Werk

Titel: Die Eiszeit in Kaschmir, Baltistan und Ladakh

Autor: Loewe, F.

Ort: Berlin

Jahr: 1924

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1924|LOG_0012

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Ort	Bemerkungen	Genaue Bezeichnung der Örtlichkeit	Höhe über dem Meere (abgerundet)
19. Medellín	Wichtigste Handels- und Industriestadt im mittleren Teil von Kolumbien, Hauptstadt des Departamento Antioquia	Hôtel Europa, I. Stock	1490 / 1466 } Mittel 1480
20. Casa blanca . .	Siedelung der Firma Ujueta in Barranquilla am Südwesthange der Sierra Nevada de Santa Marta	In der Sierra Nevada de Santa Marta	1156 / 1157½ } Mittel 1160

Die Eiszeit in Kaschmir, Baltistan und Ladakh.

Von F. Loewe.

In den Jahren 1913 bis 1914 fand unter Leitung von F. de Filippi und unter Beteiligung einer größeren Zahl von Fachgelehrten eine großangelegte italienische Expedition in den Karakorum und Nordwesthimalaya statt[1]). Als Geologe und Geograph nahm daran Prof. Dainelli teil, während eines Teils der Reise auch Prof. Marinelli. Nunmehr ist, als glänzende Bestätigung des horazischen „Nonum prematur in annum", der erste der geplanten dreizehn Bände des Expeditionswerks erschienen[2]), eine umfangreiche Arbeit Dainellis über die eiszeitlichen Verhältnisse in einem Quartband von 650 Seiten, begleitet von einem Tafelband mit 18 Spezialkarten und über 300 Abbildungen[3]). Dainelli erstreckt seine Untersuchungen auf das Kaschmirbecken und das Flußgebiet des Indus von der tibetanischen Grenze bis unterhalb des Beckens von Skardo. Neben einer erschöpfenden, kritischen Heranziehung der vorhandenen Literatur[4]) stützt er sich auf eine fast lückenlose Bereisung des Industals selbst und der größten rechten Nebentäler, des Shigar-[5]) und Shayoktals. Ferner hat er, z. T. unter schwierigen Winterverhältnissen, einige linke Nebentäler, u. a. das Suru-, Sangelumah- und Phothoksartal, besucht, außerdem die Rupshu-Hochebene im südlichen Ladakh, das Panggongbecken und die Depsang-Hochebene am Karakorumpaß. Auch das Kaschmirbecken hat Dainelli mehrfach durchquert. Auf Grund seiner Untersuchungen gelangt er zu der Überzeugung von einer viel weiteren Verbreitung einer früheren Vergletscherung, als sie bisher

[1]) Z. G. E. 1913, 147; 1914, 65, 396; 1915, 56.

[2]) Serie I (3 Bde.) wird die geophysikalischen, Serie II (10 Bde.) die geologischen, geographischen und biologischen Ergebnisse und die Expeditionsgeschichte enthalten.

[3]) Spedizione italiana De Filippi nell' Himàlaya, Caracorùm e Turchestàn Cinese (1913—1914). Serie II Vol III: Giotto Dainelli, Studi sul Glaciale, N. Zanichelli, Bologna.

[4]) Für das Chang-Chenmotal könnte Hedin, Southern Tibet IV, Kap. I und II, weitere Aufschlüsse geben.

[5]) Die Namenschreibung (Dainelli selbst benutzt eine italienisch-phonetische Transcription) folgt für das Indusgebiet Sven Hedin, Southern Tibet, für Kaschmir der „Map of Kashmir 1 : 126 700". Eine neue Karte „Kashmir and Jammu 1 : 63 400, Calcutta 1911 ff." konnte leider nicht eingesehen werden.

angenommen wurde, und entwickelt eine ausführliche Gliederung der Eiszeit, die in der Vorstellung von vier aufeinanderfolgenden Eisausdehnungen gipfelt. Eine kurze Übersicht über die eiszeitliche Geschichte gibt die folgende Tabelle S. 45. Das Schwergewicht des Werkes liegt dabei durchaus auf der Zuordnung von Formen und Ablagerungen zu den einzelnen Vereisungen; die Bedeutung der glazialen Züge im Antlitz der heutigen Landschaft tritt demgegenüber etwas in den Hintergrund, wohl nicht ohne Absicht, da eine ausführliche Behandlung dieser Punkte von dem folgenden Band[1]) zu erwarten sein dürfte.

