Martoli Encamping Ground (Johár), deutlich hervortritt.\*\*\*) Wenn man mit E. Richter†) die Schwäche der Wassererosion neben der Wandverwitterung als eine Grundbedingung der Kahrbildung anerkennt, so liegt es nahe, die ungleich stärkeren Niederschläge auf der indischen Seite des Himalaya für die geringere Entwicklung echter Kahre verantwortlich zu machen. Durch die dem grösseren Ausmaass der Niederschläge entsprechend gesteigerte Erosion erscheinen hier die typischen Kahre, in ungleich höherem Maasse als in den Alpen zu Gunsten der Erosionstrichter verdrängt.

---

\*) Sir Richard Temple: „The Lake-Region of Sikkim, on the frontier of Tibet“. Proceed. Geogr. Soc. 1881. p. 321—338.

\*\*) F. Drew: „The Jummoo and Kashmir Territories“. London, 1875, p. 202

\*\*\*) Denksch. d. kais. Akad. d. Wiss. 1895, LXII. Bd. Taf. IV. (Ergebnisse einer geologischen Expedition in den Central-Himalaya etc.)

†) E. Richter: „Kahre und Hochseen“. Jahresber. der 66. Versammlung Deutscher Naturf. etc. in Wien, p. 252.



Während der Mangel an Reliefformen, die mit der ehemaligen Vergletscherung des in Rede stehenden Gebietes in einen gewissen Zusammenhang gebracht werden könnten, auf Rechnung klimatischer Factoren, insbesondere der reichlichen Niederschläge und der intensiven Verwitterung zu setzen sein dürfte, geht es meines Erachtens nicht an, das Fehlen irgendwelcher Glacials Spuren unterhalb Laspa im Gorithale und unterhalb Juma Gwár im Thale der Dhauli Ganga ebenfalls diesen Factoren zuzuschreiben. Warum sollten sie gerade in den tiefer gelegenen Thalabschnitten gänzlich zerstört sein, nachdem sie doch an den oben genannten Punkten noch in so grosser Mächtigkeit und ganz deutlich entwickelt sind? Die scharf ausgeprägte Südgrenze der Glacials Spuren legt vielmehr die Schlussfolgerung nahe, dass die alten Gletscher des Gori- und Alaknanda-Thales wirklich nur bis Laspa, beziehungsweise bis Juma Gwár abwärts gereicht haben. Diese Ansicht theilt auch der genaueste Kenner der geologischen Verhältnisse dieses Gebietes, C. L. Griesbach, indem er in seiner vortrefflichen Monographie des Central-Himálaya ausdrücklich betont, der Milam-Gletscher müsse während der Quartärzeit bis halbwegs zwischen Milam und Munshiári (d. i. eben die Gegend von Laspa) herabgereicht haben, wo noch Moränenmaterial vorhanden sei.\*)

Da Laspa ca. 20 *km* von dem gegenwärtigen Ende des Milam-Gletschers entfernt liegt, so würde unter der obigen Voraussetzung Griesbach's, der ich auf Grund meiner eigenen Erfahrung beipflichte der Milam-Gletscher während der Eiszeit eine Länge von 39 *km* erreicht, somit seine gegenwärtige Ausdehnung um etwas mehr als das Doppelte übertroffen haben. Es würde, um Beispiele aus den Alpen zum Vergleiche heranzuziehen, dieses Anwachsen einem Vorstosse des Aletschgletschers bis Leuk im Rhônethal, oder des Unteren Grindelwald-Gletschers bis Gsteig bei Interlaken entsprechen. Die Höhendifferenz zwischen Laspa und dem Gletscherthore des Eisstromes von Milam beträgt etwas über 400 *m*. Im Gebiete der Dhauli Ganga ist der Höhenunterschied zwischen dem gegenwärtigen Stromende des Juma-Gletschers und jenem zur Quartärzeit viel bedeutender, dem starken Gefälle des Juma-Thales entsprechend, und wohl auf 1000 *m* zu veranschlagen.

Für eine Bestimmung der Höhe der eiszeitlichen Schneelinie reichen diese Daten nicht aus. Die heutige Schneelinienhöhe be-

\*) C. L. Griesbach: „Geology of the Central Himálayas.“ Mem. Geol. Survey of India, Vol. XXIII, p. 32.

stimmte R. Strachey\*) an den Südhängen der Nanda Devi-Gruppe zu 15.600 e. F. (4750 m), an den Westhängen zu 15.400 e. F. (4690 m). Gewiss ist nur, dass die Schneelinie nicht unter das Niveau von 3300 m herabgedrückt worden sein kann, da sonst im Lower Himalaya allenthalben Spuren einer ehemaligen Vergletscherung zu finden sein müssten.

Eine Eigenthümlichkeit der älteren Ablagerungen glacialen Ursprungs im Central-Himalaya von Kumaon und Gurhwal, deren ich bereits erwähnt habe, ist die Seltenheit von Grundmoränen in denselben. In seiner wiederholt citirten Monographie hebt Griesbach (l. c. p. 31) das Fehlen von gekritzten und geschrammten Geschieben selbst in den recen ten Moränen hervor. „Während meiner vieljährigen Reisen in diesen Hochregionen,“ schreibt er, „habe ich in den Gletschermoränen vergebens nach polirten oder geschrammten Geschieben, wie sie in den Alpen so häufig sind, gesucht. Kritzen auf glacialen Geschieben habe ich im Himalaya noch niemals gesehen. Ich glaube, dass die Denudation durch die Atmosphärien und die rasche Verwitterung der Gesteine alle derartigen Kritzen und Schrammen verwischen muss.“ Als das einzige Beispiel eines zweifelhaften Gletscherschliffes führt er eine geglättete Gneisswand „mit undeutlichen Spuren paralleler Furchen“ bei dem Dorfe Mana im Thale von Badrinath an.

Allerdings konnten wir uns auf unserer Expedition von dem Vorkommen gekritzter und geschrammter Geschiebe in der Grundmoräne des Topidunga-Gletschers und in gleicher Weise von dem Vorkommen ausgezeichneter Gletscherschliffe am rechten Ufer des Bamlas-Gletschers überzeugen.\*\*) Nichtsdestoweniger bleibt die Thatsache bestehen, dass gekritzte und polirte Geschiebe, wie sie für die Grundmoräne eines Gletschers bezeichnend sind, in den recen ten und älteren Glacialbildungen des Central-Himalaya verhältnismässig selten sind. Auch gegenwärtig noch sind die grossen Gletscher des Central-Himalaya durch die Entwicklung riesiger Oberflächenmoränen ausgezeichnet. Die Zunge des Milam-Gletschers beispielsweise ist auf eine Länge von  $6\frac{1}{2}$  km so vollständig mit Moränenschutt bedeckt, dass sie sich von den gleichfalls mit Schutt überrieselten Thalgehängen kaum abhebt. Die hohen, steilen Wände, welche die zumeist schmalen und langgestreckten Eisströme um-

\*) Journal Asiatic Soc. of Bengal XVIII. 1849, p. 287.

\*\*) vergl. C. Diener: Schneegrenze und Gletscher im Central-Himalaya<sup>44</sup>  
Deutsche Rundschau f. Geographie und Statistik, XVI. Jahrg. 4. Heft.

randen, senden unaufhörlich ihr Verwitterungsmaterial auf die letzteren herab, das unter dem Einfluss der reichlichen Niederschläge sich zu gewaltigen Massen anhäuft. In dieser Richtung dürften die Verhältnisse während der Eiszeit kaum wesentlich andere gewesen sein. Die Steigerung des Glacialphänomens war nicht so bedeutend, um die Ausdehnung des eisfreien, über die Gletscherströme aufragenden Terrains erheblich zu vermindern. Auch von den diluvialen Gletschern des Central-Himalaya wurden daher überwiegend Oberflächenmoränen verfrachtet, während in den ungleich stärker vergletscherten Alpen der Gesteintransport zumeist unter dem Eise vor sich gieng.

Sehr interessant sind die Spuren glacialer Ablagerungen der Quartärzeit auf dem Tibetanischen Abhang des Central-Himalaya.

Schon R. Strachey\*) erwähnt der Ausstreuung zahlreicher Blöcke eines schneeweissen Quarzits über den Triaskalken in der Umgebung des Niti Passes (16.628 e. F., 5068 m) Griesbach (l. c. p. 33, 34) hat diesem Vorkommen eine ausführlichere Darstellung gewidmet. Er erkannte, dass die abgerollten Geschiebe, die man auf der Passhöhe selbst findet, theils aus Crinoidenkalken, theils aus Quarziten der Carbonformation bestehen. Diese älteren Gesteine stehen wohl im Süden des Niti-Passes an, dieser selbst aber ist in die jüngeren mesozoischen Schichtbildungen eingeschnitten, die in regelmässiger Aufeinanderfolge das Palaeozoicum überlagern. Griesbach\*\*) hebt ausdrücklich hervor, dass er die Kette zu beiden Seiten des Niti-Passes sorgfältig untersucht, aber nirgends Aufbrüche von palaeozoischen Gesteinen gefunden habe. Es können also die erwähnten Geschiebe nur von Süden her auf die Passhöhe gelangt sein, was consequenter Weise zu der Schlussfolgerung führt, dass die eiszeitliche Wasserscheide mit der heutigen keineswegs zusammenfiel. Griesbach ist denn auch der Ansicht, dass die Kharbasiya-Schlucht (nördlich von dem Weideplatze Goting) erst während der Postglacialzeit von der Dhauli-Ganga durch rückläufige Erosion durchnagt worden und dass bis zu diesem Zeitpunkt das gegenwärtige Quellgebiet der Dhauli-Ganga dem Becken von Hundés, beziehungsweise dem Sutlej tributär gewesen sei.

---

\*) R. Strachey: „On the geology of part of the Himalaya Mountains and Tibet“. Quart. Journ. Geol. Soc. VI. 1851., p. 308.