Am besten lassen sich die eiszeitlichen Verhältnisse im Becken von Skardo verfolgen, das, als Winterquartier der Expedition am genauesten untersucht, den Rahmen für die Betrachtung der übrigen Gebiete liefert. Der Tafelband enthält eine glazialgeologische Karte des Beckens 1 : 100 000. Indus und Shigar durchfließen verwildernd das etwa 150 qkm große, rund 2200 m hoch gelegene Becken in einer Alluvialebene, die fast an der ganzen Beckenumrahmung von einer Terrasse überragt wird, deren toniges bis sandig-toniges Material D a i n e l l i in Übereinstimmung mit fast allen Vorgängern für eine Seeablagerung hält. Große Schuttkegel und Moränen treten vielfach auf; besonders bemerkenswert ist eine gewaltige Moränenanhäufung, die bei Kutzurah den Austritt des Indus aus dem Becken einige Kilometer weit begleitet. Eine Reihe von Einzelbergen von etwa 500 m relativer Höhe im Zwiesel zwischen Indus und Shigar zerlegen das Becken in zwei Kammern. Ungefähr in ihrer Höhe liegen auf der Süd- und Nordseite des Beckens mehrere Felsterrassen, eine besonders ausgedehnte an der Nordwestseite bei Kuardo. Felsterrassen setzen sich im Industal sowohl unterhalb des Beckens von Skardo, wo sie allerdings im einzelnen nicht bekannt sind, als auch talaufwärts und in den Nebentälern weithin fort, im Industal bis oberhalb der Surumündung, im Shayoktal bis Biogdang-Do, im Shigar-Braldohtal bis oberhalb Askoley, im Suru-Waakhatal bis Lotsun. Besonders ausgedehnt ist eine Terrasse bei Kapalu gegenüber der Mündung des Saltoro in den Shayok. Die Terrassen und Einzelberge stellt D a i n e l l i in zahlreichen Abbildungen[2]) und einer besonderen Karte dar.

Die gleichmäßige Höhe der oft fortlaufend erkennbaren Terrassen läßt in ihnen Reste eines alten Talbodens erblicken, den D a i n e l l i aus morphologischen Gründen als Gletscherbett deutet. Dafür spricht die große Breite des durch die Terrassen dargestellten Tals, unvereinbar bei einem Flußtal mit den steilen Hängen darüber, der stellenweise U-förmige Talquerschnitt, und von kleineren Formen die Rundung der Terrassenoberflächen und die Hängemündung vieler Seitentäler über den Terrassen, da bei Annahme eines im heutigen Tal fließenden Gletschers die Mündungsstufen unwahrscheinlich groß wären. Auch Moränenreste auf den Terrassen, die allerdings nicht näher untersucht wurden, könnten Ablagerungen dieses Gletschers sein.

Auch die unterhalb der Terrassen liegenden Teile des Beckens von

[1]) Ser. II Vol. IV Le condizioni fisiche attuali.

[2]) Die Abbildungen zeigen leider zum Teil nicht die Schärfe, die ein müheloses Erkennen der feineren morphologischen Züge gestattet, auch wären Hinweise am Bildrand an vielen Stellen nützlich gewesen.

Skardo zeigen glaziale Züge. Die Einzelberge des Beckens besitzen ebenso wie die Terrassenabfälle gerundete Formen; in den Tälern zwischen ihnen und auf dem Burgfelsen von Skardo liegt Moränenmaterial, einzelne Seitentäler mit deutlich U-förmigem Querschnitt hängen über der Sohle des heutigen Beckens, während ihre Sohle doch tiefer als die Felsterrassen liegt. Das Industal und seine Nebentäler besitzen auch unterhalb des Terrassenniveaus vielfach U-form, so das Industal bei Tolti, Parkutta und Gol, das Drastal bei Chiliscomo. Rundungen und Schliffe an den Talflanken deuten gleichfalls auf Gletscherwirkung, auf die Dainelli auch die Erniedrigung von zahlreichen gerundeten Einzelbergen und Felsterrassen zurückführt, die im Industal und im Becken von Skardo unterhalb des durchlaufenden Terrassenniveaus bleiben. An Ablagerungen finden sich nahe der Sohle des heutigen Industals häufig alte verfestigte Moränen, meist Grundmoränenmaterial.

Aus all diesen Zügen schließt Dainelli auf eine zweimalige Vereisung des Beckens von Skardo und der benachbarten Täler. Er folgt dabei im allgemeinen der Anschauung von Heß. Danach stellt jede der Verflachungen am Gehänge eines glazial umgestalteten Tals den Talbodenrest einer besonderen Vereisung dar. Dainelli hält allerdings eine solche Ineinanderschachtelung von Trögen nur dann für möglich, wenn zwischen den Vereisungen der ältere Gletscherboden durch Wasserläufe zerschnitten worden ist; andernfalls vertieft der folgende Gletscher den Trog des vorhergehenden in ganzer Breite. Demgemäß erblickt Dainelli in den hochgelegenen Felsterrassen den Talboden einer ersten, in dem darunter eingetieften Trog das Bett einer zweiten Vereisung.

Auffallend ist die, von einem Sprung von etwa 300 m am Zusammenfluß von Shayok und Saltoro abgesehen, fast völlig gleiche Meereshöhe der Terrassen auf fast 200 km hin, während ursprünglich das Gletscherbett ein gewisses Gefälle besessen haben muß. Dainelli führt diese Erscheinung auf eine Hebung des talabwärts liegenden Gebietes nach Rückgang der 1. Vereisung zurück, für die sich Anzeichen auch an anderen Stellen, u. a. im Kaschmirbecken, finden[1]). Eine Folge dieser Hebung der äußeren Gebirgsgegenden war dann, talaufwärts fortschreitend, ein verstärktes Einschneiden der zwischeneiszeitlichen Flüsse, das die Voraussetzung für die Ineinanderschachtelung zweier Tröge schuf. Da fossilführende interglaziale[2]) Ablagerungen nicht gefunden sind, steht und fällt die Vorstellung Dainellis von zwei großen Vereisungen im Industal mit der Heßschen Auffassung von der Bedeutung der Gehängeknicke.

Ineinandergeschachtelte Tröge findet Dainelli auch in einer Reihe von Nebentälern in Baltistan, so im Drastal bei Chiliscomo und an der Mündung des Gumbertals ins Drastal; und schließlich sei von den zahlreichen Argumenten, mit denen er seine Auffassung wieder-

[1]) Es verdient hervorgehoben zu werden, daß alle von Dainelli angenommenen interglazialen Hebungen keine isostatischen Entlastungsbewegungen sind.

[2]) Beiläufig sei auf die reiche Fülle von Fossilien vom Silur bis zum Eozän hingewiesen, die Dainelli gesammelt hat und die die ersten brauchbaren Funde nördlich der Himalayakette darstellen.

	Hochebenen	Ladakh	Baltistan	Kaschmir
Prägl. Oberfl.	Hochebenen	Altes Bergland Reifes Alte Oberfläche 1000—600 m höher Indus ins Shayoktal		Gebirgsvorland Pir Panjal Hügelkette
I. (Mindel-) Vereis.	Eismantel, Flächenhafte Ausräumung	Eisstromnetz, Durchgangstäler, Becken von Leh ausgeräumt	Starke Talvergletscherung bis ins Vorland Trogtäler, Talböden hoch über den heutigen	Rundlinge vor Sind- und Lidar-Mündung
I. Zw.-Eiszeit	—	Verschüttung, Induslauf nördlich der Eozänhöhen von Phay bis Kalchi	Verschüttung, Hebung des Außenrandes dann Einschneiden (Einzelberge, Felsterrassen)	(Stausee des Indus an Saltrange)
II. (Riß-) Vereis.	Eismantel, Ausräumung, Seebecken (Panggong)	Eisstromnetz, Alte Tröge vertieft, Becken von Leh fertig	Talgletscher, Neue Tröge eingeschnitten. Terrassen erniedrigt	Stausee (Karewaschichten): Sind- und Lidargletscher schwimmen, Eisbergdrift
II. Zw.-Eiszeit	Einebnung	Verschüttung	Schotter in Shigar-, Drastal	Stausee aufgefüllt
III. (Würm-) Vereis.	Eismantel (Deosai, Rupshu) mit Abfluß. Östlicher Karakorum Transfluenzen	Shayoktal vergletschert, Industal eisfrei Verschüttungsstausee von Leh, Eisstauseen des Shayok	Eisstauseen: Skardobecken, Industal. Auffüllung (Tone, Alluvionen), schwimmende Gl.	Oberste Karewaterrasse (Martund) Talgletscher im Sindtal (Moränen von Sonamarg.)
III. Zw.-Eiszeit	Panggongsee geschlossen	See von Leh läuft aus, Ob. Shayoktal verschüttet	Seetone ausgeräumt. Alluvionen am oberen Seeende abgelagert	Hebung des Pir Panjal, Schrägstellung der Karewaschichten
IV. Vereis. (1. Stad.)	Einzelgletscher, Verschüttung, Seeaufstau (Rupshu)	Erosionshalt und Terrassenbildung. Ton-, Schotter-, Schuttkegelterrassen. (Ob. Industal, Becken von Leh, Kurgil), Shayoktal eisfrei, Stau durch Seitengletscher des Pastantals		Verstärkte Erosion, 2. Terrassenabfall gebildet Pir Panjal Talgletscher
Spätere Stadien	Seespiegelsenkung, Versalzung, Terrassen	Niedere Terrassen, Stadialmoränen		Pir Panjal Kargletscher 3. Terrasse

holter Eisvorstöße zu stützen sucht, nur hingewiesen auf eine zweimalige Wechsellagerung von Konglomeraten und Moränen über einer glazial geglätteten Feldgrundlage im Becken von Dras.