\*\*) C. L. Griesbach: „Geology of the Central-Himálayas“ l. c. p. 33, 34.

In der ersten Hälfte des September 1892 habe ich selbst den Niti-Pass besucht und mich von der weiten Verbreitung der carbonischen Blöcke in der Umgebung desselben überzeugt. Diese reichen bis zu einer Höhe von 17.300 e. F. (5270 *m*) und finden sich nicht nur in der Senke des Passes selbst, sondern lassen sich auch auf dem tibetanischen Abhang und dem wasserscheidenden Rücken entlang 2 bis 3 *km* weit verfolgen. Infolge ihrer auffallenden, schneeweissen Färbung heben sie sich von dem Triaskalk, dem sie aufliegen, sehr scharf ab, so dass man sie dort, wo sie sich in grösserer Menge beisammen finden, selbst auf eine beträchtliche Entfernung hin schon mit blossem Auge zu unterscheiden vermag. Auf dem Hange des auf der Karte des Survey als Niti Nr. II (17.063 e. F.) bezeichneten Rückens im SO. der Passhöhe liegen sie in solcher Menge, dass sie stellenweise das Grundgebirge fast vollständig verdecken und selbst auf einer meiner Photographien als ein diesem fremdes Element hervortreten. Es muss nun allerdings bemerkt werden, dass jener Zug von Carbongesteinen dem jene glacialen Geschiebe ohne Zweifel entstammen, nordwestlich vom Niti-Pass über die tibetanische Wasserscheide in den obersten Thalboden des dem Sutlej tributären Shanki-River hinüberstreicht. Allein zwischen diesem Punkte und dem Niti-Pass liegt eine Reihe von 5200 bis 5500 *m* hohen Berggipfeln, und die ganze Configuration des Niti-Passes ist eine derartige, dass eine Ausstreuung glacialer Blöcke über denselben von dem Flussgebiete des Sherik River aus sehr unwahrscheinlich ist. Es erscheint vielmehr auch mir die Annahme von Griesbach, dass jene Ausstreuung von Süden her stattfand, als den thatsächlichen Verhältnissen am besten entsprechend.

Die Wahrscheinlichkeit, dass Griesbach's Deutung als die richtige anzusehen sei, wird fast zur Gewissheit erhoben durch die Thatsache, dass wir Glacialerscheinungen ähnlicher Art auch auf unserer ersten Excursion nach Hundés im Gebiete von Chitichun Encamping Ground, aber in noch ungleich grossartigerer Weise entwickelt fanden.

Der Zug des Chanambaniali (18.360 e. F., 5596 *m*) bildet eine fast genau NS. streichende Antiklinale von Dachsteinkalk, die im W. von einer secundären, von jüngeren jurassischen Sedimenten erfüllten Mulde begleitet wird. Über alle Schichtglieder dieses Zuges sind theils kantige, theils gerundete Blöcke von erratischer Natur in enormen Mengen ausgestreut. Sie beginnen in einer

Höhe von ca. 100 e. F. über der Thalsohle des Chitichum River, bald vereinzelte Anhäufungen, bald wahre Wälle von einigen Metern Höhe aufbauend. An den tieferen Partien der Gehänge unterhalb der Isohypse von 100 e. F. über dem Niveau des gegenwärtigen Flusslaufes kommen sie nur vereinzelt vor, so dass man wohl annehmen darf, dass sie erst nachträglich von den höheren Theilen des Gebirges hierher befördert wurden. Man kann daher die untere Grenze der massenhaften Anhäufung jener Blöcke mit rund 16.200 e. F. (4900 *m*) ansetzen. Innerhalb der Blockmassen selbst lässt sich eine einigermaßen gesetzmässige Vertheilung der Geschiebe in Bezug auf ihre äussere Gestalt nicht verkennen. In der unteren Hälfte der Gehänge ist die überwiegende Mehrzahl der Blöcke gerundet und polirt. Je höher man auf dem Berge gelangt, desto mehr nehmen die eckigen und scharfkantigen oder höchstens kantengerundeten Blöcke überhand. Von ca. 17.500 e. F. (5340 *m*) an dominiren sie fast ausschliesslich. Die letzten Blöcke finden sich in einer Höhe von ca. 18.000 e. F. (5490 *m*). Ihre obere Verbreitungsgrenze aber ist sehr scharf markirt, da sie nahe derselben noch in grosser Anzahl vorkommen, während darüber hinaus keine Spur mehr von ihnen vorhanden ist. Da unter diesen Blöcken, wie am Niti-Pass, weisse Quarzite die Hauptrolle spielen, so heben sich die mit Geschieben überstreuten Hänge von den blockfreien Stellen des Gebirges durch den Gegensatz der Färbung deutlich ab.

Eine Ansicht der Chanambaniali-Kette findet der Leser in dem bereits wiederholt citirten Aufsätze: „Schneegrenze und Gletscher im Central-Himalaya“ (Deutsche Rundschau für Geographie etc. I. c. p. 4 des Separatabdruckes). Die mit erratischen Geschieben bedeckten Theile des Rückens treten in dieser Ansicht, die nach einem von mir aufgenommenen Photogramm hergestellt wurde, als helle Streifen hervor. Der dunkel gefärbte, ca. 18.600 e. F. hohe, mit Firnflecken gezierte Gipfel im Hintergrunde ist dagegen frei von erratischen Bildungen, desgleichen die beiden Chanambaniali-Spitzen (18.320 und 18.360 e. F., 5584 und 5596 *m*), deren höhere den Standpunkt meines photographischen Apparates bei jener Aufnahme abgab.

Die Art der Ausstreuung der Blöcke und deren Vertheilung in den verschiedenen Höhenstufen des Gehänges schliesst jede Annahme eines anderen Transportes derselben als durch Gletscher aus. Die Isohypse von 18000 e. F., (circa 5500 *m*) als die obere

Verbreitungsgrenze des Erraticums bezeichnet daher die obere Grenze des alten Gletschers. Da andererseits die massenhafte Anhäufung von Geschieben schon in geringer Höhe (circa 30 *m*) über dem gegenwärtigen Flusslaufe sich geltend macht, so darf man wohl annehmen, dass derselbe seit der Eiszeit sein Bett nicht wesentlich vertieft hat. Es geben uns diese Beobachtungen die Möglichkeit an die Hand, die Mächtigkeit jenes alten Gletschers mit ziemlicher Genauigkeit zu schätzen. Man kann dieselbe auf rund 600 *m* veranschlagen, also eine Dicke, die diejenige der bedeutendsten modernen Alpengletscher nicht erheblich übertrifft. \*)

Die am weitesten gegen Norden gelegenen Spuren dieses quartären Gletschers fand ich nördlich von dem Weideplatze Lochambelkichak. Die Länge jenes Gletschers muss also von der Wasserscheide am Berggipfel Dharma Nr. XI. (20.430 e. F., 6227 *m*) bis zu diesem Punkte mindestens 11 e. Meilen ( $17\frac{1}{2}$  *km*) betragen haben, kam daher der Länge des jetzigen Milam-Gletschers fast gleich. Auch heute noch bildet ein circa 4 *km* langer Gletscher den Abschluss dieses einst gänzlich vereisten Thales.

Wie am Niti-Pass spielen auch in den Glacialablagerungen an den Flanken des Chanambaniali und bei Lochambelkichak weisse Quarzite der Carbonformation die Hauptrolle. Auch carbonische Crinoidenkalke sind häufig. Beide stehen Griesbach's Aufnahmen zufolge auf dem Hauptkamme im Gebiete der Wasserscheide zwischen dem Chitichun-River und den Thälern von Lissar und Dharma an. Ihr Vorkommen auf secundärer Lagerstätte am Chanambaniali und bei Lochambelkichak hat daher nichts befremdendes. Neben diesen Gesteinen jedoch kommen auch, wenn gleich seltener, Blöcke aus den krystallinischen Haimantas vor wie sie nach den Erfahrungen Griesbach's auf der tibetanischen Wasserscheide vom Niti-Pass bis zum Triplex confinium von Byans, Hundés und Nepal nirgends anstehen, auch die Structur des Gebirges die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens nahezu ausschliesst. In den Thälern von Lissar und Dharma beginnen die Haimantas 12 bis 16 *km* im Süden der Wasserscheide als eine breite, continuirliche Zone, die die älteren krystallinischen Bildungen von den Sedimentärgesteinen der tibetanischen Grenzregion trennt. Um einen solchen Betrag muss daher die Wasserscheide seit der Glacialzeit sich gegen Norden verschoben haben.

---

\*) Für den Unteraar-Gletscher am Abschwung berechnete Agassiz eine Dicke von 460 *m* (Heim, Handbuch der Gletscherkunde p. 79).

Damit soll natürlich keineswegs gesagt werden, dass dieser beträchtlich gegen Süden verschobenen glacialen Wasserscheide auch die Kammlinie des Gebirges entsprach. Durch seine Beobachtungen am Pfitscherjoch bei Sterzing hat Penck\*) den Beweis erbracht, dass in den Centralalpen das Gebiet der nordalpinen von jenem der südalpinen Vereisung keineswegs überall durch die Kammlinie getrennt wurde, und in einer sehr interessanten Darstellung der Verschiebung der Wasserscheide im Brennergebiete während der Eiszeit hat F. v. Kerner\*\*) gezeigt, dass die Lage der glacialen Wasserscheide wesentlich durch die Grössenverhältnisse der Sammelbecken für die Eismassen der einzelnen Täler des Brennergebietes bestimmt war. Eine ähnliche Erklärung dürfte vielleicht auch für die Verhältnisse im Gebiet des Chitichun-River nicht von vorneherein auszuschliessen sein. Die das Lissar- und Dharma-Thal umrahmenden Seitenkämme tragen bedeutendere Erhebungen und sind auch heute wesentlich stärker vergletschert als der wasserscheidende Hauptkamm. Es ist daher wohl möglich, dass diesen Gletschern während der Quartärzeit der Ausweg nach Süden zu enge war und ein Theil der Eismassen sich nach Norden über die tibetanische Grenzkette ergoss. Das Ueberfliessen der quartären Gletscher der Maladetta-Gruppe über den Pyrenäenkamm im Port Venasque und den Pässen gegen das Thal von Jouéou\*\*\*) könnte als ein analoges Beispiel zum Vergleiche herangezogen werden. Daneben bleibt allerdings auch die Möglichkeit offen, dass die Täler von Lissar und Dharma erst in der Postglacialzeit ihre Wurzelpunkte durch rückläufige Erosion aus der Zone der Haimantagesteine bis an die heutige Wasserscheide nach Norden verlegt haben. †)

---

\*) A. Penck: „Zur Vergletscherung der Deutschen Alpen“. Leopoldina Halle 1885, Heft XXI. p. 3 des Separat-Abdruckes.