Die tonigen Ablagerungen im Becken von Skardo setzen sich talaufwärts, weithin fast fortlaufend, ins Industal fort; im Surutal finden sie sich bis Kurgil, im Shigartal bis oberhalb Tungmo, im Shayoktal bis Kapalu. Neben diesen Tonen am Talboden treten im Becken von Skardo hochgelegene Tone auf, die z. B., allerdings nur aus der Ferne beobachtet, die große Terrasse von Kuardo fast völlig bedecken[1]). Im Industal halten die Tone mit ihrer Oberkante die Höhe von ungefähr 2800 m ein, nähern sich daher allmählich den Tonen im Talboden und treten nahe der Surumündung mit ihnen in unmittelbare Verbindung. D a i n e l l i schließt daraus, daß es sich um Ablagerungen eines zeitlich und räumlich einheitlichen Sees handelt, der demnach eine Länge von 165 km gehabt hat. Der See muß jünger sein als die Ausschürfung des Beckens von Skardo, die D a i n e l l i, wie erwähnt, der 2. Vereisung zuschreibt. Die Entstehung dieses Sees führt D a i n e l l i auf einen unterhalb Skardo aus einem Seitental vorstoßenden Gletscher zurück, dessen Vorrücken in eine 3. Vereisungsperiode fällt. Die großen Moränenmassen von Kutzurah am unteren Ende des Skardobeckens liegen in der Tat vor einem größeren, vom Deosaiplateau herabführenden Seitental. Sie überragen das Indusbett um 350 m; die geringe Verfestigung des losen Grundmoränenmaterials im Gegensatz zur weit vorgeschrittenen Verfestigung der erwähnten Grundmoränen der 2. Vereisung im Industal läßt sie als jünger erscheinen; das Vorkommen von Granit in ihnen deutet auf eine Speisung des Gletschers vom Deosaiplateau her, das nach D a i n e l l i um diese Zeit eine Mantelvergletscherung trug. Dieser Zusammenhang würde die Anhäufung derartiger Moränenmassen vor einem doch nicht sehr bedeutenden Seitental erklären. Schließlich glaubt D a i n e l l i, allerdings nur auf Grund von Fernbeobachtungen, in Ablagerungen hoch am nördlichen Gegengehänge gegenüber Kutzurah Moränen zu erkennen, die ihren Verwitterungsformen nach einer ältern Vereisung nicht angehören könnten, sondern von dem aus dem südlichen Nebental bis hierher reichenden Gletscher herrühren müßten, da ein von der Nordseite herabreichender Gletscher an dem sehr steilen Hang so bedeutende Moränenmassen nicht hätte ablagern können. Gehören diese Moränen tatsächlich zu einem Gletscher der südlichen Talseite, so wäre damit der Nachweis für einen Gletscherstaudamm von der erforderlichen Höhe erbracht. Die Moränen im Industal zeugen für eine hammerförmige Ausbreitung des Gletscherendes von mindestens 6 bis 7 km, die in der Tat auch einem sehr tiefen See bedeutenden Widerstand hätte bieten können.

Auch die Verhältnisse im Becken von Skardo, im Industal und seinen Nebentälern deuten auf einen Gletscherstausee zur Zeit einer größeren Eisausdehnung, wie er z. B. von P e n c k eine Zeitlang für das Inntal oberhalb des Zillertalgletschers angenommen wurde. So ist Moränenmaterial in den Tonen weit ver-

[1]) Auf der glazialgeologischen Karte sind sie zu hoch eingezeichnet (bis 3300 m statt 2800 bis 2900 m).

breitet; vor der Mündung vieler Seitentäler, insbesondere am Sutpatal oberhalb Skardo, sind die Tone mit offenbar gleichaltrigen Moränen verknüpft. Im Shigartal liegen solche Moränen bei Tungmo, im Shayoktal zwischen Kiris und Gone. Dainelli erblickt hier die Stellen, wo die Gletscher der Seitentäler sich vom Boden lösten; das Moränenmaterial in den Tonen selbst führt er auf das Ausschmelzen von Eisbergen zurück. Eine vollständige Eiserfüllung des Shigartals würde auch erklären, weshalb hier die Seetone statt des sonst allgemein erreichten Niveaus von 2800 m unterhalb 2300 m bleiben. Auch vom Shigartal gibt Dainelli eine lehrreiche glazialmorphologische Karte 1 : 250 000. In anderen Seitentälern folgen auf die Tone talaufwärts gleichaltrige Deltaschotter und mehrere hundert Meter mächtige fluvioglaziale Ablagerungen; besonders ausgedehnt im Waakhatal, einem Nebental des Surutals, treten sie auch im Dras- und Sangelumahtal auf. Wo kein Gletscher in den Stausee reichte (wie es infolgedessen Dainelli von diesen Tälern annimmt), mußte in der Tat die Hebung der Erosionsbasis durch den Aufstau bedeutende Aufschüttungen herbeiführen. Nicht vergletschert war auch das Industal oberhalb des Stausees. Das Delta des Indus im See ist zwar infolge einer Lücke in der Bereisung des Industals nicht nachgewiesen; die weiter oberhalb zu erwartenden Flußalluvionen aber finden sich in Gestalt von Konglomeraten im Phothoksartal und im Industal bei Kalchi.

Dieser dritte Eisvorstoß erreichte also eine wesentlich geringere Ausdehnung als die beiden vorhergehenden, während deren das ganze Industal nebst den Seitentälern von Gletschern erfüllt war. Nunmehr gelangten (neben einigen kleineren Seitengletschern) nur noch die von den höchsten Ketten gespeisten Shayok- und Shigargletscher bis ins Industal, bei den anderen Seitentälern liegen die Endmoränen, die Dainelli der dritten Vereisung zuschreibt, erst oberhalb der Seeenden, so im Drastal trotz seiner nördlichen Exposition bei Dundul. Eine Karte des Indusgebietes 1 : 1 100 000 zeigt die Gletscherausdehnung und die Stauseen der dritten Vereisung.