\*\*\*) F. v. Kerner: „Die Verschiebungen der Wasserscheide im Wipphale während der Eiszeit“. Sitzgsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Cl. Bd. C. Abth. 1., December 1891 und „Die letzte Vergletscherung der Centralalpen im Norden des Brenner“. Mith. d. k. k. Geograph. Ges. Wien 1890. p. 314 ff.

\*\*\*) A. Penck: „Die Eiszeit in den Pyrenäen“ I. c. p. 33.

†) Bezüglich der topographischen und geologischen Verhältnisse vergl. die Karte bei Griesbach und in Denkschr. kais. Akad. d. Wiss. math.-nat. Cl. Bd. LXII.

Die ersten Mittheilungen über eine grössere Ausdehnung der quartären Gletscher im Himalaya sind von Sir Joseph Hooker\*) in seinen „Himalayan Journals“ gegeben worden. Dieser ausgezeichnete Beobachter, dessen eben citirtes Reisewerk die anziehendste und fesselndste Darstellung enthält, die wir bis heute über das mächtigste Hochgebirge der Erde besitzen, hat an zahlreichen Orten in Sikkim die Spuren einer ehemaligen Vergletscherung nachgewiesen. Er erwähnt solcher im ganzen Bereiche der sogenannten Seenregion von Sikkim, aus den Thälern von Tanbar, Yangma, Latschung, auf dem Tankra Pass, bei Lamteng (8900 e. F., 2700 *m*), Kambatschen und an vielen anderen Localitäten. Als untere Grenze der Verbreitung der Glacialbildungen wird von ihm bald eine Höhe von 7000—8000 e. F., bald eine solche von 9000 e. F. angegeben. An einer Stelle seines Reisewerkes (p. 194) heisst es: „In allen Thälern des Himalaya, in welchen ich hinaufstieg, traf ich bei einer Höhe von etwa 7000 oder 8000' (2100 beziehungsweise 2400 *m*) auf alte Moränen, welche beweisen, dass in irgend einer früheren Periode die Gletscher bis an die Stelle herabreichten, welche jetzt diese Moränen einnehmen“. Dagegen wird an einer anderen Stelle (p. 130) auf unumstössliche Beweise hingewiesen, „dass in allen Thälern von Sikkim und Nepal, die mit Bergen von 16.000 Fuss Höhe (4800 *m*) und darüber in Verbindung stehen, ehemals bis zur Höhe von 8000—10.000' (2400 bis 3050 *m*) Gletscher herabreichten, die volle 40 Meilen (65 *km*) lang und 500 Fuss tief gewesen sein müssen“. An einer dritten Stelle endlich (p. 284) macht Hooker darauf aufmerksam, dass „Zeugnisse vom Eise herrührender Naturerscheinungen in allen Thälern des Himalaya in und über einer Höhe von 9000 Fuss (2740 *m*) vorhanden seien“.

Von der Unsicherheit über die untere Grenze der Spuren alter Vergletscherung in Sikkim abgesehen, scheinen diese Spuren selbst so typisch wie irgendwo in den Alpen entwickelt zu sein. Insbesondere sind in Sikkim für eine ehemalige, ausgedehntere Vereisung des Gebirges auch orographische Beweise — ein Ausnahmefall im Himalaya — in der Gestalt zahlreicher Hochgebirgs-

---

\*) J. H o o k e r: „Himalayan Journals“. Deutsche Ausgabe, Leipzig, Dyk'sche Buchhandlung (ohne Jahresangabe); insbes. p. 106, 122, 130, 134, 194, 220, 252, 254, 284 u. a.



seen vorhanden. \*) Einzelne dieser Seen, wie Bidan tso sind von W. T. Blanford \*\*) direct als „die charakteristischsten Beispiele von Glacialseen, die man überhaupt sehen kann“, bezeichnet worden, eine Ansicht, die auch von L. Loczy bestätigt wurde. Die Richtigkeit der Angaben von Hooker bezüglich der Verbreitung älterer Glacialspuren in Sikkim ist im übrigen von seinen Nachfolgern W. T. Blanford \*\*\*) und P. N. Bose †) ohne Widerspruch anerkannt worden.

Als die tiefsten Glacialspuren bezeichnet W. T. Blanford jene im Thale des Lachung (Teesta) bei Tschungtám, wo zwischen 7000 und 8000 Fuss (2100—2400 *m*) alle Thalgehänge die typischen Contouren von Roches moutonnées zeigen. Mit dieser Angabe steht allerdings eine andere im Widerspruch, die mit speciellem Hinweis auf die eben citirte Arbeit den tiefsten Punkt im Teesta Thale, wo noch unzweifelhafte Gletscherspuren sich finden sollen, in eine Höhe von 5000 Fuss (1530 *m*) verlegt. ††) Dagegen gibt P. N. Bose an, dass der niedrigste Punkt, wo im Lachung-Thale noch sichere Anzeichen von Glacialbildungen in Gestalt von Moränen vorkommen, 8790 Fuss (2680 *m*) hoch gelegen sei, dass aber noch bis 7000 Fuss abwärts das Thal den Uförmigen Charakter, wie in seinen vergletscherten höheren Partien beibehalte. Da W. T. Blanford †††) auch in seiner Discussion mit Howorth 7000—8000' als die untere Grenze angibt, über der alte Gletscherspuren in Sikkim vielfach zu sehen seien, glaube ich, dass die obige Angabe im „Manual of the Geology of India“ nur auf einem Irrthum beruht.

Wie man sieht, variiren die Angaben über die untere Verbreitungsgrenze des Erraticums im Himalaya von Sikkim zwischen 2100 und 2700 *m*. Speciellere Hinweise auf Moränen beziehen

---

\*) Sir Richard Temple: „The Lake-Region of Sikkim, on the frontier of Tibet“. Proceed. R. Geogr. Soc. 1881. p. 321—338.

\*\*) *ibidem* p. 339.

\*\*\*) W. T. Blanford: „Account of a visit to the Eastern and Northern Frontiers of independent Sikkim“. Journ. Asiat. Soc. of Bengal XL. 1871, Pt. 2. p. 367—420.

†) P. N. Bose: „Notes on the geology and mineral resources of Sikkim“. Records Geol. Survey of India XXIV. 1891. p. 217—230.

††) Medlicott and Blanford: „Manual of the geology of India“ 1. edition, Calcutta 1879, Pt. I. p. 372.

†††) W. T. Blanford: „Note on the age and ancient glaciers of the Himálayas“. Geological Magazine 1891, p. 209.

sich bei den hier namhaft gemachten Forschern in keinem einzigen Falle auf Punkte, die niedriger als 2600 *m* gelegen wären. Man wird demzufolge vorläufig wohl am besten diese Höhe als die untere Grenze unzweifelhafter Anzeichen der quartären Vergletscherung in Sikkim ansehen dürfen. Die Höhe der Schneelinie an den südlichen Abhängen des Sikkim-Himalaya schätzt Hooker auf 15.000 e. F. (4700 *m*). Die Gletscher gehen nach den Mittheilungen desselben Forschers und nach jenen von Bose durchschnittlich bis 13.500 e. F. (4100 *m*), am Kinchinjanga jedoch bis 12.500 e. F. (3800 *m*), also 2000—3000 e. F. (600—900 *m*) unter die gegenwärtige Schneelinie herab. Es endeten sonach die quartären Gletscher des östlichen Himalaya in einem um 1200—1500 *m* tieferen Niveau als die modernen Eisströme desselben Gebirges. Es stimmt dieses Ergebnis ganz gut mit jenem überein, das sich für den Central-Himalaya von Kumaon und Gurhwäl aus der Höhendifferenz zwischen dem eiszeitlichen und dem gegenwärtigen Ende des Juma-Gletschers berechnet (ca. 1000 *m*). Die trotz der etwas mehr gegen Süden vorgeschobenen Lage stärkere Entwicklung des Glacialphänomens in Sikkim hat nichts Auffälliges an sich, da einerseits die Menge der Niederschläge im östlichen Himalaya eine bedeutendere ist, gleichartige meteorologische Verhältnisse während der Eiszeit vorausgesetzt, daher grössere Massen von Schnee fallen mussten als im Central-Himalaya, andererseits aber auch die Gipfelhöhe der Kinchinjanga-Gruppe jene des Nanda Devi-Massivs noch um ca. 800 *m* übertrifft.

Soweit wäre also die Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Beobachtungen in Sikkim und meinen eigenen im Central-Himalaya eine vortreffliche und könnte man demzufolge versucht sein, die Feststellung der unteren Gletschergrenze während der Glacialzeit mit 2500—2600 *m* als ein gesichertes Resultat jener Beobachtungen hinzunehmen, wenn nicht eine sehr auffallende Angabe Godwin-Austen's\*) über Gletscherspuren in den Nágá Hills von Assam mit demselben in Widerspruch treten würde.

Die Nágá Hills bilden einen Theil der nördlich vom Brahmaputra beiläufig WSW — ONO streichenden, centralen Gebirgskette von Assam. Sie liegen unter  $26\frac{1}{2}^{\circ}$  N. Br., also um  $1\frac{1}{2}$  Breitengrade südlicher als der Hauptkamm des östlichen Himalaya und

---

\*) H. Godwin-Austen: „The evidence of post glacial action in the Nágá Hills, Assam.“ Journal Asiat. Soc. of Bengal 1875, XLIV. Pt. 2. p. 209.

überschreiten selbst in ihren Culminationspunkten nirgends die Höhe von 10.000 e. F. Ihre höchste Erhebung gibt Godwin-Austen zu 9890 e. F. (3015 *m*) an. Aus diesem Gebirge nun führt der genannte Forscher deutliche Glacialspuren an. Die Moränen des Burrail sollen alle Merkmale von solchen in bestimmtester Weise an sich tragen. Sie liegen in 5000 e. F. (1525 *m*) Meereshöhe. Moränen werden ferner aus mehreren Seitengraben des Zullo River, insbesondere aus jenem des Gaziarurh, citirt. Sie enden in 5100 e. F. (1550 *m*) Meereshöhe, während grosse erratische Blöcke noch in 4800 e. F. (1460 *m*) vorkommen sollen.

Die Richtigkeit der Deutung jener Bildungen als Glacialablagerungen vorausgesetzt, müsste hieraus consequenter Weise ein Herabdrücken der glacialen Schneelinie auf mindestens 2700 *m* gefolgert werden. Die glaciale Schneelinie wäre also in den Nágá Hills um 600 *m* tiefer gelegen als im centralen und östlichen Himalaya. Von den colossalen Erhebungen des letzteren Gebirges reichten die Gletscher während der Eiszeit nur bis 2500—2600 *m* herab, indessen die niedrigen Nágá Hills Gletscher erzeugt hätten, die erst in 1500 *m* ihr Ende fanden. Auch Godwin-Austen ist dieser Widerspruch in dem Verhalten der angeblichen Glacialbildungen nicht entgangen und er versuchte denselben durch den Hinweis auf das ausserordentliche Ausmaass der Niederschläge in den Bergen von Assam zu erklären. Man müsse annehmen — meint er — dass den heutigen Regenmengen, den grössten bisher auf der Erde gemessenen, entsprechend, zur Eiszeit so grosse Mengen Schnee auf den Nágá Hills fielen, dass sie trotz der geringen Höhe und südlichen Lage der letzteren die Bildung von Gletschern ermöglichten.

Wenngleich zugegeben werden muss, dass eine geringe Differenz in der Höhe der glacialen Schneelinie in den Nágá Hills und im Himalaya durch diesen Umstand erklärt werden könnte, so ist der letztere doch zu einer befriedigenden Erklärung so bedeutender Niveaudifferenzen, wie diejenigen, um die es sich hier handelt, absolut unzureichend. Die Annahme einer Verwechslung pseudoglacialer Bildungen mit echten Moränen von Seite Godwin-Austen's würde das scheinbar Räthselhafte in jenem Vorkommen ohne Zweifel am leichtesten lösen. Wenn man in Anschlag bringt, dass der genannte Beobachter auch in Kashmir manche Bildungen (z. B. die Geschiebe von Baramula) als glaciale gedeutet hat, die von anderen Forschern (z. B. von Lydekker) durchaus nicht

als solche aufgefasst werden, so gewinnt diese Vermuthung noch an Wahrscheinlichkeit. Auf der anderen Seite jedoch lauten Godwin-Austen's Mittheilungen bezüglich der Moränennatur der Schuttwälle des Burrail so auffallend bestimmt, dass es doch schwer angeht, dieselben einfach ad acta zu legen. Jedenfalls gehören die Nágá Hills zu denjenigen Theilen Ostindiens, in denen neuerliche Untersuchungen über Spuren des quartären Glacialphänomens von ganz besonderem Interesse sein würden.

Als pseudoglaciale Bildungen sind wohl mit voller Bestimmtheit die Blockanhäufungen von Etoundah am Ausgange des Nepal Valley gegen das Dun zu deuten. Sie liegen in der Depression zwischen der ersten Kette des Lower Himalaya und der Randzone der Siwaliks in nur 1500 e. F (450 m) Meereshöhe. H. B. Medlicott\*) sprach sie der Grösse und der Art der Anordnung der einzelnen Blöcke wegen als glaciale Erratica, allerdings mit einigem Zweifel an und er betonte zugleich ausdrücklich, dass er auf seiner ganzen Reise durch Nepal bis Katmanduh nirgends eine Spur von Glacialablagerungen angetroffen habe.

Es mag bemerkt werden, dass für die weiter im Westen an Nepal anschliessende Randzone des Himalaya alle Beobachter die Existenz von Glacialspuren bestreiten. C. S. Middlemiss\*\*) leugnet eine solche für den Subhimalaya von Gurhwál und Kumaon, R. D. Oldham\*\*\*) für Jaunsár, und schon R. Strachey†) gab der Ueberzeugung Ausdruck, dass die quartären Eisströme des Himalaya niemals weder die Siwaliks noch die eigentliche Hochebene von Tibet (Hundés) erreicht hätten. Ueber die wahre Natur jener Blockanhäufungen von Etoundah, die Medlicott für glacial zu halten geneigt war, gibt vielleicht eine Bemerkung von P. N. Bose ††) über die Blockanhäufungen in den Thälern des Ranjit und Rummam in Sikkim den besten Aufschluss. „Die Grösse der

---

\*) H. B. Medlicott: „Note on the geology of Nepal.“ Records Geol. Survey of India VIII., 1875, Pt. 4. p. 100, 101.

\*\*) C. S. Middlemiss: „Physical geology of the Sub-Himalaya of Gurhwál and Kumaon.“ Mem. Geol. Survey of India XXIV. 1890. Pt. 2, p. 21.

\*\*\*) R. D. Oldham: „Note on the geology of Jaunsár and the Lower Himálayas.“ Records Geol. Survey of India XVI., 1883. p. 197.

†) R. Strachey: „On the physical geography of the provinces of Kumaon and Garhwál in the Himalaya Mts. and of the adjoining parts of Tibet.“ Journ. R. Geograph. Soc. 1851. XXI. pag. 71, 72.

††) P. N. Bose: „Extracts from the Journal of a trip to the glaciers of the Kabru, Pandim etc. Records Geol. Surv. of India XXIV. 1891. Pt. I. pag. 68.

Blöcke“ — schreibt Bose — „ist keinesfalls ein sicheres Merkmal für ihre glaciale Natur. Im Ranjitfluss und in anderen Flüssen des Himalaya habe ich wiederholt tief unter jenem Niveau, das man vernünftiger Weise noch als untere Verbreitungsgrenze der quartären Gletscher ansehen kann, Blöcke beobachtet, so gross wie nur irgend welche glacialen Ursprungs. Wer die Gewalt jener Flüsse während der Regenzeit gesehen hat, der kann wohl kaum an ihrer Fähigkeit zweifeln, selbst so ungeheure Blöcke von ihrer ursprünglichen Lagerstätte fortzutragen. Gneissblöcke von riesigen Dimensionen liegen beispielsweise im Flussbette des Rumman bei dessen Zusammenfluss mit dem Ranjit, wo in der unmittelbaren Umgebung nur Quarzit ansteht, so dass jene Blöcke offenbar durch den Fluss aus einer beträchtlichen Entfernung hierhergebracht worden sein müssen.“

Ueber die Glacialbildungen in Spiti liegen nur wenige, aber z. Th. sehr bemerkenswerthe Beobachtungen vor, insbesondere jene von Mc Mahon\*) und R. D. Oldham\*\*), während Stoliczka\*\*\*) auf seiner bekannten Expedition nach Spiti und Ruphu im Sommer 1864 diesem Gegenstande leider keine Beachtung geschenkt hat.

Mc Mahon führt einige Beispiele älterer Glacialbildungen in der Hochregion von Spiti an und folgert aus denselben, dass, während sich eine grössere Ausdehnung der gegenwärtigen Gletscher während der Eiszeit allerdings nachweisen lasse, kein Beweis dafür vorliege, dass jene Gletscher jemals unter die Höhe von 11.000—12.000 e. F. (3350—3650 *m*) herabgereicht hätten.

R. D. Oldham zeigte, dass die quartären Gletscher auf beiden Seiten des Babeh Passes (nicht gemessen, aber über 16.000 e. F.) genau die Verhältnisse widerspiegeln, welche die heutigen Gletscher darbieten. Die alte Endmoräne des quartären Gletschers auf der Nordseite des Passes liegt bei dem Dorfe Muth, 3000 e. F. unterhalb der Kammlinie und 17 Meilen (27 *km*) von dieser entfernt, während auf der Südseite tiefer als 1000 e. F. und über  $\frac{1}{2}$  Meile (0.8 *km*) von der Passhöhe entfernt keine Gletscher-

\*) C. A. Mc Mahon: „Notes of a tour through Hangrang and Spiti.“ Records Geol. Surv. of India XII. 1879, Pt. I. pag. 68.

\*\*) R. D. Oldham: „Some notes on the geology of the NW. Himalayas.“ Records Geol. Surv. of India XXI. 1888. pag. 152.

\*\*\*) F. Stoliczka: „Geological Sections across the Himalayan Mountains from Wangtu Bridge on the River Sutlej to Sungdo on the Indus.“ Memoirs Geol. Surv. of India Vol. V. Pt. I. 1865.

spuren mehr vorkommen. Auch heute noch erstreckt sich der Babeh-Gletscher  $2\frac{1}{2}$  Meilen ( $4\text{ km}$ ) von der Passhöhe gegen Norden während auf dem südlichen Abhang nur ein ganz unbedeutender Firnleck sich befindet.