Die Seetone des großen Indusstausees sind auf dem Burgfelsen von Skardo und auf manchen Terrassen längs des Indus von Flußalluvionen bedeckt. Dainelli schließt daraus auf eine vollständige Ausfüllung des Beckens mit Seetonen, über denen dann der Indus mäandrierend Flußgeröll ablagerte. Allerdings sind nur noch Reste dieser Beckenausfüllung in Gestalt der hochgelegenen Tone erhalten; aber es ist durchaus verständlich, daß der Indus nach Verschwinden des sperrenden Gletschers rückwärtsgreifend in den wenig widerständigen Tonen eine bedeutende Ausräumungsarbeit leistete. Da die Ausräumung nur allmählich talaufwärts fortschritt, konnten auch nach Schluß der Vereisung an den oberen See-Enden die Flüsse auf der trockengelegten Tonfläche noch lange aufschütten; dieser Aufschüttung schreibt Dainelli die Entstehung der mächtigen Alluvionen über Seetonen zu, wie sie z. B. in der Terrasse von Kurgil am Suru eindrucksvoll im Landschaftsbild hervortreten. Verwickelte Verhältnisse, die von Dainelli in geistvoller Weise erklärt werden, zeigen die vergletscherten Seitentäler, insbesondere das Shayoktal, da die Gletscher der Klimaänderung um so langsamer folgten, je länger sie

waren, der mehrere hundert Kilometer lange Shayokgletscher also später als der kürzere stauende Gletscher bei Kutzurah. Allerdings erscheinen diese komplizierten Deutungen nicht immer ganz zwingend, wie es überhaupt charakteristisch ist für das Werk Dainellis, daß so gut wie keine Beobachtungstatsache berichtet wird, die nicht, wenigstens vermutungsweise, eine genetische Erklärung findet.

Die Tone des Stausees dieser 3. Vereisung bilden, meist mit Kies und Sand bedeckt, als Kern einer ausgedehnten Terrasse etwa 50 m über dem heutigen Induslauf eines der wesentlichsten Landschaftselemente des Beckens von Skardo. Die Entstehung dieser Einebnung muß auf einem Halt in der Erosionstätigkeit des Indus beruhen; anderseits beweist das Gefälle der Terrasse talabwärts (stärker als das des heutigen Induslaufs), ebenso wie die Alluvionen auf ihr, daß es zum Aufstau eines Sees bei diesem Halt nicht kam, sondern nur der Indus von einer Beckenseite zur anderen pendelte. Auf der Terrasse liegt an der Südseite des Beckens eine Reihe großer Schuttkegel; am bedeutendsten ist der des Sutpatales, das an seinem Ausgang eine vorzüglich erhaltene Seitenmoräne lokaler Gesteinszusammensetzung besitzt. Solche Moränen, durch das Fehlen des Deosaigranits deutlich von denen der 3. Vereisung unterschieden, liegen auch an der Mündung des Seitentals von Kutzurah. In ihnen sieht Dainelli die Spuren eines vierten Eisvorstoßes; der verstärkten Zufuhr von Moränenmaterial entsprach ein Stillstand der Erosion, während dessen die Terrassenoberfläche sich bildete. Auf die gleiche Ursache führt Dainelli auch die Bildung von Tonterrassen mit daraufgelagerten Schuttkegeln im Shigartal zurück.

Auf das Auftreten zahlreicher, gut erhaltener Endmoränen, aus deren Lage Dainelli die Schneegrenzhöhe dieser 4. Vereisung zu bestimmen sucht, kann hier nur hingewiesen werden[1]).

Zusammenfassend beurteilt Dainelli die morphologischen Faktoren, die das Landschaftsbild des Skardobeckens und der benachbarten Täler bestimmen, folgendermaßen, im Gegensatz zu Oestreich, der in hohem Grade Wüstenwirkungen heranzieht[1]): „Man kann beim Skardobecken wie beim ganzen Gebiet nördlich des Himalaya nicht von einer Wüstenlandschaft sprechen. Der Wind als Formenbildner spielt keine nennenswerte Rolle. Die Formen der Beckenumrahmung sind durchaus eiszeitliche, und auch die Ablagerungen, auf denen einige der hervorragendsten Züge des Beckens von Skardo beruhen, stehen fast alle mit der Eiszeit in Zusammenhang."

Aus den ausführlichen Betrachtungen (über ein Drittel des Werkes), die Dainelli den Glazialformen und der Vergletscherungsgeschichte in Ladakh im Anschluß an das im Skardobecken gewonnene Schema widmet, sei hier nur einzelnes herausgegriffen. Deutlicher als in Baltistan sind hier hochgelegene Verebnungsflächen viele

---

[1]) Dainelli gibt ein ausführliches Verzeichnis aller von ihm der 3. (35) und 4. Vereisung (32) zugeschriebenen Endmoränen.