Aus den von Mc Mahon und Oldham mitgetheilten Beobachtungen lässt sich aber auch entnehmen, dass die eiszeitliche Schneelinie in Spiti beträchtlich höher lag als im Central-Himalaya von Gurhwal, geradeso, wie heute noch in Folge der grösseren Trockenheit einerseits und der geringen Erhebung der Gipfel andererseits die Schneelinie in Spiti ein höheres Niveau einnimmt. Wenn aber, wie aus allen bisherigen Beobachtungen erhellt, das eiszeitliche Glacialphänomen auch im Himalaya sich nur als eine Potenzierung des heutigen darstellt, so bildet die Thatsache, dass in Spiti die Verbreitungsgrenze der quartären Gletscher nirgends unter das Niveau von  $3300\text{ m}$  herabgedrückt war, ja auf der Südseite des Babeh-Passes sogar über  $4000\text{ m}$  lag, einen neuen Beweis gegen die Möglichkeit einer Vergletscherung des Lower Himalaya. Sie darf somit als willkommene Bestätigung der von Hooker, Middlemiss, Griesbach, von mir selbst und anderen in den weiter gegen Osten gelegenen Theilen des Himalaya gewonnenen Erfahrungen gelten.

Dass in den an Spiti südwärts angrenzenden Theilen des Lower Himalaya Spuren alter Gletscher fehlen, hat R. D. Oldham\*) gelegentlich seiner geologischen Aufnahmen in der Umgebung von Simla festgestellt. Allerdings erwähnt er aus einigen Thälern dieses Gebietes des Vorkommens von Ablagerungen, die meist aus mehr oder weniger eckigen Blöcken von 1 Fuss Durchmesser bis zu feinen Sanden bestehen und eine gewisse Aehnlichkeit mit Moränen zeigen. Sie sind aber stets auffallend deutlich geschichtet und als Absätze fließenden Wassers anzusprechen. Ihre eckige Beschaffenheit ist der kurzen Dauer des Transportes zuzuschreiben, die Vermischung von Fragmenten von so verschiedener Korngrösse dagegen der Steilheit des Gehänges, an dem sie angelagert wurden, und dem starken Wechsel in der Wasserführung der Flüsse.

Unter allen Himalaya-Landschaften ist auch gegenwärtig noch Ladakh am stärksten vergletschert. Es darf daher nicht Wunder nehmen, wenn aus den Thälern dieses Gebietes von verschiedenen

---

\*) R. D. Oldham: „Sketch of the geology of Simla and Jutogh.“ Rec. Geol. Surv. of India XX. 1887. p. 150.

Forschern übereinstimmend Gletscherspuren citirt werden, die auf eine bedeutende Ausdehnung der quartären Eisströme des nordwestlichsten Himalaya und der Mustagh Range zu schliessen gestatten. Der Biafo-, Hispar- und Baltoro-Gletscher sind, von den Polargletschern abgesehen, die grössten bis heute bekannten Gebirgsgletscher. Während der Quartärzeit jedoch war nach den übereinstimmenden Mittheilungen von Drew\*) und Lydekker\*\*) das ganze Thal des Shigar River bis herab nach Skardo am Indus vereist. Es ergibt dies für den das Thal ausfüllenden Eisstrom eine Länge von ca. 100 englischen Meilen (160 *km*)

Gewisse Schichtstörungen in den „Karewas“ des Indus bei Skardo mögen daher immerhin der Stauchung durch die darüber hinwegfliessenden Massen jenes Eisstromes zugeschrieben werden, wie dies schon T. Thomson\*\*\*) im Jahre 1852 annahm. Mächtige Localgletscher stiegen selbst noch unterhalb Skardo bis an den Indus herab. Drew constatirte die gewaltig entwickelte Endmoräne eines solchen bei Katsura, 16 Meilen ( $25\frac{1}{2}$  *km*) unterhalb Skardo und sprach die Ansicht aus, dass jener Gletscher während der Eiszeit den Indus abgedämmt und das Thalbecken von Skardo zu einem See aufgestaut haben dürfte. Eine ähnliche Erklärung hat später Jamieson†) für das obere Becken des Sutlej in Tibet gegeben, indem er dasselbe gleichfalls für eine lacustre Bildung ansah, die er der Aufstauung eines Sees durch die eiszeitlichen Gletscher zuschrieb, allerdings ohne für seine Behauptung einen näheren Beweis zu erbringen. Auch aus der Umgebung des Pangkong-Sees an der Grenze gegen Tibet und Rupshu, und aus dem Nubra-Thale bei Charása macht Drew ††) Gletscherspuren namhaft und berechnet die Mächtigkeit des quartären Gletschers, der das Nubra-Thal zur Eiszeit erfüllte, zu 4000 bis 4500 e. Fuss (1200—1350 *m*). Jedenfalls darf mit Bestimmtheit angenommen werden, dass die alten Gletscher im oberen Indus-Gebiet bis zu einer Meereshöhe von beiläufig 7000 e. F. (2100 *m*) herabge-reicht haben.

\*) F. Drew: „The Jummoo and Kashmir Territories“. London 1875. p. 372.

\*\*) R. Lydekker: „Geology of part of Dardistan, Baltistan and neighbouring districts“. Records Geol. Surv. of India XIV. 1881 p. 43—54.

\*\*\*) T. Thomson: „Western Himalaya and Tibet“. London 1852.

†) Th. F. Jamieson: „On the parallel roads of Glen Roy, and their place in the history of the glacial period“. Quart. Journ. Geol. Soc. XIX. p. 257.

††) F. Drew, l. c. p. 328 u. 277.

Es erübrigt noch, die reiche Literatur über die glacialen Ablagerungen im Himalaya von Kashmir und Chamba einer entsprechenden Würdigung zu unterziehen, um das Bild der alten Vergletscherung des nordwestlichen Himalaya zu vervollständigen. Leider bestehen gerade über diesen Gegenstand die auffallendsten Widersprüche zwischen den verschiedenen Beobachtern. Es wird sich daher empfehlen, zunächst die als sicher anerkannten Bildungen glacialen Ursprungs zu besprechen, die zweifelhaften Vorkommen hingegen von diesen gesondert zu erörtern.

Echte Glacialbildungen sind von Drew aus den Hochregionen des Zanskár (l. c. p. 282) und Pir Panjal (l. c. p. 202) beschrieben worden. In der letzteren Kette, die sich bis zu 15.000 e. F. (4570 *m*) erhebt und auch heute noch kleine Gletscher trägt, liegen auch orographische Beweise für eine ehemalige ausgedehntere Vereisung vor, in der Gestalt zahlreicher kleiner Hochseen, die in der Höhenstufe von 12.000 e. F. (3700 *m*) am häufigsten sind und deren Umgebung mit Moränen und Gletscherschliffen bedeckt ist. Der Pir Panjal schliesst sich durch dieses auffällige Merkmal der Seenregion von Sikkim an, während dem Central-Himalaya das Vorkommen glacialer Hochseen fremd ist.

Von der Pir Panjal-Kette stiegen während der Eiszeit Gletscher in das Thal des Sind herab. F. Drew fand ihre Spuren bei Thájwaz und auf dem Plateau von Sunamarg (l. c. p. 220) und erwähnt noch oberhalb Hari, zwischen Kangan und Gund in 6500 e. F. (1980 *m*) Meereshöhe einen echten Gletscherschliff. An der letzteren Localität hatte schon früher Godwin-Austen\*) ebenfalls das Vorkommen von Gletscherschliffen constatirt. Diese Beobachtungen sind mit Ausnahme der zuletzt namhaft gemachten von R. Lydekker\*\*) bestätigt worden. Lydekker bezeichnet als den niedrigsten Punkt im Sindthale, wo er selbst noch deutlich gekritzte Felsen constatiren konnte, die Ortschaft Kulan in 7000 e. Fuss (2130 *m*) Meereshöhe. Gleichwohl hält auch er Drew's und Godwin-Austen's Angabe bezüglich des Gletscherschliffes zwischen Kangan und Gund für zutreffend. Es würde aus den über-

---

\*) Godwin-Austen: „On the Pangong Lake-District, Ladakh“. Journal R. Geograph. Soc. XXVII. 1867. p. 350.

\*\*) R. Lydekker: „Geology of Kashmir“. Records Geol. Surv. of India 1879 XII. Pt. I. p. 29—32. und „The geology of the Kashmir and Chamba Territories, and the British District of Khágán“. Memoirs Geol. Surv. of India XXII. 1883, p. 34.



einstimmenden Angaben dieser drei Forscher mit Bestimmtheit hervorgehen, dass der quartäre Gletscher des Sindthales mindestens 40 englische Meilen (64 *km*) lang war und nur 1500 e. Fuss (460 *m*) oberhalb Srinagar, der Hauptstadt von Kashmir, endete.

Im District von Chamba entdeckte C. A. Mc Mahon\*) im Pangi Thale zwischen Sauch und Purti den schönsten bisher aus dem Himalaya bekannt gewordenen Gletscherschliff. In einer Höhe von 7500 e. Fuss (2285 *m*) sind hier die Felsen auf eine beträchtliche Erstreckung glatt geschliffen und mit prachtvollen Schrammen bedeckt. Die kleinen Gletscher des Chandra Bhaga-Thales waren demnach während der Quartärzeit offenbar zu einem gemeinsamen Eisstrom von gewaltigen Dimensionen vereinigt. Einen weiteren Beweis für die einstige Vergletscherung von Chamba erkannte Mc Mahon in dem Dul bei Thala (7825 e. Fuss, 2385 *m*), den er für einen ausgetrockneten Moränensee erklärte.\*\*)

Der eben genannte Forscher glaubte indessen die Spuren jener Vergletscherung im Dalhousie-District bis zu einer noch erheblich tieferen Höhenstufe herab verfolgen zu können. Auf dem Rücken, wo der Bungalow von Mámul, nahe der Militär-Station Bakloh steht, fand er in einer Meereshöhe von nur 4740 e. Fuss (1445 *m*) theils kantige, theils gerundete Blöcke von Granitgneiss, ausgestreut über carbonische Kalksteine und Schiefer. Ihre Anwesenheit an dieser Stelle schien ihm weder durch einen sattelförmigen Aufbruch, noch durch Intrusion, noch auch durch Bergstürze erklärt werden zu können. Ihrer Zusammensetzung nach stimmen diese Granitgneisse überein mit jenen des Granitgneiss-Gebietes von Dainkund, das aber durch hohe Spitzen und Rücken von Bakloh getrennt ist. Mc Mahon glaubt daher, jene Blockanhäufung am besten als eine alte Moräne ansehen zu sollen.\*\*\*)

Dieser Beobachtung ist von R. Lydekker †), W. T. Blanford ††) und R. D. Oldham †††) besondere Bedeutung beigemessen

\*) C. A. Mc Mahon: „Note on a section from Dalhousie to Pangi viâ the Sach Pass.“ Records Geol. Surv. of India XIV. 1881. p. 310.