[2]) Die Kritik, die Dainelli an Oestreichs „Die Täler des nordwestlichen Himalaya", Pet. Mitt., Ergänzungsheft 155, übt, besitzt neben besonderem Umfang häufig eine ungewöhnliche Schärfe des Tons. In nicht wenigen Punkten sachlich berechtigt, scheint sie doch stellenweise nur auf sprachlichen Mißverständnissen zu beruhen.

hundert Meter über den heutigen Talböden kenntlich, so am Abfall der Rupshuhochebene gegen das Industal und im oberen Sildat- und Lamaurutal, linken Nebentälern des Indus. Oberhalb der Phothoksarmündung folgt das Industal einer Mulde schwacher Eozänschichten. Von diesem Talstück gibt Dainelli geologische Spezialkarten[1]). Zwischen Phay und Kalchi wird der Flußlauf im Norden von einem „Mittelgebirge" von etwa 700 m Höhe begleitet; der Zwischenraum zwischen den gerundeten Eozänkuppen und dem steilen Granitgebirge im Norden ist von Alluvionen zu einer Hochebene aufgefüllt. Oberhalb Phay setzt das Mittelgebirge aus; es öffnet sich das weite, mit Seetonen gefüllte Becken von Leh. Weiter oberhalb bis zur tibetischen Grenze fließt der Indus meist in jungen, stellenweise terrassierten Alluvionen. Gerundete Einzelberge treten häufig, insbesondere oberhalb Nima, in der weiten Talung auf. Das Industal zeigt hier keine Ineinanderschachtelung von Trögen, sondern die Form eines sehr breiten U-Tals. Dainelli glaubt daher, daß hier zwischen der 1. und 2. Vereisung kein Einschneiden der Wasserläufe stattfand, mithin der zweite Gletscher nur den Trog des ersten erweiterte. Diese glaziale Ausräumung, nachgewiesen durch Talform und Rundhöcker, war weniger wirksam zwischen Kalchi und Phay, wo der Stau des Gletschers am widerständigen Granit unterhalb die Schürfkraft minderte, während weiter talaufwärts das Becken von Leh bis auf den Granitrestberg von Stakna völlig ausgeräumt wurde. Dainelli vermutet allerdings, daß die Hauptmasse des Eises aus dem oberen Industal während der 1. und 2. Vereisung in der großen, im Gebirgsstreichen SE—NW verlaufenden Talung über den Tsake-La und Kongtha-La ins Becken von Tankse und zum Shayok floß (wie er überhaupt für diese Zeit in ganz Ladakh ein Eisstromnetz annimmt). Er stützt sich dabei auf die ungewöhnliche Breite und den glazialen Querschnitt des zum Tsake-La führenden Tals und die enorme Moränenverbauung der Paßhöhe selbst.

Die Alluvionen, die unterhalb Phay das weite Tal des Indus erfüllen, bringt Dainelli in Zusammenhang mit der verstärkten Verwitterung während der 3. Vereisung und der Hebung der Erosionsbasis durch den Seeaufstau weiter unterhalb. Diese Verbauung mußte dort besonders große Mächtigkeit erreichen, wo die Eozänhöhen den Ablagerungsraum verringerten. Der See, in dem die Tone von Phay bis Stakna sich ablagerten, wird als Stausee hinter diesen Ablagerungen aufgefaßt. Reste alter Seen treten auch sonst mehrfach auf, insbesondere im Becken von Tankse und im Chang-Chenmo-Tal[2]). Für die Erklärung der letztgenannten Seen als Stauseen seitlich eines das Shayoktal während der 3. Vereisung erfüllenden Gletschers gewährt das Becken von Tankse gute Anhaltspunkte. Ein Zeichen für die Vergletscherung des Shayoktals während der dritten Vereisung im

[1]) Die des Beckens von Leh trägt falsche Gradeinteilung.

[2]) In einem kürzlich erschienenen ausführlichen Referat von C Du Riche Preller (Scot. Geogr. Mag. XL, 1. 1924) werden diese Seen irrtümlich als noch heute existierend aufgefaßt; daher erhält in einer beigegebenen Skizze der Panggongsee den Namen „Tankse Lake". Auch sonst enthält das Referat eine Reihe schwerwiegender Mißverständnisse.

Gegensatz zum Industal sieht D a i n e l l i auch in der tieferen Lage der Sohle des Shayoktals gegenüber der des Industals in gleicher Entfernung vom Zusammenfluß; in Zusammenhang damit steht, daß der Indus im allgemeinen heute noch einschneidet, der Shayok dagegen bis auf kurze Strecken aufschüttet.

Glazialen Charakter tragen auch die Hochebenengebiete (Rupshu, Deosai, Depsang). Überall sind die Hänge gerundet, die Hochebenen selbst mit Schutt bedeckt, der sich seiner Beschaffenheit nach als vom Wasser umgearbeitetes Moränenmaterial auffassen läßt. D a i n e l l i meint, die beiden erstgenannten Hochebenen hätten während der drei ersten Vereisungen einen Gletschermantel getragen, der durch typische „Korridortäler" mit den großen Talgletschern in Verbindung stand.