\*\*) C. A. Mc Mahon: „Some further notes on the geology of Chamba.“ Records Geol. Surv. of India, XVIII. 1885, p. 87.

\*\*\*) C. A. Mc Mahon: „The geology of Dalhousie“. Records Geol. Surv. of India, XV, 1882. Pt. I. p. 49.

†) R. Lydekker: „The geology of the Kashmir and Chamba Territories etc.“ Memoirs Geol. Surv. of India XXII. 1883, p. 38.

††) W. T. Blanford: „The age of the Himálayas“. Geological Magazine 1891. p. 167.

†††) Manual of the geology of India. 2. edition (by R. D. Oldham) 1893, p. 484.

worden, da aus derselben ein ungewöhnlich tiefes Herabsteigen der eiszeitlichen Gletscher an den Westhängen der Dhauladar Range gefolgert werden könnte. Dennoch halte ich gerade diese Beobachtung für durchaus nicht über jeden Zweifel sichergestellt. Abgesehen davon, dass Mc Mahon's Deutung jener Granitgneiss-Blöcke als Reste einer Moräne bisher von keinem zweiten Forscher bestätigt wurde — die oben genannten Autoren kennen die betreffende Localität nicht aus eigener Anschauung — stützt sich jene Deutung lediglich auf die Anwesenheit von Granitgneiss in einem Gebiete wo er anstehend angeblich nicht vorkommen soll. Da ist es nun sehr beachtenswerth, dass gerade Mc Mahon<sup>\*)</sup> selbst an einer anderen Localität in Chamba ganz ähnliche Verhältnisse vorfand, die ihm ebenfalls zuerst für das Vorhandensein einer Glacialablagerung zu sprechen schienen. Er fand nämlich die aus Schiefer bestehenden Hänge und Rücken in der Umgebung von Sihunta mit Gneissgranit-Blöcken überstreut, die stellenweise moränenartige Anhäufungen bildeten, und zwar auch an Orten, wo offenbar niemals ein bedeutenderer Fluss seinen Lauf genommen hatte. Wäre nicht zufällig 2 Meilen von Sihunta entfernt eine anstehende Masse von Gneissgranit im Schiefer entdeckt worden, so würde Mc Mahon wohl auch zur Deutung dieser Verhältnisse, wie er übrigens selbst zugesteht, seine Zuflucht zur Glacialtheorie genommen haben. Da Sihunta und Bakloh nicht weit von einander entfernt und in derselben tektonischen Zone des Gebirges gelegen sind, der Gneissgranit aber, wie die Erfahrungen bei Sihunta beweisen, vielfach als Intrusivgestein auftritt, so scheint mir Mc Mahon's Deutung der Blöcke vom Mámul-Bungalow als glacial sehr anfechtbar, umsomehr als sie den in Kashmir gewonnenen, durch die Beobachtungen verschiedener Forscher bestätigten Erfahrungen widerspricht.

Man kann wohl sagen, dass alle Angaben über eine Vergletscherung des Thales von Kashmir während der Quartärzeit unzuverlässig sind und dass man denselben insbesondere auf Grund der an ihnen von R. Lydeker geübten Kritik das grösste Misstrauen entgegenzubringen berechtigt ist. Dies gilt sowohl von den „Karewas“ bei Islamabad, die Drew (l. c. p. 209), wenigstens zum Theil für eine Grundmoräne ansah, als von den Geschiebeablagerungen im Thale des Ihelam bei Baramula. Godwin-

<sup>\*)</sup> C. A. Mc Mahon: „Notes on the geology of the Chuári and Sihunta parganahs of Chámba“. Records Geol. Survey of India XVII, 1884, p. 36.

Austen \*) hielt die letzteren für Glacialbildungen, desgleichen Leith-Adams\*\*), allein Lydekker\*\*\*) bekämpfte diese Ansicht auf das Entschiedenste. Er wies darauf hin, dass die Gneissblöcke in den Geschiebeablagerungen von Baramula in zweifellos fluviale Bildungen eingebettet seien und dass zur Erklärung ihrer Anwesenheit der Transport durch die Zuflüsse des Ithelam und durch diesen selbst vollständig ausreichend sei. Lydekker betont ferner nachdrücklich das Fehlen aller sicheren Anzeichen einer ehemaligen Vergletscherung im Thale von Kashmir und behauptet, dass an den das letztere gegen Norden abschliessenden Bergketten zweifellose Spuren einer früheren Vereisung auf der Nordseite bis 6500 e. Fuss (1980 *m*), auf der Südseite jedoch nur bis 8000 e. F. (2440 *m*) sichtbar seien. Wohl ist Theobald †), der in Bezug auf die quartäre Vergletscherung des Himalaya sehr weitgehenden Anschauungen huldigt, wenigstens in Bezug auf die Geschiebeablagerungen bei Baramula am Ithelam der Ansicht von Godwin-Austen beigetreten, allein ihm entgegen hält Lydekker auch in seiner letzten Arbeit über die Geologie von Kashmir und Chamba (Memoirs Geol. Surv. of India Vol. XXII.) alle Beobachtungen über Spuren von Glacialbildungen im Thal von Kashmir für mindestens sehr zweifelhaft und will nur dem Flusseis als Transportmittel bei der Bildung der hier in Betracht kommenden Ablagerungen einige Bedeutung zugestehen.

Unter den angeblich glacialen Bildungen des nordwestlichen Himalaya ist kein Vorkommen der Gegenstand so eingehender Discussion und so verschiedenartiger Deutung geworden, als die Blockanhäufungen des Kangra-Thales am Südfusse der Dhauladhar-Kette. Diese Kette erhebt sich mit sehr bedeutender Steilheit fast unmittelbar aus der vorliegenden Niederung zu absoluten Höhen von 12.000—15.000 e. Fuss (3650—4570 *m*). Dass dieselbe während der Quartärzeit stark vergletschert war, unterliegt keinem Zweifel,

---

\*) H. Godwin-Austen: „Geological Notes on part of the Northwestern Himalayas“. Quart. Journal Geol. Soc. 1864, p. 383 und: „On the posttertiary and more recent deposits of Kashmir and the Upper Indus Valley“. British Assoc. Report 1880. p. 589.

\*\*\*) Prof. Leith-Adams: „Wanderings of a Naturalist in India“. p. 171.

\*\*\*) R. Lydekker: „Geology of Kashmir“. Records Geol. Survey of India, XII., 1879. p. 29—32.

†) W. Theobald: „On some pleistocene deposits of the Northern Punjab and the evidence they afford of an extreme climate during a portion of that period“. Records Geol. Surv. of India XIII. Pt. 4. p. 221—243.

allein über das Ausmaass dieser Vergletscherung gehen die Meinungen der einzelnen Beobachter weit auseinander.

H. B. Medlicott\*) erwähnte zuerst einer auffallenden Blockanhäufung bei Haurbagh und Dharamsala. Hier liegen in einer Meereshöhe von nur 3000 e. Fuss (910 *m*) mächtige Blöcke von Granitgneiss, wie er die centrale Axe der Dhauladhar-Kette zusammensetzt, in einer Weise ausgestreut, die Medlicott zu der Annahme drängte, dass Gletschereis bei dem Transport derselben betheiligt gewesen sei. Allein er versäumte nicht, ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass es lediglich die Grösse und die Lage einzelner Blöcke sei, die sich mit einer anderen Erklärungsweise schwer vereinigen lasse. W. Theobald\*\*) griff Medlicott's Hypothese auf und erweiterte dieselbe dahin, dass er fast alle Blockanhäufungen des Kangra-Thales als Moränen ansprach. Er glaubte, solche Glacialspuren bis zu 2000 e. Fuss (600 *m*) herab verfolgen zu können und stellte sogar die Behauptung auf, dass die Gletscher des Himalaya in der auf die Ablagerung der Siwalik-Schichten folgenden Epoche bis auf das vorliegende Tiefland hinaus sich erstreckt hätten, einzelne dieser Gletscher demnach eine Länge von 350 englischen Meilen (560 *km*) erreicht haben müssten. Selbst noch bei Bilaspur am Sutlej wollte er echte Moränenbildungen erkennen. Diese weitgehenden Uebertreibungen forderten ebenso wie Theobald's Annahme, dass der Himalaya am Schlusse der Pliocänzeit um 10.000—15.000 Fuss höher gewesen sei als gegenwärtig und dass diese bedeutendere Höhe die Veranlassung zu der quartären Vereisung desselben geboten habe, zur Kritik heraus.

Ihren schärfsten Ausdruck hat die gegen jene Uebertreibungen sich geltend machende Reaction in den Arbeiten von J. F. Campbell\*\*\*) gefunden, der sich seinerseits zu der ebenso unbegründeten Behauptung verleiten liess, „dass seit der Ablagerung der Siwalik-Schichten die Gletscher Indiens sich in ihrer Grösse ungefähr gleich geblieben wären.“

---

\*) H. B. Medlicott: „On the geological structure and relations of the Southern portion of the Himálayan ranges between the rivers Ganges and Ravee“. Memoirs Geol. Surv. of India Vol. III. 1864. Pt. 2. p. 155.