Von besonderem Interesse sind die Anschauungen, die D a i n e l l i über die eiszeitliche Geschichte des Kaschmirbeckens entwickelt. Sie geben ein in sich geschlossenes Bild, sind aber zum Teil von solcher Kühnheit, daß zu ihrer völligen Sicherstellung eine nochmalige eingehendere Untersuchung erwünscht wäre, als sie D a i n e l l i notgedrungen dem Gebiet widmen konnte. Vom oberen Jehlam durchflossen, steigt das etwa 5500 qkm große Kaschmirbecken, von dem das Werk eine gut ausgeführte Höhenschichtenkarte 1 : 300 000 enthält, gegen Süden und Westen in mehrfachen Terrassen ziemlich gleichmäßig gegen den Pir Panjal an, von dessen bis zum Kamm hinauf wenig gegliederter Fläche parallele Folgeflüsse dem Jehlam zuströmen, der selbst in engem Tal das Gebirge durchbricht. Dagegen ist die Himalayabegrenzung im Norden und Osten, an deren Fuß der Jehlam nahe herangerückt ist, reicher gegliedert und von größeren, mehrfach verzweigten Flüssen durchzogen, so dem Lidar und dem Sind. Das Becken selbst ist erfüllt von den viel erörterten Karewaschichten. Es sind dies in der Beckenmitte tonige bis tonig-sandige Ablagerungen, die gegen die Umrandung gröber werden und vor der Mündung der Seitentäler stellenweise kiesigen Charakter annehmen. Sie fallen auf der rechten Jehlamseite schwach, auf der linken mit nach außen zunehmender Steilheit beckeneinwärts; ihre Oberkante liegt auf der rechten Seite etwa 220 m über dem Fluß, auf der Pir-Panjal-Seite stellenweise viele Hunderte von Metern höher. Sie zeigen auf beiden Ufern eine dreifache Terrassierung. Vor den Mündungen von Sind und Lidar liegen, von Karewaschichten umhüllt, gerundete Anhöhen (Ahatung, Kanjdori); die Täler selbst tragen bis nahe an den Ausgang glaziale Züge (U-Form), und ebenso weit finden sich gekritzte Geschiebe. D a i n e l l i erklärt die Karewaschichten in Übereinstimmung mit den meisten früheren wegen ihrer Beschaffenheit und ihrer auf der Himalayaseite weithin schwebenden Lagerung für Seeablagerungen.

Dann muß die Zurundung der vor den Seitentälern liegenden Hügel, die D a i n e l l i der Eiswirkung zuschreibt, von Gletschern bewirkt sein, die das Kaschmirbecken vor Ablagerung der Karewaschichten erreichten. Diese Gletscher bringt D a i n e l l i in Beziehung zu der im Industal nachgewiesenen 1. Vereisung. Stellt nun die Karewaterrasse von Martund in etwa 220 m relativer Höhe die ursprüngliche Oberfläche der Seeablagerungen dar, wie D a i n e l l i aus ihrer Über-

einstimmung mit der höchsten von ihm beobachteten Uferlinie am Tukht-i-Suliman bei Srinagar schließt, so müssen die Karewaschichten der Südseite nachträglich schräggestellt sein. Aber auch nach Ausgleich dieser Schrägstellung bleibt die Ursache des Seeaufstaus zu erklären. Dainelli lehnt hier den Gedanken einer Verschüttung oder eines Gletscherstaus ab, da sich im mittleren Jehlamtal unterhalb Baramula keine Spuren davon finden, und schließt auf eine erste Hebung des Pir Panjal, die also zeitlich auf die erste Eisausdehnung folgen würde. Diese Annahme wird dadurch gestützt, daß sich auch im Industal aus der Höhe der Felsterrassen eine Hebung der äußeren Bergzone zu gleicher Zeit ergab. Gletscher einer zweiten Vereisung sollen dann schwimmend in den allmählich sich auffüllenden See gemündet haben; der Verfrachtung durch von ihnen sich lösende Eisberge schreibt Dainelli die Blöcke von Himalayagranit auf der Pir-Panjal-Seite zu, der Mitwirkung der Strömung ihre besondere Anhäufung nahe dem Beckenausgang.

Über Zeitpunkt und Ausmaß der Hebung der Pir-Panjal-Seite des Beckens wird aus der Lagerung und Terrassierung der Karewaschichten ein Anhalt gewonnen. Dainelli betont, daß im Gegensatz zu den Anschauungen Huntingtons[1]) auch in Kaschmir einer größeren Ausdehnung der Gletscher verstärkte Erosion entsprechen müßte. Die Spur einer solchen (3.) Vereisung sieht er in dem gewaltigen Moränenamphitheater von Sonamarg im Sindtal; ihr schreibt er daher die Ausbildung des Abfalls der obersten Karewaterrasse zu. In der darauffolgenden Zeit geringerer Vergletscherung fand dann die Ausbildung einer zweiten Terrassenoberfläche statt. Da nun die heute schräggestellte Oberfläche der zweiten Terrasse nach den Angaben Dainellis durchaus konkordant ist mit dem heutigen gegen Pir-Panjal hin zunehmenden Fallen der Karewaschichten, so kann die Hebung der Pir-Panjal-Seite erst nach Rückzug der 3. Vereisung eingetreten sein. Diese Hebung der Karewaschichten erreichte stellenweise (bei Loodurmurg) Beträge bis zu 1400 m. Sie erklärt es auch, daß der Jehlam heute aus der Beckenmitte gegen die nicht gehobene Himalayaseite gedrängt ist. Mit dieser jungen Hebung steht der erwähnte jugendliche Charakter der Entwässerung des unteren Pir-Panjal-Hanges in guter Übereinstimmung; ja die oberen Partien des Gebirges zeigen nach den Angaben Dainellis und Marinellis an vielen Stellen noch fast unverwischt die Züge einer schräggestellten alten rundkuppigen Landoberfläche. Nimmt man an, die aus der Höhenlage der Karewaschichten erschlossene Hebung habe sich unter gleichem Winkel bis zur Kammlinie des Pir Panjal fortgesetzt, so ergibt sich, daß die am stärksten gehobenen Partien in der Gegend der heutigen höchsten Gipfel liegen; auch diese Unabhängigkeit der Gipfelhöhen von Unterschieden in der Widerständigkeit des Gesteins spricht für eine sehr jugendliche Hebung.

Im Gegensatz zur Himalayaseite zeigt der Pir Panjal keine Spuren einer großen älteren Vergletscherung. Es ist daher anzunehmen, daß er vor der eben geschilderten Hebung die Schneegrenze nicht

[1]) E. Huntington, The Vale of Kashmir. Bull. Am. Geogr. Soc. XXXVIII, 1906, S. 657.

erreichte. Glazialen Ursprung könnten die ausgedehnten flachen, zum Teil versumpften Mulden am Gehänge haben, die in Kaschmir „murg" heißen und die Dainelli als Zungenbecken von Gletschern deuten möchte, die in eine nach der Hebung eingetretene vierte Eisausdehnung fallen, deren Spur Dainelli auf der Himalayaseite in den Endmoränen von Sirbal im Sindtal findet.

Gut erhaltene Endmoränen in geringerer Entfernung von den heutigen Gletschern zeigt das Indusgebiet wie die Umrahmung des Kaschmirbeckens an vielen Stellen. Dainelli schreibt sie stadialen Halten während des Gletscherrückganges zu und führt auf diese Zeit die Karbildung im Pir Panjal zurück. Auch die niederen Terrassen, die sich in fast allen Becken (Skardo, Dras, Kurgil, Leh, Kaschmir) finden, ebenso wie längs der meisten Wasserläufe, bringt Dainelli mit Änderungen der Erosion während solcher Halte in Zusammenhang.

Über die Schneegrenze zur Zeit der einzelnen Vereisungen hat Dainelli durch Berechnung nach der Formel Schneegrenze = höchster Gipfel + Gletscherende : 2 interessante Ergebnisse gewonnen[1]). Für die 1. und 2. Vereisung allerdings ist unbekannt, wie weit im Industal der Gletscher reichte[2]). Für den Himalayasüdhang verlegt Dainelli die Schneegrenze der 2. Vereisung unter 3500 m. Für die 3. Vereisung gibt er eine Isohypsenkarte; danach liegt die Schneegrenze im Sindtal wie im Becken von Skardo in 3750 m Höhe und steigt nach Norden und Osten, so daß die 5000-m-Linie südlich der Karakorumhauptkette zum Shayokknie und zum oberen Zaskar verläuft und die Schneegrenze im äußersten Osten des behandelten Gebiets 5750 m erreicht. Die Schneegrenze der 4. Vereisung lag auf dem Pir Panjal etwa bei 3800 m, im Industal mit nach Osten abnehmender Differenz etwa 100 m höher als die der 3. Vereisung, auf der Depsanghochebene 5800 m hoch. Die Schneegrenze des ersten Stadiums lag am Pir Panjal fast 400 m, im Industal etwa 100 m über der der 4. Vereisung. Die Ausdehnung der Vergletscherung schätzt Dainelli für Indus- und Panggongbecken und Rupshu für die 1. bis 4. Vereisung und die Jetztzeit zu > 0.5, 0.5, 0.3, 0.18 und 0.1 der Gesamtfläche.

Über das Maß des Gletscherrückganges zwischen den Vereisungen läßt sich Dainelli nicht näher aus; hingewiesen sei hier auf das Vorkommen von Konglomeraten zwischen Moränen, die Dainelli bei Pakora oberhalb Hoto im Braldohtal der zweiten und dritten, im Becken von Dras der ersten und zweiten Zwischeneiszeit zuschreibt, während der Gletscher der 1. und 2. Vereisung bis zur Mündung des Indus ins Vorland, der der 3. Vereisung im Braldohtal bis ins Becken von Skardo, im Drastal bis Dundul reichte, der der 4. Vereisung im Braldohtal bis unterhalb Foljo.

---

[1]) Dainelli bezeichnet diese Methode als die Kurowskische; tatsächlich setzt Kurowski die Schneegrenze gleich der mittleren Gletscherhöhe (Pencks Geogr. Abh. V, 1), während H. Höfer (Akad. Wien. Sitzungsb. Math.-Naturw. Kl. LXXIX) sie in die Mitte zwischen der mittleren Höhe der Umrahmung und dem unteren Gletscherende verlegt.

[2]) Auf das im Zusammenhang damit von Dainelli erörterte Problem der Himalayablöcke auf der Saltrange vor dem Austritt des Indus in die Ebene sei hier nur hingewiesen, ebenso auf die Auffindung von Glazialspuren in Sikkim in nur 1150 m Höhe durch J. W. Gregory (Geol. Mag. 1919).