\*\*) W. Theobald: „On the former extension of glaciers within the Kangra District“. Records Geol. Surv. of India 1874. VII. 3 Pt. p. 86—98.

\*\*\*) J. F. Campbell: „Glacial Periods“ Quart. Journal Geol. Soc. XXXV. 1879, p. 98—137 und Journ. Asiatic Soc. of Bengal XLVI. 1877. Pt. 2. p. 1.

Auch an Campbell's Arbeiten ist seither von den Mitgliedern des Geological Survey of India eine scharfe und, wie zugegeben werden muss, berechtigte Kritik geübt worden. Es haben insbesondere R. Lydeker\*) und W. T. Blanford\*\*) darauf hingewiesen, dass Campbell's Ansichten fast ausschliesslich auf eine landschaftliche Diagnose des Gebirges gegründet waren und jener Beobachter nur sehr wenige jener Ablagerungen, deren glaciale Natur er bestreitet, wirklich gesehen habe. Für das Kangra-Thal trifft indessen dieser Vorwurf nicht zu, und insoferne, als Campbell die Moränennatur der Blockanhäufungen in jenem Thale bestreitet und unzweifelhaft glaciale Bildungen erst in Höhen von über 7000 e. Fuss getroffen haben will, decken sich seine diesbezüglichen Angaben mit jenen des erfahrensten Kenners der Erratica des Kangra-Gebietes, nämlich H. B. Medlicott's.

Schon unmittelbar im Anschlusse an Theobald's Publication hatte Medlicott\*\*\*) die Meinung ausgesprochen, dass die Deutung der Blockanhäufungen von Kangra als Moränen auf einem Irrthum beruhe, dass typische Moränen vollständig fehlen, und dass die Objecte, die Theobald für solche hielt, Erosionsrücken seien, herausmodellirt aus einer Ablagerung, die einst das ganze Thal erfüllt haben dürfte und bei deren Transport allerdings Gletschereis eine Rolle gespielt haben möchte. In seiner Erwiderung auf Campbell's Bericht im Journal of the Asiatic Society of Bengal modificirte er diese Anschauung noch weiter in der Richtung, dass er die Erratica des Kangra-Thales überhaupt nur als alte Alluvien betrachtet wissen wollte, aus denen die einzelnen grösseren Blöcke durch spätere Erosion herausgewaschen wurden. †) An dieser Deutung hielt Medlicott auch späterhin fest. In seiner Darstellung der geologischen Verhältnisse des Himalaya für den officiellen „Gazetteer of the Northwestern Provinces“ (1882) ††) ebensowohl als in der ersten Auflage des „Manual of the geology of India“ (1879) †††) werden die Erratica des Kangra-Thales unter

\*) Records Geol. Surv. of India XIV. Pt. 1. p. 43—54.

\*\*) Geological Magazine 1891. p. 209.

\*\*\*) H. B. Medlicott: „Note upon the Subhimalayan series in the Jamu Hills.“ Records Geol. Surv. of India IX. 1875. Pt. 2. p. 56.

†) Journal Asiatic Soc. of Bengal XLVI. 1877. p. 13.

††) Gazetteer of the Northwestern Provinces of India, Vol. X. Himalayan Districts p. 129.

†††) Manual of the geology of India. 1st. edition, by H. B. Medlicott and W. T. Blanford 1879, II. Pt. p. 669.

die „high river gravels“ eingereicht und als Reste einer ausgedehnten Thalauauffüllung mit Geschieben betrachtet, die sich zu einer Zeit bildete, als die Gletscher des Dhauladhar um 8000 e. Fuss tiefer als heute herabreichten.

In Anbetracht der eingehenden, den Sachverhalt in durchaus befriedigender Weise klarstellenden Ausführungen von Medlicott ist es umso auffällender, dass Theobald's Angaben auch fernerhin Glauben fanden und selbst in Werke, wie E. Reclus' „Géographie Universelle“ \*) oder Heim's „Gletscherkunde“ \*\*) übergegangen sind, ja dass die zweite von R. D. Oldham \*\*\*) besorgte Auflage des „Manual of the geology of India“ in directem Widerspruche mit Medlicott's Darstellung der Verhältnisse den Satz enthält „es seien gute Gründe für die Annahme vorhanden, dass im Kangra-Thale, wo die hohen Berge steil und unmittelbar aus der Niederung zu ihren Füßen aufragen, die quartären Gletscher sogar bis 2000 Fuss (600 m) herabgiengen.“

Man muss sich bei der Beurtheilung der Frage der Kangra-Erratica folgende Momente vor Augen halten. Sichere Anzeichen einer ehemaligen Vereisung sind im Kangra-Thal selbst nicht vorhanden. Gletscherschliffe und Moränen fehlen, denn dass die Anhäufungen, die Theobald für Moränen ansah, die charakteristische Form solcher nicht besitzen, scheint mir nach Medlicott's Darlegungen zweifellos. Den einzigen Anhaltspunkt für die Annahme einer Vereisung des Kangra-Thales gibt die Anwesenheit grosser Blöcke an Stellen, wo ihr Auftreten durch Flusstransport schwer zu erklären ist. Es ist dies unter allen Beweismitteln für die glaciale Natur einer Ablagerung wohl das unsicherste. Nachdem man zur Erklärung des Vorkommens jener Blöcke die Wahl zwischen zwei Hypothesen frei hat, so dürfte es wohl natürlicher und besser begründet erscheinen, die Entscheidung zu Gunsten derjenigen zu treffen, die sich mit den übrigen, im centralen und östlichen Himalaya in Bezug auf die Verbreitung des eiszeitlichen Glacialphänomens festgestellten Thatsachen nicht von vorneherein

---

\*) E. Reclus: „Géographie Universelle“. Vol. VIII. „L'Inde et l'Indochine“. p. 51.

\*\*) A. Heim „Handbuch der Gletscherkunde“. Stuttgart 1985. p. 423. Dabei begeht der Verfasser den Irrthum, das Kangra-Thal in den südöstlichen Himalaya zu verlegen.

\*\*\*) „Manual of the geology of India. 2d. edition, by R. D. Oldham 1893. p. 484.

in Widerspruch setzt. Theobald's Annahme aber, dass die Gletscher der Dhauladhar-Kette im Kangra-Thale bis 600 *m* herabgegangen seien, ist mit allen Angaben vorurtheilsfreier Beobachter aus den östlich anschliessenden Theilen des Himalaya unvereinbar. Strachey, Middlemiss, Oldham, Hooker, Griesbach haben das Fehlen von Glacialbildungen in den äusseren Ketten des Himalaya, geschweige denn in den Siwaliks in unwiderleglicher Weise festgestellt. Die von Theobald gleichfalls supponirte quartäre Vergletscherung der Umgebung von Naini Tal hat sich als ein Phantasiegebilde erwiesen, und es darf wohl als ausgemacht gelten, dass unzweifelhafte Gletscherspuren in Gurhwal nicht unter 2400 *m*, in Kashmir nicht unter 1950 *m* herabgehen. Nachdem es sich aber mit der fortschreitenden Vertiefung unserer Kenntnisse von der Entwicklung des eiszeitlichen Glacialphänomens auf der Erdoberfläche immer deutlicher herausstellt, dass das letztere nur als eine Potenzirung des heutigen Glacialphänomens aufzufassen ist, darf man es — wie ich glaube — mit voller Zuversicht als eine klimatologische Unmöglichkeit bezeichnen, dass die Gletscher des Pir Panjal in über 1900 *m* Höhe endeten, während gleichzeitig jene des Dhauladhar mehr als 1300 *m* tiefer bis in eine Region herabgereicht hätten, die heute von einer üppigen Subtropen-Vegetation bedeckt wird.

Was für die Hypothese einer quartären Vergletscherung des Kangra-Thales gilt, das gilt in noch höherem Maasse für die ebenfalls von Theobald\*) supponirte Vergletscherung des oberen Punjab.

Auf dem Potwár, der grossen Ebene von Rawal Pindi im nördlichen Punjab liegen unter den Alluvien Geschiebe, Sande und ein sehr feiner Silt. In den Geschiebeablagerungen sowohl als im Silt finden sich ab und zu Blöcke von bedeutenden Dimensionen, die der Beschaffenheit ihres Gesteins zufolge aus dem Himalaya stammen. Man trifft sie den Indus abwärts noch unterhalb Attock bis zu dem Dorfe Trap am Unterlaufe des Sohán in einer Meereshöhe von 350 *m*. Blöcke von 50 Fuss Umfang sind noch 20 engl. Meilen (32 *km*) von den Ufern des Indus entfernt gefunden worden. Diese Stelle liegt gegen 50 Meilen

---

\*) W. Theobald: „On the occurrence of erratics in the Potwár, and the deductions, that must be drawn therefrom.“ Records geol. Surv. of India X. 1877, und „On some pleistocene deposits of the Northern Punjab, and the evidence they afford of an extreme climate during a portion of that period.“ ibidem XIII. 1880. Pt. 4. p. 221 — 243.

(80 *km*) vom Gebirgsrande entfernt, krystallinische Gesteine aber von der Beschaffenheit der Erratica des Potwár stehen erst beträchtlich weiter im Norden an.

Nachdem bereits A. M. Verchère im Jahre 1866 auf das Vorkommen jener erraticen Blöcke aufmerksam gemacht hatte, sprach Theobald die Ansicht aus, dass das Potwár während der Eiszeit ein grosser See gewesen sei, in welchen die Gletscher des Himalaya, insbesondere aus dem Thale des Ihelam und von den Bergen der Landschaft Hazara mündeten. Es würde diese Hypothese ein Herabsteigen der Himalaya-Gletscher noch unter die Isohypse von 600*m* voraussetzen. Wynne\*) meinte, obwohl er Theobald's Ansicht in mehreren Punkten bekämpfte, dass schwimmendes Eis an dem Transport jener Blöcke bis zu einem gewissen Grade theilhaftig gewesen sein müsse und auch die Verfasser der ersten Auflage des „Manual of the geology of India“ (I. Pt. p. 372.) hielten den Versuch einer Erklärung der in Rede stehenden Ablagerung als fluviatile Bildung (Journal Asiatic Society of Bengal XLVI., 1877. Pt. 2. p. 1.) für misslungen. Eine sehr plausible Deutung der exotischen Blöcke im Potwár hat dagegen in neuester Zeit R. D. Oldham\*\*) versucht. Er wies darauf hin, dass in der Beschaffenheit der Ablagerungen des Potwár selbst nur sehr wenig Anhaltungspunkte für eine lacustre Entstehung der letzteren vorhanden seien, dass dagegen die Annahme, jene exotischen Blöcke seien auf schwimmenden Eismassen den Indus hinab verfrachtet worden, in den heute noch an diesem Strome zu beobachtenden Vorgängen eine wesentliche Stütze finde. Der Indus und seine Zuflüsse sind auch gegenwärtig noch zeitweiligen, aussergewöhnlich starken Hochfluthen unterworfen, wenn in ihrem Oberlaufe durch Bergstürze oder Gletscher Seen abgedämmt werden, die zuletzt, den sie stauenden Damm durchbrechend, plötzlich eine ungeheure Wassermasse entleeren. Bekannt sind die durch den Ausbruch eines solchen Eissees am Biafo-Gletscher in den Jahren 1841 und 1858 hervorgegerufenen Hochfluten, von denen die erstere noch bei Attock einen Theil der Armee Gholab Singh's, die am Ufer des Flusses gelagert war, hinwegspülte.\*\*\*) Der Configuration des Industhales entsprechend

\*) A. B. Wynne: „Geology of the Salt Range in the Punjab.“ Memoirs Geol. Surv. of India XIV. 1878. p. 117.

\*\*) Manual of the geology of India 2. ed. 1893. p. 418.

\*\*\*) Godwin-Austen: „On the glaciers of the Mustakh Range.“ Journal R. Geogr. Soc. XXXIV. 1864. p. 24. und R. Shaw, Letter to Sir Roderick Murchison, Proceedings R. Geogr. Soc. XV. 1871 p. 175.



müssen solche Eisseen während der Glacialzeit noch wesentlich häufiger aufgestaut worden sein. Es ist bereits erwähnt worden, dass Drew bei Katsura eine quer über das Industhal verlaufende Moräne eines Seitengletschers fand, durch den das Becken von Skardo während der Glacialzeit zu einem See aufgestaut worden sein muss. Es ist aber durchaus nicht unwahrscheinlich, dass auch noch beträchtlich weiter thalabwärts Seitengletscher das Hauptthal erreichten und zeitweilig abdämmten, insbesondere jene, die von der riesigen Nanga Parbat (26.629 e. Fuss, 8113 *m*) nach Chilas und Astor herabsteigen, wenn man bedenkt, dass ja auch heute noch die Gletscher dieses Berges unter allen Eisströmen des Himalaya am tiefsten herabgehen.\*) Nach Oldham's Meinung dürften sich abgedämmte Gletscherseen solcher Art zeitweilig selbst noch in Höhen von 5000 — 6000 Fuss gebildet haben. Sie waren während des Winters fest zugefroren und auf ihrer Eisdecke sammelten sich von den umgebenden Hängen Massen abgelöster Gesteine an, wie die Moränen auf einem Gletscher. Erfolgte dann im Frühjahr der Ausbruch des Sees, so konnten auf den schwimmenden Eisschollen die aufgehäuften Blöcke bis in das nördliche Punjab hinab verfrachtet werden. Führt doch R. Shaw\*\*) aus eigener Erfahrung ein Beispiel an, wo grosse Massen von Gestein durch das Eis des Shayok auf diese Weise 80 Meilen (130 *km*) abwärts gedriftet wurden.

Weder die Erratica des Potwár, noch jene des Kangra-Thales berechtigen meiner Ansicht nach zu der Annahme einer so ausgedehnten quartären Vergletscherung der Gebirge von Kashmir und Chamba, wie sie von Theobald supponirt wurde. Von sicheren Anzeichen einer Vereisung ist bisher kein einziges in einem tieferen Niveau als 1980 *m* gefunden worden.

Es ist von verschiedenen Forschern, insbesondere von Godwin-Austen und Lydekker geltend gemacht worden, dass die Spuren einer quartären Vergletscherung im Himalaya überhaupt viel weniger scharf ausgeprägt seien, als in den europäischen Gebirgen. Die stärkere Einwirkung der atmosphärischen Denudation und die längere Dauer dieser Einwirkung seit dem Ablaufe der letzten Vergletscherung — behauptet Godwin-Austen — hätten alle leichter zerstörbaren Anzeichen jener Vereisung bereits nahezu

\*) Tarshing Gletscher bis 9400 e. Fuss. (2865 *m*.)

\*\*) R. Shaw: „Visits to High Tartary, Yarkand and Kashgar (formerly Chinese Tartary), and return journey over the Karakorum Pass.“ London, Murray, 1871. p. 486.

vollständig verwischt. Auch Lydekker meint, dass mit Rücksicht auf die geringe Deutlichkeit von Glacialspuren, selbst in der Nähe der heutigen Gletscher des Himalaya, der Mangel von solchen in den äusseren Ketten des Gebirges nicht auffallen und keineswegs als ein Argument gegen eine ehemalige Vereisung der letzteren angesehen werden könne; denn die klimatischen Verhältnisse seien der Erhaltung von Glacialbildungen in jenen Regionen überaus ungünstig.

Ohne die Bedeutung dieses wiederholt zu Gunsten einer ausgedehnteren Vergletscherung des Himalaya ins Feld geführten Factors gänzlich in Abrede stellen zu wollen, muss ich doch sagen, dass mir diese Bedeutung erheblich überschätzt worden zu sein scheint. Zu dieser Ueberzeugung bin ich gerade durch meine eigenen Erfahrungen in Kumaon, Gurhwal und den angrenzenden Theilen von Hundés gelangt. Sowohl im Thale der Goriganga bei Laspa, als in jenem der Alaknanda bei Juma Gwár ist die Südgrenze der Verbreitung von Bildungen zweifellos glacialen Ursprungs so scharf markirt, dass man dieselben schwerlich auf Rechnung der atmosphärischen Denudation setzen kann. Wenn man annehmen wollte, dass weiter thalabwärts die Anzeichen der Vergletscherung durch die Verwitterung beseitigt worden seien, so müsste eine Uebergangszone zwischen dem von solchen Anzeichen freien und dem mit deutlichen Glacialspuren ausgestatteten Terrain vorhanden sein. Von einer solchen ist aber nichts wahrzunehmen, vielmehr stellen sich die Glacialbildungen an den beiden erwähnten Localitäten sogleich in ganz typischer Entwicklung und bedeutender Mächtigkeit ein und erfüllen weiter aufwärts die Hochthäler des Gebirges wie in den europäischen Alpen. Diese Thatsache trat mir im Himalaya in so auffallender Weise vor Augen, dass ich unter dem unmittelbaren Eindruck derselben in einem Briefe an Herrn Professor E. Richter der Ueberzeugung Ausdruck gab, die Südgrenze der Glacialspuren im Central-Himalaya bezeichne auch thatsächlich die Südgrenze der quartären Vergletscherung.

Auch in der Umgebung von Naini Tál müssten meiner Ansicht nach Glacialspuren sichtbar sein, wofern jene Gegend während der Eiszeit wirklich vergletschert gewesen wäre. Durch die Anlegung einer neuen Kunststrasse sind hier so viele Aufschlüsse und Entblössungen geschaffen worden, dass man das Fehlen jedweder Glacialbildungen allerdings als ein Argument gegen eine

quartäre Vergletscherung in den äusseren Ketten des Himalaya betrachten darf. Wenn in dem alten Bergsturzgebiete von Naini Tál Rutschflächen und Harnische unter eine Decke von Oberflächenschutt erhalten bleiben konnten, so muss die Möglichkeit einer solchen Conservirung auch für Gletscherschliffe zugegeben werden. Dass durch den Strassenbau ausschliesslich pseudoglaciale Bildungen blossgelegt wurden, scheint mir eben zu beweisen, dass echte Glacialspuren hier überhaupt niemals vorhanden waren, keineswegs aber die Annahme zu rechtfertigen, dass sie erst nachträglich durch die Verwitterung und die atmosphärische Denudation zerstört worden seien.

Wenn ich das Ergebnis dieser Ausführungen kurz zusammenfasse, so glaube ich, dass die Annahme einer sehr ausgedehnten Vergletscherung des Himalaya, die selbst die äussere Kette des Gebirges oder gar die Siwaliks betraf, als nicht hinreichend begründet bezeichnet werden muss. Die quartären Gletscher reichten in den Thälern von Sikkim und Gurhwal bis ca. 2500 *m*, in Kashmir bis 1950 *m*, in dem niederschlagsarmen Spiti nur bis 5300 *m*, im oberen Indus-Gebiete bei Skardo bis 2100 *m*, in Chilas vielleicht noch etwas tiefer herab. Unterhalb dieser Höhengrenze fehlen sichere Anzeichen einer ehemaligen Vereisung. Wollte man das Ausmaass der Vergletscherung des Himalaya im Vergleiche zu jener der Alpen charakterisiren, so könnte es am besten in dem Sinne von W. T. Blanford dahin geschehen, dass die quartäre Vereisung des Himalaya beiläufig einem Gletscherstande in den Alpen entspricht, bei dem die Eisströme des Berner Oberlandes bis in die Gegend von Interlaken reichen würden.

